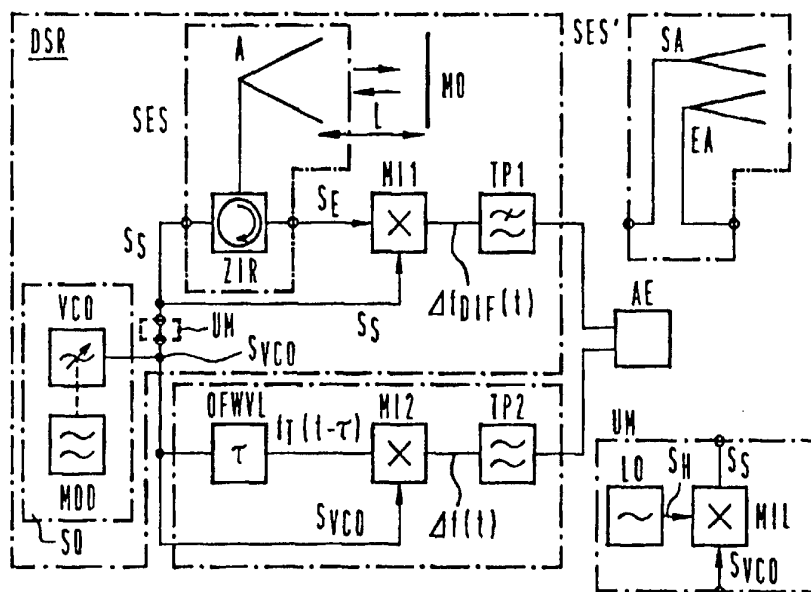




| | | |
|---|--|---|
| <p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : G01S 13/34</p> | A2 | <p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/09637</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 13. März 1997 (13.03.97)</p> |
| <p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE96/01673</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 6. September 1996 (06.09.96)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 195 33 124.9 7. September 1995 (07.09.95) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MAGORI, Valentin [DE/DE]; Limburgstrasse 17, D-81539 München (DE).</p> | <p>(81) Bestimmungsstaaten: CA, CN, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i></p> | |

(54) Title: RANGEFINDER

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR ABSTANDSMESSUNG



(57) Abstract

A reference unit (REF) is fitted beside a continuous-wave radar (DSR) to improve the accuracy of measurement. Said reference unit has a surface wave component (OFW) to generate a signal with a delay in relation to the transmitted signal. A mixer (M12) is used to produce a mixed signal from the delayed and transmitted signals which is used for ranging in conjunction with the measurement signal arising from the continuous-wave radar (DSR).

(57) Zusammenfassung

Zur Verbesserung der Meßgenauigkeit ist einem Dauerstrichradar (DSR) eine Referenzeinheit (REF) nebengeordnet. Diese weist ein Oberflächenwellenelement (OFW) zur Erzeugung eines zum Sendesignal verzögerten Signals auf. Mittels eines Mischers (M12) wird aus dem verzögerten Signal und dem Sendesignal ein Mischsignal gebildet, welches in Verbindung mit dem vom Dauerstrichradar (DSR) stammenden Meßsignal zur Abstandsbestimmung herangezogen wird.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

| | | | | | |
|----|--------------------------------|----|-----------------------------------|----|--------------------------------|
| AM | Armenien | GB | Vereinigtes Königreich | MX | Mexiko |
| AT | Österreich | GE | Georgien | NE | Niger |
| AU | Australien | GN | Guinea | NL | Niederlande |
| BB | Barbados | GR | Griechenland | NO | Norwegen |
| BE | Belgien | HU | Ungarn | NZ | Neuseeland |
| BF | Burkina Faso | IE | Irland | PL | Polen |
| BG | Bulgarien | IT | Italien | PT | Portugal |
| BJ | Benin | JP | Japan | RO | Rumänien |
| BR | Brasilien | KE | Kenya | RU | Russische Föderation |
| BY | Belarus | KG | Kirgisistan | SD | Sudan |
| CA | Kanada | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | SE | Schweden |
| CF | Zentrale Afrikanische Republik | KR | Republik Korea | SG | Singapur |
| CG | Kongo | KZ | Kasachstan | SI | Slowenien |
| CH | Schweiz | LI | Liechtenstein | SK | Slowakei |
| CI | Côte d'Ivoire | LK | Sri Lanka | SN | Senegal |
| CM | Kamerun | LR | Liberia | SZ | Swasiland |
| CN | China | LK | Litauen | TD | Tschad |
| CS | Tschechoslowakei | LU | Luxemburg | TG | Togo |
| CZ | Tschechische Republik | LV | Lettland | TJ | Tadschikistan |
| DE | Deutschland | MC | Monaco | TT | Trinidad und Tobago |
| DK | Dänemark | MD | Republik Moldau | UA | Ukraine |
| EE | Estland | MG | Madagaskar | UG | Uganda |
| ES | Spanien | ML | Mali | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| FI | Finnland | MN | Mongolei | UZ | Usbekistan |
| FR | Frankreich | MR | Mauretanien | VN | Vietnam |
| GA | Gabon | MW | Malawi | | |

Beschreibung

Vorrichtung zur Abstandsmessung

5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Abstandsmessung.

Aus dem Stand der Technik Meinke, Gundlach, Taschenbuch der
Hochfrequenztechnik, 5. Auflage, Springer-Verlag, Kapitel S 3
ist ein Dauerstrichradar, das auch als FMCW-Radar bezeichnet
10 wird, bekannt. Die Abkürzung FM steht für Frequenzmodulation
und CW für Continuous Wave. In Figur 1 ist ein derartiges
Dauerstrichradar gezeigt. Ein Modulator MOD erzeugt ein modu-
lierendes Signal, das einen spannungsgesteuerten Oszillator
VCO zugeführt wird. Am Ausgang des spannungsgesteuerten Os-
15 zillators VCO sollte ein möglichst linear frequenzmoduliertes
Signal anliegen. Sofern die Frequenz-Spannungs-Kennlinie des
spannungsgesteuerten Oszillators VCO eine Nichtlinearität
aufweist, im f-u-Diagramm mit NLIN bezeichnet, ist das vom
Modulator MOD stammende modulierende Signal entsprechend vor-
20 zuverzerrern, wie im u-t-Diagramm des Modulators MOD mit dem
Signalverlauf VNLIN angedeutet ist. Falls der spannungsge-
steuerte Oszillator VCO eine lineare Kennlinie LIN aufweist,
ist für den Modulator MOD eine lineare Kennlinie zu wählen.
Das vom spannungsgesteuerten Oszillator VCO stammende linear
25 frequenzmodulierte Signal wird über einen Zirkulator ZIR ge-
führt und von einer Antenne A abgestrahlt. Das abgestrahlte
Signal wird von einem im Abstand L zur Antenne A befindlichen
Meßobjekt MO reflektiert und von der Antenne A empfangen.
Dieses empfangene Signal gelangt über den Zirkulator ZIR auf
30 einen Mischer MI, der dieses empfangene Signal mit dem gerade
vorhandenen Sendesignal mischt. Die sich ergebende Differenz-
frequenz $\Delta f_{DIF}(t)$ ist ein Maß für den Abstand L des Meßobjek-
tes MO von der Antenne A. Falls jedoch das von dem spannungs-
gesteuerten Oszillator VCO stammende frequenzmodulierte Sen-
35 designal keine lineare f-t-Kennlinie aufweist, kommt es zu
Meßfehlern.

Eine Korrektur der Nichtlinearität in der f-u-Kennlinie des spannungsgesteuerten Oszillators VCO ist nicht immer möglich oder mit einem hohen Aufwand verbunden.

5 Eine Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur Abstandsmessung anzugeben, bei der eine gegebenenfalls vorhandene Nichtlinearität im frequenzmodulierten Ausgangssignal des spannungsgesteuerten Oszillators ohne Einfluß auf die Meßgenauigkeit bleibt.

10

Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß Patentanspruch 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus
15 den Unteransprüchen.

Wenn die Isolation des Zirkulators zu niedrig ist, kann eine weitere Antenne vorgesehen sein, die zum Empfang des reflektierten Signals dient. Diese Weiterbildung ist in Anspruch 3
20 angegeben.

Falls vermieden werden soll, daß die Sendeleistung auch am Mischer anliegt, kann ein Zirkulator zwischen die Signalquelle den Mischer und die Antenne geschaltet werden, vergleiche
25 hierzu Anspruch 4. Auch die Weiterbildung gemäß Anspruch 3 erfüllt diesen Zweck.

Die Weiterbildung gemäß Anspruch 5 hat den Vorteil, daß ein Großteil der Sensorkomponenten in einem bezogen auf die Sendefrequenz niederfrequenteren Bereich betrieben werden kann.
30 Dieser ist in der Praxis handhabbarer.

Die Weiterbildung gemäß Anspruch 6 dient ebenfalls der besseren Handhabung, falls die Signalquelle ein Signal erzeugt,
35 dessen Frequenz höher als die Frequenz ist, bei der die Signalverarbeitung erfolgen soll.

Die Weiterbildung gemäß Anspruch 9 dient der Unterdrückung von Störquellen. Zusätzliche benachbarte Vorrichtungen zur Abstandsmessung können mit dieser Weiterbildung voneinander unterschieden werden.

5

Die Erfindung wird im folgenden anhand mehrerer Figuren näher erläutert.

Figur 1 zeigt ein Dauerstrichradar, wie es aus dem Stand der Technik bekannt ist.

10

Figur 2 zeigt den prinzipiellen Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Abstandsmessung.

Figur 3 zeigt eine weitere Ausgestaltungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Abstandsmessung.

15

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Abstandsmessung weist gemäß Figur 2 eine Signalquelle SQ auf, die einen Modulator MOD und einen spannungsgesteuerten Oszillator VCO beinhaltet. Der spannungsgesteuerte Oszillator VCO erzeugt ein nicht notwendigerweise linear frequenzmoduliertes Signal S_{VCO} mit der Frequenz $f_{VCO}(t)$:

20

$$25 \quad f_{VCO}(t) = f_c + \dot{\omega} \cdot t$$

lineares Durchstimmen:

$$\dot{\omega} = \frac{\Delta f_c}{T} \quad \text{für } 0 < t < T$$

30

wobei:

f_c = Trägerfrequenz

$\dot{\omega}$ = Änderung der Frequenz in Abhängigkeit von der Zeit

Δf_c = Frequenzhub

35

T = Periode eines Durchstimmvorgangs

Im folgenden wird der in Figur 2 rechts unten gezeigte Umset-
 zer UM nicht verwendet. Deshalb gilt: Das Sendesignal S_S mit
 der Augenblicksfrequenz $f_T(t)$, das am Eingang des Zirkulators
 ZIR anliegt ist gleich dem Signal mit der Frequenz $f_{VCO}(t)$,
 5 das heißt: $f_T(t) = f_{VCO}(t)$ und $S_{VCO} = S_S$. Dieses frequenzmo-
 dulierte Signal mit der Augenblicksfrequenz $f_T(t)$ liegt an
 einer Sende-/Empfangsstufe SES, die den Zirkulator ZIR und
 eine Antenne A aufweist, an. Das von der Antenne A abge-
 strahlte Signal und an dem Meßobjekt MO reflektierte Signal
 10 wird von der Antenne A empfangen und über den Zirkulator ZIR
 zu einem ersten Mischer MI1 geführt. An diesem ersten Mischer
 MI1 liegt zusätzlich das Sendesignal S_S mit der Augenblicks-
 frequenz $f_T(t)$ an. Die von dem ersten Mischer MI1 gebildete
 Differenzfrequenz $\Delta f_{DIF}(t)$ aus den beiden Frequenzen $f_T(t-t_L)$
 15 und $f_T(t)$ wird über einen ersten Tiefpaß TP1 einer Auswerte-
 einheit AE zugeführt. Dieser als Dauerstrichradar DSR oder
 auch als Meßzweig bezeichneten Einheit ist eine Referenzein-
 heit REF, auch als Referenzzweig bezeichnet, nebengeordnet.
 Der Referenzeinheit REF wird das von dem spannungsgesteuerten
 20 Oszillator VCO erzeugte frequenzmodulierte Signal S_{VCO} mit
 der Augenblicksfrequenz $f_T(t)$ ($=f_{VCO}(t)$) zugeführt. Die Refe-
 renzeinheit REF weist ein Oberflächenwellenelement OFW auf,
 das das frequenzmodulierte Signal um die Zeitdauer τ verzö-
 gert an einen zweiten Mischer MI2 weiterleitet. Dieser bildet
 25 die Differenzfrequenz $\Delta f(t)$ aus den beiden Frequenzen $f_T(t-\tau)$
 und $f_T(t)$. Sowohl die Differenzfrequenz $\Delta f_{DIF}(t)$, die von dem
 Dauerstrichradar DSR stammt, als auch die Differenzfrequenz
 $\Delta f(t)$, die von der Referenzeinheit REF stammt, werden auf die
 Auswerteeinheit AE geführt. Die Phasenverschiebung ϕ_{DSR} am
 30 Ausgang des Dauerstrichradars DSR ergibt sich zu:

$$\phi_{DSR}(t) = \frac{t_L \cdot \Delta f_{DIF}(t)}{2\pi} \quad (1)$$

wobei:

35 t_L = Signallaufzeit auf der Meßstrecke

Die Phasenverschiebung φ_{REF} am Ausgang der Referenzeinheit REF ergibt sich zu:

$$\varphi_{\text{REF}}(t) = \tau \cdot \frac{\Delta f(t)}{2\pi} \quad (2)$$

5

wobei:

τ = Verzögerungsdauer der Verzögerungsleitung

Zwischen den Signalen im Referenzzweig REF und den Signalen im Meßzweig DSR bestehen folgende Zusammenhänge:

10

Die Verzögerungsdauer τ bezogen auf die Differenzfrequenz $\Delta f(t)$ am Ausgang des zweiten Mischers MI2 ist gleich der Signallaufzeit t_L bezogen auf die Differenzfrequenz $\Delta f_{\text{DIF}}(t)$ am Ausgang des ersten Mischers MI1. Die Signallaufzeit t_L ergibt sich demnach zu:

15

$$t_L = \frac{\varphi_{\text{DSR}}(t)}{\varphi_{\text{REF}}(t)} \cdot \tau \quad (3)$$

Die Signallaufzeit t_L auf der Meßstrecke ergibt sich aus den gemessenen Phasenverläufen auf dem Meßzweig DSR und dem Referenzzweig REF und aus der genau bekannten Verzögerungsdauer τ des Oberflächenwellenelements OFW. Diese Beziehung ist durch Mikroprozessoren, insbesondere digitalen Signalprozessoren, in der Auswerteeinheit AE auswertbar. Die Auswertung kann auf verschiedene Weisen erfolgen:

25

1. Möglichkeit:

30

Aus dem vom zweiten Mischer MI2 stammenden Signal mit der Differenzfrequenz $\Delta f(t)$ zwischen Ein- und Ausgangssignal des Referenzzweigs kann dessen Frequenzkennlinie in Abhängigkeit von der Zeit ermittelt werden. Da der Verlauf des vom ersten Mischer MI1 stammenden Signals mit der Differenzfrequenz $\Delta f_{\text{DIF}}(t)$ der gleichen Kennlinie folgt, kann so ein Mischsi-

35

- gnal für einen beliebig veränderlichen Meßobjekt-
abstand L synthetisiert werden. Durch einen Vergleich der so berechneten
Signale mit dem der Meßstrecke kann durch Korrelation
oder Auswertung nach dem kleinsten Fehlerquadrat zwischen den
5 beiden Signalen derjenige Abstand L gefunden werden, für den
sich die beste Übereinstimmung zwischen den Signalen ergibt.
Das bedeutet, daß der tatsächliche Objekt-
abstand dem Wert für den Abstand L bei bester Übereinstimmung entspricht.
- 10 Bei mehreren detektierten Objekten ergibt sich eine Übereinstimmung
bzw. eine beste Ähnlichkeit für mehrere Abstände.

15 **2. Möglichkeit:**

Beim Durchstimmen (Sweep) der Signalquelle SQ ergibt sich im
Referenzweig REF als Signal mit der Differenzfrequenz $\Delta f(t)$
ein quasi periodisches Signal mit (bei langer Verzögerungs-
20 dauer τ) vielen Perioden. Aus diesem Signal werden bei be-
stimmten Phasenwinkeln (vorzugsweise Nulldurchgängen) Ab-
tastimpulse erzeugt, welche die Zeitpunkte vorgeben, zu denen
das vom Meßweig DSR stammende Signal mit der Differenzfre-
quenz $\Delta f_{DIF}(t)$ abgetastet wird. Die abgetasteten Werte werden
25 digitalisiert und mit den Zeitpunkten des Auftretens der Ab-
tastwerte in einen Speicher geladen. Als Speicherinhalt er-
gibt sich derselbe Signalverlauf, der sich bei zeitlinearer
Frequenzmodulation bei konstanter Abtast- und Einleserate er-
geben hätte. Beim Auslesen des Speichers mit konstanter Tak-
30 trate ergibt sich dementsprechend ein Signal, wie es sich
auch bei einer linearen Frequenzmodulation (FM) ergeben hät-
te.

Bei einer analogen Speicherung z.B. in einem Eimerkettenspei-
35 cher würde ein analoges Vorgehen zu analogen Resultaten füh-
ren.

3. Möglichkeit:

Weiterhin kann das Meß- und auch das Referenzsignal mit konstanter Abtastrate in einen Speicher gelesen werden. Aus dem gespeicherten Referenzsignal werden Zeitpunkte mit vorgegebenen Phasenwinkeln (vorzugsweise Nulldurchgängen, d.h. 180°) berechnet. Zu genau diesen Zeitpunkten werden die dazugehörigen Werte der Meßwerte ausgelesen. Werden diese Werte mit konstanter Taktrate ausgelesen, dann ergibt sich ein Signal, wie es sich bei exakt linearer Frequenzmodulation ergeben hätte.

Die Weiterverarbeitung der so erhaltenen Signale kann dann auch mit denjenigen Verfahren durchgeführt werden, wie sie zur Bearbeitung der Signale bei einer exakt linear frequenzmodulierten Signalquelle SQ verwendet werden.

Ein Umsetzer UM, wie er in Figur 2 unten rechts gezeigt ist, kann an der in Figur 2 links mit UM gekennzeichneten Stelle eingefügt werden. Der Umsetzer UM weist einen lokalen Oszillator LO auf, der ein Signal S_H mit einer Frequenz f_H erzeugt, die höher als die Frequenz $f_{VCO}(t)$ ist, die vom spannungsgesteuerten Oszillator VCO stammt. Dieses Signal S_H mit der Frequenz $f_H(t)$ wird mit dem vom spannungsgesteuerten Oszillator VCO stammenden Signal an einem Mischer MIL hochgemischt. Das Empfangssignal wird mit dem Sendesignal homodyn in das Basisband heruntergemischt. Der Referenzzweig REF wird bei der Zwischenfrequenz betrieben, bei der der spannungsgesteuerte Oszillator VCO das frequenzmodulierte Signal mit der Frequenz $f_{VCO}(t)$ erzeugt.

Für die Sende-/Empfangsstufe SES des Meßzweigs DSR kann sowohl eine monostatische Anordnung SES, als auch eine bistatische Antennenanordnung SES' verwendet werden. Bei der monostatische Anordnung SES werden das Sende- und Empfangssignal nach der gemeinsamen Sende- und Empfangsantenne SA durch den

Zirkulator ZIR oder einen Richtkoppler getrennt. Bei der bi-statischen Antennenanordnung SES' ist eine Sendeantenne SA und einer Empfangsantenne EA vorgesehen.

- 5 Sofern eine Abtastung des Meßsignals bei jeder Nullstelle des Referenzsignals erfolgt, muß sowohl für die direkte Abtastung als auch für die rechnerische Abtastung die Verzögerungsdauer τ mindestens solange wie die Signallaufzeit t_L sein, um das Abtasttheorem nach Shannon zu erfüllen.
- 10 Falls andere Auswerteverfahren gewählt werden, kann die Verzögerungsdauer τ auch kürzer als die maximale Signallaufzeit t_L sein.
- 15 Die in Figur 2 gezeigten Mischer können, falls nur ein reales Signal benötigt wird, als einfache Mischer ausgeführt sein. Falls ein komplexes Signal benötigt wird, können die Mischer MI1, MI2 und MI3 sowohl im Meß- als auch im Referenzzweig als IQ-Mischer ausgeführt sein.
- 20 Komplexe Signale können auch mittels der Hilberttransformation rechnerisch aus dem realen Zeitsignal gewonnen werden. Auf IQ-Mischer kann dann verzichtet werden.
- 25 Die in Figur 3 gezeigte Vorrichtung zur Abstandsmessung unterscheidet sich von der in Figur 2 gezeigten Vorrichtung zur Abstandsmessung dadurch, daß die Signalquelle SQ ein frequenzmoduliertes Signal $S_{VCO} = S_g$ mit der Augenblicksfrequenz $f_T(t)$ erzeugt, die hochfrequenter ist als die Frequenz
- 30 $f_{LHF}(t)$ des von dem lokalen Oszillator LO2 stammenden Signals S_{LHF} . Das heißt, die Augenblicksfrequenz $f_T(t)$ des frequenzmodulierten Signal S_g entspricht der Sendefrequenz. Die Mischer MI4 und MI3 mischen das frequenzmodulierte Sendesignal S_g mit der Augenblicksfrequenz $f_T(t)$ beziehungsweise Empfangssignal S_E mit der Augenblicksfrequenz $f_T(t-\tau)$ mit dem
- 35 Signal S_{LHF} der Frequenz $f_{LHF}(t)$ auf eine niedrigere Frequenz $\Delta f_4(t)$ beziehungsweise $\Delta f_3(t)$ herab. Die Frequenz $\Delta f_4(t)$ des

Signals S_4 am Ausgang des vierten Mischers MI4 ist die Differenzfrequenz aus der Augenblicksfrequenz $f_T(t)$ und $f_{LHF}(t)$. Die Differenzfrequenz $\Delta f_3(t)$ des Signals S_3 am Ausgang des dritten Mischers MI3 ist die Differenzfrequenz aus den Frequenzen $f_T(t-t_L)$ und $f_{LHF}(t)$.

In der in Figur 3 gezeigten Ausführungsform kann die Sende-/Empfangsstufe SES durch eine bistatische Sende-/Empfangsstufe SES' gemäß Figur 2 ersetzt werden. Dies hat den Vorteil, daß die Dämpfung zwischen Signalquelle SQ und Mischer ME3 erhöht wird. Weiterhin kann dadurch die Sendeleistung erhöht werden.

Der spannungsgesteuerte Oszillator VCO erzeugt das frequenzmodulierte Signal im Ausgangsfrequenzbereich des Meßzweigs DSR. Sowohl das Sende-, als auch das Empfangssignal des Meßzweigs DSR werden mit demselben lokalen Oszillator LO2 auf die Zwischenfrequenz (ZF)-Ebene gemischt, bei der auch der Referenzzweig REF betrieben wird.

20

Die Mischer MI1 bis MI4 können einfache Mischer zur Erzeugung eines realen Signals oder auch IQ-Mischer zur Erzeugung eines komplexen Signals sein.

Komplexe Signale können auch mittels der Hilberttransformation rechnerisch aus dem realen Zeitsignal gewonnen werden.

Für eine Abtastung des Meßsignals bei jeder Nullstelle des Referenzsignals muß sowohl die direkte Abtastung, als auch für die rechnerische Abtastung die Verzögerungsdauer τ mindestens solange wie die Signallaufzeit t_L sein, um das Abtasttheorem zu erfüllen.

Die Auswertung des Meßsignals und des Referenzsignals in der Auswerteeinheit AE kann auf die selbe Art und Weise erfolgen, wie sie unter der ersten Ausführungsform gemäß Figur 2 beschrieben ist.

35

Bei der in Figur 3 gezeigten Ausführungsform liegt die mittlere Augenblicksfrequenz $f_T(t)$ typischer Weise bei 24 GHz. Der lokale Oszillator LO2 erzeugt ein Signal der Frequenz $f_{LHF}(t) = 21,5$ GHz. Selbstverständlich ist die Anordnung nicht auf diese Frequenzen beschränkt.

Bei gleichzeitigem Betrieb mehrerer Abstandsmessvorrichtungen durch mehrere Benutzer können sich Probleme ergeben. Strahlt eine erste Abstandsmessvorrichtung in den Empfangsbereich einer zweiten Abstandsmessvorrichtung, so führt dies zu Störungen, welche auch in den Nebenkeulen stärkere Empfangspegel erzielen, als die vergleichsweise schwachen Radarechos. Zur Unterdrückung dieser Störungen kann ein willkürlich gewählter irregulärer Modulationssignalverlauf vorgegeben werden.

Weitere Möglichkeiten zur Verbesserung der Störsicherheit sind:

1. Das vom Modulator MOD stammende Modulationssignal kann nach einem festen Muster verändert werden.
2. Das vom Modulator MOD stammende Modulationssignal kann mit Hilfe eines Zufallsgenerators verändert werden.
3. Es kann die Umschaltung des Verlaufs der modulierenden Spannung nach „Absprache“ mit dem Störsender, der seinerseits ebenfalls gestört wird, vorgenommen werden. Geeignete Funktionen für unterschiedliche Benutzer sind solche, die möglichst wenig miteinander korrelieren.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Abstandsmessung,
 - bei der ein Dauerstrichradar (DSR) vorgesehen ist,
 - bei der dem Dauerstrichradar (DSR) eine Referenzeinheit (REF) nebengeordnet ist,
5
 - die ein Oberflächenwellenelement (OFW) aufweist zur Erzeugung eines verzögerten Signals, das zum Sendesignal (S_G) oder zu einem zum Sendesignal (S_G) in Beziehung stehenden Signal (S_{VCO} , S_4) verzögert ist,
 - 10 -- die einen Mischer (MI2) aufweist zum Mischen des verzögerten Signals mit dem Sendesignal (S_G) oder dem zum Sendesignal (S_G) in Beziehung stehenden Signal (S_{VCO} , S_4),
 - bei der die Referenzeinheit (REF) und das Dauerstrichradar (DSR) ausgangsseitig mit einer Auswerteeinheit (AE)
15 verbunden sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
 - bei der das Dauerstrichradar (DSR) eine Signalquelle (SQ) zur Erzeugung eines hochfrequenten Signals (S_{VCO}) aufweist,
 - bei der eine Antenne (A, SA) zur Abstrahlung des hochfrequenten Signals vorgesehen ist, welches an einem Meßobjekt (MO) reflektiert und empfangen wird,
20
 - bei der ein weiterer Mischer (MI1) zum Mischen des empfangenen Signals (S_E) mit dem hochfrequenten Signal vorgesehen ist.

- 25 3. Vorrichtung nach Anspruch 2,
 - bei der eine weitere Antenne (EA) vorgesehen ist, die zum Empfang des am Meßobjekt (MO) reflektierten Signals dient.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2,
bei der ein Zirkulator (ZIR) zwischen der Signalquelle (SQ), dem Mischer (MI1) und der Antenne (A) vorgesehen ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 4,
5 bei der ein Mittel zum Hochmischen (UM) des von der Signalquelle (SQ) stammenden Signals (S_{VCO}) vorgesehen ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 4,
bei der ein Mittel zum Herabmischen (LO2, MI3, MI4) des von der Signalquelle (SQ) stammenden Signals (S_{VCO}) vorgesehen
10 ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 6,
bei der die Auswerteeinheit (AE) unter Verwendung des Verhältnisses aus der Frequenz ($\Delta f(t)$) des verzögerten Signals und der Frequenz ($\Delta f_{DIF}(t)$) des vom Dauerstrichradar (DSR)
15 stammenden Signals den Abstand bestimmt.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 7,
bei der der Auswerteeinheit (AE) Tiefpaßfilter (TP1, TP2) vorgeschaltet sind.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 8,
20 bei der die Signalquelle (SQ) ein codiertes frequenzmoduliertes Signal erzeugt.

FIG 1

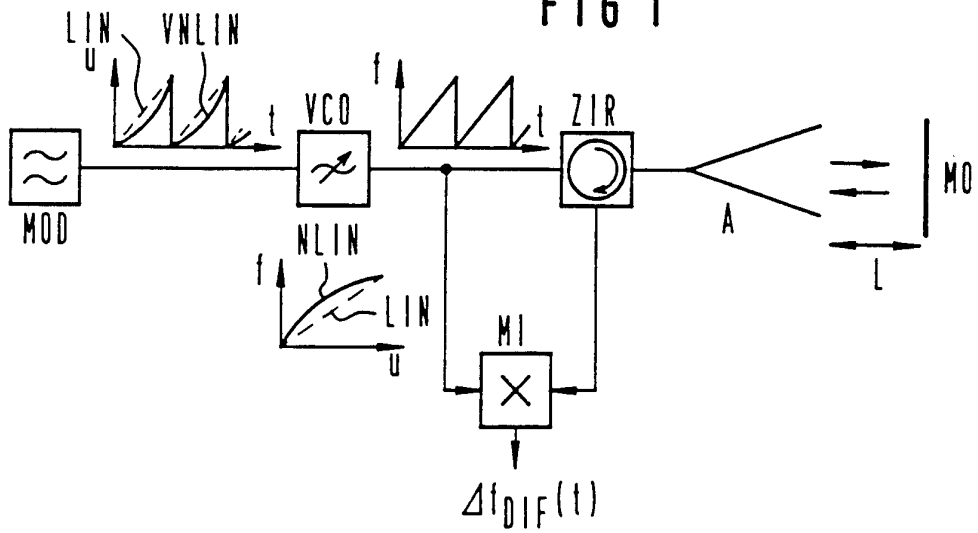


FIG 2

