



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤① Int. Cl.<sup>3</sup>: G 01 S 13/00  
G 04 F 10/00

**Patentgesuch für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

**⑫ AUSLEGESCHRIFT A3**

⑪

**641 308 G**

②① Gesuchsnummer: 4269/82

⑦① Patentbewerber:  
Wild Heerbrugg AG, Heerbrugg

②② Anmeldungsdatum: 13.07.1982

⑦② Erfinder:  
Kurt Giger, Heerbrugg

④② Gesuch  
bekanntgemacht: 29.02.1984

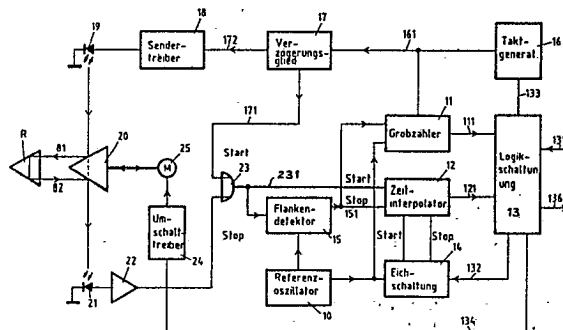
⑦④ Vertreter:  
Dr. A.R. Egli & Co., Patentanwälte, Zürich

④④ Auslegeschrift  
veröffentlicht: 29.02.1984

⑤⑥ Recherchenbericht siehe Rückseite

**⑤④ Vorrichtung zur Laufzeitmessung von Impulssignalen.**

⑤⑦ Vorrichtung zur Messung der Laufzeit von Impulssignalen, insbesondere in Verbindung mit elektrooptischen Entfernungsmessern. Ein Grobmesszähler (11) misst Taktperioden eines Referenzoszillators (10), während ein Feinmessinterpolator (12) Restzeiten zu Beginn und am Ende eines Messintervalls feststellt. Beide Restzeiten werden nacheinander vom gleichen Feinmessinterpolator (12) erfasst. Dazu dient ein Verzögerungsglied (17), das dem Sendetreiber (18) das Triggersignal erst zuführt, wenn die Interpolation im Zeitinterpolator (12) für das Startsignal auf Leitung (171) abgeschlossen ist. In einem Taktgenerator (16) wird eine einstellbare Serie von Messimpulsen erzeugt, um in einer Logikschaltung (13) den Mittelwert aus einer solchen Messserie bilden können. Vorzugsweise ist der Taktgenerator (16) mit dem Referenzoszillator (10) synchronisiert, wodurch eine Mittelwertbildung mit geringer Fehlerabweichung gewährleistet ist.





# RAPPORT DE RECHERCHE RECHERCHENBERICHT

Demande de brevet No.:  
Patentgesuch Nr.:  
CH 4269/82

I.I.B. Nr.:

HO 14633

Documents considérés comme pertinents Einschlägige Dokumente		
Catégorie Kategorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes. Kennzeichnung des Dokuments, mit Angabe, soweit erforderlich, der massgeblichen Teile	Revendications con- cernées Betrifft Anspruch Nr.
A	DE - A - 2 136 969 (KIEWSKIJ ORDENA LENINA POLITECHNITSCHESKIJ INSTITUT) * das ganze Dokument *	1
A	US - A - 3 296 525 (SAKUMA) * das ganze Dokument *	1
D,A	US - A - 3 541 448 (NUTT) * das ganze Dokument *	1
D,A	FR - A - 2 437 648 (MITEC) * das ganze Dokument * & DE - A - 2 842 450	1
D,A	NACHRICHTENTECHNISCHE ZEITSCHRIFT, Heft 9, 1973 BERLIN (DE) J. RIEGL: "Messung kurzer Entfernungen mit Hilfe optischer Impulsradargeräte" Seiten 435 bis 440 * das ganze Dokument *	1
A	US - A - 3 505 594 (T. HORNOCH et al.) * das ganze Dokument *	1

Domaines techniques recherchés  
Recherchierte Sachgebiete  
(INT. CL. 2)  
  
 G 04 F 10/00  
 G 01 S 7/00  
 13/00  
 17/00

Catégorie des documents cités  
Kategorie der genannten Dokumente:  
 X: particulièrement pertinent  
von besonderer Bedeutung  
 A: arrière-plan technologique  
technologischer Hintergrund  
 O: divulgation non-écrite  
nichtschriftliche Offenbarung  
 P: document intercalaire  
Zwischenliteratur  
 T: théorie ou principe à la base de  
l'invention  
der Erfindung zugrunde liegende  
Theorien oder Grundsätze  
 E: demande faisant interférence  
kollidierende Anmeldung  
 L: document cité pour d'autres raisons  
aus andern Gründen angeführtes  
Dokument  
 &: membre de la même famille, document  
correspondant  
Mitglied der gleichen Patentfamilie;  
übereinstimmendes Dokument

Etendue de la recherche/Umfang der Recherche	
Revendications ayant fait l'objet de recherches Recherchierte Patentansprüche: <b>alle</b>  Revendications n'ayant pas fait l'objet de recherches Nicht recherchierte Patentansprüche: Raison: Grund:	
Date d'achèvement de la recherche/Abschlussdatum der Recherche  <b>30-12-1983</b>	Examineur I.I.B./I.I.B. Prüfer

## PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur Laufzeitmessung von Impulssignalen, mit einer Auswerteschaltung, bestehend aus einem Grobmesszähler und Mitteln zur Feinmessinterpolation, wobei der Grobmesszähler Taktimpulsperioden eines Referenzoszillators zwischen einem Start- und einem Stoppsignal zählt, und die Mittel zur Feinmessinterpolation Restzeiten zwischen dem Start- bzw. Stoppsignal und der nächstfolgenden Taktimpulsflanke des Referenzoszillators ermitteln, dadurch gekennzeichnet, dass nur ein Feinmessinterpolator (12) zur zeitlich getrennten Interpolation der Restzeit zwischen dem Startsignal und der nächstfolgenden Taktimpulsflanke bzw. dem Stoppsignal und der darauffolgenden Taktimpulsflanke des Referenzoszillators (10) vorgesehen ist.

2. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, gekennzeichnet durch Mittel (17, 23) zur zeitlich getrennten Zuführung des START- bzw. des STOP-Signals (231, 151) zum Feinmessinterpolator (12).

3. Vorrichtung nach Patentanspruch 2, gekennzeichnet durch gesteuerte Schaltsmittel (23), deren erster Steuereingang (START) mit dem verzögerten Startsignal (171) belegbar ist, und deren zweitem Steuereingang (STOP) ein um die zu messende Laufzeit verzögertes STOP-Signal zuführbar ist, wobei der Ausgang der Schaltsmittel (23) mit dem START-Eingang des Feinmessinterpolators (12) verbunden ist, ferner dadurch gekennzeichnet, dass der STOP-Eingang des Feinmessinterpolators (12) mit dem Referenzoszillator (10) in Verbindung steht.

4. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein mit einer Startleitung (133) versehener Taktgenerator (16) vorgesehen ist, um bei Empfang eines Startsignals auf der Startleitung (133) eine einstellbare Serie von Taktimpulsen auf eine Verbindungsleitung (161) abzugeben.

5. Vorrichtung nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass dem Taktgenerator (16) ein Verzögerungsglied (17) nachgeschaltet ist, wobei ein erster Ausgang (171) des Verzögerungsglieds (17) auf den ersten Steuereingang (START) des Schaltsmittels (23) geführt ist, dass die Verbindungsleitung (161) als Zähler-Startleitung mit dem Grobzähler (11) verbunden ist, und dass ein zweiter Ausgang (172)

des zweiten Verzögerungsglieds (17) als Treiberleitung mit einem Sendetreiber (18) verbunden ist.

6. Vorrichtung nach Patentanspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Verzögerungsglied (17) ein zweiter Oszillator (41) vorgesehen ist, dem ein zweiter Zähler (40) nachgeschaltet ist, wobei ein Starteingang des zweiten Zählers (40) mit der vom Taktgenerator (16) kommenden Verbindungsleitung (161) verbunden ist, dass dem Ausgang des zweiten Zählers (40) für das Erreichen einer ersten Zählrate (401) eine erste triggerbare Kippschaltung (42) nachgeschaltet ist, deren Ausgang an die Startsignalleitung (171) angeschlossen ist, und dass einem zweiten Ausgang (402) des zweiten Zählers (40), der bei Erreichen einer zweiten Zählrate aktivierbar ist, eine zweite triggerbare Kippschaltung (43) nachverbunden ist, deren Ausgang auf die Treiberleitung (172) führt, und dass die Triggereingänge beider Kippschaltungen (42, 43) an den Ausgang des zweiten Oszillators (41) angeschlossen sind.

7. Vorrichtung nach Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweiter Steuereingang des zweiten Zählers (40) mit der Startleitung (133) verbunden ist, und dass der zweite Ausgang (402) des zweiten Zählers (40) die Zähler-Startleitung für den Grobzähler (11) darstellt.

8. Vorrichtung nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Taktgenerator (16) zur Abgabe des Startsignals auf einer Verbindungsleitung (161) vorgesehen ist, wobei der Taktgenerator mit einem Referenzoszillator (10) in Verbindung steht, dass dem Referenzoszillator (10) ein erster Teiler (60) sowie parallel dazu ein Mischer (61) nachgeschaltet sind, dass die Ausgänge des ersten Teilers (60) und des Mischers (61) mit einem Phasendetektor (62) verbunden sind, dem ein Filter (63) nachgeschaltet ist, dass dem Filter (63) ein spannungsgesteuerter Oszillator (65) folgt, dessen Ausgang einerseits mit dem Mischer (61) und andererseits mit einem zweiten Teiler (64) verbunden ist, und dass der Ausgang des zweiten Teilers (64) mit dem Eingang einer UND-Schaltung (66) verbunden ist, deren zweiter Eingang eine Startleitung (133) zur Anzeige des Messbeginns zugeführt ist, wobei der Ausgang der UND-Schaltung (66) an die Verbindungsleitung (161) angeschlossen ist.

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Laufzeitmessung von Impulssignalen mit einer Auswerteschaltung, bestehend aus einem Grobmesszähler und Mitteln zur Feinmessinterpolation, wobei der Grobmesszähler Taktimpulsperioden eines Referenzoszillators zwischen einem Start- und einem Stoppsignal zählt, und die Mittel zur Feinmessinterpolation Restzeiten zwischen dem Start- bzw. Stoppsignal und der nächstfolgenden Taktimpulsflanke des Referenzoszillators ermitteln.

Optische Impulsradargeräte messen Entfernungen bekanntlich durch Anwendung des Laufzeitprinzips. Der zeitliche Abstand zwischen einem Sendesignal und einem Empfangssignal (Echosignal) wird als Mass für die Entfernung benutzt. Zwischen diesen beiden Signalen werden die Impulse gezählt, die ein Quarzoszillator mit fester Frequenz in einer Auswerteschaltung liefert. Das Sendesignal wird als Startsignal und das Empfangs- bzw. Echosignal wird als Stoppsignal für die Auswerteschaltung benutzt. Die Einzelheiten können dem Aufsatz «Messung kurzer Entfernungen mit Hilfe optischer Impulsradargeräte», Nachrichten-

50 tenteknische Zeitschrift, 1973, Heft 9, Seiten 535 bis 440, entnommen werden. Bei dieser Zählweise ergibt sich die Schwierigkeit, dass keine Korrelation besteht zwischen dem die Impulszählung beginnenden Sendesignal (Startleitung) und den Flanken der Impulse des Quarzoszillators sowie zwischen dem die Impulszählung beendenden Empfangssignal (Echosignal) und den Impulsflanken des Oszillators. Am Anfang und Ende der Impulszählung bleiben daher Restzeiten unberücksichtigt, die für die Entfernungsmessung nicht ausgewertet werden. Jede dieser nicht erfassten Restzeiten ist kleiner als eine volle Mess-Impulsperiode. Für eine grobe Entfernungsmessung im Kilometer- und Meterbereich ist die Vernachlässigung dieser Restzeiten durchaus zulässig. Für genaue Entfernungsmessungen im Zentimeter- und Millimeterbereich reicht die erwähnte Messmethode jedoch nicht mehr aus.

65 Durch die DE-OS 2 842 450 und die US-PS 3 541 448 sind Verfahren und Vorrichtungen bekannt, die mit einer Grobmessung die Laufzeit grob ermitteln und mit zusätzlichen Feinmessungen mit Hilfe von Feinmessinterpolatoren

die zufälligen Restzeiten berücksichtigen, um dann durch Korrektur aus der Grobmessung die genaue Messzeit abzuleiten. Aus US-Patent Nr. 3 505 594 ist ein hochauflösender Zeitintervall-Zähler bekannt, der auf einer Interpolationstechnik zwischen unterschiedlichen Frequenzen von verschiedenen Taktgeneratoren beruht. In einem ersten Zähler werden Taktimpulse zwischen dem Startbefehl und dem Phasen-Nulldurchgang gemessen und in einem zweiten Zähler Taktimpulse zwischen dem Phasen-Nulldurchgang und dem Stop-Befehl. Schliesslich ist aus der DE-OL 2 136 969 ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Messen von Zeitintervallen, mit Grob- und Feinmessung von Teilen des Zeitintervalls erfolgt, die zwischen den es begrenzenden Impulsen und denjenigen Taktimpulsen eingeschlossen sind, deren Zeitintervall durch eine Taktimpulszahl teilbar ist, die zumindest gleich der Zahl von eventuellen unterschiedlichen Ergebnissen der Grobmessung von ein und demselben Intervall ist.

Die bekannten Geräte haben den Nachteil eines grossen apparativen Aufwandes. Für einen mobilen Einsatz, beispielsweise als Entfernungsmesser unter Ausnutzung des Laufzeitprinzips, sind die bekannten Geräte zu schwer und zu gross und damit praktisch ungeeignet. Eine Miniaturisierung lässt sich mit naheliegenden technischen Mitteln auf der Basis der bekannten Vorrichtungen und Verfahren nicht erreichen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, welche einfacher aufgebaut ist als bekannte und welche den Aufbau eines handlichen Gerätes erlaubt, das sich ohne Schwierigkeiten mobil einsetzen lässt und trotzdem die angestrebte hohe Messgenauigkeit aufweist sowie eine einfache Bedienung, insbesondere einen einfachen Abgleichvorgang, und zuverlässige Darstellung der Messwerte erlaubt.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Mit der angegebenen Lösung wird eine einfache Zeitauswertung von analogen Spannungssignalen für jeden Messvorgang erreicht und die Voraussetzung der Miniaturisierung der Vorrichtung geschaffen, so dass sie sich in einem handlichen Gerät unterbringen lässt. Besonders vorteilhaft ist es, dass, je nach den gestellten Anforderungen an die Messgenauigkeit, über eine grössere oder kleinere Anzahl von Einzelmessungen gemittelt werden kann. Insbesondere wirkt es sich positiv auf die Messgenauigkeit aus, wenn durch geräteinterne Massnahmen über mehrere Einzelmessungen gemittelt werden kann, wobei durch zusätzliche vorteilhafte Massnahmen der Zeitpunkt für eine Interpolation über die Einzelmessungen so gewählt wird, dass der Streubereich für die einzelnen Messergebnisse gering bleibt, und damit der Fehlerbereich besonders eng gehalten wird.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 das Blockschaltbild des beschriebenen Ausführungsbeispiels,

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel für das Verzögerungsglied im Ansteuerungskreis für die Sendediode in Figur 1,

Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel, bei welchem der Taktgenerator mit dem nachfolgenden Verzögerungsglied gemäss Figur 1 zusammengefasst ist,

Fig. 4 das Beispiel einer Kennlinie für den Zeitinterpolator gemäss Figur 1, für  $n = 14$  Einzelmessungen, und

Fig. 5 das Ausführungsbeispiel für einen vom Referenzoszillator gesteuerten Taktgenerator gemäss Figur 1.

Gemäss Figur 1 ist ein Referenzoszillator 10, beispielsweise ein Quarzoszillator, auf den Eingang eines Grobmesszählers 11 sowie auf den Eingang eines Zeitinterpolators 12 geführt. Der Ausgang 111 des Grobmesszählers 11 sowie der Ausgang 121 des Zeitinterpolators 12 sind mit einer Logik-

schaltung 13 verbunden. Eine Ausgangsleitung 132 führt von der Logikschaltung 13 zum Steuereingang einer Eichschaltung 14, welche mit Start- und Stoppeingängen des Zeitinterpolators 12 in Verbindung steht. Der Ausgang des Referenzoszillators 10 ist ebenfalls mit der Eichschaltung 14 verbunden. Zwischen dem Referenzoszillator 10 und dem Eingang des Grobmesszählers 11 ist im Beispiel ein Flankendetektor 15 angeordnet, dessen Ausgang 151 mit dem erwähnten Eingang des Grobmesszählers und mit dem zweiten Stoppeingang des Zeitinterpolators 12 verbunden ist.

Über eine Startleitung 133 steht die Logikschaltung 13 mit einem Taktgenerator 16 in Verbindung. An den Ausgang des Taktgenerators 16 sind über eine Verbindungsleitung 161 ein Verzögerungsglied 17 und der Takteingang des Grobmesszählers 11 angeschlossen. Über eine Treiberleitung 172 steht der Ausgang des Verzögerungsglieds 17 mit einem Sendetreiber 18 in Verbindung, dem eine Sendediode 19 zur Aussendung eines Impulssignals folgt. Das ausgesendete Impulssignal passiert ein umschaltbares Optikelement 20. Das Optikelement 20 ist zwischen einer Eichposition und einer Messposition umschaltbar. In der Eichposition erreicht das von der Sendediode 19 ausgehende Impulssignal direkt eine Empfangsdiode 21. Von der Empfangsdiode wird das Signal über einen Verstärker 22 als Stoppsignal einer ODER-Schaltung 23 zugeführt. Einem zweiten Eingang der ODER-Schaltung 23 wird ein Startsignal von der Leitung 171 des Verzögerungsglieds 17 zugeleitet. Der Ausgang 231 der ODER-Schaltung 23 führt einerseits direkt als zweiter Starteingang auf den Zeitinterpolator 12 und andererseits zum Flankendetektor 15.

Zur Umschaltung des Optikelements 20 dient ein Umschalttreiber 24, der über eine Leitung 134 mit dem Ausgang der Logikschaltung 13 in Verbindung steht. Der Ausgang des Umschalttreibers 24 steuert ein Stellglied 25 zur Umschaltung des Optikelements 20.

Im folgenden wird die Funktion und das Zusammenwirken der in Figur 1 gezeigten Schaltungsblöcke näher beschrieben. Zur Auslösung eines Messzyklus wird ein Triggersignal auf einen Triggersignaleingang 131 der Logikschaltung 13 gegeben. Daraufhin erscheint auf der Ausgangsleitung 132 ein Signal, welches der Eichschaltung 14 zugeführt wird und den Eichvorgang des Zeitinterpolators 12 auslöst. Die Eichschaltung 14, welche die Referenzimpulse des Referenzoszillators 10 zugeführt bekommt, erzeugt aufgrund der Impulsflanken des Referenzoszillators 10 Start- und Stoppsignale mit genau definierten Zeitabständen, welche dem Zeitinterpolator 12 zugeführt werden. Über die Interpolatorausgangsleitung 121 gelangen die interpolierten Werte in die Logikschaltung 13, wo sie zunächst abgespeichert werden, um bei der späteren Berechnung der Laufzeit bzw. der Messdistanz Verwendung zu finden. Über die Startleitung 133 wird der Taktgenerator 16 von der Logikschaltung 13 so beeinflusst, dass er eine bestimmte Anzahl von Einzelimpulsen abgibt und damit eine bestimmte Anzahl von Einzelmessungen startet. Diese Impulsfolge kann im Beispiel bei etwa 700/Sek. liegen. Die dadurch erzeugte Serie von Einzelmessungen wird auf später beschriebene Weise zu einer Mittelwertbildung des Messergebnisses herangezogen, um die Messgenauigkeit zu verbessern.

Im folgenden wird der Ablauf einer Einzelmessung beschrieben, wobei in der Logikschaltung 13 die Ergebnisse mehrerer solcher Einzelmessungen zunächst zwischengespeichert werden. Nach Erreichen einer gewünschten Anzahl  $n$  von Einzelmessungen wird daraus ein mittlerer Messwert gebildet. Zur Auslösung einer Einzelmessung wird vom Taktgenerator 16 ein Signal auf die Verbindungsleitung 161 gegeben. Mit diesem Signal wird der Grobmesszähler zurückgesetzt und so aktiviert, dass er mit dem ersten, über Signal-

leitung 151 ankommenden Impuls die Grobzählung startet und mit dem zweiten Impuls wieder stoppt. Weiter gelangt das Signal auf Leitung 161 in das Verzögerungsglied 17, wo es über Leitung 171 durch die ODER-Schaltung 23 auf den zweiten Starteingang des Zeitinterpolators 12 gelangt. Im Zeitinterpolator 12 beginnt damit die Messung zwischen dem erwähnten Startsignal und dem nächsten, vom Referenzoszillator 10 abgegebenen Taktsignal, welches vom Flankendetektor 15 festgestellt wird und über Signalleitung 151 dem zweiten Stoppeingang des Zeitinterpolators 12 und dem Grobmesszähler 11 zugeführt wird. Der interpolierte Wert gelangt über die Interpolatorausgangsleitung 121 in die Logikschaltung 13.

Das zweite, zum ersten verzögerte Ausgangssignal des Verzögerungsglieds 17 auf Leitung 172 löst, nachdem es den Sendetreiber 19 durchlaufen hat, in der Sendediode 19 einen Lichtimpuls aus. Der Lichtimpuls durchläuft zunächst direkt geräteintern zum Zweck der Eichung das Optikelement 20 und fällt auf die Empfangsdiode 21. Das empfangene Signal wird über Verstärker 22 und ODER-Schaltung 23 dem zweiten Starteingang des Zeitinterpolators 12 zugeführt. Gleichzeitig wird der Flankendetektor 15 beeinflusst, der mit dem nächsten, vom Referenzoszillator abgegebenen Taktsignal den Grobzähler 11 und den Zeitinterpolator 12 über Signalleitung 151 stoppt. Die Ergebnisse des Grobzählers 11 und des Zeitinterpolators 12 gelangen über Signalleitung 111 bzw. 121 in die Logikschaltung 13. Dort werden die Ergebnisse nach Erreichen der gewünschten Anzahl solcher Einzelmessungen gemittelt und als Eich- oder Nulldistanz gespeichert.

Nach Beendigung dieses Eichvorganges wird von der Logikschaltung 13 ein Signal auf die Steuerleitung 134 gegeben, wodurch der Umschalttreiber 25 veranlasst wird, das Optikelement 20 mit Hilfe des Stellglieds 24 so umzustellen, dass die von der Sendediode 19 abgegebenen Impulssignale auf die hinlaufende Messstrecke 81 gegeben werden, worauf sie von dem zu vermessenden Ziel R reflektiert und auf die rücklaufende Messstrecke 82 zurück zu dem Optikelement 20 geleitet werden. Von diesem wird das empfangene Signal auf die Empfangsdiode 21 umgeleitet. Daraufhin erfolgt der eigentliche Messvorgang auf die gleiche Weise wie zuvor für den Eichvorgang beschrieben. Es erfolgen Einzelmessungen über die Messstrecke 81, 82. Aus den Ergebnissen dieser Einzelmessungen wird in der Logikschaltung 13 der Mittelwert gebildet, anschliessend die beim vorhergehenden Eichvorgang erhaltene Null- oder Eichdistanz subtrahiert und anschliessend das Resultat über den Geräteausgang 136 als endgültiges Messergebnis für die Wegstrecke zwischen dem Gerät und dem Zielreflektor R, vorzugsweise in einem Längenmass, z.B. in Meter, Zentimeter, Millimeter oder Inches, angezeigt oder einem externen Drucker zugeleitet.

Figur 2 zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel für das Verzögerungsglied 17 gemäss Figur 1. Die vom Taktgenerator 16 gemäss Figur 1 abgehende Verbindungsleitung 161 wird dem Startsignaleingang eines zweiten Zählers 40 zugeleitet. Dieser zählt daraufhin die von einer Impulsquelle 41, beispielsweise einem zweiten autonomen Oszillator, abgegebenen Impulsflanken. Nach einer bestimmten Anzahl solcher Impulsflanken wird vom Zähler 40 ein Signal auf Leitung 401 gegeben und nach einer weiteren Anzahl von Impulsflanken ein Signal auf eine zweite Ausgangsleitung 402. Die erste Ausgangsleitung 401 ist mit dem Signaleingang D

einer impulsgetriggerten Kippschaltung 42 verbunden, während die zweite Ausgangsleitung 402 auf den Signaleingang D einer zweiten impulsgetriggerten Kippschaltung 43 geführt ist. Getriggert werden beide Kippschaltungen 42 und 43 vom zweiten Oszillator 41. Damit sind beide Kippschaltungen mit den Impulsflanken des zweiten Oszillators synchronisiert, womit die Verzögerungen zwischen den Signalen an den Ausgängen Q der beiden Kippschaltungen 42 und 43, nämlich auf den Leitungen 171 und 172, sehr genau durch die Eigenschaften des zweiten Oszillators 41 definiert sind.

Figur 3 zeigt anhand eines Ausführungsbeispiels, wie der Taktgenerator 16 gemäss Figur 1 mit der Verzögerungseinrichtung gemäss Figur 2 zusammengefasst werden kann. Die Ausgangsleitung 133 der Logikschaltung 13 gemäss Figur 1 wird auf den zweiten Zähler 40 gemäss Figur 2 geführt. Das auf Startleitung 133 erscheinende Signal startet eine Anzahl Einzelmessungen, worauf der zweite Zähler 40 die in Zusammenhang mit den Figuren 1 und 2 beschriebenen Signale auf Leitungen 161, 401 und 402 erzeugt.

Dem Zeitinterpolator 12 gemäss Figur 1 ist eine gewisse Nichtlinearität eigen in Abhängigkeit von dem Interpolationsintervall, wodurch die Messgenauigkeit der Gesamteinrichtung bestimmt wird. Figur 4 zeigt das Beispiel eines Spannungsverlaufes am Ausgang des Zeitinterpolators 12 über ein Interpolationsintervall  $1/f_r$ , wobei  $f_r$  die Impulsfrequenz des Referenzoszillators 10 bedeutet. In Figur 4 ist der Verlauf der Spannung U über die Zeit t für  $n = 14$  Einzelmessungen aufgetragen. Die Kurve zeigt einen typischen Verlauf der Nichtlinearität. Eingezeichnet ist ferner der linear interpolierte Verlauf, der in Figur 4 mit «ideal» bezeichnet ist. Die Messkurve ist so gelegt, dass gemäss einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung das auf der Leitung 71 gemäss Figur 1 erscheinende Signal mit einer bestimmten Phasenlänge zur Flanke eines vom Referenzoszillator 10 kommenden Impulses liegt. In einem solchen Fall liegt eine gleichmässige Verteilung der Messwerte über die Zeit vor, wie es in Figur 4 gezeigt ist. Dies bedeutet, dass bei einer Synchronisierung des Taktgenerators 16 auf den Referenzoszillator 10 bei einer Mitteilung von n Messwerten die Genauigkeit der Gesamtschaltung wesentlich verbessert wird.

Figur 5 zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel, mit welchem die erwähnte Synchronisierung zwischen dem Taktgenerator 16 und dem Referenzoszillator 10 erreicht wird. Gemäss Figur 5 ist der Ausgang des Referenzoszillators 10 einerseits mit einem ersten Teiler 60 und andererseits mit einem Mischer 61 verbunden. Die Ausgänge des ersten Teilers sowie des Mixers 61 führen auf einen Phasendetektor 62, dem ein Filter 63 nachgeschaltet ist. Der Ausgang des Filters ist mit einem spannungsgesteuerten Oszillator 65 verbunden, dessen Ausgang einerseits mit einem Mischer 61 in Verbindung steht und andererseits zu einem zweiten Teiler 64 führt. Der Ausgang des zweiten Teilers 64 ist mit dem Eingang einer zweiten UND-Schaltung 66 verbunden, welche auf einem zweiten Eingang mit der Startleitung 133 gemäss Figur 1 verbunden ist. Der Ausgang der UND-Schaltung 66 bildet die Leitung 161 gemäss Figur 1. Gemäss einem bevorzugten Ausführungsbeispiel beträgt die Referenzfrequenz des Referenzoszillators 10 15 MHz, das Teilverhältnis x des zweiten Teilers 64 21520, das Teilverhältnis y des ersten Teilers 60 1025. In diesem Fall beträgt die Taktfrequenz auf Leitung 161 gemäss Figur 5 ungefähr 700 Hz.

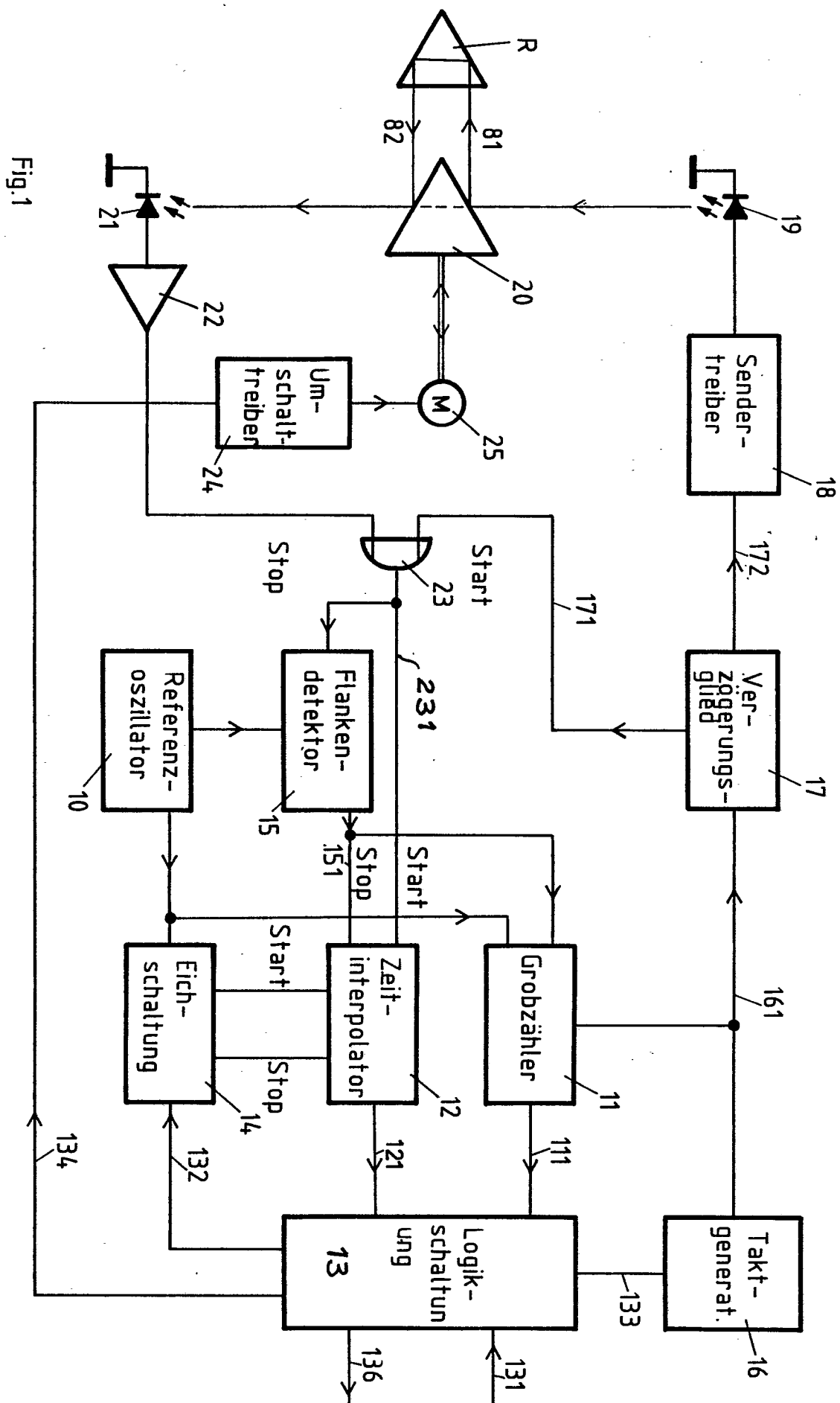


Fig. 1

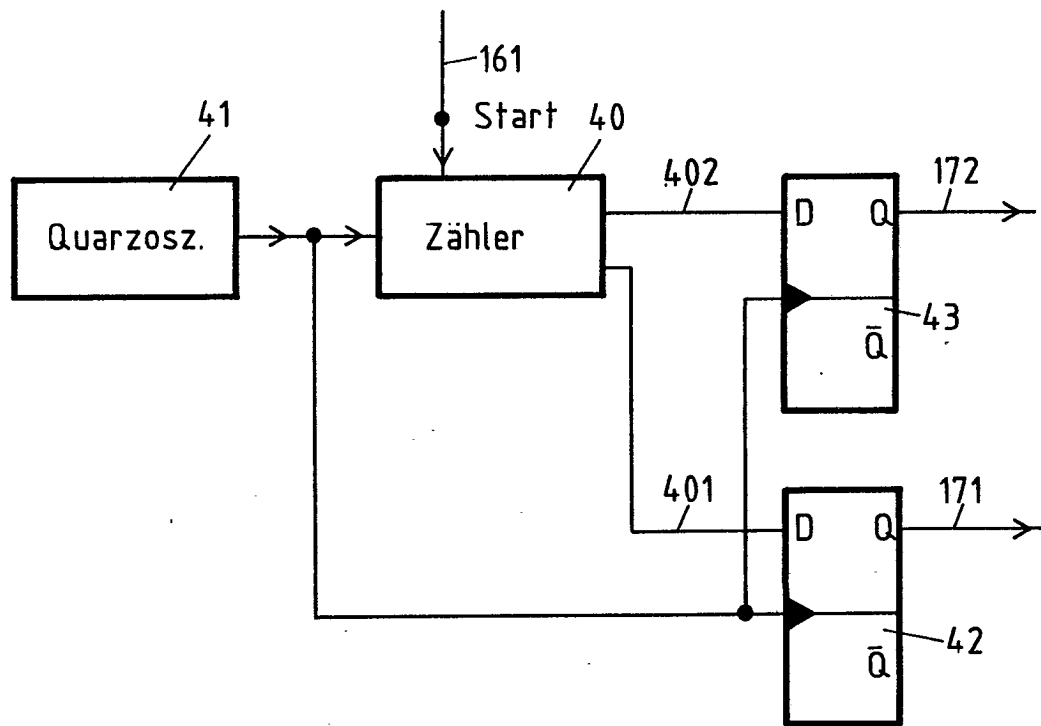


Fig.2

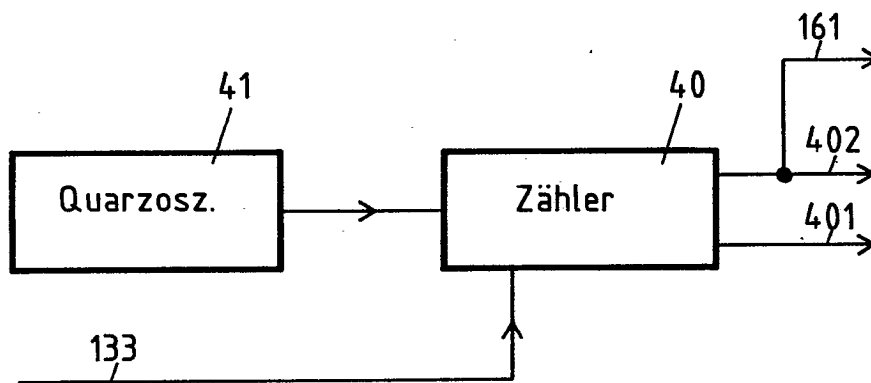


Fig.3

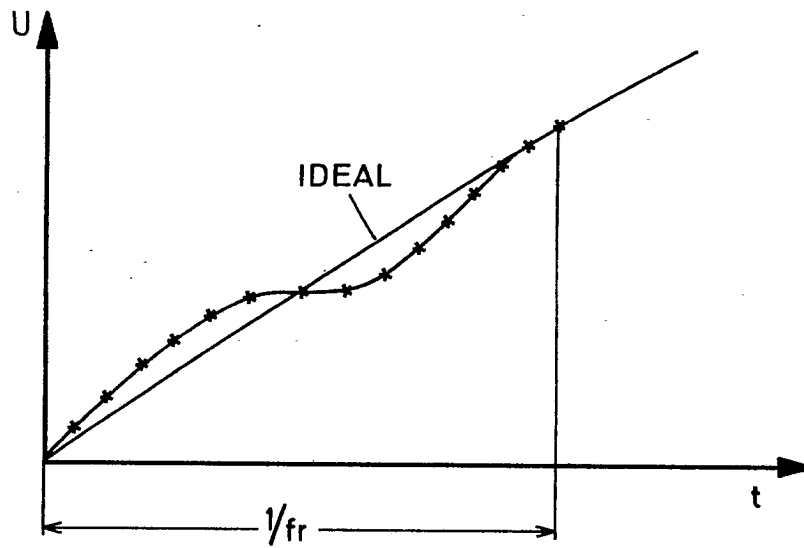


Fig.4

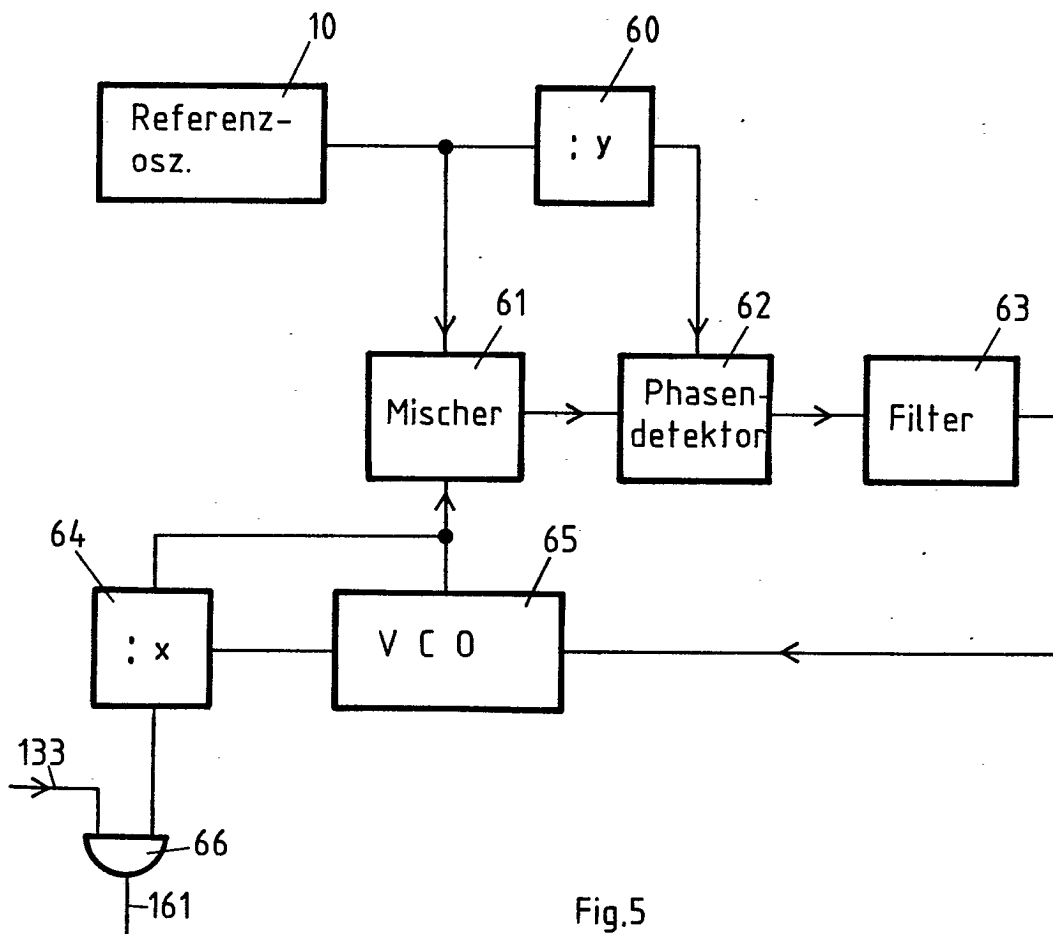


Fig.5