



12 AUSLEGESCHRIFT A3

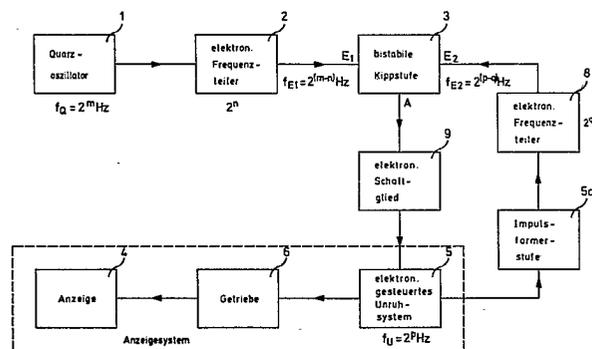
11 613 356 G

- 21 Gesuchsnummer: 1574/74
- 61 Zusatz von:
- 62 Teilgesuch von:
- 22 Anmeldungsdatum: 05. 02. 1974
- 30 Priorität: Bundesrepublik Deutschland, 06. 02. 1973 (2305682)
- 42 Gesuch bekanntgemacht: } 28. 09. 1979
- 44 Auslegeschrift veröffentlicht: }
- 71 Patentbewerber: Braun Aktiengesellschaft, Kronberg/Taunus  
(Bundesrepublik Deutschland)
- 74 Vertreter: Bovard & Cie., Bern
- 72 Erfinder: Dipl.-Ing. Hubert Effenberger, Neckargröningen, und Walter Seeger,  
Pforzheim (Bundesrepublik Deutschland)
- 56 Recherchenbericht siehe Rückseite

54 Zeithaltendes Gerät mit einem elektronisch geregelten Antriebssystem

57 Das Anzeigesystem (4) wird durch eine elektronisch steuerbare Antriebsvorrichtung (5, 6, 9) angetrieben. Die Antriebsvorrichtung umfasst ein über ein elektronisches Schaltglied (9) gesteuertes Unruhsystem (5), das über ein Getriebe (6) das als Zeigerwerk ausgebildete Anzeigesystem antreibt. Das Unruhsystem (5) kann mit einer ersten oder mit einer zweiten Frequenz schwingen. Weiter ist ein Quarzoszillator (1) und ein elektrischer Frequenzteiler (2) vorhanden.

Der Ausgang des Frequenzteilers ist mit dem einen Eingang einer bistabilen Kippstufe (3) verbunden. Das Unruhsystem erzeugt bei jedem Nulldurchgang einen Spannungsimpuls, der über eine Impulsformerstufe (5a) einem weiteren Frequenzteiler (8) zugeführt wird. Der Ausgang des weiteren Frequenzteilers ist mit dem anderen Eingang der bistabilen Kippstufe verbunden. Die beiden genannten Frequenzteiler sind so ausgebildet, dass die Impulsfrequenz der den beiden Eingängen der bistabilen Kippstufe zugeführten Impulsszügen nur geringfügig voneinander abweichen. Mit den am Ausgang der Kippstufe auftretenden Impulsen, deren Breite von der Phasenbeziehung zwischen den genannten Impulsszügen abhängig ist, wird das elektronische Schaltglied (9) gesteuert, das Unruhsystem beeinflusst entweder mit der ersten oder zweiten Frequenz zu schwingen.





## RAPPORT DE RECHERCHE RECHERCHENBERICHT

Demande de brevet No.:  
Patentgesuch Nr.:  
1574/74

I.I.B. Nr.:  
HO 10 530

Documents considérés comme pertinents Einschlägige Dokumente		Revendications concernées Betrifft Anspruch Nr.	
Catégorie Kategorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes. Kennzeichnung des Dokuments, mit Angabe, soweit erforderlich, der massgeblichen Teile		
	CH - B - 440 151 (KRASSOIEVITCH) * Sp. 3, Z. 66 bis Sp. 8, Z. 41; Figur 1 *	I, 2-5, 8	
	US - A - 3 616 638 (BENNETT) * Sp. 6, Z. 57 bis Sp. 7, Z. 72; Figur 1 *	1	
	GB - A - 880 285 (TELEFUNKEN) * S. 2, Z. 3-103; Fig. 1 *	2	
	CH - B - 490 710 (SSIH) * Sp. 10, Z. 48- Sp. 11, Z. 51; Figur 11 *	6	
E	CH - A - 16918/72 (GOLAY) (& DE-A-2 357 244, & US-A-3 937 001) von Amtes wegen entgegengehalten:		Domaines techniques recherchés Recherchierte Sachgebiete (INT. CL.2)
X	CH - B - 440 151 (KRASSOIEVITCH) * Sp. 10, Punkt 2; Sp. 7, Z. 33-35 *	I	Dt.Kl. 83b 1-03 83b <sup>1</sup> <sub>5</sub> 21d <sup>1</sup> <sub>39</sub>
	US - A - 3 110 853 (C.I. JONES) * Sp. 1, Z. 55 bis Sp. 2, Z. 23; Fig. 1 *	I, 2-5	Int. Kl. G 04 C 9/00 G 04 C 5/00 H 03 K 21/36 G 04 F 5/
X	CH - A - 3821/70 (TIMEX) (& DE-A-1 811 193; FR-A-1 593 875) * Sp. 4, Z. 21-29, Sp. 9, Z. 14-35 *	7	
A	US - A - 3 364 439 (J.P. COHEN) * Fig. 1a, 5b, 6; Sp. 2, Z. 58- Sp. 9, Z. 75 *	I, 1-8	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
A	DE - A - 2 219 548 (GOLAY) * Patentansprüche 1-10; Fig. 1-13; S. 3, Z. 5- S. 9, Z. 13 *	I, 1-8	
A	DE - A - 2 221 747 (GOLAY) (& CH-B-560 925) * Fig. 3-5; Patentanspruch 1; S. 2, Z. 2-S. 7*	I, 1-8	
A	CH - A - 2270/70 (CEH) * Sp. 1, Z. 1-34, Sp. 3, Z. 53 - Sp. 8, Z. 46; Fig. 1-17 *	I, 1-8	
<b>Etendue de la recherche/Umfang der Recherche</b>			
Revendications ayant fait l'objet de recherches Recherchierte Patentansprüche:			
Revendications n'ayant pas fait l'objet de recherches Nicht recherchierte Patentansprüche:			
Raison: Grund:			
Date d'achèvement de la recherche/Abschlussdatum der Recherche		Examineur I.I.B./I.I.B. Prüfer	

## PATENTANSPRÜCHE

1. Zeithaltendes Gerät mit einem einen elektronischen Frequenzteiler aufweisenden Quarzoszillator, einer elektronisch regelbaren Antriebsvorrichtung und einem Anzeigesystem, wobei die Antriebsvorrichtung mit mindestens zwei Drehzahlen betrieben wird, von denen die eine höher und die andere tiefer als eine von der Quarzfrequenz abgeleitete Solldrehzahl ist, dadurch gekennzeichnet, dass zur Unterteilung von wenigstens zwei Istfrequenzen, die von den Istdrehzahlen der Antriebsvorrichtung abgeleitet sind, ein weiterer elektronischer oder mechanischer Frequenzteiler vorhanden ist, dass die Ausgänge der beiden genannten Frequenzteiler mit je einem Eingang eines Speicherelementes verbunden sind zum Zwecke, dass eine Phasenschiebung zwischen unterteilten Quarzimpulsen und unterteilten Impulsen der Antriebsvorrichtung, welche Phasenschiebung die Summe der einzelnen Phasenschiebungen mehrerer Perioden der Antriebsvorrichtung ist, korrigiert wird, und dass der Ausgang des Speicherelementes zum Umschalten von der einen Drehzahl zur anderen mit einem Regeleingang der regelbaren Antriebsvorrichtung verbunden ist.

2. Gerät nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Anzeigesystem von einem elektronisch gesteuerten mechanischen Schwingungssystem, insbesondere einem niederfrequenten Unruhsystem über ein Getriebe angetrieben wird und die Drehzahländerung durch Frequenzänderung dieses Schwingungssystems erfolgt.

3. Gerät nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Anzeigesystem von einem elektronisch gesteuerten Motor über ein Getriebe angetrieben wird, dessen Drehzahländerung durch Änderung der zugeführten Energie und/oder Verlustenergie erfolgt.

4. Gerät nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Impulse, z. B. Steuer- oder Antriebsimpulse, vom elektronisch gesteuerten mechanischen zeithaltenden System abgeleitet und über einen elektronischen Frequenzteiler dem Speicherelement zugeführt werden, so dass immer dann am Ausgang des Frequenzteilers ein Impuls abgegeben wird, wenn beispielsweise der Sekundenzeiger des Anzeigesystems einen bestimmten Winkel, der proportional zur Stufenzahl des binären Frequenzteilers ist, überstrichen hat.

5. Gerät nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Impulse vom Anzeigesystem durch einen mechanisch-elektrischen Wandler, z. B. einen Kontakt, oder mit elektronischen Mitteln erzeugt und dem Speicherelement direkt oder über einen elektronischen Frequenzteiler zugeführt werden kann.

6. Gerät nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Speicherelement aus einer bistabilen Kippstufe mit zwei getrennten Eingängen E1 und E2 und zwei Ausgängen A1 und A2 besteht.

7. Gerät nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Schaltglied zur Umschaltung der Drehzahl bzw. Frequenz aus einem Transistor in Emitterschaltung besteht, der bei einer Einspulen-Steuer- und Antriebsschaltung des elektromechanischen Schwingungssystems bzw. Motors einen ohmschen Widerstand parallel zu einer Kapazität schaltet, so dass ein Zusatzimpuls eine Frequenz bzw. Drehzahländerung bewirkt.

8. Gerät nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Änderung der Eigenfrequenz eines elektronisch gesteuerten Schwingungssystems mit Hilfe räumlich verschobener Antriebsspulen (21) und (22), die elektronisch einschaltbar sind, erreicht wird.

9. Gerät nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Änderung der Eigenfrequenz eines elektronisch gesteuerten mechanischen Schwingungssystems durch Änderung der Amplitude, z. B. durch Änderung der Energiezufuhr oder

Dämpfung vorzugsweise eines nicht amplitudenisochronen Schwingungssystems erfolgt.

5

Die Erfindung bezieht sich auf ein zeithaltendes Gerät, insbesondere eine Quarzarmbanduhr mit einem einen elektronischen Frequenzteiler aufweisenden Quarzoszillator, einer elektronisch regelbaren Antriebsvorrichtung und einem Anzeigesystem, wobei die Antriebsvorrichtung mit mindestens zwei Drehzahlen betrieben wird, von denen die eine höher und die andere tiefer als eine von der Quarzfrequenz abgeleitete Solldrehzahl ist.

10 Bekannt sind Quarzarmbanduhren, die einen Schwingquarzoszillator in Verbindung mit einem Frequenzteiler und ein direkt von den Ausgangsimpulsen des Frequenzteilers gesteuertes elektromechanisches Anzeigesystem enthalten.

15 Besondere Nachteile bekannter Quarzuhrsysteme, insbesondere Quarzarmbanduhren, bestehen darin, dass das mechanische Anzeigesystem solcher Uhren zur Erzielung einer hohen Fortschaltsicherheit eine relativ grosse Leistungsaufnahme erfordert, die nur herabgesetzt werden kann, wenn eine grössere Stöempfindlichkeit zugelassen wird. Weiterhin ist bei bekannten Systemen, die mit direkt gesteuerten Schrittschaltmotoren, direkt synchronisierten Schwingungssystemen und Motoren arbeiten, eine Anordnung notwendig, die schon innerhalb einer einzigen Schaltperiode eventuelle Fehler rückgängig machen muss. Bei solchen Systemen kann die Stossempfindlichkeit, z. B. bei sportlicher Betätigung, zu einer bleibenden Standabweichung führen. Um diese Nachteile weitgehend zu beseitigen, mussten aufwendige Sonderkonstruktionen für das Anzeige- und Fortschaltsystem vorgesehen werden; z. B. Schwingungssysteme mit hohem Energieinhalt, d. h. mit grosser Amplitude und hoher Frequenz.

20 Diese prinzipiellen Schwierigkeiten treten, wie Versuche und praktische Ergebnisse an Gebrauchsquarzuhrn, vor allem an Armbanduhren gezeigt haben, bei allen bisher verwendeten elektromechanischen Antriebsarten für Anzeigesysteme auf, seien es Stimmgabel-, Blattfeder-, Unruh-Systeme, Synchronmotoren, synchronisierte Motoren, direkt synchronisierte Schwingungssysteme, Schrittschaltmotoren oder elektromechanische Schrittschaltwerke. Man hat daher versucht, bei Schrittschaltwerken Sperrvorrichtungen einzubauen, um eine Fortschaltung durch Störungen zu verhindern. Auch diese Vorrichtungen sind störanfällig, wenn ein äusserer mechanischer Störimpuls während des Schaltvorganges auftritt.

25 Durch Schüttelbewegungen und Drehstösse, wie sie bei raschen Handbewegungen, bei sportlicher Betätigung, im Fahrzeug vorkommen können, erhält man bei Uhren mit Unruh-schwingungssystemen mit einer Frequenz von 2,5 Hz Fehler, die vor allem durch das Prellen verursacht werden, entsprechend einer Staudifferenz von mehreren Sekunden innerhalb eines Zeitraums von einer Minute. Deshalb lässt sich auch eine niederfrequente Unruh üblicher Frequenz für Armbanduhren nicht mit der notwendigen Sicherheit direkt synchronisieren.

30 Bei weiteren bekannten Systemen werden Stell- oder Anhaltevorrichtungen verwendet, die zusätzliche elektromechanische Wandler und z. T. einen relativ hohen Energieaufwand benötigen.

35 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein zeithaltendes Gerät, insbesondere eine Quarzarmbanduhr, das einen Quarzoszillator mit elektronischen Frequenzteilern sowie ein elektronisch gesteuertes mechanisches zeithaltendes System mit einem Anzeigesystem enthält, zu schaffen, bei der zwar Staudifferenzen gegenüber dem steuernden Quarzsystem zugelassen werden können, die aber durch Drehzahlregelung des Anzeigesystems in relativ kurzer Zeit wieder rückgängig gemacht

65

werden. Die Standdifferenzen können bei Systemen dieser Art sehr klein gehalten werden und nur durch grosse äussere mechanische Störeinflüsse eine ablesbare Grösse erreichen, die aber in wählbar kurzen Zeiten durch die Regelung beseitigt werden.

Bei der Erfindung soll das weitgehend störungsempfindliche Quarzsystem und die elektronische Regelung in ein mechanisch unverändertes elektronisch gesteuertes Anzeigesystem vorzugsweise in eine in grossen Serien gefertigte herkömmliche elektronisch gesteuerte Unruharmbanduhr eingebaut werden können.

Das erfindungsgemässe Gerät ist dadurch gekennzeichnet, dass zur Unterteilung von wenigstens zwei Istfrequenzen, die von den Istdrehzahlen der Antriebsvorrichtung abgeleitet sind, ein weiterer elektronischer oder mechanischer Frequenzteiler vorhanden ist, dass die Ausgänge der beiden genannten Frequenzteiler mit je einem Eingang eines Speicherelementes verbunden sind zum Zwecke, dass eine Phasenschiebung zwischen unterteilten Quarzimpuls und unterteilten Impulsen der Antriebsvorrichtung, welche Phasenschiebung die Summe der einzelnen Phasenschiebungen mehrerer Perioden der Antriebsvorrichtung ist, korrigiert wird, und dass der Ausgang des Speicherelementes zum Umschalten von der einen Drehzahl zur anderen mit einem Regeleingang der regelbaren Antriebsvorrichtung verbunden ist.

Ein Vorteil der Erfindung besteht darin, dass durch die Verwendung vorhandener einfacher zeithaltender Geräte mit einer zusätzlichen elektronischen Quarzsteuerung eine Gebrauchsquarzuhr hoher Genauigkeit geschaffen werden kann.

Ein weiterer Vorteil gegenüber einer bekannten Lösung besteht darin, dass das Stellen der Uhr zu jedem Zeitpunkt auf einfache Weise dadurch geschehen kann, dass das Anzeigesystem (z. B. ein herkömmliches elektronisch gesteuertes Unruh-Armbanduhrenwerk) mechanisch angehalten wird und gleichzeitig mit Hilfe eines Schalters die beiden elektronischen Frequenzteiler auf den Zustand «Null» zurückgestellt werden («Reset»).

Beim Starten der Quarzarmbanduhr zum gewählten Zeitpunkt wird das Anzeigesystem in Betrieb gesetzt, wobei gleichzeitig der Schalter zur Rückstellung der Frequenzteiler betätigt wird.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Anzeigesystem von einem elektronisch gesteuerten mechanischen Schwingungssystem, insbesondere einem niederfrequenten Unruhsystem, über ein Getriebe angetrieben, wobei die Drehzahländerung durch Frequenzänderung dieses Schwingungssystems erfolgt.

Eine weitere Möglichkeit bietet sich dadurch an, dass das Anzeigesystem von einem elektronisch gesteuerten Motor über ein Getriebe angetrieben wird, dessen Drehzahländerung durch Änderung der zugeführten Energie und/oder Verlustenergie erfolgt.

Eine besonders vorteilhafte Ausführung erreicht man dadurch, dass Impulse, z. B. Steuer- oder Antriebsimpulse, vom elektronisch gesteuerten mechanischen zeithaltenden System abgeleitet und über einen elektronischen Frequenzteiler dem Speicherelement zugeführt werden, so dass immer dann am Ausgang des Frequenzteilers ein Impuls abgegeben wird, wenn beispielsweise der Sekundenzeiger des Anzeigesystems einen bestimmten Winkel, der proportional der Stufenzahl des binären Frequenzteilers ist, überstrichen hat.

Bei einer weiteren Ausführung werden Impulse vom Anzeigesystem durch einen mechanisch-elektrischen Wandler, z. B. einen Kontakt, oder mit elektronischen Mitteln erzeugt und dem Speicherelement direkt oder über einen elektronischen Frequenzteiler zugeführt.

Eine besonders günstige Ausgestaltung der Erfindung zur Erzielung einer wirtschaftlichen Lösung – aufgrund der Ver-

wendbarkeit von Bauelementen, die schon lange in Grossserie gefertigt werden – ergibt sich aus dem in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiel.

Es zeigen:

5 Fig. 1 das Blockschaltbild einer Quarzarmbanduhr mit elektronisch geregelter Anzeigesystem,

Fig. 2 den zeitlichen Verlauf der Spannungen an den Eingängen und am Ausgang der bistabilen Kippstufe sowie der Unruhfrequenz  $f_U$ ,

10 Fig. 3 Beispiel einer Steuer- und Antriebsschaltung eines Unruh-Schwingungssystems mit elektronischem Schaltglied zur Umschaltung der Unruhfrequenz.

Der Quarzoszillator 1 steuert den Frequenzteiler 2 an. Der Ausgang des Frequenzteilers 2 ist mit dem Eingang E1 der bistabilen Kippstufe 3 verbunden. Das Anzeigesystem 4 (beispielsweise ein herkömmliches elektronisch gesteuertes Unruhwerk einer Armbanduhr) besteht aus dem elektronisch gesteuerten Unruhsystem 5, das über das Getriebe 6 die Anzeige (Zeigerwerk) 7 antreibt.

20 Eine einzige nichtdargestellte Batteriezelle versorgt sämtliche in Fig. 1 dargestellten Elemente 1 bis 9.

Das elektronisch gesteuerte Unruhsystem 5 steuert einen weiteren elektronischen Frequenzteiler 8 an, dessen Ausgang mit dem Eingang E2 der bistabilen Kippstufe 3 verbunden ist.

25 Der Ausgang A der bistabilen Kippstufe 3 steuert das elektronische Schaltglied 9, das in das elektronisch gesteuerte Unruhsystem 5 eingreift.

Wirkungsweise des in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiels, die mit Hilfe der Fig. 2 erläutert wird:

30 Der Quarzoszillator 1 besitzt die Frequenz  $f_Q = 2^m \text{ Hz}$  (z. B.  $m = 15$ ;  $f_Q = 32,768 \text{ kHz}$ ). Der mit dieser Frequenz angesteuerte Frequenzteiler 2 hat das Teilverhältnis  $2^n : 1$  (z. B.  $n = 21$ ). Die Ausgangsimpulse werden dem Eingang E1 der bistabilen Kippstufe 3 zugeführt.

35 Das elektronisch gesteuerte Unruhsystem 5, das zusammen mit dem Getriebe 6 und dem Anzeigewerk 7 ein herkömmliches elektronisch gesteuertes Unruhsystem einer Armbanduhr darstellt, hat eine mechanische Frequenz  $f_{UM} = 4 \text{ Hz} \pm \Delta f_{UM}$ . Bei jedem Nulldurchgang des mechanischen Unruhsystems, das vorzugsweise einen permanentmagnet-dynamischen Wandler (vergleiche deutsche Patentanmeldung P 2 009 612.2–31) enthält, wird ein Spannungsimpuls induziert. Die elektrische Impulsfrequenz beträgt  $f_U = 8 \text{ Hz} \pm \Delta f_U$ .

Hierbei ist:

$$45 \quad 2\Delta f_{UM} = f_{U1} - f_{U2}$$

$$f_{UM} = 4 \text{ Hz} \pm \frac{f_{U1} - f_{U2}}{2}$$

Über eine Impulsformerstufe 5a werden diese Impulse dem 50 Frequenzteiler 8, der ein Teilverhältnis von  $2^q : 1$  besitzt, zugeführt. Die Ausgangsimpulse dieses Frequenzteilers 8, die die Impulsfrequenz  $f_U \cdot 2^{p-q}$  haben, steuern den Eingang E2 der bistabilen Kippstufe 3 an. Die Teilverhältnisse der Frequenzteiler 2 und 8 sind so gewählt, dass die an den beiden Eingängen E1 und E2 der bistabilen Kippstufe 3 anliegenden Frequenzen  $f_{E1}$  und  $f_{E2}$  bis auf die gewählten positiven und negativen Frequenzabweichungen gleich sind.

Es gelten folgende Beziehungen:

$$60 \quad f_{E1} = f_Q \cdot 2^{-n} = 2^{(m-n)} \text{ Hz}$$

$$f_{E2} = f_U \cdot 2^{-q} = 2^{(p-q)} \text{ Hz}$$

$$f_{U1} = f_Q \cdot 2^{(q-n)} + \Delta f_{U1}; \Delta f_{U1} > 0$$

$$65 \quad f_{U2} = f_Q \cdot 2^{(q-n)} + \Delta f_{U2}; \Delta f_{U2} < 0$$

$$m-n = p-q$$

$$(\text{Beispiel: } m = 15; n = 21; p = 3; q = 9)$$

Die mechanische Frequenz des elektronisch gesteuerten Unruhsystems wird durch ein Schaltglied 9, das durch den Ausgang A der bistabilen Kippstufe 3 gesteuert wird, umgeschaltet. Die Frequenzänderung erfolgt dadurch, dass ein Widerstand 10 mit Hilfe eines als elektronischer Schalter wirkenden Transistors 11 parallel zur Kapazität 12 geschaltet wird. Das bewirkt, dass bei dem hier verwendeten Dreifach-Magnetsystem durch Verschiebung der negativen Stromspannungskennlinie, die an den Klemmen der Spule auftritt, dann ein in der Phase verschobener zusätzlicher Antriebsimpuls an der Spule 14 gegeben wird, wenn der Transistor 11 durchgeschaltet ist. In diesem Beispiel wurde durch den zusätzlichen Antriebsimpuls eine Frequenzerhöhung (entsprechend einer Gangänderung von ca. 2 Minuten/Tag) des elektronisch gesteuerten UnruhSchwingungssystems erzielt.

Das Unruhsystem ist mechanisch so einreguliert, dass bei durchgeschaltetem Transistor 11 mindestens ein Vorgehen der Uhr (d. h. eine höhere Frequenz) von ca. 1 Minute pro Tag, bei nicht durchgeschaltetem Transistor 11 ein Nachgehen (niedrigere Frequenz) von ca. 1 Minute/Tag auftritt.

Für die relativen Frequenzänderungen des Unruhsystems gelten also hier folgende Beziehungen:

$$\text{Vorgehen: } G_V = \frac{\Delta f_{U1}}{f_Q \cdot 2^{(q-n)}} = + 1 \text{ min/d}$$

$$\text{Nachgehen: } G_N = \frac{\Delta f_{U2}}{f_Q \cdot 2^{(q-n)}} = - 1 \text{ min/d}$$

In Fig. 2 sind in einem Impulsdiagramm die Eingangsspannungen  $u_{E1}$  und  $u_{E2}$  sowie die Ausgangsspannung  $u_A$  der bistabilen Kippstufe in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt. Die bistabile Kippstufe wird jeweils durch die an den Eingängen E1 und E2 eintreffenden positiven Flanken der Impulse gesteuert.

Beim Betrieb dieser Quarzuhr können an der bistabilen Kippstufe folgende Schaltvorgänge bzw. Zustände auftreten:

a) Der Ausgang A sei so geschaltet, dass das Unruhsystem die Frequenz  $f_{U1}$  (höhere Frequenz) besitzt. Der von der Un-

ruh abgeleitete Impuls gelangt früher an den Eingang E1. Das bedeutet also, dass das Unruhsystem gegenüber dem Quarzsystem vorgeht und durch die positive Flanke des zuletzt an der bistabilen Kippstufe ankommenden Impulses am Eingang E1 auf die Frequenz  $f_{U2}$  umgeschaltet wird. Diese Unruhfrequenz wird bis zum Eintreffen der folgenden positiven Impulsflanke an den Eingängen beibehalten. Der Schaltzustand der bistabilen Kippstufe bestimmt jeweils die Unruhfrequenz.

b) Trifft der vom Quarzoszillator herrührende Impuls am Eingang E1 vor dem von der Unruh abgeleiteten Impuls am Eingang E2 ein, d. h. dass das Unruhsystem nachgegangen ist, so wird mit der positiven Flanke des vom Unruhsystem kommenden Impulses die Unruhfrequenz  $f_{U1}$  eingeschaltet.

c) Wird z. B. durch äussere Störungen das Nachgehen oder Vorgehen nicht innerhalb einer Periode der an der bistabilen Kippstufe eintreffenden Impulse beseitigt, so wird zwar kurzzeitig eine Frequenz eingeschaltet, die der angestrebten Unruhfrequenz zur Regelung des Systems nicht entspricht; aber der zeitliche Mittelwert der Unruhfrequenz bis zur nächsten Umsteuerung entspricht annähernd der geforderten Unruhfrequenz. Anzeigefehler durch mechanische Störeinflüsse können vorübergehend bis zur halben Periodendauer der an E1 ankommenden Impulse betragen; diese werden dann in einer Zeit, die umgekehrt proportional zu den Frequenzänderungen  $\Delta f_{U1}$  bzw.  $\Delta f_{U2}$  ist, wieder korrigiert.

Da eine Unruhuhr infolge statistisch verteilter Störungen bereits ein sehr gutes langzeitiges Gangverhalten aufweist, sind die Frequenzänderungen  $\Delta f_{U1}$  und  $\Delta f_{U2}$  so klein gewählt, dass in der Anzeige keine ablesbaren Fehler auftreten. Nur bei extrem grossen äusseren mechanischen Störungen treten vorübergehend sichtbare Abweichungen auf, die jedoch bald wieder durch die Regelung beseitigt werden.

Ein bleibender Vor- oder Nachgang durch die Frequenzänderungen  $\Delta f_{U1}$  bzw.  $\Delta f_{U2}$  von beispielsweise 1 Minute/Tag ergibt nach Ablauf von 64 Sekunden eine Standdifferenz von ca. 44 Millisekunden, die mit dem Auge keineswegs festgestellt werden kann.

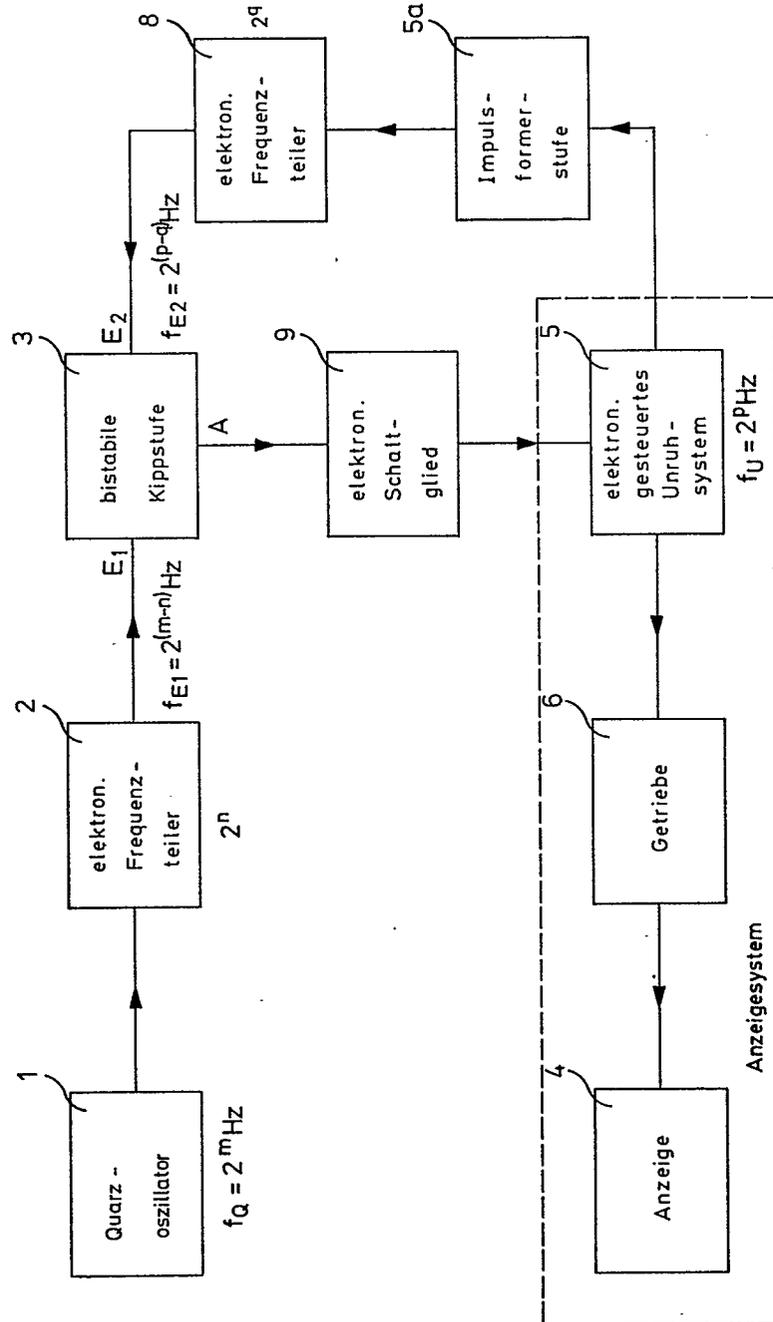


Fig. 1

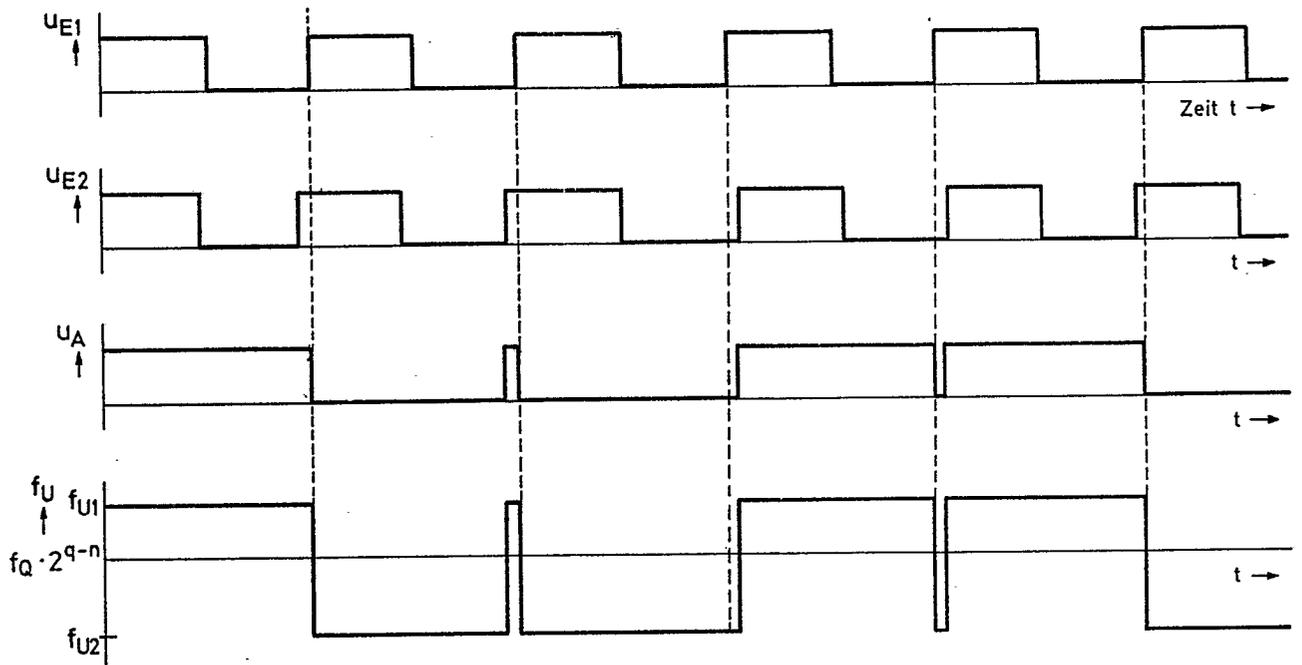


Fig. 2

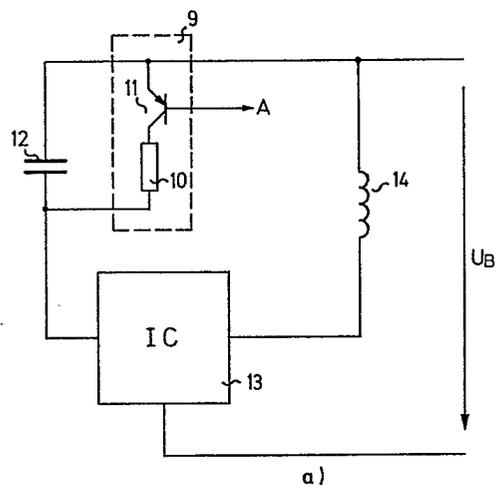


Fig. 3

