



PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

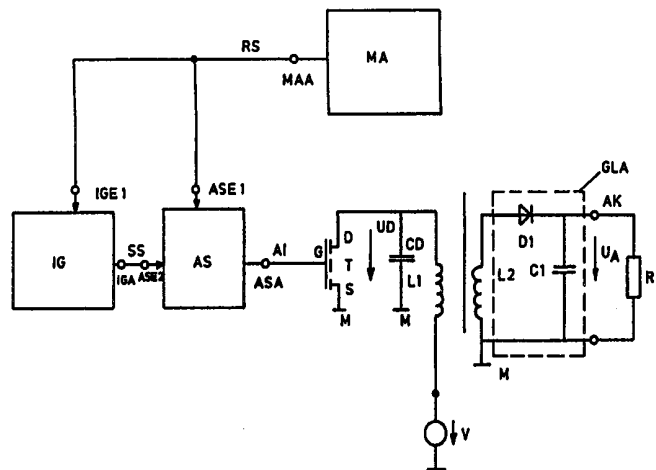
<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>H02M 7/00</b></p>	<p><b>A2</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 99/05777</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 4. Februar 1999 (04.02.99)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/02096</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 24. Juli 1998 (24.07.98)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 197 32 169.0 25. Juli 1997 (25.07.97) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): PRELLER, Peter [DE/DE]; Heinrich-Schütz-Weg 5, D-81243 München (DE).</p> <p>(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b> <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i></p>	

(54) Title: DEVICE FOR DIRECT CURRENT SUPPLY

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR GLEICHSPANNUNGSVERSORGUNG

(57) Abstract

The invention concerns a device for supplying direct current to a load (R) capable of being connected to output terminals (AK). Said device comprises: a semiconductor switch element (T) for applying, in rhythmic mode, a supply voltage (V) to a primary winding (L1) of a transformer on the basis of a series of starting pulses applied to a control input (G) of the semiconductor switch element (T); a starting circuit (AS) for producing the starting pulses (AI), comprising a first input terminal (ASE1) for applying a regulating signal (RS) depending on the load, analogous thereto, generated by a measuring device (MA) signal on which depends the duration of the individual starting pulses (AI), and a second input terminal (ASE2) for applying a starting signal (SS) defining the time for triggering the starting signals (AI); and a pulse generator (IG) comprising an output terminal (IGA) connected to the starting circuit (AS) input terminal (E2), for making the starting signal (SS) available in the form of pulses, according to the regulating signal (RS) which is also directed to a first input terminal (IGE1) of the pulse generator (IG), the regulating signal (RS) capable of acting on the time variation between the starting signal (SS) individual pulses.



the regulating signal (RS) capable of acting on the time variation between the starting signal (SS) individual pulses.

### (57) Zusammenfassung

Vorrichtung zur Gleichspannungsversorgung einer an Ausgangsklemmen (AK) anschließbaren Last (R) mit: einem Halbleiterschaltetelement (T) zum getakteten Anlegen einer Versorgungsspannung (V) an eine Primärwicklung (L1) eines Übertragers nach Maßgabe einer an einem Steuereingang (G) des Halbleiterschaltetelements (T) anliegenden Folge von Ansteuerimpulsen (AI); einer Ansteuerschaltung (AS) zur Erzeugung der Ansteuerimpulse (AI) mit einer ersten Eingangsklemme (ASE1) zum Anlegen eines von einer Meßanordnung (MA) erzeugten, analogen lastabhängigen Regelsignals (RS), von welchem die Dauer der einzelnen Ansteuerimpulse (AI) abhängt, und mit einer zweiten Eingangsklemme (ASE2) zum Anlegen eines die Einschaltzeitpunkte der Ansteuerimpulse (AI) festlegenden Startsignals (SS); einem Impulsgenerator (IG) mit einer Ausgangsklemme (IGA), die an die Eingangsklemme (EK2) der Ansteuerschaltung (AS) angeschlossen ist, zur Bereitstellung des impulsförmig ausgebildeten Startsignals (SS) nach Maßgabe des Regelsignals (RS), welches einer ersten Eingangsklemme (IGE1) des Impulsgenerators (IG) ebenfalls zugeführt ist, wobei der zeitliche Abstand der einzelnen Impulse des Startsignals (SS) vom Regelsignal (RS) beeinflussbar ist.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshjan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Beschreibung

## Vorrichtung zur Gleichspannungsversorgung

5

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Gleichspannungsversorgung einer an Ausgangsklemmen anschließbaren Last mit folgenden Merkmalen:

- 10 - einem Halbleiterschaltelement zum getakteten Anlegen einer Versorgungsspannung an eine Primärwicklung eines Übertragers nach Maßgabe einer an einem Steuereingang des Halbleiterschaltelements anliegenden Folge von Ansteuerimpulsen;
- 15 - einer Ansteuerschaltung zur Erzeugung der Ansteuerimpulse mit einer ersten Eingangsklemme zum Anlegen eines von einer Meßanordnung erzeugten analogen lastabhängigen Regelsignals, von welchem die Dauer der einzelnen Ansteuerimpulse abhängt, und mit einer zweiten Eingangsklemme zum Anlegen eines die
- 20 Einschaltzeitpunkte der Ansteuerimpulse festlegenden Startsignals.

Aufgabe von derartigen, in freischwingenden Schaltnetzteilen verwendeten Vorrichtungen ist es, eine wenigstens annähernd

25 lastunabhängige Ausgangsspannung an den Ausgangsklemmen zur Verfügung zu stellen. Die Ausgangsklemmen sind hierbei üblicherweise über eine Gleichrichteranordnung mit Klemmen einer Sekundärwicklung des Übertragers verbunden. Die Ausgangsspannung ist neben der Last von der Leistung abhängig, die von

30 der Primärwicklung an die Sekundärwicklung übertragen wird; verringert sich die Last ist eine Reduktion der übertragenen Leistung erforderlich, vergrößert sich die Last ist eine Erhöhung der übertragenen Leistung erforderlich, um jeweils eine bestimmte Ausgangsspannung aufrechtzuerhalten. Die über-

35 tragene Leistung ergibt sich aus dem zeitlichen Mittel der bei geschlossenem Halbleiterschaltelement von der Primärwicklung aufgenommenen und der bei geöffnetem Halbleiter-

schaltelement an die Sekundärwicklung abgegebenen Energie, wobei die aufgenommene Energie umso größer ist, je länger das Halbleiterschaltelement jeweils geschlossen ist.

5 Die Einschaltdauern des Halbleiterschaltelements werden durch Ansteuerimpulse bestimmt, die von der Ansteuerschaltung abhängig von dem lastabhängigen Regelsignal erzeugt werden. Die variable Dauer der Ansteuerimpulse bestimmt die Ladedauer der Primärwicklung, also die Zeitdauer, während der die Primär-  
10 wicklung mit der Versorgungsspannung zur Energieaufnahme verbunden ist. Hierbei gilt: je geringer die Last, umso geringer ist die zu übertragende Leistung und umso kürzer sind üblicherweise die Ansteuerimpulse und umgekehrt.

15 Die Entladedauer, also die Zeitdauer, während der die Primärwicklung Energie an die Sekundärwicklung abgibt, ist abhängig von der während der Ladedauer gespeicherten Energie und damit abhängig von der Dauer der Ansteuerimpulse. Um zu verhindern, daß das Halbleiterschaltelement während der Entladedauer ein-  
20 schaltet, ist zur Minimierung von Schaltverlusten bei bekannten Vorrichtungen ein Primärwicklungssignal vorgesehen, aus welchem die Zeitpunkte abgeleitet werden, zu welchen die Primärwicklung energiefrei bzw. spannungsfrei ist, und welches bei der Erzeugung der Ansteuerimpulse berücksichtigt ist.

25 Bekannte Vorrichtungen sind üblicherweise so gestaltet, daß das Startsignal direkt aus diesem Primärwicklungssignal abgeleitet und so gewählt ist, daß die Ansteuerimpulse nach Beendigung der Entladedauer zu dem nächsten Zeitpunkt beginnen,  
30 zu dem die Primärwicklung spannungsfrei ist. Anm.: Die Zeitpunkte, zu denen die Primärwicklung spannungsfrei ist, werden im folgenden als Nullspannungszeitpunkte bezeichnet.

Ein Einschalten nach Beendigung der Entladedauer bedingt bei  
35 kleiner werdenden Lasten ein Ansteigen der Schaltfrequenz, die durch den zeitlichen Abstand der einzelnen Ansteuerimpulse bestimmt ist. Bei kleiner werdender Last verringert sich

die Dauer der Ansteuerimpulse, die gleich der Ladedauer der Primärwicklung ist, damit verringert sich auch die Energieaufnahme und die Entladedauer und der zeitliche Abstand zwischen den einzelnen Ansteuerimpulsen reduzieren sich. Da die  
5 Schaltverluste mit zunehmender Schaltfrequenz erheblich zunehmen verringert sich der Wirkungsgrad der Vorrichtung mit kleiner werdender Last erheblich.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung  
10 zur Gleichspannungsversorgung einer Last zur Verfügung zu stellen, bei der die Schaltfrequenz einen vorgebbaren Wert bei kleiner werdender Last nicht überschreitet, so daß sich insbesondere die oben genannten Nachteile nicht ergeben.

15 Diese Aufgabe wird durch eine eingangs genannt Vorrichtung gelöst, die zusätzlich folgendes Merkmal aufweist:

- einen Impulsgenerator mit einer Ausgangsklemme, die an die zweite Eingangsklemme der Ansteuerschaltung angeschlossen  
20 ist, zur Bereitstellung des impulsförmig ausgebildeten Startsignals nach Maßgabe des Regelsignals, welches einer Eingangsklemme des Impulsgenerators ebenfalls zugeführt ist, wobei der zeitliche Abstand der einzelnen Impulse des Startsignals vom Regelsignal beeinflußbar ist.

25 Neben der Dauer der Ansteuerimpulse ist bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung auch der zeitliche Abstand der Ansteuerimpulse von dem lastabhängigen Regelsignal abhängig. Die Einschaltzeitpunkte der Ansteuerimpulse und damit die Schaltfrequenz werden durch das impulsförmig ausgebildete, von dem Impulsgenerator erzeugte Startsignal bestimmt, wobei dessen  
30 Frequenz durch das lastabhängige Regelsignal beeinflußt ist.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand  
35 der Unteransprüche.

Der Impulsgenerator weist vorzugsweise eine Spannungs-Zeit-Wandlereinheit auf, die abhängig von einem an einer Eingangsklemme anliegenden und von dem Regelsignal abhängigen modifizierten Regelsignal ein pulsweitenmoduliertes Signal erzeugt.

5 Die Dauer der einzelnen Impulse des pulsweitenmodulierten Signals ist von der Amplitude des modifizierten Regelsignals abhängig, wobei das modifizierte Regelsignal mit dem von der Meßanordnung gelieferten an der ersten Eingangsklemme des Impuls-  
10 pulsgenerators anliegenden Regelsignal identisch sein kann, wie in einer Ausführungsform der Erfindung vorgeschlagen ist. Das pulsweitenmodulierte Signal gibt das Startsignal frei, d.h. das pulsweitenmodulierte Signal bestimmt die Zeitpunkte, ab denen die Impulse des Startsignals und damit die An-  
15 steuerimpulse frühestmöglich erzeugt werden sollen. Ohne Beschränkung der Allgemeinheit wird im folgenden angenommen, daß aus einer kleinen Last ein großes Regelsignal resultiert, wobei die Zeitdauern der Impulse des pulsweitenmodulierten  
20 Signals jeweils um so länger sind, je größer das Regelsignal ist und umgekehrt.

20 Zur Reduzierung der Schaltverluste ist angestrebt, das Halbleiterschaltelement mittels der Ansteuerimpulse zu Nullspannungszeitpunkten der Primärwicklung zu schließen. Um Impulse des Startsignals nur zu diesen Zeitpunkten zu erzeugen, weist  
25 der Impulsgenerator Detektionsmittel auf, um aus einem Primärwicklungssignal diese Nullspannungszeitpunkte zu detektieren und ein Impulssignal zu liefern, das beispielsweise aus einer Folge von Impulsen vorgegebener Dauer besteht. Diese  
30 Impulse stimmen zeitlich vorzugsweise mit den detektierten Nullspannungszeitpunkten überein. Das Primärwicklungssignal ist abhängig von einer über der Primärwicklung anfallenden Spannung und ist dem Impulsgenerator vorzugsweise über eine  
35 zweite Eingangsklemme zugeführt. Der Impulsgenerator weist ferner Logikmittel auf, die Impulse des Startsignals nach Auftreten einer vorgegebenen Flanke des pulsweitenmodulierten  
Signals zu einem vorgegebenen dieser detektierten Nullspannungszeitpunkte erzeugen.

Die Logikmittel sind vorzugsweise so gestaltet, daß sie die einzelnen Impulse des Startsignals unmittelbar mit dem nächsten Nullspannungszeitpunkt nach einer fallenden Flanke des pulsweitenmodulierten Signals erzeugen. Vorteilhafterweise besitzen die Logikmittel hierzu ein UND-Glied, welchem das pulsweitenmodulierte Signal und das von den Detektionsmitteln bereitgestellte Impulssignal zur Erzeugung des Startsignals zugeführt ist.

10

Bei großen Lasten und damit einem kleinen Regelsignal erzeugt dieser Impulsgenerator ein pulsweitenmoduliertes Signal mit Impulsen von kurzer Dauer und damit ein Startsignal mit zeitlich kurzen Abständen zwischen den einzelnen Impulsen. Da die einzelnen Impulse des Startsignals zu Nullspannungszeitpunkten erzeugt werden, ist der minimale Abstand der einzelnen Impulse und damit die maximale Frequenz des Startsignals von der Entladedauer der Primärwicklung abhängig. Die Vorrichtung verhält sich bei großen Lasten wie bekannte derartige Vorrichtungen.

20

Bei kleinen Lasten und damit einem großen Regelsignal erzeugt der Impulsgenerator ein pulsweitenmoduliertes Signal mit Impulsen von langer Dauer und damit ein Startsignal mit entsprechend langen Abständen zwischen den einzelnen Impulsen, die Schaltfrequenz ist reduziert. Bedingt durch eine üblicherweise zu der Laststrecke des Halbleiterschaltelements parallel geschaltete Kapazität ergeben sich zwischen dieser Kapazität und der Primärwicklung sogenannte freie Trafoschwingungen, wenn die Primärwicklung nach der Entladedauer nicht sofort an die Versorgungsspannung geschaltet wird. Die sich während der Trafoschwingungen ergebenden Nullspannungszeitpunkte werden in den Detektionsmitteln detektiert und dienen in den Logikmitteln nach Auftreten der vorgegebenen Flanke des pulsweitenmodulierten Signals zur Erzeugung des Startsignals.

35

Bei gleichbleibendem Regelsignal und kleinen Lasten werden eine bestimmte Anzahl von Perioden der freien Trafoschwingungen zugelassen bis das Halbleiterschaltelement wieder für die Dauer eines Ansteuerimpulses einschaltet. Die Vorrichtung arbeitet so bei kleinen Lasten im frequenzreduzierten Betrieb.

Ergibt sich die vorgegebene Flanke des pulsweitenmodulierten Signals bei einem bestimmten Regelsignal jeweils kurz vor oder kurz nach einem Nullspannungszeitpunkt, so kann es bei geringfügigen Schwankungen des Regelsignals zu Schwankungen im zeitlichen Abstand zwischen den einzelnen Impulsen des Startsignals kommen. Diese Schwankungen liegen wenigstens im Bereich einer halben Periodendauer der freien Trafoschwingungen, da bspw. jeweils zum nächsten Nullspannungszeitpunkt nach Vorliegen der vorgegebenen Flanke eingeschaltet wird. Aus diesen Schwankungen resultieren Frequenzschwankungen des Startsignals, und damit Frequenzschwankungen (Jitter) der Schaltfrequenz, die zu hörbaren Geräuscheffekten führt.

Um derartige Frequenzschwankungen zu vermeiden ist in dem Impulsgenerator ein Regelkreis mit einem Rückkopplungszweig, der einen Phasendetektor aufweist, vorgesehen. Der Regelkreis gleicht im frequenzreduzierten Betrieb bei konstanter Last geringe Schwankungen des Regelsignals so aus, daß ein pulsweitenmoduliertes Signal mit annähernd konstanten Impulsdauern erzeugt wird. Das pulsweitenmodulierte Signal liegt zur Regelung an einem Eingang des Rückkopplungszweiges an, wobei ein an einem Ausgang des Rückkopplungszweiges anliegendes, von dem Phasendiskriminator geliefertes Ausgangssignals additiv auf das Regelsignal zur Bildung des modifizierten Regelsignals zurückgekoppelt ist. Die Dauer der Impulse des pulsweitenmodulierten Signals, die von der Amplitude des modifizierten Regelsignals abhängen, lassen sich so durch Addition eines mehr oder weniger großen Ausgangssignals zu dem Regelsignal variieren. Die Amplitude der Regelsignalschwankungen, die mittels des Regelkreises ausgeglichen werden kön-

nen ist abhängig von der maximalen Amplitude des Ausgangssignals des Rückkopplungszweiges.

Die Amplitude des Ausgangssignals ist bspw. abhängig von dem zeitlichen Abstand der vorgegebenen Flanke des pulsweitenmodulierten Signals zu dem vorhergehenden oder nachfolgenden Nullspannungszeitpunkt. Dem Phasendiskriminator ist daher über eine zweite Eingangsklemme das Primärwicklungssignal zugeführt.

10

Im frequenzreduzierten Betrieb wirkt sich bei größeren Lasten, und damit geringeren Zeitdauern zwischen zwei Impulsen des Startsignals, ein "Springen" der Einschaltzeitpunkte zwischen zwei Nullspannungszeitpunkten, die nach einer unterschiedlichen Anzahl Perioden der freien Trafoschwingungen auftreten, störender als bei kleinen Lasten, und damit ohnehin größeren Wartezeiten zwischen den einzelnen Impulsen des Startsignals, aus. Dem Phasendiskriminator ist daher vorzugsweise über eine dritte Eingangsklemme das Regelsignal zugeführt, um bei größeren Lasten eine größere maximale Amplitude des Ausgangssignals, und damit eine Ausregelung größerer Schwankungen des Regelsignals, als bei kleineren Lasten zu erreichen.

25

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden nachfolgend anhand von Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: Schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Gleichspannungsversorgung;

30

Fig. 2: Schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit beispielhafter Darstellung der Meßanordnung und der Ansteuerschaltung;

35

Fig. 3: Schematische Darstellung einer Ausführungsform des Phasendiskriminators;

Fig. 4: Schematische Darstellung einer Ausführungsform des Phasendiskriminators mit Rückkopplungszweig;

5 Fig. 5: Schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform des Phasendiskriminators mit Rückkopplungszweig;

10 Fig. 6: Weitere Ausführungsform eines Phasendiskriminators;

Fig. 7: Ausführungsform eines Stellglieds mit Spannungsbegrenzer;

15 Fig. 8-12: Signalverläufe ausgewählter, in den Figuren bezeichneter Signale;

Fig. 13: Lastabhängiger Verlauf der Schaltfrequenz.

20 Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Gleichspannungsversorgung einer Last R, die an Ausgangsklemmen AK der Vorrichtung angeschlossen ist. Die Vorrichtung besitzt einen Übertrager mit einer Primärwicklung L1 und einer Sekundärwicklung L2, an die parallel eine Gleichrichteranordnung GLA mit Ausgangsklemmen angeschlossen ist, an denen die Gleichspannung  $U_A$  anliegt. Die  
25 dargestellte einfache Gleichrichteranordnung besteht aus einer parallel zu den Ausgangsklemmen geschalteten Kapazität C1 sowie aus einer Gleichrichterdiode D1.

30 Die Primärwicklung L1 ist mit einer Klemme an Versorgungspotential V und mit einer anderen Klemme über eine Laststrecke D-S eines Halbleiterschalterelements T an Bezugspotential M angeschlossen. Das Halbleiterschaltelement ist als MOS-FET ausgebildet. Parallel zu der Laststrecke D-S des Halbleiterschaltelements T befindet sich eine Kapazität CD, die einerseits aus parasitären Kapazitäten und andererseits aus einer  
35 gezielt parallel zu der Laststrecke D-S geschalteten Kapazi-

tät besteht. Ein Öffnen und Schließen des Halbleiterschalt-  
elements T erfolgt abhängig von Ansteuerimpulsen AI, die an  
einem Steuereingang G des Halbleiterschaltlements T anliegen  
und die an einem Ausgang ASA einer Ansteuerschaltung AS zur  
5 Verfügung stehen. Ohne Beschränkung der Allgemeinheit ist für  
die folgende Beschreibung angenommen, daß das Halbleiter-  
schaltelement T geschlossen ist, wenn ein Ansteuerimpuls AI  
an dem Steuereingang G anliegt, und daß das Halbleiterschalt-  
element T geöffnet ist, wenn kein Ansteuerimpuls AI an dem  
10 Steuereingang G anliegt. Die Dauer der in der Ansteuerschal-  
tung AS erzeugten Ansteuerimpulse AI ist abhängig von einem  
an einer ersten Eingangsklemme ASE1 der Ansteuerschaltung AS  
anliegenden lastabhängigen analogen Regelsignal RS, welches  
an einem Ausgang MAA einer Meßanordnung MA zur Verfügung  
15 steht.

Die Ansteuerschaltung AS weist eine zweite Eingangsklemme  
ASE2 auf, die mit einer Ausgangsklemme IGA eines Impulsgene-  
rators IG verbunden ist. Ein von dem Impulsgenerator IG ge-  
20 liefertes Startsignal SS, das an der zweiten Eingangsklemme  
ASE2 der Ansteuerschaltung AS anliegt, bestimmt die Zeitpunk-  
te, zu denen die einzelnen von der Ansteuerschaltung AS er-  
zeugten Ansteuerimpulse AI jeweils beginnen und bestimmt so-  
mit die Einschaltzeitpunkte des Halbleiterschaltlements T.  
25 Das von dem Impulsgenerator IG gebildete Startsignal SS ist  
vorzugsweise impulsförmig ausgebildet, wobei die Dauer der  
einzelnen Impulse vorzugsweise kürzer als die minimale Dauer  
der Ansteuerimpulse AI ist. Der zeitliche Abstand zweier Im-  
pulse des Startsignals SS ist von dem ebenfalls an einer er-  
30 sten Eingangsklemme IGE1 des Impulsgenerators IG anliegenden  
lastabhängigen analogen Regelsignals RS abhängig.

Figur 2 zeigt eine spezielle Ausgestaltung der in Figur 1  
dargestellten Vorrichtung, wobei zum besseren Verständnis die  
35 Ansteuerschaltung AS und die Meßanordnung MA beispielhaft im  
Detail dargestellt sind.

Die dargestellte Meßanordnung MA weist eine Induktivität L auf, die induktiv mit der Sekundärwicklung L2 des Übertragers gekoppelt ist. Parallel zu der Induktivität L ist eine aus einer Diode D2 und einer Kapazität C2 bestehende Gleichrichteranordnung geschaltet, wobei an der Kapazität C2 eine zu der Ausgangsspannung  $U_A$  proportionale Spannung abgreifbar ist. Die Meßanordnung MA weist in dem dargestellten Beispiel ferner einen Spannungsteiler R1, R2 auf, der die an der Kapazität C2 anliegende Spannung auf eine ebenfalls zu der Ausgangsspannung  $U_A$  proportionale Spannung  $U'_A$  herunterteilt, wobei letztere einer Eingangsklemme eines Operationsverstärkers OP1 zugeführt ist. Das an der Ausgangsklemme MAA der Meßanordnung MA anliegende Regelsignal entsteht in dem Operationsverstärker OP1 durch Subtraktion der Spannung  $U'_A$  von einer Referenzspannung  $U_{REF}$  bei anschließender Verstärkung des Differenzsignals  $U_{REF} - U'_A$ . Schwankungen der Ausgangsspannung  $U_A$  bewirken so Schwankungen des Regelsignals RS, wobei das Regelsignal RS steigt, wenn die Ausgangsspannung  $U_A$  sinkt und umgekehrt.

20

Aufgrund der direkten Abhängigkeit des Regelsignals von der Ausgangsspannung  $U_A$  bei der dargestellten Meßanordnung MA ist eine große Verstärkung des Operationsverstärkers OP1 erforderlich, um bereits bei kleinen Schwankungen des Ausgangssignals  $U_A$  große Schwankungen des Regelsignals RS zu bewirken. Das proportionale Verhalten der dargestellten Meßanordnung MA bewirkt eine rasche Änderung des Regelsignals RS bei Änderung des Ausgangssignals  $U_A$ , bedingt jedoch eine, wenn auch bei entsprechender Verstärkung des Operationsverstärkers OP1 geringe Abweichung der Ausgangsspannung  $U_A$  von einem vorgegebenen Sollwert. Eine derartige Regelabweichung läßt sich beispielsweise bei Verwendung eines an sich bekannten Integralreglers oder Proportional-Integralreglers als Meßanordnung MA verhindern.

35

Die in Figur 2 beispielhaft dargestellte Ansteuerschaltung AS besitzt einen Komparator K1, einen RS-Flip-Flop FF, einen

Schalttransistor TS mit einem Steuereingang, der über einen Invertierer IN und einen Widerstand R4 mit einem Ausgang des Flip-Flops FF verbunden ist, und eine Kapazität C3, die mit einer Klemme an Bezugspotential M liegt und die mit einer anderen Klemme über einen Widerstand R3 an Versorgungspotential V liegt. Der Reset-Eingang RE des RS Flip-Flops FF ist mit einem Ausgang des Komparators K1, der Set-Eingang SE mit der zweiten Eingangsklemme ASE2 verbunden. Der Ausgang Q des Flip-Flops FF ist mit der Ausgangsklemme ASA der Ansteuerschaltung AS verbunden. Die Funktion dieser beispielhaft dargestellten Ansteuerschaltung AS ergibt sich wie folgt:

Mit Beginn eines Impulses des Startsignals SS wird das Flip-Flop FF gesetzt und damit der Beginn eines Ansteuerimpulses AI festgelegt. Der Schalttransistor TS sperrt und die Kapazität C3 wird über den Widerstand R3 solange aufgeladen, bis ein an der Kapazität C3 abgreifbares Bezugssignal BS den Wert des Regelsignals RS erreicht. Das Flip-Flop FF wird daraufhin über ein am Ausgang des Komparators K1 anliegendes Signal zurückgesetzt und der Ansteuerimpuls AI beendet. Die Dauer der Ansteuerimpulse AI ist von der Amplitude des Regelsignals RS abhängig. Um so größer das Regelsignal RS ist, um so länger dauert es, bis sich die Kapazität C3 nach Setzen des Flip-Flop FF auf den Wert des Regelsignals RS aufgeladen hat und umgekehrt.

Die Ausgangsspannung  $U_A$  ist bei der dargestellten Vorrichtung bei vorgegebener Last R von der Leistung abhängig, die von der Primärwicklung L1 an die Sekundärwicklung L2 übertragen wird. Die von der Primärwicklung L1 aufgenommene Leistung ist abhängig von der Dauer der Ansteuerimpulse AI und von der Schaltfrequenz, mit der die Ansteuerimpulse AI erzeugt werden. Die Primärwicklung L1 nimmt während der Dauer eines Ansteuerimpulses AI und damit bei geschlossenem Halbleiterschaltelement T Energie über die Versorgungsspannung V auf und gibt diese Energie nach Beendigung des Ansteuerimpulses AI und geöffnetem Halbleiterschalter T an die Sekundärwick-

lung L2 ab. Die Dauer der Ansteuerimpulse AI entspricht hierbei der Ladedauer, während der die Primärwicklung L1 Energie aufnimmt. Die Entladedauer, während der Primärwicklung L1 Energie an die Sekundärwicklung L2 abgibt, ist unter anderem  
5 abhängig von der während der Ladedauer in der Primärwicklung L1 gespeicherten Energie.

Zur Reduktion von Schaltverlusten und wegen der Gefahr der Trafosättigung ist zu vermeiden, daß während der Entladedauer  
10 ein erneuter Ansteuerimpuls AI erzeugt wird, um die Primärwicklung L1 weiter aufzuladen. Die Information über den Entladezustand der Primärwicklung L1 ist beispielsweise einem Primärwicklungssignal UD zu entnehmen, welches parallel zu der Laststrecke D-S des Halbleiterelements T abgreifbar ist.

15  
Figur 8 zeigt einen typischen Verlauf des Primärwicklungssignals UD in Abhängigkeit von dem Startsignal SS und den Ansteuerimpulsen AI. Bei Vorliegen eines Impulses des Startsignals SS an der zweiten Eingangsklemme ASE2 der Ansteuer-  
20 schaltung AS wird ein Ansteuerimpuls AI erzeugt, dessen Dauer von dem lastabhängigen Regelsignal RS abhängt. Das Primärwicklungssignal UD entspricht dem Bezugspotential M, solange ein Ansteuerimpuls AI an dem Steuereingang G des Halbleiter-  
25 schaltelement T anliegt, wobei im folgenden ohne Beschränkung der Allgemeinheit das Bezugspotential M als Masse angenommen ist. Nach Beendigung des Ansteuerimpulses AI springt das Primärwicklungssignal UD auf einen Wert, der sich aus der  
30 Summe der Versorgungsspannung V und der in der Primärwicklung L1 induzierten Spannung ergibt. Das Primärwicklungssignal UD bleibt annähernd auf diesem Pegel, solange Energie an die Sekundärwicklung L2 abgegeben wird. Das Ende der Entladedauer ist gekennzeichnet durch einen Abfall des Primärwicklungssignals UD auf den Wert der Versorgungsspannung V, wobei zu  
35 diesem Zeitpunkt keine Spannung an der Primärwicklung L1 anliegt.

Wird das Halbleiterschaltelement T nach Beendigung der Entladedauer nicht sofort wieder eingeschaltet, so ergeben sich sogenannte freie Trafoschwingungen, wie in Figur 8 dargestellt ist, deren Periodendauer von der Induktivität der Primärwicklung L1 und von der Kapazität CD abhängt.

Während bei bekannten Vorrichtungen das Halbleiterschaltelement T sofort nach Beendigung der Entladedauer eingeschaltet wird, werden bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung abhängig von dem Regelsignal RS freie Trafoschwingungen zugelassen, bis angeregt durch das Startsignal SS ein neuer Ansteuerimpuls AI erzeugt wird. Vorzugsweise erfolgt ein Einschalten des Halbleiterschaltelements T zu Zeitpunkten, zu denen die Primärwicklung L1 spannungsfrei ist oder kurz nach solchen Zeitpunkten, wobei diese Zeitpunkte im folgenden als Nullspannungszeitpunkte bezeichnet sind. Vorzugsweise erfolgt das Einschalten zu solchen Nullspannungszeitpunkten, die auf einer fallenden Flanke des Primärwicklungssignals UD liegen. Die Informationen über Nullspannungszeitpunkte lassen sich neben dem in Figur 2 dargestellten Primärwicklungssignal UD beispielsweise auch aus Signalen entnehmen, die durch einen Spannungsabgriff direkt an der Primärwicklung L1, durch einen Spannungsabgriff an der Induktivität L der Meßanordnung MA oder durch einen Spannungsabgriff an der Sekundärwicklung L2 erzeugt werden.

Die Informationen über Nullspannungszeitpunkte der Primärwicklung L1 sind dem Impulsgenerator IG in den dargestellten Beispielen als bewertetes Primärwicklungssignal UDK über eine zweite Eingangsklemme IGE2 zugeführt. In Figur 8 ist beispielhaft für das dort dargestellte Primärwicklungssignal UD ein bewertetes Primärwicklungssignal UDK dargestellt, wobei das bewertete Primärwicklungssignal UDK lediglich zwei Pegel aufweist und wobei das dargestellte bewertete Primärwicklungssignal UDK mit steigender Flanke des Primärwicklungssignals UD zum jeweiligen Nullspannungszeitpunkt von einem unteren Pegel auf einen oberen Pegel wechselt und mit einer

fallenden Flanke des Primärwicklungssignals UD zum jeweiligen Nullspannungszeitpunkt von dem oberen Pegel zu dem unteren Pegel wechselt. Ein derartiges bewertetes Primärwicklungssignal UDK ist beispielsweise mittels der in Figur 2 dargestellten Bewertereinheit BE generierbar, die im wesentlichen einen Komparator K2 aufweist, der das Primärwicklungssignal UD mit dem Pegel des Versorgungsspotentials V vergleicht.

Dem in Figur 2 dargestellten Impulsgenerator IG sind über eine dritte Eingangsklemme IGE3 weiterhin die Ansteuerimpulse AI zugeführt, wobei die Ansteuerimpulse AI dazu dienen, den Impulsgenerator IG zur Erzeugung der Impulse des Startsignals SS freizugeben.

In den Figuren 3 und 4 sind mögliche Ausgestaltungen des Impulsgenerators IG im Blockschaltbild dargestellt, wobei der in Figur 4 dargestellte Impulsgenerator, der sämtliche Einheiten des in Figur 3 dargestellten Impulsgenerators enthält, im wesentlichen in Figur 5 im Detail dargestellt ist. Der Impulsgenerator IG weist eine Spannungs-Zeit-Wandlereinheit SZW auf, der an einer Eingangsklemme ein modifiziertes Regelsignal MRS zugeführt ist, wobei das modifizierte Regelsignal MRS das dem Impulsgenerator IG an der ersten Eingangsklemme IGE1 zugeführte Regelsignal RS sein kann, wie in Figur 3 dargestellt, oder wobei das modifizierte Regelsignal MRS in einer Addiereinheit 14 aus dem Regelsignal RS und einem an einem Ausgang eines Rückkopplungszweiges anliegenden Ausgangssignals UPD gebildet sein kann.

An einer Ausgangsklemme der Spannungszeitwandleinheit SZW steht ein pulsweitenmoduliertes Signal F2 zur Verfügung, wobei die Dauer der einzelnen Impulse des pulsweitenmodulierten Signals F2 von der Amplitude des modifizierten Regelsignals MRS abhängt. An einem zweiten Eingang der Spannungs-Zeit-Wandlereinheit SZW, der mit der dritten Eingangsklemme IGE3 des Impulsgenerators IG verbunden ist, liegt ein Freigabesignal an, welches den Beginn der einzelnen Impulse des puls-

weitenmodulierten Signals F2 festlegt. Das Freigabesignal besteht vorzugsweise aus den Ansteuerimpulsen AI, wobei die einzelnen Impulse des pulsweitenmodulierten Signals F2 vorzugsweise mit einer fallenden Flanke der Ansteuerimpulse AI  
5 beginnen.

Der Impulsgenerator IG weist ferner ein Detektionsmittel DM auf, welches mit einer Eingangsklemme mit der zweiten Eingangsklemme IGE2 des Impulsgenerators IG verbunden ist und  
10 welchem so das bewertete Primärwicklungssignal UDK zugeführt ist. An einer Ausgangsklemme des Detektionsmittels DM steht ein Impulssignal NDG zur Verfügung. Die einzelnen, vorzugsweise gleich langen Impulse des Impulssignals NDG markieren steigende oder fallende Flanken des bewerteten Primärwick-  
15 lungssignals UDK und damit Nullspannungszeitpunkte der Primärwicklung L1. Das Detektionsmittel DM ist vorzugsweise so ausgebildet, daß es ein Impulssignal NDG erzeugt, welches nur fallende Flanken des bewerteten Primärwicklungssignals UDK durch einen Impuls markiert. Das pulsweitenmodulierte Signal  
20 F2 und das Impulssignal NDG sind Logikmitteln LM zugeführt, die einen Ausgang aufweisen, der mit dem Ausgang IGA des Impulsgenerators IG verbunden ist und an welchem das Startsignal SS zur Verfügung steht.

25 Die Logikmittel LM erzeugen Impulse des Startsignals SS jeweils nach Vorliegen einer vorgegebenen Flanke des pulsweitenmodulierten Signals F2 vorzugsweise mit dem nächsten Impuls des Impulssignals NDG. Das pulsweitenmodulierte Signal F2 bestimmt damit den frühestmöglichen Zeitpunkt, ab dem ein  
30 Impuls des Startsignals SS erzeugt werden kann, während das Impulssignal NDG den tatsächlichen Zeitpunkt festlegt.

In Figur 5 ist ein Ausführungsbeispiel einer Spannungs-Zeit-Wandlereinheit SZW dargestellt, die im wesentlichen aus einem  
35 Komparator 13 mit einem Ausgang, an dem das pulsweitenmodulierte Signal F2 zur Verfügung steht, und einem Signalgenerator SG besteht. Der Signalgenerator SG liefert ein Bezugs-

gnal UW, welches an einem Plus-Eingang des Komparators 13 zu-  
geführt ist, wobei an einem Minus-Eingang des Komparators 13  
das modifizierte Regelsignal MRS anliegt. Der Signalgenerator  
SG besitzt einen ersten Transistor 4, der mit einer Last-  
5 strecke zwischen einem zweiten Versorgungspotential US und  
einer Elektrode einer Kapazität 3 verschaltet ist, wobei die  
andere Elektrode der Kapazität 3 an Bezugspotential M liegt.  
An einem Steuereingang des Transistors 4 liegt über einen Wi-  
derstand 1 das Freigabesignal, das in dem dargestellten Bei-  
10 spiel aus den Ansteuerimpulsen AI besteht, an. Die erste  
Klemme der Kapazität 3 ist mit der Ausgangsklemme SGA des Si-  
gnalgenerators SG verbunden. Der Signalgenerator SG weist  
ferner einen zweiten Transistor 7 auf, der mit einer Last-  
strecke zwischen Bezugspotential M und einer ersten Klemme  
15 einer Stromquelle 6 verschaltet ist, wobei eine zweite Klemme  
der Stromquelle 6 an der Ausgangsklemme SGA liegt. An einer  
Stuerelektrode des zweiten Transistors 7 liegt über einen  
Invertierer 2 und einen Widerstand 5 das Freigabesignal an.  
Die Funktionsweise der dargestellten Spannungs-Zeit-  
20 Wandlereinheit ergibt sich wie folgt:

Während der Dauer eines Ansteuerimpulses AI leitet der erste  
Transistor 4 und der zweite Transistor 7 sperrt. Die Kapazi-  
tät 3 wird während der Dauer eines Ansteuerimpulses AI auf  
25 den Wert der zweiten Versorgungsspannung US aufgeladen. Nach  
Beendigung des Ansteuerimpulses AI sperrt der erste Transi-  
stor 4, der zweite Transistor 7 leitet und die Kapazität 3  
wird über die Stromquelle 6 und den zweiten Transistor 7 ent-  
laden. Der Ausgang des Komparators 13 steigt auf einen oberen  
30 Signalpegel, wenn das Bezugssignal UW das modifizierte Regel-  
signal MRS übersteigt und fällt auf einen unteren Signalpe-  
gel, wenn das modifizierte Regelsignal MRS das Bezugssignal  
UW übersteigt.

35

In Figur 9 ist der zeitliche Verlauf eines Impulses des im-  
pulsweitenmodulierten Signals F2 abhängig von der Amplitude

des modifizierten Regelsignals MRS und von dem Bezugssignal UW dargestellt. Unter der Annahme, daß die Amplitude des Bezugssignals UW nach Vorliegen des Ansteuerimpulses AI sehr schnell ansteigt, ist die Dauer  $t_{F2}$  des dargestellten Impulses des pulswertenmodulierten Signals F2 proportional zur Amplitude des modifizierten Regelsignals MRS. Die Dauer  $t_{F2}$  des Impulses und damit die Wartezeit zwischen zwei Impulsen des Startsignals SS ist um so größer, je kleiner das modifizierte Regelsignal MRS ist, und umgekehrt. Die Abhängigkeit der Dauer der Impulse des pulswertenmodulierten Signals F2 von dem modifizierten Regelsignal MRS ist schematisch in Figur 11 dargestellt, wobei angenommen ist, daß das modifizierte Regelsignal MRS nach unten auf ein minimales Signal  $MRS_{min}$  und nach oben auf ein maximales Signal  $MRS_{max}$  beschränkt ist, so daß sich eine minimale Impulsdauer  $t_{F2_{min}}$  und eine maximale Impulsdauer  $t_{F2_{max}}$  ergibt.

Die in Figur 5 dargestellten Logikmittel LM weisen ein UND-Glied 22 und einen Invertierer 23 auf, der einem Eingang des UND-Glieds 22 vorgeschaltet ist. Durch UND-Verknüpfung des invertierten pulswertenmodulierten Signals F2 und des von den Detektionsmittel DM gelieferten Impulssignals NDG wird in den Logikmitteln LM ein Impuls des Startsignals SS erzeugt. Ein Impuls des Startsignals wird bei den dargestellten Logikmitteln LM erzeugt, wenn ein Impuls des Impulssignals NDG an dem Eingang der Logikmittel LM anliegt, nachdem ein Impuls des pulswertenmodulierten Signals F2 beendet ist. Das pulswertenmodulierte Signal F2 gibt damit die minimale Wartezeit zwischen zwei Impulsen des Startsignals SS vor, während der tatsächliche Einschaltzeitpunkt eines Startsignalimpulses von dem Impulssignal NDG abhängt.

Um bei gleichbleibender Last und geringfügigen Schwankungen des Regelsignals RS zu verhindern, daß sich die Schwankungen des Regelsignals RS in Schwankungen der Impulsdauer  $t_{F2}$  des pulswertenmodulierten Signals F2, damit in unerwünschte Schwankungen zwischen den Abständen der einzelnen Impulse des

Startsignals SS und damit in Schwankungen der Schaltfrequenz auswirken, ist bei den in Figur 4 und 5 dargestellten Impuls-  
generatoren IG ein Rückkopplungsweig mit einem Phasendiskri-  
minator PD vorgesehen. Der Phasendiskriminator PD weist eine  
5 erste Eingangsklemme PDE1, an der das pulswertenmodulierte  
Signal F2 anliegt, und eine Ausgangsklemme PDA, an der ein  
Ausgangssignal UPD anliegt, auf, wobei das Ausgangssignal UPD  
mittels einer Addiereinheit 14 zu dem Regelsignal RS addiert  
wird. Das Ausgangssignal UPD gleicht Schwankungen des Regel-  
10 signals RS derart aus, daß sich für Schwankungen des Regelsi-  
gnals RS innerhalb eines vorgegebenen Bereiches ein gleich-  
bleibendes modifiziertes Regelsignal MRS und damit für diesen  
Regelsignalebereich eine gleichbleibende Dauer der Impulse des  
pulswertenmodulierten Signals F2 ergibt. Soll das Startsignal  
15 SS immer mit oder kurz nach einer fallenden Flanke des Pri-  
märwicklungssignals UD erzeugt werden, so wird das Ausgangs-  
signal UDP in dem Phasendiskriminator PD vorzugsweise so er-  
zeugt, daß sich in eingeregelter Zustand ein modifiziertes  
Regelsignal MRS ergibt, bei dem die einzelnen Impulse des  
20 pulswertenmodulierten Signals F2 mit einer steigenden Flanke  
des Primärwicklungssignals UD enden.

Zur Erzeugung des Ausgangssignals UDP ist dem Phasendiskrimi-  
nator PD über eine zweite Eingangsklemme PDE2 das bewertete  
25 Primärwicklungssignal UDK zugeführt. Die Amplitude des Aus-  
gangssignals UDP ist bei dem in Figur 5 dargestellten Phasen-  
diskriminator PD abhängig vom zeitlichen Abstand einer stei-  
genden Flanke des bewerteten Primärwicklungssignals UDK und  
einer fallenden Flanke des pulswertenmodulierten Signals F2.

30 Der dargestellte Phasendiskriminator PD besitzt ein Verzöge-  
rungsglied 16, eine Differenzierereinrichtung 14, einen Inver-  
tierer 15, zwei UND-Glieder 17 und 18, ein Stellglied 19 mit  
einem nachgeschalteten Spannungsbegrenzer 20 und eine zwi-  
35 schen der Ausgangsklemme PDA und Bezugspotential M geschalte-  
ten Kapazität 21.

Die Funktionsweise des dargestellten Phasendiskriminators PD wird aus Figur 10 ersichtlich, in der die in Figur 5 eingezeichneten Signale über der Zeit aufgetragen sind. Ein an einem Eingang des Stellglieds 19 anliegendes Signal UP ergibt sich durch UND-Verknüpfung eines von der Differenziereinrichtung 14 gelieferten Differenzierersignals F2D mit einem Signal UDKV, welches sich durch Verzögerung in einem Verzögerungsglied 16 aus dem bewerteten Primärwicklungssignal UDK ergibt. An einem Eingang der Differenziereinrichtung 14 liegt das pulswertenmodulierte Signal F2 an, wobei Impulse des Differenzierersignals F2D in dem dargestellten Beispiel jeweils fallende Flanken des pulswertenmodulierten Signals F2 markieren. Die Breite der einzelnen Impulse ist hierbei vorzugsweise geringer als die Periodendauer der freien Trafoschwingungen zu wählen. Ein an einem zweiten Eingang des Stellglieds 19 anliegendes Signal DOWN ergibt sich durch UND-Verknüpfung des Differenzierersignals F2D mit einem Signal, welches sich durch Verzögerung und anschließender Invertierung aus dem bewerteten Primärwicklungssignal UDK ergibt. Wie aus Figur 10 ersichtlich ist, ist die Dauer der einzelnen Impulse des Signals UP und des Signals DOWN abhängig von der zeitlichen Lage einer fallenden Flanke des pulswertenmodulierten Signals F2 und einer steigenden Flanke des bewerteten Primärwicklungssignals UDK. Stimmen diese beiden Flanken zeitlich überein, so sind die Impulse der Signale UP und DOWN gleich lang.

Die Verzögerung der in dem Verzögerungsglied 16 durchgeführten Verzögerung des bewerteten Primärwicklungssignals UDK beträgt vorzugsweise die Hälfte der Dauer eines Impulses des Differenzierersignals F2D.

Ändert sich die zeitliche Lage der steigenden Flanke des bewerteten Primärwicklungssignals UDK und der fallenden Flanke des pulswertenmodulierten Signals F2, so ändert sich das Verhältnis der Impulsdauern der einzelnen Impulse des Signals UP und DOWN. Über das Stellglied 19, welches ein integrierendes Regelverhalten aufweist, ändert sich das Ausgangssignal UPD,

welches an der Kapazität 21 des Phasendiskriminators PD abgreifbar ist. Übersteigt die Dauer der Impulse des Signals UP beispielsweise die Dauer der Impulse des Signals DOWN, so wird die Kapazität 21 weiter aufgeladen, das Ausgangssignal  
5 UPD steigt. Das Ausgangssignal UPD ändert sich solange, bis sich ein modifiziertes Regelsignal MRS einstellt, bei welchem die fallende Flanke des pulsweitenmodulierten Signals F2 wieder mit einer steigenden Flanke des bewerteten Primärwicklungssignals UDK übereinstimmt.

10

Eine Ausführungsform des beschriebenen Stellglieds 19 und des nachgeschalteten Spannungsbegrenzers 20 ist in Figur 7 dargestellt. Die Bezugszeichen 191, 192, 193, 194, 203 und 204 bezeichnen dort Widerstände, die Bezugszeichen 195, 196, 201  
15 und 202 bezeichnen Transistoren, die Bezugszeichen 205 und 206 bezeichnen Zenerdioden und das Bezugszeichen  $V_{CC}$  bezeichnet eine dritte Versorgungsspannung.

Die Funktion des Spannungsbegrenzers 20 entspricht der des in  
20 Figur 5 dargestellten Spannungsbegrenzers 11, der der ersten Eingangsklemme IGE1 des Impulsgenerators IG zur Begrenzung des Regelsignals RS nachgeschaltet ist.

Der in Figur 5 dargestellte Phasendiskriminator PD besitzt  
25 eine, in Figur 4 nicht dargestellte, dritte Eingangsklemme PDE3, an der das Regelsignal RS anliegt. Das Regelsignal RS beeinflusst über den Spannungsbegrenzer 20 den oberen und unteren Grenzwert des Ausgangssignals UPD, wobei ein Eingang, an welchem dem Spannungsbegrenzer 20 das Regelsignal RS zugeführt ist, in Figur 7 nicht dargestellt ist. Die Höhe der  
30 Schwankungen des Regelsignals RS, die durch das Ausgangssignal UPD des Phasendiskriminators PD ausgeglichen werden können, ist abhängig von der Amplitude des Ausgangssignals UPD. Können Schwankungen des Regelsignals RS durch das Ausgangssignal UPD nicht mehr ausgeglichen werden, so kommt es im  
35 frequenzreduzierten Betrieb zu Schwankungen der Schaltfrequenz dadurch, daß die Impulse des Startsignals SS nach einer

unterschiedlichen Anzahl Perioden der freien Trafoschwingungen erzeugt werden. Diese Schwankungen wirken sich bei einer hohen Schaltfrequenz und damit bei einem großen Regelsignal RS stärker aus als bei einer geringeren Schaltfrequenz und einem kleineren Regelsignal RS. Die Ausregelung eines größeren Schwankungsbereiches bei großem Regelsignal läßt sich durch Variieren der maximalen Amplitude des Ausgangssignals UPD mittels des Regelsignals RS in dem Spannungsbegrenzer 20 erreichen.

10

Figur 12 zeigt die Abhängigkeit des modifizierten Regelsignals MRS von dem Regelsignal RS bei Verwendung eines Regelkreises mit Phasendiskriminator PD in dem Impulsgenerator. Das modifizierte Regelsignal MRS ist hierbei jeweils für vorgegebene Intervalle des Regelsignals RS konstant, wobei die Länge der Intervalle, über die das modifizierte Regelsignal MRS konstant ist mit zunehmendem Regelsignal RS zunimmt. Die Pfeile deuten an, in welcher Richtung sich das modifizierte Regelsignal MRS bei steigendem bzw. fallendem Regelsignal RS ändert.

15  
20

In Figur 6 ist eine besonders platzsparende und einfach zu realisierende Schaltungsanordnung eines Rückkopplungszweiges mit Phasendiskriminator PD dargestellt. Die Funktion der in Figur 5 dargestellten Addiereinheit 12 wird bei der in Figur 6 dargestellten Funktionseinheit von einem Transistor 47 übernommen, der mit einer Emittierelektrode über einen Widerstand 46 an Bezugspotential M liegt und der über einen weiteren Widerstand 45 mit der ersten Eingangsklemme IGE1, an der das Regelsignal RS anliegt, verbunden ist. An einer Kollektorelektrode des Transistors 47 ist das modifizierte Regelsignal MRS abgreifbar. Der in Figur 6 dargestellte Phasendiskriminator PD besitzt eine Kapazität 21', deren Funktion der in Figur 5 dargestellten Kapazität 21 entspricht. Die an der Kapazität 21' anliegende Ausgangsspannung UPD liegt an einer Steuerelektrode des Transistors 47 an.

25  
30  
35

Der dargestellte Phasendiskriminator PD weist weiterhin eine erste und zweite Stromquelle J1, J2 und einen Begrenzungstransistor 41 auf. Eine Laststrecke des Begrenzungstransistors 41 ist parallel zu der Kapazität 21' geschaltet, wobei über ein an einer Steuerelektrode des Begrenzungstransistors 41 anliegendes Begrenzungssignal U<sub>Lim</sub>, die maximal über der Kapazität 21' anliegende Ausgangsspannung einstellbar ist. Das Begrenzungssignal U<sub>Lim</sub> ist je nach Ausführungsform als konstantes Signal in dem Phasendiskriminator PD erzeugt oder von dem Regelsignal RS abhängig. Die Funktion des Begrenzungstransistors 41 entspricht der Funktion des in Figur 5 dargestellten Spannungsbegrenzers 20. Die Kapazität 21' wird über die parallel geschaltete zweite Stromquelle J2, die durch ein erstes Steuersignal KUZ periodisch eingeschaltet ist, im Zeitmittel ständig entladen. Über die erste Stromquelle J1, die abhängig von einem zweiten Steuersignal F3 eingeschaltet ist, wird die Kapazität 21' im Zeitmittel ständig geladen. Abhängig von dem Verhältnis des ersten Steuersignals KUZ zu dem zweiten Steuersignal F3 steigt oder fällt die Ausgangsspannung UPD oder bleibt die Ausgangsspannung UPD konstant. Das zweite Steuersignal F3 ist vorzugsweise abhängig von dem pulswertenmodulierten Signal F2 und den Ansteuerimpulsen AI erzeugt. Die Dauer der Impulse des zweiten Steuersignals F3 entsprechen vorzugsweise den Zeitdauern zwischen dem Ende der Impulse des pulswertenmodulierten Signals F2 und dem Beginn des nächsten Ansteuerimpulses AI.

Abschließend ist in Fig. 13 der Verlauf der Schaltfrequenz abhängig von einer an der Last abgegebenen Leistung P<sub>Out</sub> aufgetragen. Eine erste Kurve FK1 zeigt den Frequenzverlauf bisher verwendeter Schaltnetzteile, bei welchen die Schaltfrequenz mit abnehmender Leistung P<sub>Out</sub> bzw. kleiner werdender Last ansteigt. In einer zweiten Kurve ist der Verlauf der Schaltfrequenz eines erfindungsgemäßen Schaltnetzteils dargestellt, bei welchem die Schaltfrequenz für kleiner werdende Lasten einem festem Wert entgegenstrebt, wobei für diese Dar-

stellung davon ausgegangen ist, daß kein Phasendiskriminator in dem Impulsgenerator verwendet ist.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Gleichspannungsversorgung einer an Ausgangsklemmen (AK) anschließbaren Last (R) mit:

- einem Halbleiterschaltelement (T) zum getakteten Anlegen einer Versorgungsspannung (V) an eine Primärwicklung (L1) eines Übertragers nach Maßgabe einer an einem Steuereingang (G) des Halbleiterschaltelements (T) anliegenden Folge von Ansteuerimpulsen (AI);

- einer Ansteuerschaltung (AS) zur Erzeugung der Ansteuerimpulse (AI) mit einer ersten Eingangsklemme (ASE1) zum Anlegen eines von einer Meßanordnung (MA) erzeugten, analogen lastabhängigen Regelsignals (RS), von welchem die Dauer der einzelnen Ansteuerimpulse (AI) abhängt, und mit einer zweiten Eingangsklemme (ASE2) zum Anlegen eines die Einschaltzeitpunkte der Ansteuerimpulse (AI) festlegenden Startsignals (SS);

20

g e k e n n z e i c h n e t durch folgendes weiteres Merkmal:

- einen Impulsgenerator (IG) mit einer Ausgangsklemme (IGA), die an die zweite Eingangsklemme (ASE2) der Ansteuerschaltung (AS) angeschlossen ist, zur Bereitstellung des impulsförmig ausgebildeten Startsignals (SS) nach Maßgabe des Regelsignals (RS), welches einer ersten Eingangsklemme (IGE1) des Impulsgenerators (IG) ebenfalls zugeführt ist, wobei der zeitliche Abstand der einzelnen Impulse des Startsignals (SS) vom Regelsignal (RS) beeinflussbar ist.

30

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Impulsgenerator (IG) eine Spannungs-Zeit-Wandlereinheit (SZW) aufweist, die abhängig von der Amplitude eines an einer Eingangsklemme der Spannungs-Zeit-Wandlereinheit (SZW) anliegenden, von dem Regelsignal (RS) abhängigen modifizierten Re-

35

gelsignals (MRS) ein pulsweitenmoduliertes Signal (F2) bereitstellt, welches das Startsignal (SS) freigibt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das modifizierte Regelsignal (MRS) das Regelsignal (RS) ist.

5

4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Impulsgenerator (IG) ein Detektionsmittel (DM) vorgesehen ist zur Detektion von Zeitpunkten zu welchen die Primärwicklung (L1) spannungsfrei ist

10 und daß der Impulsgenerator (IG) Logikmittel (LM) aufweist, welche das Startsignal (SS) nach Auftreten einer vorgegebenen Flanke des pulsweitenmodulierten Signals (F2) zu einem vorgegebenen dieser Zeitpunkte einschaltet.

15 5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Logikmittel (LM) das Startsignal (SS) zum unmittelbar nächsten der Zeitpunkte einschalten.

20 6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgegebene Flanke die fallende Flanke des pulsweitenmodulierten Signals (F2) ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Logikmittel (LM) ein UND-Glied (21)

25 aufweisen, welchem das pulsweitenmodulierte Signal (F2) und ein von den Detektionsmitteln (DM) bereitgestelltes Impuls-signal (NDG) zur Generierung des Startsignals (SS) zugeführt ist.

30

8. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Impulsgenerator (IG) über eine zweite Eingangsklemme (IGE2) ein Primärwicklungssignal (UDK) zuführbar ist, aus welchem in den Detektionsmitteln (DM) das

35 Impulssignal (NDG) erzeugbar ist.

9. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Impulsgenerator (IG) einen Rückkopplungszweig mit einem Phasendiskriminator (PD) zur Rückkopplung des an einem Ausgang des Spannungs-Zeit-Wandlers (SZW) anliegenden pulsweitenmodulierten Signals (F2) aufweist, wobei ein an einem Ausgang (RZA) des Rückkopplungszweiges anliegendes Ausgangssignal (UPD) des Phasendiskriminators (PD) dem Regelsignal (RS) mittels einer Addiereinheit (12) zur Bildung des modifizierten Regelsignals (MRS) zugeführt ist.

10. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Phasendiskriminator (PD) eine zweite Eingangsklemme (PDE2) aufweist, an welcher das Primärwicklungssignal (UDK) anliegt, wobei die Amplitude des am Ausgang (PDA) des Phasendiskriminators (PD) anliegenden Ausgangssignals (UPD) vom gegenseitigen zeitlichen Abstand zweier Flanken des pulsweitenmodulierten Signals (F2) und des Primärwicklungssignals (UDK) abhängt.

11. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Phasendiskriminator (PD) eine dritte Eingangsklemme (PDE3) zum Zuführen des Regelsignals (RS) aufweist, welches die maximale Amplitude des Ausgangssignals (UPD) beeinflusst.

12. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Impulsgenerator (IG) eine dritte Eingangsklemme (IGE3) zum Zuführen eines die Anfangszeitpunkte der einzelnen Impulse des pulsweitenmodulierten Signals (F2) festlegenden zweiten Startsignals aufweist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Startsignal abhängig von den Ansteuerimpulsen (AI) ist.

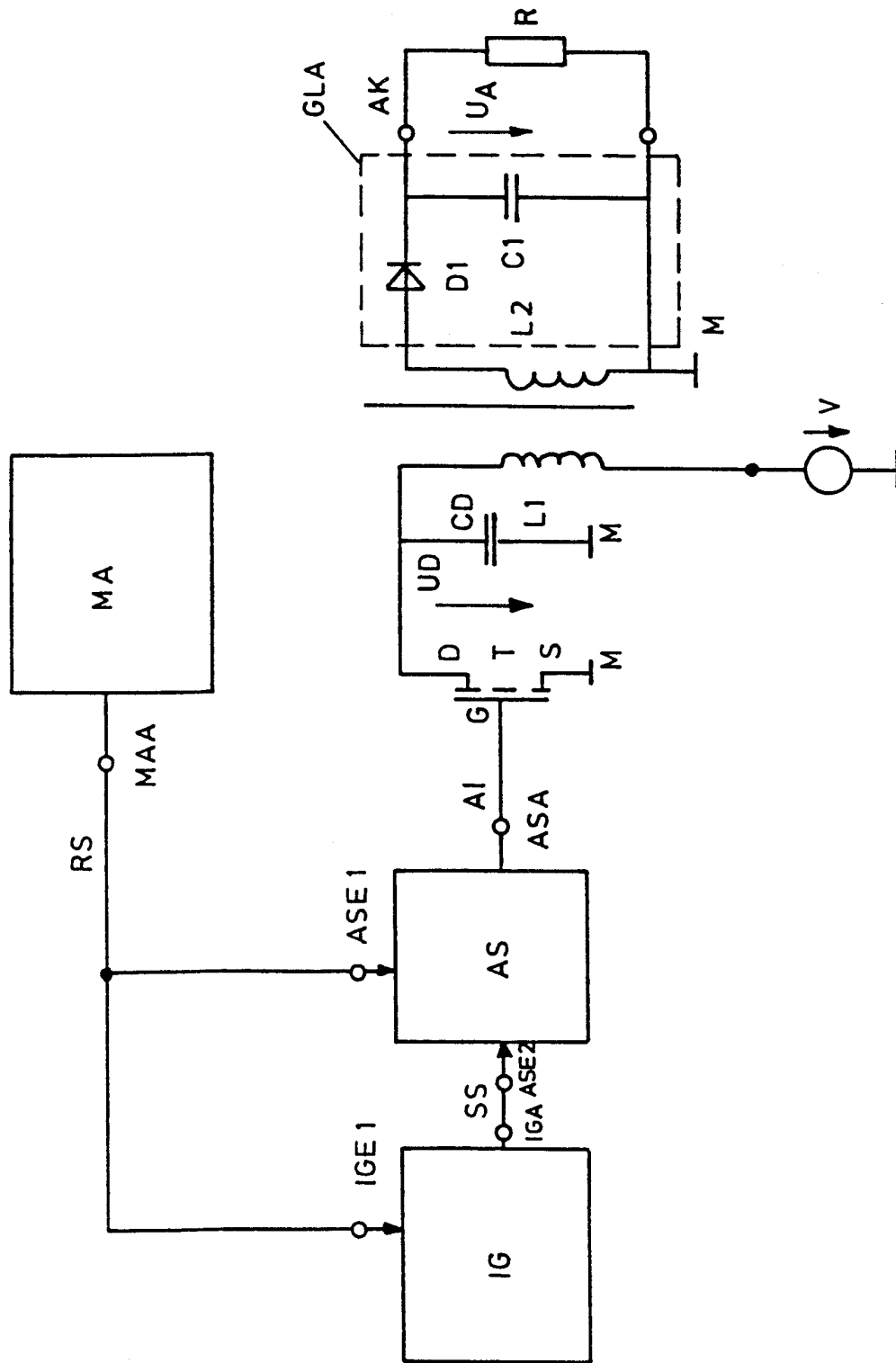


Fig.1

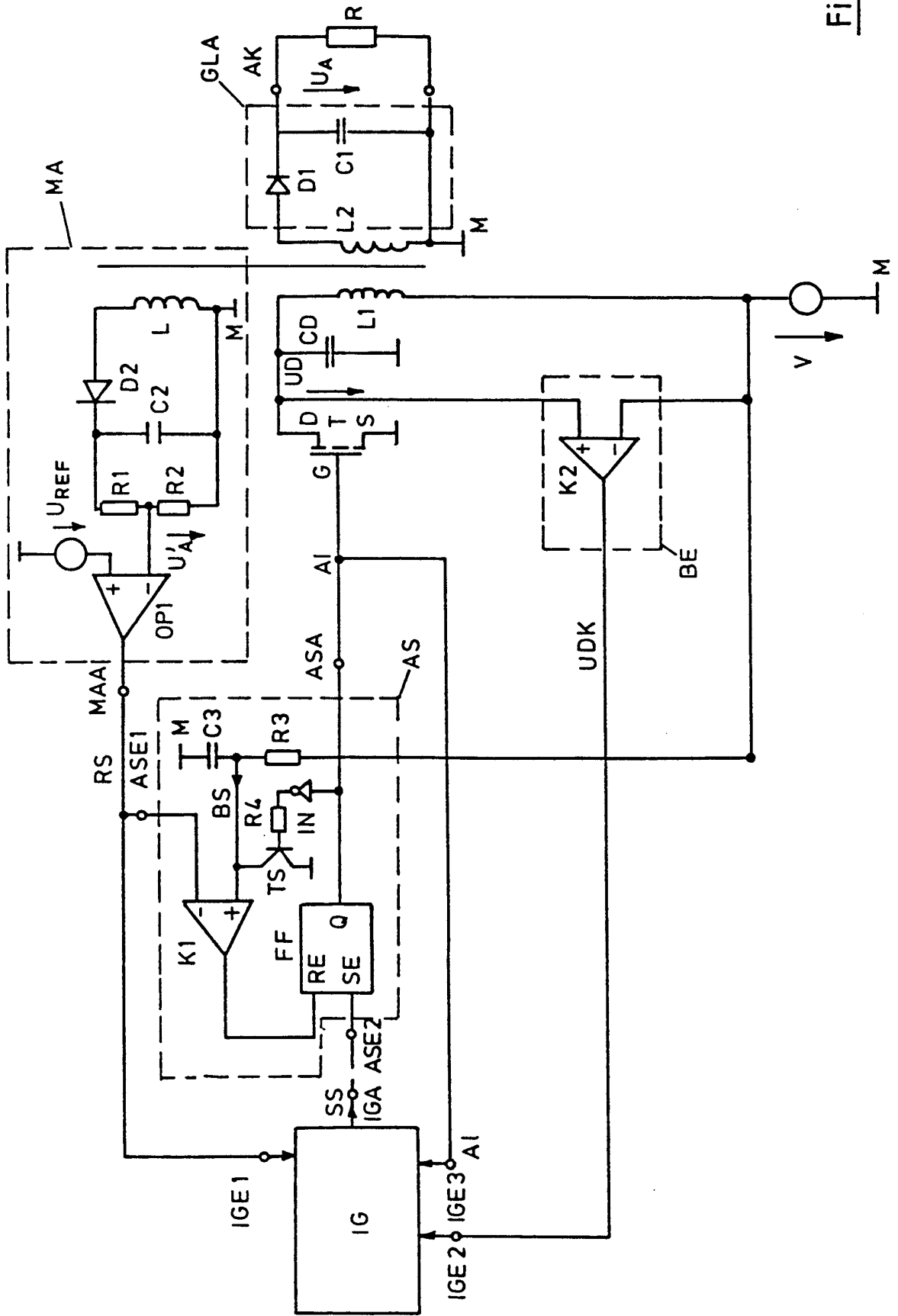


Fig. 2

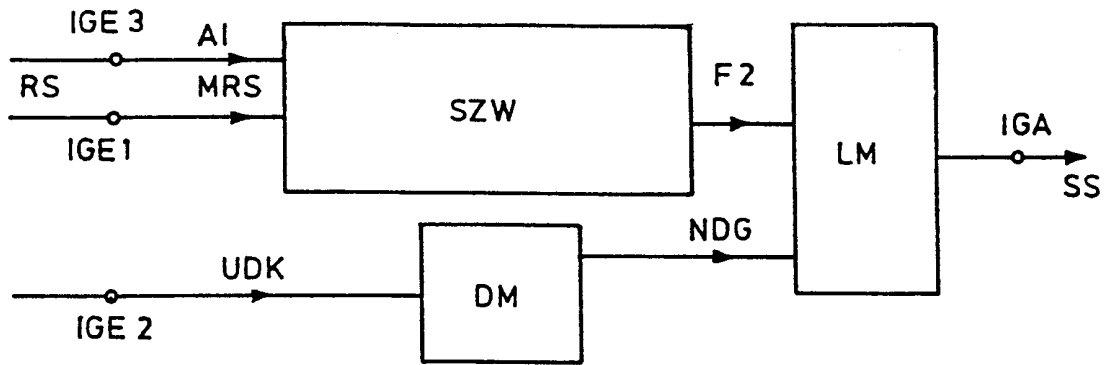


Fig. 3

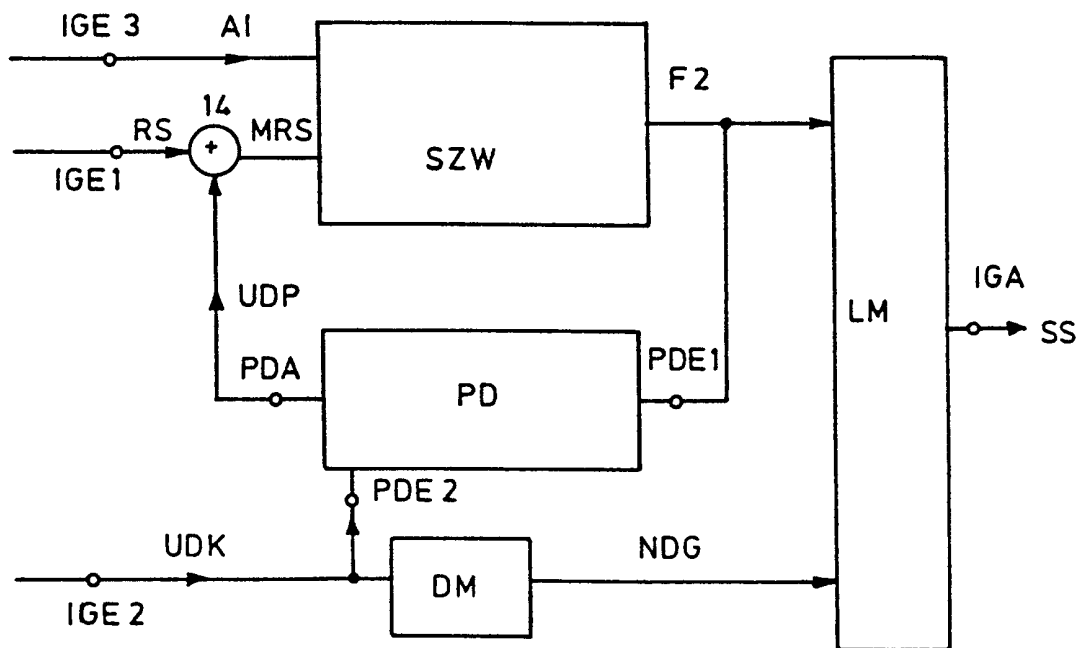
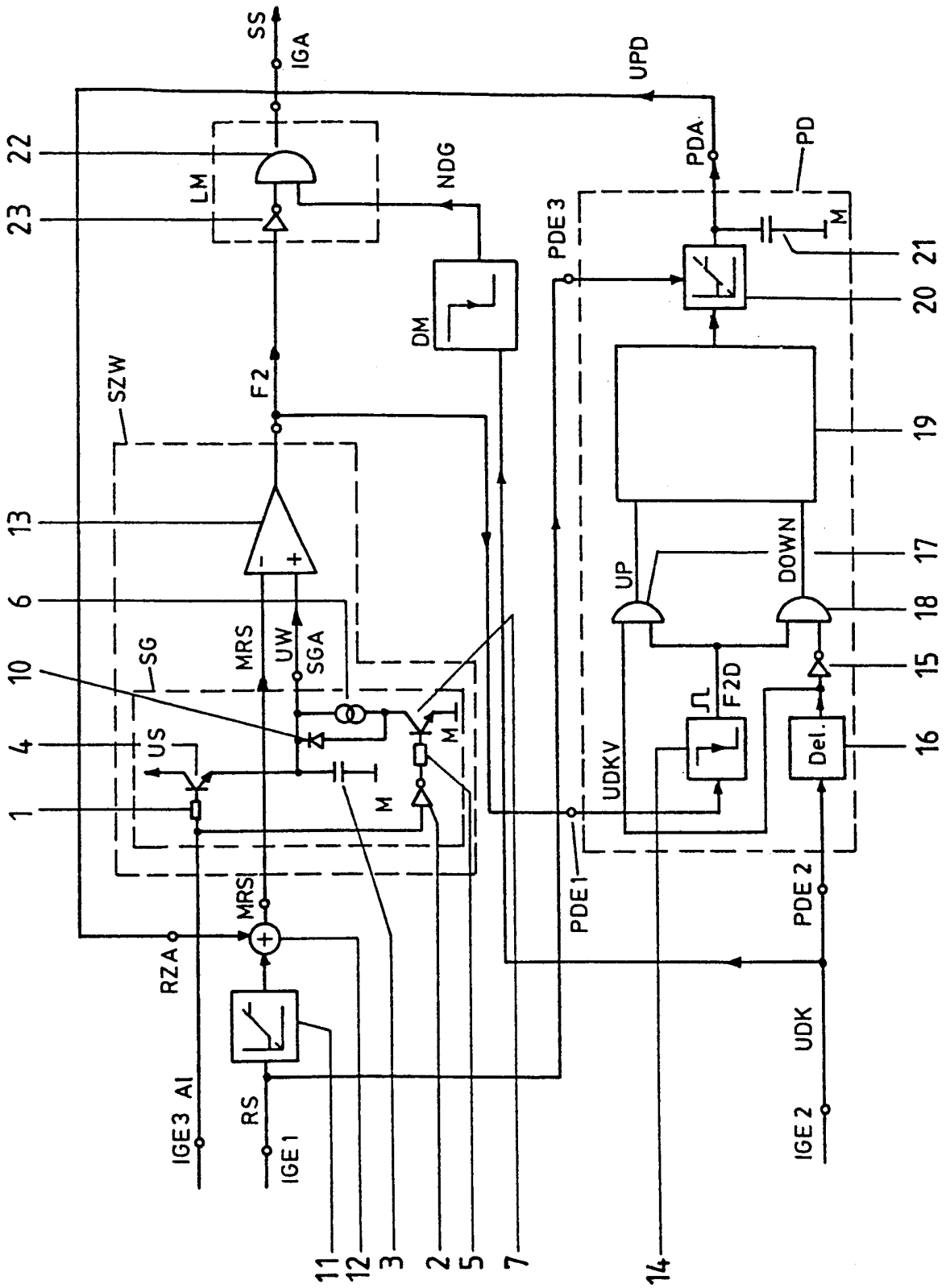


Fig. 4

Fig. 5



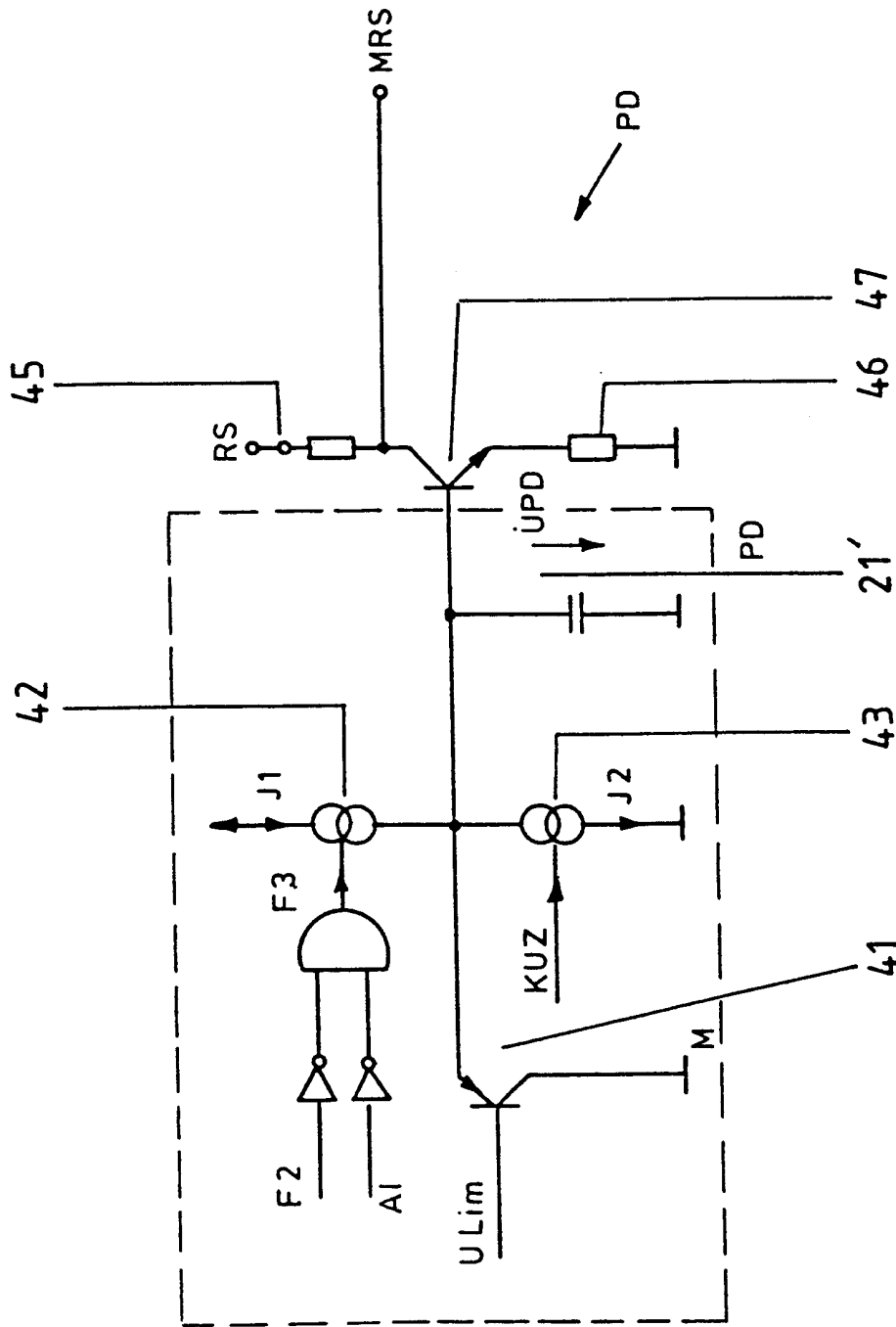


Fig. 6

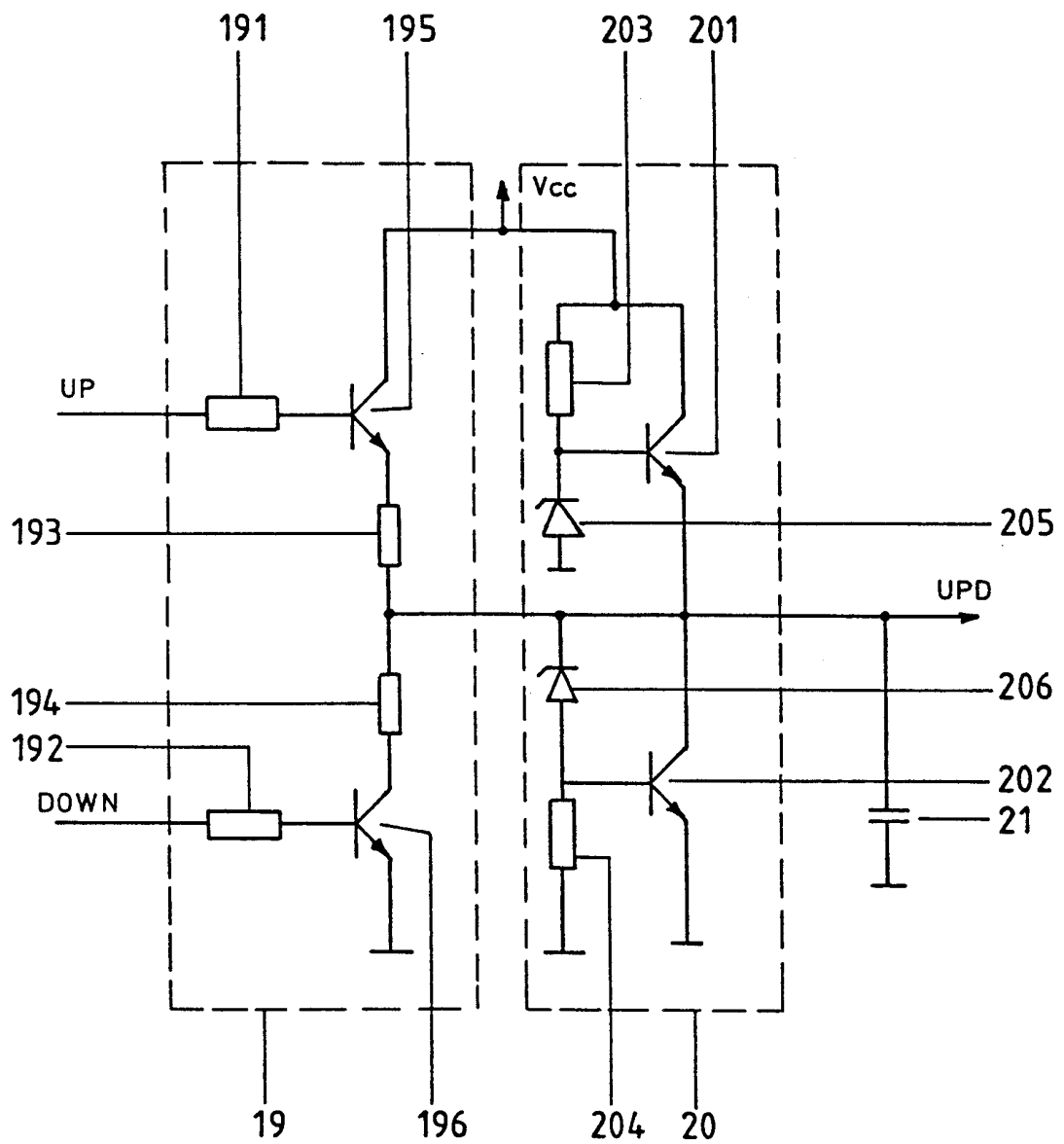


Fig. 7

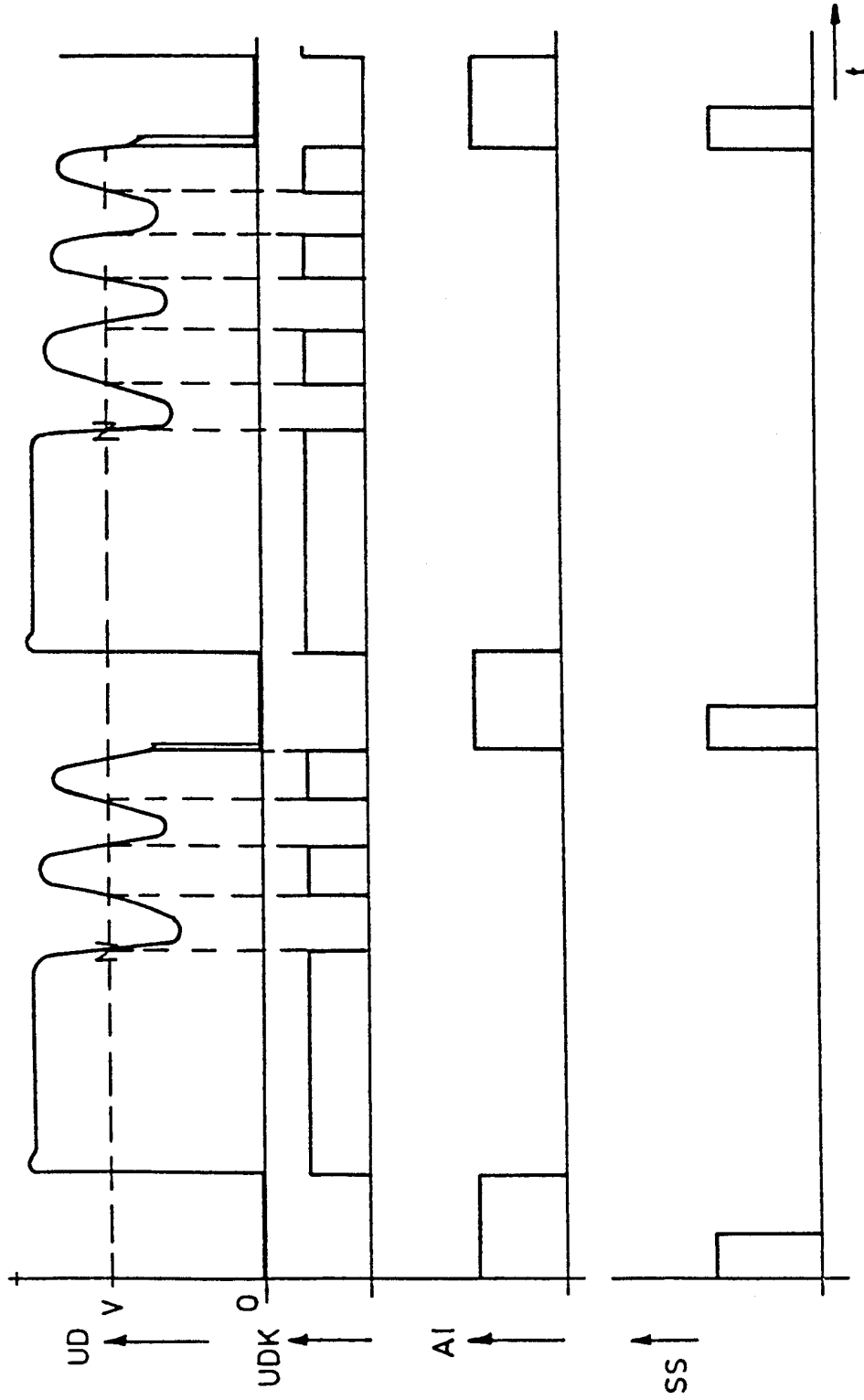


Fig. 8

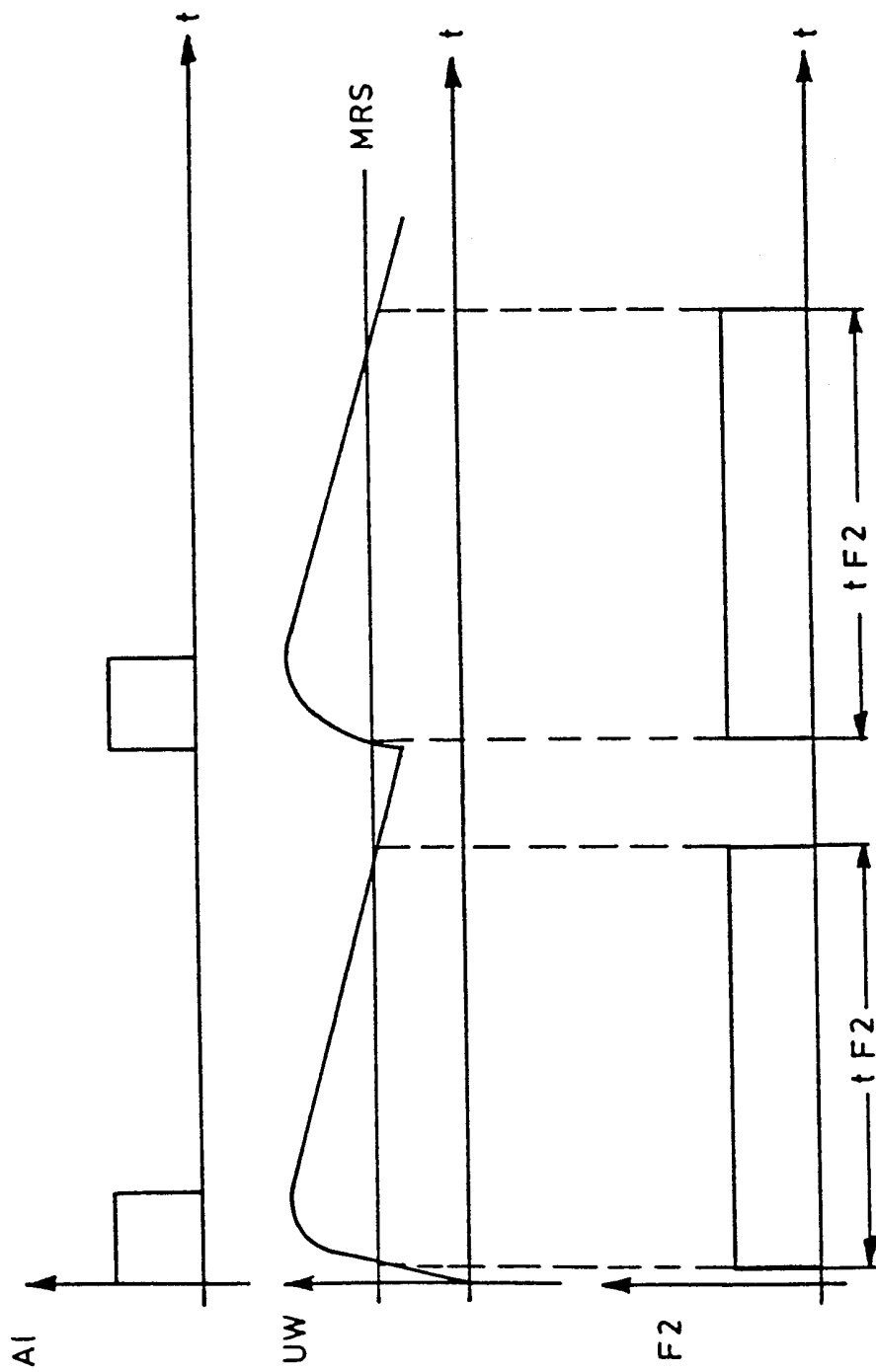


Fig.9

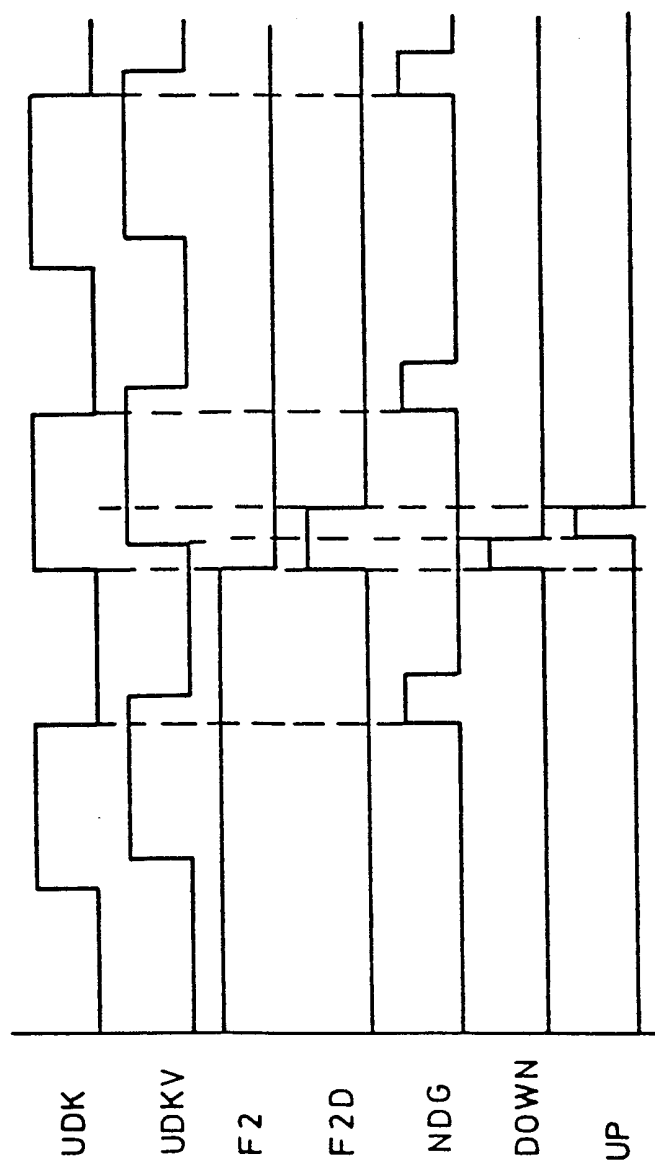


Fig. 10

10/12

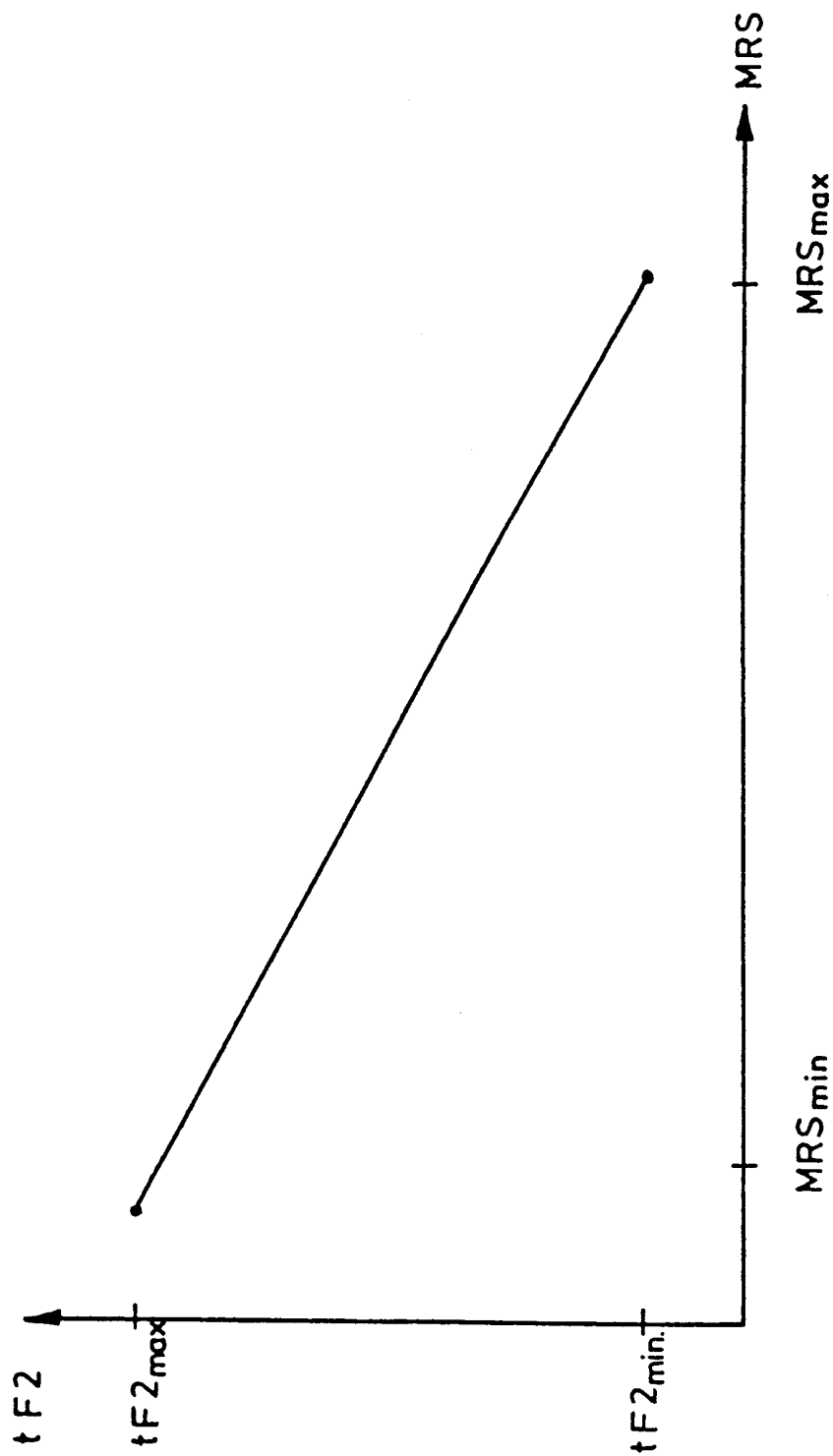


Fig. 11

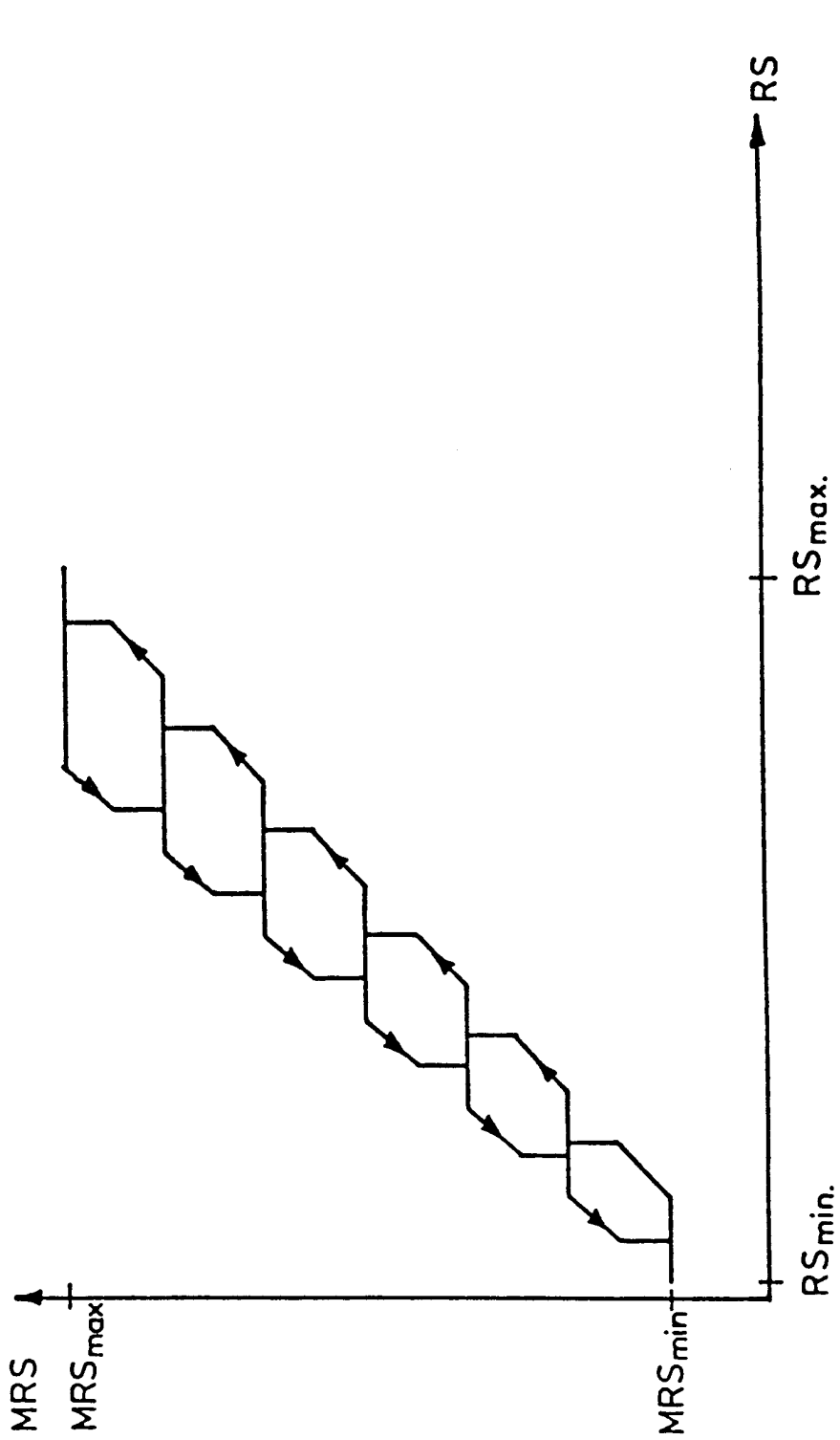


Fig. 12

12/12

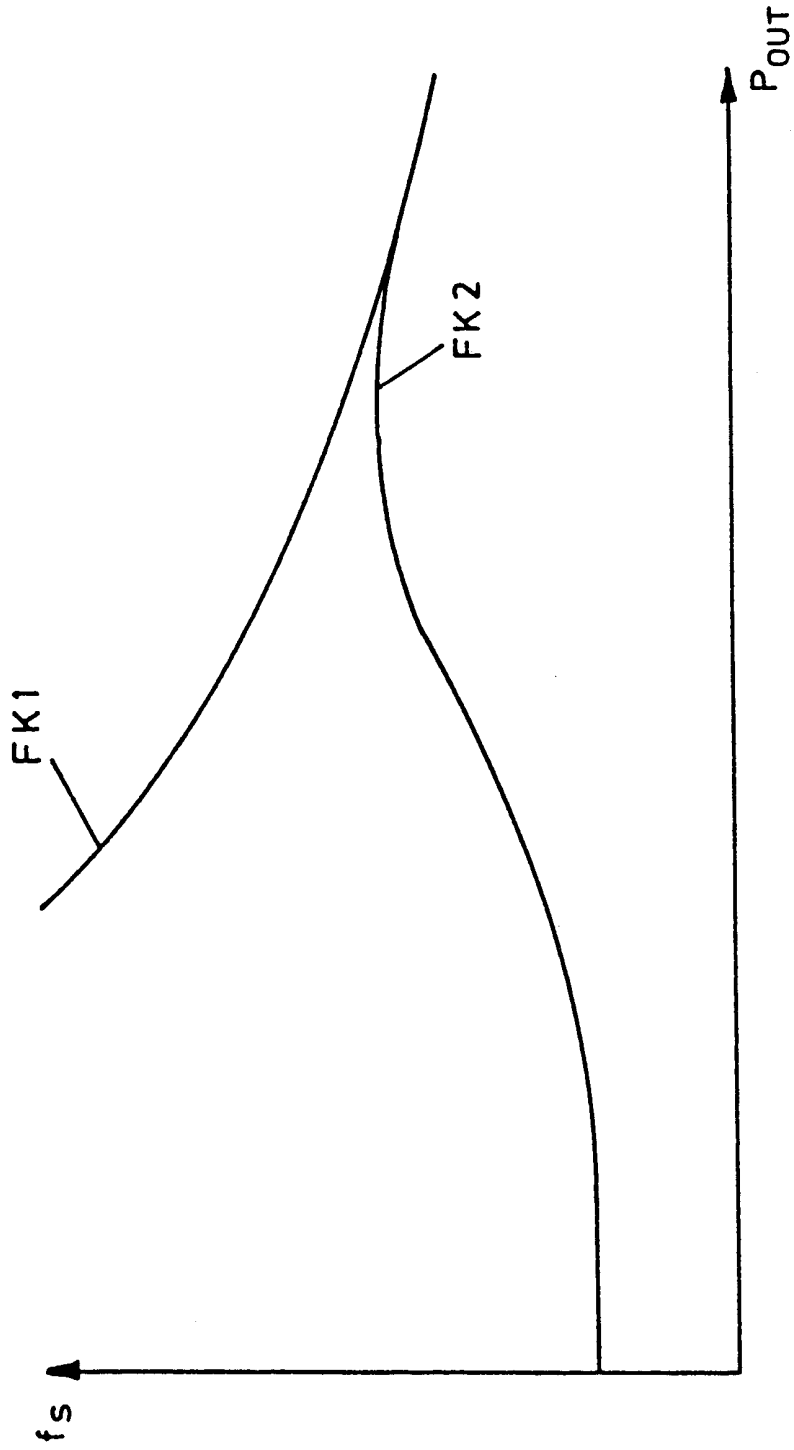


Fig. 13