

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 848 842 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
19.04.2006 Patentblatt 2006/16

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
28.04.1999 Patentblatt 1999/17

(21) Anmeldenummer: **96923940.9**

(22) Anmeldetag: **26.06.1996**

(51) Int Cl.:
G04C 10/00 (2006.01) G04C 11/00 (2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP1996/002791

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 1997/009657 (13.03.1997 Gazette 1997/12)

(54) **UHRWERK**

TIMEPIECE MOVEMENT

MOUVEMENT D'HORLOGERIE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

(30) Priorität: **07.09.1995 CH 254595**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.06.1998 Patentblatt 1998/26

(73) Patentinhaber: **RICHEMONT INTERNATIONAL
S.A.**
1752 Villars-sur-Glâne (CH)

(72) Erfinder: **RICHEMONT INTERNATIONAL S.A.**
1752 Villars-sur-Glâne (CH)

(74) Vertreter: **Finck, Dieter et al**
v. Fünér Ebbinghaus Finck Hano
Postfach 95 01 60
81517 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 239 820	EP-A- 0 665 634
EP-A- 0 870 357	WO-A-85/01161
CH-B- 597 636	DE-A- 2 402 603
DE-A- 3 906 861	DE-C- 3 834 867
JP-A- 77 928	JP-A- 345 158
JP-A- 365 057	JP-A- 5 482 039
JP-A- 63 190 562	US-A- 3 937 001
US-A- 4 141 064	US-A- 5 001 685

- **ACTE DU CONGRES, Nr. 1, 23.September 1988,
Seiten 81-85, XP000035001 HAYAKAWA M: "A
STUDY OF THE NEW ENERGY SYSTEM FOR
QUARTZ WATCHES (II) - THE EFFECTIVE
CIRCUIT FOR THE SYSTEM"**

EP 0 848 842 B2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Uhrwerk nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Aus der CH-597 636 ist ein Uhrwerk bekannt, dessen Feder über ein Räderwerk eine Zeitanzeige und einen eine Wechsellspannung liefernden Generator antreibt. Der Generator speist eine Spannungswandlerschaltung, die Spannungswandlerschaltung speist ein kapazitives Bauelement, und das kapazitive Bauelement speist eine elektronische Referenzschaltung mit einem stabilen Oszillator sowie eine elektronische Regelschaltung. Die elektronische Regelschaltung weist eine Komparator-Logik-Schaltung und eine mit einem Ausgang der Komparator-Logik-Schaltung verbundene und durch die Komparator-Logik-Schaltung In Ihrer Leistungsaufnahme steuerbare Energiedissipationsschaltung auf. Ein Eingang der Komparator-Logik-Schaltung ist mit der elektronischen Referenzschaltung und ein anderer Eingang der Komparator-Logik-Schaltung mit dem Generator über eine Komparatorstufe und eine Autokoinzidenz-Schaltung verbunden. Die Komparator-Logik-Schaltung ist so ausgelegt, daß sie ein von der elektronischen Referenzschaltung kommendes Taktsignal mit einem vom Generator stammenden Taktsignal vergleicht, in Abhängigkeit vom Ergebnis dieses Vergleichs die Größe der Leistungsaufnahme der elektronischen Regelschaltung über die Größe der Leistungsaufnahme der Energiedissipationsschaltung steuert und auf diese Weise über die Steuerung der Regelschaltungsleistungsaufnahme den Gang des Generators und damit den Gang der Zeitanzeige regelt.

[0003] Die Leistungsaufnahme der Energiedissipationsschaltung in dem aus der CH-597 636 bekannten Uhrwerk ist durch die Komparator-Logik-Schaltung nach der CH-597 636 allerdings nur in zwei Stufen steuerbar. Die Leistungsaufnahme der Energiedissipationsschaltung gemäß der CH-597 636 ist nämlich entweder maximal oder null. Das bedeutet, daß der Generator entweder nur mit maximaler Stärke oder überhaupt nicht gebremst werden kann. Daraus resultieren erhebliche Regelschwingungen bei der Gangregelung des Uhrwerks. Auf diese Weise ergibt sich ein relativ schlechter energetischer Wirkungsgrad des Uhrwerks.

[0004] Die Spannungswandlerschaltung gemäß der CH-597 636 ist ein Gleichrichter. Gewöhnlich verwendet man in der Uhrentechnik zur Gleichrichtung Dioden, wie es zum Beispiel aus den Druckschriften GB-A-2,158,274, EP-A-0,326,312, US-A-4,653,931, EP-A-0,467,667, EP-A-0,326,313, EP-A-0,309,164, EP-A-0,241,219 und EP-A-0,679,968 bekannt ist. Dioden sind passive Bauelemente. Die Verwendung von Dioden als Gleichrichter während der gesamten Laufzeit eines Uhrwerks beeinträchtigt wegen der Diodenschwellspannung den energetischen Wirkungsgrad des Uhrwerks. Ferner sei auf die EP-A-0,695,978 verwiesen. Allgemeiner technischer Hintergrund, der jedoch im vorliegenden Zusammenhang nicht relevant ist, wird durch JP-A-58-179379

gegeben. Von Relevanz im vorliegenden Zusammenhang ist jedoch die EP-B-0,157,789.

[0005] Bei einem Uhrwerk, dessen Feder über ein Räderwerk eine Zeitanzeige und einen Generator antreibt, besteht ein Problem darin, daß in der Feder nur eine begrenzte Energie gespeichert werden kann. Je mehr Leistung für den Antrieb des Uhrwerks gebraucht wird, umso kürzer wird die Gangreserve des Uhrwerks. Die benötigte Antriebsleistung setzt sich zusammen aus der mechanischen Antriebsleistung für das Uhrwerk, der Reibleistung und der elektrischen Leistung des Generators. Die elektrische Leistungsabgabe des Generators wird bestimmt durch die Leistungsaufnahme einer mit dem Generator verbundenen Energie verbrauchenden elektronischen Schaltung. Ferner ist zu berücksichtigen, daß die Reibleistung des Generators in einem direkten Zusammenhang mit der durch den Generator induzierten Spannung steht. Als grobe Abschätzung gilt, daß die Masse eines Rotors des Generators umso höher sein muß, je höher die induzierte Spannung sein soll. Mit der Masse des Rotors wächst jedoch auch die Reibleistung sowie das Massenträgheitsmoment des Rotors. Ein relativ hohes Massenträgheitsmoment des Rotors ist jedoch gegenüber einem relativ kleinen Massenträgheitsmoment nachteilig. Wird der Rotor z.B. durch einen Schlag gestoppt, so läuft er bei einem relativ großen Massenträgheitsmoment langsamer wieder an als bei einem relativ kleinen Massenträgheitsmoment. Hat der Rotor ein relativ großes Massenträgheitsmoment, dauert es also länger, bis er seine Nenndrehzahl wieder erreicht. Dadurch ist die Gefahr, daß das kapazitive Bauelement während der Anlaufphase des Rotors unter einen zum Betreiben der Uhrwerkelektronik notwendigen Spannungspegel entladen wird, natürlich größer als bei einem Rotor mit relativ kleinem Massenträgheitsmoment, der stärker beschleunigt und so die Nenndrehzahl schneller wieder erreicht.

[0006] Große elektrische und mechanische Energieverluste führen jedoch zwangsläufig zu einer kleinen Gangreserve oder zur Herstellung eines Uhrwerks mit einer großen Feder, wodurch das Uhrwerk insgesamt ein großes Volumen erhält.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Uhrwerk bereitzustellen, dessen Feder über ein Räderwerk eine Zeitanzeige und einen eine Wechsellspannung liefernden Generator antreibt und das in energetisch besonders günstiger Weise betrieben werden kann.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Uhrwerk mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Durch die erfindungsgemäße Lösung können die Regelschwingungen verkleinert und auf diese Weise mit den Regelschwingungen verbundene Energieverluste verringert werden.

[0009] Die Aufgabe wird weiterhin gelöst durch ein erfindungsgemäßes Uhrwerk mit den Merkmalen des Patentanspruchs 2 und durch ein erfindungsgemäßes Uhrwerk mit den Merkmalen des Patentanspruchs 3.

[0010] Bei dem erfindungsgemäßen Uhrwerk nach

Patentanspruch 3 ist die Leistungsaufnahme der elektronischen Regelschaltung in einem vorbestimmten Größenbereich sogar im wesentlichen stufenlos steuerbar. Damit ist eine gegenüber dem Uhrwerk gemäß der CH-597 636 deutliche Verringerung der Regelschwingungen und damit zusammenhängend deutliche Verbesserung des energetischen Wirkungsgrads des Uhrwerks gegeben.

[0011] Vorteilhafte Ausgestaltungen erfindungsgemäßer Uhrwerke sind Gegenstand der Unteransprüche 4 bis 37.

[0012] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt

- Fig. 1 ein Blockschaltbild eines elektronischen Teils eines erfindungsgemäßen Uhrwerks,
 Fig. 2 schematisch eine Spannungswandlerschaltung mit einer ersten Ausführungsform einer Spannungsverdreifacherschaltung,
 Fig. 3 schematisch die Spannungswandlerschaltung mit einer zweiten Ausführungsform der Spannungsverdreifacherschaltung und
 Fig. 4 schematisch die Spannungswandlerschaltung mit einer dritten Ausführungsform der Spannungsverdreifacherschaltung.

[0013] In Fig. 1 ist ein elektronischer Teil eines erfindungsgemäßen Uhrwerks als Blockschaltbild dargestellt. Ein eine Wechselspannung liefernder Generator 1 ist über ein nicht dargestelltes Räderwerk mit einer ebenfalls nicht dargestellten Feder verbunden. Die Feder treibt den Generator 1 und eine nicht dargestellte Zeitanzeige an. Die Sollfrequenz der Wechselspannung des Generators 1 beträgt vorteilhafterweise 2^n Hz, wobei n eine von Null verschiedene natürliche Zahl ist. Der mechanische Teil des erfindungsgemäßen Uhrwerks ist Stand der Technik. Es wird diesbezüglich auf die CH-597 636 verwiesen.

[0014] Der Generator 1 speist eine Spannungswandlerschaltung 2. Die Spannungswandlerschaltung 2 speist ein erstes kapazitives Bauelement 10. Das erste kapazitive Bauelement 10 speist eine elektronische Referenzschaltung 3, 4, 5 mit einem stabilen Oszillator 3, 4 und eine elektronische Regelschaltung 6, 7, 8, 9. Der stabile Oszillator 3, 4 weist einen Schwingquarz 4 auf, dessen Schwingung eine Referenzfrequenz definiert. Die Spannungswandlerschaltung 2, die elektronische Regelschaltung 6, 7, 8, 9 und die elektronischen Referenzschaltung 3, 5 mit Ausnahme des Schwingquarzes 4 und mit Ausnahme sämtlicher in den genannten Schaltungen vorhandener kapazitiver Bauelemente sind als ein IC 11 aufgebaut. Bei einer anderen Ausführungsform sind sogar auch die kapazitiven Bauelemente in den IC 11 integriert.

[0015] Die elektronische Regelschaltung 6, 7, 8, 9 weist eine Komparator-Logik-Schaltung 6 auf, deren einer Eingang mit der elektronischen Referenzschaltung 3, 4, 5 und deren anderer Eingang über eine den Null-

durchgang der Wechselspannung erfassende Komparatorstufe 7 und eine Antikoinzidenzschaltung 8 mit dem Generator 1 verbunden ist. Die Antikoinzidenzschaltung 8 ist im wesentlichen ein Zwischenspeicher, der ein gleichzeitiges Einlaufen von Impulsen auf beiden Eingängen der Komparator-Logik-Schaltung 6 verhindert. Ferner weist die elektronische Regelschaltung 6, 7, 8, 9 eine mit einem Ausgang der Komparator-Logik-Schaltung 6 verbundene und durch die Komparator-Logik-Schaltung 6 in ihrer Leistungsaufnahme steuerbare Energiedissipationsschaltung 9 auf.

[0016] Die Energiedissipationsschaltung 9 ist aus einer Vielzahl gleicher ohmscher Widerstände aufgebaut. Die Größe eines ohmschen Widerstandes ist im Vergleich zur Größe des Widerstandes, der sich ergibt, wenn alle vorhandenen ohmschen Widerstände in Reihe geschaltet werden, klein. Die Komparator-Logik-Schaltung 6 steuert die Leistungsaufnahme der Energiedissipationsschaltung 9, indem sie eine Anzahl von in den Strompfad geschalteten ohmschen Widerständen verändert. Auf diese Weise ist die Leistungsaufnahme der elektronischen Regelschaltung 6, 7, 8, 9 in einem durch die Anzahl der Widerstände vorbestimmten Größenbereich im wesentlichen stufenlos steuerbar.

[0017] Es ist auch möglich, die Energiedissipationsschaltung 9 als regelbare Stromquelle aufzubauen.

[0018] Die Komparator-Logik-Schaltung 6 vergleicht ein von der elektronischen Referenzschaltung 3, 4, 5 kommendes Taktsignal mit einem vom Generator 1 stammenden Taktsignal. In Abhängigkeit vom Ergebnis dieses Vergleichs steuert die Komparator-Logik-Schaltung 6 die Größe der Leistungsaufnahme der elektronischen Regelschaltung 6, 7, 8, 9 über die Größe der Leistungsaufnahme der Energiedissipationsschaltung 9. Auf diese Weise wird über die Steuerung der Regelschaltungsleistungsaufnahme der Gang des Generators 1 und damit der Gang der Zeitanzeige geregelt. Die Steuerung ist so ausgelegt, daß der Gang der Zeitanzeige in gewünschter Weise mit der vom Schwingquarz 4 gelieferten Referenzfrequenz synchronisiert wird.

[0019] Die Komparator-Logik-Schaltung 6 weist einen Zähler auf, dessen Zählerstand einer Gangdifferenz zwischen dem Generator 1 und der elektronischen Referenzschaltung 3, 4, 5 entspricht. Die Leistungsaufnahme der Energiedissipationsschaltung 9 wird in Abhängigkeit vom Zählerstand der Zähler gesteuert. Je nach dem Stand des Zählers wird in der Energiedissipationsschaltung 9 mehr oder weniger Energie dissipiert und damit der Generator 1 mehr oder weniger belastet. Jedem Zählerstand ist eine vorbestimmte wirksame Widerstandskombination in der Energiedissipationsschaltung 9 zugeordnet. Das bedeutet, daß die Komparator-Logik-Schaltung 6 in Abhängigkeit vom Zählerstand die in der Energiedissipationsschaltung 9 vorhandenen ohmschen Widerstände einzeln und in verschiedenen Kombinationen in den aktiven Strompfad einschalten oder aus dem aktiven Strompfad ausschalten kann. Dabei ist selbstverständlich auch der Fall vorgesehen, daß bei einem

oder mehreren Zählerständen überhaupt keiner der genannten ohmschen Widerstände in den aktiven Strompfad geschaltet wird.

[0020] Die Steuerung wird jedoch dadurch eingeschränkt, daß beim Erreichen eines bestimmten Höchststandes des Zählers ein Einzählen von Generatorimpulsen unterbrochen wird. Dies ist insbesondere notwendig, um ein problemloses Anlaufen aller elektronischen Komponenten des Uhrwerks für den Fall zu gewährleisten, daß die Feder nach einem vollständigen Stillstand des Uhrwerks erstmalig wieder aufgezogen wird. Eine ähnliche Wirkung erzielt man, wenn man die Komparator-Logik-Schaltung 6 und die Energiedissipationsschaltung 9 so aufeinander abstimmt, daß die Leistungsaufnahme der Energiedissipationsschaltung 9 für einen vorbestimmten Zählerstandsbereich (z.B. 0 bis 16) minimal gehalten wird und sich bei Überschreitung des vorbestimmten Zählerstandsbereichs linear proportional zum Zählerstand ändert. Für das angeführte Beispiel würde das folglich bedeuten, daß sich bei Zählerständen über 16 die Leistungsaufnahme der Energiedissipationsschaltung 9 mit wachsendem Zählerstand linear proportional zum Zählerstand vergrößert und mit sinkendem Zählerstand linear proportional zum Zählerstand verkleinert. Das Minimieren der Leistungsaufnahme der Energiedissipationsschaltung 9 in dem genannten Zählerstandsbereich hat zur Folge, das ein Rotor des Generators 1 zunächst ungehindert wieder beschleunigen kann, falls er z.B. durch die Wirkung eines Schlags angehalten wurde. Eine solche möglichst ungehinderte und schnelle Beschleunigung auf die Nenndrehzahl ist aus den schon weiter oben im Zusammenhang mit den Erläuterungen zum Massenträgheitsmoment des Rotors ausführlich diskutierten Gründen erwünscht.

[0021] Zur Weiteren Stabilisierung der Steuerung kann bei einem bestimmten Tiefststand des Zählers auch ein Auszählen von Impulsen unterbrochen werden.

[0022] Das Uhrwerk weist ferner eine nicht dargestellte Einrichtung zur Anzeige der Gangreserve in Abhängigkeit vom Zählerstand auf. Die Anzeige der Gangreserve erfolgt mittels eines LCD.

[0023] Die elektronische Referenzschaltung 3, 4, 5 weist eine zwischen den stabilen Oszillator 3, 4 und den Anschluß an die elektronische Regelschaltung 6, 7, 8, 9 geschaltete Frequenzteilerschaltung 5 auf. Diese teilt die vom Schwingquarz 4 gelieferte Referenzfrequenz in definierter Weise, um eine einfachere Synchronisation der Zeitanzeige zu ermöglichen.

[0024] Wie Fig. 2 bis 4 entnommen werden kann, erfüllt die Spannungswandlerschaltung 2 sowohl eine Gleichrichterfunktion als auch eine Spannungsverdreifachfunktion.

[0025] Mit dem Generator 1 und mit dem ersten kapazitiven Bauelement 10 in Reihe geschaltet ist eine erste Diode 14. Ein erster Schalter 19 ist parallel zur ersten Diode 14, jedoch in Reihe mit dem Generator 1 und in Reihe mit dem ersten kapazitiven Bauelement 10 geschaltet. Der erste Schalter 19 wird durch einen ersten

Komparator 21 aktiv gesteuert.

[0026] Die Spannungswandlerschaltung weist ferner eine Spannungsverdreifacherschaltung 12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23 auf, die eingangsseitig an den Generator 1 und lastseitig an das erste kapazitiven Bauelement 10 und an die Parallelschaltung der ersten Diode 14 und des ersten Schalters 19 gekoppelt ist. Ein lastseitiger Anschluß der Spannungsverdreifacherschaltung 12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23 mündet zusammen mit dem von der ersten Diode 14 abgewandten Anschluß des ersten kapazitiven Bauelements 10 in einen Masseknoten 22.

[0027] Der erste Komparator 21 vergleicht das elektrische Potential an dem nicht auf Massepotential liegenden Anschluß des ersten kapazitiven Bauelements 10 mit dem elektrischen Potential des nicht auf Massepotential liegenden lastseitigen Anschlusses der Spannungsverdreifacherschaltung 12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23. Der erste Schalter 19 wird durch den ersten Komparator 21 nur dann geschlossen, wenn die Spannung des ersten kapazitiven Bauelements 10 zum Betreiben des ersten Komparators 21 ausreicht und das elektrische Potential an dem massefreien lastseitigen Anschluß der Spannungsverdreifacherschaltung 12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23 zum weiteren Aufladen des ersten kapazitiven Bauelements 10 hoch genug ist.

[0028] Der erste Schalter 19 ist ein erster Feldeffekttransistor und so geschaltet, daß in seinem gesperrten Zustand ein Teil seiner Struktur als erste Diode 14 wirkt.

[0029] Die Feder, das Räderwerk, der Generator 1, die Spannungswandlerschaltung 2 und die elektronische Regelschaltung 6, 7, 8, 9 sind so ausgelegt, daß der Generator 1 unmittelbar nach einem Anlaufen des Uhrwerks bis zum Zeitpunkt des Aufladens des ersten kapazitiven Bauelements 10 auf den vorbestimmten Wert mit einer Drehzahl arbeitet, die größer als die Solldrehzahl des Generators 1 ist. Dabei erfolgt zunächst das Aufladen des ersten kapazitiven Bauelements 10 über die erste Diode 14.

[0030] Der Spannungswert des ersten kapazitiven Bauelements 10, der zum Betreiben des ersten Komparators 21 und zum Betreiben eines in der Spannungsverdreifacherschaltung 12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23 vorhandenen und weiter unten genauer erläuterten zweiten Komparators 20 ausreicht, ist in diesem Ausführungsbeispiel 0,6 V. Der Spannungsabfall über der ersten Diode 14 beträgt 400 mV. Sobald das erste kapazitiven Bauelement 10 auf mindestens 0,8 V aufgeladen ist, ist auch ein problemloses Funktionieren der elektronischen Referenzschaltung 3, 4, 5 und der elektronischen Regelschaltung 6, 7, 8, 9 gewährleistet. Der erste Komparator 21 schließt, sobald die von der Spannungsverdreifacherschaltung 12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23 gelieferte Spannung höher ist als die Spannung des ersten kapazitiven Bauelements 10, den ersten Schalter 19, d.h. er öffnet den ersten Feldeffekttransistor. Der Spannungsabfall über dem Kanal des ersten Feldeffekttransistors beträgt jedoch nur 10 mV. Der Spannungsverlust wird also erheblich herabgesetzt. Sobald die von der Spannungs-

verdreifacherschaltung 12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23 gelieferte Spannung wieder unter die Spannung des ersten kapazitiven Bauelements 10 absinkt, schließt der erste Komparator 21 den ersten Feldeffekttransistor. Steigt die von der Spannungsverdreifacherschaltung 12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23 gelieferte Spannung abermals auf einen genügend großen Wert, so öffnet der erste Komparator 21 den ersten Feldeffekttransistor wieder und so weiter. Das Aufladen des ersten kapazitiven Bauelements 10 erfolgt also nur in der Anlaufphase des Uhrwerks über die mit einem hohen Spannungsverlust behaftete erste Diode 14. Im weiteren Gangverlauf wird dann das erste kapazitive Bauelement 10 nur noch über den Kanal des ersten Feldeffekttransistors geladen, was energetisch wesentlich günstiger als ein Laden über die erste Diode 14 ist. Auf diese Weise wird die Energiereserve des Uhrwerks sparsamer genutzt und die Gangreserve erhöht.

[0031] Nach dem heutigen Stand der Technik ist es nicht möglich, einen Mikrogenerator zu bauen, der eine induzierte Spannung von mehr als 1,6 V hat. Das bedeutet, daß die Spannungswandlerschaltung 2 neben ihrer Gleichrichterfunktion auch eine Spannungsvervielfacherfunktion erfüllen muß, wozu die schon genannte Spannungsvervielfacherschaltung 12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23 dient. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Spannungsvervielfacherschaltung 12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23 eine Spannungsverdreifacherschaltung. In den Fig. 2 bis 4 sind drei verschiedene Ausführungsformen der Spannungsverdreifacherschaltung gezeigt.

[0032] Bei einer solchen Spannungsvervielfacherschaltung ergibt sich allerdings stets auch das schon erläuterte Problem des Spannungsabfalls über den darin notwendigerweise vorhandenen Dioden. Bei den in Fig. 2 bis 4 dargestellten Ausführungsformen der Spannungsvervielfacherschaltung ist dieses Problem auf ähnliche Weise gelöst wie das Problem des Spannungsabfalls über der ersten Diode 14. Ein zweites und ein drittes kapazitives Bauelement 15, 16 sind in Reihe mit dem Generator 1 geschaltet, wobei der Generator 1 zwischem dem zweiten kapazitiven Bauelement 15 und dem dritten kapazitiven Bauelement 16 angeordnet ist. Eine erste Ausführungsform der Spannungsverdreifacherschaltung (siehe Fig. 2) weist ferner eine Parallelschaltung einer zweiten Diode 12 und eines zweiten Schalters 17 sowie eine Parallelschaltung einer dritten Diode 23 und eines dritten Schalters 18 auf. Die Parallelschaltung der zweiten Diode 12 und des zweiten Schalters 17 ist in Reihe zwischen den generatorseitigen Anschluß des zweiten kapazitiven Bauelements 15 und den lastseitigen Anschluß des dritten kapazitiven Bauelements 16 geschaltet. Die Parallelschaltung der dritten Diode 23 und des dritten Schalters 18 ist in Reihe zwischen den generatorseitigen Anschluß des dritten kapazitiven Bauelements 16 und den lastseitigen Anschluß des zweiten kapazitiven Bauelements 15 geschaltet. Der schon weiter oben kurz erwähnte zweite Komparator 20 steuert sowohl den zweiten als auch den dritten Schalter 17, 18.

Die erste Ausführungsform der Spannungsverdreifacherschaltung weist ferner eine in Reihe zwischen die lastseitigen Anschlüsse des zweiten und dritten kapazitiven Bauelements 15, 16 geschaltete vierte Diode 13 auf.

[0033] Die zweite, die dritte und die vierte Diode 12, 23, 13 sind in gleicher Durchlaßrichtung geschaltet, und die erste Diode 14 ist in dazu entgegengesetzter Durchlaßrichtung geschaltet. Der zweite Komparator 20 vergleicht das elektrische Potential an dem mit dem zweiten kapazitiven Bauelement 15 verbundenen Anschluß des Generators 1 mit dem elektrischen Potential am lastseitigen Anschluß des dritten kapazitiven Bauelements 16. Der zweite und/oder der dritte Schalter 17, 18 wird durch den zweiten Komparator 20 nur dann geschlossen, wenn die Spannung des ersten kapazitiven Bauelements 10 zum Betreiben des zweiten Komparators 20 ausreicht und das vom Generator 1 zur Verfügung gestellte elektrische Potential zum Aufladen des zweiten bzw. des dritten kapazitiven Bauelements 15, 16 hoch genug ist.

[0034] Der zweite Schalter 17 ist ein zweiter Feldeffekttransistor, und der dritte Schalter 18 ist ein dritter Feldeffekttransistor. Der zweite Feldeffekttransistor ist so geschaltet, daß in seinem gesperrten Zustand ein Teil seiner Struktur als zweite Diode 12 wirkt. Der dritte Feldeffekttransistor ist so geschaltet, daß in seinem gesperrten Zustand ein Teil seiner Struktur als dritte Diode 23 wirkt.

[0035] Nach einem Anlaufen des Uhrwerks sind der zweite Feldeffekttransistor und der dritte Feldeffekttransistor zunächst gesperrt. Das Aufladen des zweiten kapazitiven Bauelements 15 und des dritten kapazitiven Bauelements 16 erfolgt über die zweite, dritte und vierte Diode 12, 23, 13. Sobald die Spannung des ersten kapazitiven Bauelements 10 einen Minimalwert von 0,8 V erreicht hat und die vom Generator 1 gelieferte Spannung höher ist als die Spannung des dritten kapazitiven Bauelements 16, öffnet der zweite Komparator 20 den zweiten Feldeffekttransistor und den dritten Feldeffekttransistor. Das Aufladen des zweiten und des dritten kapazitiven Bauelements 15, 16 erfolgt jetzt über den zweiten Feldeffekttransistor und den dritten Feldeffekttransistor. Die Verringerung der Spannungsverluste ist analog zur oben erläuterten Verringerung des Spannungsverlustes beim Übergang von der ersten Diode 14 zum ersten Feldeffekttransistor. In analoger Weise erfolgt auch das Öffnen und Schließen des zweiten und des dritten Feldeffekttransistors durch den zweiten Komparator 20. Fällt die vom Generator 1 gelieferte Spannung unter die Spannung des dritten kapazitiven Bauelements 16 ab, so sperrt der zweite Komparator 20 den zweiten und den dritten Feldeffekttransistor. Steigt die vom Generator 1 gelieferte Spannung über die Spannung des dritten kapazitiven Bauelements 16 an, werden der zweite und der dritte Schalter 17, 18 geschlossen. Im Vergleich zum reinen Diodeneinsatz ergibt sich somit auch in der Spannungsverdreifacherschaltung eine sparsa-

mere Verwendung der Energiereserve des Uhrwerks, wodurch die Gangreserve erhöht wird.

[0036] In Fig. 3 ist eine zweite Ausführungsform der Spannungsverdreifacherschaltung dargestellt, bei der im Unterschied zur ersten Ausführungsform der Spannungsverdreifacherschaltung der die vierte Diode 13 enthaltene Schaltungszweig fehlt. Da die vierte Diode 13 zum Funktionieren der Spannungsverdreifacherschaltung nicht unbedingt notwendig ist, gewährleistet auch die zweite Ausführungsform der Spannungsverdreifacherschaltung einen zuverlässigen Betrieb der Spannungswandlerschaltung 2. Selbstverständlich müssen dazu die jeweils vorhandenen Dioden in ihrer Dimensionierung stets der aktuellen Schaltungsumgebung geeignet angepaßt sein. Gleiches gilt auch für die in Fig. 4 dargestellte dritte Ausführungsform der Spannungsverdreifacherschaltung, die nur den Schaltungszweig mit der vierten Diode 13, nicht aber die Schaltungszweige mit der zweiten Diode 12 und der dritten Diode 23 aufweist. An die Stelle der in der ersten Ausführungsform der Spannungsverdreifacherschaltung vorhandenen Parallelschaltung der zweiten Diode 12 und des zweiten Schalters 17 bzw. der Parallelschaltung der dritten Diode 23 und des dritten Schalters 18 tritt also in der vierten Ausführungsform der Spannungsverdreifacherschaltung der zweite Schalter 17 allein bzw. der dritte Schalter 18 allein.

[0037] Denkbar ist auch, anstelle der beschriebenen Spannungsverdreifacherschaltung eine Spannungsverdoppelungsschaltung einzusetzen. Durch die Auswahl entsprechender elektronischer Bauelemente müßte in diesem Fall sichergestellt werden, daß die Spannungswandlerschaltung 2 ab einer minimalen Peakspannung des Generators von 0,5 V funktioniert.

[0038] Es ist auch möglich, anstelle einer Spannungsvervielfacherschaltung, die die Ausgangsspannung des Generators 1 um einen fest vorgegebenen Wert vergrößert, eine regelbare Spannungsvervielfacherschaltung einzusetzen.

[0039] Die Spannungswandlerschaltung 2 und die elektronische Regelschaltung 6, 7, 8, 9 sind derart abgestimmt, daß die Leistungsaufnahme der Energiedissipationsschaltung 9 einen Minimalwert annimmt, während irgendeines der kapazitiven Bauelemente 10, 15, 16 geladen wird.

[0040] Außerdem sind die Spannungswandlerschaltung 2 und die elektronische Regelschaltung 6, 7, 8, 9 so ausgelegt, daß die Leistungsaufnahme der Energiedissipationsschaltung 9 in Abständen von 3×10^{-2} s regelmäßig für 5×10^{-4} s einen Minimalwert annimmt, um den Komparatoren 20, 21 einen Potentialvergleich entsprechend ihrer Funktion zu ermöglichen. Würde nämlich der Potentialvergleich bei einer Generatorbelastung durchgeführt werden, die über der Minimalbelastung des Generators 1 liegt, so kämen die Komparatoren 20, 21 hinsichtlich der Lademöglichkeiten der kapazitiven Bauelemente 10, 15, 16 zu falschen Schlußfolgerungen, denn sie würden eine gegenüber der Generatorspan-

nung bei Minimalbelastung verminderte Generatorspannung detektieren.

5 Patentansprüche

1. Uhrwerk, dessen Feder über ein Räderwerk eine Zeitanzeige und einen eine Wechselspannung liefernden Generator (1) antreibt, wobei

- der Generator (1) eine Spannungswandlerschaltung (2) speist,
- die Spannungswandlerschaltung (2) ein erstes kapazitives Bauelement (10) speist,
- das erste kapazitive Bauelement (10) eine elektronische Referenzschaltung (3, 4, 5) mit einem stabilen Oszillator (3, 4) und eine elektronische Regelschaltung (6, 7, 8, 9) speist,
- die elektronische Regelschaltung (6, 7, 8, 9)
- eine Komparator-Logik-Schaltung (6), deren einer Eingang mit der elektronischen Referenzschaltung (3, 4, 5) und deren anderer Eingang über eine Komparatorstufe (7) und eine Antikoinzidenzschaltung (8) mit dem Generator (1) verbunden ist, sowie
- eine mit einem Ausgang der Komparator-Logik-Schaltung (6) verbundene und durch die Komparator-Logik-Schaltung (6) in ihrer Leistungsaufnahme steuerbare Energiedissipationsschaltung (9) aufweist,
- die Komparator-Logik-Schaltung (6) so ausgelegt ist, daß sie
- ein von der elektronischen Referenzschaltung (3, 4, 5) kommendes Taktsignal mit einem vom Generator (1) stammenden Taktsignal vergleicht,
- in Abhängigkeit vom Ergebnis dieses Vergleichs die Größe der Leistungsaufnahme der elektronischen Regelschaltung (6, 7, 8, 9) über die Größe der Leistungsaufnahme der Energiedissipationsschaltung (9) steuert und
- auf diese Weise über die Steuerung der Regelschaltungsleistungsaufnahme den Gang des Generators (1) und damit den Gang der Zeitanzeige regelt,

dadurch gekennzeichnet, daß

- das erste kapazitive Bauelement (10) mindestens unmittelbar nach einem erstmaligen Anlaufen des Uhrwerks über ein passives Bauelement oder über passive Bauelemente geladen wird,
- das passive Bauelement bzw. die passiven Bauelemente durch eine aktive Baueinheit bzw. mehrere aktive Baueinheiten ersetzt oder in Parallelschaltung ergänzt wird bzw. werden, so-

bald die Spannung des ersten kapazitiven Bauelements (10) zum Betreiben der aktiven Baueinheit bzw. der aktiven Baueinheiten ausreicht, wobei die aktive Baueinheit bzw. die aktiven Baueinheiten in Durchlaßrichtung einen geringeren elektrischen Widerstand als das passive Bauelement bzw. die passiven Bauelemente hat bzw. haben,

- die Komparator-Logik-Schaltung (6) einen Zähler aufweist, dessen Zählerstand einer Gangdifferenz zwischen dem Generator (1) und der elektronischen Referenzschaltung (3, 4, 5) entspricht,

- die Leistungsaufnahme der Energiedissipationsschaltung (9) in Abhängigkeit vom Zählerstand des Zählers gesteuert wird und

- die Komparator-Logik-Schaltung (6) und die Energiedissipationsschaltung (9) so aufeinander abgestimmt sind, daß die Leistungsaufnahme der Energiedissipationsschaltung (9) für einen vorbestimmten Zählerstandsbereich minimal gehalten wird und sich bei Überschreitung des vorbestimmten Zählerstandsbereichs linear proportional zum Zählerstand ändert.

2. Uhrwerk, dessen Feder über ein Räderwerk eine Zeitanzeige und einen eine Wechselspannung liefernden Generator (1) antreibt, wobei

- der Generator (1) eine Spannungswandlerschaltung (2) speist,

- die Spannungswandlerschaltung (2) ein erstes kapazitives Bauelement (10) speist,

- das erste kapazitiver Bauelement (10) eine elektronische Referenzschaltung (3, 4, 5) mit einem stabilen Oszillator (3, 4) und eine elektronische Regelschaltung (6, 7, 8, 9) speist,

- die elektronische Regelschaltung (6, 7, 8, 9) eine Komparator-Logik-Schaltung (6), deren einer Eingang mit der elektronischen Referenzschaltung (3, 4, 5) und deren anderer Eingang über eine Komparatorstufe (7) und eine Antikoinzidenzschaltung (8) mit dem Generator (1) verbunden ist, sowie

- eine mit einem Ausgang der Komparator-Logik-Schaltung (6) verbundene und durch die Komparator-Logik-Schaltung (6) in ihrer Leistungsaufnahme steuerbare Energiedissipationsschaltung (9)

aufweist,

- die Komparator-Logik-Schaltung (6) so ausgelegt ist, daß sie

- ein von der elektronischen Referenzschaltung (3, 4, 5) kommendes Taktsignal mit einem vom Generator (1) stammenden Taktsignal vergleicht,

- in Abhängigkeit vom Ergebnis dieses Vergleichs die Größe der Leistungsaufnahme der

elektronischen Regelschaltung (6, 7, 8, 9) über die Größe der Leistungsaufnahme der Energiedissipationsschaltung (9) steuert und

- auf diese Weise über die Steuerung der Regelschaltungsleistungsaufnahme den Gang des Generators (1) und damit den Gang der Zeitanzeige regelt,

dadurch gekennzeichnet, daß

- die Leistungsaufnahme der elektronischen Regelschaltung (6, 7, 8, 9) in mindestens drei Stufen steuerbar ist,

- die Komparator-Logik-Schaltung (6) einen Zähler aufweist, dessen Zählerstand einer Gangdifferenz zwischen dem Generator (1) und der elektronischen Referenzschaltung (3, 4, 5) entspricht,

- die Leistungsaufnahme der Energiedissipationsschaltung (9) in Abhängigkeit vom Zählerstand des Zählers gesteuert wird und

- die Komparator-Logik-Schaltung (6) und die Energiedissipationsschaltung (9) so aufeinander abgestimmt sind, daß die Leistungsaufnahme der Energiedissipationsschaltung (9) für einen vorbestimmten Zählerstandsbereich minimal gehalten wird und sich bei Überschreitung des vorbestimmten Zählerstandsbereichs linear proportional zum Zählerstand ändert.

3. Uhrwerk, dessen Feder über ein Räderwerk eine Zeitanzeige und einen eine Wechselspannung liefernden Generator (1) antreibt, wobei

- der Generator (1) eine Spannungswandlerschaltung (2) speist,

- die Spannungswandlerschaltung (2) ein erstes kapazitives Bauelement (10) speist,

- das erste kapazitiver Bauelement (10) eine elektronische Referenzschaltung (3, 4, 5) mit einem stabilen Oszillator (3, 4) und eine elektronische Regelschaltung (6, 7, 8, 9) speist,

- die elektronische Regelschaltung (6, 7, 8, 9) eine Komparator-Logik-Schaltung (6), deren einer Eingang mit der elektronischen Referenzschaltung (3, 4, 5) und deren anderer Eingang über eine Komparatorstufe (7) und eine Antikoinzidenzschaltung (8) mit dem Generator (1) verbunden ist, sowie

- eine mit einem Ausgang der Komparator-Logik-Schaltung (6) verbundene und durch die Komparator-Logik-Schaltung (6) in ihrer Leistungsaufnahme steuerbare Energiedissipationsschaltung (9)

aufweist,

- die Komparator-Logik-Schaltung (6) so ausgelegt ist, daß sie

- ein von der elektronischen Referenzschaltung

(3, 4, 5) kommendes Taktsignal mit einem vom Generator (1) stammenden Taktsignal vergleicht,

- in Abhängigkeit vom Ergebnis dieses Vergleichs die Größe der Leistungsaufnahme der elektronischen Regelschaltung (6, 7, 8, 9) über die Größe der Leistungsaufnahme der Energiedissipationsschaltung (9) steuert und
- auf diese Weise über die Steuerung der Regelschaltungsleistungsaufnahme den Gang des Generators (1) und damit den Gang der Zeitanzeige regelt,

dadurch gekennzeichnet, daß

- die Leistungsaufnahme der elektronischen Regelschaltung (6, 7, 8, 9) in einem vorbestimmten Größenbereich im wesentlichen stufenlos steuerbar ist,
- die Komparator-Logik-Schaltung (6) einen Zähler aufweist, dessen Zählerstand einer Gangdifferenz zwischen dem Generator (1) und der elektronischen Referenzschaltung (3, 4, 5) entspricht,
- die Leistungsaufnahme der Energiedissipationsschaltung (9) in Abhängigkeit vom Zählerstand des Zählers gesteuert wird und
- die Komparator-Logik-Schaltung (6) und die Energiedissipationsschaltung (9) so aufeinander abgestimmt sind, daß die Leistungsaufnahme der Energiedissipationsschaltung (9) für einen vorbestimmten Zählerstandsbereich minimal gehalten wird und sich bei Überschreitung des vorbestimmten Zählerstandsbereichs linear proportional zum Zählerstand ändert.

4. Uhrwerk nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Spannungswandlerschaltung (2) und die elektronische Regelschaltung (6, 7, 8, 9) derart abgestimmt sind, daß die Leistungsaufnahme der Energiedissipationsschaltung (9) in vorbestimmten zeitlichen Abständen für kurze Zeit einen Minimalwert annimmt, um der aktiven Baueinheit bzw. den aktiven Baueinheiten Potentialvergleiche zu ermöglichen.
5. Uhrwerk nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Leistungsaufnahme der elektronischen Regelschaltung (6, 7, 8, 9) in mindestens drei Stufen steuerbar ist.
6. Uhrwerk nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Leistungsaufnahme der elektronischen Regelschaltung (6, 7, 8, 9) in einem vorbestimmten Größenbereich im wesentlichen stufenlos steuerbar ist.
7. Uhrwerk nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **da-**

durch gekennzeichnet, daß

- das erste kapazitive Bauelement (10) mindestens unmittelbar nach einem erstmaligen Anlaufen des Uhrwerks über ein passives Bauelement oder über passive Bauelemente geladen wird und
- das passive Bauelement bzw. die passiven Bauelemente durch eine aktive Baueinheit bzw. mehrere aktive Baueinheiten ersetzt oder in Parallelschaltung ergänzt wird bzw. werden, sobald die Spannung des ersten kapazitiven Bauelements (10) zum Betreiben der aktiven Baueinheit bzw. der aktiven Baueinheiten ausreicht, wobei die aktive Baueinheit bzw. die aktiven Baueinheiten in Durchlaßrichtung einen geringeren elektrischen Widerstand als das passive Bauelement bzw. die passiven Bauelemente hat bzw. haben.

8. Uhrwerk nach einem der Ansprüche 1 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, daß**

- die Spannungswandlerschaltung (2)
- eine mit dem Generator (1) und mit dem ersten kapazitiven Bauelement (10) in Reihe geschaltete erste Diode (14),
- einen parallel zur ersten Diode (14), in Reihe mit dem Generator (1) und in Reihe mit dem ersten kapazitiven Bauelement (10) geschalteten ersten Schalter (19),
- einen den ersten Schalter (19) steuernden ersten Komparator (21) und
- eine Spannungsvervielfacherschaltung (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23), die eingangsseitig an den Generator (1) und lastseitig an das erste kapazitive Bauelement (10) und an die Parallelschaltung der ersten Diode (14) und des ersten Schalters (19) gekoppelt ist, aufweist,
- der erste Komparator (21) das elektrische Potential an einem nicht auf Massepotential liegenden Anschluß des ersten kapazitiven Bauelements (10) mit dem elektrischen Potential an einem nicht auf Massepotential liegenden lastseitigen Anschluß der Spannungsvervielfacherschaltung (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23) vergleicht,
- der erste Schalter (19) durch den ersten Komparator (21) nur dann geschlossen und somit ein Aufladen des ersten kapazitiven Bauelements (10) über den ersten Schalter (19) ermöglicht wird, wenn
- die Spannung des ersten kapazitiven Bauelements (10) zum Betreiben des ersten Komparators (21) ausreicht und
- das elektrische Potential an dem massefreien lastseitigen Anschluß der Spannungsvervielfa-

- cherschaltung (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23) zum weiteren Aufladen des ersten kapazitiven Bauelements (10) hoch genug ist.
9. Uhrwerk nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Feder, das Räderwerk, der Generator (1), die Spannungswandlerschaltung (2) und die elektronische Regelschaltung (6, 7, 8, 9) so ausgelegt sind, daß der Generator (1) unmittelbar nach einem Anlaufen des Uhrwerks bis zum Zeitpunkt des Aufladens des ersten kapazitiven Bauelements (10) auf ein Spannungsniveau, das hoch genug ist, um ein Funktionieren aller zum Uhrwerk gehörender elektronischer Bauelemente zu gewährleisten, mit einer Drehzahl arbeitet, die größer als die Solldrehzahl des Generators (1) ist.
10. Uhrwerk nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Feder, das Räderwerk, der Generator (1), die Spannungswandlerschaltung (2) und die elektronische Regelschaltung (6, 7, 8, 9) so ausgelegt sind, daß der Generator (1) unmittelbar nach einem Anlaufen des Uhrwerks mit einer Drehzahl arbeitet, die größer als die Solldrehzahl des Generators (1) ist, um ein Anlaufen der elektronischen Referenzschaltung (3, 4, 5) und die elektronische Regelschaltung (6, 7, 8, 9) zu ermöglichen.
11. Uhrwerk nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der erste Schalter (19) ein erster Transistor ist.
12. Uhrwerk nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** der erste Transistor so geschaltet ist, daß in seinem gesperrten Zustand ein Teil seiner Struktur als erste Diode (14) wirkt.
13. Uhrwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Energiedissipationschaltung (9) aus einem oder mehreren ohmschen Widerständen aufgebaut ist.
14. Uhrwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß**
- Energiedissipationsschaltung (9) aus einem oder mehreren ohmschen Widerständen aufgebaut ist und
 - jedem Zählerstand eine vorbestimmte wirksame Widerstandskombination, die auch Widerstand null sein kann, in der Energiedissipationschaltung (9) zugeordnet ist.
15. Uhrwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **gekennzeichnet durch** eine Schalteinrichtung, die bei einem vorbestimmten Höchststand des Zählers ein Einzählen und bei einem vorbestimmten Tiefststand des Zählers ein Auszählen von Impulsen unterbricht.
16. Uhrwerk nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Spannungsvervielfacherschaltung (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23) eine regelbare Spannungsvervielfacherschaltung ist.
17. Uhrwerk nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Spannungsvervielfacherschaltung (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23) die Ausgangsspannung des Generators (1) im wesentlichen verdoppelt.
18. Uhrwerk nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Spannungswandlerschaltung (2) ab einer minimalen Peakspannung des Generators von 0,5 V funktioniert.
19. Uhrwerk nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Spannungsvervielfacherschaltung (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23) die Ausgangsspannung des Generators (1) im wesentlichen verdreifacht.
20. Uhrwerk nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Spannungswandlerschaltung (2) ab einer minimalen Peakspannung des Generators von 0,3 V funktioniert.
21. Uhrwerk nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Spannungsvervielfacherschaltung (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23)
- ein zweites und ein drittes kapazitives Bauelement (15, 16), die in Reihe mit dem Generator (1) geschaltet sind, wobei der Generator (1) zwischen dem zweiten kapazitiven Bauelement (15) und dem dritten kapazitiven Bauelement (16) angeordnet ist,
 - eine Parallelschaltung einer zweiten Diode (12) und eines zweiten Schalters (17), wobei die Parallelschaltung der zweiten Diode (12) und des zweiten Schalters (17) in Reihe zwischen den generatorseitigen Anschluß des zweiten kapazitiven Bauelements (15) und den lastseitigen Anschluß des dritten kapazitiven Bauelements (16) geschaltet ist,
 - eine Parallelschaltung einer dritten Diode (23) und eines dritten Schalters (18), wobei die Parallelschaltung der dritten Diode (23) und des dritten Schalters (18) in Reihe zwischen den generatorseitigen Anschluß des dritten kapazitiven Bauelements (16) und den lastseitigen Anschluß des zweiten kapazitiven Bauelements (15) geschaltet ist, und
 - einen den zweiten und den dritten Schalter (17, 18) steuernden zweiten Komparator (20) und aufweist, wobei
 - die zweite und dritte Diode (12, 13) in gleicher Durchlaßrichtung geschaltet sind und die erste Diode (14) in dazu entgegengesetzter Durchlaßrichtung geschaltet ist,

- der zweite Komparator (20) das elektrische Potential an dem mit dem zweiten kapazitiven Bauelement (15) verbundenen Anschluß des Generators (1) mit dem elektrischen Potential am lastseitigen Anschluß des dritten kapazitiven Bauelements (16) vergleicht, und
5
- der zweite und/oder der dritte Schalter (17, 18) durch den zweiten Komparator (20) nur dann geschlossen und somit ein Aufladen des zweiten bzw. des dritten kapazitiven Bauelements (15, 16) über den dritten bzw. zweiten Schalter (18, 17) ermöglicht wird, wenn
10
- die Spannung des ersten kapazitiven Bauelements (10) zum Betreiben des zweiten Komparators (20) ausreicht und
15
- das vom Generator (1) zur Verfügung gestellte elektrische Potential zum Aufladen des zweiten bzw. des dritten kapazitiven Bauelements (15, 16) hoch genug ist.
20
22. Uhrwerk nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Spannungsvervielfacherschaltung (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23) eine in Reihe zwischen die lastseitigen Anschlüsse des zweiten und dritten kapazitiven Bauelements (15, 16) geschaltete vierte Diode (13) aufweist, wobei die vierte Diode (13) mit zur ersten Diode (14) entgegengesetzter Durchlaßrichtung angeordnet ist.
25
23. Uhrwerk nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Spannungsvervielfacherschaltung (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23)
30
- ein zweites und ein drittes kapazitives Bauelement (15, 16), die in Reihe mit dem Generator (1) geschaltet sind, wobei der Generator (1) zwischen dem zweiten kapazitiven Bauelement (15) und dem dritten kapazitiven Bauelement (16) angeordnet ist,
35
- einen in Reihe zwischen den generatorseitigen Anschluß des zweiten kapazitiven Bauelements (15) und den lastseitigen Anschluß des dritten kapazitiven Bauelements (16) geschalteten zweiten Schalter (17),
40
- einen in Reihe zwischen den generatorseitigen Anschluß des dritten kapazitiven Bauelements (16) und den lastseitigen Anschluß des zweiten kapazitiven Bauelements (15) geschalteten dritten Schalter (18),
45
- einen den zweiten und den dritten Schalter (17, 18) steuernden zweiten Komparator (20) und
50
- eine in Reihe zwischen die lastseitigen Anschlüsse des zweiten und dritten kapazitiven Bauelements (15, 16) geschaltete vierte Diode (13)
55
aufweist, wobei
- die vierte Diode (13) mit zur ersten Diode (14) entgegengesetzter Durchlaßrichtung geschaltet ist,
- der zweite Komparator (20) das elektrische Potential an dem mit dem zweiten kapazitiven Bauelement (15) verbundenen Anschluß des Generators (1) mit dem elektrischen Potential am lastseitigen Anschluß des dritten kapazitiven Bauelements (16) vergleicht, und
- der zweite und/oder der dritte Schalter (17, 18) durch den zweiten Komparator (20) nur dann geschlossen und somit ein Aufladen des zweiten bzw. des dritten kapazitiven Bauelements (15, 16) über den dritten bzw. zweiten Schalter (18, 17) ermöglicht wird, wenn
- die Spannung des ersten kapazitiven Bauelements (10) zum Betreiben des zweiten Komparators (20) ausreicht und
- das vom Generator (1) zur Verfügung gestellte elektrische Potential zum Aufladen des zweiten bzw. des dritten kapazitiven Bauelements (15, 16) hoch genug ist.
24. Uhrwerk nach Anspruch 21 oder Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, daß** der zweite Schalter (17) ein zweiter Transistor und der dritte Schalter (18) ein dritter Transistor ist.
25. Uhrwerk nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, daß** der zweite Transistor so geschaltet ist, daß in seinem gesperrten Zustand ein Teil seiner Struktur als zweite Diode (12) wirkt.
26. Uhrwerk nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, daß** der dritte Transistor so geschaltet ist, daß in seinem gesperrten Zustand ein Teil seiner Struktur als dritte Diode (23) wirkt.
27. Uhrwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **gekennzeichnet durch** eine Einrichtung zur Anzeige der Gangreserve in Abhängigkeit vom Zählerstand.
28. Uhrwerk nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Anzeige der Gangreserve mittels eines LCD erfolgt.
29. Uhrwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der stabile Oszillator (3, 4) einen Schwingquarz (4) aufweist.
30. Uhrwerk nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Spannungswandlerschaltung (2), die elektronische Regelschaltung (6, 7, 8, 9) und die elektronische Referenzschaltung (3, 5) mit Ausnahme des Schwingquarzes (4) als ein IC (11) aufgebaut sind.
31. Uhrwerk nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Spannungswandlerschaltung (2), die elektronische Regelschaltung (6, 7, 8, 9) und die

elektronische Referenzschaltung (3, 5) mit Ausnahme des Schwingquarzes (4) und mit Ausnahme sämtlicher in den genannten Schaltungen vorhandener kapazitiver Bauelemente als ein IC (11) aufgebaut sind.

32. Uhrwerk nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Spannungswandlerschaltung (2) und die elektronische Regelschaltung (6, 7, 8, 9) derart abgestimmt sind, daß die Leistungsaufnahme der Energiedissipationsschaltung (9) in vorbestimmten zeitlichen Abständen für eine kurze Zeit einen Minimalwert annimmt, um dem ersten Komparator (21) einen Potentialvergleich zu ermöglichen.
33. Uhrwerk nach einem der Ansprüche 1, 2, 3 oder 32, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Spannungswandlerschaltung (2) und die elektronische Regelschaltung (6, 7, 8, 9) derart abgestimmt sind, daß die Leistungsaufnahme der Energiedissipationsschaltung (9) einen Minimalwert annimmt, während das erste kapazitive Bauelement (10) geladen wird.
34. Uhrwerk nach Anspruch 21 oder Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Spannungswandlerschaltung (2) und die elektronische Regelschaltung (6, 7, 8, 9) derart abgestimmt sind, daß die Leistungsaufnahme der Energiedissipationsschaltung (9) einen Minimalwert annimmt, während das erste kapazitive Bauelement (10) und/oder das zweite kapazitive Bauelement (15) und/oder das dritte kapazitive Bauelement (16) geladen wird.
35. Uhrwerk nach einem der Ansprüche 21, 23 oder 34, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Spannungswandlerschaltung (2) und die elektronische Regelschaltung (6, 7, 8, 9) derart abgestimmt sind, daß die Leistungsaufnahme der Energiedissipationsschaltung (9) in vorbestimmten zeitlichen Abständen für eine kurze Zeit einen Minimalwert annimmt, um sowohl dem ersten Komparator (21) als auch dem zweiten Komparator (20) einen Potentialvergleich zu ermöglichen.
36. Uhrwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** in der elektronischen Referenzschaltung (3, 4, 5) zwischen den stabilen Oszillator (3, 4) und den Anschluß an die elektronische Regelschaltung (6, 7, 8, 9) eine Frequenzteilerschaltung (5) geschaltet ist.
37. Uhrwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Energiedissipationsschaltung (9) eine regelbare Stromquelle ist.

Claims

1. A timepiece movement, whose spring drives, via a geartrain, a time indicator and a generator (1) which supplies an AC voltage, in which

- the generator (1) supplies a voltage converter circuit (2),
- the voltage converter circuit (2) supplies a first capacitive component (10),
- the first capacitive component (10) supplies an electronic reference circuit (3, 4, 5), having a stable oscillator (3, 4), and an electronic control circuit (6, 7, 8, 9),
- the electronic control circuit (6, 7, 8, 9) has

- a comparator logic circuit (6) one of whose inputs is connected to the electronic reference circuit (3, 4, 5) and whose other input is connected to the generator (1) via a comparator stage (7) and an anticoincidence circuit (8), as well as
- an energy dissipation circuit (9) which is connected to one input of the comparator logic circuit (6) and whose power consumption can be controlled by the comparator logic circuit (6),

- the comparator logic circuit (6) is designed such that it

- compares a clock signal coming from the electronic reference circuit (3, 4, 5) with a clock signal originating from the generator (1),
- as a function of the result of this comparison, controls the level of the power consumption of the electronic control circuit (6, 7, 8, 9) via the level of the power consumption of the energy dissipation circuit (9), and
- in this way, via the control of the control circuit power consumption, controls the operation of the generator (1) and thus the operation of the time indication,

characterized in that

- the first capacitive component (10) is charged, at least immediately after the timepiece movement first starts, via a passive component or via passive components,
- the passive component or the passive components is or are replaced or is or are supplemented in parallel circuit by an active unit or a plurality of active units as soon as the voltage of the first capacitive component (10) is sufficient to operate the active unit or the active units, in which case the active unit or the active units has or

have a lower electrical resistance in the forward direction than the passive component or the passive components,

- the comparator logic circuit (6) has a counter whose count corresponds to an operation difference between the generator (1) and the electronic reference circuit (3, 4, 5), 5
- the power consumption of the energy dissipation circuit (9) is controlled as a function of the count of the counter, and 10
- the comparator logic circuit (6) and the energy dissipation circuit (9) are matched to one another such that the power consumption of the energy dissipation circuit (9) is kept minimal for a predetermined count range and varies in linear proportion to the count when the predetermined count range is exceeded. 15

2. A timepiece movement, whose spring drives, via a geartrain, a time indicator and a generator (1) which supplies an AC voltage, in which 20

- the generator (1) supplies a voltage converter circuit (2),
- the voltage converter circuit (2) supplies a first capacitive component (10), 25
- the first capacitive component (10) supplies an electronic reference circuit (3, 4, 5), having a stable oscillator (3, 4), and an electronic control circuit (6, 7, 8, 9), 30
- the electronic control circuit (6, 7, 8, 9) has a comparator logic circuit (6) one of whose inputs is connected to the electronic reference circuit (3, 4, 5) and whose other input is connected to the generator (1) via a comparator stage (7) and an anticoincidence circuit (8), as well as 35
- an energy dissipation circuit (9) which is connected to one output of the comparator logic circuit (6) and whose power consumption can be controlled by the comparator logic circuit (6), 40
- the comparator logic circuit (6) is designed such that it

- compares a clock signal coming from the electronic reference circuit (3, 4, 5) with a clock signal originating from the generator (1), 45
- as a function of the result of this comparison, controls the level of the power consumption of the electronic control circuit (6, 7, 8, 9) via the level of the power consumption of the energy dissipation circuit (9), and 50
- in this way, via the control of the control circuit power consumption, controls the operation of the generator (1) and thus the operation of the time indication, 55

characterized in that

- the power consumption of the electronic control circuit (6, 7, 8, 9) is controllable in at least three steps,

- the comparator logic circuit (6) has a counter whose count corresponds to an operation difference between the generator (1) and the electronic reference circuit (3, 4, 5),
- the power consumption of the energy dissipation circuit (9) is controlled as a function of the count of the counter, and
- the comparator logic circuit (6) and the energy dissipation circuit (9) are matched to one another such that the power consumption of the energy dissipation circuit (9) is kept minimal for a predetermined count range and varies in linear proportion to the count when the predetermined count range is exceeded.

3. A timepiece movement, whose spring drives, via a geartrain, a time indicator and a generator (1) which supplies an AC voltage, in which

- the generator (1) supplies a voltage converter circuit (2),
- the voltage converter circuit (2) supplies a first capacitive component (10),
- the first capacitive component (10) supplies an electronic reference circuit (3, 4, 5) having a stable oscillator (3, 4), and an electronic control circuit (6, 7, 8, 9),
- the electronic control circuit (6, 7, 8, 9) has
- a comparator logic circuit (6) one of whose inputs is connected to the electronic reference circuit (3, 4, 5) and whose other input is connected to the generator (1) via a comparator stage (7) and an anticoincidence circuit (8), as well as
- an energy dissipation circuit (9) which is connected to one output of the comparator logic circuit (6) and whose power consumption can be controlled by the comparator logic circuit (6),

- the comparator logic circuit (6) is designed such that it

- compares a clock signal coming from the electronic reference circuit (3, 4, 5) with a clock signal originating from the generator (1),
- as a function of the result of this comparison, controls the level of the power consumption of the electronic control circuit (6, 7, 8, 9) via the level of the power consumption of the energy dissipation circuit (9), and
- in this way, via the control of the control circuit power consumption, controls the operation of the time indication,

eration of the generator (1) and thus the operation of the time indication,

characterized in that

- the power consumption of the electronic control circuit (6, 7, 8, 9) can be essentially continuously variably controlled over a predetermined magnitude range,
- the comparator logic circuit (6) has a counter whose count corresponds to an operation difference between the generator (1) and the electronic reference circuit (3, 4, 5),
- the power consumption of the energy dissipation circuit (9) is controlled as a function of the count of the counter, and
- the comparator logic circuit (6) and the energy dissipation circuit (9) are matched to one another such that the power consumption of the energy dissipation circuit (9) is kept minimal for a predetermined count range and varies in linear proportion to the count when the predetermined count range is exceeded.

4. A timepiece movement according to claim 1, **characterized in that** the voltage converter circuit (2) and the electronic control circuit (6,7,8,9) are matched in such a manner that the power consumption of the energy dissipation circuit (9) assumes a minimum value for a short time at predetermined time intervals, in order to allow potential comparisons of the active unit or the active units.

5. A timepiece unit according to claim 1, **characterized in that** the power consumption of the electronic control circuit (6, 7, 8, 9) is controllable in at least three steps.

6. A timepiece movement according to claim 1, **characterized in that** the power consumption of the electronic control circuit (6, 7, 8, 9) can be essentially continuously variably controlled over a predetermined magnitude range.

7. A timepiece movement according to either of claims 2 or 3, **characterized in that**

- the first capacitive component (10) is charged, at least immediately after the timepiece movement first starts, via a passive component or via passive components, and
- the passive component or the passive components is or are replaced or is or are supplemented in parallel circuit by an active unit or a plurality of active units as soon as the voltage of the first capacitive component (10) is sufficient to operate the active unit or the active units, in which case the active unit or the active units has or

have a lower electrical resistance in the forward direction than the passive component or the passive components.

8. A timepiece movement according to either of claims 1 or 7,

characterized in that

- the voltage converter circuit (2) has

- a first diode (14) which is connected in series with the generator (1) and with the first capacitive component (10),
- a first switch (19) which is connected in parallel with the first diode (14), in series with the generator (1) and in series with the first capacitive component (10),
- a first comparator (21) which controls the first switch (19), and
- a voltage multiplier circuit (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23) which is coupled on the input side to the generator (1) and on the load side to the first capacitive component (10) and to the parallel circuit formed by the first diode (14) and the first switch (19),

- the first comparator (21) compares the electrical potential at a connection (which is not at earth potential) of the first capacitive component (10) with the electrical potential at a connection (which is not at earth potential) on the load side of the voltage multiplier circuit (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23),
- the first switch (19) is closed by the first comparator (21), thus allowing the first capacitive component (10) to be charged via the first switch (19) only when

- the voltage of the first capacitive component (10) is sufficient to operate the first comparator (21), and
- the electrical potential at the unearthed connection on the load side of the voltage multiplier circuit (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23) is sufficiently high to charge the first capacitive component (10) further.

9. A timepiece movement according to claim 1, **characterized in that** the spring, the geartrain, the generator (1), the voltage converter circuit (2) and the electronic control circuit (6, 7, 8, 9) are designed such that, immediately after the timepiece movement starts, and until the time when the first capacitive component (10) is charged, the generator (1) operates at a voltage level which is sufficiently high to ensure that all the electronic components which are part of the timepiece movement operate, and at a rotation speed which is greater than the nominal ro-

tation speed of the generator (1).

10. A timepiece movement according to claim 2 or claim 3, **characterized in that** the spring, the geartrain, the generator (1), the voltage converter circuit (2) and the electronic control circuit (6, 7, 8, 9) are designed such that, immediately after the timepiece movement starts, the generator (1) operates at a rotation speed which is greater than the nominal rotation speed of the generator (1), in order to allow the electronic reference circuit (3, 4, 5) and the electronic control circuit (6, 7, 8, 9) to start. 5
11. A timepiece movement according to claim 8, **characterized in that** the first switch (19) is a first transistor. 10
12. A timepiece movement according to claim 11, **characterized in that** the first transistor is connected such that, when it is switched off, a part of its structure acts as a first diode (14). 15
13. A timepiece movement according to any of claims 1 to 3, **characterized in that** the energy dissipation circuit (9) is formed from one or more non-reactive resistors. 20
14. A timepiece movement according to any of claims 1 to 3, **characterized in that** 25
 - the energy dissipation circuit (9) is formed from one or more non-reactive resistors, and
 - a predetermined effective resistance combination, which may also be the resistance zero, in the energy dissipation circuit (9) is associated with each count. 30
15. A timepiece movement according to any of claims 1 to 3, **characterized by** a switching device which interrupts the counting in of pulses at a predetermined maximum counter level, and interrupts the counting out of pulses at a predetermined minimum counter level. 35
16. A timepiece movement according to claim 8, **characterized in that** the voltage multiplier circuit (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23) is a controllable voltage multiplier circuit. 40
17. A timepiece movement according to claim 8, **characterized in that** the voltage multiplier circuit (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23) essentially doubles the output voltage of the generator (1). 45
18. A timepiece movement according to claim 17, **characterized in that** the voltage converter circuit (2) operates above a minimum peak voltage of the generator of 0.5 V. 50

19. A timepiece movement according to claim 8, **characterized in that** the voltage multiplier circuit (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23) essentially triples the output voltage of the generator (1).

20. A timepiece movement according to claim 19, **characterized in that** the voltage converter circuit (2) operates above a minimum peak voltage of the generator of 0.3 V.

21. A timepiece movement according to claim 19, **characterized in that** the voltage multiplier circuit (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23) has

- a second and a third capacitive component (15, 16), which are connected in series with the generator (1), in which case the generator (1) is arranged between the second capacitive component (15) and the third capacitive component (16),
- a parallel circuit formed by a second diode (12) and a second switch (17), in which case the parallel circuit formed by the second diode (12) and the second switch (17) is connected in series between the connection on the generator side of the second capacitive component (15) and the connection on the load side of the third capacitive component (16),
- a parallel circuit formed by a third diode (23) and a third switch (18), in which case the parallel circuit formed by the third diode (23) and the third switch (18) is connected in series between the connection on the generator side of the third capacitive component (16) and the connection on the load side of the second capacitive component (15), and
- a second comparator (20) which controls the second and the third switch (17, 18),

in which case

- the second and the third diode (12, 23) are connected with the same forward direction, and the first diode (14) is connected in the forward direction opposite this,
- the second comparator (20) compares the electrical potential at that connection of the generator (1) which is connected to the second capacitive component (15) with the electrical potential at the connection on the load side of the third capacitive component (16), and
- the second and/or the third switch (17, 18) are/is closed by the second comparator (20), thus allowing the second and the third capacitive component (15, 16), respectively, to be charged via the third and the second switch (18, 17), respectively, only when

- the voltage of the first capacitive component (10) is sufficient to operate the second comparator (20), and
 - the electrical potential available from the generator (1) is sufficiently high to charge the second and the third capacitive component (15, 16).
22. A timepiece movement according to claim 21, **characterized in that** the voltage multiplier circuit (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23) has a fourth diode (13) which is connected in series between the connections on the load side of the second and of the third capacitive component (15, 16), in which case the fourth diode (13) is arranged with the opposite forward direction to the first diode (14).
23. A timepiece movement according to claim 19, **characterized in that** the voltage multiplier circuit (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23) has
- a second and third capacitive component (15, 16), which are connected in series with the generator (1), in which case the generator (1) is arranged between the second capacitive component (15) and the third capacitive component (16),
 - a second switch (17) which is connected in series between the connection on the generator side of the second capacitive component (15) and the connection on the load side of the third capacitive component (16),
 - a third switch (18) which is connected in series between the connection on the generator side of the third capacitive component (16) and the connection on the load side of the second capacitive component (15),
 - a second comparator (20) which controls the second and the third switch (17, 18), and
 - a fourth diode (13) which is connected in series between the connections on the load side of the second and of the third capacitive component (15, 16),
- in which case
- the fourth diode (13) is connected with the opposite forward direction to the first diode (14),
 - the second comparator (20) compares the electrical potential at that connection of the generator (1) which is connected to the second capacitive component (15) with the electrical potential at the connection on the load side of the third capacitive component (16), and
 - the second and/or the third switch (17, 18) are/is closed by the second comparator (20), thus allowing the second and the third capacitive component (15, 16), respectively, to be charged
- via the third and the second switch (18, 17), respectively, only when
- the voltage of the first capacitive component (10) is sufficient to operate the second comparator (20), and
 - the electrical potential available from the generator (1) is sufficiently high to charge the second and the third capacitive component (15, 16).
24. A timepiece movement according to claim 21 or claim 23, **characterized in that** the second switch (17) is a second transistor, and the third switch (18) is a third transistor.
25. A timepiece movement according to claim 24, **characterized in that** the second transistor is connected such that, when it is switched off, a part of its structure acts as a second diode (12).
26. A timepiece movement according to claim 24, **characterized in that** the third transistor is connected such that, when it is switched off, a part of its structure acts as a third diode (23).
27. A timepiece movement according to any of claims 1 to 3, **characterized by** a device for indicating the operating reserve as a function of the count.
28. A timepiece movement according to claim 27, **characterized in that** the operating reserve is indicated by means of an LCD.
29. A timepiece movement according to any of claims 1 to 3, **characterized in that** the stable oscillator (3, 4) has an oscillating crystal (4).
30. A timepiece movement according to claim 29, **characterized in that** the voltage converter circuit (2), the electronic control circuit (6, 7, 8, 9) and the electronic reference circuit (3, 5), with the exception of the oscillating crystal (4), are configured as an IC (11).
31. A timepiece movement according to claim 29, **characterized in that** the voltage converter circuit (2), the electronic control circuit (6, 7, 8, 9) and the electronic reference circuit (3, 5), with the exception of the oscillating crystal (4), and with the exception of all the capacitive components which are present in the said circuits, are configured as an IC (11).
32. A timepiece movement according to claim 8, **characterized in that** the voltage converter circuit (2) and the electronic control circuit (6, 7, 8, 9) are matched in such a manner that the power consumption of the energy dissipation circuit (9) assumes a

minimum value for a short time at predetermined time intervals, in order to allow potential comparison by the first comparator (21).

33. A timepiece movement according to any of claims 1, 2, 3 or 32, **characterized in that** the voltage converter circuit (2) and the electronic control circuit (6, 7, 8, 9) are matched in such a manner that the power consumption of the energy dissipation circuit (9) assumes a minimum value while the first capacitive component (10) is being charged. 5 10
34. A timepiece movement according to claim 21 or claim 23, **characterized in that** the voltage converter circuit (2) and the electronic control circuit (6, 7, 8, 9) are matched in such a manner that the power consumption of the energy dissipation circuit (9) assumes a minimum value while the first capacitive component (10) and/or the second capacitive component (15) and/or the third capacitive component (16) are/is being charged. 15 20
35. A timepiece movement according to any of claims 21, 23 or 34, **characterized in that** the voltage converter circuit (2) and the electronic control circuit (6, 7, 8, 9) are matched in such a manner that the power consumption of the energy dissipation circuit (9) assumes a minimum value for a short time at predetermined time intervals, in order to allow potential comparison both by the first comparator (21) and by the second comparator (20). 25 30
36. A timepiece movement according to any of claims 1 to 3, **characterized in that**, in the electronic reference circuit (3, 4, 5), a frequency divider circuit (5) is connected between the stable oscillator (3, 4) and the connection to the electronic control circuit (6, 7, 8, 9). 35
37. A timepiece movement according to any of claims 1 to 3, **characterized in that** the energy dissipation circuit (9) is a controllable current source. 40

Revendications 45

1. Mouvement d'horlogerie dont le ressort, via un rouage, entraîne un affichage horaire et un générateur (1) fournissant une tension alternative, dans lequel 50
- le générateur (1) alimente un circuit de transformation de tension (2),
 - le circuit de transformation de tension (2) alimente un premier composant capacitif (10),
 - le premier composant capacitif (10) alimente un circuit de référence électronique (3, 4, 5) avec un oscillateur stable (3, 4) et un circuit de régulation électronique (6, 1, 8, 9), 55

- le circuit de régulation électronique (6, 7, 8, 9) présente

- un circuit comparateur logique (6) dont l'une des entrées est reliée au circuit de référence électronique (3, 4, 5) et dont l'autre entrée est reliée au générateur (1) via un niveau de comparateur (7) et un circuit à anti-coïncidence (8), ainsi que
- un circuit de dissipation d'énergie (9) relié à une sortie du circuit comparateur logique (6) et dont la puissance absorbée est commandable par le circuit comparateur logique (6),

- le circuit comparateur logique (6) est conçu de manière à ce que

- il compare un signal d'horloge venant du circuit de référence électronique (3, 4, 5) avec un signal d'horloge venant du générateur (1),
- selon le résultat de cette comparaison, il commande la grandeur de la puissance absorbée du circuit de régulation électronique (6, 7, 8, 9) via la grandeur de la puissance absorbée du circuit de dissipation d'énergie (9) et, de cette façon, il régule l'allure du générateur (1), et donc l'allure de l'affichage horaire, via la commande de la puissance absorbée du circuit de régulation,

caractérisé en ce que

- le premier composant capacitif (10) est chargé au moins immédiatement après un premier démarrage du mouvement d'horlogerie via un ou plusieurs composants passifs,
 - le resp. les composants passifs sont remplacés par une resp. plusieurs unités modulaires actives ou sont complétés par une resp. plusieurs unités modulaires actives au moyen d'un montage parallèle, dès que la tension du premier composant capacitif (10) suffit pour actionner l'unité modulaire active resp. les unités modulaires actives, l'unité modulaire active resp. les unités modulaires actives ayant une résistance électrique moindre que celle du resp. des composants passifs dans la direction de passage,
 - le circuit comparateur logique (6) présente un compteur dont l'état correspond à la différence d'allure entre le générateur (1) et le circuit de référence électronique (3, 4, 5),
 - la puissance absorbée du circuit de dissipation d'énergie (9) est asservie à l'état du compteur
- et en ce que**
- le circuit comparateur logique (6) et le circuit de dissipation d'énergie (9) sont accordés de

manière à ce que la puissance absorbée du circuit de dissipation d'énergie (9) soit maintenue à un minimum pour une plage d'état de compteur déterminée préalablement et de manière à ce qu'elle se modifie de manière linéaire et proportionnelle à l'état du compteur en cas de dépassement de la plage d'état de compteur déterminée préalablement.

2. Mouvement d'horlogerie dont le ressort, via un rouage, entraîne un affichage horaire et un générateur (1) fournissant une tension alternative, dans lequel

- le générateur (1) alimente un circuit de transformation de tension (2),
- le circuit de transformation de tension (2) alimente un premier composant capacitif (10),
- le premier composant capacitif (10) alimente un circuit de référence électronique (3, 4, 5) avec un oscillateur stable (3, 4) et un circuit de régulation électronique (6, 7, 8, 9),
- le circuit de régulation électronique (6, 7, 8, 9) présente

- un circuit comparateur logique (6) dont l'une des entrées est reliée au circuit de référence électronique (3, 4, 5) et dont l'autre entrée est reliée au générateur (1) via un niveau de comparateur (7) et un circuit à anti-coïncidence (8), ainsi que
- un circuit de dissipation d'énergie (9) relié à une sortie du circuit comparateur logique (6) et dont la puissance absorbée est commandable par le circuit comparateur logique (6),

- le circuit comparateur logique (6) est conçu de manière à ce que

- il compare un signal d'horloge venant du circuit de référence électronique (3, 4, 5) avec un signal d'horloge venant du générateur (1),
- selon le résultat de cette comparaison, il commande la grandeur de la puissance absorbée du circuit de régulation électronique (6, 7, 8, 9) via la grandeur de la puissance absorbée du circuit de dissipation d'énergie (9) et,
- de cette façon, il régule l'allure du générateur (1), et donc l'allure de l'affichage horaire, via la commande de la puissance absorbée du circuit de régulation,

caractérisé en ce que

- la puissance absorbée du circuit de régulation électronique (6, 7, 8, 9) est commandable à au

moins trois niveaux,

- le circuit comparateur logique (6) présente un compteur dont l'état correspond à la différence d'allure entre le générateur (1) et le circuit de référence électronique (3, 4, 5),
- la puissance absorbée du circuit de dissipation d'énergie (9) est asservie à l'état du compteur

et en ce que

- le circuit comparateur logique (6) et le circuit de dissipation d'énergie (9) sont accordés de manière à ce que la puissance absorbée du circuit de dissipation d'énergie (9) soit maintenue à un minimum pour une plage d'état de compteur déterminée préalablement et de manière à ce qu'elle se modifie de manière linéaire et proportionnelle à l'état du compteur en cas de dépassement de la plage d'état de compteur déterminée préalablement.

3. Mouvement d'horlogerie dont le ressort, via un rouage, entraîne un affichage horaire et un générateur (1) fournissant une tension alternative, dans lequel

- le générateur (1) alimente un circuit de transformation de tension (2),
- le circuit de transformation de tension (2) alimente un premier composant capacitif (10),
- le premier composant capacitif (10) alimente un circuit de référence électronique (3, 4, 5) avec un oscillateur stable (3, 4) et un circuit de régulation électronique (6, 7, 8, 9),
- le circuit de régulation électronique (6, 7, 8, 9) présente

- un circuit comparateur logique (6) dont l'une des entrées est reliée au circuit de référence électronique (3, 4, 5) et dont l'autre entrée est reliée au générateur (1) via un niveau de comparateur (7) et un circuit à anti-coïncidence (8), ainsi que
- un circuit de dissipation d'énergie (9) relié à une sortie du circuit comparateur logique (6) et dont la puissance absorbée est commandable par le circuit comparateur logique (6),

- le circuit comparateur logique (6) est conçu de manière à ce que

- il compare un signal d'horloge venant du circuit de référence électronique (3, 4, 5) avec un signal d'horloge venant du générateur (1),
- selon le résultat de cette comparaison, il commande la grandeur de la puissance absorbée du circuit de régulation électronique (6, 7, 8, 9) via la grandeur de la puissance absorbée du circuit de dissipation d'énergie

- (9) et,
 - de cette façon, il régule l'allure du générateur (1), et donc l'allure de l'affichage horaire, via la commande de la puissance absorbée du circuit de régulation,

5

caractérisé en ce que

- la puissance absorbée du circuit de régulation électronique (6, 7, 8, 9) est commandable principalement de manière continue dans une plage déterminée préalablement; 10
- le circuit comparateur logique (6) présente un compteur dont l'état correspond à la différence d'allure entre le générateur (1) et le circuit de référence électronique (3, 4,5), 15
- la puissance absorbée du circuit de dissipation d'énergie (9) est asservie à l'état du compteur et **en ce que**
- le circuit comparateur logique (6) et le circuit de dissipation d'énergie (9) sont accordés de manière à ce que la puissance absorbée du circuit de dissipation d'énergie (9) soit maintenue à un minimum pour une plage d'état de compteur déterminée préalablement et de manière à ce qu'elle se modifie de manière linéaire et proportionnelle à l'état du compteur en cas de dépassement de la plage d'état de compteur déterminée préalablement. 20 25 30
- 4. Mouvement d'horlogerie selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le circuit de transformation de tension (2) et le circuit de régulation électronique (6, 7, 8, 9) sont accordés de telle manière que la puissance absorbée du circuit de dissipation d'énergie (9) prend brièvement une valeur minimale à intervalles temporels déterminés préalablement, afin de permettre à l'unité modulaire active resp. aux unités modulaires actives de procéder à des comparaisons de potentiels. 35 40
- 5. Mouvement d'horlogerie selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la puissance absorbée du circuit de régulation électronique (6, 7, 8, 9) est commandable à au moins trois niveaux. 45
- 6. Mouvement d'horlogerie selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la puissance absorbée du circuit de régulation électronique (6, 7, 8, 9) est commandable principalement de manière continue dans une plage déterminée préalablement. 50
- 7. Mouvement d'horlogerie selon l'une des revendications 2 ou 3, **caractérisé en ce que** 55
 - le premier composant capacitif (10) est chargé au moins immédiatement après un premier démarrage du mouvement d'horlogerie via un ou

plusieurs composants passifs et **en ce que**

- le resp. les composants passifs sont remplacés par une resp. plusieurs unités modulaires actives ou sont complétés par une resp. plusieurs unités modulaires actives au moyen d'un montage parallèle, dès que la tension du premier composant capacitif (10) suffit pour actionner le resp. les unités modulaires actives, le resp. les unités modulaires actives ayant une résistance électrique moindre que celle du resp. des composants passifs dans la direction de passage.

8. Mouvement d'horlogerie selon l'une des revendications 1 ou 7, **caractérisé en ce que**

- le circuit de transformation de tension (2) présente

- une première diode (14) montée en série avec le générateur (1) et avec le premier composant capacitif (10),
- un premier commutateur (19) monté en parallèle avec la première diode (14), en série avec le générateur (1) et en série avec le premier composant capacitif (10),
- un premier comparateur (21) commandant le premier commutateur (19) et
- un circuit de multiplication de tension (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23) couplé du côté entrée au générateur (1) et du côté charge au premier composant capacitif (10) ainsi qu'au montage parallèle de la première diode (14) et du premier commutateur (19),

- le premier comparateur (21) compare le potentiel électrique d'une connexion du premier composant capacitif (10) qui n'est pas mise au potentiel de la masse avec le potentiel électrique d'une connexion du côté charge du circuit de multiplication de tension (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23) qui n'est pas mise au potentiel de la masse,

- le premier commutateur (19) ne peut être fermé par le premier comparateur (21), et donc un chargement du premier composant capacitif (10) via le premier commutateur (19) n'est rendu possible, que si

- la tension du premier composant capacitif (10) suffit pour faire activer le premier comparateur et que si
- le potentiel électrique à la connexion du circuit de multiplication de tension (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23) qui n'est pas mise à la masse du côté charge est suffisamment élevé pour poursuivre le chargement du premier composant capacitif (10).

9. Mouvement d'horlogerie selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le ressort, le rouage, le générateur (1), le circuit de transformation de tension (2) et le circuit de régulation électronique (6, 7, 8, 9) sont conçus de façon à ce que le générateur (1) fonctionne avec un nombre de tours supérieur à son nombre de tours de consigne, immédiatement après démarrage du mouvement d'horlogerie, jusqu'au moment du chargement du premier composant capacitif (10), à un niveau de tension suffisamment élevé pour garantir le fonctionnement de tous les composants électroniques faisant partie du mouvement d'horlogerie.
10. Mouvement d'horlogerie selon la revendication 2 ou selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le ressort, le rouage, le générateur (1), le circuit de transformation de tension (2) et le circuit de régulation électronique (6, 7, 8, 9) sont conçus de façon à ce que le générateur (1) fonctionne avec un nombre de tours supérieur à son nombre de tours de consigne, immédiatement après démarrage du mouvement d'horlogerie afin de permettre le démarrage du circuit de référence électronique (3, 4, 5) et du circuit de régulation électronique (6, 7, 8, 9).
11. Mouvement d'horlogerie selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le premier commutateur (19) est un premier transistor.
12. Mouvement d'horlogerie selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le premier transistor est monté de façon à ce que, en situation fermée, une partie de sa structure fonctionne en tant que première diode (14).
13. Mouvement d'horlogerie selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le circuit de dissipation d'énergie (9) est composé d'une ou de plusieurs résistances ohmiques.
14. Mouvement d'horlogerie selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que**
- le circuit de dissipation d'énergie (9) est composé d'une ou de plusieurs résistances ohmiques et **en ce que**
 - à chaque état du compteur est appropriée une combinaison de résistances efficace déterminée préalablement, qui peut aussi être une résistance zéro, dans le circuit de dissipation d'énergie (9).
15. Mouvement d'horlogerie selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé par** un dispositif de commutation qui, à un état maximum préalablement déterminé du compteur interrompt une augmentation du nombre d'impulsions et qui, à un état
- minimum préalablement déterminé du compteur, interrompt une diminution du nombre d'impulsions
16. Mouvement d'horlogerie selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le circuit de multiplication de tension (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23) est un circuit de multiplication de tension réglable.
17. Mouvement d'horlogerie selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le circuit de multiplication de tension (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23) double principalement la tension de sortie du générateur (1).
18. Mouvement d'horlogerie selon la revendication 17, **caractérisé en ce que** le circuit de transformation de tension (2) fonctionne à partir d'une tension de pointe minimale de 0,5 V du générateur.
19. Mouvement d'horlogerie selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le circuit de multiplication de tension (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23) triple principalement la tension de sortie du générateur (1)
20. Mouvement d'horlogerie selon la revendication 19, **caractérisé en ce que** le circuit de transformation de tension (2) fonctionne à partir d'une tension de pointe minimale de 0,3 V du générateur.
21. Mouvement d'horlogerie selon la revendication 19, **caractérisé en ce que** le circuit de multiplication de tension (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23) présente
- un deuxième et un troisième composant capacitif (15, 16) montés en série avec le générateur (1), le générateur (1) étant disposé entre le deuxième composant capacitif (15) et le troisième composant capacitif (16),
 - un montage en parallèle d'une deuxième diode (12) et d'un deuxième commutateur (17), dans lequel le montage en parallèle de la deuxième diode (12) et du deuxième commutateur (17) est monté en série entre la connexion côté générateur du deuxième composant capacitif (15) et la connexion côté charge du troisième composant capacitif (16),
 - un montage en parallèle d'une troisième diode (23) et d'un troisième commutateur (18), dans lequel le montage en parallèle de la troisième diode (23) et du troisième commutateur (18) est monté en série entre la connexion côté générateur du troisième composant capacitif (16) et la connexion côté charge du deuxième composant capacitif (15), et
 - un deuxième comparateur (20) qui commande le deuxième et le troisième commutateur (17, 18),
- dans lequel

- la deuxième et la troisième diode (12, 23) sont montées dans la même direction de passage et la première diode (14) est montée en direction de passage opposée,
 - le deuxième comparateur (20) compare le potentiel électrique de la connexion reliée au deuxième composant capacitif (15) du générateur (1), avec le potentiel électrique de la connexion côté charge du troisième composant capacitif (16), et
 - le deuxième et/ou le troisième commutateur (17, 18) ne peuvent être fermés par le deuxième comparateur (20), et donc un chargement du deuxième resp. du troisième composant capacitif (15, 16) via le troisième resp. le deuxième commutateur (18, 17) n'est rendu possible, que si
 - la tension du premier composant capacitif (10) suffit pour activer le deuxième comparateur (20) et que si
 - le potentiel électrique mis à disposition par le générateur (1) est suffisamment élevé pour charger le deuxième resp. le troisième composant capacitif (15, 16).
22. Mouvement d'horlogerie selon la revendication 21, **caractérisé en ce que** le circuit de multiplication de tension (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23) présente une quatrième diode (13) montée en série entre les connexions côté charge du deuxième et du troisième composants capacitifs (15, 16), dans lequel la quatrième diode (13) est disposée en direction de passage opposée à la première diode (14).
23. Mouvement d'horlogerie selon la revendication 19, **caractérisé en ce que** le circuit de multiplication de tension (12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23) présente
- un deuxième et un troisième composant capacitif (15, 16) montés en série avec le générateur (1), le générateur (1) étant disposé entre le deuxième composant capacitif (15) et le troisième composant capacitif (16),
 - un deuxième commutateur (17) monté en série entre la connexion côté générateur du deuxième composant capacitif (15) et la connexion côté charge du troisième composant capacitif (16),
 - un troisième commutateur (18) monté en série entre la connexion côté générateur du troisième composant capacitif (16) et la connexion côté charge du deuxième composant capacitif (15),
 - un deuxième comparateur (20) qui commande le deuxième et le troisième commutateur (17, 18) et
 - une quatrième diode (13) montée en série entre les connexions côté charge du deuxième et du troisième composant capacitif (15, 16),
- dans lequel
- la quatrième diode (13) est montée en direction de passage opposée à la première diode (14)
 - le deuxième comparateur (20) compare le potentiel électrique à la connexion du générateur (1) reliée au deuxième composant capacitif (15) avec le potentiel électrique de la connexion côté charge du troisième composant capacitif (16), et
 - le deuxième et/ou le troisième commutateur (17, 18) ne peut être fermé par le deuxième comparateur (20), et donc le chargement du deuxième resp. du troisième composant (15, 16) via le troisième resp. le deuxième commutateur (18, 17) n'est possible, que si
 - la tension du premier composant capacitif (10) suffit pour activer le deuxième comparateur (20), et que si
 - le potentiel électrique mis à disposition par le générateur (1) est suffisamment élevé pour charger le deuxième resp. le troisième composant capacitif (15, 16).
24. Mouvement d'horlogerie selon la revendication 21 ou selon la revendication 23, **caractérisé en ce que** le deuxième commutateur (17) est un deuxième transistor et **en ce que** le troisième commutateur (18) est un troisième transistor
25. Mouvement d'horlogerie selon la revendication 24, **caractérisé en ce que** le deuxième transistor est monté de façon à ce que, en situation fermée, une partie de sa structure fonctionne en tant que deuxième diode (12).
26. Mouvement d'horlogerie selon la revendication 24, **caractérisé en ce que** le troisième transistor est monté de façon à ce que, en situation fermée, une partie de sa structure fonctionne en tant que troisième diode (23).
27. Mouvement d'horlogerie selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé par** un arrangement pour affichage de la réserve d'allure selon l'état du compteur.
28. Mouvement d'horlogerie selon la revendication 27, **caractérisé en ce que** l'indication de la réserve d'allure est réalisée au moyen d'un affichage à cristaux liquides.
29. Mouvement d'horlogerie selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'oscillateur stable (3, 4) présente un cristal oscillateur (4).
30. Mouvement d'horlogerie selon la revendication 29, **caractérisé en ce que** le circuit de transformation

de tension (2), le circuit de régulation électronique (6, 7, 8, 9) et le circuit de référence électronique (3, 5), à l'exception du cristal oscillateur (4), sont montés sous forme d'un circuit intégré (11).

31. Mouvement d'horlogerie selon la revendication 29, **caractérisé en ce que** le circuit de transformation de tension (2), le circuit de régulation électronique (6, 7, 8, 9) et le circuit de référence électronique (3, 5), à l'exception du cristal oscillateur (4) et à l'exception de tous les composants capacitifs présents dans les circuits cités sont montés sous forme d'un circuit intégré (11).

32. Mouvement d'horlogerie selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le circuit de transformation de tension (2) et le circuit de régulation électronique (6, 7, 8, 9) sont accordés de telle manière que la puissance absorbée du circuit de dissipation d'énergie (9) prend brièvement une valeur minimale à intervalles temporels déterminés préalablement, afin de permettre au premier comparateur (21) de procéder à une comparaison de potentiels.

33. Mouvement d'horlogerie selon l'une quelconque des revendications 1, 2, 3 ou 32, **caractérisé en ce que** le circuit de transformation de tension (2) et le circuit de régulation électronique (6, 7, 8, 9) sont accordés de telle manière que la puissance absorbée du circuit de dissipation d'énergie (9) prend une valeur minimale pendant que le premier composant capacitif (10) est chargé.

34. Mouvement d'horlogerie selon la revendication 21 ou selon la revendication 23, **caractérisé en ce que** le circuit de transformation de tension (2) et le circuit de régulation électronique (6, 7, 8, 9) sont accordés de telle manière que la puissance absorbée du circuit de dissipation d'énergie (9) prend une valeur minimale pendant que le premier composant capacitif (10) et/ou le deuxième composant capacitif (15) et/ou le troisième composant capacitif (16) sont chargés.

35. Mouvement d'horlogerie selon l'une quelconque des revendications 21, 23 ou 34, **caractérisé en ce que** le circuit de transformation de tension (2) et le circuit de régulation électronique (6, 7, 8, 9) sont accordés de telle manière que la puissance absorbée du circuit de dissipation d'énergie (9) prend brièvement une valeur minimale à intervalles temporels déterminés préalablement, afin de permettre tant au premier comparateur (21) qu'au deuxième comparateur (20) de procéder à une comparaison de potentiels.

36. Mouvement d'horlogerie selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** un circuit diviseur de fréquence (5) est monté dans le cir-

cuit de référence électronique (3, 4, 5) entre l'oscillateur stable (3, 4) et la connexion avec le circuit de régulation électronique (6, 7, 8, 9).

37. Mouvement d'horlogerie selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le circuit de dissipation d'énergie (9) est une source de courant réglable.

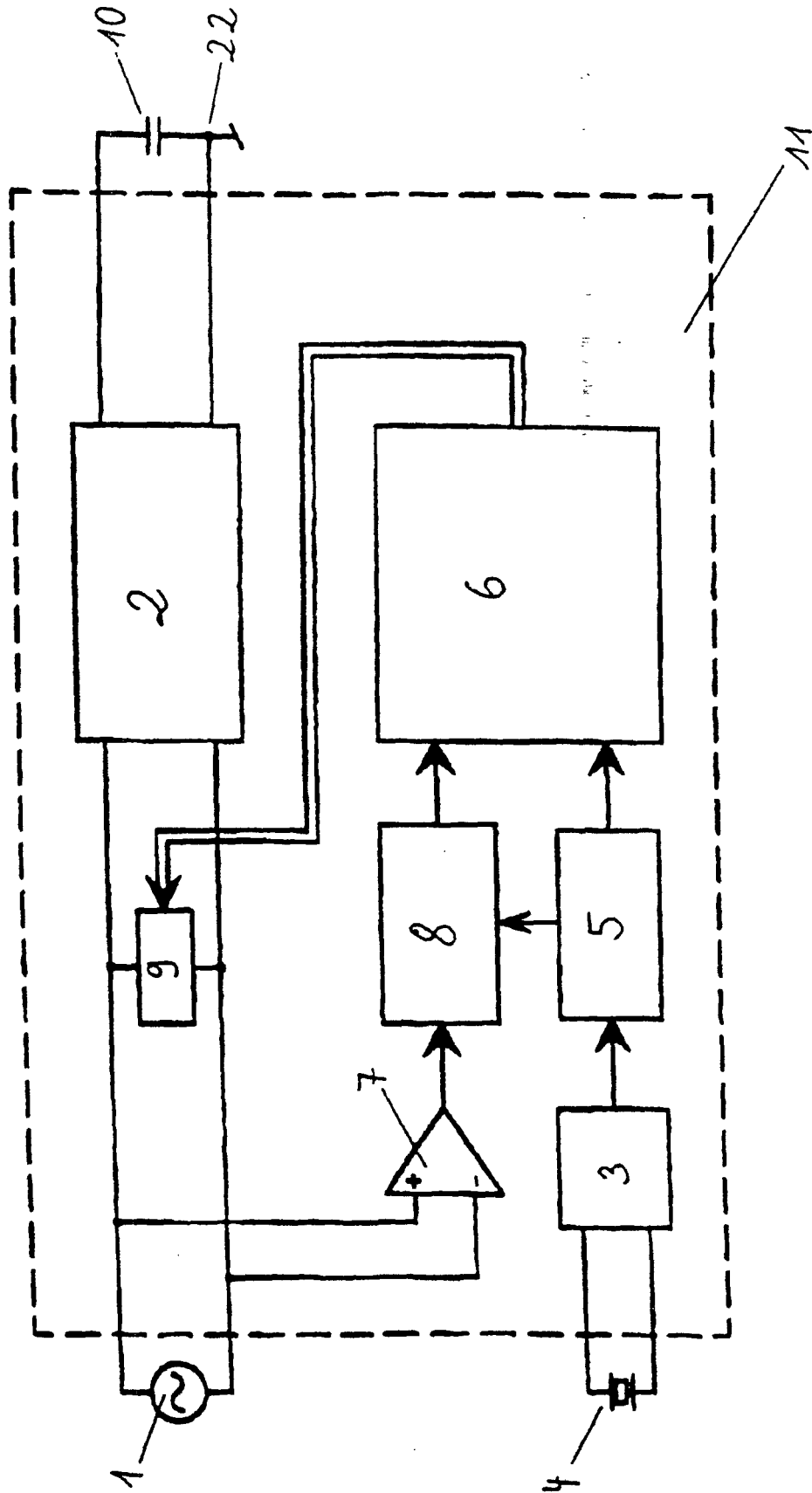


Fig. 1

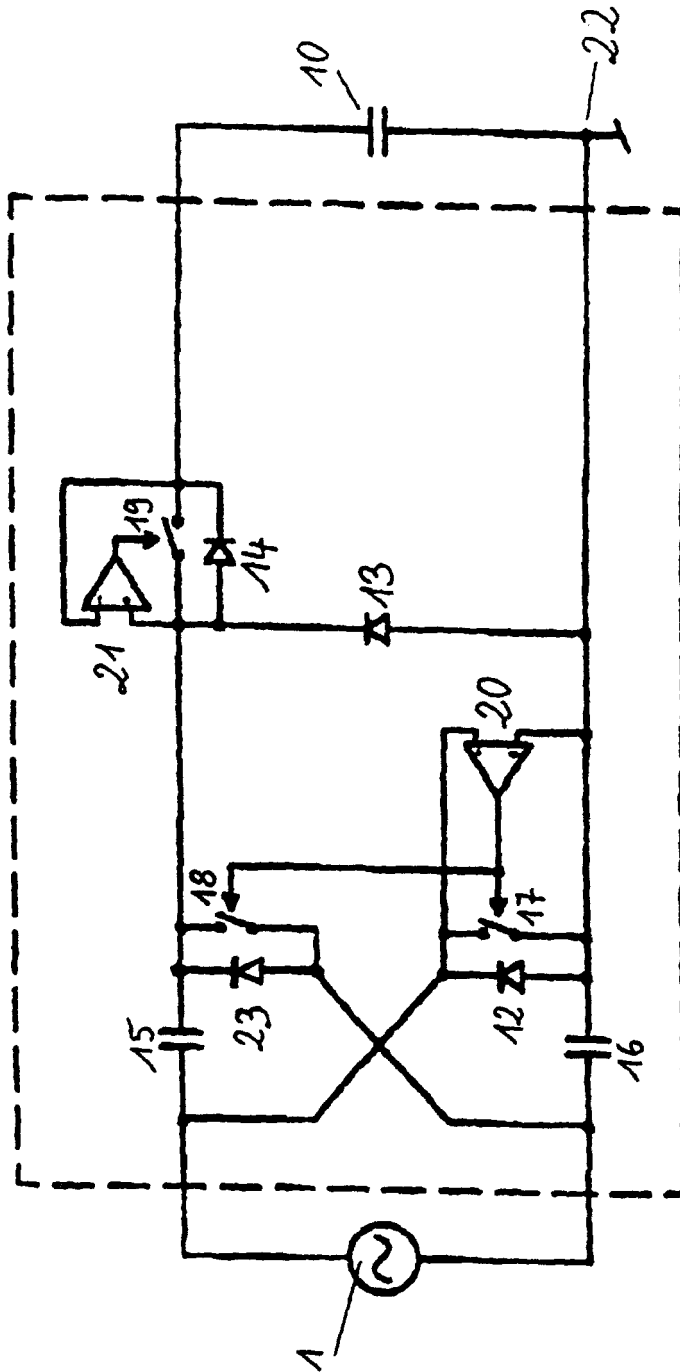


Fig. 2

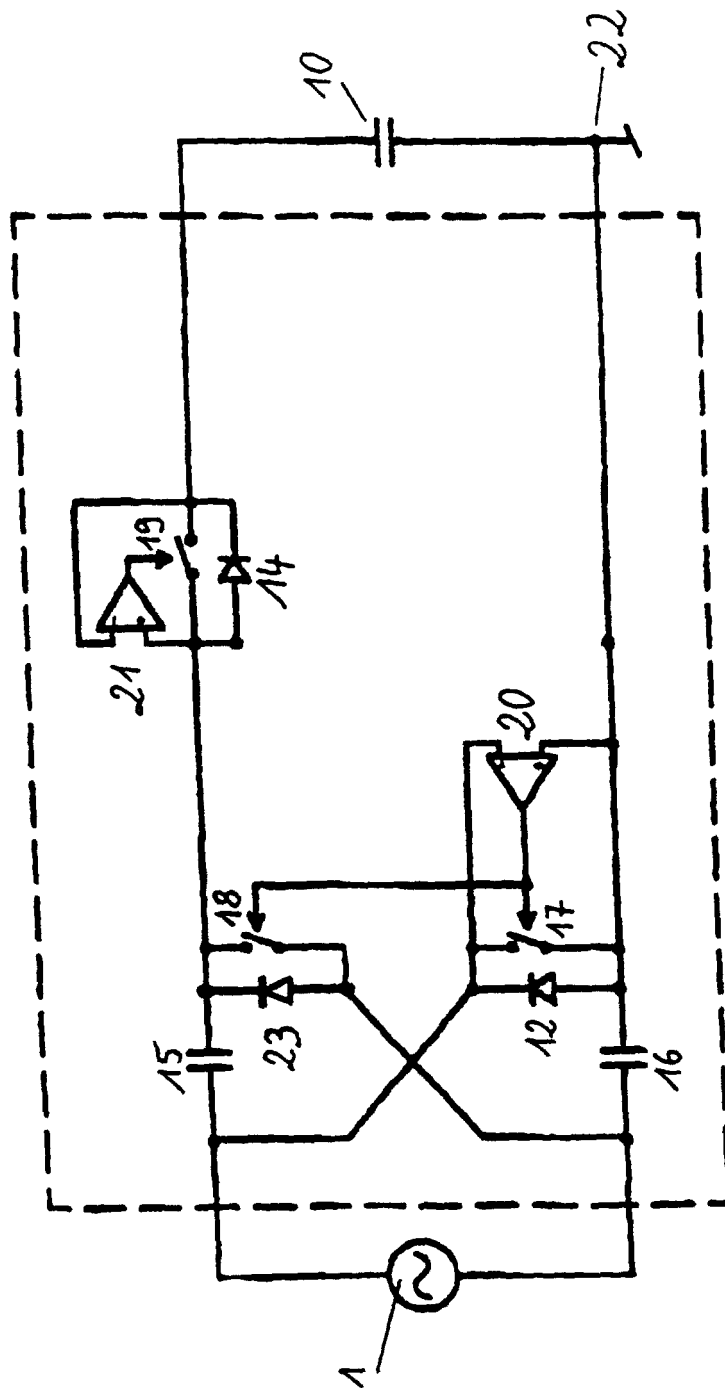


Fig. 3

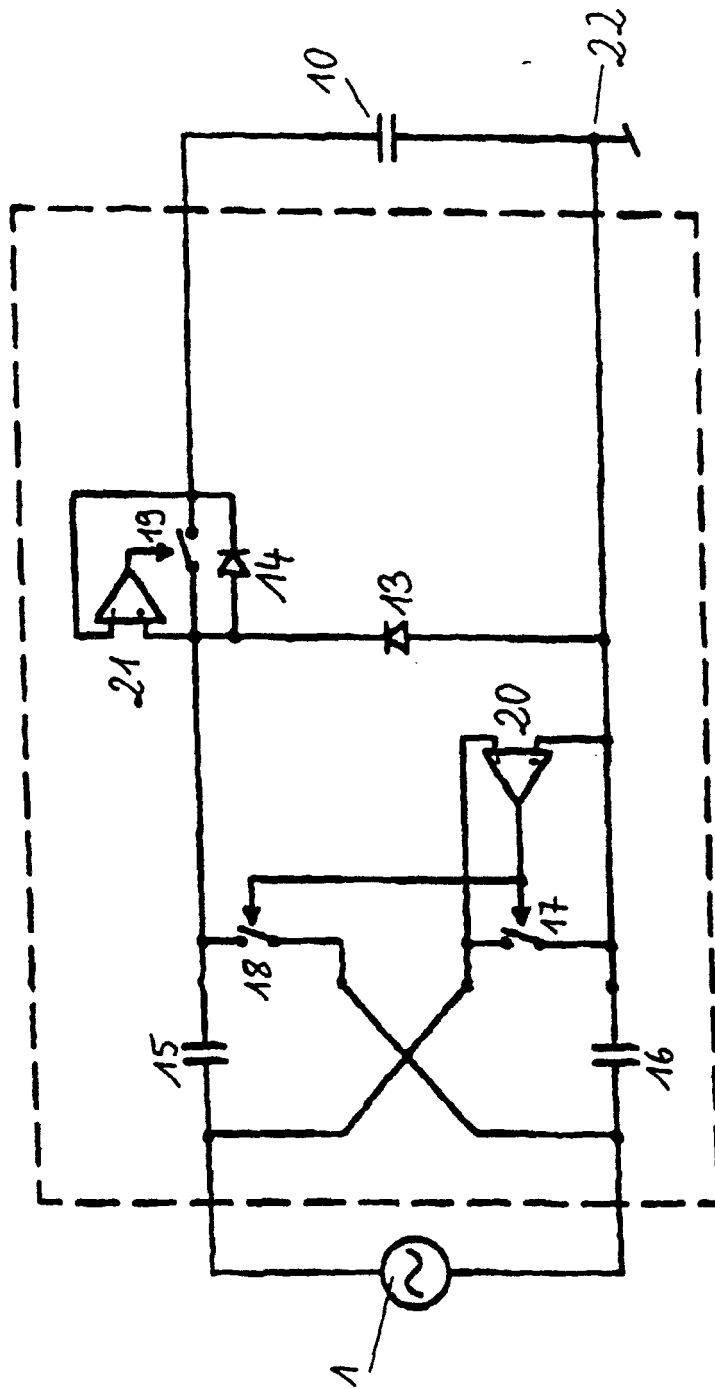


Fig. 4