

(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 2094/91

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> : **H04L 27/12**  
H03L 7/06, H04M 1/72

(22) Anmeldetag: 21.10.1991

(42) Beginn der Patentdauer: 15.11.1994

(45) Ausgabetag: 25. 7.1995

(73) Patentinhaber:

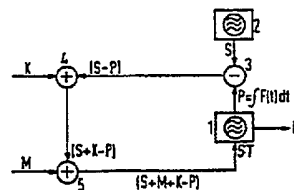
KREUZGRUBER PETER DIPL.ING. DR.  
A-1080 WIEN (AT).

(72) Erfinder:

KREUZGRUBER PETER DIPL.ING. DR.  
WIEN (AT).  
ÖSTERREICHER JOHANNES DIPL.ING.  
BADEN, NIEDERÖSTERREICH (AT).

(54) FREQUENZGENERATOR FÜR IMPULSTELEGRAMMSENDER

(57) Frequenzgenerator für Sender von Impulstelegrammen mit einem spannungsgesteuerten Oszillator (1) mit Phasenregelung. Eine Verfälschung der Regelung bei ungleicher Verteilung von Impulsen und Impulspausen wird durch Einwirkung einer Korrekturspannung (K) auf den Regelkreis verhindert. Diese Korrekturspannung wird mittels eines Integrators (12) aus dem Zeitintegral des Impulstelegrammes gewonnen.



Die Erfindung betrifft einen Frequenzgenerator für Sender von Impulstelegrammen, der zwei unterschiedliche Sendefrequenzen für Impulse bzw. Impulspausen erzeugt, insbesondere für die Anwendung bei mobilen Sendern und Empfängern von Funksystemen, enthaltend einen spannungsgesteuerten Oszillator, dessen Frequenz in Abhängigkeit von der Phasendifferenz zwischen seiner Schwingung und der Schwingung eines Referenzoszillators geregelt wird, wobei die Umschaltung von einer Sendefrequenz auf die andere durch eine Modulations-Gleichspannung erfolgt, die zusammen mit der die Phasendifferenz abbildenden Rückführspannung dem Steuereingang des spannungsgesteuerten Oszillators zugeführt wird.

Im Sprechfunkverkehr, insbesondere bei mobilen Sendern und Empfängern, wie z.B. in Schnurlostelefonen, wird die Sprache in Digitalsignale umgesetzt und demgemäß in Form von Impulstelegrammen übertragen. Hierbei wird bekanntlich eine einfache Frequenzmodulation angewendet, die darin besteht, daß während der Dauer eines Impulses eine höhere und während einer Impulspause eine niedrigere, ansonsten unmodulierte Sendefrequenz abgestrahlt wird. Solche Sender benötigen also Oszillatoren, die jeweils eine von zwei Frequenzen erzeugen. Hierzu verwendet man spannungsgesteuerte Oszillatoren, denen während der Dauer der Impulse einerseits und während der Impulspausen andererseits zwei unterschiedliche Steuerspannungen angeboten werden, die dementsprechend die Oszillatoren zur Erzeugung zweier unterschiedlicher Frequenzen veranlassen.

Es ist weiters bekannt, hierfür einen spannungsgesteuerten Oszillator mit einem Phasenregler zu kombinieren, der die Phasendifferenz zwischen der Schwingung dieses Oszillators und der Schwingung eines Referenzoszillators in eine Spannung umsetzt und diese als Rückführspannung dem Steuereingang des spannungsgesteuerten Oszillators zuführt. Es handelt sich hierbei also um einen vermaschten Regelvorgang, nämlich um eine Frequenzregelung mit Hilfe einer Phasenregelung. Bei dieser Anordnung wird eine Änderung der vom spannungsgesteuerten Oszillator erzeugten Frequenz dadurch bewirkt, daß der Rückführspannung eine Modulationsspannung aufgeschaltet wird, die dem Oszillator einen veränderten Sollwert simuliert, worauf dieser auch eine veränderte Frequenz liefert. Zufolge der Vermaschung von Frequenz- und Phasenregelung ergibt sich jedoch, wie im folgenden dargestellt wird, das Problem, daß das Regelverhalten nicht allein vom Augenblickswert der Modulationsspannung, sondern auch von der Dauer der Wirkung der Modulationsspannung abhängt. Dies wirkt sich besonders bei der Übertragung von Impulstelegrammen dahingehend aus, daß unregelmäßige Abfolgen von Impulsen und Impulspausen, also beispielsweise eine Aufeinanderfolge von sehr vielen Impulsen ohne dazwischenliegende Impulspausen zu einer Verfälschung der erzeugten Frequenz und damit zu einer unkontrollierbaren Störung der Übertragung führt.

Die Erfindung hat sich daher die Aufgabe gestellt, einen Frequenzgenerator der beschriebenen Art zu schaffen, bei dem solche Störungen vermieden werden.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erzielt, daß an den Impuls-Eingang des Frequenzgenerators zusätzlich zum Generator der Modulationsspannung ein das Zeitintegral des Impulstelegrammes bildender Integrator angeschlossen ist, dessen Ausgangssignal als Korrekturspannung zusätzlich zur Modulationsspannung und zur Rückführspannung (Regelabweichung) dem Steuereingang des spannungsgesteuerten Oszillators zugeführt ist.

Der Integrator kann entweder in Analogtechnik oder in Digitaltechnik ausgeführt werden. In diesem letzteren Falle ist er zweckmäßig mit einem Binärzähler zu versehen, der die Impulse einerseits und die Impulspausen andererseits gegensinnig addiert bzw. subtrahiert und dessen Zählspeicherzellen mit den Verbindungsstellen zwischen den Widerständen einer Widerstandskette verbunden sind, die ein dem jeweiligen Zählwert entsprechendes Potential führt.

Zur Erzielung einer möglichst geringen Bandbreite des auszusendenden Frequenzbandes erweist es sich als zweckmäßig, in den Generator der Modulationsspannung ein Gaußfilter zu integrieren.

Die Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Frequenzgenerators ist im folgenden anhand des Prinzipschaltbildes der Fig. 1 erläutert. Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in Fig. 2 dargestellt. Fig. 3 zeigt als Detail des Ausführungsbeispiels die Einrichtung zur Gewinnung des Korrektursignales.

Die Ausgangsfrequenz  $F(t)$  des Frequenzgenerators wird von einem spannungsgesteuerten Oszillator 1 gewonnen, der einer Phasenregelung unterworfen ist. Hierbei wird von einem Referenzgenerator 2 eine Referenzfrequenz vorgegeben, deren Phasenlage, die mittels eines nicht näher dargestellten Phasendiskriminators ermittelt wird, als Sollwert  $S$  für den Regelungsvorgang dient. Auch von der vom Oszillator 1 gewonnenen Frequenz  $F(t)$  wird mittels eines nicht dargestellten Phasendiskriminators die jeweilige Phasenlage  $P$  laufend ermittelt und in einem Differenzglied 3 mit dem Sollwert  $S$  verglichen. Dem solcherart gewonnenen Ausgangssignal (Regelabweichung  $(S-P)$ ) des Differenzgliedes 3 wird in einer Summierschaltung 4 ein Korrektursignal  $K$  und in einer weiteren Summierschaltung 5 ein Modulationssignal  $M$  hinzugefügt. Das auf diese Weise zustandegekommene Signal  $(S+M+K-P)$  wird dem Steuereingang  $ST$  des spannungsgesteuerten Oszillators 1 zugeführt.

Zur Darstellung des Regelverhaltens des Oszillators 1 sei zunächst davon ausgegangen, daß sowohl das Korrektursignal K als auch das Modulationssignal nicht vorhanden seien., so daß also mit  $K=0$  und  $M=0$  an den Steuereingang ST des Oszillators 1 die reine Regelabweichung (S-P) gelange. Die Abhängigkeit der Frequenz F des Oszillators 1 von der an den Steuereingang ST angelegten Spannung (S-P) ist in einem begrenzten Bereich darstellbar durch den linearen Zusammenhang  $F = c (S-P)$ , in welchem mit c eine Gerätekonzstante bezeichnet ist. Diese Gleichung ist aber, da die Frequenz F(t) sowie deren Phasenlage  $P(t) = \int F(t) dt$  Zeitfunktionen sind, eine Differentialgleichung, die sich auch in folgender Weise darstellen läßt:

$$\frac{dF}{dt} = c \frac{d}{dt} (S-P) = -c \frac{dP}{dt} = -cF,$$

da wegen der Konstanz des Sollwertes S dessen Ableitung  $\frac{dS}{dt} = 0$  ist.

Wenn anstatt eines konstanten Sollwertes S eine zeitlich veränderliche Führungsgröße X(t) dem Steuereingang ST des spannungsgesteuerten Oszillators 1 zugeführt wird, dann gilt anstatt der homogenen Gleichung

$$\frac{dF}{dt} + cF = 0$$

für das Zeitverhalten der Oszillatorfrequenz F(t) die inhomogene Gleichung

$$\frac{dF(t)}{dt} + cF(t) = X(t)$$

mit der Lösung  $F(t) = e^{-ct} \int X(t) e^{ct} dt$ .

Hierbei ist das Zeitintegral über die Dauer der Einwirkung der Führungsgröße X(t) zu erstrecken. Nach Beendigung dieser Einwirkung behält das Zeitintegral seinen Wert, der jedoch im Ausmaß der Zeitfunktion  $e^{-ct}$  abklingt. Da das Zeitintegral unkontrollierbar ist, ergibt sich so kein eindeutiges Verhalten der Oszillatorfrequenz F(t).

Beim erfindungsgemäßen Frequenzgenerator erfolgt die Aussendung von Impulsen durch Abstrahlung einer höheren Sendefrequenz, während die Impulspausen durch die Abstrahlung einer niedrigeren Sendefrequenz gekennzeichnet sind. Die hierzu erforderliche Änderung der Frequenz F(t) des Oszillators 1 wird mit Hilfe des Modulatorsignals M bewirkt und zwar dadurch, daß dieses während der Dauer der Impulse auf die rückgeführte Regelabweichung (S-P) aufgeschaltet wird, so daß dem Steuereingang ST ein Rückführsignal  $(S+M-P)$  angeboten wird, das dem Oszillator 1 einen um den Wert M erhöhten Sollwert  $(S+M)$  simuliert.

Das Zeitverhalten der Frequenzregelung des Oszillators 1 bei dieser Sollwerterhöhung ist beschreibbar durch eine Regelung einer um einen Frequenzwert G(t) verringerten Frequenz F(t) auf den Sollwert S. In analoger Weise wie bei der oben beschriebenen Regelung ergibt sich die Gleichung  $F-G = c(S-P)$ , wobei für den Wert der Phasenlage P(t) nunmehr das Zeitintegral  $P(t) = \int (F(t) - G(t)) dt$  einzusetzen ist. Einer Frequenzänderung um den Wert G entspricht eine Änderung der Regelabweichung um den Wert M. Formal entspricht also einer auf den Sollwert S geregelten Frequenz F-G eine Frequenz F, die auf einen Sollwert  $S+M$  geregelt ist. Somit ergibt sich in expliziter Darstellung die Gleichung einzusetzen ist. Einer Frequenzänderung um den Wert G entspricht eine Änderung der Regelabweichung um den Wert M. Formal entspricht also einer auf den Sollwert S geregelten Frequenz F-G eine Frequenz F, die auf einen Sollwert  $S+M$  geregelt ist. Somit ergibt sich in expliziter Darstellung die Gleichung

$$F(t) = S+M - \int (F(t) - G(t)) dt$$

$$\text{bzw. } F(t) = S+M + \int G(t) dt - \int F(t) dt$$

Mit  $P = \int F(t) dt$  und  $K = \int G(t) dt$  erhält man das für die Darstellung in Fig. 1 relevante Signal  $(S+M+K-P)$  am Steuereingang ST des Oszillators 1.

In der Darstellung nach Fig. 2 liefert der spannungsgeregelte Oszillator 1 über eine Leitung 6 ein die Phasenlage seiner Schwingung abbildendes Signal an einen Phasenregler 3, der aus der Differenz zwischen der Phasenlage des Referenzoszillators 2 und der Phasenlage der Schwingung des Oszillators 1 eine Spannung erzeugt, die dieser Phasendifferenz proportional ist. Ein Operationsverstärker 7 erfüllt die Aufgaben der in Fig. 1 mit 4 und 5 bezeichneten Summierschaltungen. Die vom Ausgang des Phasenreglers 3 gelieferte, der Phasendifferenz proportionale Spannung wird über ein aus zwei Serienwiderständen

und einem Kondensator bestehendes Filter 8 dem invertierenden Eingang des Operationsverstärkers 7 zugeführt, der selbst mit einem Rückkopplungsnetzwerk 9 versehen ist. Dem nichtinvertierenden Eingang des Operationsverstärkers 7 wird mit entsprechender Polung die Modulationsspannung zugeführt, die in Fig. 1 mit M bezeichnet ist. Demnach entsteht am Ausgang des Operationsverstärkers 7 das komplette

5 Phasenregelungssignal, das in Fig. 1 mit  $(S + M + K + P)$  bezeichnet ist.

Schematisch ist weiters in Fig. 2 ein an den Impuls-Eingang 10 angeschlossener Generator 11 zur Erzeugung der Modulationsspannung dargestellt, dessen Ausgang an den nichtinvertierenden Eingang des Operationsverstärkers 7 angeschlossen ist. Das Zeitintegral des Impulstelegrammes wird in einem Integra-  
 10 tor 12 gebildet, dessen Ausgangsspannung das in Fig. 1 mit K bezeichnete Korrektursignal darstellt und die dem invertierenden Eingang des Operationsverstärkers 7 über ein aus zwei Serienwiderständen und einem Kondensator bestehendes Filter 13 zugeführt ist. Das Filter 13 ist gleich dimensioniert wie das Filter 8. Beide Filter 8 und 13 dienen der Impedanzanpassung und sind zusammen mit dem Rückkopplungsnetzwerk 9 so bemessen, daß sich für die Regelungsvorgänge bei der Phasenregelung ein optimales Zeitverhal-  
 15 ten ergibt. In den der Erzeugung der Modulationsspannung dienenden Generator 11 ist zweckmäßig ein nicht näher dargestelltes Gaußfilter integriert, das die hochfrequenten Anteile der Ausgangsspannung des Generators 11 reduziert, so daß die Bandbreite des ausgesandten Signales in optimaler Weise begrenzt wird.

Der Integrator 12 kann verschiedenartig ausgebildet sein, beispielsweise als ein auf analoger Basis arbeitendes Gerät. Eine spezielle Ausführung des Integrators als Digitalgerät zeigt Fig. 3.

20 Hierbei ist das Impuls-Übertragungsverfahren so festgelegt, daß die Impulstelegramme aus "H"- und "L"-Impulsen aufgebaut sind, wobei "Impulse" durch "H"-Signale und "Impulspausen" durch "L"-Signale repräsentiert sind. Hierbei wird jeder H- und L-Impuls einzeln markiert, d.h. die Impulspausen sind nicht einfach passiv durch das Fehlen von H-Impulsen charakterisiert, sondern durch L-Impulse, die im Zeittakt des Impulsübertragungssystems eintreffen. Die Impulstelegramme sind innerhalb der Ordnung eines vorge-  
 25 gegebenen Impulsrahmens in Zeitfenster eingeteilt, was für die Erfindung nur insoweit relevant ist, als die geschilderten Regelungsvorgänge sich jeweils nur innerhalb eines Zeitfensters abspielen und mit dem Beginn eines neuen Zeitfensters von neuem gestartet werden.

Die in Fig. 3 dargestellte Schaltung des Integrators 12 wird von einem nicht eigens gezeigten Mikrocomputer betätigt. Von dieser Schaltung sind auch nur die im Zusammenhang mit der Erfindung  
 30 bedeutsamen Schaltungselemente eingezeichnet.

Am Impulseingang 10 treffen sowohl die H- als auch die L-Impulse ein, die jeweils von einem von zwei Impulsdiskriminatoren 14 bzw. 15 erkannt werden. Beim Eintreffen eines H-Impulses spricht der Diskrimina-  
 35 tor 14 an und liefert einen positiven Zählimpuls an den  $+$ - Zähleingang eines Zählers 16. Der Diskriminator 15 erkennt hingegen die L-Impulse und liefert nach Empfang eines solchen einen negativen Zählimpuls an den  $-$ - Zähleingang des Zählers 16. Das jeweilige Zählergebnis wird in einem 8-stelligen Zählerspeicher 17 als Binärzahl gespeichert. Der Zählerspeicher 17 kann somit  $2^8 = 256$  Zahlenwerte speichern. Die Zählung beginnt mit jedem Zeitfenster mit dem Anfangswert  $2^7 = 128$ , der den ausgeglichenen Zustand zwischen H- und L-Impulsanzahlen charakterisiert und der auf nicht näher dargestellte Weise am Ende jedes Zeitfensters wieder hergestellt wird.

40 Der jeweilige Zählerstand wird mit Hilfe des Zählerspeichers 17 in eine dem Zählwert entsprechende Spannung umgesetzt. Hierzu dient eine aus Serienwiderständen gleicher Widerstandswerte R aufgebaute Widerstandskette 18, bei der die Verbindungsstellen zwischen den einzelnen Serienwiderständen über Parallelwiderstände mit den Widerstandswerten  $2R$  mit den einzelnen Speicherzellen des Zählerspeichers 17 verbunden sind. Während die Enden der Widerstandskette 18 am Massepotential liegen, werden die an die  
 45 Speicher angeschlossenen Enden der Parallelwiderstände je nach den Schaltzuständen der betreffenden Speicherzellen an die Betriebsspannung gelegt. Ein Ende der Widerstandskette 18 ist an den Mittelpunkt eines aus zwei Widerständen bestehenden Spannungsteilers 19 geschaltet, von dem die Ausgangsspannung des Integrators 12 abgegriffen wird, welche die Korrekturspannung für den Phasenregelkreis des spannungsgesteuerten Oszillators 1 darstellt.

50

## Patentansprüche

1. Frequenzgenerator für Sender von Impulstelegrammen, der zwei unterschiedliche Sendefrequenzen für Impulse bzw. Impulspausen erzeugt, insbesondere für die Anwendung bei mobilen Sendern und  
 55 Empfängern von Funksystemen, enthaltend einen spannungsgesteuerten Oszillator, dessen Frequenz in Abhängigkeit von der Phasendifferenz zwischen seiner Schwingung und der Schwingung eines Referenzoszillators geregelt wird, wobei die Umschaltung von einer Sendefrequenz auf die andere durch eine Modulations-Gleichspannung erfolgt, die zusammen mit der die Phasendifferenz abbildenden

Rückführspannung dem Steuereingang des spannungsgesteuerten Oszillators zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß an den Impuls-Eingang (10) des Frequenzgenerators zusätzlich zum Generator (11) der Modulationsspannung (M) ein das Zeitintegral des Impulstelegrammes bildender Integrator (12) angeschlossen ist, dessen Ausgangssignal als Korrekturspannung (K) zusätzlich zur Modulationsspannung (M) und zur Rückführspannung (Regelabweichung S-P) dem Steuereingang (ST) des spannungsgesteuerten Oszillators (1) zugeführt ist.

2. Frequenzgenerator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Integrator (12) einen Binärzähler (16) enthält, der Impulse einerseits und Impulspausen andererseits gegensinnig addiert bzw. subtrahiert und dessen Zählspeicherzellen (17) mit den Verbindungsstellen zwischen den Widerständen (R) einer Widerstandskette (18) verbunden sind, die ein dem jeweiligen Zählwert entsprechendes Potential führt.

3. Frequenzgenerator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß in den Generator (11) der Modulationsspannung ein Gaußfilter integriert ist.

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

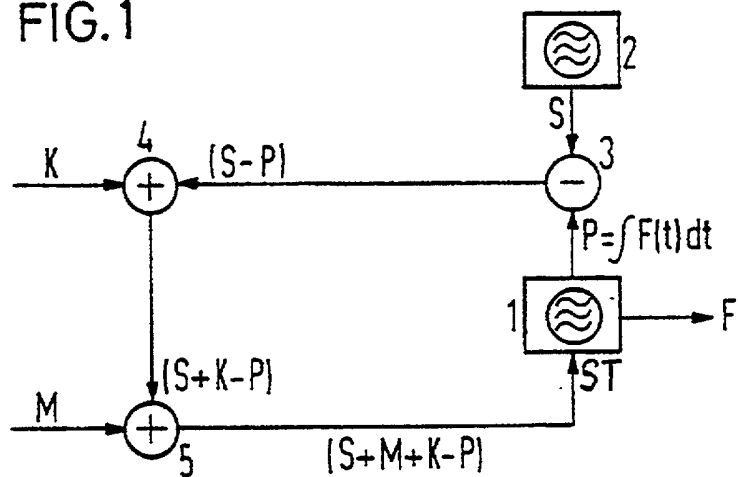


FIG. 2

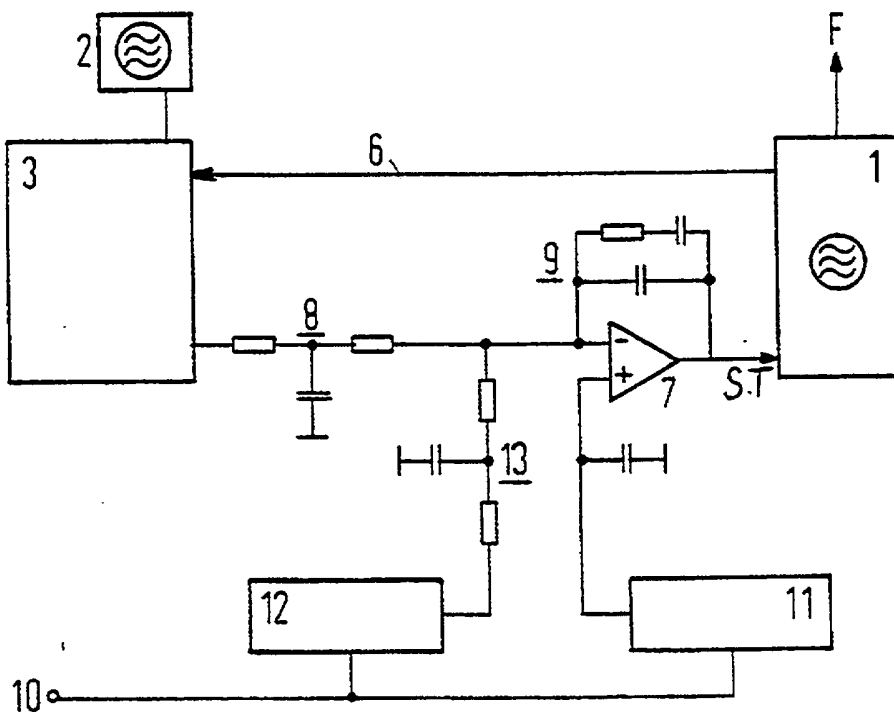


FIG. 3

