



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **259 511 A1**

4(51) H 03 L 7/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 03 L / 301 257 7

(22) 30.03.87

(44) 24.08.88

(71) Institut für Neurobiologie und Hirnforschung, Leipziger Straße 44, Magdeburg, 3090, DD

(72) Schmitz, Dietrich, Dr. rer. nat., DD

(54) Digital gesteuerter Sinusoszillator mit Phasen- und Frequenzregelung

(55) Digital gesteuerter Sinusoszillator, Phasen- und Frequenzregelung, digitales Bezugssignal, RC-Glied, Transistor, Sollwertspannung, Mikrorechner, Oszillatorausgangsspannung

(57) Digital gesteuerter Sinusoszillator mit Frequenz- und Phasenregelung, dessen Oszillatorausgangsfrequenz und -phase durch ein digitales Bezugssignal auf einen genauen und stabilen Wert gesteuert und vom digitalen Bezugssignal vorgebar ist, erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Oszillator im RC-Aktivfilter zweiter Ordnung aus Feldeffekttransistoren und Kondensatoren gebildete RC-Glieder aufweist und der Source-Drain-Widerstand der Transistoren durch eine Sollwertspannung gesteuert wird, welche aus dem Vergleich mit in einem Mikrorechner in Phase und Frequenz gespeicherten Bezugswerten und der über einen Komparator gewandelten Oszillatorausgangsspannung gewonnen wird und somit das Oszillatorausgangssignal phasen- und frequenzgeregelt mit dem aus dem Mikrorechner abgeleiteten Eingangssignal verbunden ist. Die Ausgangssignalfrequenz ist im Bereich des Source-Drain-Widerstandes von 10^2 Ohm bis 10^6 Ohm regelbar.

Patentansprüche:

1. Digital gesteuerter Sinusoszillator mit Phasen- und Frequenzregelung, bestehend aus einem Inverter, einem Mitkopplungsnetzwerk zur Güteregelung und nachgeschaltetem RC-Aktivfilter zweiter Ordnung, **dadurch gekennzeichnet**, daß im RC-Aktivfilter zweiter Ordnung (3 und 4) aus Kondensatoren (3b, 4b) und Transistoren (3a, 4a), bevorzugt Feldeffekttransistoren, gebildete RC-Glieder angeordnet sind, welche die Integrationszeitkonstante für das RC-Aktivfilter zweiter Ordnung bildet und daß der Source-Drain-Widerstand der Transistoren (3a, 4a) durch eine aus einem Mikrorechner (1) über einen Digital-Analog-Umsetzer (10) vorgegebene Sollwertspannung gesteuert wird, welche aus dem Vergleich mit im Mikrorechner (1) in Phase und Frequenz gespeicherten Bezugswerten und der in bekannter Weise über einen Komparator (9) gewandelten Oszillatorausgangsspannung gewonnen wird, so daß erfindungsgemäß eine digitale Phasen- und Frequenzregelung des Filters (3, 4) erreicht wird und das Oszillatorausgangssignal (A2) phasen- und frequenzgeregelt mit dem aus dem Mikrorechner (1) abgeleiteten Ausgangssignal verbunden ist.
2. Digital gesteuerter Sinusoszillator mit Phasen- und Frequenzregelung nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die am Ausgang des Integrators (3, A1) über einen Komparator (1) gewandelte Cosinusspannung und die über einen Komparator (9) gewandelte Oszillatorausgangsspannung (A2) im Mikrorechner (1) mit für beide Spannungen gespeicherten und vorgebbaren Phasenbezugswerten verglichen und eine Korrekturgröße gebildet wird, welche die vom Mikrorechner (1) über einen Digital-Analog-Umsetzer (12) gewandelte Steuerspannung für den Source-Drain-Widerstand des Transistors (3a) und die vom Mikrorechner (1) über einen Digital-Analog-Umsetzer (13) gewandelte Steuerspannung für den Source-Drain-Widerstand des Transistors (4a) korrigiert, so daß eine einstellbare digital geregelte Phasenverschiebung zwischen der Cosinusspannung am Ausgang des Integrators (3, A1) und der Sinusspannung am Ausgang des Integrators (4, A2) realisiert wird.
3. Digital gesteuerter Sinusoszillator mit Phasen- und Frequenzregelung nach den Punkten 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Bereich der Source-Drain-Widerstandes von 10^2 Ohm bis 10^6 Ohm der Transistoren (3a, 4a) die Cosinussignalfrequenz und Sinussignalfrequenz regelbar ist.
4. Digital gesteuerter Sinusoszillator mit Phasen- und Frequenzregelung nach den Punkten 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Quarzoszillator im Mikrorechner (1), der Komparator (11) und die Digital-Analog-Umsetzer (10, 12, 13) thermostatiert sind.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen digital gesteuerten Sinusoszillator mit Phasen- und Frequenzregelung, wie er in Trägerfrequenzmeßsystemen, vorzugsweise in der elektronischen Wägetechnik, verwendet wird.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

In der elektronischen Meßtechnik sind RC-Sinusoszillatoren nach dem Prinzip der Wien- bzw. Wien-Robinson-Brücke aufgebaut, wie in DD-WP 0151682 beschrieben.

Die Amplitude wird über eine Ausgangsgerichtung und Steuerung eines MOS-Transistors im Brückenteil eingestellt. Die Frequenzvariation erfolgt durch Tandempotentiometer im Brückenteil.

Nachteil dieser Anordnung sind die geringe Frequenzkonstanz, die fehlende Phasen- und Frequenzregelung sowie der Betrieb im Bereich des Selbsterregung, das die digitale Anregung und Frequenz- und Phasensynchronisation stark einschränkt.

In der Zeitschrift „Internationale Elektronische Rundschau“ Heft 6 (1975) S. 121–122 ist ein Sinus-Cosinus-Generator auf der Grundlage eines Aktivfilters zweiter Ordnung beschrieben. Nachteile dieser Anordnung sind die fehlende Frequenzregelung und der Betrieb in Selbsterregung.

Zur Realisierung eines digital gesteuerten Sinusoszillators wird in der DE-OS 3232519 ein spannungsgesteuerter Oszillator beschrieben, der über einen DA-Wandler angeregt wird und eine Frequenzvariation durch Vergleich einer Referenzfrequenz mit einer VCO-Frequenz gestattet.

Die Zeitdauer für wenigstens eine Periode des Ausgangssignals wird durch eine Periodenmeßstufe gemessen, deren Ausgangssignal zur Justierung des digitalen Steuersignals auf einen geeigneten Wert dient. Nachteilig sind die fehlende Phasensynchronisation sowie die Nichtverfügbarkeit zweier gegenphasiger Signale.

Schließlich wird in der DD-WP HO3 L 294105.1 (Aktenzeichennummer) ein digital gesteuerter Sinusoszillator beschrieben, dessen Oszillatorausgangssignalamplitude durch ein digitales Bezugssignal geregelt wird. Nachteilig ist, daß das Oszillatorausgangssignal phasenstarr und frequenzsynchon mit einem aus einem Mikrorechner abgeleiteten Eingangssignal verbunden ist, das heißt, keine digitale Frequenz- und Phasenregelung vorhanden ist.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, einen digital gesteuerten Sinusoszillator zu schaffen, dessen Frequenz und Phase durch ein digitales Steuersignal geregelt wird, der zwei in ihrer Phasenlage ebenfalls digital vorgebbare und geregelte Oszillatorausgangsspannungen liefert und die dafür notwendige Steuer- und Regeleinrichtung ohne wesentlich höheren Bauelementeaufwand gegenüber den Lösungen des Standes der Technik auskommt.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung für einen digital gesteuerten Sinusoszillator derart anzugeben, daß die Oszillatorausgangsfrequenz und -phase durch ein digitales Bezugssignal auf einen genauen und stabilen Wert geregelt und vom digitalen Bezugssignal vorgebar ist und daß durch ein digitales Bezugssignal eine einstellbare und geregelte Phasenverschiebung zwischen dem Oszillatorausgangssignal als zweifachintegrierten und einem zweiten Oszillatorausgangssignal als einfachintegrierten Signal realisiert wird.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß ein aus einem Inverter, einem Mitkopplungsnetzwerk zur Güteregeung und nachgeschaltetem RC-Aktivfilter zweiter Ordnung bestehender digital gesteuerter Sinusoszillator mit Phasen- und Frequenzregelung im RC-Aktivfilter zweiter Ordnung aus Kondensatoren und Transistoren, bevorzugt Feldeffekttransistoren, gebildete RC-Glieder angeordnet sind, welche die Integrationszeitkonstante für das RC-Aktivfilter zweiter Ordnung bildet und daß der Source-Drain-Widerstand der Transistoren durch eine aus einem Mikrorechner über einen Digital-Analog-Umsetzer vorgegebene Sollwertspannung gesteuert wird, welche aus dem Vergleich mit im Mikrorechner in Phase und Frequenz gespeicherten Bezugswerten und der in bekannter Weise über einen Komparator gewandelten Oszillatorausgangsspannung gewonnen wird, so daß erfindungsgemäß eine digital gesteuerte Phasen- und Frequenzregelung des Filters erreicht wird und das Oszillatorausgangssignal phasen- und frequenzgeregelt mit dem aus dem Mikrorechner abgeleiteten Eingangssignal verbunden ist.

Weiterhin gehört zur Erfindung, daß eine am Ausgang des digital gesteuerten Filters erster Ordnung und über einen Komparator gewandelte Cosinusspannung als einfachintegriertes Oszillatorausgangssignal und die über einen Komparator gewandelte zweifachintegrierte Oszillatorausgangsspannung im Mikrorechner mit für beide Spannungen gespeicherten und vorgebbaren Phasenbezugswerten verglichen und eine Korrekturgröße gebildet wird, welche die vom Mikrorechner getrennt bereitgestellten und über Digital-Analog-Umsetzer gewandelten Steuerspannungen für den Source-Drain-Widerstand der Transistoren korrigiert, so daß eine einstellbare, digital geregelte Phasenverschiebung zwischen der am Ausgang des Filters erster Ordnung verfügbaren Cosinusspannung und der Sinusoszillatorausgangsspannung realisiert wird.

Im Bereich des Source-Drain-Widerstandes von 10^2 Ohm bis 10^6 Ohm der Transistoren ist die Cosinussignalfrequenz und Sinussignalfrequenz regelbar.

Eine weitere Ausgestaltung des Erfindungsgedankens ist im Unteranspruch 4 ausgeführt.

Ausführungsbeispiele

Fig. 1 zeigt den Aufbau des digital gesteuerten Sinusoszillators mit Phasen- und Frequenzregelung.

Eine von einem Mikrorechner 1 abgeleitete Impulsfolge vorgebarbarer Frequenz- und Phasenlage mit einem Tastverhältnis nahe 1 gelangt über einen Widerstand an den Summenpunkt S und den Inverter 2, wird anschließend in dem Integrator 3 integriert und über dem aus Spannungsteiler und Inverter gebildeten Einfachmitkopplungsnetzwerk 7 in der Amplitude reduziert.

Eine digitale Regelung der Güte des Filters und damit der Oszillatorausgangssignalamplitude erfolgt über die Spannungsregelung des im Einfachmitkopplungsnetzwerk 7 angeordneten Feldeffekttransistors. Die Steuerspannung wird aus der Differenz der vom Mikrorechner 1 über den Digital-Analog-Umsetzer 8 vorgegebenen Sollwertspannung und der über einen Gleichrichter 5 gleichgerichteten Oszillatorausgangsspannung gebildet und in dem Regelverstärker 6 verstärkt.

Die in dem RC-Aktivfilter zweiter Ordnung 3 und 4 angeordneten Kondensatoren 3b und 4b und Transistoren 3a, 4a, bevorzugt Feldeffekttransistoren, bilden die Integrationszeitkonstante für das Aktivfilter. Eine digitale Regelung der Mittelfrequenz des RC-Aktivfilters 3 und 4 und damit der Oszillatorausgangssignalfrequenz erfolgt über die Spannungsregelung des Source-Drain-Widerstandes der Transistoren 3a, 4a.

Die Steuerspannung wird dem Gate der Transistoren 3a, 4a vom Mikrorechner über den Digital-Analog-Umsetzer 10 zugeführt, welche aus dem Vergleich mit im Mikrorechner 1 in Phase und Frequenz gespeicherten Bezugswerten und der in bekannter Weise über den Komparator 9 gewandelten Oszillatorausgangsspannung gewonnen wird. Das Oszillatorausgangssignal ist somit phasen- und frequenzgeregelt mit dem aus dem Mikrorechner 1 abgeleiteten Eingangssignal verbunden und im Bereich des Source-Drain-Widerstandes von 10^2 Ohm bis 10^6 Ohm der Transistoren 3a, 4a regelbar.

Fig. 2 zeigt eine weitere Ausführung des digital gesteuerten Sinusoszillators.

Eine digitale Regelung der Mittenfrequenz des RC-Filters zweiter Ordnung und damit der Oszillatorausgangsfrequenz erfolgt ebenfalls über die Spannungssteuerung des Source-Drain-Widerstandes der Transistoren 3a, 4a. Zur Realisierung einer einstellbaren, digital geregelten Phasenverschiebung zwischen der am Ausgang A 1 des Integrators 3 vorhandenen Cosinusspannung und der am Ausgang A 2 des Integrators 4 vorhandenen Sinusspannung wird die Cosinusspannung über den Komparator 11 und die Sinusspannung über den Komparator 9 dem Mikrorechner 1 zugeführt und mit für beide Spannungen im Mikrorechner 1 gespeicherten und frei wählbaren Phasenbezugswerten verglichen. Die aus dem Vergleich gebildete Größe

korrigiert die vom Mikrorechner 1 über den Digital-Analog-Umsetzer 13 gewandelte Steuerspannung für den Gate des Transistors 3a und die über den Digital-Analog-Umsetzer 12 gewandelte Steuerspannung für den Gate des Transistors 4a. Die Frequenzregelung kann im Bereich des Source-Drain-Widerstandes von 10^2 bis 10^6 Ohm vorgenommen werden.

Diese Ausführung des digital gesteuerten Sinusoszillators bietet den Vorteil der Verfügbarkeit zweier digital geregelter gegenphasiger Signale, wie sie für phasenselektive Gleichrichter- und magnetische Ablenkschaltungen benötigt werden, ohne das zusätzlicher Schaltungs- und Bauelementeaufwand gegenüber bekannten Lösungen erforderlich sind.

Die Frequenzregelung gestattet in beiden Ausführungsbeispielen die phasengeregelte Nachbildung des Sinus- und Cosinusaussgangssignals zu der auf den Filtereingang geschalteten und vom Mikrorechner vorgegebenen, hoch genauen Impulsfolge. Eine Phasenkonstanz für beide Signale von besser 0,5 Grad wird erreicht. Ein weiterer Vorteil ist, daß die Frequenzkonstanz des Sinus- und Cosinussignals durch die vom Mikrorechner abgeleitete Impulsfolge bestimmt wird und somit $10^{-4}\%$ für handelsübliche Mikrorechner beträgt.

Weitere Verbesserungen der Phasen- und Frequenzkonstanz können durch Thermostatieren der Digital-Analog-Umsetzer, des Komparators und des Quarzoszillators im Mikrorechner erreicht werden.



