

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **711 762 B1**

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(51) Int. Cl.: **G04C 3/04** (2006.01)
G04C 10/00 (2006.01)
G04B 17/22 (2006.01)
G04G 19/02 (2006.01)

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 01462/16

(22) Anmeldedatum: 02.11.2016

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.05.2017

(30) Priorität: 03.11.2015 CH 01594/15

(24) Patent erteilt: 15.06.2021

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.06.2021

(73) Inhaber:
XC Tracer GmbH, Junkerengasse 53
3011 Bern (CH)

(72) Erfinder:
Konrad Schafroth, 3011 Bern (CH)

(74) Vertreter:
P&TS SA, Av. J.-J. Rousseau 4 P.O. Box 2848
2001 Neuchâtel (CH)

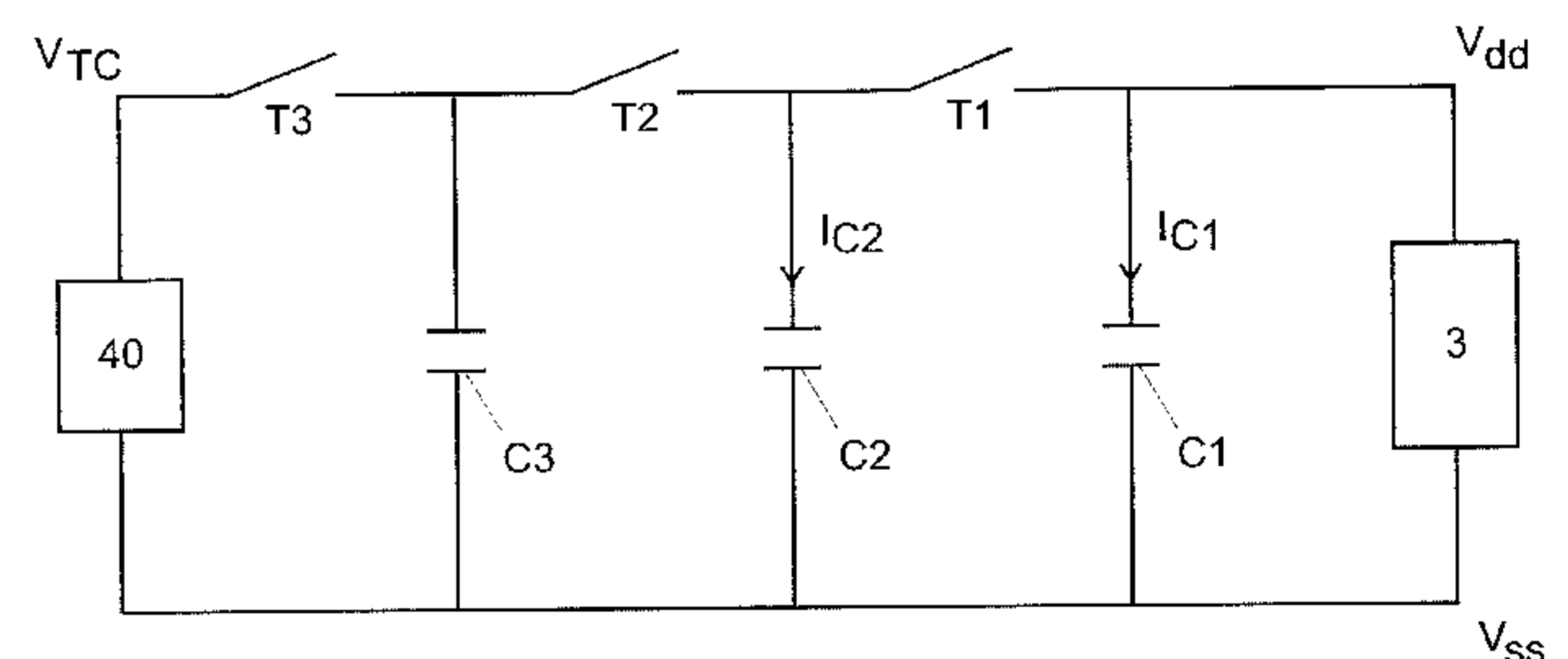
(54) **Elektronische Speiseschaltung und elektronisches Speiseverfahren für ein Uhrwerk.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren, um eine elektronische Regelschaltung (3) und ein elektronisches Modul (40) in einem Uhrwerk zu speisen, wobei der Regelschaltung-Spitzenstrom, der von der Regelschaltung verbraucht wird, kleiner ist als der Modulspitzenstrom, der vom elektronischen Modul (40) verbraucht wird, mit folgenden Schritten:

während einer ersten Periode (P1) wird eine erste Energiemenge verwendet, um die Regelschaltung zu speisen, und eine zweite Energiemenge in einer dritten Kapazität (C3) gespeichert, wobei die zweite Energiemenge kleiner als die erste Energiemenge ist;

nach einer Vielzahl von ersten Perioden wird die dritte Kapazität (C3) verwendet, um den zweiten Spitzenstrom an das elektronische Modul (40) zu liefern.

Die Erfindung betrifft auch eine entsprechende Schaltung und ein Uhrwerk mit einem Quarz-Temperaturkompensations-element als elektronisches Modul (40)



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine elektronische Speiseschaltung und elektronisches Speiseverfahren für ein Uhrwerk.

[0002] Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf eine Schaltung und Verfahren, um Einheiten, die während einer kurzen Zeit viel Strom verbrauchen, zu speisen. Diese Schaltung kann zum Beispiel in einer mechanischen Uhr mit einem Stromgenerator verwendet werden.

Stand der Technik

[0003] Mechanische Uhren werden von einer Aufzugsfeder angetrieben. Diese Feder ist der Motor der mechanischen Uhr: Sie wird entweder manuell oder durch das Tragen über den automatischen Aufzugsmechanismus der Uhr am Handgelenk aufgezogen und speichert so die Energie. Diese wird dann kontinuierlich an das Räderwerk abgegeben.

[0004] Das Räderwerk ist eine Art Getriebe, das die große Energie des Federhauses an kleine Räder (Minuten-, Kleinboden-, Sekunden- und Ankerrad) abgibt und übersetzt. Die Hemmung sorgt als Verbindungsglied zwischen Räderwerk und Unruh für die Taktweitergabe und gibt über das Ankerrad und den Anker die Antriebsenergie vom Federhaus an die Unruhe ab und hält diese am Schwingen. Die Hemmung, gesteuert durch das Regelorgan, befreit und stoppt das Räderwerk in sehr präzisen Intervallen.

[0005] Das Regelorgan umfasst eine Spiralfeder und eine Unruh. Die Unruh verhält sich ähnlich wie ein Pendel, das immer mit Hilfe der Spiralfeder in die Ruhelage zurückgeführt wird und sorgt so für den gleichmäßigen Takt der Uhr. Bei den meisten modernen Uhren schwingt die Unruh mit 4Hz, also 4 Mal pro Sekunde oder fast 345'600 Mal pro Tag. Diese Intervalle bringen die Zeiger dazu, die „richtige Zeit“ auf dem Zifferblatt anzuzeigen.

[0006] Ein Nachteil der mechanischen Uhr im Vergleich zur elektronischen Uhr ist, dass der Gang der Armbanduhr durch Lagenveränderungen, schwankende Temperatur, Magnetismus, Staub, und auch durch unregelmäßiges Aufziehen und Ölen nachteilig beeinflusst wird.

[0007] Um die Genauigkeit von mechanischen Uhrwerken zu verbessern, wurden Quarz-geregelte mechanische Uhrwerke entwickelt. In solchen Modellen wird ein konventionelles mechanisches Uhrwerk von einem elektronischen Regelorgan geregelt, das auch mit der Energie des mechanischen Uhrwerks gespeist wird.

[0008] Die Figur 1 zeigt schematisch die Hauptkomponenten der elektronischen Schaltung in einer solchen Quarz-geregelten mechanischen Uhr. Das System umfasst einen Generator 1, der vom Räderwerk des Uhrwerks angetrieben wird und der den Gang des Uhrwerks regelt. Der Generator liefert eine Wechselspannung mit einer Frequenz, die vom Gang des Uhrwerks abhängig ist. Diese Wechselspannung wird vom Gleichrichter 2 gleichgerichtet und möglicherweise vervielfacht. Eine erste Kapazität C1 am Ausgang des Gleichrichters oder als Teil des Gleichrichters 2 speichert die konstante Spannung Vdd, mit welcher eine elektronische Regelschaltung 3 gespeist wird. Die Regelschaltung 3 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. Damit wird die Frequenz am Ausgang des Generators 1 mit der Referenzfrequenz, die von einem Quarzoszillator 4 erzeugt wird, verglichen. In Abhängigkeit dieses Vergleichs wird die Energiedissipationsschaltung am Ausgang des Generator 1 gesteuert, so dass der Generator gebremst wird, wenn er zu schnell dreht.

[0009] Als Beispiel eines solchen Systems wird in EP848842 beschrieben. In diesem System wird als Generator eine elektromagnetische Drehmaschine vorgeschlagen, mit einem magnetisierten Rotor, der eine Wechselspannung in den Spulen des Stators erzeugt, wenn der Rotor vom Räderwerk angetrieben ist.

[0010] WO2011/131784A beschreibt ein anderes Regelorgan für ein mechanisches Uhrwerk, in welchem die Energie für die Elektronik des Regelorgans durch die Spiralfeder zur Verfügung gestellt wird. Dabei wird in einer konventionellen mechanischen Uhr die Spiralfeder durch eine piezoelektrische Spiralfeder ersetzt. Die Piezospiralfeder erzeugt eine von den Schwingungen der Unruh und/oder der Spiralfeder abhängige Wechselspannung. Die Wechselspannung wird zur Regelung der Schwingfrequenz der Unruh über eine elektrische Verbindung an die elektronische Regelschaltung übertragen, welche die Steifigkeit der Spiralfeder und somit die Frequenz des Schwingensystems Unruh/Spiralfeder verändern und somit regeln kann. Auch hier wird die elektronische Regelschaltung ausschließlich von der benannten Piezospiralfeder elektrisch gespeist, so dass eine zusätzliche Batterie nicht benötigt wird. Wenn also die Unruh in Schwingung versetzt wird, wird durch die auf der Spiralfeder angebrachten piezoelektrischen Materialien eine Wechselspannung erzeugt. Die Spiralfeder funktioniert also als Stromgenerator. Die Steifigkeit der Spiralfeder wird durch verändern der Impedanz am Ausgang der Piezospiralfeder angepasst. In einer bevorzugten Variante wird dies durch Anpassung des Werts einer Kapazität parallel zur Piezospiralfeder erreicht. Je grösser der Wert der parallel zur Piezospiralfeder geschalteten Kapazität ist, umso kleiner ist die Steifigkeit der Spiralfeder.

[0011] Bei solchen Quarz-geregelten mechanischen Uhren ist die Ganggenauigkeit der Uhr durch die Ganggenauigkeit des Quarzoszillators gegeben. Die Ganggenauigkeit des Quarzoszillators ist aber abhängig von der Temperatur. Die elek-

tronische Regelschaltung hat bei beiden Varianten nur eine kleine Leistungsaufnahme, in der Größenordnung von 50-100nW.

[0012] Die Ganggenauigkeit einer Uhr, die einen Quarzoszillator als Zeitsignal verwendet, kann wesentlich verbessert werden indem eine Temperaturkompensations-schaltung für den Quarzoszillator verwendet wird. Solche Temperaturkompensationsschaltungen sind zum Beispiel aus EP0032358B1 bekannt.

[0013] Auch WO2008125646 beschreibt eine Schaltung zur Temperaturkompensation eines Quarzoszillators. In dieser Schaltung wird ein zweiter Oszillator mit einer linearen Frequenzabhängigkeit von der Temperatur verwendet. Das Verfahren beruht darauf, dass die Anzahl der Impulse des Quarzkristalloszillators für mindestens drei verschiedene Temperaturen während einer bestimmten Anzahl von Pulsen des zweiten Oszillators bestimmt werden. Aus den gemessenen Werten kann dann eine Funktion für die Temperaturkompensation des Quarzes berechnet werden, und die Frequenz des Quarzoszillators bei sich ändernder Temperatur dementsprechend korrigiert werden. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass der Quarzoszillator auch bei einer sich ändernden Temperatur im Betrieb eine möglichst stabile Schwingfrequenz beibehält.

[0014] Solche Temperaturkompensationsschaltungen werden mit elektronischen Uhren verwendet, die von einer Batterie gespeist werden. Bei Uhren, deren Elektronik von einem inneren Stromgenerator versorgt wird, ist die während der Kompensation benötigte Energie zu hoch. Für die Bestimmung der Korrektur für die Temperaturkompensation kann die Schaltung für die Temperaturkompensation während kurzer Zeit eine Leistungsaufnahme von mehreren Mikrowatt aufweisen, also 10 bis 100x höher sein als die mittlere Leistungsaufnahme der gesamten elektronischen Schaltung. Wenn aber die maximale Ladeleistung des Generators nur 500nW beträgt, würde der Generator überlastet. Die Speisespannung der elektronischen Schaltung würde stark sinken, so dass die elektronische Schaltung nicht mehr betrieben werden könnte.

Darstellung der Erfindung

[0015] Ein Ziel der Erfindung ist es, eine verbesserte elektronische Speiseschaltung vorzuschlagen, um Einheiten in einem Uhrwerk, die während einer kurzen Zeit viel Strom verbrauchen, zu speisen.

[0016] Ein anderes Ziel ist es, eine elektronische Speiseschaltung vorzuschlagen, die ein Temperaturkompensationsmodul auch bei Generatoruhren speisen kann.

[0017] Dieses Ziel wird durch ein Verfahren gelöst, um eine elektronische Regelschaltung und ein elektronisches Modul in einem Uhrwerk mit einem Generator zu speisen, wobei ein Regelschaltungsspitzenstrom, der von der Regelschaltung verbraucht wird, kleiner ist als ein Modulsitzenstrom, der vom elektronischen Modul (40) verbraucht wird, mit folgenden Schritten:

während einer ersten Periode wird eine erste Energiemenge verwendet, um die Regelschaltung zu speisen, und eine zweite Energiemenge in einer dritten Kapazität gespeichert, wobei die zweite Energiemenge kleiner als die erste Energiemenge ist, wobei die erste und die zweite Energiemenge vom Generator bereitgestellt werden;

nach einer Mehrzahl von ersten Perioden wird die dritte Kapazität verwendet, um den zweiten Spitzenstrom an das elektronische Modul zu liefern, und das elektronische Modul (40) wird von der dritten Kapazität (C3) mit dem Modulsitzenstrom gespeist

[0018] Somit wird die Energie, die benötigt wird, um das zweite Modul mit dem zweiten Spitzenstrom zu speisen, über mehrere Perioden in der dritten Kapazität gespart, und erst verwendet, wenn der zweite Spitzenstrom geliefert werden muss oder geliefert werden kann.

[0019] Da die dritte Kapazität über mehrere Perioden geladen wird, bleibt der Ladestrom für diese Kapazität relativ klein, so dass der restliche Strom während jeder Periode genügend zur Speisung der elektronischen Regelschaltung bleibt.

[0020] In einer Ausführungsform wird während jeder ersten Periode eine erste Kapazität mit einem ersten Strom geladen. Diese erste Kapazität speist die Regelschaltung. Ausserdem wird während jeder ersten Periode eine zweite Kapazität mit einem zweiten Strom geladen. Die zweite Kapazität ist kleiner als die erste Kapazität und der zweite Strom ist kleiner als der erste Strom. Während der ersten Periode, zum Beispiel am Ende jeder ersten Periode oder sobald die Spannung an der ersten oder zweiten Kapazität eine vorbestimmte Schwelle erreicht, wird die Ladung in der zweiten Kapazität an die dritte Kapazität übertragen.

[0021] Die zweite kleine Kapazität dient somit dazu als Ladungspumpe, um eine kleine Energiemenge während jeder Periode zu speichern und danach an die dritte Kapazität zu übertragen.

[0022] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0023] Die Erfindung wird anhand der beigefügten Figuren näher erläutert, wobei:

- Fig.1 zeigt schematisch die Komponenten einer elektronischen Regelschaltung, die in einem Quarz-geregelten Uhrwerk gemäss der Erfindung verwendet werden kann.
- Fig. 2 zeigt schematisch ein erstes Beispiel einer Speiseschaltung, die in einer elektronischen Regelschaltung gemäss Figur 1 zur Speisung der elektronischen Regelschaltung und eines elektronischen Moduls verwendet werden kann.
- Fig. 3 zeigt schematisch ein zweites Beispiel einer Speiseschaltung, die in einer elektronischen Regelschaltung gemäss Figur 1 zur Speisung der elektronischen Regelschaltung und eines elektronischen Moduls verwendet werden kann.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0024] Die bereits beschriebene Figur 1 zeigt eine Regelschaltung, in welcher ein elektronisches Modul, zum Beispiel ein Temperaturkompensationsmodul, und eine Speiseschaltung gemäß der Erfindung verwendet werden kann. Diese Regelschaltung kann beispielsweise die Regelschaltung gemäß WO2011/131784A oder gemäß EP848842 sein. Der Generator 1 kann somit eine vom Räderwerk betriebene Drehmaschine, ein Piezospiralfeder, oder auch eine Solarzelle, ein Peltierelement, usw, umfassen.

[0025] Die Figur 2 zeigt ein erstes Beispiel einer Speiseschaltung gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung. Diese Speiseschaltung dient dazu, die Regelschaltung 3 der Figur 1 sowie ein nicht dargestelltes elektronisches Modul, zum Beispiel ein Quarz-Temperaturkompensationselement, mit Strom zu versorgen.

[0026] Mit dieser Schaltung wird das Problem der fehlenden Leistung des Mikrogenerators für den Betrieb der Temperaturkompensationsschaltung erfindungsgemäss gelöst, indem die Energie für den Betrieb der Temperaturkompensation von einem dritten Kondensator C3 mit einer relativ großen Kapazität, zum Beispiel eine Kapazität vom mehr als 2uF, zum Beispiel 15uF. Die dritte Kapazität C3 ist somit grösser, vorzugsweise wesentlich grösser, als die erste Kapazität C1, welche die vom Generator 1 gelieferte Energie für den Betrieb der elektronischen Regelschaltung 3 zwischenspeichert. Diese erste Kapazität C1 hat vorzugsweise einen Wert zwischen 100 und 2000 nF, zum Beispiel 1uF. So kann sichergestellt werden dass das Betreiben der Temperaturkompensationsschaltung 40 mit kurzfristig hohen Strömen nicht zu einer Störung der Speisespannung der elektronischen Regelschaltung 3 führt.

[0027] In dieser Figur, sowie in der Ausführungsform der Figur 3, kann die erste Kapazität C1 Teil des Gleichrichters 2 der Figur 1 sein. Die Temperaturkompensationsschaltung 40 kann Teil der Regelschaltung 3 sein, oder ein separates Bauteil sein. Alle elektronischen Komponenten, ausser die größeren Kapazitäten C1, C3 und eventuell C2, können als einziger Bauteil, zum Beispiel als Chip realisiert werden.

[0028] Das Problem der fehlenden Leistung des Mikrogenerators 1 kann erfindungsgemäss gelöst werden, indem Energie auf einem dritten großen Kondensator C3, mit beispielsweise einer Kapazität von 15uF, zwischengespeichert wird. Die Temperaturkompensationsschaltung 40 wird dann von diesem Kondensator C3 gespeist.

[0029] Der Generator 1, sei es eine Piezospiralfeder oder ein Wechselstromgenerator wie in EP848842 oder WO2011/131784A beschrieben, kann nur eine relative kleine elektrische Leistung in der Größenordnung von 100-200nW liefern. Davon werden 50-100nW für den Betrieb der elektronischen Regelschaltung 3 mit dem stabilen Quarzoszillator 4 benötigt. Zudem wird noch freie Leistung benötigt damit die Drehzahl des Generators geregelt werden kann, wie in EP848842 beschrieben, oder damit die Steifigkeit der Piezospiralfeder verändert werden kann, wie in WO2011/131784A beschrieben.

[0030] Wenn nun der große dritte Kondensator C3, um diesen aufzuladen, direkt mit dem Generator verbunden wäre, hätte dies zur Folge dass durch der Generator maximal belastet würde. Wenn der Generator eine Drehmaschine ist wie z.B. in EP848842, hätte dies ein maximales Bremsmoment zur Folge, so dass der Generator zu langsam drehen würde, und somit wäre dann auch die Zeitanzeige nicht mehr richtig. Mit einer Piezospiralfeder als Generator, wäre die Steifigkeit der Spiralfeder minimiert, was wiederum zur Folge hätte, dass die Schwingfrequenz der Unruhe zu tief wäre, was wiederum in einer falschen Zeitanzeige resultieren würde. Ein weiteres Problem würde daraus resultieren, dass durch eine maximale Belastung des Generators 1 dessen induzierte Spannung reduziert wird. Bei der Piezospiralfeder wäre dies quasi ein Kurzschluss, die induzierte Spannung wäre so tief dass es nicht mehr möglich wäre, die elektronische Regelschaltung zu betreiben.

[0031] Da die Temperaturkompensation nicht kontinuierlich, sondern erst nach mehreren ersten Perioden, beispielsweise alle 8 Minuten, durchgeführt werden muss, und dabei jeweils nur während einer kurzen Zeit, beispielsweise 500ms, läuft, gibt es eine relativ lange zweite Periode, zum Beispiel 8 Minuten, zwischen jeder Temperaturkompensation. Während dieser zweiten Periode kann der große Kondensator C3 langsam aber stetig aufgeladen werden, indem während jeder ersten Periode eine relativ kleine Menge von Energie / Ladung auf den großen Kondensator C3 übertragen werden wird. Dies kann gemacht werden indem ein relativ kleiner Kondensator C2, beispielsweise mit einer Kapazität von weniger als 200 nF, beispielsweise 15nF, also mit einer Kapazität, die nur einen Tausendstel der Kapazität des relativ großen Kondensators C3 beträgt, dazu verwendet wird, um kleine Ladungspakte auf den großen Kondensator C3 während jeder ersten Periode zu übertragen.

[0032] In einer ersten Phase jeder ersten Periode P1, vorzugsweise wenn die mittlere Kapazität C1 vom Generator aufgeladen wird während der ersten Periode P1 ist der Schalter T1 geschlossen und der Schalter T2 geöffnet. Dadurch wird der erste Kondensator C1 und der zweite Kondensator verbunden, vorzugsweise parallel, und der dritte Kondensator C3 von dem zweiten Kondensator getrennt. Somit ist während dieser Phase die kleine Kapazität C2 parallel zur mittleren Kapazität C1 geschaltet, und beide werden mit der Spannung Vdd vom Gleichrichter 2 geladen. Die Regelschaltung 3 wird dann von C1 (und nur unwesentlich von C2) gespeist.

[0033] Sobald dieser Ladevorgang abgeschlossen ist, d.h. nach dem Ende der ersten Phase, wird in einer zweiten Phase jeder ersten Periode P1 der Schalter T1 geöffnet und der Schalter T2 geschlossen. Dadurch wird der erste Kondensator C1 von dem zweiten Kondensator getrennt, und der dritte Kondensator C3 mit dem zweiten Kondensator verbunden, vorzugsweise parallel. Die Regelschaltung 3 wird weiter von C1 gespeist. Die kleine Kapazität C2 wird somit parallel zur großen Kapazität C3 geschaltet. Da die Spannung auf der kleinen Kapazität C2 grösser ist als die Spannung auf der großen Kapazität C3, wird die Ladung von der kleinen Kapazität C2 auf die große Kapazität C3 übertragen.

[0034] Die Schalter T1 und T2 können von Komparatoren gesteuert werden, um geschaltet zu werden, sobald die Spannung Vdd eine vorbestimmte Schwelle erreicht.

[0035] In einer anderen Ausführungsform werden die Schalter T1 und T2 ohne Komparatoren geschaltet. Es genügt vorerst die kleine Kapazität C2 mit der mittleren Kapazität C1 parallel zu schalten, und nach einer vorbestimmten Periode P1 den Schalter T1 zwischen den beiden Kapazitäten C1, C2 zu öffnen, um anschließend die kleine Kapazität C2 mit dem Schalter T2 parallel zur großen Kapazität C3 zu schalten. Nach einer vorbestimmten Zeitspanne von beispielsweise 5ms wird dann die Verbindung T2 zwischen der großen Kapazität C3 und der kleinen Kapazität C2 getrennt, die kleine Kapazität C2 wird wieder parallel mit T1 zur mittleren Kapazität C1 geschaltet. In diesem Ausführungsbeispiel wird die Dauer der ersten Phase und der zweiten Phase innerhalb einer Periode vorherbestimmt.

[0036] In einer Variante kann der Schalter T1 mit einem Signal aus dem Gleichrichter angesteuert werden. Sobald die Kapazität C1 eine vorbestimmte Spannung erreicht hat, wird die Verbindung zwischen dem Gleichrichter und C1 getrennt. Dies dient dazu zu verhindern dass die Kapazität C1 auf eine zu hohe Spannung aufgeladen wird. Je nach Amplitude der Unruhe erzeugt die Piezospiralfeder eine unterschiedliche Spannung. Die Regelschaltung 3 wird aber vorteilhafterweise mit einer konstanten Spannung betrieben. Sobald die Kapazität C1 nicht mehr mit dem Gleichrichter 2 verbunden ist, wird die Verbindung zwischen der Kapazität C2 und der Kapazität C1 getrennt, und die Kapazität C2 wird mit der Kapazität C3 verbunden. Sobald die Kapazität C1 durch den Gleichrichter wieder aufgeladen wird werden C3 und C2 getrennt und C2 wiederum mit C1 verbunden.

[0037] Die große Kapazität C3 wird somit inkrementell bei jeder Periode P1 durch die kleine Kapazität aufgeladen. Nach einer zweiten vorbestimmten Periode, zum Beispiel 8 Minuten, wird diese Kapazität C3 verwendet, um das elektronische Modul 40, zum Beispiel ein Quarz-Temperaturkompensationselement, zu speisen.

[0038] Ein mechanisches Uhrwerk weist eine Unruhe mit einer Frequenz von beispielsweise 4Hz auf. Somit beträgt die Dauer der ersten Periode P1, während welcher die mittlere Kapazität C1 aufgeladen wird, 1/8 Sekunde.

[0039] Wenn die Temperaturkompensation beispielsweise alle 8 Minuten durchgeführt wird, bedeutet dies dass eine zweite Periode P2 von 8 Minuten zur Verfügung steht um die große Kapazität C3 aufzuladen. Während einer zweiten Periode P2 von 480 Sekunden ergeben sich somit 3'840 Ladevorgänge von 1/8 Sekunde. Die große Kapazität C3 wird also mit 3'840 kleinen Ladungspaketen während 8 Minuten aufgeladen. Der Generator 1 wird aber durch die kleinen Ladungspakete nur unwesentlich belastet, somit ist kein merklicher Spannungsabfall des Generators 1 während des Ladens der mittleren Kapazität C1, welche das Regelschaltungschip im Dauerbetrieb mit Energie versorgt, zu befürchten. Zudem ist die Belastung des Generators 1 konstant, so dass auch die Zeitanzeige durch das Laden des großen Kondensators C3 nicht wesentlich gestört wird.

[0040] Ein Problem könnte sich nun noch dadurch ergeben, dass eine Regelschaltung mit einer möglichst geringen Betriebsspannung betrieben wird, beispielsweise mit 0.9 oder 1.0V, damit die Leistungsaufnahme der elektronischen Regelschaltung so klein wie möglich ist. Für die Temperaturkompensation des Quarzoszillators wird aber gemäß WO2008/125646 ein interner RC-Oszillator verwendet. Bei kleinen Spannungen von 0.9-1.0V kann es aber unter Umständen schwierig werden, einen internen RC-Oszillator noch richtig betreiben zu können.

[0041] Dieses Problem wird gemäß Figur 3 gelöst, indem das elektronische Modul 40 (zum Beispiel eine Temperaturkompensationsschaltung) mit einer höheren Spannung gespeist wird als die Regelschaltung 3. In dieser Ausführungsform wird der kleine Kondensator C2 nach dem Aufladen nicht direkt parallel zum großen Kondensator C3 geschaltet, sondern zuerst in Serie mit dem mittleren Kondensator C1 geschaltet, um danach die Serienschaltung vom kleinen C2 und vom mittleren C1 Kondensator parallel zum großen Kondensator (C3) zu schalten. In der ersten Phase jeder Periode P1 werden somit die Schalter T1 und T4 geschlossen; T5 ist geöffnet, so dass C1 und C2 parallel geschaltet sind und vom Gleichrichter 2 geladen werden. In der zweiten Phase jeder Periode, zum Beispiel nach einer vorbestimmten Zeitspanne, werden T1 und T4 geöffnet, und T5 geschlossen. Die Serienschaltung von C1 und C2 wird somit in parallel mit C3 geschaltet.

[0042] Da sich die Spannungen vom kleinen C2 und mittleren C1 Kondensator in diesem Falle addieren wird der große Kondensator C3 auf die doppelte Spannung vom kleinen und mittleren Kondensator aufgeladen, so dass eine höhere Spannung zur Verfügung ist, um das elektronische Modul 40 zu speisen.

[0043] Eine Spannungsverdoppelungsschaltung oder sogar eine Spannungsverdreifachungsschaltung kann außerdem verwendet werden, um die Versorgungsspannung des elektronischen Moduls 40 weiter zu verdoppeln oder zu verdreifachen.

[0044] Ein Vorteil der erfindungsgemässen Schaltung ist dass der zusätzliche Energieverbrauch der Schaltung nur wenige nW beträgt, beispielweise 5-6nW, dass aber nach 8 Minuten genügend Energie in der großen Kapazität C3 gespeichert ist, um dann während 400-500ms die Temperaturkompensationsschaltung mit einer Leistungsaufnahme von 5-10uW zu betreiben.

[0045] Ein weiterer Vorteil der vorgeschlagenen Lösung ist, dass keine zusätzlichen Komparatoren benötigt werden, und dass nur mit Zeitfenstern und digitalen Elementen gearbeitet wird. Der zusätzliche Leistungsaufwand für das Schalten der Transistoren für die Temperaturkompensation ist vernachlässigbar.

[0046] Vorteilhaft ist es, wenn die Temperaturkompensationsschaltung 40 mit einer konstanten Spannung betrieben wird. Dies kann erfindungsgemäss realisiert werden, indem zwischen der großen Kapazität C3 und die Temperaturkompensationsschaltung 40 noch ein Linearregler geschaltet wird, der dafür sorgt, dass die Temperaturkompensationsschaltung 40 mit einer geregelten Spannung gespeist wird. So wird sichergestellt, dass die Temperaturkompensationsschaltung 40 mit einer konstanten Spannung von beispielsweise 1.8V betrieben wird, wenn die große Kapazität C3 auf beispielweise 2V aufgeladen worden ist.

[0047] Beim Aufstarten der gesamten elektronischen Schaltung, d.h. wenn der Generator 1 keine Spannung liefert, muss die Aufzugsfeder aufgezoogen werden. Der Generator fängt an zu drehen oder zu schwingen und dabei eine elektrische Spannung zu erzeugen. Es muss dann dafür gesorgt werden, dass die elektronische Schaltung sicher gestartet werden kann.

[0048] Für die erfindungsgemässe Schaltung mit Temperaturkompensation können Power-on-Reset Schaltungen verwendet werden, wie aus EP848842 oder WO2011/131784A bekannt, aber angepasst damit beim Aufstarten dafür gesorgt wird, dass auch die große Kapazität C3 auf die notwendige Spannung aufgeladen wird. Dies kann einerseits geschehen indem die große Kapazität erst geladen wird, wenn die elektronische Schaltung 3 schon aufgestartet ist, wenn der Quarzoszillator 4 und alle Komparatoren funktionieren, die Zeitanzeige geregelt wird etc.

[0049] In einer Ausführungsform wird beim erstmaligen Aufladen der großen Kapazität C3 das Zeitfenster zum Laden wesentlich grösser gemacht werden, zum Beispiel indem die Kapazität C3 nicht während 8 Minuten geladen wird und auch nach 8 Minuten keine Temperaturkompensation des Quarzoszillators durchgeführt wird, sondern beispielsweise erst nach 16 Minuten, oder nach einer Periode länger als die gewöhnliche Periode P2 zwischen zwei Temperaturkompensationen. Dann könnte die große Kapazität C3 während den ersten 16 Minuten nach dem Anlaufen des Uhrwerk und der elektronischen Schaltung 3 aufgeladen werden, und zwar mit einer kleinen mittleren Leistung. Dadurch kann die Zeitanzeige rasch geregelt werden. Damit die Zeitanzeige geregelt werden kann muss ja zuerst der mittlere Kondensator C1 aufgeladen werden, der die elektronische Schaltung 3 mit Ausnahme der Temperaturkompensationsschaltung 40 speist.

[0050] Beim Aufstarten des Generators 1 ist die Spannung an der großen Kapazität C3 noch klein, so dass eine große Spannungsdifferenz dass zwischen der großen Kapazität C3 und der kleinen Kapazität C1 vorliegt. Um die Ladeleistung beim erstmaligen Aufladen der großen Kapazität C3 möglichst konstant zu halten, kann während einer ersten Phase Q1 nur mit 2Hz, dh 2x pro Sekunde, die kleine Kapazität C1 aufgeladen und parallel zur Kapazität C3 geschaltet. Kleine elektrische Ladungen werden dann vom Generator auf die kleine Kapazität C2 und von der kleinen Kapazität C2 auf die große Kapazität C3 übertragen. Dadurch bleibt die Belastung des Generators 1 gering.

[0051] Danach kann während einer Phase Q2 die große Kapazität C3 mit 4 Hz (oder 4x pro Sekunde) geladen werden, und anschließend während einer Phase Q3 mit 8Hz. So kann sichergestellt werden dass beim erstmaligen Aufladen des großen Kondensators die Belastung für den Generator möglichst konstant bleibt. Erst nach dem Ablauf von Q3 wird erstmalig eine Temperaturkompensation durchgeführt, und anschließend während einer Zeitspanne Q4, beispielweise 8 Minuten, die große Kapazität C3 wiederum mit 8Hz zu laden, danach eine Temperaturkompensation durchzuführen, um wiederum während Q4 die große Kondensator aufzuladen und anschließend eine Temperaturkompensation durchzuführen etc.

[0052] In einer weiteren Ausführungsform wird die große Kapazität C3 schon beim Aufstarten der Schaltung 3 aufgeladen. Dies hat aber den Nachteil, dass die Zeitanzeige nicht schon nach ein paar Sekunden geregelt werden wird, sondern erst nach ein paar Minuten.

[0053] Das dargelegte Prinzip, dass während längeren Periode P2 kleine Energiepakete, die vom Generator 3 geliefert werden, auf eine große Kapazität C3 geladen werden, um dann mit der in der großen Kapazität C3 gespeicherten Energie während einer kurzen Zeit eine elektronische (Teil)Schaltung 40 zu speisen, die einen wesentlich größere Leistungsaufnahme aufweist als vom Generator 3 geliefert werden kann, ist nicht auf den Einsatz von Generatoruhren und den Betrieb einer Temperaturkompensation eines Quarzoszillators beschränkt. Die dargestellte Schaltung kann auch zur Speisung anderen Schaltungen verwendet werden. In einer Ausführungsform umfasst die elektronische Schaltung 40 einen Sensor, zum Beispiel ein Temperatursensor, ein Magnetsensor, oder einen anderen Sensor, um eine externe physikalische Größe periodisch nach P2 oder nach Bedarf zu messen. In einer weiteren Ausführungsform wird mit der erfindungsgemässen Speiseschaltung ein Kommunikationsteil gespeist, zum Beispiel eine NFC-, Bluetooth-, USB- oder ZigBee Modul, mit welchen Daten empfangen oder gesendet werden können.

[0054] In der Beschreibung werden ohne Beschränkung der Erfindung die Begriffe Kapazität und Kondensator äquivalent verwendet. Die beanspruchten Kapazitäten können zum Beispiel als Kondensatoren ausgeführt sein.

[0055] Wenn in diesem Dokument von Speisen einer elektronischen Regelschaltung oder eines Moduls gesprochen wird, ist gemeint die elektronische Regelschaltung oder das Modul mit der notwendigen elektrischen Energie zu versorgen.

Patentansprüche

1. Verfahren, um eine elektronische Regelschaltung (3) und ein elektronisches Modul (40) in einem Uhrwerk mit einem Generator (1) zu speisen, wobei ein Regelschaltungsspitzenstrom, der von der Regelschaltung verbraucht wird, kleiner ist als ein Modulspitzenstrom, der vom elektronischen Modul (40) verbraucht wird, mit folgenden Schritten:
während einer ersten Periode (P1) wird eine erste Energiemenge verwendet, um die Regelschaltung zu speisen, und eine zweite Energiemenge in einer dritten Kapazität (C3) gespeichert, wobei die zweite Energiemenge kleiner als die erste Energiemenge ist, wobei die erste und die zweite Energiemenge vom Generator bereitgestellt werden;
nach einer Mehrzahl von ersten Perioden wird die dritte Kapazität (C3) verwendet, um den Modulspitzenstrom an das elektronische Modul (40) zu liefern, und das elektronische Modul (40) wird von der dritten Kapazität (C3) mit dem Modulspitzenstrom gespeist.
2. Verfahren gemäss Anspruch 1, in welchem die Regelschaltung während jeder ersten Periode gespeist wird und in welchem die dritte Kapazität (C3) erst nach der Mehrzahl von Perioden verwendet wird, um den Modulspitzenstrom an das elektronische Modul (40) zu liefern.
3. Verfahren gemäss Anspruch 2, in welchem, während der ersten Periode (P1):
eine erste Kapazität (C1) mit einem ersten Strom (IC1) geladen wird,
eine zweite Kapazität (C2) mit einem zweiten Strom (IC2) geladen wird, wobei die zweite Kapazität kleiner ist als die erste Kapazität und der zweite Strom (IC2) kleiner ist als der erste Strom (IC1),
die Regelschaltung von der ersten Kapazität (C1) mit der ersten Energiemenge gespeist wird, und
die Ladung in der zweiten Kapazität (C2) an die dritte Kapazität (C3) zum Liefern des Modulspitzenstroms übertragen wird.
4. Verfahren gemäss Anspruch 3, bei welchem während jeder ersten Periode:
zuerst die erste und die zweite Kapazität parallel geschaltet werden; und
danach die zweite und die dritte Kapazität parallel geschaltet werden.
5. Verfahren gemäss Anspruch 3, bei welchem während jeder ersten Periode:
zuerst die erste und die zweite Kapazität parallel geschaltet werden;
danach die erste und die zweite Kapazität seriell geschaltet werden, und die Serienschaltung der ersten und zweiten Kapazität parallel zu der dritten Kapazität (C3) geschaltet wird.
6. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 4 bis 5, in welchem die benannten Kapazitäten (C1, C2, C3) periodisch mit der ersten Periode (P1) geschaltet werden,
und in die dritte Kapazität (C3) periodisch mit einer vorbestimmten zweiten Periode (P2), die der benannten Mehrzahl von ersten Perioden entspricht, mit dem elektronischen Modul (40) geschaltet wird.
7. Verfahren gemäss Anspruch 6, in welchem die benannte zweite Periode (P2) kurz nach dem Start des Uhrwerks länger ist als danach.
8. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 7, in welchem das elektronische Modul (40) eine Temperaturkompensationsschaltung für einen Quarzoszillator (4) oder ein Messsensor zur Messung einer externen physikalischen Grösse oder ein Radiofrequenzkommunikationsbauteil umfasst.
9. Schaltung, um eine elektronische Regelschaltung (3) und ein elektronisches Modul (40) in einem Uhrwerk zu speisen, wobei ein Regelschaltungsspitzenstrom, der von der Regelschaltung verbraucht wird, kleiner ist als ein Modulspitzenstrom, der vom elektronischen Modul (40) verbraucht wird, umfassend:
eine erste Kapazität (C1), um während einer ersten Periode (P1) eine erste, von einem Generator (1) bereitgestellte Energiemenge für die Speisung der elektronischen Regelschaltung zu speichern,
eine zweite Kapazität (C2), um während der ersten Periode (P1) eine zweite, vom Generator (1) bereitgestellte Energiemenge zu speichern, wobei die zweite Energiemenge kleiner als die erste Energiemenge ist,
eine dritte Kapazität (C3);
Schalter (T1-T3; T1-T5) derart gesteuert, dass die dritte Kapazität nach jeder ersten Periode mit der zweiten Kapazität geladen wird, und dass nach einer Mehrzahl von ersten Perioden die dritte Kapazität (C3) verwendet wird, um den Modulspitzenstrom an das elektronische Modul (40) zu liefern und das elektronische Modul (40) von der dritten Kapazität (C3) mit dem Modulspitzenstrom zu speisen.
10. Schaltung gemäss Anspruch 9, in welchem das elektronische Modul (40) eine Temperaturkompensationsschaltung für einen Quarzoszillator (4) oder ein Messsensor zur Messung einer externen physikalischen Grösse oder ein Radiofrequenzkommunikationsbauteil umfasst.

CH 711 762 B1

11. Schaltung gemäss einem der Ansprüche 9 bis 10, wobei die Schalter (T1, T2, T3) derart gesteuert werden, dass während jeder ersten Periode:
zuerst die erste und die zweite Kapazität parallel geschaltet werden; und
danach die zweite und die dritte Kapazität parallel geschaltet werden.
12. Schaltung gemäss einem der Ansprüche 9 bis 10, wobei die Schalter (T1, T2, T3, T4, T5) derart gesteuert werden, dass während jeder ersten Periode:
zuerst die erste und die zweite Kapazität parallel geschaltet werden; und
danach die erste und die zweite Kapazität seriell geschaltet werden, und die Serienschaltung der ersten und zweiten Kapazität parallel zu der dritten Kapazität (C3) geschaltet wird.
13. Schaltung gemäss einem der Ansprüche 9 bis 12, mit einer Steuerung um die benannten Kapazitäten (C1, C2, C3) periodisch mit einer vorbestimmten ersten Periode (P1) zu schalten und um die dritte Kapazität (C3) periodisch mit einer vorbestimmten zweiten Periode (P2) mit dem elektronischen Modul (40) zu schalten.
14. Uhrwerk mit:
einer Aufzugsfeder;
einem von der Aufzugsfeder angetriebenen Räderwerk;
einem Generator (3), um mechanischen Energie im Räderwerk in elektronischen Energie umzuwandeln,
einem Quarzoszillator (4);
einer von dem Generator (3) gespeisten Regelschaltung (3), um den Gang des Generator (3) anhand des Quarzoszillators (3) zu regeln,
einem Quarz-Temperaturkompensationselement (40), das den Quarzoszillator (4) regelt;
einer vom Generator gespeiste Speiseschaltung gemäss einem der Ansprüche 9 bis 13, um die benannte Regelschaltung (3) und das Quarz-Temperaturkompensationselement als elektronisches Modul (40) zu speisen.

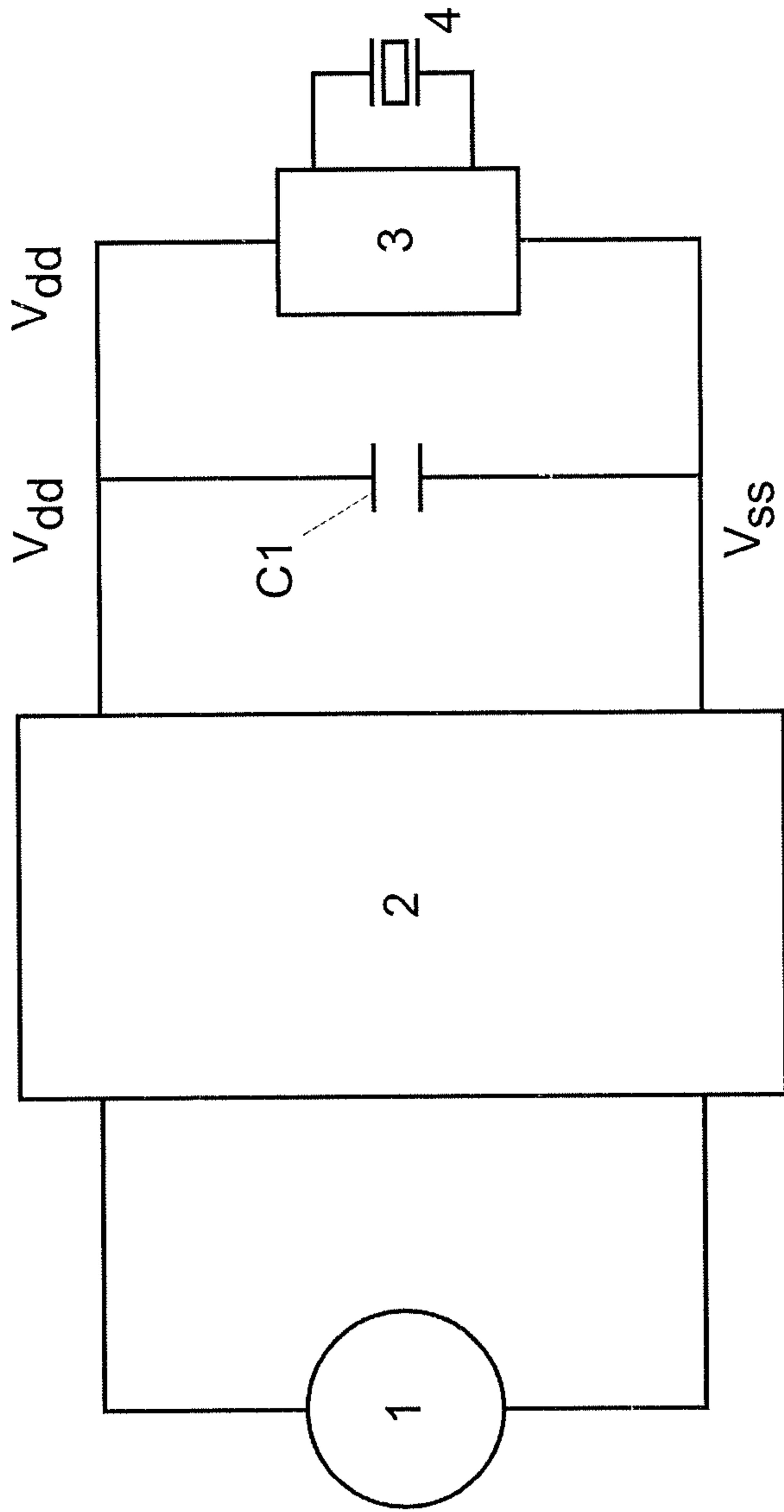


Fig. 1

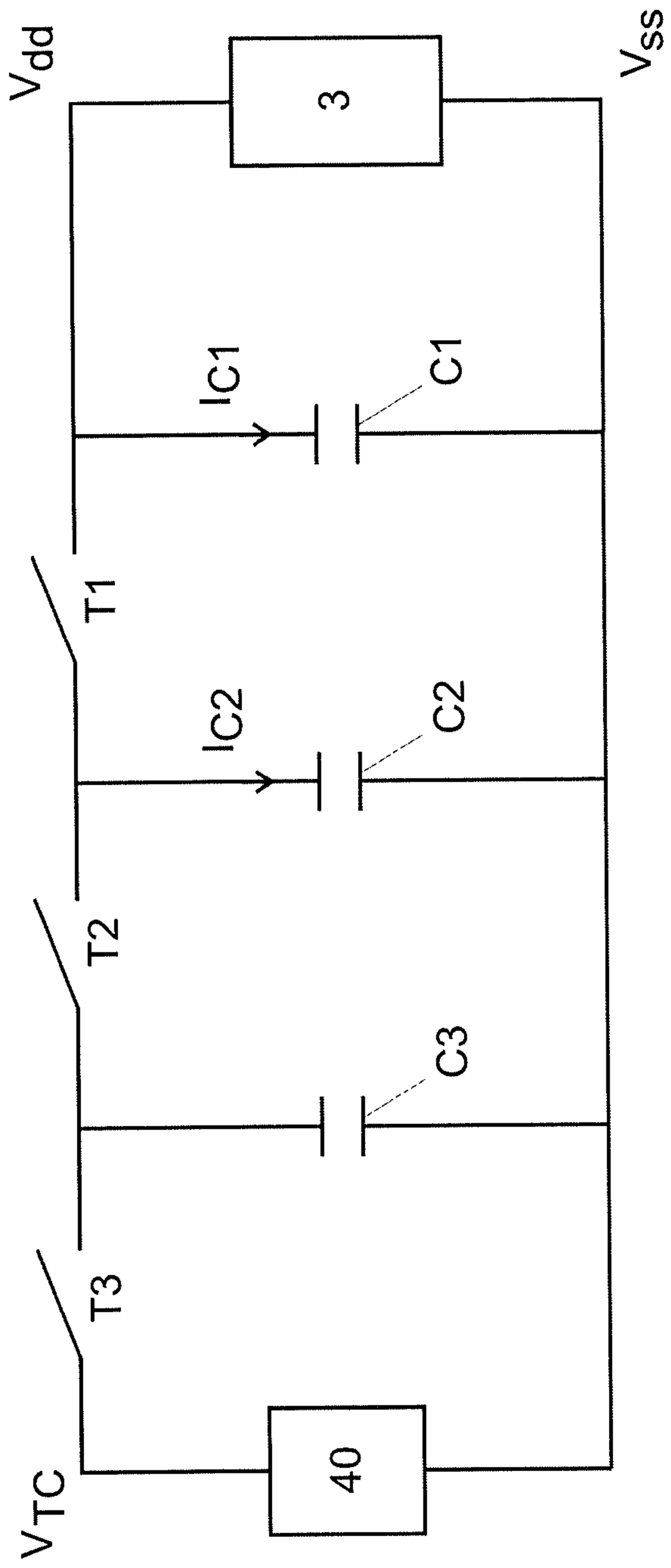


Fig. 2

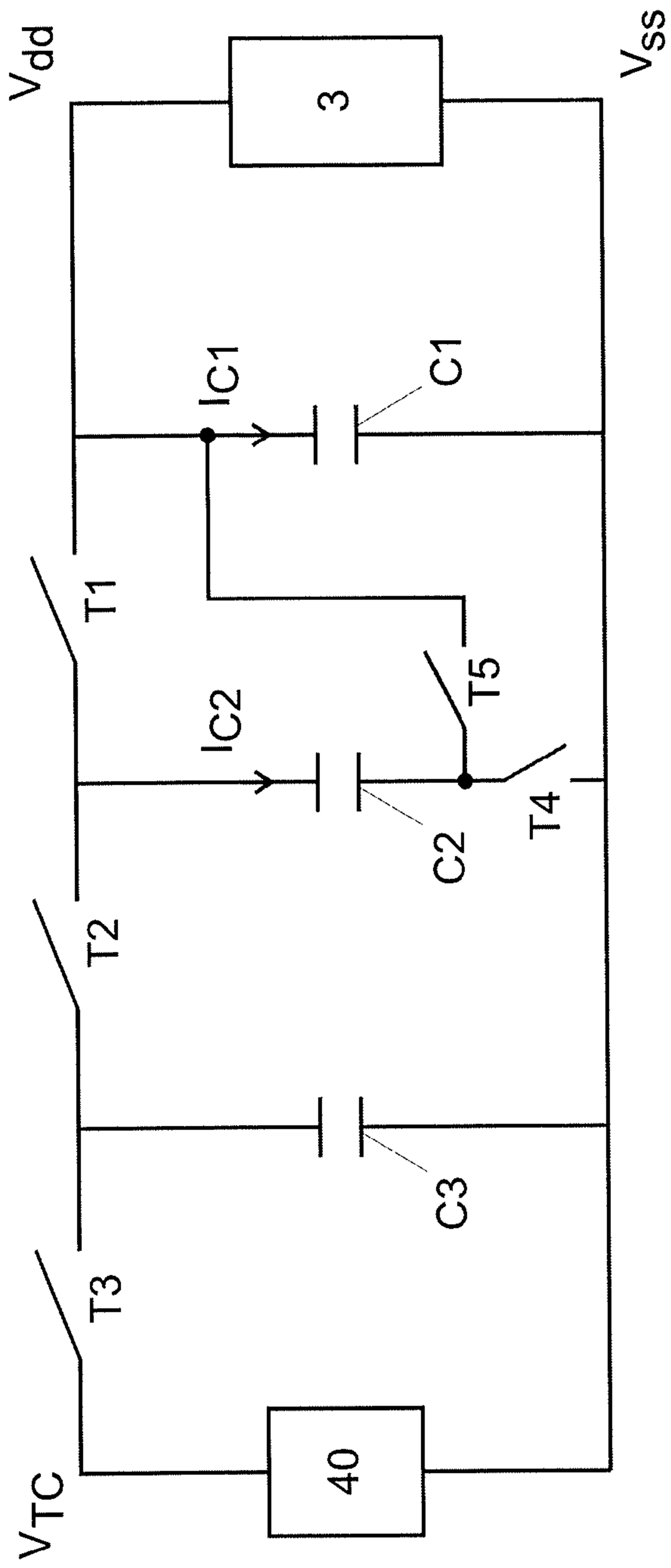


Fig. 3