

⑪



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 668 876 A5

⑤① Int. Cl.⁴: H 04 L 27/00  
H 04 B 1/00

# Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

## ⑫ PATENTSCHRIFT A5

②① Gesuchsnummer: 3211/85

②② Anmeldungsdatum: 24.07.1985

③③ Priorität(en): 25.07.1984 AT 2410/84

②④ Patent erteilt: 31.01.1989

④⑤ Patentschrift  
veröffentlicht: 31.01.1989

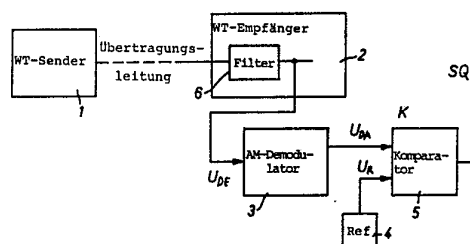
⑦③ Inhaber:  
SAT Systeme für Automatisierungstechnik  
Gesellschaft m.b.H., Wien (AT)

⑦② Erfinder:  
Webley, Philip, Wien (AT)  
Listopad, Manfred, Wien (AT)

⑦④ Vertreter:  
Scheidegger, Zwicky, Werner & Co., Zürich

### ⑤④ Schaltungsanordnung zur Erzeugung eines Signal-Bewertungssignals.

⑤⑦ Die Schaltungsanordnung zur Erzeugung eines Bewertungssignals weist eine Amplitudendemodulatorschaltung (3) auf. An diese ist eine Komparatorschaltung (5) angeschlossen, an welcher eine Referenzspannung anliegt. Diese Komparatorschaltung (5) liefert als Ausgangssignal das Bewertungssignal eines am Eingang der Amplitudendemodulatorschaltung (3) anliegenden frequenzmodulierten Empfängersignals. Diese Schaltungsanordnung wird vorteilhaft in der Wechselstromtelegrafie eingesetzt.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Schaltungsanordnung zur Erzeugung eines der Signalqualität eines von einem Empfänger empfangenen frequenzmodulierten Signals, insbesondere für die Wechselstromtelegrafie, repräsentativen Bewertungssignals, gekennzeichnet durch eine Amplitudendemodulatorschaltung (3), an deren Eingang ein frequenzmoduliertes Empfängersignal anliegt, sowie durch eine als Ausgangssignal das Qualitätsbewertungssignal liefernde Komparatorschaltung (5), die mit einem ihrer Eingänge an dem Ausgang der Amplitudendemodulatorschaltung (3) angeschlossen ist und bei welcher an einem weiteren Eingang eine Referenzspannung anliegt.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Eingang der Amplitudendemodulatorschaltung (3) mit dem Ausgang einer Filterschaltung (6) verbunden ist.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Referenzspannungseingang der Komparatorschaltung (5) über eine Schaltung (7) zur Erzeugung eines einem durchschnittlichen Wert des Ausgangssignals der Amplitudendemodulatorschaltung (3) proportionalen Signals, wie z.B. über einen Mittelwertbildner oder eine Tiefpassfilterschaltung, an den Ausgang der Amplitudendemodulatorschaltung (3) angeschlossen ist.

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 3, bei welcher der Empfänger wenigstens einen regelbaren Verstärker aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Eingang der Amplitudendemodulatorschaltung (3) an den Ausgang des regelbaren Verstärkers (8) geführt ist, und dass, gegebenenfalls über einen Regelverstärker (21), an den Steuereingang des regelbaren Verstärkers (8) der Ausgang einer Vergleichsschaltung (12; 18) angeschlossen ist, bei welcher an einem ersten Eingang das Ausgangssignal der Amplitudendemodulatorschaltung (3) und an einem zweiten Eingang eine Referenzspannung anliegt (Fig. 6; Fig. 7).

5. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Amplitudendemodulatorschaltung (3) zwei Quadrierschaltungen (15, 16) und eine diesen nachgeschaltete Summierschaltung (17) aufweist.

## BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Erzeugung eines der Signalqualität eines von einem Empfänger empfangenen frequenzmodulierten Signals, insbesondere für die Wechselstromtelegrafie, repräsentativen Bewertungssignals.

Aufgabe der Erfindung ist es, aus einem Signal des Empfängers ein Bewertungssignal so abzuleiten, dass die Amplitude dieses frequenzmodulierten Empfängersignals als Kriterium für die Qualität des empfangenen Signals ausgewertet wird.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäss gelöst durch eine Amplitudendemodulatorschaltung, an deren Eingang ein frequenzmoduliertes Empfängersignal anliegt, sowie durch eine als Ausgangssignal das Qualitätsbewertungssignal liefernde Komparatorschaltung, die mit einem ihrer Eingänge an dem Ausgang der Amplitudendemodulatorschaltung angeschlossen ist und bei welcher an einem weiteren Eingang eine Referenzspannung anliegt.

Auf diese Weise kann in der Komparatorschaltung ein digitales Qualitätsbewertungssignal erzeugt werden, sobald die Amplitude des an den Eingang der Amplitudendemodulatorschaltung anliegenden Signals einen durch die Referenzspannung vorgebbaren unteren Grenzwert unterschreitet und daher das Eingangssignal des Empfängers als gestört zu bewerten ist. Über dieses Bewertungssignal kann z.B. selbsttätig auf einen Ersatzübertragungsweg umgeschaltet werden, oder es kann ein

weniger störempfindliches Übertragungsverfahren gewählt werden, wie z.B. durch Reduktion der Übertragungsgeschwindigkeit.

Eine besonders vorteilhafte Ausbildungsform einer erfindungsgemässen Schaltungsanordnung kann darin bestehen, dass der Eingang der Amplitudendemodulatorschaltung mit dem Ausgang einer Filterschaltung verbunden ist.

Bei verrauschten Eingangssignalen des Empfängers kann durch die Rauschspannung das Vorhandensein eines ungestörten Empfangssignals vorgetäuscht werden, sobald das Rauschsignal genügend hohe Amplitudenwerte aufweist. Wird der Eingang der Amplitudendemodulatorschaltung mit einem Empfängersignal, das bereits durch ein Empfänger-Kanalfilter bandbegrenzt ist, beaufschlagt, so wird in der Amplitudendemodulatorschaltung nur das bandbegrenzte Rauschsignal demoduliert. Da Rauschsignale im allgemeinen sehr breitbandig sind, ist die Amplitude des bandbegrenzten Rauschsignals nur bei extrem hohen Rauschamplituden grösser als der Referenzwert der Komparatorschaltung. Es kommt daher nicht zur Vortäuschung ungestörter Eingangssignale durch Rauschsignale mit grosser Amplitude.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform einer erfindungsgemässen Schaltungsanordnung kann darin bestehen, dass der Referenzspannungseingang der Komparatorschaltung über eine Schaltung zur Erzeugung eines einem durchschnittlichen Wert des Ausgangssignals der Amplitudendemodulatorschaltung proportionalen Signals, wie z.B. über einen Mittelwertbildner, eine Tiefpassfilterschaltung oder dgl. an den Ausgang der Amplitudendemodulatorschaltung angeschlossen ist.

Dabei ist unter einem durchschnittlichen Wert des Ausgangssignals der Amplitudendemodulatorschaltung die Amplitude des ungestörten Signals zu verstehen, d.h. ohne dass Rauschsignale überlagert oder Amplitudeneinbrüche vorhanden sind. Bei einer ungestörten Übertragung ist dies ein konstanter Wert (entsprechend der Amplitude), von dem ein bestimmter prozentueller Anteil (z.B. 10%) als Referenzwert und damit als untere Schranke der Amplitude für ein Ansprechen der Komparatorschaltung herangezogen wird. Bei kurzzeitigen Empfangsstörungen wie z.B. Amplitudeneinbrüchen oder Rauschimpulsen wird das Ausgangssignal der Amplitudendemodulatorschaltung den Momentanamplituden rasch nachfolgen, wobei der Referenzwert annähernd konstant bleibt. Dadurch werden besonders kurzzeitige Empfangsstörungen bevorzugt erkannt. Bei langsamen Änderungen der Amplitude, wie z.B. bei längerdauernden Änderungen im Übertragungskanal (hervorgerufen z.B. durch alterungsbedingte Verschlechterungen der Übertragungseigenschaften) wird der Referenzwert selbsttätig der mittleren Amplituden des Signals nachgeführt.

Eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemässen Schaltungsanordnung ist in Verbindung mit Empfängern, welche mit regelbaren Verstärkern ausgestattet sind, dadurch gekennzeichnet, dass der Eingang der Amplitudendemodulatorschaltung an den Ausgang des regelbaren Verstärkers geführt ist, und dass, gegebenenfalls über einen Regelverstärker, an den Steuereingang des regelbaren Verstärkers der Ausgang einer Vergleichsschaltung angeschlossen ist, bei welcher an einem ersten Eingang das Ausgangssignal der Amplitudendemodulatorschaltung und an einem zweiten Eingang eine Referenzspannung anliegt.

Derartige Empfängerschaltungen beinhalten einen Amplitudenregelkreis zur Regelung der Amplitude des der Frequenzmodulationsschaltung zugeführten Signals. Durch die Verwendung der Amplitudendemodulatorschaltung und der Referenzspannungsquelle sowohl für den Amplitudenregelkreis als auch für die Schaltungsanordnung zur Erzeugung eines Bewertungssignals für die Signalqualität ergibt sich eine einfache Realisierung derartiger Empfängerschaltungen.

Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn das Ausgangssignal

des Amplitudenregelkreises für die Bewertung der Signalqualität herangezogen wird. Die Referenzspannung der Komparatorschaltung ist dabei wiederum ein prozentueller Anteil der Referenzspannung für die Vergleichsschaltung, die den Sollwert für den Amplitudenregelkreis des Empfängers darstellt.

Der Komparator spricht bei Unterschreiten des durch die Referenzspannung  $U_R$  vorgegebenen Minimalwertes der Amplitude des Empfängersignals an; dies bedeutet, dass der Empfänger-Amplitudenregelkreis die Signalschwankung am Eingang des Empfängers nicht mehr ausregeln kann und daher über das Bewertungssignal andere Massnahmen für die Verbesserung des Empfängersignals eingeleitet werden können.

Eine besonders vorteilhafte Ausbildung der Amplitudendemodulatorschaltung kann darin bestehen, dass die Amplitudendemodulatorschaltung zwei Quadrierschaltungen und eine diesen nachgeschaltete Summierschaltung aufweist.

Diese Schaltungsanordnung zur Amplitudendemodulation ist besonders dann vorteilhaft einsetzbar, wenn im Empfänger zwei Signalverarbeitungskanäle vorhanden sind, deren Signale sich nur durch eine Phasenverschiebung von  $90^\circ$  voneinander unterscheiden. Es wird durch Quadrieren der beiden Signale und nachfolgende Summierung der beiden Quadrate direkt eine der Amplitude der Eingangsspannung proportionale Gleichspannung erzeugt. Diese Schaltung weist sich daher — im Vergleich zu den üblich verwendeten Hüllkurvenvergleicherschaltungen zur Amplitudendemodulation — durch ein besonders günstiges Zeitverhalten aus.

Nachstehend ist die Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beispielsweise beschrieben.

Es zeigt:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Zusammenschaltung einer Wechselstrom-Telegrafieeinrichtung mit einer erfindungsgemässen Schaltungsanordnung zur Erzeugung eines Bewertungssignals für die Signalqualität des Empfangssignals;

Fig. 2 das Zeigerdiagramm einer frequenzmodulierten Sinusschwingung, wie sie bei derartigen Übertragungssystemen verwendet wird;

Fig. 3 den Zeitverlauf eines solchen Signals;

Fig. 4 eine erfindungsgemässe Schaltungsanordnung mit einer Tiefpassfilterschaltung zur Erzeugung des Referenzwertes;

Fig. 5 eine erfindungsgemässe Schaltungsanordnung bei einer Empfängerschaltung mit einem Amplitudenregelkreis;

Fig. 6 zeigt eine insbesondere hinsichtlich des Bauteilaufwandes sparsame Realisierung einer Schaltung nach Fig. 5, wobei die Amplitudendemodulatorschaltung und die Referenzspannungsquelle für den Amplitudenregelkreis und die Schaltung zur Erzeugung des Bewertungssignals gemeinsam ausgeführt sind und

Fig. 7 eine besonders vorteilhafte Realisierung einer Amplitudendemodulatorschaltung der erfindungsgemässen Schaltungsanordnung zur Erzeugung des Bewertungssignals bei Empfängern, bei denen das Empfangssignal und ein gleichartiges um  $90^\circ$  phasenverschobenes Signal gleichzeitig zur Verfügung stehen.

Fig. 1 zeigt das Blockschaltbild einer Wechselstromtelegrafieeinrichtung bestehend aus dem Wechselstromtelegrafiesender 1 und dem Wechselstromtelegrafieempfänger 2, welche über eine Übertragungsleitung verbunden sind. Da im allgemeinen auf ein und derselben Übertragungsleitung mehrere Wechselstromtelegrafieverbindungen im Frequenzmultiplex bestehen, umfasst der Wechselstromtelegrafieempfänger eine Filterschaltung 6. Am Ausgang der Filterschaltung 6 steht ein frequenzmoduliertes Signal  $U_{DE}$  zur Verfügung. Im Falle der Frequenzumtastung kann dieses Signal entsprechend Fig. 2 durch einen Vektor mit der Amplitude  $A$ , welcher mit der Winkelgeschwindigkeit  $\omega_K \pm \omega_H$  rotiert dargestellt werden. Die Fig. 3 zeigt die Darstellung dieses Signals  $U_{DE}$  im Zeitbereich als Sinusschwingung, bei der die Periodendauer entsprechend dem gerade übertragenen

$$\text{Digitalsignal } \frac{2\pi}{\omega_K - \omega_H} \text{ bzw. } \frac{2\pi}{\omega_K + \omega_H} \text{ beträgt.}$$

Durch den Einfluss von Störungen auf der Übertragungsleitung kann die Amplitude  $A$  des Signals  $U_{DE}$  so verkleinert werden, dass der Empfänger 2 nicht mehr in der Lage ist, das Signal  $U_{DE}$  richtig zu verarbeiten.

Die erfindungsgemässe Schaltung sorgt dafür, dass für den Fall, dass die Vektorlänge  $A$  den Wert  $U_R$  unterschreitet an den Wechselstromtelegrafieempfänger ein Signalqualitäts-Bewertungssignal (SQ-Signal) abgegeben wird. Dieses Signal teilt dem Wechselstromtelegrafiesystem mit, dass das zu diesem Zeitpunkt empfangene Signal z.B. nicht ausgewertet werden darf, oder dass von einem bestehenden Übertragungsweg auf einen anderen Übertragungsweg umgeschaltet werden muss.

Dieses für die Betriebssicherheit eines Wechselstromtelegrafiesystems wichtige Signal wird dadurch erzeugt, dass das frequenzmodulierte Empfangssignal amplitudendemoduliert und mit einer geeigneten Referenzamplitude verglichen wird. Dementsprechend umfasst die Schaltung zur Erzeugung des Signalqualitäts-Bewertungssignals eine Amplitudendemodulatorschaltung 3 deren Eingang mit einem Ausgang der Empfängerschaltung 6 verbunden ist und an deren Ausgang ein Signal  $U_{DA}$  abgreifbar ist, das ein Mass für die Amplitude des Wechselstromtelegrafiesignals  $U_{DE}$  darstellt.

Dieses Signal liegt an dem einen Eingang einer Komparatorschaltung 5 an, an deren zweitem Eingang eine Referenzspannung  $U_R$  als Ausgangssignal einer Referenzspannungsquelle 4 anliegt. Am Ausgang des Komparators 5 ist das Signalqualitäts-Bewertungssignal SQ abgreifbar.

Die Fig. 4 zeigt eine erfindungsgemässe Weiterbildung einer Schaltung zur Erzeugung des Signalqualitäts-Bewertungssignals. Eine Amplitudendemodulatorschaltung 3 ist mit seinem Eingang an den Ausgang der Filterschaltung 6 eines Wechselstromtelegrafieempfängers 2 angeschlossen. Das Ausgangssignal der Amplitudendemodulatorschaltung 3 liegt direkt an einem ersten Eingang einer Komparatorschaltung 5 und an dem Eingang einer Tiefpassfilterschaltung 7 an, deren Ausgang mit dem zweiten Eingang der Komparatorschaltung 5 verbunden ist. Am Ausgang der Komparatorschaltung 5 ist das Signalqualitäts-Bewertungssignal SQ abgreifbar.

Bei dieser Schaltungsanordnung wird die Referenzamplitude  $U_R$  mit der die Signalamplitude in der Komparatorschaltung 5 verglichen wird aus der Signalamplitude selbst durch Tiefpassfilterung abgeleitet. Wenn die Grenzfrequenz der Tiefpassfilterschaltung 7 so niedrig gewählt wird, dass die üblicherweise bei Wechselstromtelegrafieeinrichtungen aufgrund von Übertragungsstörungen in der Übertragungsleitung auftretenden Amplitudeneinbrüche nicht mehr im Ausgangssignal  $U_R$  der Tiefpassfilterschaltung auftreten, so werden diese kurzzeitigen Störungen besonders gut erkannt, ohne dass langsame Veränderungen an dem Übertragungsverhalten der Übertragungsleitung die Erzeugung des SQ-Signals beeinflussen.

Die Fig. 5 zeigt die Zusammenschaltung einer erfindungsgemässen Schaltungsanordnung zur Erzeugung eines Signalqualitäts-Bewertungssignals mit einer Wechselstromtelegrafieempfängerschaltung 2 welche einen geregelten Verstärker 8 aufweist.

Der Regelkreis des Wechselstromtelegrafieempfängers 2 umfasst dabei den geregelten Verstärker 8, eine Demodulatorschaltung 9 zur Gewinnung der Amplitude des Empfängersignals als Regelgrösse, eine Referenzspannungsquelle 10 als Sollwertvorgabeinrichtung und eine Vergleicherschaltung 11. Die Schaltung zur Gewinnung des SQ-Signals besteht entsprechend Fig. 1 aus der Amplitudendemodulatorschaltung 3, der Referenzspannungsquelle 4 und der Komparatorschaltung 5.

Die Fig. 6 zeigt eine Weiterbildung der Erfindung entsprechend Fig. 5, welche darin besteht, die in der Schaltung nach Fig. 5 je zweimal vorkommenden Funktionselemente: Referenz-

spannungsquelle 10 bzw. 4 und Demodulatorschaltung 9 bzw. 3, so anzuordnen, dass mit nur jeweils einer Referenzspannungsquelle 4 bzw. einer Demodulatorschaltung 3 das Auslangen gefunden wird. Dies wird dadurch erreicht, dass die Demodulatorschaltung 3 in den Regelkreis des Wechselstromtelegrafieempfängers einbezogen wird.

Am Ausgang der Amplitudendemodulatorschaltung 3, deren Eingang an den Ausgang des geregelten Verstärkers 8 geführt ist, ist ein Signal  $U_{DA}$  abgreifbar, dessen Grösse der Amplitude des Empfängersignals proportional ist. Die Referenzspannungsquelle 4 dient gleichzeitig als Referenzspannung für die Gewinnung des SQ-Signals durch den Komparator 5 und als Sollwert für den Sollwert-Istwert-Vergleicher  $V_E$  (12) in dem die Regelabweichung als Stellgrösse gebildet und dem geregelten Verstärker 8 als Verstärkungsstellsignal zugeführt wird.

Die Fig. 7 zeigt ein detailliertes Blockschaltbild einer Amplitudenregelschaltung und Schaltung zur Erzeugung eines Signalqualitäts-Bewertungssignals entsprechend Fig. 6 bei einer Wechselstromtelegrafieempfängerschaltung, welche zwei parallel angeordnete Signalverarbeitungs Kanäle aufweist, welche jeweils einen geregelten Verstärker umfassen und wobei die Ausgangssignale  $U_{B1}''$  und  $U_{B2}''$  der geregelten Verstärker orthogonale harmonische Signale gleicher Amplitude sind (z.B. Sinus- und Cosinus-Schwingungen gleicher Frequenz und Amplitude). Details dieser Empfängerschaltung sind — da nicht erfindungswesentlich — nicht gezeigt. Die Eingänge zweier Quadrierschaltungen 15 bzw. 16 sind mit den Ausgängen der geregelten Verstärker verbunden und führen somit die Signale  $U_{B1}''$  bzw.

$U_{B2}''$ . In den Quadrierschaltungen werden die Quadrate der jeweiligen Eingangssignale gebildet und in einer Summierschaltung 17 addiert, deren beiden Eingänge mit den Ausgängen der beiden Quadrierschaltungen verbunden sind. Das Ausgangssignal der Summierschaltung 17 ist ein Mass für das Quadrat der Amplitude des Eingangssignals  $U_{EE}$  der Empfängerschaltung und stellt den Istwert der Regelgrösse dar.

Der Istwert wird in einer weiteren Summierschaltung 18 mit einem Sollwert, welcher als Ausgangssignal einer Referenzquelle 19 auftritt, summiert und als Regeldifferenz dem Integrator 21 zugeführt. Das Ausgangssignal  $U_R$  des Integrators bildet die Stellgrösse für die geregelten Verstärker über welche der Amplitudenregelkreis geschlossen ist.

Durch diesen Regelkreis wird die Amplitude der Spannung  $U_{B1}''$  und  $U_{B2}''$  unabhängig von der Amplitude der Eingangsspannung  $U_{EE}$  konstant gehalten.

Das Summenausgangssignal der Summierschaltung 17 wird in einem Komparator 20 mit einer Referenzspannung, z.B. einer von der Referenzspannung der Referenzspannungsquelle 19 abgeleiteten Spannung, verglichen. Unterschreitet nun das dem Amplitudenquadrat des Eingangssignals proportionale Summensignal den durch die Referenzspannung vorgegebenen Minimalwert, so wird vom Komparator 20 an dem Ausgang SQ über das Signalqualitäts-Bewertungssignal eine Fehlermeldung abgegeben. Diese Fehlermeldung kann z.B. von einer externen Überwachungsschaltung ausgewertet oder optisch bzw. akustisch zur Anzeige gebracht werden.

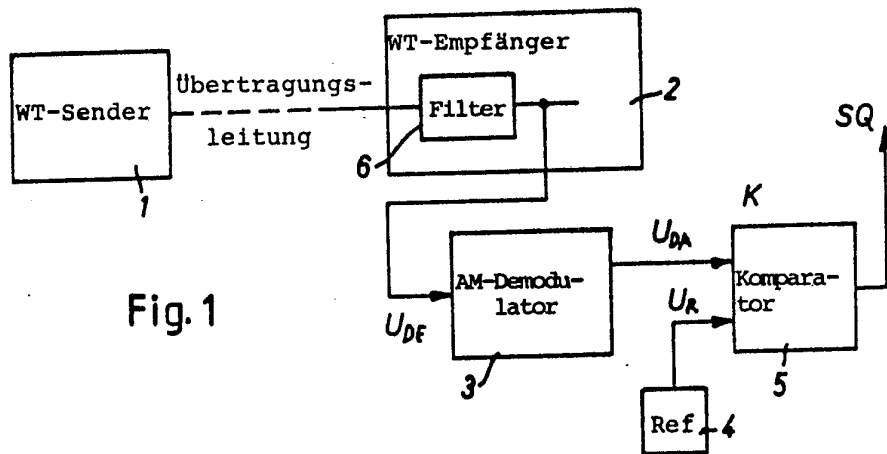


Fig. 1

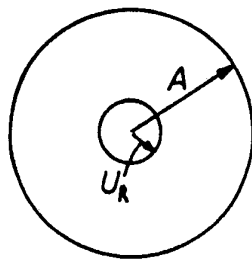


Fig. 2

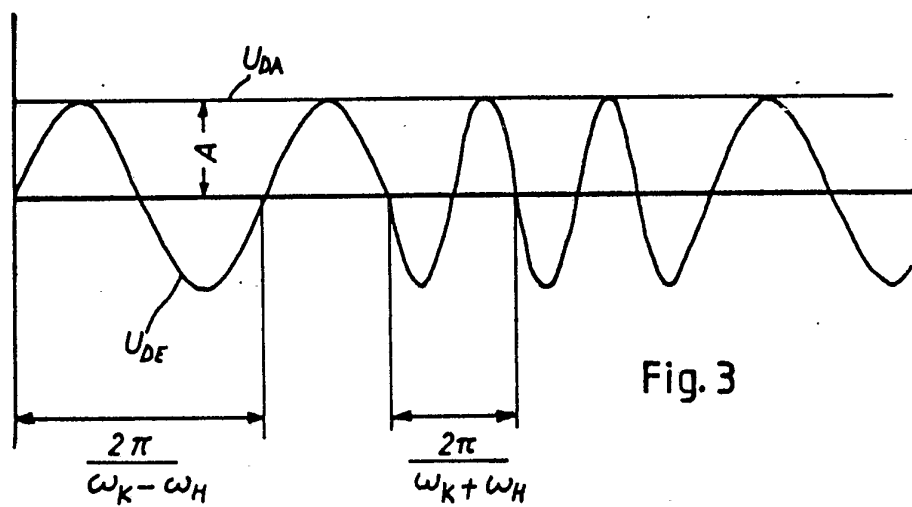


Fig. 3

Fig.4

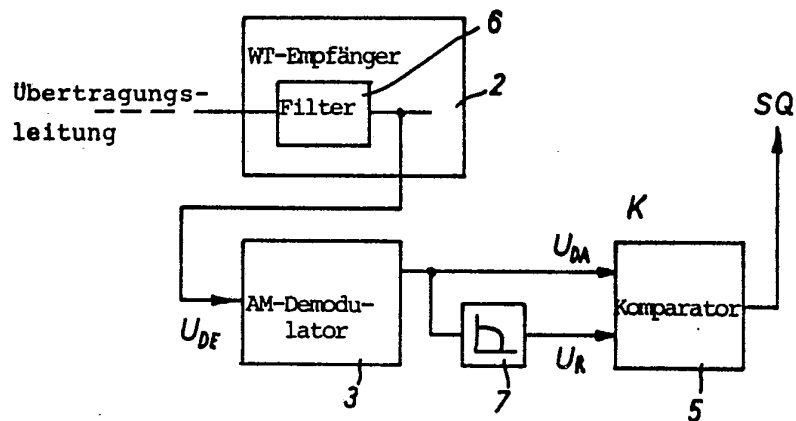
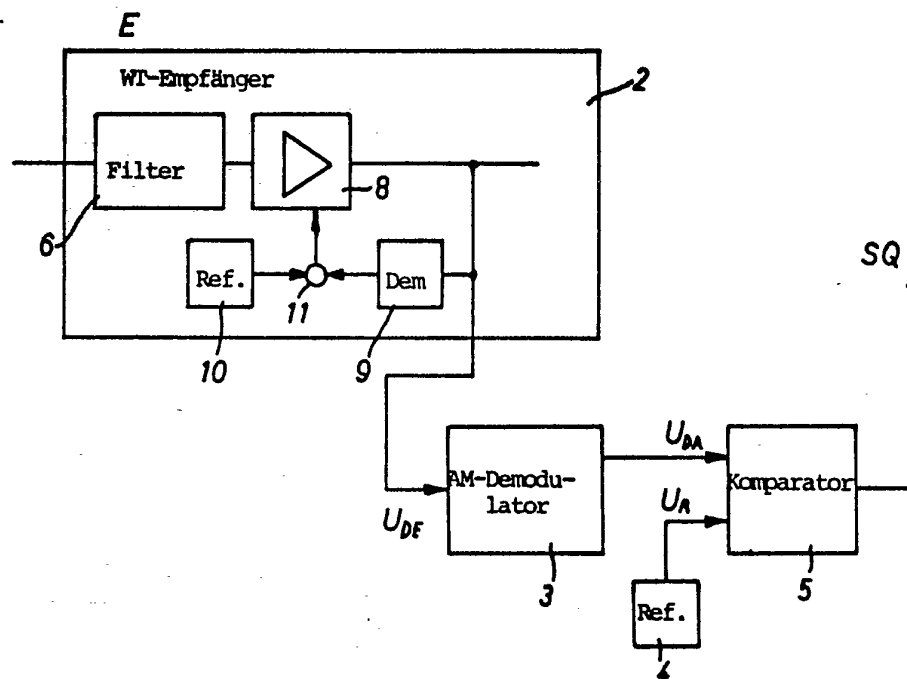


Fig.5



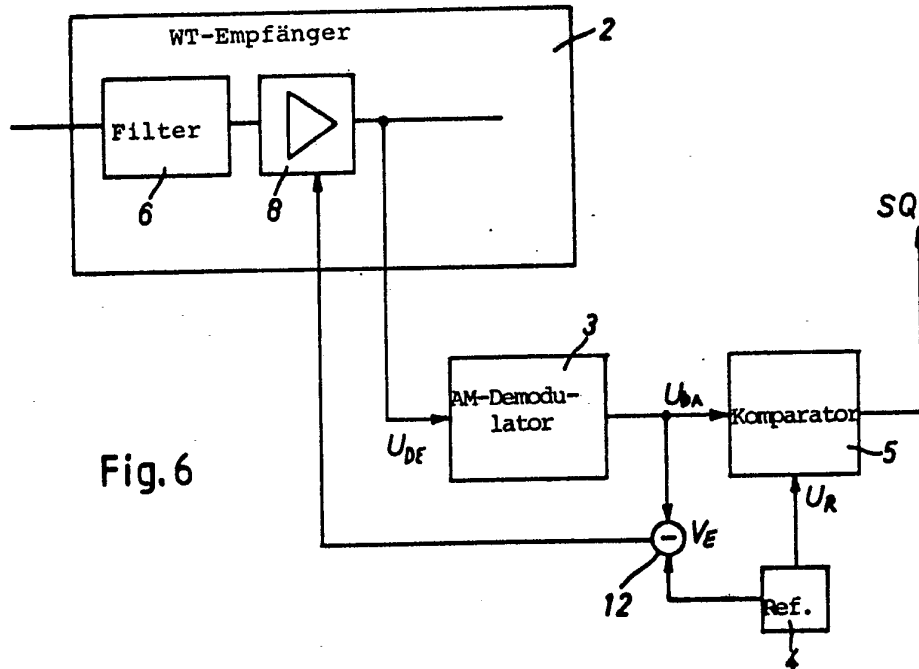


Fig. 7

