

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 80100481.3

51 Int. Cl.³: **B 06 B 1/06**
B 05 B 17/06

22 Anmeldetag: 31.01.80

30 Priorität: 20.02.79 DE 2906499

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 03.09.80 Patentblatt 80/18

84 Benannte Vertragsstaaten:
 AT CH DE FR GB IT NL SE

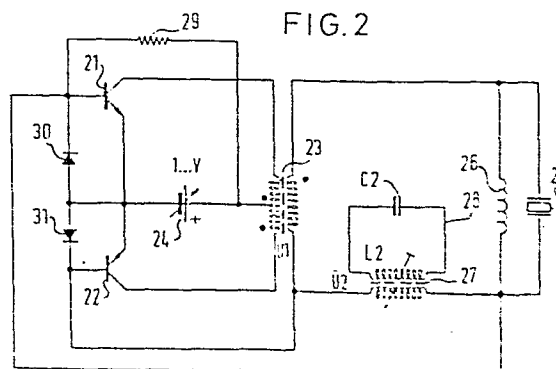
71 Anmelder: Bosch-Siemens Hausgeräte GmbH Stuttgart
 Patent- und Vertragswesen Hochstrasse 17
 D-8000 München 80(DE)

72 Erfinder: Bernitz, Franz
 Ringstrasse 18
 D-8011 Anzing(DE)

54 Schwingungserzeuger für einen Ultraschall-Flüssigkeitszerstäuber.

57 Der Schwingungserzeuger ist eine Schaltungsanordnung die auch bei kleinen Betriebsspannungen sicher anschwingen soll, unter Belastung sich nur unwesentlich verstimmen und mit wenigen aktiven und passiven Bauelementen auskommen soll, wodurch diese ausschließlich auf der Zerstäuberresonanz angeregt wird und für Batterie- bzw. Akkumulatorbetrieb geeignet ist.

Sie besteht aus einer einen Gegentaktverstärker (21, 22, 29, 30, 31) enthaltenden Oszillatorschaltung mit induktiver Mitkopplung 23, 27) und einem piezokeramischen Zerstäubelement (25), in dessen Stromzuführung ein selektiver Stromfühler (27, 28) liegt, der den Verstärker in mitkopplender Weise ansteuert und zu Schwingungen anregt, die nach Abgleich ausschließlich auf der Zerstäuberresonanz des piezokeramischen Schwingers liegen.



BOSCH-SIEMENS HAUSGERÄTE GMBH
Stuttgart

Hochstraße 17
8 München 80, 23.1.1980

TZP 79/102 E

Schwingungserzeuger für einen Ultraschall-Flüssigkeitszerstäuber

Die Erfindung betrifft einen Schwingungserzeuger für einen Ultraschall-Flüssigkeitszerstäuber, bestehend aus einer einen Verstärker enthaltenden Gegentaktoszillatorschaltung mit induktiver Mitkopplung und einem piezokeramischen Zerstäuberelement.

Solche Schwingungserzeuger für einen Ultraschall-Flüssigkeitszerstäuber finden Anwendung in Inhalationsgeräten, Brennstoffzerstäubersystemen, Luftbefeuchtern, Farbzerstäubern und ähnlichen Geräten. Sie können einmal aus einer getrennten Oszillator- und Anpaßschaltung für das diese Schaltungsteile nicht beeinflussende piezokeramische Zerstäuberelement bestehen, zum anderen aber kann dieses Zerstäuberelement aufgrund seiner selektiven Eigenschaften Teil der Oszillator- und Anpaßschaltung sein.

Schwingungserzeuger für einen Ultraschall-Flüssigkeitszerstäuber wie sie gegenwärtig üblich sind beschreiben die DE-OS 25 24 862 und 21 29 665. Derartige Schaltungen arbeiten mit einer von der Netzspannung (220/110 V) abgeleiteten Spannungsversorgung mit Betriebsspannungen um etwa 40 Volt. Ihr Bauteilebedarf ist groß und erfordert mitunter besondere Schwingerkonstruktionen. Im Betrieb zeigen sich bei Belastungsschwankungen Fehlabstimmungen der Schwingungserzeuger bezogen auf die Zerstäuberresonanz des piezokeramischen Zerstäuberelementes, die zum Abreißen der Schwingung des Schwingungserzeugers führen oder in der Anlaufphase ein sicheres Anschwingen dieses Genera-

tors behindern. Ebenso möglich wie unerwünscht ist die Erregung anderer nicht zur Zerstäubung geeigneter Schwingmoden des Zerstäuberelementes, welche die sichere Handhabung eines Flüssigkeitszerstäubers behindern.

Um diesen nachteiligen Eigenschaften entgegenzutreten besteht die Aufgabe der Erfindung darin, eine Schaltung anzugeben, die bei kleinen Betriebsspannungen sicher anschwingt, unter Belastung sich nur unwesentlich (beispielsweise kleiner 5%) verstimmt und mit wenigen aktiven und passiven Bauelementen auskommt, ausschließlich auf der Zerstäuberresonanz angeregt wird und für Batterie- oder Akkumulatorbetrieb tauglich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß im Versorgungsstromkreis des piezokeramischen Schwingers ein abstimmbarer frequenzselektiver Fühler angeordnet ist, der im abgestimmten Falle gleichphasig zu dem durch ihn fließenden Laststrom den Verstärker mitkoppelnd ansteuert.

Erreicht wird hierdurch, daß bei der durch den Mitkopplungstransformator bewirkten Phasenbeziehung und der im Verstärker und dem genannten Fühler erzeugten Schleifenverstärkung die Schwingbedingung für diese eine, durch den selektiven Fühler bandbegrenzte und im piezokeramischen Zerstäuber mögliche Frequenz der Schwingungserzeugerschaltung erfüllt wird, gleichzeitig jedoch die für das piezokeramische Zerstäuberelement ebenso möglichen weiteren Schwingungsmoden bedämpft werden. Die Schwingungserzeugerschaltung schwingt somit nur auf der gewollten, durch das selektive Fühlerorgan bandbegrenzten Frequenz, auch dann wenn sich benachbart zur Zerstäuberfrequenz, jedoch außerhalb des Selektionsbereiches des Fühlers liegend, eine ohne dieses Selektionsmittel leichter erregbare Resonanzfrequenz oder -Modus befindet.

Eine Weiterbildung der Erfindung ist darin zu sehen, daß der Verstärker mit Differenzeingängen und Differenzausgängen ausgeführt ist und ausgangsseitig die Primärseite eines Mitkopplungstransformators als symmetrische Last enthält und die

Sekundärseite des Mitkopplungstransformators belastet ist durch eine selektive Beschaltung aus piezokeramischen Zerstäuberelement und einem hierzu in Serie liegenden über Resonanzübertrager angekoppelten Parallelresonanzkreis, über dessen Primärwicklung die rückzukoppelnde Spannung abgegriffen wird, die zur Schwingungsanregung die Differenzeingänge des Verstärkers gegentaktmäßig ansteuert.

Damit erreicht man mit wenigen Bauelementen eine betriebssichere Schwingungserzeugerschaltung mit einem piezokeramischen Zerstäuberelement. Für die Auslegung des Mitkopplungstransformators erwiesen sich beispielsweise Übersetzungsverhältnisse um $1/18$ und für die Güte des Parallelschwingkreises etwa $Q=50$ als günstig, damit die Schaltung sicher anschwingt und bei Belastung sich nur unwesentlich von der Sollfrequenz verstimmt. Eine Sonderbauform des Zerstäuberelementes zum Herleiten der Mitkopplungsspannung ist hierfür nicht notwendig. Die Mitkopplungsbedienung zur Schwingungsanfachung erzielt man durch entsprechende Polung (zur Eingangswicklung gegensinnige Auskopplung) des Mitkopplungstransformators. Zur Verbesserung der Eigenschaften für niedrige Versorgungsspannungen dient eine Ausgestaltung der Schaltung, bei der dem Zerstäuberelement eine Anpassungsdrossel parallelgeschaltet ist.

Bei kleinen Versorgungsspannungen oder Spannungsquellen niedrigen Innenwiderstandes gewinnt die Anpassungsdrossel, die zum Zerstäuberelement parallel liegt an Bedeutung, da die hohen Lastströme der Schwingerschaltung am endlichen Innenwiderstand der Ansteuerschaltung mit deren Spannungsquelle im Resonanzfall zu Spannungseinbrüchen führt. Durch diese Drossel wird ein der Zerstäuberresonanz, mit Serienresonanzcharakter eng benachbarter Schwingungsmodus, mit Parallelresonanzcharakter derart verschoben, daß er außerhalb der Bandbreite des Stromfühlers liegt, den er andernfalls beeinflussen würde; wichtiger erweist sich hierbei noch, daß eine Resonanzüberhöhung im Zerstäubermodus auch bei Spannungseinbrüchen stattfindet.

Um einen so ausgeführten Schwingungserzeuger bezüglich der

Funktionssicherheit im Zerstäuberbetrieb fortzubilden wird dafür gesorgt, daß die Frequenz der erzeugten Schwingung bandbegrenzt bestimmt wird durch den Parallelschwingkreis, der auf die Zerstäuberfrequenz des piezokeramischen Zerstäuberelementes abgestimmt ist. Erreicht wird damit ein sicheres Anschwingen und ein sicherer Betrieb der Schaltung auf der Zerstäuberresonanz von der er auch unter Belastung kaum abweicht. Ein Ausweichen des Schwingungserzeugers auf einen anderen Schwingungsmodus des Zerstäuberelementes wird damit vermieden. Der Parallelschwingkreis, der über einen Spartransformator, einen potentialtrennenden Transformator oder eine kapazitive Ankopplung im Versorgungsstromkreis des piezokeramischen Schwingers liegt kann kapazitiv oder induktiv abgeglichen werden, oder der Abgleich kann aus einer Kombination beider Verfahren bestehen. Damit wird beim Wechsel des Schwingers die Abgleichearbeit minimiert, im günstigsten Verfahren auf einen Abgleichvorgang eines Elementes. Mit der geringen Zahl störanfälliger Bau- und Abgleichelemente steigt die Zuverlässigkeit und Störanfälligkeit des Schwingungserzeugers.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes besteht darin, daß der Verstärker durch eine Differenzverstärkerschaltung zweier Transistoren gebildet wird, die die Primärseite des Mitkopplungstransformators, der eine an einer Mittenanzapfung angelegte Versorgungsspannung besitzt, als Kollektorschaltung enthält. Dergestalt kann mit einem Minimum an Bauteilen ein Schwingungserzeuger aufgebaut werden, der durch seine Gegentaktnordnung mit niedrigen Betriebsspannungen auskommt und durch einen symmetrischen Aufbau sehr betriebssicher ist. Will man auf den symmetrischen Aufbau verzichten, ist ebenso eine Schaltungsanordnung möglich bei der nur ein Kollektor des Differenzverstärkers durch die Primärseite des Mitkopplungsübertragers belastet ist.

Zur verbesserten Ausgestaltung des Schwingungserzeugers erweist es sich vorteilhaft, daß zwischen den Basen der Differenzverstärkertransistoren je eine Diode gegen ein festes Potential

in Sperr-Richtung gepolt angeordnet ist und durch Gleichrichtung eines Teiles der Mitkopplungsspannung gleichzeitig zur Symmetrie der Verstärkeransteuerung führt und den Basisstrom bereit stellt.

Fernerhin wird mit dieser Anordnung vermieden, daß durch Ladungsanhäufungen in den Basiszonen der Transistoren Verlängerungen der Schaltzeiten auftreten.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes besitzt der Verstärker einen aus zwei Transistoren bestehenden Differenzverstärkereingang, dessen beide Basen gegentaktmäßig angesteuert werden und welche jeweils durch eine in Sperr-Richtung gepolte Diode vom gemeinsamen Emitterpunkt getrennt über einen Vorwiderstand von der Versorgungsspannungsquelle mit dem Anlaufstrom für beide Basen der Differenzverstärkertransistoren versorgt werden. Dabei ist es ziemlich unerheblich, ob der für den Anlauf der Schaltung vorgesehene Basis-Widerstand symmetrisch für beide Basen des Differenzverstärkers ausgeführt, symmetrisch über einen Mittenanzapf der Primärseite des Resonanzübertragers für den Parallelschwingkreis vorgesehen oder asymmetrisch an einem beliebigen Punkt des Basisstromkreises den Anlaufstrom einspeist. Für eine eigenständige Basisversorgung des Differenzverstärkers sorgt im Generatorbetrieb die Schaltungsanordnung der jeweils in Sperr-Richtung gepolten Dioden, die über eine Gleichrichtung des rückgekoppelten Teiles des Oszillatorsignales den Basisstrom der Transistoren erhält.

Sofern der Verstärkerteil des Schwingungserzeugers mit Versorgungsspannungen in der Größenordnung von 1 Volt auskommt, wie dies für einen Differenzverstärker der oben beschriebenen Art der Fall ist, arbeitet der Ultraschall-Flüssigkeitszerstäuber ab 1 Volt Betriebsspannung, was für Batteriegeräte oder einen Betrieb an Akkumulatoren von großer Bedeutung ist.

Vereinfachte Fertigungsbedingungen lassen sich aus der Fortbildung des Resonanzübertragers des Parallelschwingkreises durch Anwendung eines leichter zu fertigenden Spartransformators erreichen.

Vereinfachte Fertigungsbedingungen lassen sich aus der Fortbildung des Resonanzübertragers des Parallelschwingkreises durch Anwendung eines leichter zu fertigenden Spartransformators erreichen.

Bei Betriebsbedingungen mit größeren Spannungen, und damit vielfach zusammenhängend, mit höherem Innenwiderstand genügt als selektiver Stromfühler ein aus einer unangezapften Spule und einer Kapazität gebildeter Parallelschwingkreis im Strompfad.

Fig. 1 zeigt einen Schwingungserzeuger für einen Ultraschall-Flüssigkeitszerstäuber.

Fig. 2 zeigt den diskreten Aufbau eines Schwingungserzeugers für einen Ultraschall-Flüssigkeitszerstäuber mit niedriger Versorgungsspannung.

In Fig. 1 ist ein Schwingungserzeuger für einen Ultraschall-Flüssigkeitszerstäuber dargestellt. Der Verstärker 11, der einen Differenzeingang 12a,b und einen Differenzenausgang 13a,b besitzt, treibt über den Mitkopplungstransformator 14 eine selektive Beschaltung, die aus dem piezokeramischen Zerstäuberelement 15, der hierzu parallelliegenden Anpassungsdrossel 16, den zur Parallelschaltung aus diesen beiden Bauelementen in Serie liegenden, durch Resonanzübertrager 17 angekoppelten Parallelschwingkreis 18 und der Steuerleitungen der von der Primärseite des Resonanzübertragers 17 abgeleiteten Mitkopplungssteuerspannung für den Differenzeingang 12 des Verstärkers 11 besteht. Die Versorgungsspannung, eine Batterie oder Akkumulator 19, liegt zwischen dem Anschluß 20a für die positive und den Anschluß 20b für die negative Betriebsspannung des Verstärkers 11. Der Wicklungssinn der Sekundärseite des Mitkopplungstransformators 14 ist derart gewählt, daß über den Abgriff am Schwingkreis eine, die Schwingung erregende Mitkopplung des Verstärkers 11 entsteht. Die Zerstäuberresonanz des piezokeramischen Zerstäuberelementes 15 wird durch die abgleichbare Induktivität des über Resonanzübertrager angekoppelten Parallelschwingkreises 18 eingestellt.

In Fig. 2 wird ein Schwingungserzeuger für einen Ultraschall-Flüssigkeitszerstäuber mit einer Verstärkerschaltung dargestellt, die aus zwei npn-Si-Transistoren 21, 22 in Differenzverstärkeranordnungen besteht, deren Kollektoren über eine mittenangezapfte Primärwicklung des Mitkopplungstransformators 23 mit der positiven Versorgungsspannung 24 verbunden ist. Sekundärseitig ist der Mitkopplungstransformator 23 durch die Parallelschaltung aus Zerstäuberelement 25 mit seiner Anpassungsdrossel 26 und dem hierzu in Serie liegenden über den Resonanzübertrager 27 angeschlossenen Parallelschwingkreis 28 belastet. Über der Primärwicklung des Resonanzübertragers 27 wird die Mitkopplungsspannung abgegriffen und auf die Basen der Differenzverstärkertransistoren 21, 22 gegeben. Die Phase dieser Mitkopplungsspannung wird durch den Wicklungssinn der Sekundärwicklung des Mitkopplungstransformators erreicht. Der Widerstand 29 zwischen der positiven Versorgungsspannungsklemme und der Basis des Transistors 21 liefert den für den Schaltungsanlauf nötigen Basisstrom des Differenzverstärkers, der sich im Betriebsfalle selbst über die Dioden 30, 31 durch Gleichrichtung eines Teiles der Mitkopplungsspannung sein Basispotential herstellt. Gleichzeitig wird die Ansteuerung der Basen bezüglich dem gemeinsamen Emitterpunkt durch die jeweils leitende Diode symmetriert. Der gemeinsame Emitterpunkt des Differenzverstärkers, der mit den beiden Anoden der zwischen Emitter und Basis der Transistoren jeweils in Sperr-Richtung gepolten Dioden 30 und 31 verbunden ist, liegt an der negativen Klemme der Versorgungsspannung 24, die als Minimalwert etwa 1 Volt betragen kann. Statt der Ankopplung des Parallelresonanzkreises 28 durch den Resonanzübertrager 27 sind auch andere Anordnungen denkbar; so kann statt des mit zwei getrennten Wicklungen ausgeführten Transformators auch ein Spartransformator Verwendung finden. Ebenso denkbar ist eine Anordnung, die statt dieses induktiven Spannungsteilers eine Ausführung mit einem kapazitiven Spannungsteiler verwendet. Des weiteren sind für den Anlaufwiderstand 29 Varianten möglich, die denselben Zweck wie den im dargestellten Beispiel erzielen. So kann der Anlaufwiderstand in zwei symmetrische Widerstände,

die den jeweiligen Basen zugeordnet sind aufgeteilt sein, weiterhin kann er als ein einzelner Widerstand 29 an jedem Punkt der Schaltung, die sekundärseitig am Mitkopplungstransformator angeschlossen ist und mit den Basen des Differenzverstärkers in galvanischer Verbindung steht, angreifen.

Patentansprüche

1. Schwingungserzeuger für einen Ultraschall-Flüssigkeitszerstäuber, bestehend aus einer einen Verstärker enthaltenden Gegentaktozillatorschaltung mit induktiver Mitkopplung und einem piezokeramischen Zerstäuberelement,
dadurch gekennzeichnet, daß im Versorgungsstromkreis des piezokeramischen Schwingers ein abstimmbarer frequenzselektiver Fühler angeordnet ist, der im abgestimmten Falle gleichphasig zu dem durch ihn fließenden Laststrom den Verstärker mit-koppelnd ansteuert.
2. Schwingungserzeuger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Verstärker (11; 21, 22) mit Differenzeingängen und Differenzausgängen ausgeführt ist und ausgangsseitig die Primärseite eines Mitkopplungstransformators (14; 23) als symmetrische Last enthält und die Sekundärseite des Mitkopplungstransformators (14; 23) belastet ist durch eine selektive Beschaltung aus piezokeramischen Zerstäuberelement (15, 25) und einem hierzu in Serie liegenden, durch Resonanzübertrager angekoppelten Parallelresonanzkreis (18; 28), über dessen Primärwicklung die rückzukoppelnde Spannung abgegriffen wird, die zur Schwingungsanregung die Differenzeingänge des Verstärkers (11; 21, 22) gegentaktmäßig ansteuert.
3. Schwingungserzeuger nach Anspruch 1 und/oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß dem Zerstäuberelement (15; 25) eine Anpassungs-drossel (16; 26) parallelgeschaltet ist.
4. Schwingungserzeuger nach einem oder mehreren der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz der erzeugten Schwingung bandbegrenzend bestimmt wird durch den Parallelschwingkreis (18; 28), der auf die

Zerstäuberfrequenz des piezokeramischen Zerstäuberelementes (15; 25) abgestimmt ist.

5. Schwingungserzeuger nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Verstärker (11; 21, 22) durch eine Differenzverstärkerschaltung zweier Transistoren (21, 22) gebildet wird, die die Primärseite des Mitkopplungstransformators (14; 23), der eine an einer Mittenanzapfung angelegte Versorgungsspannung (19; 24) besitzt als Kollektorschaltung enthält.
6. Schwingungserzeuger nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen die Basen der Differenzverstärkertransistoren je eine gegen ein festes Potential in Sperr-Richtung gepolte Diode (30 31) zur Symmetrierung der Verstärkeransteuerung und zur Gewinnung des Basissteuerstromes angeordnet sind.
7. Schwingungserzeuger nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Verstärker (11; 21, 22) einen aus zwei Transistoren (21, 22) bestehenden Differenzverstärkereingang besitzt, dessen beide Basen gegentaktmäßig angesteuert werden und welche jeweils durch eine in Sperr-Richtung gepolte Diode (30, 31) vom gemeinsamen Emitterpunkt getrennt über einen Vorwiderstand (29) von der Versorgungsspannungsquelle (18; 24) mit dem Anlaufstrom für beide Basen der Differenzverstärkertransistoren (21, 22) versorgt werden.
8. Schwingungserzeuger nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die minimale Versorgungsspannung (19; 24) in der Größenordnung von 1 Volt vorzugsweise bei Si-Transistoren beträgt.

9. Schwingungserzeuger nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Resonanzübertrager (17; 27) des Parallelschwingkreises (18; 28) als Spartransformator ausgebildet ist.
10. Schwingungserzeuger nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 mit 8, dadurch gekennzeichnet, daß der selektive Stromfühler ein im Versorgungsstrompfad des Zerstäuberelementes angeordneter Parallelresonanzkreis ist.

1/1

FIG. 1

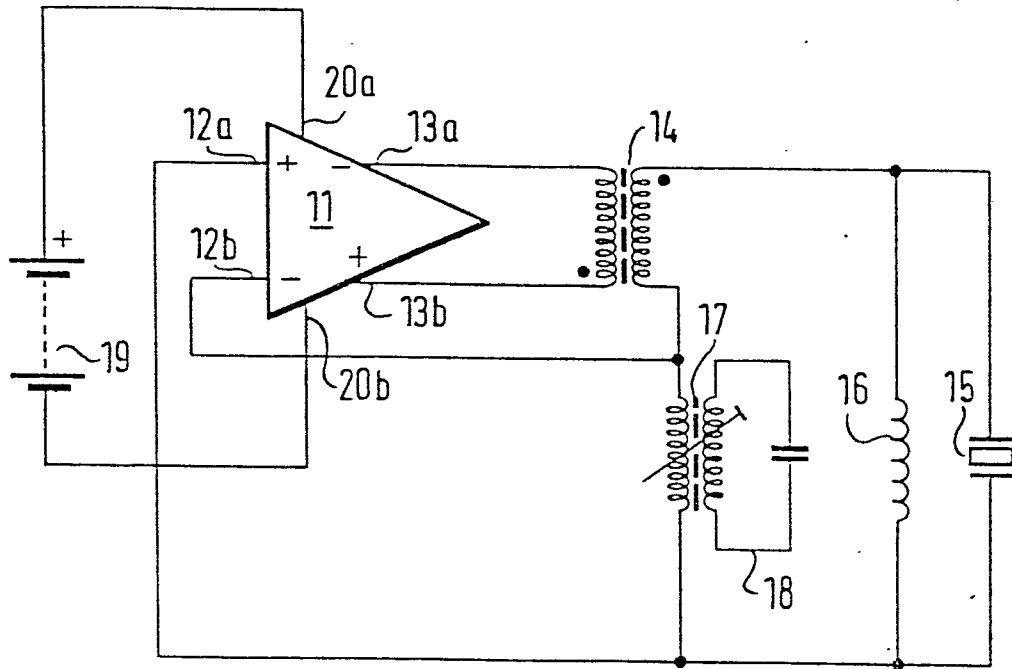
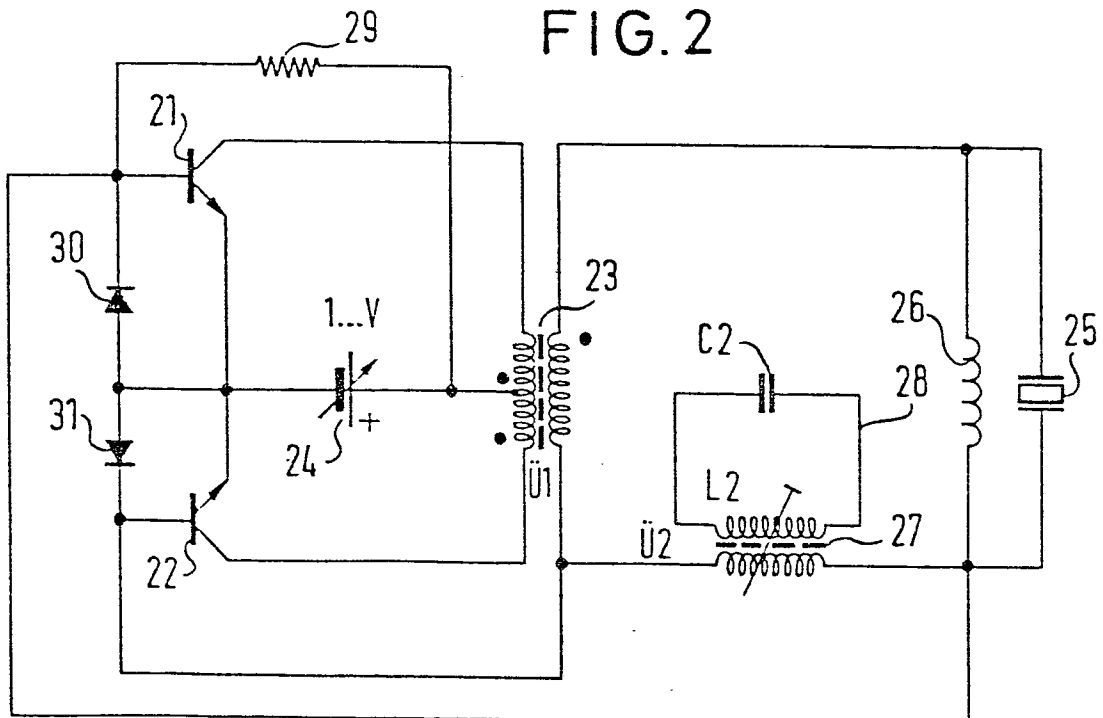


FIG. 2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 80 10 0481

0014868

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl. 7)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
	<u>SU - A - 186 779</u> (TSCHERWINSKI) * Figur * -- <u>DE - B - 1 286 627</u> (BRANSON) * Spalte 6, Zeile 50 bis Spalte 8, Zeile 19; Figur 2 * -- <u>US - A - 3 681 626</u> (PUSKAS) * Figur 2; Spalte 2, Zeilen 28-50 * --	1,4,9 1-3 1-3	B 06 B 1/06 B 05 B 17/06
DA	<u>DE - A - 2 524 862</u> (TDK) * Figuren 4d,7; Anspruch 1 * --	1,2	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.) B 06 B 1/06 B 05 B 17/06
DA	<u>DE - A - 2 129 665</u> (SIEMENS) * Figur 3; Anspruch 1 * --	1,2	
A	<u>FR - A - 2 311 595</u> (MATSUSHITA) * Figur 3 * --	6	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X. von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O. nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E. kollidierende Anmeldung D. in der Anmeldung angeführtes Dokument L. aus andern Gründen angeführtes Dokument &. Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
A	<u>US - A - 3 177 416</u> (PIJLS) * Figur 1; Spalte 1, Zeilen 60-66 * --	5	
A	<u>US - A - 4 012 647</u> (BALAMUTH) * Figuren 30,31; Spalte 19, Zeilen 30-60 *	4,10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenor.	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	29-05-1980	DEVINE	