

⑱ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Patentschrift**
⑪ **DE 3447 118 C2**

⑤① Int. Cl. 4:
H03C 3/22

⑳ Aktenzeichen: P 34 47 118.9-35
㉑ Anmeldetag: 22. 12. 84
㉒ Offenlegungstag: 10. 7. 86
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 21. 4. 88

DE 3447 118 C2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉔ Patentinhaber:

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, 6000 Frankfurt,
DE

㉕ Erfinder:

Fendler, Peter, Dipl.-Ing., 7900 Ulm, DE; Kubetzko,
Dietrich, Dipl.-Ing., 7915 Elchingen, DE; Wetz, Karl,
Dipl.-Ing. (FH), 7486 Scheer, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-AS 27 06 662
DE-AS 11 71 029
DE-OS 29 41 049

⑤④ PLL-Frequenzmodulator

DE 3447 118 C2

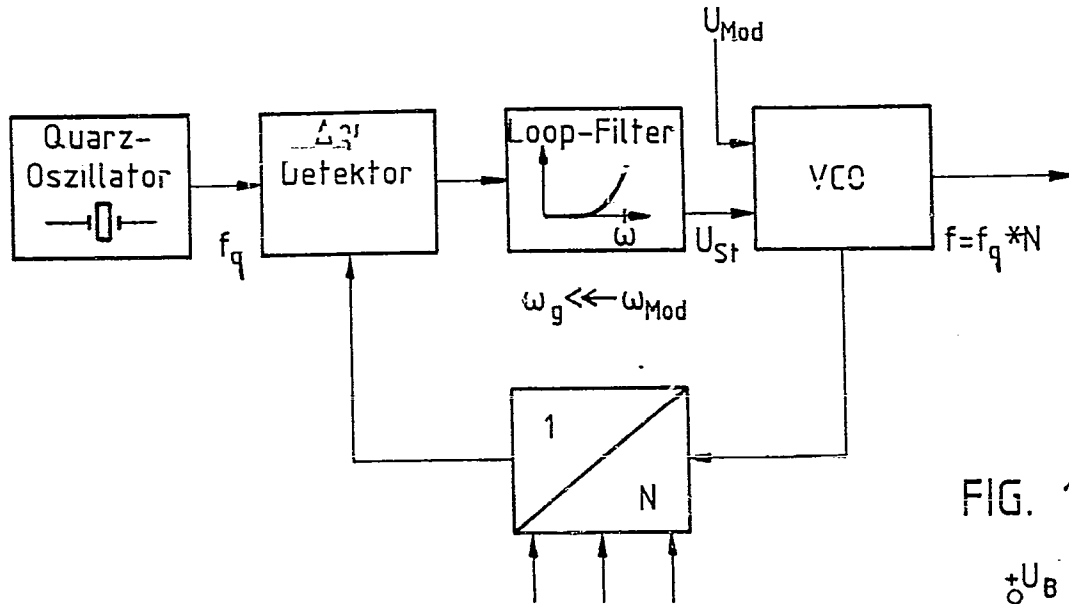


FIG. 1

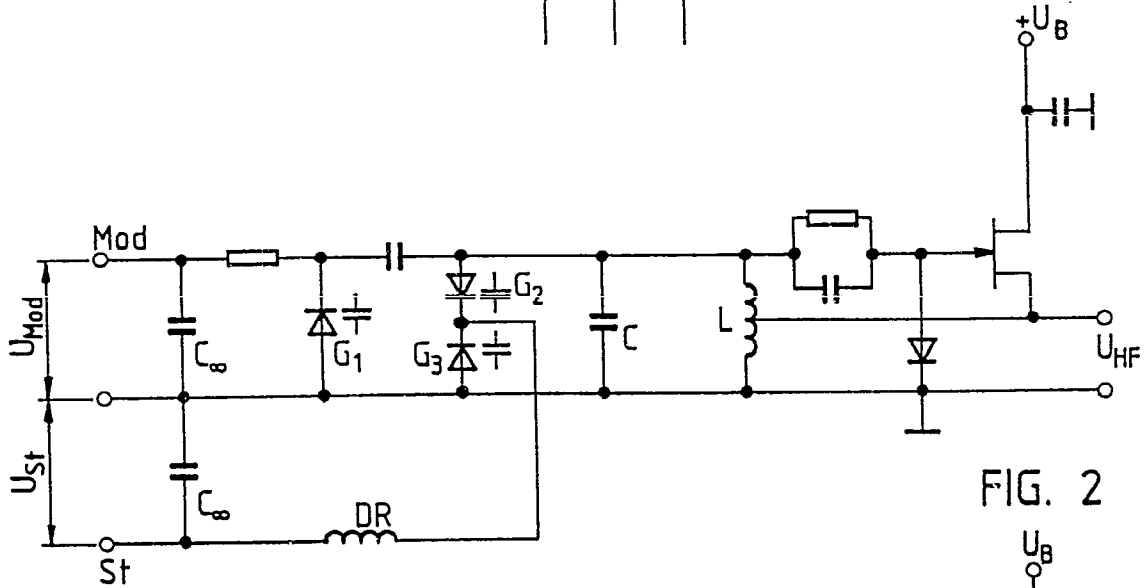


FIG. 2

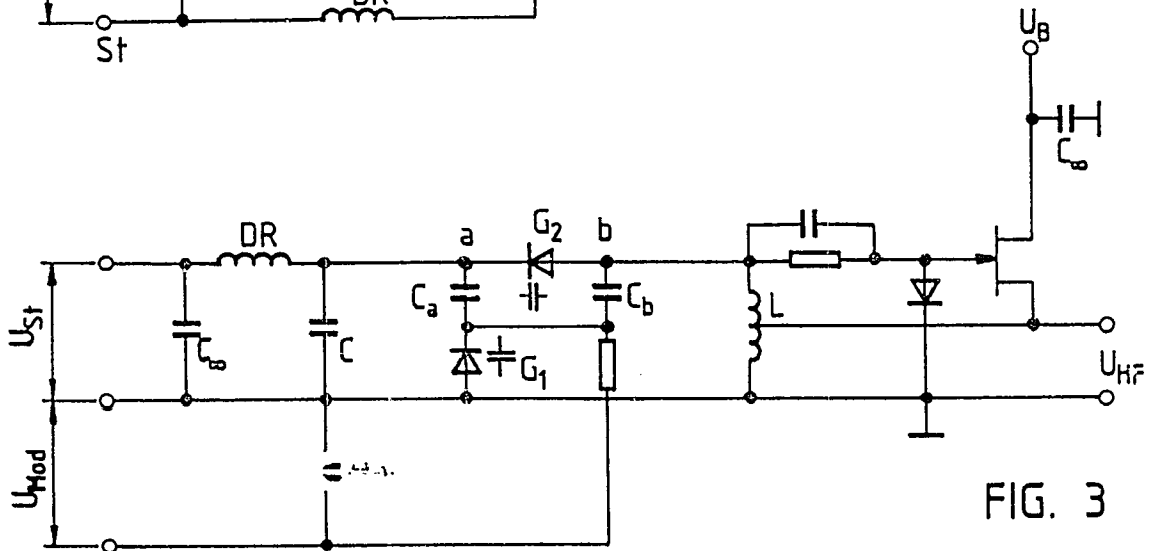


FIG. 3

Patentanspruch

PLL-Frequenzmodulator mit einem einseitig an Masse liegenden LC-Parallel-Schwingkreis, dessen Frequenz mittels einer ersten Kapazitätsdiode als Modulationsdiode modulierbar und mittels einer weiteren Kapazitätsdiode als Abstimm-diode in der Grundeinstellung variierbar ist, dadurch gekennzeichnet,

daß die Abstimm-diode (G 2) zwischen das nicht an Masse liegende Ende der Schwingkreisspule (L) und den Schwingkreiskondensator (C) geschaltet ist,

daß die Modulationsspannung (U_{Mod}) über einen Widerstand oder eine Drossel der Modulationsdiode (G 1) zugeführt ist, welche über einen ersten Kondensator (Cb) mit dem nicht an Masse liegenden Ende der Schwingkreisspule (L) und über einen zweiten Kondensator (Ca) mit dem der Schwingkreisspule (L) abgewandten Anschluß der Abstimm-diode (G 2) verbunden ist, welcher über den Schwingkreiskondensator (C) mit Masse verbunden ist (Fig. 3).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen PLL-Frequenzmodulator nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, wie er aus der DE 27 06 662 B2 bekannt ist.

Bei der Realisierung eines PLL-Frequenzmodulators — PLL steht für "PHASE LOCKED LOOP" und bedeutet eine phasensynchronisierte Regelschleife — nach Fig. 1, wobei die Frequenz des Trägers über den einstellbaren Teilerfaktor N variabel ist, tritt der störende Effekt auf, daß sich trotz konstanter Amplitude des Modulationssignals der daraus resultierende Frequenzhub des Trägers in Abhängigkeit seiner Frequenz ändert.

Der PLL-FM-Modulator nach Fig. 1 mit dem VCO (VOLTAGE-CONTROLLED-OSCILLATOR) nach Fig. 2, dargestellt durch einen mittels Kapazitätsdioden in seiner Frequenz variablen LC-Oszillator, funktioniert wie folgt:

Der VCO (Fig. 2), dem Stand der Technik entsprechend, kann über zwei Eingänge Mod und St durch das Anlegen der Spannung U_{ST} und U_{Mod} in seiner Frequenz verändert werden.

Über den Eingang St kann die Frequenz des Oszillators in einem vorgegebenen Bereich eingestellt werden.

Der Eingang Mod dient zur Modulation, wobei der Verstimmungsbereich gegenüber dem des Eingangs St um mehrere Größenordnungen geringer ist.

Der Regelkreis (Fig. 1) hält den VCO auf der gewählten Frequenz $f = f_q \cdot N$ fest. Der VCO und der Quarzoszillator sind dann phasenstarr miteinander verkoppelt.

Die Grenzfrequenz der Regelschleife wird so gewählt, daß sie unterhalb des Modulationsfrequenzbandes liegt. Alle Störungen der Schleife — als solche gilt auch die Modulation — deren Frequenz außerhalb der Schleifenbandbreite liegt, können von der Schleife nicht mehr ausgegletzt werden und wirken sich voll auf die Frequenz des VCO's aus; die Schleife ist bezüglich dieser Störungen zu langsam.

Daraus folgt: Übersteigt die Frequenz der an den Modulationseingang gelegten Spannung die Grenzfrequenz der Schleife, so wird letztere unwirksam und der VCO von der Modulationsspannung so moduliert, als ob keine Regelung vorhanden wäre. Die Regelschleife dient dann nur noch dazu, die mittlere Frequenz des

Trägers konstant zu halten. Einschränkend gilt, daß der Phasenhub am Phasendetektor diesen nicht übersteuern darf, sonst fällt die Schleife aus der Synchronisation.

Die Einstellung der Trägerfrequenz f geschieht kapazitiv mittels der Kapazitätsdioden G 2 und G 3, die Modulation dieser Frequenz geschieht ebenfalls kapazitiv mit der Kapazitätsdiode G 1.

Der sich ergebende Frequenzhub H ist dem Kapazitätshub ΔC , welcher aus der Amplitude der Modulationsspannung folgt, und der Trägerfrequenz f proportional. Es gilt allgemein:

$$H = \frac{1}{2} \frac{\Delta C}{C} f \quad (1)$$

Würde man unter Beibehaltung der wirksamen Schwingkreiskapazitäten die Trägerfrequenz durch Variation der Schwingkreisinduktivität ändern, so würde sich gemäß Formel (1) der Frequenzhub H proportional mit der Trägerfrequenz f ändern.

Im konkreten Fall wird die Trägerfrequenz jedoch durch Variation der Kreiskapazität C geändert, damit ergibt sich unter Berücksichtigung der Formel (1) eine überproportionale Änderung des Frequenzhubes mit der Trägerfrequenz entsprechend der Beziehung:

$$\frac{\Delta H}{H_0} = \frac{\Delta C}{\Delta C_0} \left(1 + \frac{\Delta f}{f_0} \right)^3 - 1 \quad (2)$$

Eine Möglichkeit, den Modulations-Frequenzhub — bei konstanter Amplitude des Modulationssignals — unabhängig von der Trägerfrequenz konstant zu halten, wurde bereits in der DE 27 06 662 B2 beschrieben.

Dort, ebenso wie bei dem sehr ähnlichen, aus der DE 29 41 049 A1 bekannten Frequenzmodulator, wird die im Resonanzkreis vorhandene Modulationsdiode jeweils in Abhängigkeit von der geänderten Trägerfrequenz mit einer Gleichvorspannung beaufschlagt.

Aus der DE-AS 11 71 029 ist ein Oszillator mit LC-Schwingkreis bei welchem zur Erzielung eines weitgehend konstanten Frequenzhubes die Modulationsspannung entweder über eine Brückenschaltung oder über zwei getrennte Modulationsdioden, deren eine parallel, deren andere in Reihe zum Schwingkreis liegt, der Schaltung zugeführt ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, für das genannte Problem eine weitere Lösung anzugeben, die besonders einfach ist. Die Lösung dieser Aufgabe ist im Patentanspruch gekennzeichnet.

Die erfindungsgemäße Lösung basiert auf der Erkenntnis, daß es möglich ist, die Schaltungskonfiguration des VCO's so zu gestalten, daß sich zwei Punkte mit gegenläufigem Modulationsverhalten ergeben.

Zur Realisierung wird also eine Schaltung benötigt, welche mindestens einen Punkt mit steigender und einen mit fallender Modulationsempfindlichkeit in Abhängigkeit von seiner Schwingfrequenz (Trägerfrequenz) aufweist.

Wird ein so ausgeführter VCO erfindungsgemäß über die sich gegenläufig verhaltenden Punkte gleichzeitig in geeigneter Weise moduliert, so ist der Modulationsfrequenzhub unabhängig von der Trägerfrequenz.

Das heißt, die Schwingfrequenz des VCO's kann mittels des dafür vorgesehenen Steuereingangs in weitem Bereich variiert werden; der Modulationsfrequenzhub

bleibt dabei wie erwünscht konstant.

Fig. 3 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Mittels der Kapazitätsdiode $G1$ wird der VCO in seiner Frequenz moduliert (Modulationseingang). Die Trägerfrequenz des VCO's kann in weitem Bereich (z. B. 1 : 2) über $G2$ variiert werden. Mit steigender Trägerfrequenz, als Folge der Abnahme der Kapazität der Diode $G2$, nimmt die Modulationsempfindlichkeit am Punkt "a" ab und am Punkt "b" zu.

Durch geeignete Wahl des Kapazitätsverhältnisses $C_a : C_b$ kann erreicht werden, daß der Modulationsfrequenzhub unabhängig von der Schwingfrequenz (Trägerfrequenz) des VCO's wird.

Mit anderen Worten:
Bei konstanter Amplitude des Modulationssignals (" U_{Mod} " in Fig. 3) kann die Frequenz des VCO's über U_{st} geändert werden, wobei der Modulationsfrequenzhub — wie angestrebt — praktisch konstant bleibt.

Mit dem weiteren Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 konnten folgende Daten erreicht werden:

Abstimmspannung U_{st}	3 bis 30 V	
Trägerfrequenz	64 MHz bis 94 MHz	
dabei Frequenzhub	3 kHz \pm 2%	25

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

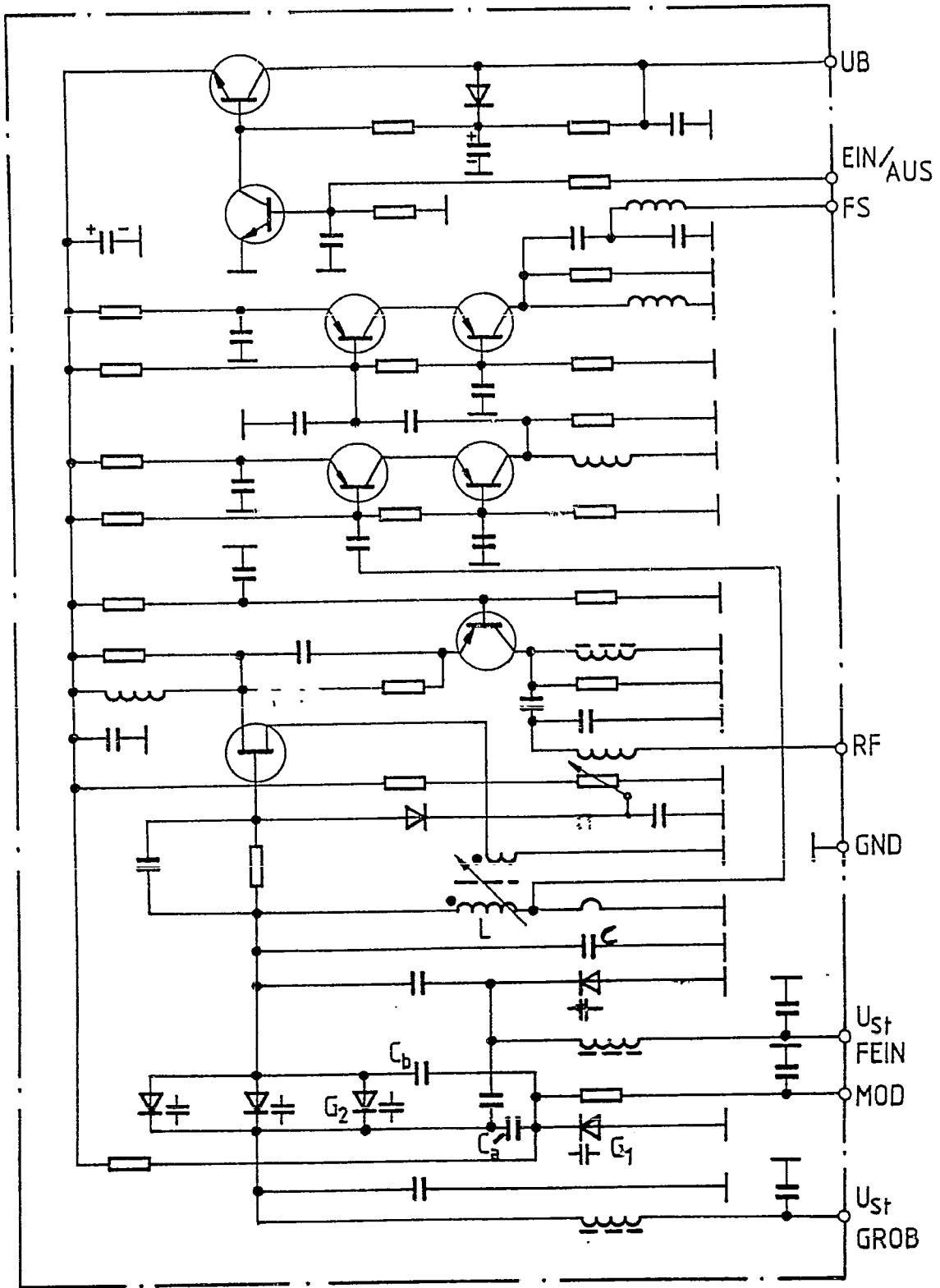


FIG. 4