(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 35 831 T2** 2007.05.31

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 785 632 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 35 831.3**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 300 284.3**
(96) Europäischer Anmeldetag: **17.01.1997**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **23.07.1997**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **10.05.2006**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **31.05.2007**

(51) Int Cl.[8]: ***H04B 7/005*** (2006.01)
H03G 3/30 (2006.01)
H04B 1/16 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
700996 **19.01.1996** **JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Sharp K.K., Osaka, JP

(72) Erfinder:
Okamoto, Naoki, Chiba-shi, Chiba, JP

(74) Vertreter:
Müller - Hoffmann & Partner Patentanwälte, 81667 München

(54) Bezeichnung: **Spread-Spektrum-Empfänger**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Spread-Spektrum-Empfänger. Insbesondere betrifft die Erfindung einen Spread-Spektrum-Empfänger, in dem ein Datenspektrum mittels eines Spreizcodes gespreizt und in ein breites Band übertragen wird.

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Auf dem Gebiet der Datenkommunikation erfolgt eine Kommunikation gewöhnlich über Modulationssysteme mit engem Band. Derartige Systeme sind vorteilhaft, da eine Demodulation am Empfänger über einen verhältnismäßig kleinen Schaltkreis erfolgen kann. Jedoch weisen diese den Nachteil auf, dass die Leistungsfähigkeit aufgrund eines Mehrpfadabklingens in einer Umgebung mit mehreren Pfaden wie in einem Raum (Büro, Firma usw.) abnimmt.

[0003] In einem Spread-Spektrum-Kommunikationssystem wird im Gegensatz hierzu das Spektrum von Daten über einen Spreizcode gespreizt und die Daten werden in einem breiten Band übertragen. Deshalb ist dieses widerstandsfähig gegen ein derartiges frequenzselektives Abklingen und somit können die obigen Nachteile der Kommunikation in einem engen Band vermieden werden. Um eine digitale Verarbeitung in ein derartiges System einzugliedern, wird ein A/D-Wandler verwendet, um die Daten in digitale Signale zu wandeln und zu verarbeiten.

[0004] Ein bekanntes Beispiel eines Empfängers wird mit Bezug zum Blockdiagramm von Fig. 1 beschrieben. Ein über einen Eingangsanschluss **1** eingespeistes Signal wird von einem Verstärker **2** mit variabler Verstärkung verstärkt, durch einen A/D-Wandler **3** geführt und einem Korrelator **4** eingespeist. Eine Ausgabe des Korrelators **4** wird einer Synchronisierschaltung eingespeist und eine Korrelationssynchronisation wird zum korrelierten Zeitpunkt hergestellt. Durch Verwenden eines Korrelationssynchronisationspulses, der den korrelierten und synchronisierten Zeitpunktpunkt kennzeichnet, wird die korrelierte Ausgabe zu diesem Zeitpunkt mit einem optimal eingestellten Schwellenwert über einen Komparator **5** mit korrelierter Ausgabe verglichen, die Ausgabe des Vergleichs über ein Filter **7** geglättet und danach wird diese dem Verstärker **2** mit variabler Verstärkung übermittelt, so dass die Verstärkung kontrolliert wird. Auf diese Weise wird der Höchstpunkt, in dem die korrelierten Ausgaben übereinstimmen (nachfolgend als Korrelationsspitze bezeichnet) immer konstant gehalten.

[0005] Um von der Leistungsfähigkeit des Empfängers vollständig Gebrauch zu machen, weist der gewünschte Signalpegel, der dem A/D-Wandler **3** einzuspeisen ist, einen optimalen Wert auf und es kann nicht ein beliebiger Signalpegel eingespeist werden. Der optimale Wert ist als optimales Quantisierungsintervall bekannt und gemäß diesem Intervall ist die Signalamplitude der Eingabe in den A/D-Wandler **3** über den Verstärker **2** mit variabler Verstärkung zu optimieren. Jedoch ist es schwierig, die Amplitude des dem A/D-Wandler **3** eingespeisten Signals optimal im Hinblick auf den Verstärker **2** mit variabler Verstärkung zu kontrollieren. Deshalb wird stattdessen die Korrelationsspitze kontrolliert, so dass diese konstant gehalten wird.

[0006] Ist eine optimale Signalamplitude hergestellt, ist die Amplitude der Korrelationsspitze konstant. Mit anderen Worten kann das eingespeiste Signal durch Kontrollieren der Verstärkung des Verstärkers **2** mit variabler Verstärkung auf eine solche Weise, dass die Amplitude der Korrelationsspitze konstant gehalten wird, auf eine optimale Amplitude gebracht werden, so dass ein optimales Quantisierungsintervall erhalten wird und folglich der Empfänger mit bester Leistungsfähigkeit in Erscheinung tritt.

[0007] Der Betrieb in einer Periode stationären Zustands wird mit Bezug zu Fig. 2A bis Fig. 2C beschrieben. In dem Komparator **5** mit korrelierter Ausgabe wird die in Fig. 2A gezeigte Korrelationsspitze P mit einem Schwellenwert E verglichen, der vorab eingestellt wurde. Die Amplitude der Korrelationsspitze P variiert von Zeit zu Zeit. In der Zwischenzeit stellt der Schwellenwert E die optimale Amplitude für die Korrelationsspitze dar. Indem diese beiden verglichen werden, wird ein Differenzsignal ausgegeben. Das Differenzsignal ist in Fig. 2B gezeigt. Durch Filtern des Differenzsignals durch ein Filter **7** wird eine in Fig. 2C gezeigte Kurvenform erhalten. Die Kurvenform ist über eine Konstante des Filters **7** festgelegt.

[0008] Das Filter **7** dient der Mittelung der durch Rauschen verursachten Schwankung. Durch Kontrollieren des Verstärkers **2** mit variabler Verstärkung unter Verwendung der soeben erzielten Ausgabe, wird die Verstärkung des Verstärkers **2** erniedrigt, falls die Korrelationsspitze P größer als der Schwellenwert E ist und die Verstärkung des Verstärkers **2** wird vergrößert, falls die Korrelationsspitze P kleiner als der Schwellenwert E ist. Somit wird eine Rückkopplungsüberwachung erzielt, wobei der Höchstwert der Korrelationsspitze P immer in Übereinstimmung zum eingestellten Schwellenwert E gehalten wird.

[0009] Jedoch ist die Korrelation beim Start der Kommunikation nicht hergestellt. Deshalb wird der Korrelationssynchronisationspuls der Synchronisierschaltung **6** nicht an der korrekten Position der Korrelationsspitze P erzeugt. In diesem Fall vergleicht der

Komparator **5** mit korrelierter Ausgabe die Ausgabe mit dem Schwellenwert E unabhängig davon, ob es sich hierbei um eine Korrelationsspitze handelt oder nicht und der Verstärker **2** mit variabler Verstärkung wird unter Verwendung des resultierenden Differenzsignals kontrolliert.

[0010] Nun wird der Betrieb der Synchronisierschaltung **6** betrachtet. In der Synchronisierschaltung **6**, die aus einer Anfang-Synchronisierschaltung und einer Synchronisier-Schutzschaltung besteht, wird zunächst die Anfang-Synchronisierschaltung zur Herstellung einer Synchronisation betrieben. Danach wird die Synchronisation von der Synchronisier-Schutzschaltung aufrechterhalten. Auf diese Weise wird ein Korrelationssynchronisationspuls derart kontrolliert, dass dieser immer an der Korrelationsspitze P erscheint. Die Anfang-Synchronisierschaltung vergleicht ein eingespeistes Signal mit einem eingestellten Schwellenwert (die für die Synchronisierschaltung **6** vorgesehene Schwelle, die in Fig. 1 nicht dargestellt ist) und im Falle, dass das eingespeiste Signal größer ist, nimmt diese an, dass das eingespeiste Signal der Korrelationsspitze P entspricht. Durch mehrmaliges Wiederholen dieses Vorgangs in derselben Zeitabfolge wird die Synchronisation hergestellt.

[0011] Bevor die anfängliche Synchronisation jedoch in dem bekannten Beispiel hergestellt ist, ist die Verstärkungsrate des Verstärkers **2** mit variabler Verstärkung unbekannt und ebenso ist die dem A/D-Wandler **3** eingehende Signalamplitude unbekannt. Folglich ist auch die Amplitude der Korrelationsspitze P unbekannt. Damit ist es schwierig den Schwellenwert der Anfang-Synchronisierschaltung festzulegen. Folglich liegt ein Verfahren zur anfänglichen Synchronisation vor, bei dem der Verstärker **2** mit variabler Verstärkung einer automatischen Verstärkungssteuerung (AGC) unterliegt, so dass das ausgegebene Signal vom Verstärker **2** mit variabler Verstärkung konstant gehalten wird.

[0012] Fig. 3 zeigt diesen Aufbau. Im Wesentlichen stimmt dieser mit Fig. 1 überein, abgesehen davon, dass eine AGC-Schaltung **8** am Ausgang des Verstärkers **2** mit variabler Verstärkung zum Detektieren der Leistung vom Ausgang und zum Konstanthalten der Amplitude vorgesehen ist. Die AGC-Schaltung **8** entspricht einer in üblichen Kommunikationseinrichtungen verwendeten AGC-Schaltung. Bei dem Aufbau in Fig. 3 wird ein Schalter **9** zum Zeitpunkt der anfänglichen Synchronisation umgeschaltet, so dass die Amplitude der Ausgabe vom Verstärker **2** mit variabler Verstärkung über die Ausgabe der AGC-Schaltung **8** konstant gehalten wird, und nachdem die ursprüngliche Synchronisation hergestellt ist, wird der Verstärker **2** mit variabler Verstärkung mit Bezug auf die korrelierte Ausgabe kontrolliert, siehe Fig. 1. Dieses Umschalten wird unter Verwendung einer Synchronisationskennzeichnung FLG durchgeführt, welche von der Synchronisierschaltung **6** ausgegeben wird und darauf hinweist, ob eine anfängliche Synchronisation hergestellt wurde oder nicht.

[0013] Jedoch ist die herkömmliche Schaltung dahingehend von Nachteil, dass diese eine zusätzliche AGC-Schaltung **8** benötigt. Obwohl die AGC-Schaltung **8** über einen Kondensator oder eine Diode zur Detektion, einen analogen Filter oder desgleichen implementiert werden kann, stellen diese Komponenten durchweg analoge Elemente mit großen Schaltungsabmessungen dar und sind nicht zur Integration geeignet.

[0014] US 5,347,534 betrifft einen Spread-Spektrum-Empfänger einschließlich eines Korrelators, eines Verstärkers mit variabler Verstärkung und eines Demodulators, wobei die Verstärkung der Verstärker als Reaktion auf eine Demodulationsausgabe vom Demodulator kontrolliert wird.

ÜBERSICHT ÜBER DIE ERFINDUNG

[0015] Es ist eine Aufgabe der Erfindung einen Spread-Spektrum-Empfänger mit einfachem Aufbau anzugeben, der eine stabile anfängliche Synchronisation durchführen kann.

[0016] Kurzum wird das empfangene Signal erfindungsgemäß von einem Verstärker mit variabler Verstärkung verstärkt, ein Ausgangssignal des Verstärkers wird in ein digitales Signal über eine Wandlungsschaltung gewandelt, eine Korrelation wird zwischen dem Wert, der in ein digitales Signal gewandelt wurde, und einem Spreizcode von einem Korrelator aufgefunden um eine korrelierte Synchronisation unter Verwendung einer korrelierten Ausgabe herzustellen, es werden ein vorbestimmter Schwellenwert und eine korrelierte Ausgabe von einer Korrelationssynchronisationsschaltung verglichen, so dass eine anfängliche Synchronisation erstellt und nachfolgend aufrechterhalten wird, ein Pegel einer Ausgangsamplitude des Verstärkers mit variabler Verstärkung wird basierend auf der Amplitude des Korrelators als Reaktion auf die Herstellung der Synchronisation kontrolliert und die Verstärkung des Verstärkers mit variabler Verstärkung wird in Abhängigkeit vom Vorliegen/Fehlen eines Synchronisations-Erstellsignals auf die maximale Verstärkung umgeschaltet.

[0017] Deshalb wird der Verstärker mit variabler Verstärkung erfindungsgemäß in Abhängigkeit vom Vorliegen/Fehlen des Synchronisations-Erstellsignals auf die maximale Verstärkung umgeschaltet, so dass die Signalamplitude zum Zeitpunkt der anfänglichen Synchronisation auf dem Maximalwert gehalten werden kann.

[0018] In einer bevorzugten Ausführungsform liegt

eine Halteschaltung vor zum Halten des Werts der von der Verstärkungssteuerschaltung ausgegebenen Ausgangsamplitude während die Synchronisation als Verstärkungssteuerwert aufrechterhalten wird und die Verstärkung des Verstärkers mit variabler Verstärkung wird durch den gehaltenen Verstärkungssteuerwert gesteuert. Wird somit das Synchronisations-Erstellsignal in dieser Ausführungsform von der Korrelationssynchronisierschaltung erzeugt, kann der gehaltene Steuerungswert erneut eingestellt werden und dadurch kann zum Zeitpunkt einer Verbindungstrennung ein Wert vor der Trennung wiederhergestellt werden.

[0019] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann der von der Halteschaltung gehaltene Verstärkungssteuerungswert zurückgesetzt werden. Deshalb wird der Wert in dieser bevorzugten Ausführungsform nicht immer in den Zustand vor der Trennung zurückgesetzt, sondern kann gemäß einer Anweisung von einer oberen Ebene wie einem Protokoll geändert werden.

[0020] Bevorzugt wird ein Filter zum Glätten der Ausgabe von der Verstärkungssteuerungsschaltung vorgesehen und die Zeitkonstante des Filters ist variabel gestaltet. In dieser bevorzugten Ausführungsform kann somit die Dauer der Konvergenz zur Periode des Übergangszustands durch Variieren der Zeitkonstante kürzer gestaltet werden.

[0021] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann das Leistungsvermögen der Synchronisierschutzschaltung in einem Übergangszustand verbessert werden, indem der Schwellenwert im Übergangszustand innerhalb der Korrelationssynchronisierschaltung geändert wird.

[0022] Die vorhergehenden und weiteren Aufgaben, Merkmale, Aspekte und Vorteile der Erfindung werden aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung der Erfindung im Zusammenhang mit den begleitenden Abbildungen ersichtlicher.

KURZBESCHREIBUNG DER ABBILDUNGEN

[0023] Fig. 1 zeigt ein Schaltungsblockdiagramm eines herkömmlichen Beispiels.

[0024] Fig. 2A bis Fig. 2C zeigen einen Betriebsvorgang des herkömmlichen Beispiels mit einer korrelierten Ausgabe, einer Vergleichsausgabe und einer Filterausgabe.

[0025] Fig. 3 zeigt ein Schaltungsblockdiagramm eines herkömmlichen Beispiels.

[0026] Fig. 4 zeigt ein Schaltungsblockdiagramm einer Ausführungsform der Erfindung.

[0027] Fig. 5A und Fig. 5B zeigen eine Quantisierung eines A/D-Wandlers gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

[0028] Fig. 6 zeigt ein Schaltungsblockdiagramm einer Ausführungsform der Erfindung.

[0029] Fig. 7A und Fig. 7B zeigen eine Steuerspannung des Verstärkers mit variabler Verstärkung gemäß der Ausführungsform der Erfindung.

[0030] Fig. 8 zeigt ein Schaltungsblockdiagramm einer Ausführungsform der Erfindung.

[0031] Fig. 9A und Fig. 9B zeigen eine Steuerspannung des Verstärkers mit variabler Verstärkung gemäß der Ausführungsform der Erfindung.

[0032] Fig. 10 zeigt ein Schaltungsblockdiagramm einer Ausführungsform der Erfindung.

[0033] Fig. 11 zeigt ein Schaltungsblockdiagramm einer Ausführungsform der Erfindung.

[0034] Fig. 12 zeigt eine Steuerspannung des Verstärkers mit variabler Verstärkung gemäß der Ausführungsform der Erfindung.

[0035] Fig. 13 zeigt ein Schaltungsblockdiagramm einer Ausführungsform der Erfindung.

[0036] Fig. 14 zeigt ein Schaltungsblockdiagramm einer Ausführungsform der Erfindung.

[0037] Fig. 15 zeigt eine Amplitude der korrelierten Ausgabe.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0038] Eine erste Ausführungsform der Erfindung wird mit Bezug zu Fig. 4 erläutert. Dort ist ein Schaltungsblockdiagramm mit dem Aufbau des Empfängers gezeigt. Ein über einen Eingangsanschluss **11** eingespeistes Signal wird von dem Verstärker **12** mit variabler Verstärkung verstärkt, über den A/D-Wandler **13** in ein digitales Signal gewandelt und dem Korrelator **14** eingespeist. Ein Ausgangssignal vom Korrelator **14** wird dem Komparator **15** mit korrelierter Ausgabe als auch der Synchronisierschaltung **16** eingespeist.

[0039] In der Synchronisierschaltung **16** wird eine korrelierte Synchronisation zum korrelierten Zeitpunkt erstellt. Durch Verwenden des korrelierten Synchronisationspulses, der auf den korrelierten und synchronisierten Zeitpunkt hinweist, werden die korrelierte Ausgabe und ein optimal eingestellter Schwellenwert E vom Komparator **15** mit korrelierter Ausgabe zu dieser Zeit verglichen (verglichen und

ein diesbezügliches Differenzsignal ausgegeben). Zu diesem Zeitpunkt kennzeichnet die Synchronisierkennzeichnung FLG, die von der Synchronisierschaltung **16** separat ausgegeben wird, die Synchronisation. Deshalb wird der Schalter **19** umgeschaltet, so dass das Signal von dem Komparator **15** mit korrelierter Ausgabe entsprechend der Kennzeichnung FLG ausgewählt wird.

[0040] Somit steuert die Vergleichsausgabe vom Komparator **15** mit korrelierter Ausgabe über den Schalter **19** und das Filter **17** die Verstärkung des Verstärkers **12** mit variabler Verstärkung. Ist die Synchronisation auf diese Weise erstellt, lässt der Schalter **19** den durch den Vergleich erhaltenen Ausgabewert zum Filter **17** hindurch, so dass der Höchstpunkt, bei dem die korrelierte Ausgabe übereinstimmt (nachfolgend als Korrelationsspitze bezeichnet) immer konstant gehalten wird.

[0041] Falls die anfängliche Synchronisation in der Zwischenzeit nicht erstellt ist, d. h. falls der Zeitpunkt der Korrelationsspitze nicht festgelegt ist und die Synchronisierkennzeichnung FLG auf keine Synchronisation hinweist, wählt der Schalter **19** den Wert der Maximalverstärkung-Einstellschaltung **18** und übergibt diesen dem Filter **17**. In der ersten Ausführungsform sind der Schalter **19** und die Maximalverstärkung-Einstellschaltung **18** verglichen mit dem herkömmlichen Beispiel aus Fig. 1 notwendig. Jedoch können diese mit einem weitaus einfacheren Aufbau implementiert werden als die AGC-Schaltung **8** in Fig. 3.

[0042] Nachfolgend wird der Grund, weshalb die anfängliche Synchronisation durch Einstellen der maximalen Verstärkung erstellt werden kann, beschrieben. Bei diesem Schaltungsaufbau wird der A/D-Wandler **13** eingesetzt, der gewöhnlich eine Auflösung von 3 bis 4 Bits hat. Dieser kann einen analogen Eingangsbereich von ungefähr 1 bis ungefähr 2V aufweisen, wobei dieser Spannungsbereich in 8 bis 16 Stufen unterteilt ist.

[0043] Ein derartiger Betrieb ist in Fig. 5A und Fig. 5B gezeigt. Fig. 5A entspricht der optimalen Amplitude. Hierbei wird ein A/D-Wandler mit 3 Bits verwendet und der Eingangsbereich ist in 8 Stufen unterteilt. Was die Größe der Amplitude betrifft, so gibt die Amplitude, die dem in der Figur gezeigten Augenmuster entspricht, eine optimale Charakteristik an. Fig. 5B entspricht der maximalen Verstärkung des Verstärkers **12** mit variabler Verstärkung, in dem die Signalamplitude 8 Stufen überschreitet und alle Stufen von –7 bis 7 quantisiert sind.

[0044] In diesem Falle wird im Unterschied zum Beispiel von Fig. 5A im Hinblick auf die Fehlerrate usw. nicht das beste Leistungsvermögen erzielt. Jedoch kann das Eingangssignal selbst in zwei Werte unterteilt sein, d. h. –7 und 7. Wird das Signal deshalb unter Verwendung von 63 Chips gespreizt, so entspricht der Maximalwert der korrelierten Spitze selbst 63 × 7 = 441. Wird deshalb dieser Wert als Referenz verwendet, kann eine stabile anfängliche Synchronisation durchgeführt werden.

[0045] Somit ist die Verstärkung des Verstärkers **12** mit variabler Verstärkung in dieser Ausführungsform bis zum Erstellen einer anfänglichen Synchronisation maximal eingestellt, wobei die anfängliche Synchronisation stabil mit dem verglichen mit dem herkömmlichen Beispiel einfachen Aufbau durchgeführt werden kann. Von der Maximalverstärkung-Einstellschaltung **18** wird lediglich die Steuerspannung auf den Maximalwert des Verstärkers **12** mit variabler Spannung eingestellt, d. h. auf einen festen Wert von z. B. 5V. Deshalb ist der Schaltungsaufbau verglichen mit dem herkömmlichen Aufbau von Fig. 3 vergleichsweise einfach.

[0046] Eine zweite Ausführungsform der Erfindung wird mit Bezug zu Fig. 6 beschrieben. In Fig. 6 werden die Teile, die denjenigen von Fig. 4 entsprechen, mit denselben Bezugskennzeichen gekennzeichnet und deren Beschreibung nicht erneut wiederholt. In dieser Ausführungsform ist der Schalter **19** zum Umschalten des eingestellten Wertes maximaler Verstärkung in der dem Filter nachfolgenden Stufe angeschlossen. Bei diesem Aufbau wird eine anfängliche Synchronisation der Korrelation selbstverständlich am Anfang der Kommunikation durchgeführt. Zusätzlich kann eine anfängliche Synchronisation der Korrelation notwendig sein, z. B. abhängig vom Zustand der drahtlosen Kommunikationstransceiver bei getrennter Luftverbindung.

[0047] In einem solchen Falle wird der Anstieg der Steuerspannung des Verstärkers **12** mit variabler Spannung mit dem in Fig. 4 gezeigten Aufbau aufgrund des Einflusses des Filters **17** verzögert. Der Betrieb der in Fig. 4 gezeigten Schaltung erfolgt wie in Fig. 7A. Zunächst wird eine Synchronisation erstellt und dann wird die Luftverbindung getrennt, so dass die Synchronisation verloren geht und eine Synchronisationskennzeichnung weist auf die fehlende Synchronisation zum Zeitpunkt t1 hin. Deshalb schaltet der Schalter **19** den Wert der maximalen Verstärkung um. Aufgrund der integrierenden Eigenschaft des Filters **17** steigt die tatsächliche Steuerspannung langsam an und erzielt die maximale Verstärkung nach einer Verzögerung von tD. Damit ist die Wiedererstellung der Synchronisation (anfängliche Synchronisation) verzögert.

[0048] Da in dieser Ausführungsform (Fig. 6) der Schalter **19** jedoch in die dem Filter **17** nachfolgende Stufe eingefügt ist, steigt die Ausgabe vom Filter **17** entsprechend der gepunkteten Linie in Fig. 7B an. Deshalb ist im Vergleich zur ersten Ausführungsform

ein erneutes Erstellen in einer kürzeren Zeitspanne möglich. Folglich kann bei getrennter Luftverbindung dieselbige schneller wiederhergestellt werden.

[0049] Eine dritte Ausführungsform der Erfindung wird mit Bezug zu Fig. 8 beschrieben. In dieser Figur sind Teile, die denjenigen der in Fig. 6 gezeigten Ausführungsform ähneln oder gleichen, mit denselben Bezugskennzeichen gekennzeichnet und eine erneute Beschreibung derselbigen wird nicht wiederholt. In der dritten Ausführungsform ist eine Halteschaltung **20** in der vorhergehenden Stufe des Filters **17** vorgesehen. Weist die Kennzeichnung FLG der Synchronisierschaltung **16** auf eine fehlende Synchronisation hin, hält die Halteschaltung **20** die Vergleichsausgabe vom Komparator **15** mit korrelierter Ausgabe zu dem Zeitpunkt, in dem die Kennzeichnung FLG auf eine Synchronisation hinweist, überträgt den gehaltenen Wert zum Filter **17** und in dem synchronisierten Zustand danach wird die Ausgabe vom Komparator **15** mit korrelierter Ausgabe direkt zum Filter **17** weitergeleitet.

[0050] Bei wie oben getrennter Luftverbindung weist die Synchronisationskennzeichnung FLG auf eine fehlende Synchronisation hin und der Prozess der anfänglichen Synchronisation beginnt. Ist daraufhin eine anfängliche Synchronisation erstellt, wird die Ausgabe vom Filter **17** erneut dem Verstärker **12** mit variabler Verstärkung als Steuersignal zugeführt. Einen Unterschied im Betrieb bei vorgesehener und nicht vorgesehener Halteschaltung **20** wird mit Bezug zu Fig. 9A und Fig. 9B beschrieben.

[0051] Fig. 9A zeigt ein Beispiel, in dem die Halteschaltung **20** nicht vorgesehen ist. Geht die Synchronisation verloren, ist der Betrieb ähnlich zu demjenigen von Fig. 7A und die Steuerspannung wird erneut auf den maximalen Wert eingestellt. Ist die Synchronisation jedoch wiederhergestellt, nimmt eine Konvergenz auf einen optimalen Wert aufgrund der integrierenden Eigenschaft des Filters **17** eine gewisse Dauer in Anspruch. In diesem Fall liegt eine Verzögerung um tD2 vor bis eine Konvergenz auf den maximalen Wert beendet ist.

[0052] Deshalb wird in der dritten Ausführungsform der optimale Wert zum Zeitpunkt der verlorengegangenen Synchronisation in der Halteschaltung **20** gehalten. Somit kann gleichzeitig zur Wiederherstellung der Synchronisation ein in der Nähe des optimalen Wertes liegender Pegel erhalten werden. Dies ist in Fig. 9B gezeigt. Damit kann die Verzögerung tD2 zum Verschwinden gebracht werden und die Leistungsfähigkeit entsprechend gesteigert werden.

[0053] Eine vierte Ausführungsform der Erfindung wird mit Bezug zu Fig. 10 beschrieben. Der Aufbau stimmt im Wesentlichen mit der oben beschriebenen dritten Ausführungsform (Fig. 8) überein. Jedoch eignet sich die Halteschaltung **20** in dieser Ausführungsform dazu, dass ein externes Zurücksetzungssignal RST über den Anschluss **21** eingespeist werden kann. Wie mit Bezug zu Fig. 9A und Fig. 9B beschrieben wurde, ist eine Konvergenz bei getrennter Luftverbindung und wiederhergestellter Synchronisation zum optimalen Punkt dank der Halteschaltung **20** mit hoher Geschwindigkeit möglich. Falls jedoch der getrennte Zustand lang oder zum Zeitpunkt der anfänglichen Synchronisation andauert, wird der vorhergehend gehaltene Wert bedeutungslos. Deshalb wird eine Funktion zum Zurücksetzen unter Verwendung eines externen Signals angegeben.

[0054] Obwohl dieses von System zu System unterschiedlich ist, kann das Zurücksetzungssignal RST unter Verwendung der Länge der getrennten Dauer als Referenz oder unter Verwendung des Kommunikationsendes eines Pakets als Referenz erzeugt werden, indem das Ende eines Datenpakts basierend auf den demodulierten Daten festgestellt wird. In jedem Falle wird das Signal von einer oberen Ebene (z. B. einem Signal eines Protokolls) bereitgestellt.

[0055] Eine fünfte Ausführungsform der Erfindung wird mit Bezug zu Fig. 11 beschrieben. In dieser Abbildung werden Teile, die mit denjenigen der in Fig. 6 gezeigten zweiten Ausführungsform übereinstimmen, mit denselben Bezugskennzeichen gekennzeichnet und eine Beschreibung derselbigen nicht wiederholt. In dieser Ausführungsform wird ein Filter **17a** mit variabler Zeitkonstante als Filter genutzt und eine variable Steuerung derselbigen erfolgt über einen Filter-Controller **22**, der ein Steuersignal basierend auf einer Synchronisationskennzeichnung FLG ausgibt. Die Zeitkonstante des Filters **17a** wird vom Filter-Controller **22** entsprechend der verstrichenen Zeit in Bezug auf die Erstellung der Synchronisationskennzeichnung gesteuert.

[0056] Zur anfänglichen Synchronisation der Korrelation wird die Übergangszeit über die Zeitkonstante des Filters **17a** festgelegt. Zum Zeitpunkt der Trennung kann ein optimaler Wert unter Verwendung der Halteschaltung **20** wie in der dritten Ausführungsform (Fig. 8) schnell wiederhergestellt werden. Jedoch wird die Übergangszeit zum Zeitpunkt der anfänglichen Synchronisation oder bei lang andauernder Trennung weiterhin von der Zeitkonstante des Filters **17a** bestimmt.

[0057] Dies wird mit Bezug zu Fig. 12 beschrieben. Bei dem mit einer gepunkteten Linie in Fig. 12 gezeigten herkömmlichen Filter wird die Übergangscharakteristik von einer gewöhnlich konstant gehaltenen Zeitkonstante bestimmt. Deshalb ist eine Dauer tD3 erforderlich, um in einen stationären Zustand überzugehen. Darüber hinaus wird in dieser Ausführungsform die Zeitkonstante des Filters **17a** innerhalb der Zeitperiode t3 umgeschaltet und ein stationärer

Zustand kann in der Zeitspanne tD4 erzielt werden, so dass auch die Betriebsgeschwindigkeit verbessert wird.

[0058] Somit wird die Zeitkonstante in dieser Ausführungsform während der anfänglichen Erstellung und im Übergangszustand kürzer eingestellt, um eine Synchronisation mit hoher Geschwindigkeit zu erzielen, während die Zeitkonstante im stationären Zustand länger eingestellt wird, um einen stabilen Betrieb zu ermöglichen.

[0059] Obwohl die Beschreibung mit Bezug zu Fig. 11 erfolgte, kann das Konzept des Filters **17A** mit variabler Zeitkonstante und des Filter-Controllers **22** auf eine beliebige der ersten bis vierten Ausführungsformen übertragen werden um ähnliche Effekte zu erzielen. Darüber hinaus wird die Zeitkonstante des Filters zur Zeit t3 in der oben beschriebener Ausführungsform in zwei Schritten umgeschaltet. Jedoch kann diese in mehreren Schritten oder linear umgeschaltet werden.

[0060] Eine sechste Ausführungsform der Erfindung wird mit Bezug zu Fig. 13 beschrieben. In dieser Ausführungsform wird der von dem Komparator mit korrelierter Ausgabe **15** ausgegebene Vergleich nicht nur auf das Filter **17**, sondern auch auf die Synchronisierschaltung **16** übertragen.

[0061] Der Aufbau der Synchronisierschaltung **16** ist in Fig. 14 gezeigt. Die Synchronisierschaltung **16** ist in einen Bereich **31** zur anfänglichen Synchronisation und einen Bereich **32** zum Synchronisationsschutz unterteilt, in welche eine Ausgabe vom Korrelator **14** jeweils über einen Anschluss **30** übertragen wird. Ist eine anfängliche Synchronisation im Bereich **31** zur anfänglichen Synchronisation erstellt, wird die Synchronisationskennzeichnung FLG ausgegeben und der Synchronisationsschutzprozess beginnt. Ein Komparator **31a** ist in dem Bereich **31** zur anfänglichen Synchronisation vorgesehen, in dem der Pegel der korrelierten Ausgabe und eines vorbestimmten Schwellenwertes V1 verglichen werden. Falls die korrelierte Ausgabe größer als der Schwellenwert V1 ist, findet der anfängliche Synchronisationsbetrieb statt.

[0062] Ist die anfängliche Synchronisation erstellt, wird die Kennzeichnung FLG auf „1" gesetzt und der Synchronisations-Schutzbereich **32** wird über das Erstellen der anfänglichen Synchronisation informiert. Somit hält der Synchronisations-Schutzbereich **32** die Synchronisation aufrecht und vergleicht die korrelierte Ausgabe vom Anschluss **30** mit einem Schwellenwert V2. Geht die Synchronisation verloren, setzt der Synchronisations-Schutzbereich **32** sich selbst zurück und ebenso den Bereich **31** zur anfänglichen Synchronisation. Dadurch wird die Kennzeichnung FLG auf „0" gesetzt. Der Bereich **31** zur anfänglichen Synchronisation **31** führt die anfängliche Synchronisation zur Einstellung der Kennzeichnung FLG auf „1" erneut durch.

[0063] In der Synchronisierschaltung sind verschiedene Schwellenwerte in dem Bereich **31** zur anfänglichen Synchronisation und dem Synchronisations-Schutzbereich **32** eingestellt und die Synchronisation wird mit Bezug auf die entsprechenden Schwellenwerte bestätigt. Insbesondere ist die Verstärkung zum Zeitpunkt der anfänglichen Synchronisation in den ersten bis fünften Ausführungsformen dieser Erfindung maximal. Somit entspricht der Schwellenwert dem als Schwellenwert A in Fig. 15 gezeigten Verlauf, während der Schwellenwert B für den stationären Zustand zum Synchronisationsschutz verwendet wird.

[0064] Wechselt der Betrieb von der anfänglichen Synchronisation zum Synchronisationsschutzzustand, liegt ein Übergangszustand, wie in den obigen Ausführungsformen beschrieben, vor. Obwohl Einrichtungen zur Verbesserung vorgeschlagen wurden, existiert dieser Übergangszustand weiterhin. In diesem Falle betrachtet die Synchronisations-Schutzschaltung **32** diesen Übergangszustand als stationären Zustand und führt einen Vergleich mit dem Schwellenwert durch. Deshalb kann der Schutzbetrieb in den oben beschriebenen Ausführungsformen im Übergangszustand möglicherweise Fehler verursachen.

[0065] Deshalb ist in dieser Ausführungsform ein Schwellenwert-Controller **33** vorgesehen, der im Übergangszustand den Schwellenwert unter Verwendung des Wertes eines Signals vom Komparator **15** mit korrelierter Ausgabe festlegt und der Schwellenwert wird als Schwellenwert V2 für den Synchronisations-Schutzbereich **32** verwendet. Somit kann der Schwellenwert wie in dem in Fig. 15 gezeigten durchgezogenen Linienverlauf gesteuert werden und ein korrekter Synchronisationsschutz ist selbst im Übergangszustand möglich.

[0066] Die Steuerung wird beispielsweise wie folgt durchgeführt. Entspricht der Schwellenwert im stationären Zustand 80 % der korrelierten Ausgabe, so wird dieser durch Multiplizieren der Ausgabe vom Komparator **15** mit korrelierter Ausgabe plus der Amplitude im stationären Zustand mit 80 % eingestellt. Für den Bereich **31** zur anfänglichen Synchronisation wird der feste Schwellenwert V1 ähnlich wie oben verwendet. Diese Ausführungsform ist auf eine beliebige der ersten bis fünften Ausführungsformen übertragbar.

[0067] Wie oben beschrieben wurde, wird gemäß den Ausführungsformen dieser Erfindung eine Einrichtung zum Umschalten des Verstärkers mit variabler Verstärkung auf die maximale Verstärkung ange-

geben und deshalb wird die Verstärkung auf den maximalen Wert in Abhängigkeit vom Vorliegen/Fehlen eines Synchronisations-Erstellsignals von der Korrelationssynchronisierschaltung umgeschaltet. Dadurch kann die Signalamplitude zum Zeitpunkt der anfänglichen Synchronisation auf dem Maximalwert gehalten werden. Da die Verstärkung des variablen Verstärkers bis zur Erstellung der anfänglichen Synchronisation maximiert wird, kann die anfängliche Synchronisation mit einem im Vergleich zum Stand der Technik einfachen Aufbau stabil durchgeführt werden und der Schaltungsaufbau lässt sich im Vergleich zum in Fig. 3 gezeigten Aufbau des herkömmlichen Beispiels einfacher gestalten.

Patentansprüche

1. Spread-Spektrum-Empfänger mit:
– einer Verstärkungseinrichtung (**12**) mit variabler Verstärkung zum Verstärken eines empfangenen Signals;
– einer Wandlungseinrichtung (**13**) zum Wandeln eines Ausgangssignals der Verstärkungseinrichtung (**12**) mit variabler Verstärkung in ein digitales Signal;
gekennzeichnet durch
– eine Korrelationseinrichtung (**14**) zum Auffinden einer Korrelation zwischen dem Wert, der durch die Wandlungseinrichtung (**13**) in ein digitales Signal gewandelt wurde, und einem Spreizcode;
– eine Korrelationssynchronisiereinrichtung (**16**) zum Vergleichen eines Ausgangssignals der Korrelationseinrichtung (**14**) mit einem vorbestimmten Schwellenwert zum Erhalten einer Korrelation und einer Synchronisation unter Verwendung des Ausgangssignals der Korrelationseinrichtung (**14**), um eine anfängliche Synchronisation auszuführen, wobei nach der Synchronisation ein Synchronisationsschutz erstellt wird;
– eine Verstärkungssteuerungseinrichtung (**15**), die auf das Erstellen von Synchronisation durch die Korrelationssynchronisiereinrichtung (**16**) reagiert, um den Ausgangsamplitudenpegel der Verstärkungseinrichtung (**12**) mit variabler Verstärkung auf Grundlage der Amplitude der Korrelationseinrichtung (**14**) zu kontrollieren; und
– eine Umschalteinrichtung (**19**) zum Umschalten der Verstärkung der Verstärkungseinrichtung (**12**) mit variabler Verstärkung auf eine maximale Verstärkung entsprechend dem Vorliegen/Fehlen eines Synchronisations-Erstellsignals von der Korrelationssynchronisiereinrichtung (**16**).

2. Spread-Spektrum-Empfänger nach Anspruch 1, ferner mit:
– einer Halteeinrichtung (**20**) zum Halten einer von der Verstärkungssteuerungseinrichtung ausgegebenen Ausgangsamplitude zum Zeitpunkt des Synchronisationsschutzes als Verstärkungssteuerungswert;
– wobei die Verstärkung der Verstärkungseinrichtung mit variabler Verstärkung durch den durch die Halteeinrichtung gehaltenen Verstärkungssteuerungswert gesteuert wird.

3. Spread-Spektrum-Empfänger nach Anspruch 2, ferner mit
– einer Einrichtung (**21**) zum Zurücksetzen des durch die Halteeinrichtung gehaltenen Verstärkungssteuerungswerts.

4. Spread-Spektrum-Empfänger nach Anspruch 1, ferner mit:
– einer Filtereinrichtung (**17**) zum Glätten eines Ausgangssignals der Umschalteinrichtung und zum Anlegen desselben an die Verstärkungseinrichtung mit variabler Verstärkung.

5. Spread-Spektrum-Empfänger nach Anspruch 1, ferner mit
– einer Filtereinrichtung (**17**) zum Glätten eines Ausgangssignals der Vergleichseinrichtung und zum Anlegen desselben an die Umschalteinrichtung.

6. Spread-Spektrum-Empfänger nach Anspruch 5, bei dem
– die Zeitkonstante des Filters variabel gemacht ist (**17a**);
– wobei der Empfänger ferner eine Filtersteuerungseinrichtung (**22**) zum Ändern der Zeitkonstante entsprechend der Zeit, die ab dem Zeitpunkt des Erstellens der anfänglichen Synchronisation verstrichen ist, aufweist.

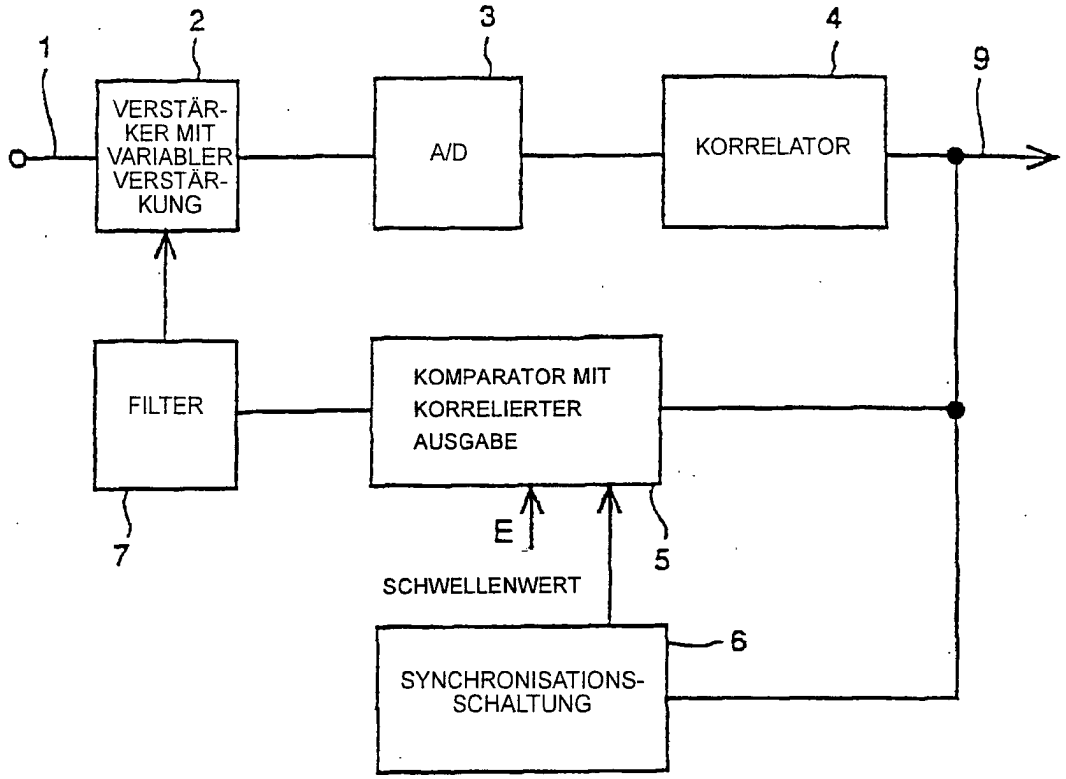
7. Spread-Spektrum-Empfänger nach Anspruch 1, bei dem die Synchronisationseinrichtung Folgendes aufweist:
– eine Einrichtung (**31**) für anfängliche Synchronisation zum Vergleichen eines Ausgangssignals von der Korrelationseinrichtung und eines vorbestimmten ersten Schwellenwerts, um einen anfänglichen Synchronisationsvorgang auszuführen, wenn das Ausgangssignal von der Korrelationseinrichtung größer als der vorbestimmte erste Schwellenwert ist; und
– eine Synchronisation-Schutzeinrichtung (**32**), die auf den anfänglichen Betrieb durch die Einrichtung für anfängliche Synchronisation reagiert, um ein Ausgangssignal der Korrelationseinrichtung mit einem vorbestimmten zweiten Schwellenwert zu vergleichen und um die Synchronisation zu schützen, wenn sie erstellt wurde, wenn das Ausgangssignal der Korrelationseinrichtung größer als der vorbestimmte zweite Schwellenwert ist.

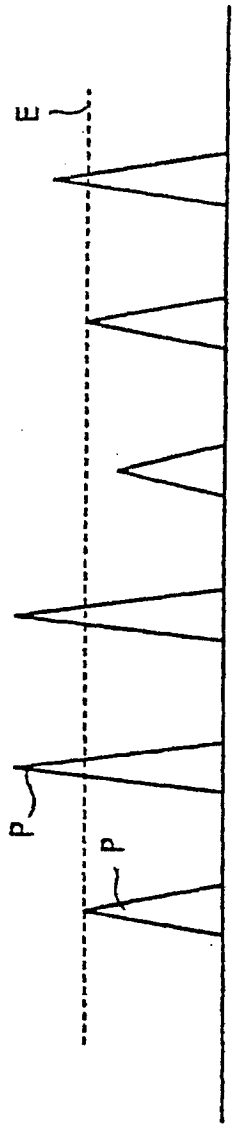
8. Spread-Spektrum-Empfänger nach Anspruch 7, ferner mit
– einer Schwellenwert-Steuerungseinrichtung (**33**), die auf ein Ausgangssignal der Verstärkungssteuerungseinrichtung reagiert, um den vorbestimmten zweiten Schwellenwert der Synchronisation-Schutzeinrichtung zu steuern.

Es folgen 15 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

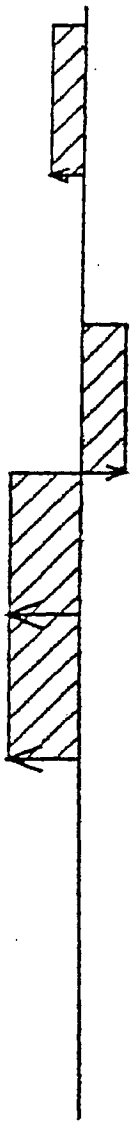
FIG. 1





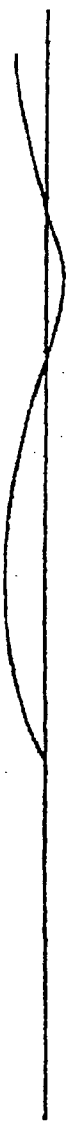
KORRELATIONS-SPITZE

FIG. 2A



KOMPARATOR MIT KORRELIERTER AUSGABE

FIG. 2B



FILTER-AUSGABE

FIG. 2C

FIG. 3

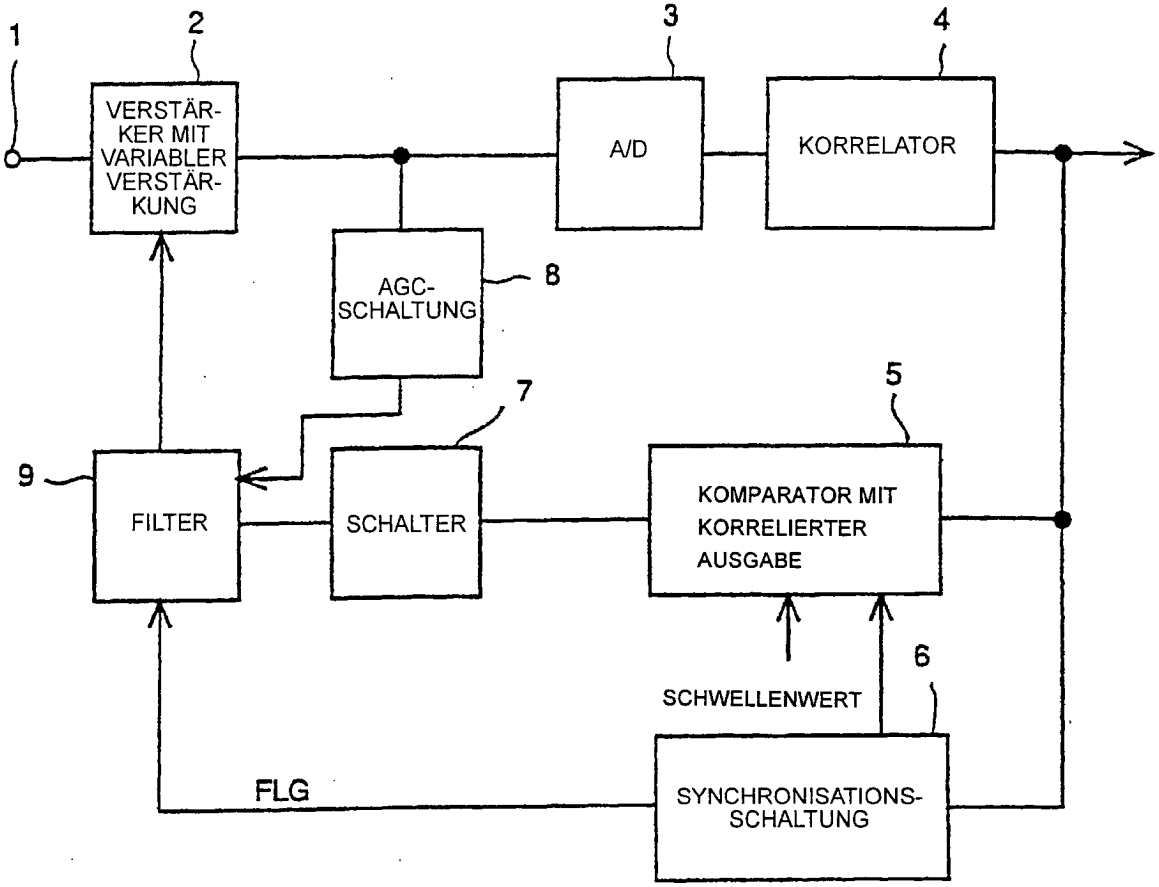

1
2
3
4
VERSTÄR-
KER MIT
VARIABLER
VERSTÄR-
KUNG
A/D
KORRELATOR
AGC-
SCHALTUNG
8
7
5
9
FILTER
SCHALTER
KOMPARATOR MIT
KORRELIERTER
AUSGABE
6
SCHWELLENWERT
FLG
SYNCHRONISATIONS-
SCHALTUNG

FIG. 4

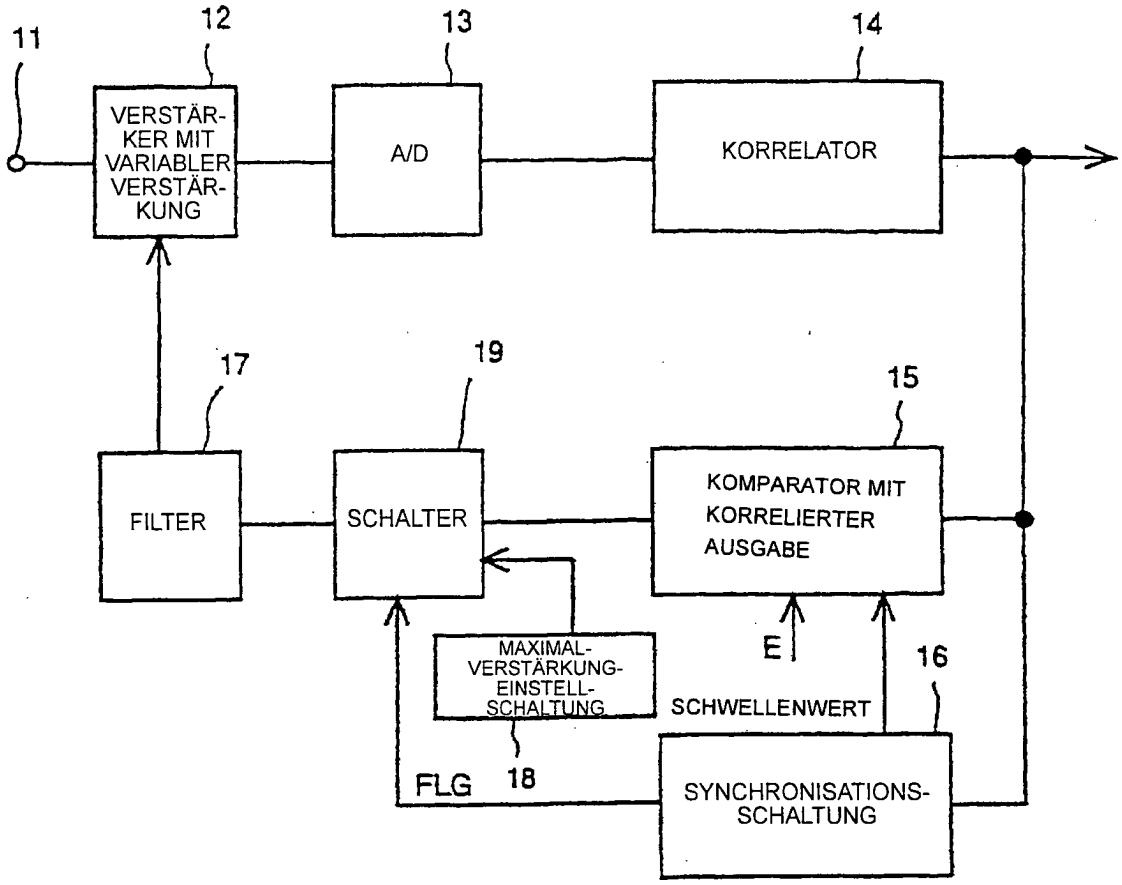

11
12
13
14
VERSTÄR-
KER MIT
VARIABLER
VERSTÄR-
KUNG
A/D
KORRELATOR
17
19
15
FILTER
SCHALTER
KOMPARATOR MIT
KORRELIERTER
AUSGABE
E
16
MAXIMAL-
VERSTÄRKUNG-
EINSTELL-
SCHALTUNG
SCHWELLENWERT
FLG
18
SYNCHRONISATIONS-
SCHALTUNG

FIG. 5A

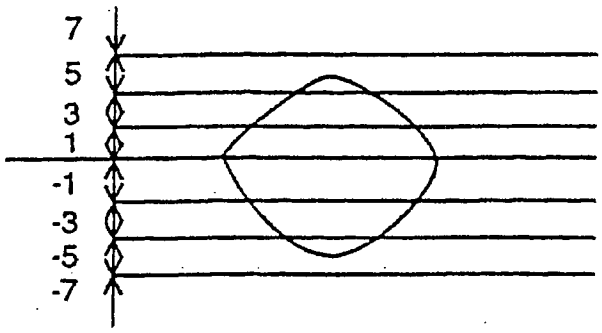


FIG. 5B

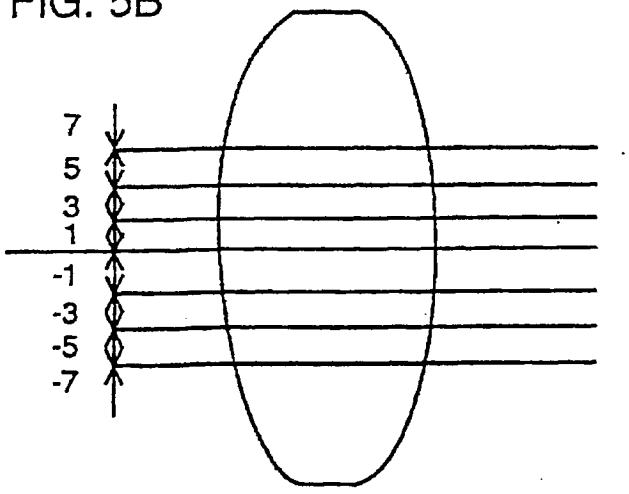


FIG. 6

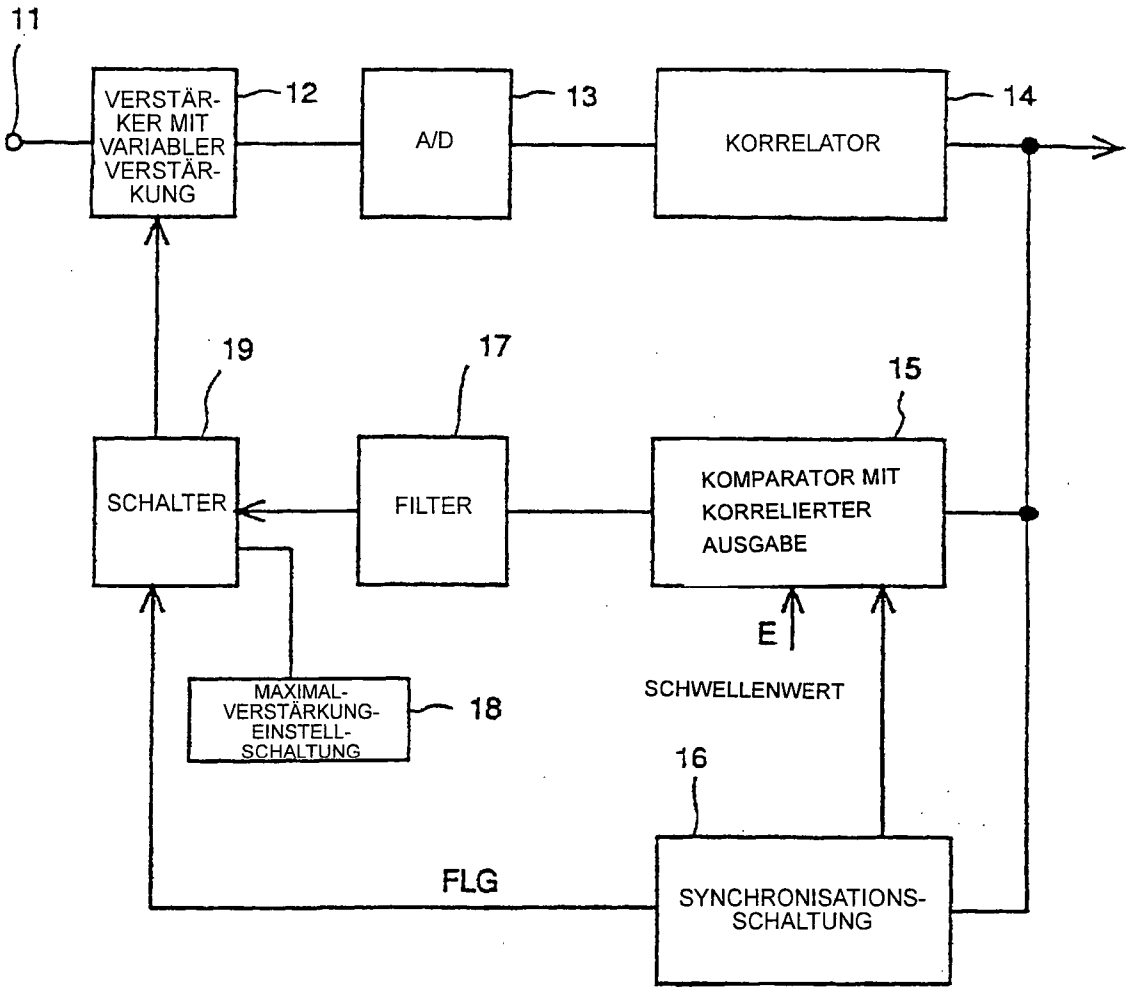

11
VERSTÄR-
KER MIT
VARIABLER
VERSTÄR-
KUNG
12
A/D
13
KORRELATOR
14
19
17
15
SCHALTER
FILTER
KOMPARATOR MIT
KORRELIERTER
AUSGABE
E
SCHWELLENWERT
MAXIMAL-
VERSTÄRKUNG-
EINSTELL-
SCHALTUNG
18
16
FLG
SYNCHRONISATIONS-
SCHALTUNG

FIG. 7A

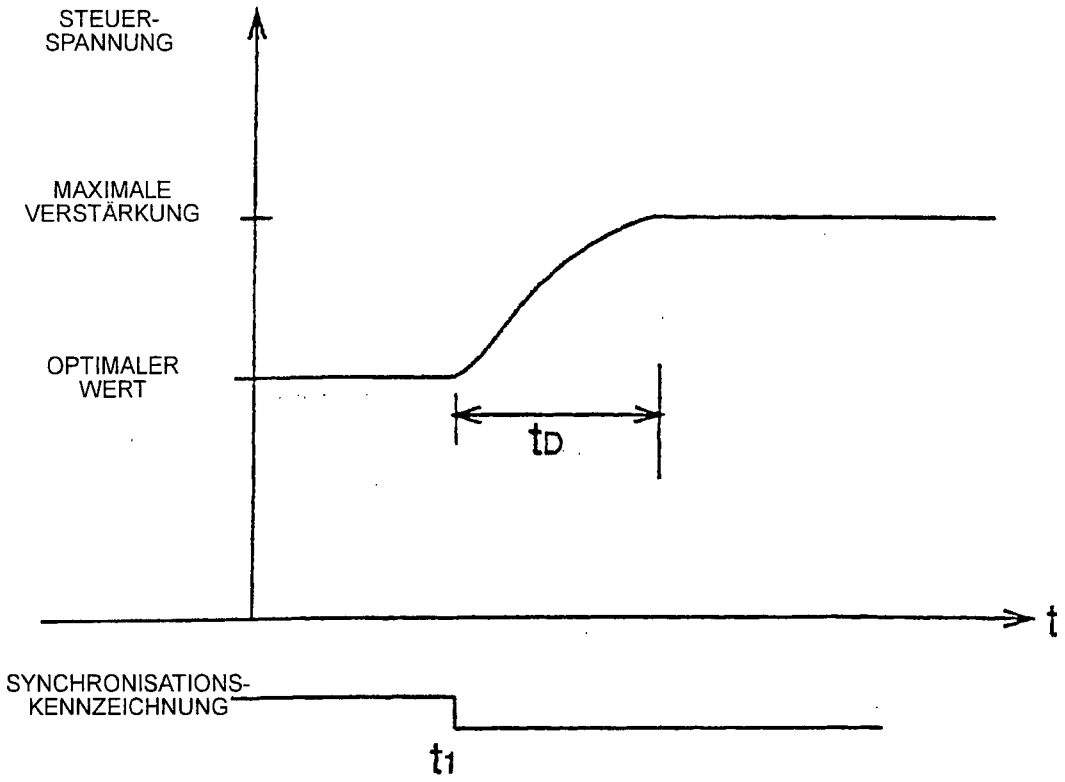

STEUER-
SPANNUNG
MAXIMALE
VERSTÄRKUNG
OPTIMALER
WERT
tD
t
SYNCHRONISATIONS-
KENNZEICHNUNG
t1

FIG. 7B

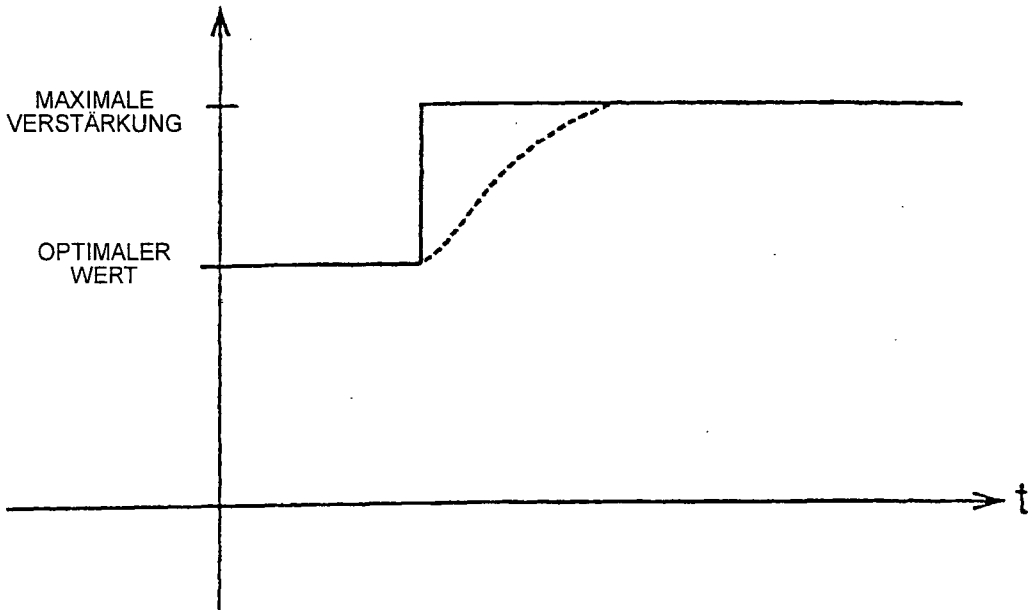

MAXIMALE
VERSTÄRKUNG
OPTIMALER
WERT
t

FIG. 8

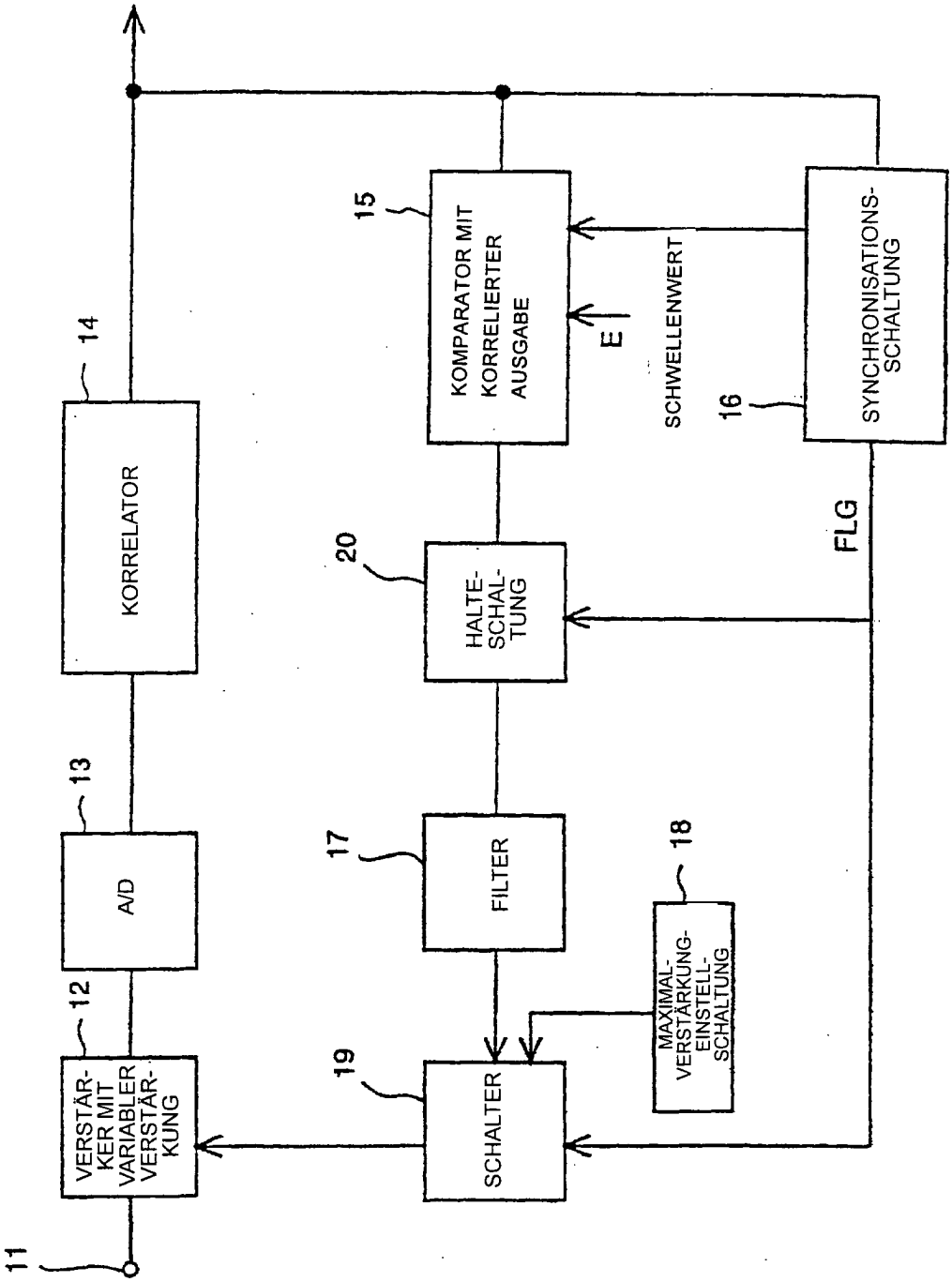

11
VERSTÄR-KER MIT VARIABLER VERSTÄR-KUNG
12
A/D
13
KORRELATOR
14
KOMPARATOR MIT KORRELIERTER AUSGABE
15
SYNCHRONISATIONS-SCHALTUNG
16
SCHWELLENWERT
E
FLG
HALTE-SCHAL-TUNG
20
FILTER
17
MAXIMAL-VERSTÄRKUNG-EINSTELL-SCHALTUNG
18
SCHALTER
19

FIG.9A

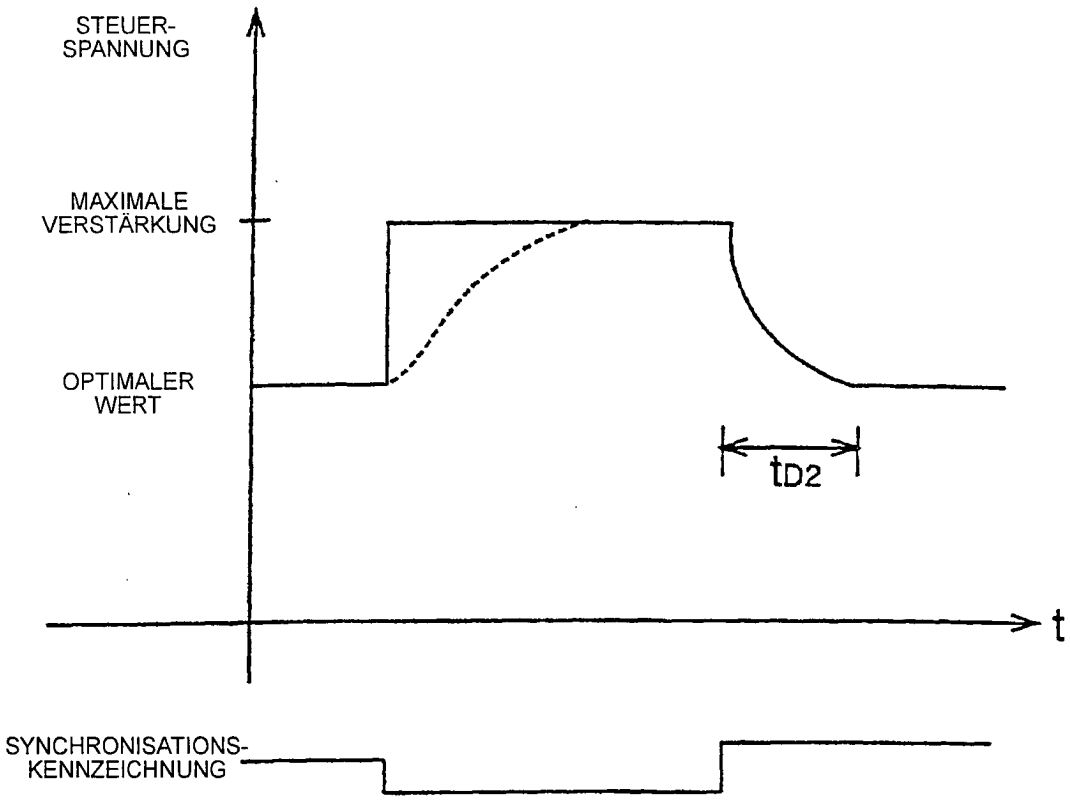

STEUER-
SPANNUNG
MAXIMALE
VERSTÄRKUNG
OPTIMALER
WERT
tD2
t
SYNCHRONISATIONS-
KENNZEICHNUNG

FIG. 9B

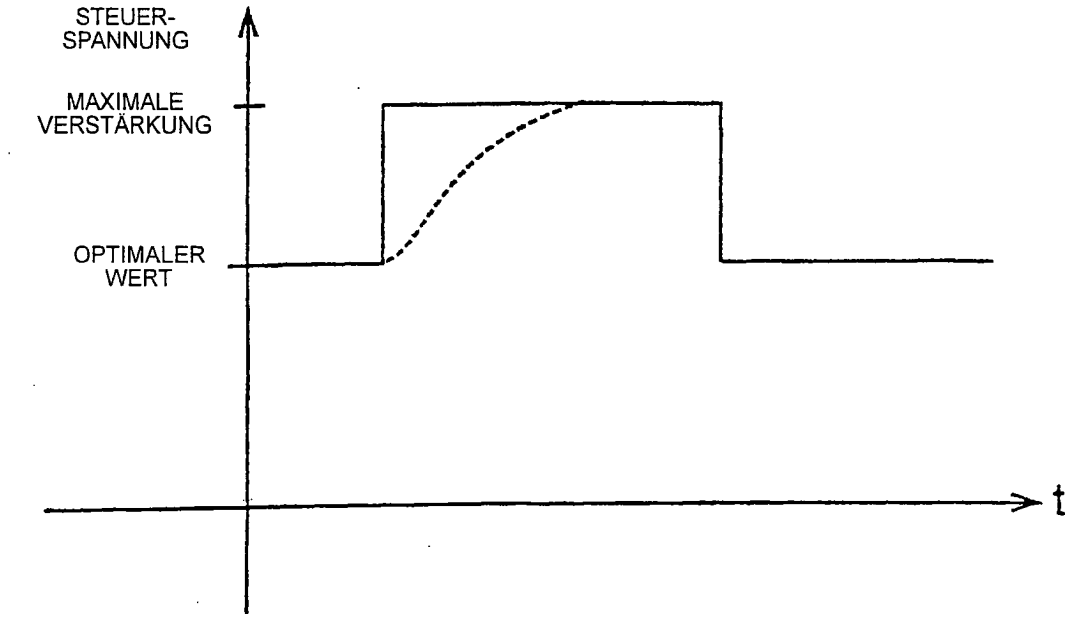

STEUER-
SPANNUNG
MAXIMALE
VERSTÄRKUNG
OPTIMALER
WERT
t

FIG. 10

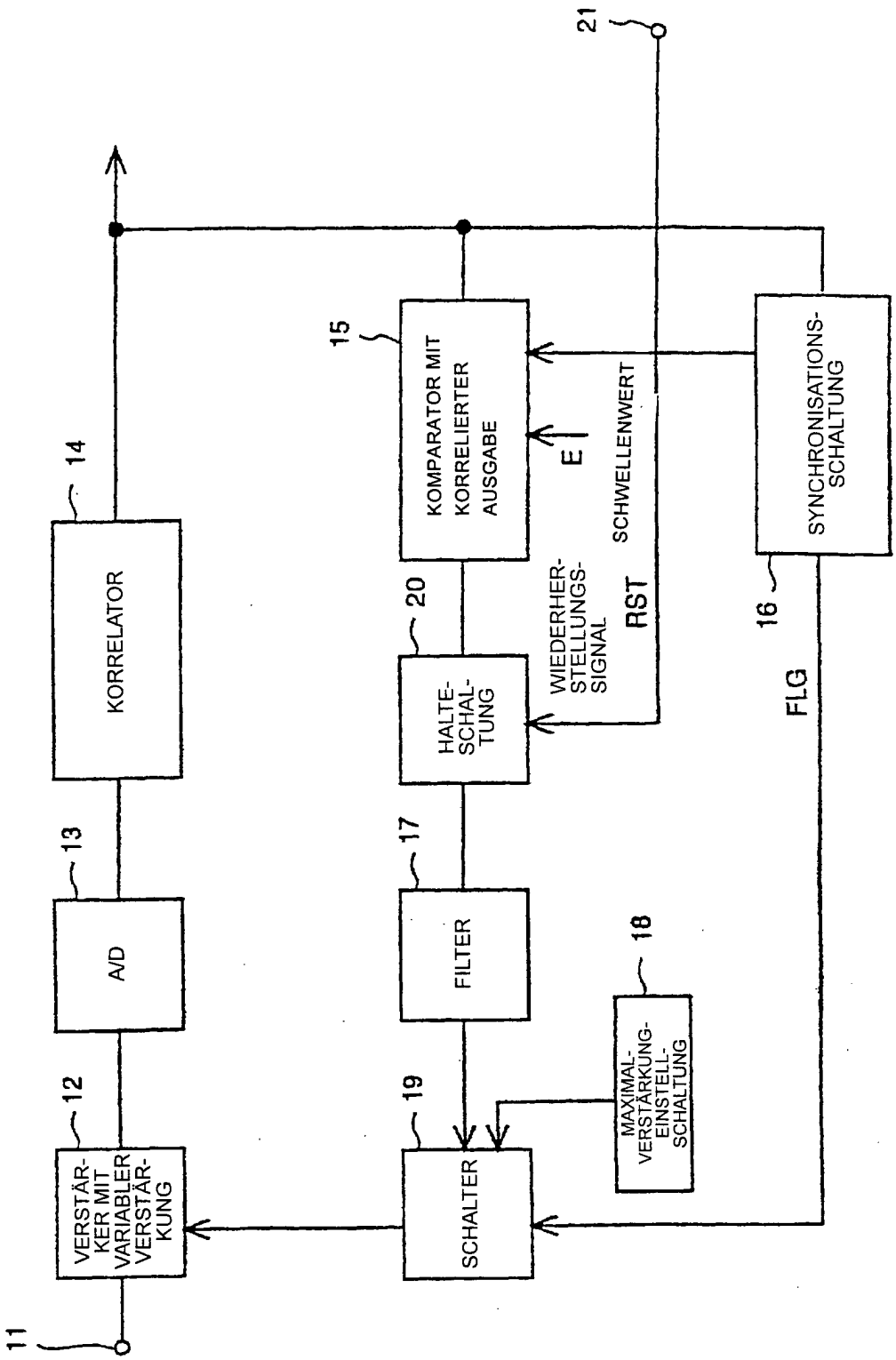

11
VERSTÄR-KER MIT VARIABLER VERSTÄR-KUNG
12
A/D
13
KORRELATOR
14
KOMPARATOR MIT KORRELIERTER AUSGABE
15
HALTE-SCHAL-TUNG
20
FILTER
17
SCHALTER
19
MAXIMAL-VERSTÄRKUNG-EINSTELL-SCHALTUNG
18
SYNCHRONISATIONS-SCHALTUNG
16
21
E
SCHWELLENWERT
RST
WIEDERHER-STELLUNGS-SIGNAL
FLG

FIG. 11

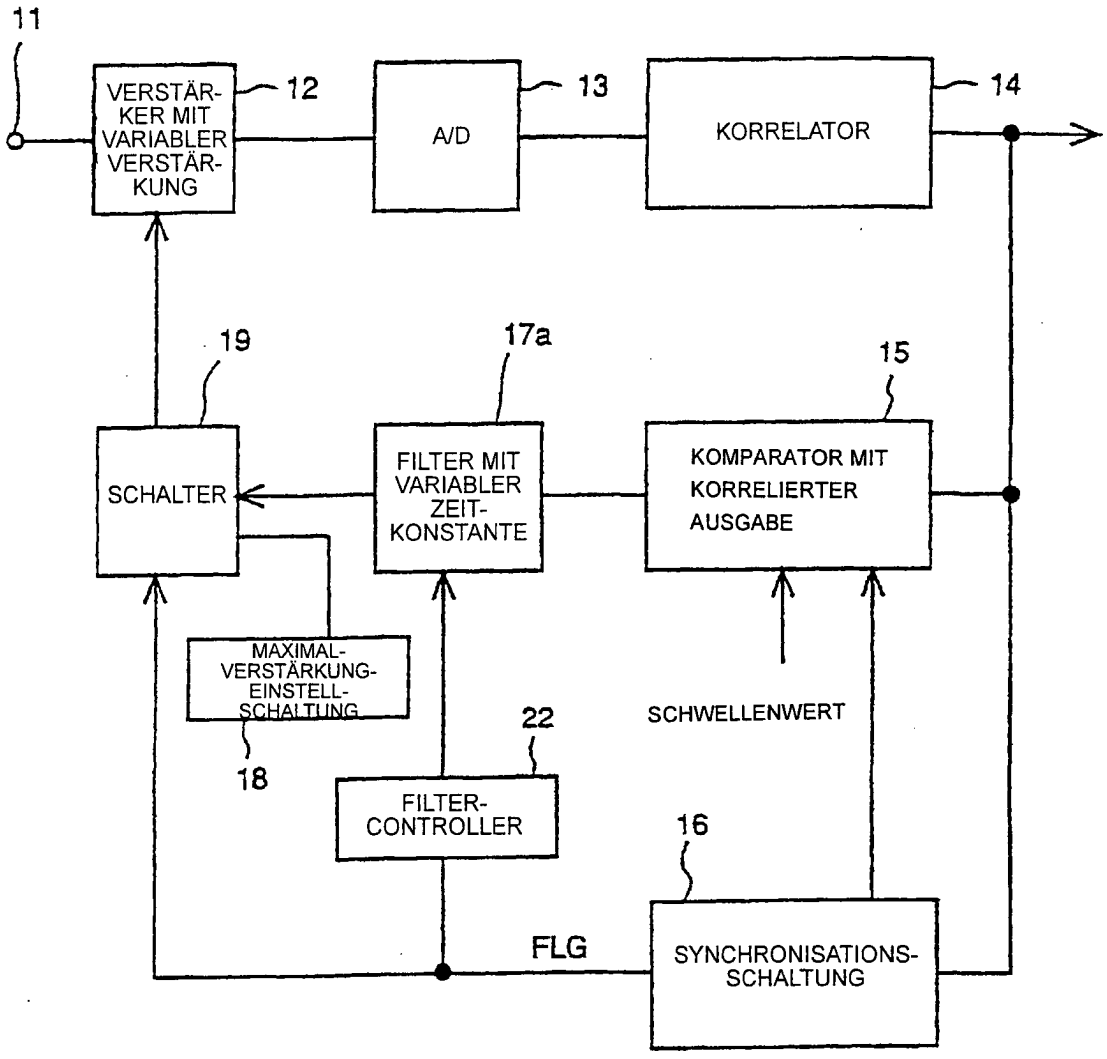

11
VERSTÄR-
KER MIT
VARIABLER
VERSTÄR-
KUNG
12
A/D
13
KORRELATOR
14
19
17a
15
SCHALTER
FILTER MIT
VARIABLER
ZEIT-
KONSTANTE
KOMPARATOR MIT
KORRELIERTER
AUSGABE
MAXIMAL-
VERSTÄRKUNG-
EINSTELL-
SCHALTUNG
18
22
SCHWELLENWERT
FILTER-
CONTROLLER
16
FLG
SYNCHRONISATIONS-
SCHALTUNG

FIG. 12

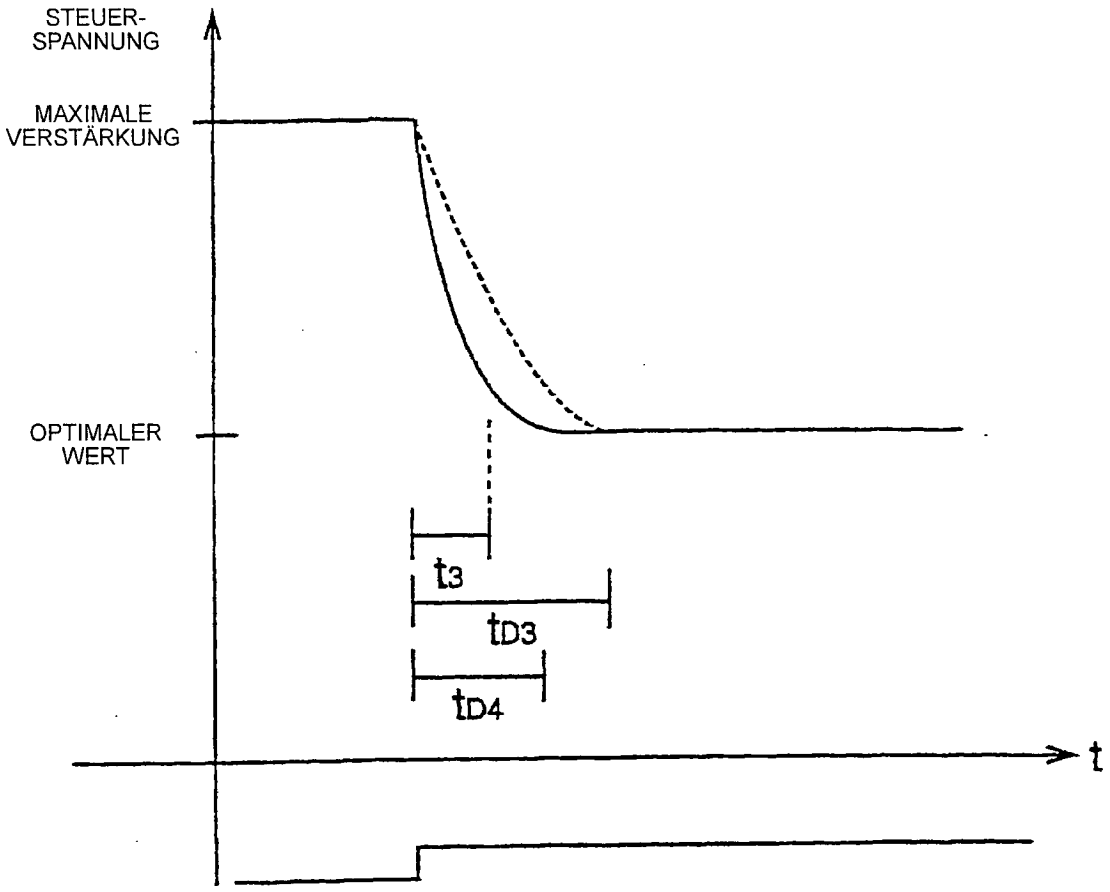

STEUER-
SPANNUNG
MAXIMALE
VERSTÄRKUNG
OPTIMALER
WERT
t3
tD3
tD4
t

FIG. 13

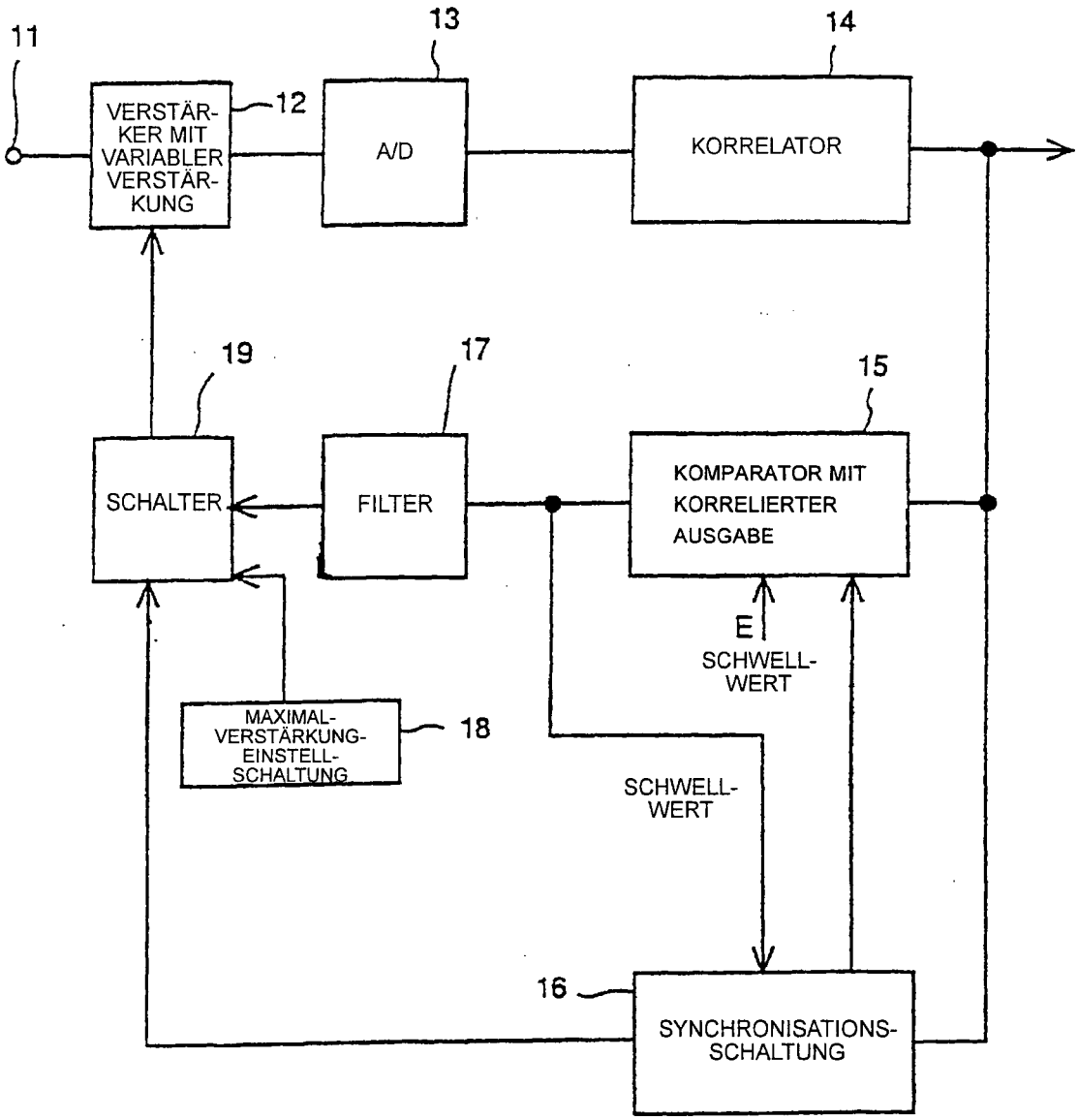

11
13
14
VERSTÄR-
KER MIT
VARIABLER
VERSTÄR-
KUNG
12
A/D
KORRELATOR
19
17
15
SCHALTER
FILTER
KOMPARATOR MIT
KORRELIERTER
AUSGABE
E
SCHWELL-
WERT
MAXIMAL-
VERSTÄRKUNG-
EINSTELL-
SCHALTUNG
18
SCHWELL-
WERT
16
SYNCHRONISATIONS-
SCHALTUNG

FIG. 14

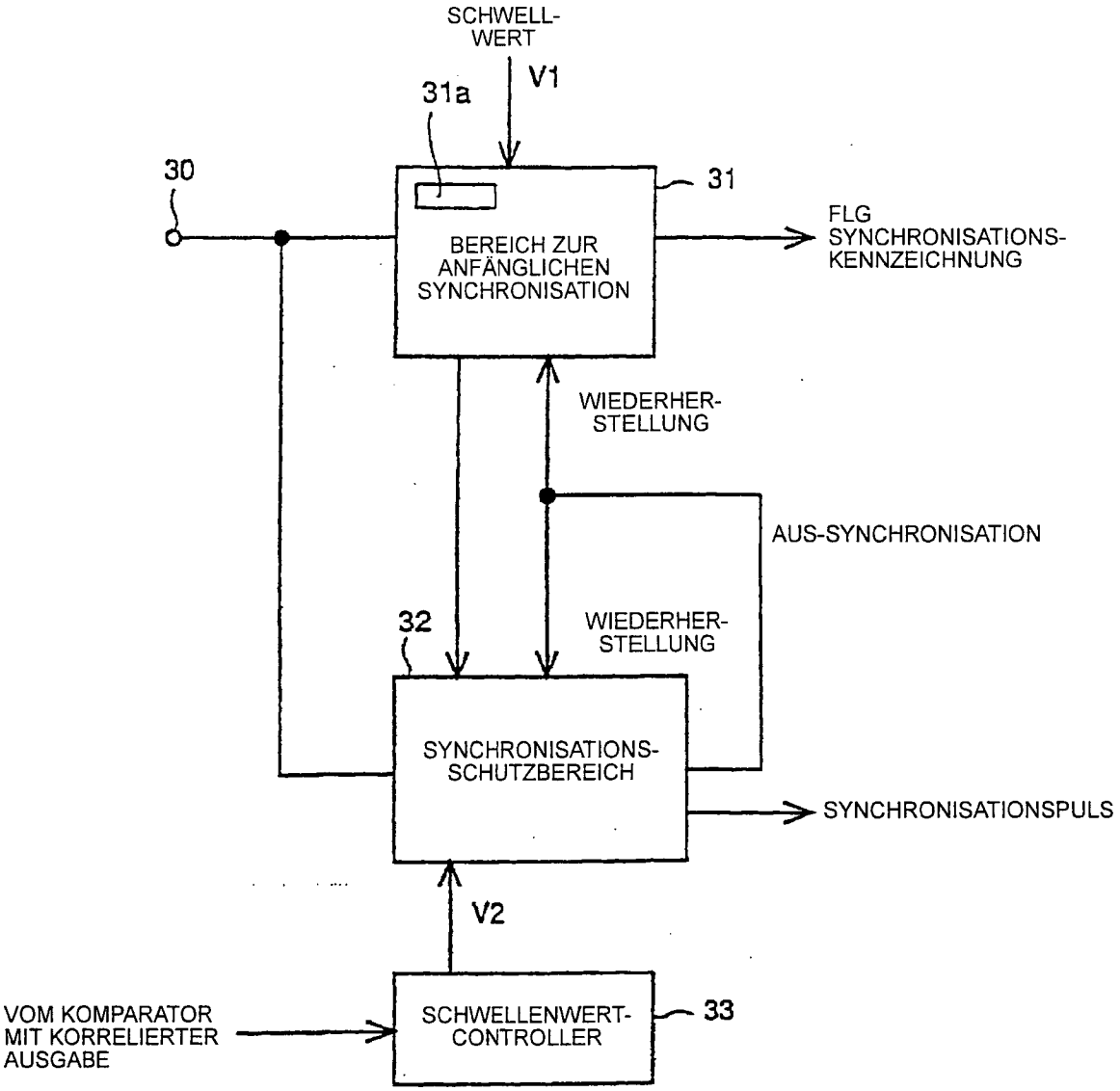
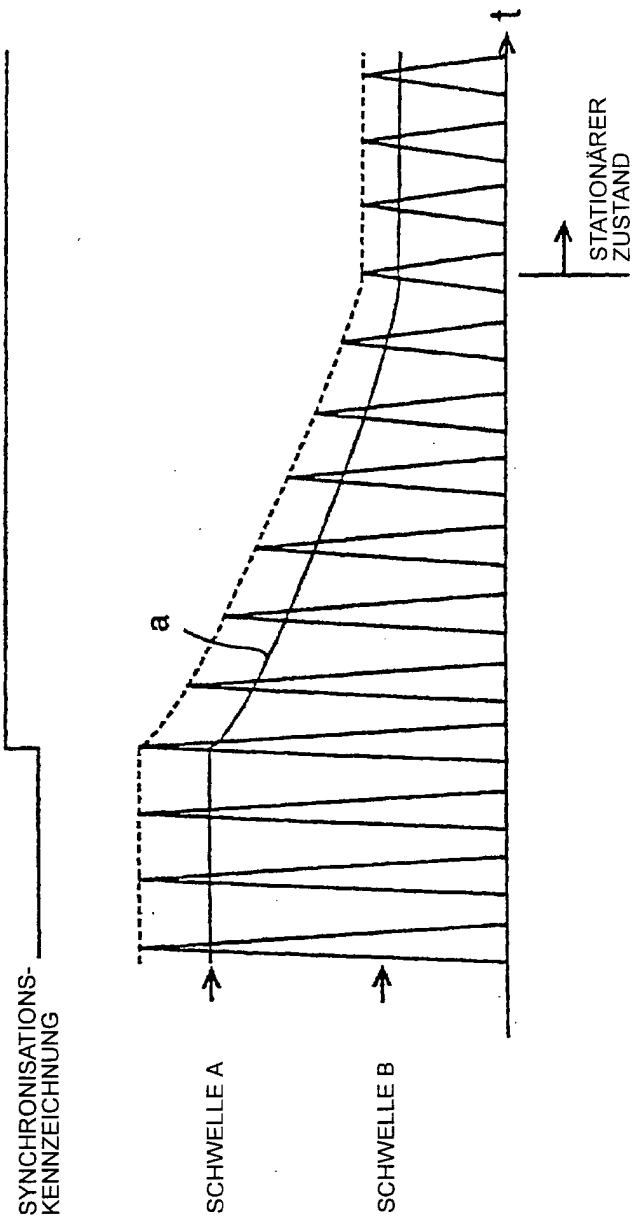

SCHWELL-
WERT
V1
31a
30
31
BEREICH ZUR
ANFÄNGLICHEN
SYNCHRONISATION
FLG
SYNCHRONISATIONS-
KENNZEICHNUNG
WIEDERHER-
STELLUNG
AUS-SYNCHRONISATION
32
WIEDERHER-
STELLUNG
SYNCHRONISATIONS-
SCHUTZBEREICH
SYNCHRONISATIONSPULS
V2
VOM KOMPARATOR
MIT KORRELIERTER
AUSGABE
SCHWELLENWERT-
CONTROLLER
33

FIG. 15


SYNCHRONISATIONS-
KENNZEICHNUNG
SCHWELLE A
SCHWELLE B
a
t
STATIONÄRER
ZUSTAND