

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
26. März 2020 (26.03.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2020/058049 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
H03C 3/40 (2006.01) H03C 1/52 (2006.01)  
H03M 1/64 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/074171

(22) Internationales Anmeldedatum:  
11. September 2019 (11.09.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
18194798.7 17. September 2018 (17.09.2018) EP

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
[DE/DE]; Werner-von-Siemens-Straße 1, 80333 München (DE).

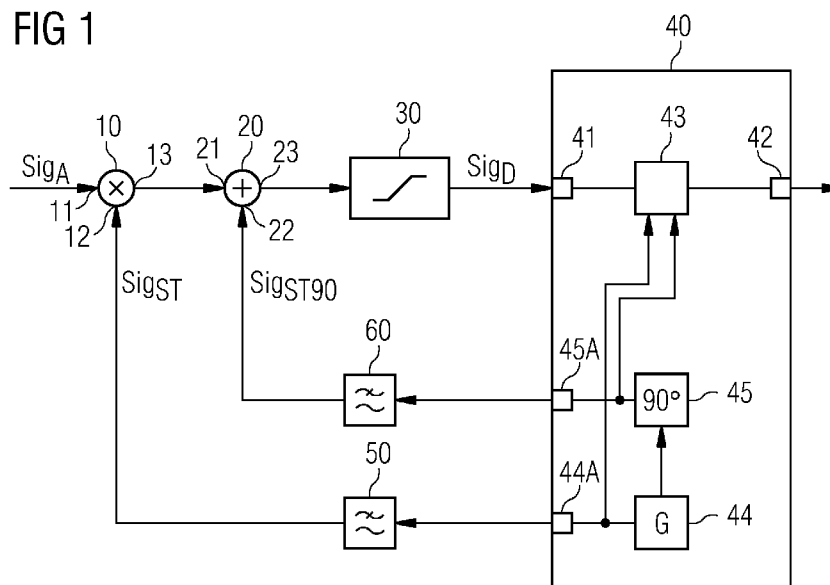
(72) Erfinder: PROCHASKA, Dirk; Mickiewiczstraße 7, 09127 Chemnitz (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,

(54) Title: DEVICE FOR CONVERTING AN ANALOGUE INPUT SIGNAL INTO A DIGITAL OUTPUT SIGNAL

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR WANDLUNG EINES ANALOGEN EINGANGSSIGNALS IN EIN DIGITALES AUSGANGSSIGNAL



(57) Abstract: The invention relates to a device for converting an analogue input signal (Sig<sub>A</sub>) into a digital output signal (Sig<sub>D</sub>). According to the invention, the device comprises an amplitude modulator (10) having carrier suppression for providing a carrierless AM signal to which the analogue input signal is supplied at a signal input (11). The device also comprises an adder (20) to which the carrierless AM signal output by the amplitude modulator (10) is fed and which is designed to add a carrier signal shifted by 90° to the AM signal and to output a phase-modulated signal (PM signal). Finally, the device according to the invention comprises a limiter (30) to which the PM signal output by the adder (20) is fed and which is designed to suppress interfering amplitude



WO 2020/058049 A1

SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

modulation in the PM signal. The overall arrangement is predominantly constructed as digital circuitry and can therefore be easily integrated. A further advantage is the possibility of simple potential separation.

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung beschreibt eine Vorrichtung zur Wandlung eines analogen Eingangssignals ( $Sig_A$ ) in ein digitales Ausgangssignal ( $Sig_D$ ). Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst einen Amplitudenmodulator (10) mit Trägerunterdrückung zur Bereitstellung eines trägerlosen AM-Signals, dem das analoge Eingangssignal an einem Signaleingang (11) zugeführt wird. Ferner weist sie einen Addierer (20) auf, dem das von dem Amplitudenmodulator (10) ausgegebene trägerlose AM-Signal zugeführt wird und der dazu eingerichtet ist, zu dem AM-Signal ein um  $90^\circ$  verschobenes Trägersignal zu addieren und ein phasenmoduliertes Signal (PM-Signal) auszugeben. Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst schließlich einen Begrenzer (30), dem das von dem Addierer (20) ausgegebene PM-Signal zugeführt wird und der dazu ausgebildet ist, eine störende Amplitudenmodulation in dem PM-Signal zu unterdrücken. Die Gesamtanordnung ist vorwiegend in digitaler Schaltungstechnik aufgebaut und ist daher gut integrierbar. Ein weiterer Vorteil ist die enthaltene Möglichkeit der einfachen Potenzialtrennung.

Beschreibung

Vorrichtung zur Wandlung eines analogen Eingangssignals in ein digitales Ausgangssignal

5

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Wandlung eines analogen Eingangssignals in ein digitales Ausgangssignal. Eine solche Vorrichtung wird auch als Analog-Digital-Wandler bezeichnet.

10

Ein Analog-Digital-Wandler dient dazu, eine analoge Eingangsgröße in ein digitales Signal zu konvertieren. Bekannte Analog-Digital-Wandler sind z.B. der SAR-Wandler (Sukzessiv-Approximations-Wandler) und der Sigma-Delta-Wandler. Beide

15

Wandlertypen sind mit Nachteilen verbunden, welche aus Gleichspannungsfehlern des analogen Eingangssignals resultieren. Beim Sigma-Delta-Wandler wird ein Vergleichssignal gebildet, welches analog gefiltert, d.h. rekonstruiert, wird.

20

Sprünge des analogen Eingangssignals können daher zu Einschwingfehlern führen. Um galvanisch getrennte Eingänge zu realisieren, sind für jeden Eingangskanal vollständig getrennte A/D-Wandler erforderlich. Der SAR-Wandler weist das Problem auf, dass ein signifikantes Quantisierungsrauschen auftritt. Ferner ist für die Skalierung eine sehr genaue

25

Amplitudenreferenz erforderlich, welche temperatur- und altersstabil ist. Eine obere Grenzfrequenz der in dem A/D-Wandler eingesetzten Komponenten beschränkt die Nutzbarkeit bei höheren Signalfrequenzen.

30

Um die oben genannten Probleme zu beseitigen, werden sog. Chopper-Verstärker eingesetzt. Eine galvanische Trennung wird durch getrennte Wandler mit eigenem Potential realisiert. Eine Verschiebung der oberen Grenzfrequenz ist hingegen derzeit nicht möglich. Auch genaue, stabile Referenzen zur Skalierung sind aufwändig und teuer.

35

Aus C.L. Ruthroff et al. "A Linear Phase Modulator for Large Baseband Bandwidths", BELL SYSTEM TECHNICAL JOURNAL, AT AND

T, SHORT HILLS, NY, US, Bd. 49, Nr. 8, Oktober 1970, Seiten 1893-1903 ist ein linearer Phasenmodulator mit einem Armstrong-Modulator bekannt.

5 Aus der US 4 028 641 A ist ein linearer Phasenmodulator mit einem Paar an Armstrong-Modulatoren in einer symmetrischen Konfiguration bekannt, um Nichtlinearitäten gleichmäßiger Ordnung zu beseitigen. Es werden Träger hinzugefügt, die sich in der Phase von der Quadratur vom modulierenden Trägersignal  
10 um gleiche und entgegengesetzte Beträge unterscheiden.

Aus Benoit R. Veillette et al. "On-Chip Measurement of the Jitter Transfer Function of Charge-Pump Phase-Locked Loops", IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS, IEEE SERVICE CENTER,  
15 PISCATAWAY, NJ, USA, Bd. 33, Nr. 3, 1. März 1998 ist ein Test-Setup für das Messen einer Jitter-Transferfunktion bekannt, die auf einem Armstrong-Phasenmodulator basiert.

Die Veröffentlichungen Eilers C. G. "STEREOPHONIC FM BROADCASTING", IEEE TRANSACTIONS ON CONSUMER ELECTRONICS,  
20 IEEE SERVICE CENTER, NEW YORK, NY, US, Bd. CE-28, Nr. 1, 1. Februar 1982, Seiten 5-12 und Eilers C. G. "STEREOPHONIC FM BROADCASTING", IRE TRANSACTIONS ON BROADCAST AND TELEVISION RECEIVERS, IEEE INC. NEW YORK, US, Bd. BRT-07, Nr. 2, 1. Juli  
25 1961, Seiten 73-80 offenbaren Phasenmodulatoren für Stereo-UKW-Rundfunk, wobei ein Amplitudenmoduliertes Signal mit Trägerunterdrückung ausgegeben wird, das dem eines auf Frequenzmodulation basierenden Armstrong-Modulators entspricht.

30 Die Veröffentlichung Parsons J. D. et al. "Data transmission over v.h.f. mobile-radio links using binary f.s.k. and two quasisynchronous transmitters", IEE PROCEEDINGS F. COMMUNICATIONS, RADAR & SIGNALPROCESSING, INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS, STEVENAGE, GB, Bd. 127, Nr. 6, PART F,  
35 1. Dezember 1980, Seiten 456-463 offenbart eine Frequenzmodulation mittels eines Armstrong-Modulators für eine UKW-Rundfunkausstrahlung.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zur Wandlung eines analogen Eingangssignals in ein digitales Ausgangssignal anzugeben, welche baulich und/oder funktional verbessert ist.

5

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung gemäß den Merkmalen des Patentanspruches 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen.

10 Es wird eine Vorrichtung zur Wandlung eines analogen Eingangssignals in ein digitales Ausgangssignal vorgeschlagen. Die Vorrichtung, nachfolgend auch als A/D-Wandler bezeichnet, umfasst einen Amplitudenmodulator mit Trägerunterdrückung zur  
15 Bereitstellung eines trägerlosen amplitudenmodulierten Signals (AM-Signal), einen Addierer und einen Begrenzer. Dem Amplitudenmodulator mit Trägerunterdrückung wird das analoge Eingangssignal an einem Signaleingang zugeführt. Dem Addierer wird das von dem Amplitudenmodulator ausgegebene trägerlose AM-Signal zugeführt. Der Addierer ist dazu eingerichtet, zu  
20 dem AM-Signal ein um  $90^\circ$  verschobenes Trägersignal zu addieren und ein phasenmoduliertes Signal (PM-Signal) bereitzustellen. Schließlich wird dem Begrenzer das von dem Addierer ausgegebene PM-Signal zugeführt. Der Begrenzer ist dazu ausgebildet, eine störende Amplitudenmodulation in dem PM-Signal  
25 zu unterdrücken.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung nutzt somit eine Phasenmodulationswandlung. Durch die Phasenmodulation eines analogen Signals, welches auf einer Amplitudenmodulation basiert, und  
30 der Begrenzung des phasenmodulierten Signals entsteht ein Signal mit einer Amplitude, welches lediglich aus 0 oder 1 besteht. Die Länge dieser Impulse ist wertkontinuierlich, in Abhängigkeit einer Trägerfrequenz.

35 Dieses Vorgehen weist eine Reihe von Vorteilen auf. Beispielsweise können Offset-Fehler in der Signalverarbeitungskette nach dem Amplitudenmodulator nicht mehr auftreten. Das dem Amplitudenmodulator zugeführte Eingangssignal kann optio-

nal Gleichspannungsanteile enthalten, welche durch den Amplitudenmodulator mit Trägerunterdrückung in einen hochfrequenten Träger umgeformt werden. Ferner kann, wie dies nachfolgend beschrieben werden wird, der Signalpfad durch den Ein-  
5 satz weiterer Komponenten gleichspannungsfrei gemacht werden. Die Signalverarbeitung bei der Wandlung des analogen Eingangssignals in das digitale Ausgangssignal erfolgt ohne Rückkopplung. Dies hat zur Folge, dass die Komponenten, die das analoge Eingangssignal verarbeiten, bezüglich der er-  
10 reichbaren Grenzfrequenz nicht mehr den Flaschenhals darstellen. Insbesondere sind hierdurch auch saubere Sprungantworten möglich, eine Begrenzung erfolgt nur noch durch die gewählte Abtastrate. Hierdurch ist es möglich, einen A/D-Wandler für Frequenzen im GHz-Bereich aufzubauen.

15

Ein Rauschen kann nur in der Form von Phasenrauschen des Trägers auftreten. Da eine rauschbehaftete Oszillatorfrequenz zur Modulation wie auch zur Demodulation verwendet wird, werden diese Rauschanteile kompensiert. Durch Übertragungswege,  
20 deren Frequenzen durch Filter begrenzt sind, und einer endlichen Abtastfrequenz ist davon auszugehen, dass ein gewisses Rauschen erhalten bleibt.

Eine zweckmäßige Ausgestaltung sieht vor, dass das phasenmodulierte Signal (PM-Signal) gebildet wird aus Amplitudenmodulation des Eingangssignales mit einem Träger. Dieser Träger wird im Modulator unterdrückt. Das trägerlose Zweiseitenbandsignal wird mit einem  $90^\circ$ -Träger addiert. Nach Begrenzung dieses Signales steht ein PM-Signal zur Verfügung. Unter einem  $90^\circ$ -Trägersignal ist ein Trägersignal zu verstehen, dessen Phase um  $90^\circ$  gegenüber dem Träger des AM-Signals gedreht ist. Das Zweiseitenband-Signal enthält Seitenbänder mit jeweils gleicher Information. Durch die Erzeugung eines amplitudenmodulierten Signals mit Trägerunterdrückung entfällt die  
35 aufwändige Kompensation des in der Amplitudenmodulation enthaltenen Trägers. Durch die Addition eines neuen Trägers, welcher um  $90^\circ$  gegenüber dem Träger, der zu dem AM-Signal ge-

hört, gedreht wird, erhält man ein phasenmoduliertes Signal (PM-Signal) mit maximal  $\pm 90^\circ$  Phasenhub.

Der Amplitudenmodulator kann beispielsweise ein Ringmodulator, als transformatorloser Doppelgegentaktmodulator oder als Schaltermodulator ausgebildet sein. Insbesondere kommt als Schaltermodulator der bekannte Doppelgegentaktmodulator (übertragerlos im Signalpfad) in Frage.

10 Eine weitere zweckmäßige Ausgestaltung sieht vor, dass die Vorrichtung ein erstes Filterelement umfasst, welches aus einem ihr zugeführten ersten digitalen Trägersignal ein sinusförmiges Trägersignal erzeugt, das dem Amplitudenmodulator zugeführt und durch den Amplitudenmodulator mit dem analogen  
15 Eingangssignal multipliziert wird. Das erste digitale Trägersignal wird aus einer Takterzeugung generiert. Zur Takterzeugung und Phasendemodulation wird digitale Schaltungstechnik eingesetzt.

20 Zusätzlich umfasst die Vorrichtung ein zweites Filterelement, welches aus einem ihr zugeführten zweiten, digitalen Trägersignal ein sinusförmiges Trägersignal erzeugt, das um  $90^\circ$  zu dem ersten sinusförmigen Trägersignal verschoben ist und dem Addierer zugeführt wird, um durch den Addierer als Additionssignal zu dem AM-Signal addiert zu werden. Auch das zweite  
25 digitale Trägersignal wird aus dem ersten Trägersignal durch einen digitalen Schaltungsteil erzeugt. Das erste und das zweite digitale Trägersignal sind Rechtecksignale, welche um  $90^\circ$  zueinander phasenverschoben sind.

30 Das erste, digitale Trägersignal und/oder das zweite, digitale Trägersignal werden insbesondere aus einem Muttergenerator erzeugt, so dass diese gegeneinander phasenstarr sind.

35 Das erste und/oder das zweite Filterelement können als Tiefpass oder als Bandpass ausgebildet sein. Insbesondere kann als Bandpass ein Wien-Glied, umfassend zwei Kondensatoren und zwei Widerstände, genutzt werden.

Es ist weiterhin zweckmäßig, wenn zwischen dem Amplitudenmodulator und dem Addierer ein Kondensator angeordnet ist. Der Kondensator dient zur galvanischen Trennung und zur Abtrennung eines eventuell in dem analogen Eingangssignal enthaltenen Gleichspannungsanteils.

Eine weitere zweckmäßige Ausgestaltung sieht vor, dass zwischen dem Addierer und dem Begrenzer ein Kondensator angeordnet ist. Auch durch diesen Kondensator wird eine galvanische Trennung zwischen Eingangs- und Ausgangsteil ermöglicht. Es kann vorgesehen sein, den Kondensator sowohl zwischen dem Amplitudenmodulator und dem Addierer als auch zwischen dem Addierer und dem Begrenzer vorzusehen. Alternativ kann auch nur einer der beiden Kondensatoren vorgesehen sein.

Eine weitere zweckmäßige Ausgestaltung sieht vor, dass die Vorrichtung mehrere Eingangskanäle umfasst und pro Eingangskanal die oben beschriebenen Elemente vorgesehen sind. Dabei ist es jedoch nicht erforderlich, das erste und das zweite digitale Trägersignal für jeden Eingangskanal separat zu erzeugen. Vielmehr kann eine gemeinsame Einrichtung zur Erzeugung des ersten und/oder zweiten digitalen Trägersignals in dem digitalen Schaltungsteil genutzt werden.

Beim Vorsehen mehrerer Eingangskanäle ist eine galvanische Trennung durch das Vorsehen des oder der oben beschriebenen Kondensatoren sichergestellt.

Eine weitere zweckmäßige Ausgestaltung sieht vor, dass dem Signaleingang des Amplitudenmodulators ein Integrierer vorgeschaltet ist, welcher das analoge Eingangssignal verarbeitet bevor dieses dem Signaleingang zugeführt wird. Durch das Vorschalten des Integrierers (Integrierglied) am Eingang des Amplitudenmodulators wird der Phasenmodulator zum Frequenzmodulator.

Das vorstehend beschriebene Prinzip zur A/D-Wandlung ergänzt die bislang bekannten A/D-Wandlungen. Dabei ergeben sich ver-

schiedene Vorteile gegenüber den bekannten Verfahren. Es gibt keine systembedingten Bandbreiten-Begrenzungen, d.h. ein Betrieb von 0 Hz (d.h. das analoge Eingangssignal ist ein Gleichspannungssignal) bis in den GHz-Bereich ist möglich. Genauigkeitsprobleme werden verringert, da keine Referenzspannung erforderlich ist. Darüber hinaus kann die Vorrichtung mit geringem Phasenrauschen realisiert sein, sofern sichergestellt ist, dass der Takt des ersten und/oder zweiten digitalen Trägersignals stabil ist, d.h. eine gemeinsame Referenzfrequenzquelle für Modulation/Demodulation vorgesehen ist.

Die Vorrichtung lässt sich auf einfache Weise zusammen integrieren, da bis auf den Addierer reine Digitalschaltungstechnik verwendbar ist. Dies gilt insbesondere, wenn der Amplitudenmodulator als Schaltmodulator realisiert wird.

Durch das Vorsehen eines oder mehrerer Kondensatoren ist auf einfache Weise eine Potentialtrennung zwischen Signaleingang und Signalausgang möglich. Dies gilt auch für solche analoge Eingangssignale, welche ein Gleichspannungssignal sind. In entsprechender Weise kann durch das Vorsehen mehrerer Kondensatoren eine einfache Potentialtrennung für mehrere Kanäle realisiert werden.

Hierdurch bedingt kann die Vorrichtung kostengünstig hergestellt werden. Die Vorrichtung ist sowohl für den Einsatz in Messtechnik als auch in ASICs, FPGAs oder DSPs denkbar.

Die Erfindung wird nachfolgend näher anhand von Ausführungsbeispielen in der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

FIG 1 ein elektrisches Ersatzschaltbild eines ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem einzigen Signaleingang;

FIG 2 ein elektrisches Ersatzschaltbild gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel einer erfindungs-

- gemäßen Vorrichtung, welche beispielhaft zwei Eingangskanäle umfasst;
- FIG 3 eine schematische Darstellung eines beispielhaft nutzbaren Filterelements in den Vorrichtungen gemäß FIG 1 und FIG 2;
- FIG 4 ein Zeigerdiagramm, das die Wandlung eines PM-Signals aus einem AM-Signal zeigt, wobei ein Fall ohne Trägerunterdrückung gezeigt ist, mit der nicht praktikablen Erzeugung eines Korrektursignales (Vektor);
- FIG 5 ein Spannungs-Zeit-Diagramm, das ein begrenztes PM-Signal im Vergleich zu einem Trägersignal zeigt;
- FIG 6 ein Zeigerdiagramm, das den erfindungsgemäßen Umwandlungsprozess eines AM-Signals in ein PM-Signal illustriert; und
- FIG 7 und 8 ein Zeigerdiagramm, das den Phasenhub bei Modulation durch ein symmetrisches harmonisches Signal und daraus ergebender nacheilender und vorseilender Phase zeigt.
- FIG 1 zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Wandlung eines analogen Eingangssignals  $Sig_A$  in ein digitales Ausgangssignal  $Sig_D$ . Die Vorrichtung, auch als A/D-Wandler bezeichnet, umfasst einen Amplitudenmodulator 10 mit Trägerunterdrückung, einen Addierer 20, einen Begrenzer 30, einen digitalen Schaltungssteil 40 sowie ein erstes und ein zweites Filterelement 50, 60.
- Das analoge Eingangssignal  $Sig_A$  wird dem Amplitudenmodulator 10 mit Trägerunterdrückung an einem Signaleingang 11 zugeführt. An einem Eingang 12 wird dem Amplitudenmodulator 10 ferner ein sinusförmiges Trägersignal  $Sig_{ST}$  zugeführt. An einem Ausgang 13 des Amplitudenmodulators 10 wird ein trägerlo-

ses amplitudenmoduliertes Signal (AM-Signal) ausgegeben und dem Addierer 20 an einem Eingang 21 zugeführt. An einem weiteren Eingang 22 wird dem Addierer ein sinusförmiges Trägersignal  $\text{Sig}_{\text{ST}90}$  zugeführt, das um  $90^\circ$  zu dem sinusförmigen Trägersignal  $\text{Sig}_{\text{ST}}$  phasenverschoben ist. Durch Addition des trägerlosen AM-Signals und des sinusförmigen Trägersignals  $\text{Sig}_{\text{ST}90}$ , welches ein Additionssignal in Gestalt eines Zweiseitenband-Signals und des  $90^\circ$ -Trägersignals umfasst, wird ein phasenmoduliertes Signal (PM-Signal) mit Störampplitudenmodulation bereitgestellt. Dieses PM-Signal mit Störampplitude wird an einem Ausgang 23 des Addierers 20 ausgegeben und dem Begrenzer 30 zugeführt, der dazu ausgebildet ist, die darin enthaltene Störampplitudenmodulation in dem PM-Signal zu unterdrücken. Das somit entstandene digitale Ausgangssignal  $\text{Sig}_{\text{D}}$  wird einem Eingang 41 des digitalen Schaltungsteiles 40 zugeführt, welcher dieses mit Hilfe eines digitalen Demodulators 43 demoduliert und an einem Ausgang 42 zur weiteren Verarbeitung bereitstellt.

Der digitale Schaltungsteil 40 umfasst eine erste Einheit 44 (Generator G) zur Erzeugung eines, digitalen Trägersignals, das als Rechtecksignal an einem Ausgang 44A bereitgestellt wird. Das Rechtecksignal wird dem ersten Filterelement 50, z.B. einem Tiefpass, zugeführt, welcher die erste Harmonische (Grundwelle) ausfiltert und das hieraus entstehende sinusförmige Signal als das sinusförmige Trägersignal  $\text{Sig}_{\text{ST}}$  dem Amplitudenmodulator 10 zur Verarbeitung zuführt.

Der digitale Schaltungsteil 40 umfasst darüber hinaus eine zweite Einheit 45 zur Erzeugung eines zweiten, digitalen Trägersignals, wobei das zweite, digitale Trägersignal phasestarr aus dem ersten, digitalen Trägersignal mit Hilfe eines Muttergenerators erzeugt ist. Das zweite, digitale Trägersignal ist ebenfalls ein Rechtecksignal, das um  $90^\circ$  phasenverschoben zu dem von der ersten Einheit 44 bereitgestellten Rechtecksignal ist. Dieses wird an einem Ausgang 45A des digitalen Schaltungsteiles dem zweiten Filterelement 60 zur Verfügung gestellt, welches ebenso die erste Harmonische

(Grundwelle) aussieht. Das somit entstehende sinusförmige Signal wird als das sinusförmige Trägersignal  $\text{Sig}_{\text{ST90}}$  dem Eingang 22 des Addierers 20 zur Verfügung gestellt. Beide Rechtecksignale werden auch zur digitalen Demodulation verwendet.

5 Das ganze System ist phasenstarr, damit wirken sich Änderungen in Phase und Frequenz auf alle Trägersignale aus.

Der Amplitudenmodulator 10 kann beispielsweise als Ringmodulator oder als Schaltermodulator (z.B. Doppelgegentaktmodulator) ausgebildet sein.

10

Aus dem analogen Eingangssignal  $\text{Sig}_A$  wird durch den Amplitudenmodulator 10 mit Trägerunterdrückung und dem Addierer 20 ein phasenmoduliertes PM-Signal erzeugt, welches durch den

15 Begrenzer 30 begrenzt wird, wodurch das digitale Ausgangssignal  $\text{Sig}_D$  eine Amplitude aufweist, welche aus 0 oder 1 besteht. Die Länge dieser Impulse ist, in Abhängigkeit der gewählten Trägerfrequenz, welche von der ersten und zweiten Einheit 44, 45 erzeugt wird, wertkontinuierlich.

20

Für die nachfolgende Erklärung des Prinzips des verwendeten Phasenwandlers werden harmonische Signale verwendet, da mit den Winkel-Beziehungen auf einfache Weise gerechnet werden kann. Für das analoge Eingangssignal  $\text{Sig}_A$ , welches gewandelt

25 werden soll, gilt dies nicht uneingeschränkt, da praktisch jede Signalform, einschließlich von Gleichsignalwerten, auftreten kann.

FIG 4 zeigt in einem Zeigerdiagramm die Wandlung eines phasenmodulierten PM-Signals aus einem amplitudenmodulierten AM-Signal. Das Zeigerdiagramm zeigt auf der horizontalen Achse und mit I gekennzeichnet die  $0^\circ$ -Phase und auf der vertikalen Achse und mit Q gekennzeichnet den  $90^\circ$ -Phasenträger (Quadratur-Achse). Mit AMTV ist der Vektor des AM-Trägers gekennzeichnet. SB-AMTV kennzeichnet die Vektoren der Seitenbänder

30 des AM-Trägers, die in entgegengesetzter Richtung um die Pfeilspitze des AM-Trägers AMTV rotieren. Durch die Addition der beiden Vektoren SB-AMTV ergibt sich ein auf der I-Achse

35

liegender Vektor veränderlicher Länge, der die Vektorlänge des AM-Trägers AMTV beeinflusst. Die Länge des Vektors AMTV liegt somit, ausgehend vom Ursprung des Zeigerdiagramms zwischen den Schnittpunkten des gestrichelt eingezeichneten  
 5 Kreises und der I-Achse (Amplitudenmodulation). Parallel zur Q-Achse verläuft der Vektor des erzeugten PM-Trägersignals PMTV (erzeugt aus AMTV und KV), wobei dessen Pfeilspitze immer am Schnittpunkt des Ursprungs der Seitenbänder SB-AMTV liegt. Gestrichelt eingezeichnet ist ferner der notwendige  
 10 Korrekturvektor für den PM-Träger PMTV, der ohne Trägerunterdrückung erzeugt werden müsste, was in der Praxis jedoch nahezu unmöglich ist.

Wird, wie mit Hilfe der erfindungsgemäßen Vorrichtung, ein  
 15 amplitudenmoduliertes Signal mit Trägerunterdrückung gemäß Gleichung (2) erzeugt, entfällt die aufwändige Kompensation des Trägers des AM-Signals. Durch Addition eines neuen Trägers, welcher um  $90^\circ$  gegenüber dem Träger des AM-Signals gedreht wird, wird das erwünschte phasenmodulierte PM-Signal  
 20 mit maximal  $\pm 90^\circ$  Phasenhub erhalten. Dies wird durch Gleichung (3) ausgedrückt:

$$\sin(\alpha t) \cdot \cos(\omega t) = \frac{1}{2} [\sin((\alpha + \omega)t) + \sin((\alpha - \omega)t)] \quad (2),$$

$$25 \quad U_{pm}(t) = \cos(\alpha t) + \sin((\alpha + \omega)t) + \sin((\alpha - \omega)t) \quad (3)$$

wobei  $\sin(\alpha t)$  der Träger,  $\cos(\omega t)$  das Signal,  $\cos(\alpha t)$  der  $90^\circ$ -Träger und  $U_{pm}(t)$  das phasenmodulierte Signal sind.

30 Reste der Amplitudenmodulation, welche eine Störmodulation darstellen, werden durch den Begrenzer 30 unterdrückt. Das digitale Ausgangssignal  $\text{Sig}_D$  trägt die Modulation jetzt in zeitlich unterschiedlichen Nulldurchgängen im Vergleich zu dem  $90^\circ$ -Trägersignal ( $\text{Sig}_{ST90}$ ) bzw. dem unterdrücktem AM-Träger ( $\text{Sig}_{St}$ ). Die Amplitude schwankt zwischen 0 und 1, d.h. man  
 35 erhält ein in der Amplitude digitales Signal.

FIG 5 zeigt das begrenzte phasenmodulierte Signal  $\text{Sig}_D$  im Vergleich zum  $90^\circ$ -Träger  $\text{Sig}_{\text{ST}90}$  und das analoge Eingangssignal  $\text{Sig}_A$  in einem Spannungs-Zeit-Diagramm. Die Abtastung des phasenmodulierten Signales 43 im digitalen Schaltungsteil 40 muss ausreichend schnell erfolgen, um Nulldurchgänge zu erfassen (Abtasttheorem). Die Information steckt nunmehr somit in der Länge der Rechteckpulse des digitalen Ausgangssignals  $\text{Sig}_D$ .

FIG 6 zeigt den Umwandlungsprozess im I-Q-Zeigerdiagramm. Dargestellt sind der Vektor des PM-Trägers  $\text{PMTV}$ , die Vektoren der Seitenbänder des AM-Trägers  $\text{SB-AMTV}$  und der Vektor  $\text{AMTV}'$  des unterdrückten AM-Trägers. Wie unschwer zu erkennen ist, liegt der Vektor des PM-Trägers  $\text{PMTV}$  nunmehr in der Q-Achse, während der Vektor des unterdrückten AM-Trägers  $\text{AMTV}'$  parallel zur I-Achse verläuft. Der unterdrückte Träger ist in der Praxis nicht existent.

Die Figuren 7 und 8 zeigen jeweils eine Darstellung des Phasenhubs bei Modulation durch ein symmetrisches harmonisches Signal, wobei in FIG 7 der Vektor  $\text{PMTV}$  der Nulllage  $\text{PMTV}_0$  vorrauseilt und in FIG 8 der Vektor  $\text{PMTV}$  der Nulllage  $\text{PMTV}$  nacheilt. Bei der Modulation mit einem gleichspannungsfreien harmonischen Signal ergibt sich ein symmetrischer Phasenhub um die Trägerphasenlage. Bei maximaler Aussteuerung, d.h. einer Signalamplitude gegen unendlich, wird ein Phasenhub von  $\pm 90^\circ$  erreicht.

FIG 2 zeigt in einem zweiten Ausführungsbeispiel einen Mehrkanal-A/D-Wandler, der lediglich beispielhaft zwei Eingangskanäle umfasst. Die in FIG 2 enthaltenen Elemente entsprechen denen des in FIG 1 beschriebenen Wandlers, wobei Komponenten des ersten Eingangskanals mit dem Suffix „-1“ und Elemente des zweiten Eingangskanals mit dem Suffix „-2“ bezeichnet sind. Es ist ohne Weiteres zu erkennen, dass die erste und zweite Einheit 44, 45 zur Erzeugung des ersten bzw. zweiten digitalen Trägersignals gemeinsam für alle Eingangskanäle genutzt werden kann. Jedem Amplitudenmodulator 10-1, 10-2 und

jedem Addierer 20-1, 20-2 ist jedoch ein jeweiliges Filterelement 50-1, 60-1 bzw. 50-2, 60-2 zugeordnet.

Als weiteren Unterschied zu dem in FIG 1 gezeigten Ausführungsbeispiel weist jeder Eingangskanal 1 und 2 im Signalpfad Kondensatoren 15-1 und 25-1 bzw. 15-2 und 25-2 auf. Die Kondensatoren 15-1, 15-2 sind zwischen dem Amplitudenmodulator 10-1, 10-2 und dem Addierer 20-1, 20-2 angeordnet. Die Kondensatoren 25-1, 25-2 sind zwischen dem Addierer 20-1, 20-2 und dem Begrenzer 30-1 und 30-2 des jeweiligen Eingangskanals angeordnet. Die Kondensatoren 15-i ( $i = 1, 2$ ) und 25-i ( $i = 1, 2$ ) dienen zur galvanischen Trennung. Darüber hinaus kann ein eventuell in dem analogen Modulationssignal enthaltender Gleichspannungsanteil abgetrennt werden.

15

In einem Eingangskanal können wahlweise einer oder beide der Kondensatoren 15-i und/oder 25-i enthalten sein.

Während die Filterelemente 50, 60 in dem in FIG 1 gezeigten Ausführungsbeispiel als Tiefpässe ausgebildet waren, sind diese in dem in FIG 2 gezeigten Ausführungsbeispiel als Bandpass vorgesehen. Ein solcher Bandpass kann beispielsweise als, wie in FIG 3 gezeigtes, Wien-Glied ausgebildet sein, welches in einer dem Fachmann bekannten Weise aus zwei Kondensatoren 51, 53 und zwei Widerständen 52, 54 besteht. Wie ohne weiteres ersichtlich ist, sind ein Kondensator 51 und ein Widerstand 52 seriell und ein Kondensator 53 und ein Widerstand 54 parallel zueinander verschaltet. Hierdurch ergibt sich durch die Kombination eines Tiefpasses mit einem Hochpass die gewünschte Bandpasscharakteristik. Der Widerstand 52 wird dabei, abhängig ob es sich um das Filterelement 50 oder 60 handelt, mit dem Ausgang 45A bzw. 44A verbunden. Der Knotenpunkt zwischen den Kondensatoren 51, 53 ist, abhängig davon, ob es sich um das Filterelement 50-i oder 60-i handelt, mit dem Amplitudenmodulator 10-i oder dem Addierer 20-i verbunden.

Der in FIG 2 gezeigte digitale Schaltungsteil 40 weist beispielhaft einen jeweiligen Ausgang 42-1 und 42-2 für die Ausgabe von demodulierten digitalen Ausgangssignalen auf. Ebenso weist der digitale Schaltungsteil 40 beispielhaft für jeden  
5 Eingangskanal jeweilige Schaltungseinheiten 43-1, 43-2 (Demodulatoren) auf.

Die digitale Schaltung, welche als digitaler PM-Demodulator arbeitet, erzeugt aus einem Takt das Trägersignal sowohl das  
10 90°- Trägersignal für die analoge Phasenmodulation als auch für die digitale Phasendemodulation.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Wandlung eines analogen Eingangssignals ( $Sig_A$ ) in ein digitales Ausgangssignal ( $Sig_D$ ), umfassend:

- 5 - einen Amplitudenmodulator (10) mit Trägerunterdrückung zur Bereitstellung eines trägerlosen amplitudenmodulierten Signals (AM-Signal), dem das analoge Eingangssignal an einem Signaleingang (11) zugeführt wird;
- 10 - einen Addierer (20), dem das von dem Amplitudenmodulator (10) ausgegebene trägerlose AM-Signal zugeführt wird und der dazu eingerichtet ist, zu dem AM-Signal ein um  $90^\circ$  verschobenes Trägersignal zu addieren und ein phasenmoduliertes Signal (PM-Signal) bereitzustellen;
- 15 - einen Begrenzer (30), dem das von dem Addierer (20) ausgegebene PM-Signal zugeführt wird und der dazu ausgebildet ist, eine störende Amplitudenmodulation in dem PM-Signal zu unterdrücken.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das phasenmodulierte Signal gebildet wird aus einem Zweiseitenband-Signal sowie einem  $90^\circ$ -Trägersignal.

20

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Amplitudenmodulator (10) als Ringmodulator, oder transformatorloser Doppelgegentaktmodulator oder als Schaltermodulator ausgebildet ist.

25

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass diese ein erstes Filterelement (50) umfasst, welches aus einem ihr zugeführten ersten, digitalen Trägersignal ein sinusförmiges Trägersignal ( $Sig_{ST}$ ) erzeugt, das dem Amplitudenmodulator (10) zugeführt und durch den Amplitudenmodulator (10) mit dem analogen Eingangssignal ( $Sig_A$ ) multipliziert wird.

30

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass diese ein zweites Filterelement (50) umfasst, welches aus einem ihr zugeführten zweiten, di-

35

gitalen Trägersignal ein sinusförmiges Trägersignal ( $\text{Sig}_{\text{ST}90}$ ) erzeugt, das um  $90^\circ$  zu dem ersten sinusförmigen Trägersignal ( $\text{Sig}_{\text{ST}}$ ) verschoben ist und dem Addierer (20) zugeführt wird, um durch den Addierer (20) als Additionssignal zu dem AM-Sig-  
5 nal addiert zu werden.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 und/oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass erste, digitale Trägersignal und/oder das zweite, digitale Trägersignal aus einem Muttergenerator  
10 erzeugt werden, so dass diese gegeneinander phasenstarr sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 4, 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das erste und/oder das zweite Filterelement (50, 60) als Tiefpass oder als Bandpass, insbesondere als  
15 Wien-Glied, ausgebildet sind.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Amplitudenmodulator (10) und dem Addierer (20) ein Kondensator (15) zur Potenti-  
20 altrennung angeordnet ist.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Addierer (20) und dem Begrenzer (30) ein Kondensator (25) zur Potentialtrennung an-  
25 geordnet ist.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass diese mehrere Eingangskanäle umfasst und pro Eingangskanal gemäß einem der vorhergehenden  
30 Ansprüche ausgebildet ist.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dem Signaleingang (11) des Amplitudenmodulators (10) ein Integrierer vorgeschaltet ist, welcher das analoge Eingangssignal ( $\text{Sig}_A$ ) verarbeitet bevor dieses dem Signaleingang (11) zugeführt wird.  
35

FIG 1

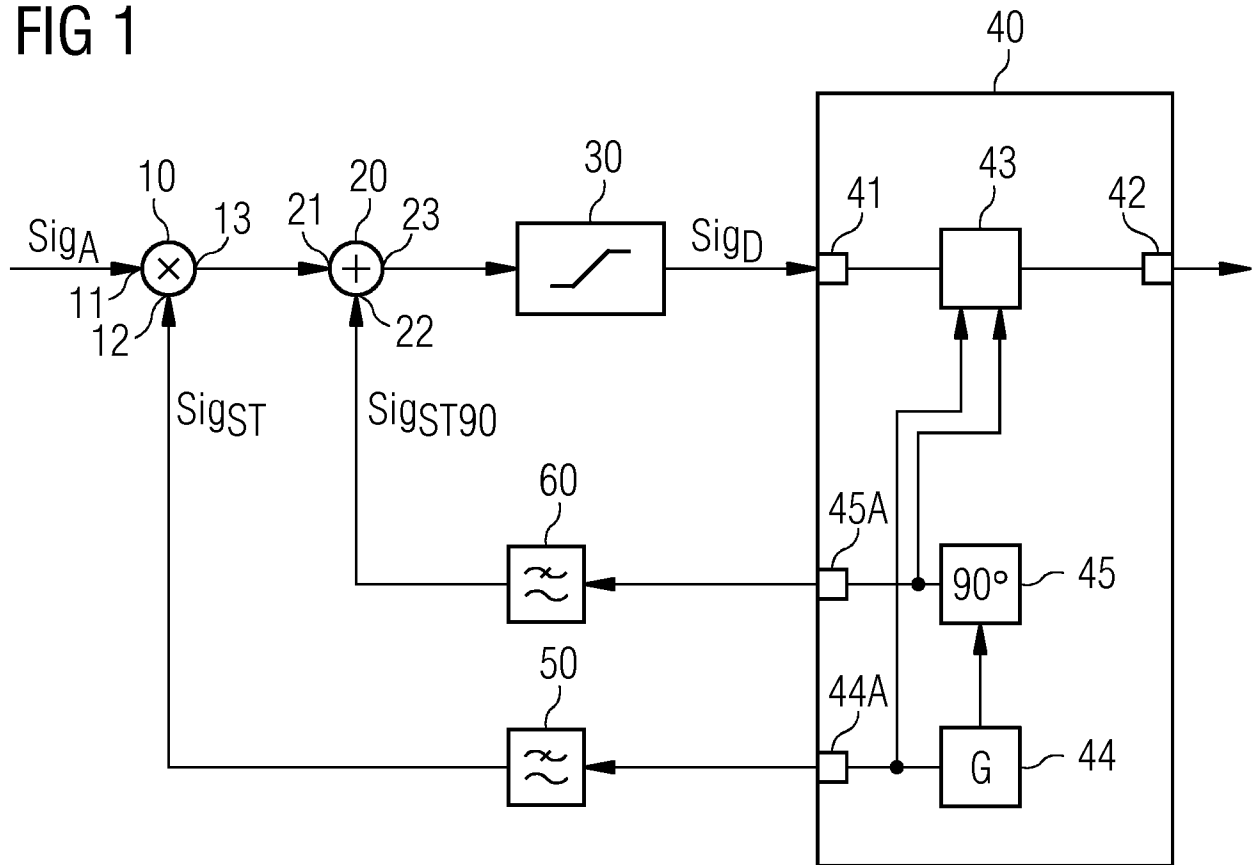


FIG 2

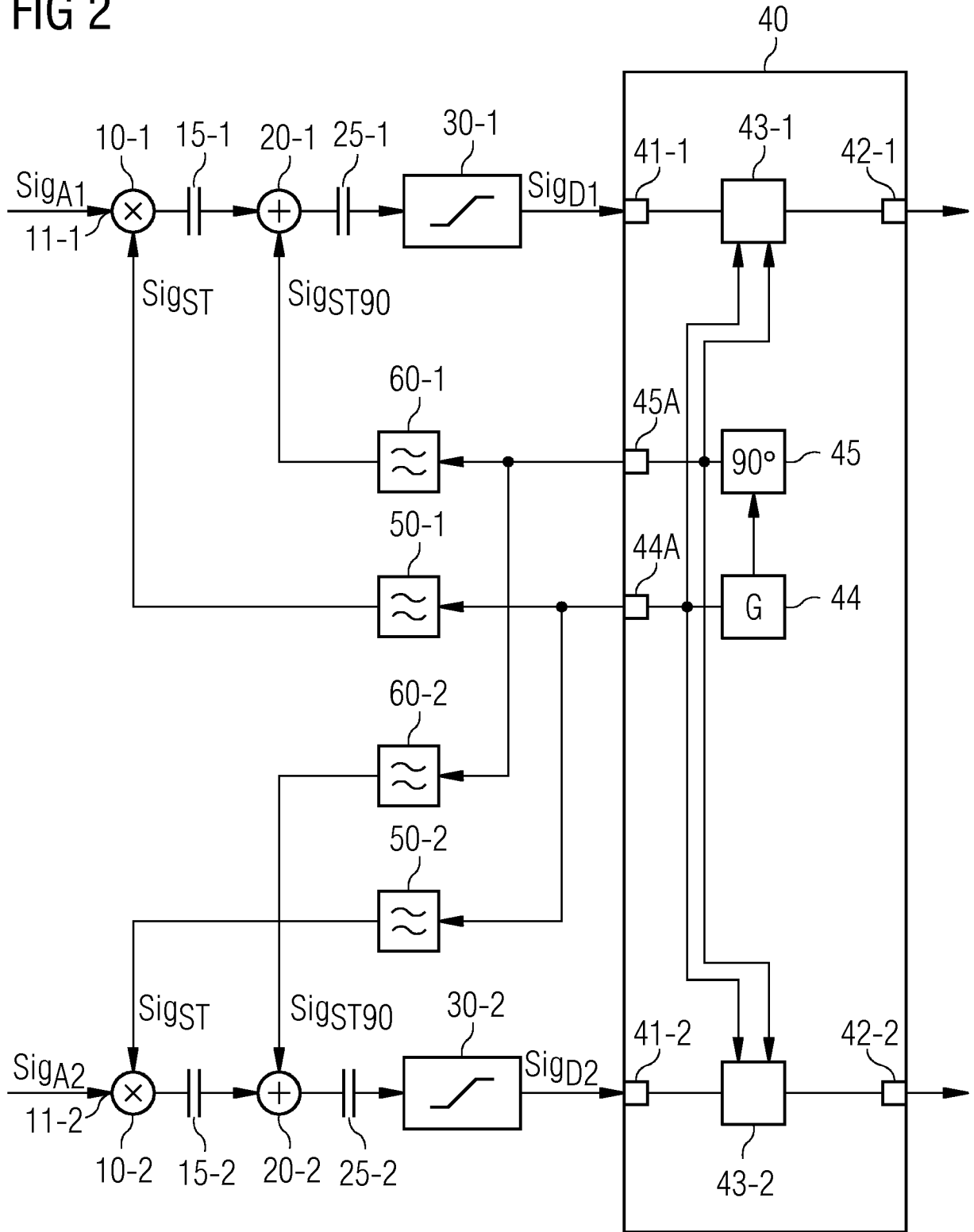


FIG 3

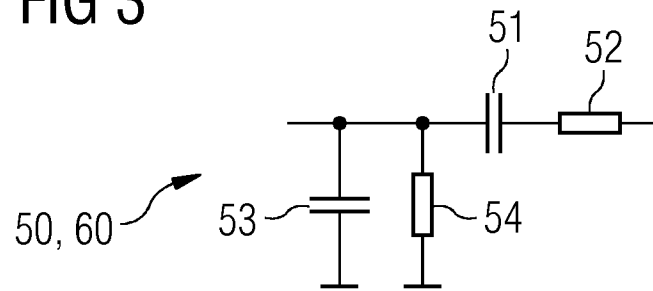


FIG 4

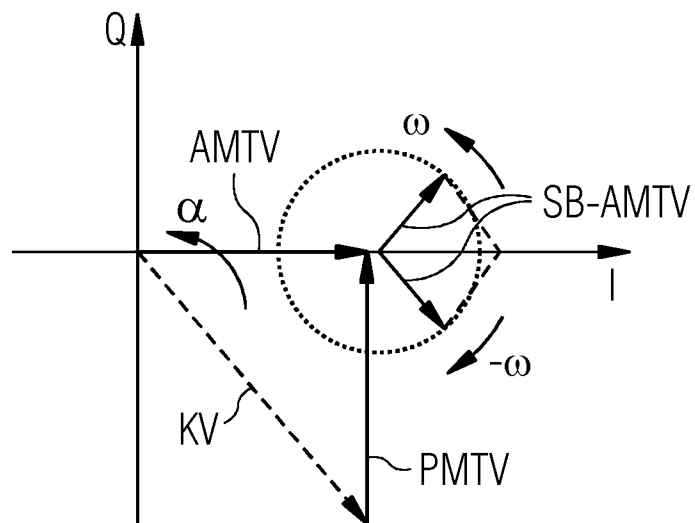


FIG 5

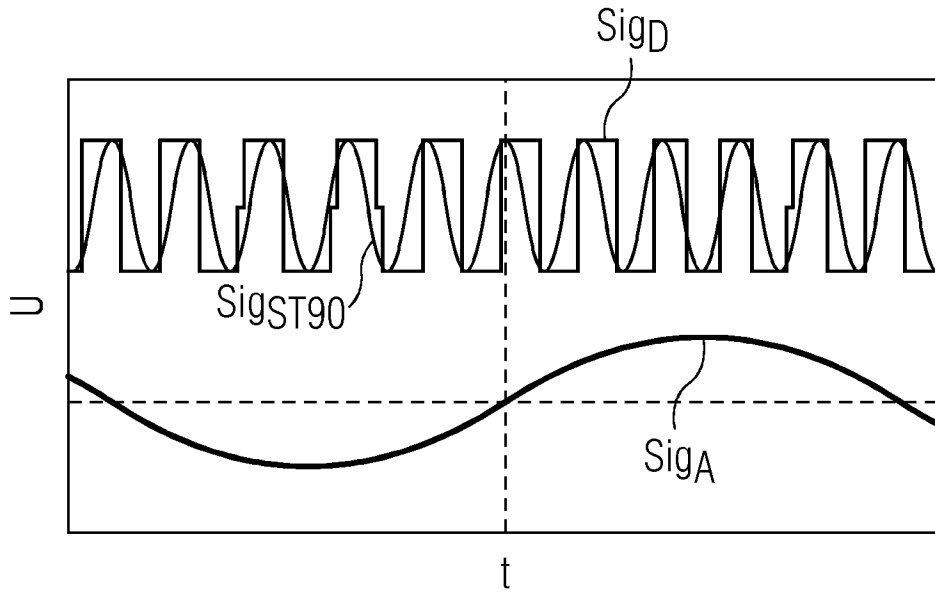


FIG 6

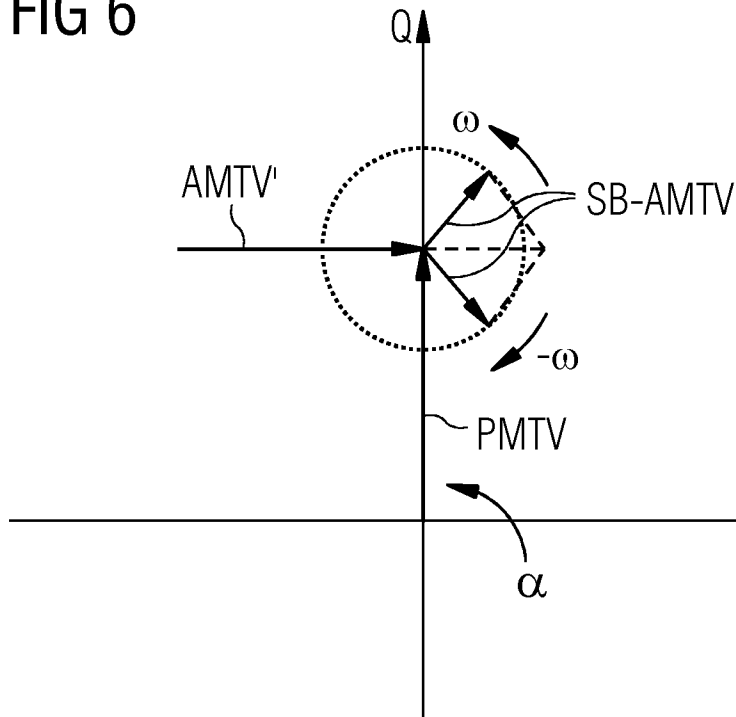


FIG 7

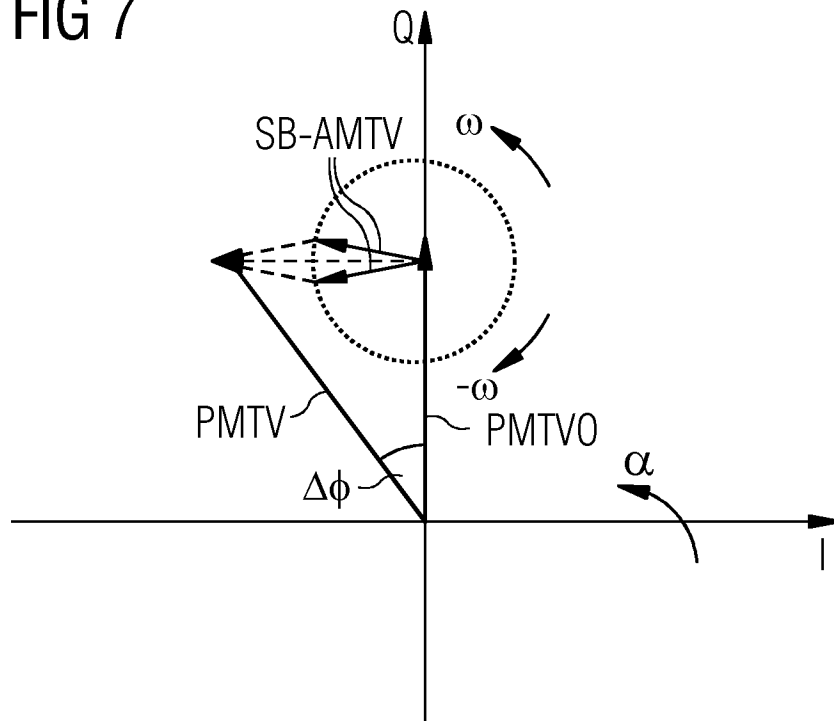
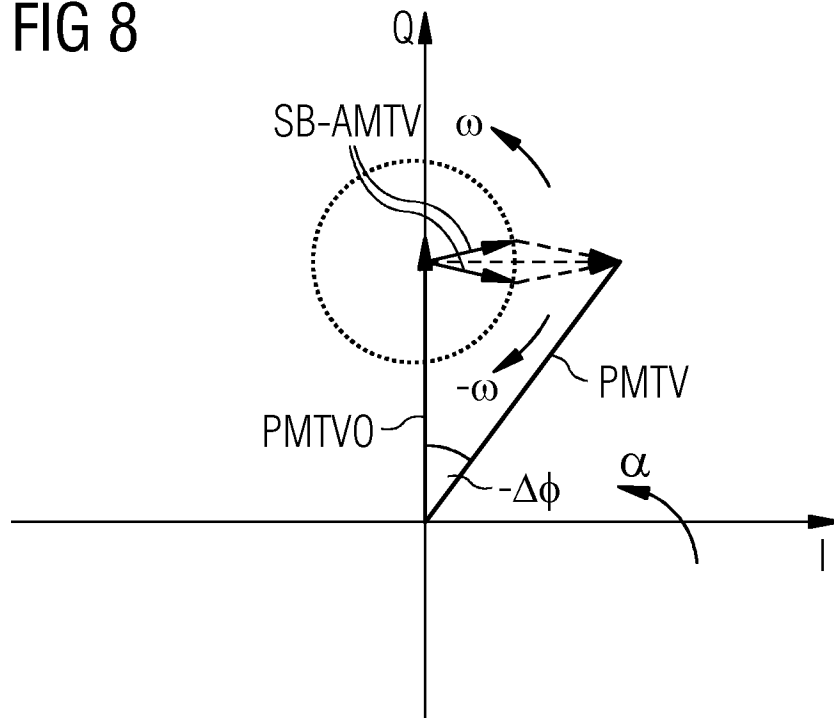


FIG 8



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2019/074171**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>H03C 3/40</i> (2006.01)i; <i>H03M 1/64</i> (2006.01)i; <i>H03C 1/52</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H03M; H03D; H03C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	RUTHROFF C L ET AL. "A linear phase modulator for large baseband bandwidths" <i>BELL SYSTEM TECHNICAL JOURNAL, AT AND T, SHORT HILLS, NY, US</i> , Vol. 49, No. 8, October 1970 (1970-10), pages 1893-1903, [retrieved on 2014-03-15] DOI: 10.1002/J.1538-7305.1970.TB04293.X ISSN: 0005-8580, XP011630200 page 1894, paragraph 2 figure 1	1-9
X	US 4028641 A (BODTMANN WILLIAM FRED ET AL) 07 June 1977 (1977-06-07) abstract column 2, lines 28-43 figures 1,2	1-10
X	BENOIT R VEILLETTE ET AL. "On-Chip Measurement of the Jitter Transfer Function of Charge-Pump Phase-Locked Loops" <i>IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, USA</i> , Vol. 33, No. 3, March 1998 (1998-03), ISSN: 0018-9200, XP011060698 figure 1	1-9
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>29 November 2019</b>		Date of mailing of the international search report <b>10 December 2019</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Rocha, Daniel</b> Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/074171

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EILERS C G. "STEREOPHONIC FM BROADCASTING" <i>IEEE TRANSACTIONS ON CONSUMER ELECTRONICS, IEEE SERVICE CENTER, NEW YORK, NY, US</i> , Vol. CE-28, No. 1, February 1982 (1982-02), pages 5-12 DOI: 10.1109/TCE.1982.353864 ISSN: 0098-3063, XP000794626 page 11, right column - page 12, left column figure 4	1-9
X	EILERS C G. "STEREOPHONIC FM BROADCASTING" <i>IRE TRANSACTIONS ON BROADCAST AND TELEVISION RECEIVERS, IEEE INC. NEW YORK, US</i> , Vol. BRT-07, No. 2, July 1961 (1961-07), pages 73-80 XP000794651 page 79, right column - page 80, left column figure 4	1-9
X	PARSONS J D ET AL. "DATA TRANSMISSION OVER V.H.F. MOBILE-RADIO LINKS USING BINARY F.S.K. AND TWO QUASISYNCHRONOUS TRANSMITTERS" <i>IEE PROCEEDINGS F. COMMUNICATIONS, RADAR &amp; SIGNALPROCESSING, INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS. STEVENAGE, GB</i> , Vol. 127, No. 6, PART F, December 1980 (1980-12), pages 456-463 ISSN: 0956-375X, XP000760491 page 456, right column figure 1	1-9,11
T	EDWIN H ARMSTRONG. "A METHOD OF REDUCING DISTURBANCES IN RADIO SIGNALING BY A SYSTEM OF FREQUENCY MODULATION*" <i>PROCEEDINGS OF THE INSTITUTE OF RADIO ENGINEERS</i> , Vol. 24, No. 5, May 1936 (1936-05), pages 689-740 DOI: 10.1109/JRPROC.1936.227383 XP055567723	

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2019/074171**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	4028641	A	07 June 1977	DE	2720649	A1	01 December 1977
				FR	2351537	A1	09 December 1977
				GB	1529163	A	18 October 1978
				IT	1083354	B	21 May 1985
				JP	S6057723	B2	17 December 1985
				JP	S52137243	A	16 November 1977
				NL	7705009	A	15 November 1977
				US	4028641	A	07 June 1977
.....							

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H03C3/40 H03M1/64 H03C1/52 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) H03M H03D H03C		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	RUTHROFF C L ET AL: "A linear phase modulator for large baseband bandwidths", BELL SYSTEM TECHNICAL JOURNAL, AT AND T, SHORT HILLS, NY, US, Bd. 49, Nr. 8, Oktober 1970 (1970-10), Seiten 1893-1903, XP011630200, ISSN: 0005-8580, DOI: 10.1002/J.1538-7305.1970.TB04293.X [gefunden am 2014-03-15] Seite 1894, Absatz 2 Abbildung 1	1-9
X	US 4 028 641 A (BODTMANN WILLIAM FRED ET AL) 7. Juni 1977 (1977-06-07) Zusammenfassung Spalte 2, Zeilen 28-43 Abbildungen 1,2 ----- -/--	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
29. November 2019		10/12/2019
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Rocha, Daniel

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>BENOIT R VEILLETTE ET AL: "On-Chip Measurement of the Jitter Transfer Function of Charge-Pump Phase-Locked Loops", IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, USA, Bd. 33, Nr. 3, März 1998 (1998-03), XP011060698, ISSN: 0018-9200 Abbildung 1</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-9
X	<p>EILERS C G: "STEREOPHONIC FM BROADCASTING", IEEE TRANSACTIONS ON CONSUMER ELECTRONICS, IEEE SERVICE CENTER, NEW YORK, NY, US, Bd. CE-28, Nr. 1, Februar 1982 (1982-02), Seiten 5-12, XP000794626, ISSN: 0098-3063, DOI: 10.1109/TCE.1982.353864 Seite 11, rechte Spalte - Seite 12, linke Spalte Abbildung 4</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-9
X	<p>EILERS C G: "STEREOPHONIC FM BROADCASTING", IRE TRANSACTIONS ON BROADCAST AND TELEVISION RECEIVERS, IEEE INC. NEW YORK, US, Bd. BRT-07, Nr. 2, Juli 1961 (1961-07), Seiten 73-80, XP000794651, Seite 79, rechte Spalte - Seite 80, linke Spalte Abbildung 4</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-9
X	<p>PARSONS J D ET AL: "DATA TRANSMISSION OVER V.H.F. MOBILE-RADIO LINKS USING BINARY F.S.K. AND TWO QUASISYNCHRONOUS TRANSMITTERS", IEE PROCEEDINGS F. COMMUNICATIONS, RADAR &amp; SIGNALPROCESSING, INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS. STEVENAGE, GB, Bd. 127, Nr. 6, PART F, Dezember 1980 (1980-12), Seiten 456-463, XP000760491, ISSN: 0956-375X Seite 456, rechte Spalte Abbildung 1</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-9,11
T	<p>EDWIN H ARMSTRONG: "A METHOD OF REDUCING DISTURBANCES IN RADIO SIGNALING BY A SYSTEM OF FREQUENCY MODULATION*", PROCEEDINGS OF THE INSTITUTE OF RADIO ENGINEERS, Bd. 24, Nr. 5, Mai 1936 (1936-05), Seiten 689-740, XP055567723, DOI: 10.1109/JRPROC.1936.227383</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/074171

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
US 4028641	A	07-06-1977	DE 2720649 A1	01-12-1977
			FR 2351537 A1	09-12-1977
			GB 1529163 A	18-10-1978
			IT 1083354 B	21-05-1985
			JP S6057723 B2	17-12-1985
			JP S52137243 A	16-11-1977
			NL 7705009 A	15-11-1977
			US 4028641 A	07-06-1977
-----				