



(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H03K 17/16	A2	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/14856 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 25. März 1999 (25.03.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/02730 (22) Internationales Anmeldedatum: 15. September 1998 (15.09.98) (30) Prioritätsdaten: 197 40 697.1 16. September 1997 (16.09.97) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ALLMEIER, Franz [DE/DE]; St.-Leonard-Gasse 6a, D-93098 Mintraching (DE). (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE- SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: KR, MX, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING AN INTEGRATED POWER AMPLIFIER STAGE

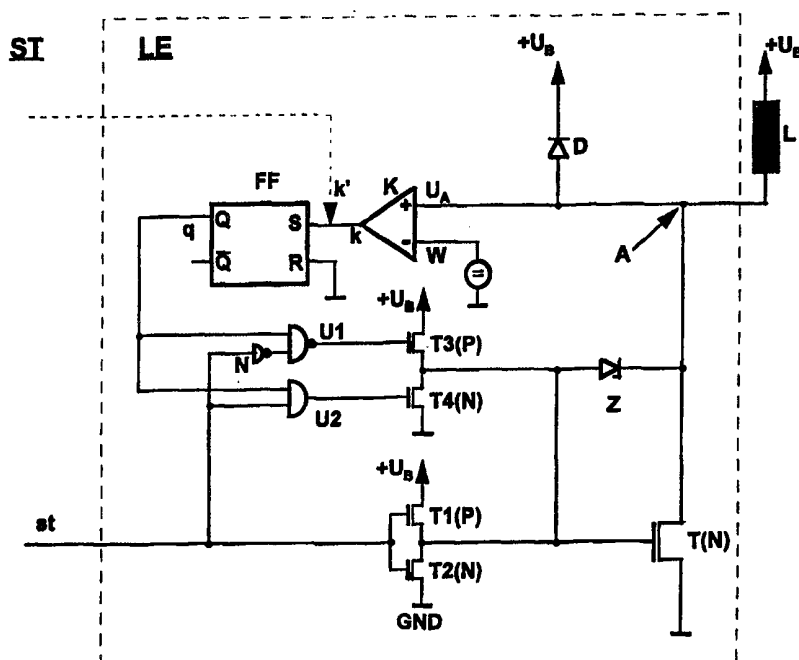
(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ANSTEUERN EINER INTEGRIERTEN LEISTUNGSENDSTUFE

(57) Abstract

The voltage (U_A) measurable at a connection point (A) located between the charge (L) and the stop motion switch when disconnecting the load (L) is compared with a set threshold value, and the stop motion switch control is either conductive or non conductive and is performed either by supplying a prescribed current to power-up and power-down flat flanks when $U_A < W$, or by supplying a stronger current to power-up and power-down steep flanks when $U_A > W$.

(57) Zusammenfassung

Die am Verbindungspunkt (A) zwischen Last (L) und Endschalter (T) beim Abschalten der Last (L) meßbare Spannung (U_A) wird mit einem vorgegebenen Schwellwert (W) verglichen und der Endschalter (T) mit einem vorgegebenen, flachen Ein- und Ausschaltflanken zugeordneten Strom leitend und nichtleitend gesteuert, wenn $U_A < W$, oder mit einem höheren, steilen Ein- und Ausschaltflanken zugeordneten Strom leitend und nichtleitend gesteuert, wenn $U_A > W$.



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	Aserbajdschan	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

Verfahren und Vorrichtung zum Ansteuern einer integrierten Leistungsendstufe

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ansteuern einer integrierten Leistungsendstufe zum Schalten von Lasten nach dem Oberbegriff von Anspruch 1. Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

10

Aus US 5,315,174 ist eine solche Vorrichtung zum Ansteuern einer Last mittels einer Leistungsendstufe bekannt, bei welcher die Steilheit der Schaltflanken eines mit der Last in Reihe an den Polen einer Spannungsquelle liegenden Leistungstransistors abhängig von externen Steuersignalen, die auch gespeichert sein können, entweder zunächst steil und anschließend flacher oder nur flach, eistellbar ist.

15

Aus US 5,568,081 ist eine Vorrichtung zum Ansteuern einer Leistungsendstufe bekannt, bei welcher die Steilheit der Ein- bzw. Ausschaltflanken der Leistungstransistoren abhängig von externen Steuersignalen eistellbar ist. Zusätzlich können in Perioden des Ausgangssignals, in denen die Ableitung di/dt des Ausgangsstromes nach der Zeit groß ist, flache Ein- und Ausschaltflanken gewählt werden, und in Perioden des Ausgangssignals, in denen die Ableitung di/dt des Ausgangsstromes nach der Zeit klein ist, steile Ein- und Ausschaltflanken gewählt werden.

20

25

Aus US 5,617,051 ist eine Einrichtung zum Begrenzen von Spannungsüberschwingern bekannt, bei der die Änderung bzw. Änderungsrate der Ausgangsspannung gemessen wird. Beim Überschreiten vorgegebener Werte erfolgt eine Rückkopplung auf die Ansteuerung derart, daß über eine Abflachung der Schalt-

30

flanken eine Reduzierung des Überswingverhaltens erreicht wird.

Leistungsendstufen werden insbesondere im Motorsteuerungsbe-
reich von Kraftfahrzeugen in großer Zahl verwendet. Je nach
5 Anwendungszweck werden die einzelnen Lasten sporadisch, mit
fester Ansteuerfrequenz oder drehzahlabhängig, mit mehr oder
weniger exakt einzuhaltenden Schaltzeiten angesteuert. Je ge-
nauer die Einschaltzeiten eingehalten werden müssen, umso
10 steilere Anstiegs- und Abfallflanken sind für die Endstufen-
schalter, welche die Last direkt schalten, erforderlich; Bei
weniger zeitkritischen Anwendungen werden den Lasten Frei-
laufdioden parallelgeschaltet.

15 Werden die Lasten drehzahlabhängig angesteuert, wobei mei-
stens exakte Einschaltzeiten, beispielsweise für Kraftstoffe-
inspritzung oder Zündung, gefordert werden, so ist das durch
die steilen Flanken der Schaltsignale erzeugte Störspektrum
breitbandig. Mit fester Frequenz angesteuerte Lasten bilden
20 eine feste Störfrequenz und sind deshalb kritischer.

Für jede Art der Ansteuerung dieser Lasten sind besonders an-
gepaßte Leistungsendstufen erforderlich. Infolge der großen
Zahl benötigter Leistungsendstufen werden integrierte Mehr-
25 fachtreiber eingesetzt, z.B. Vier- oder Achtfachtreiber, und
in naher Zukunft IC's mit noch mehr Treibern infolge höherer
Integrationsdichte, die dem jeweiligen Verwendungszweck mit-
tels externer Bauelemente aufwendig angepaßt werden müssen.
Dabei ist es gängige Praxis, die Schaltflanken der Leistungs-
30 schalter gerade so steil zu machen, wie es der Verwendungs-
zweck erfordert, um die Störstrahlung so gering wie möglich
zu halten.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Ansteuern ei-
35 ner integrierten Leistungsendstufe anzugeben, welches es er-

möglichst, daß die Leistungsendstufe selbst erkennen kann, ob die zu schaltende Last mit flachen oder steilen Schaltflanken anzusteuern ist und sich selbst darauf einstellt. Aufgabe der Erfindung ist auch, eine Vorrichtung zur Durchführung dieses
5 Verfahrens zu schaffen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die in den Ansprüchen 1 und 2 genannten Merkmale gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.
10

Die Erfindung wird nachstehend am Beispiel eines Verfahrens und einer Vorrichtung zum Ansteuern einer sich selbst auf steile oder flache Anstiegs- und Abfallflanken einstellenden, integrierten Leistungsendstufe zum Schalten eines induktiven Verbrauchers anhand einer schematischen Zeichnung erläutert.
15

Die einzige Figur zeigt in einem schematischen Schaltbild eine innerhalb eines nur angedeuteten Steuergerätes ST in einem strichlierten Kasten angeordnete integrierte Leistungsendstufe LE, welche eine in diesem Ausführungsbeispiel induktive Last L über einen Endschalter T mittels Steuersignalen st des Steuergerätes ST schaltet. Im Einschaltzustand des Endschalters T wird die einseitig am Pluspol $+U_B$ einer Bordspannung liegende Last L mit deren Minuspol GND verbunden, so daß nahezu die gesamte Bordspannung an der Last liegt. Der Einfachheit halber sei angenommen, daß die Bordspannung U_B zugleich die Versorgungsspannung des Steuergeräts ST und der Leistungsendstufe ist.
20
25

30

Bei weniger zeitkritischen Anwendungen ist der Last L eine Freilaufdiode D parallelgeschaltet. In diesem Ausführungsbeispiel sei die Freilaufdiode D als integriertes Bauteil vorgesehen, ihre Katode wird jedoch nicht mit dem Pluspol $+U_B$ ver-

bunden, wenn die Last mit steilen Flanken ein- und ausgeschaltet werden soll. Die Freilaufdiode D kann aber auch als externes Bauelement vorgesehen sein.

- 5 Beim Abschalten der induktiven Last L unterscheiden sich die Spannungsverläufe am Verbindungspunkt A zwischen Last L und Endschalter T, abhängig davon, ob die Last über eine Freilaufdiode D entregt wird oder nicht. Beim Abschalten mit Freilaufdiode steigt die Spannung U_A am Verbindungspunkt A, 10 die während des Einschaltzustandes nahe dem Minuspotential lag, wieder auf das Potential der Bordspannung $+U_B$, beispielsweise +12V, an, bei einer Last ohne Freilaufdiode hingegen auf eine wesentlich höhere Spannung, welche auf die Zenerspannung U_Z , beispielsweise +50V, einer zwischen dem Steuereingang des Endschalters T und dem Verbindungspunkt A üblicherweise zum Schutz des Endschalters T angeordneten, integrierten Zenerdiode Z begrenzt wird. An diesen unterschiedli- 15 chen Werten der Abschaltspannung am Verbindungspunkt A ist erkennbar, ob die Leistungsendstufe die jeweilige induktive Last mit steilen oder flachen Schaltflanken schalten soll. 20

Diese Spannungsmessung wird erfindungsgemäß mittels eines Komparators K durchgeführt, dessen einer Eingang mit dem Verbindungspunkt A verbunden ist, und an dessen anderem Eingang 25 ein vorgegebener Spannungs-Schwellwert W von beispielsweise +30V liegt. Der Ausgang des Komparators K ist mit dem Setzeingang S eines RS-Flipflops FF verbunden, dessen Ausgang Q bei jedem Betriebsbeginn auf einem Signalpegel $q = L$ (low) liegt.

30

Beim Ausschaltvorgang nach dem ersten Ansteuervorgang der Last L bleibt die Spannung U_A entweder unterhalb des Schwellwertes W (wenn die Freilaufdiode D parallel zur Last L geschaltet ist, das Komparatorausgangssignal $k = L$) oder sie

übersteigt den Schwellwert W (wenn ohne Freilaufdiode D mit steilen Flanken geschaltet wird).

In letzterem Fall (steile Flanken) wird das RS-Flipflop FF
5 durch das Ausgangssignal $k = H$ (high) des Komparators K gesetzt, d.h., dessen Ausgang Q wird auf einen Signalpegel $q = H$ (high) gesetzt; andernfalls (flache Flanken) bleibt der Ausgang Q auf Signalpegel $q = L$. Dieser Wert $q = L$ oder $q = H$ bleibt während des gesamten Betriebslaufs im RS-Flipflop FF
10 gespeichert.

Das im Steuergerät ST erzeugte Steuersignal st wird den Steuereingängen eines aus zwei in Reihe zwischen Pluspol $+U_B$ und Minuspol GND der Bordspannung liegenden Treiber-Schaltern $T1$
15 und $T2$ bestehenden ersten Treibers zugeführt.

Mit dem Ausgang Q des RS-Flipflops FF ist eine Schaltlogik verbunden, bestehend aus einem NAND-Glied $U1$, einem UND-Glied $U2$ sowie einem Inverter N , welche die Schaltgeschwindigkeit
20 des Endschalters T entsprechend den Signalen q und st steuert.

Der Ausgang Q des RS-Flipflops FF ist mit je einem Eingang des NAND-Gliedes $U1$ und des UND-Gliedes $U2$ verbunden. Dem anderen Eingang des UND-Gliedes $U2$ wird das Steuersignal st direkt, und dem anderen Eingang des NAND-Gliedes $U1$ über den Inverter N zugeführt.
25

Die in der Figur schematisch dargestellten Schalter T und $T1$
30 bis $T4$ seien in diesem Ausführungsbeispiel als integrierte MOSFET-Schalter ausgeführt ($T1$ und $T3$ als P-Kanal-MOSFET's, welche leitend sind, wenn an ihrem Steuereingang ein L-Signal anliegt; sowie $T2$, $T2$ und $T4$ als N-Kanal-MOSFET's, welche leitend sind, wenn an ihrem Steuereingang ein H-Signal anliegt),
35 wobei $T1$ bis $T4$ als schaltbare Widerstände aufzufassen sind,

welche mit der Eingangskapazität des Endschalters T ein RC-Glied bilden. Die Treiber-Schalter T1 bis T4 könnten beispielsweise auch als Bipolarschalter in Reihenschaltung mit je einem (wegen schlechter Integrationsmöglichkeit gegebenenfalls externen) Widerstand oder je einer Stromquelle ausgeführt sein.

Die Größe des über den Steuereingang des Endschalters T fließenden Stromes (von $+U_B$ oder nach GND) bestimmt die Geschwindigkeit, mit der dieser leitend oder nichtleitend wird. In der Zeichnung ist die Ausführung als P- oder N-Kanal-MOSFET-Schalter hinter den Bezugszeichen von T und T1 bis T4 in Klammern gesetzt.

Selbstverständlich ist die beschriebene Leistungsendstufe LE mit entsprechenden Schaltelementen auch in „invertierter Logik“, bei der die Last mit dem Minuspol GND verbunden ist und der Endschalter T als Highside-Schalter ausgebildet ist, ausführbar.

Weiterhin ist ein zweiter Treiber vorgesehen, bestehend aus den bereits erwähnten Treiber-Schaltern T3 und T4, welche ebenfalls in Reihe zwischen Pluspol $+U_B$ und Minuspol GND der Bordspannung liegen, und die von der beschriebenen Schaltunglogik angesteuert werden. Der Steuereingang des Treiber-Schalters T3 ist mit dem Ausgang des NAND-Gliedes U1 verbunden, während der Steuereingang des Treiber-Schalters T4 mit dem Ausgang des UND-Gliedes U2 verbunden ist. Der Verbindungspunkt beider Treiber-Schalter T3 und T4 ist, wie der des ersten Treibers, mit dem Steuereingang des Endschalters T verbunden.

Das Steuersignal st ist in diesem Ausführungsbeispiel ein invertiertes Signal, d.h., der Endschalter T soll leitend sein,

wenn $st = L$; und soll nichtleitend sein, wenn $st = H$.

Ist das Ausgangssignal q des RS-Flipflops FF $q = L$, so steht am Ausgang des NAND-Gliedes U1 ein H-Signal und am Ausgang
5 des UND-Gliedes U2 ein L-Signal. Die beiden Treiber-Schalter T3 und T4 sind nichtleitend. Mit Erscheinen eines Steuersignals $st = L$ wird Treiber-Schalter T1 leitend und Treiber-Schalter T2 nichtleitend, wodurch der Endschalter T mit einem Strom (von $+U_B$ über T1) angesteuert wird, durch welchen er
10 mit flacher Anstiegsflanke leitend wird. Beim Verschwinden des Steuersignals $st = 1$ wird Treiber-Schalter T1 nichtleitend und Treiber-Schalter T2 leitend, wodurch der Endschalter T mit flacher Abfallflanke wieder nichtleitend wird.

15 Ist das Ausgangssignal q des RS-Flipflops FF $q = H$, so werden mit Erscheinen eines Steuersignals $st = L$ gleichzeitig die Treiber-Schalter T1 und T3 parallelgeschaltet und leitend, wodurch der Endschalter T mit einem höheren Strom angesteuert wird, als zuvor bei $q = L$ beschrieben (da jetzt T1 und T3 mit
20 geringerem Gesamtwiderstand parallel liegen), wobei der Endschalter T mit steiler Anstiegsflanke leitend wird. Beim Verschwinden des Steuersignals ($st = H$) werden die Treiber-Schalter T1 und T3 nichtleitend (der Ausgang des UND-Gliedes U2 geht infolge des Inverters N auf H-Signal). Damit werden die
25 jetzt parallel geschalteten Treiber-Schalter T2 und T4 leitend, wobei der Endschalter T mit steiler Abfallflanke nichtleitend wird.

Die beschriebene Leistungsendstufe eignet sich nicht nur für
30 induktive, sondern auch für Ohm'sche Lasten. In diesem Fall wird der Schwellwert W beim ersten Abschalten der Last L nach Betriebsbeginn nicht überschritten, die Last wird dementsprechend mit flachen Flanken angesteuert.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ansteuern einer integrierten Leistungsend-
5 stufe zum Schalten einer mit einem Endschalter (T) dieser
Leistungsendstufe in Reihenschaltung an den Polen (+U_B, GND)
einer Spannungsquelle liegenden, mit oder ohne Freilaufdiode
(D) beschalteten Last (L) mit steilen oder flachen Ein- und
Ausschaltflanken mittels Steuersignalen (st) eines Steuergerä-
10 tes (ST),

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß die am Verbindungspunkt (A) zwischen Last (L) und End-
15 schalter (T) beim Abschalten der Last (L) meßbare Spannung
(U_A) mit einem vorgegebenen Schwellwert (W) verglichen wird,

daß ein dem Vergleichsergebnis zugeordneter Wert (q) während
des Betriebslaufs gespeichert wird, und

20 daß der Endschalter (T) mit einem vorgegebenen, flachen Ein-
und Ausschaltflanken zugeordneten Strom leitend und nichtlei-
tend gesteuert wird, wenn $q = L$, und mit einem höheren, stei-
len Ein- und Ausschaltflanken zugeordneten Strom leitend und
25 nichtleitend gesteuert wird, wenn $q = H$.

2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach An-
spruch 1, dadurch gekennzeichnet,

30 daß ein erster Treiber vorgesehen ist, bestehend aus zwei
Treiber-Schaltern (T1, T2), die in Reihenschaltung zwischen
Pluspol (+U_B) und Minuspol (GND) der Bordspannung liegen, de-

ren Steuereingängen das Steuersignal (st) zugeführt wird, und deren Verbindungspunkt mit dem Steuereingang des Endschalters (T) verbunden ist,

5 daß ein Komparator (K) vorgesehen ist, dessen einer Eingang mit dem Verbindungspunkt (A) zwischen Last (L) und Endschalter (T) verbunden ist, und dessen anderem Eingang ein Schwellwert (W) zugeführt ist,

10 daß ein RS-Flipflop (FF) vorgesehen ist, dessen Setzeingang (S) mit dem Ausgang des Komparators (K) verbunden ist, und dessen Rücksetzeingang mit dem Minuspol (GND) verbunden ist,

daß eine Schaltlogik vorgesehen ist, bestehend aus einem
15 NAND-Glied (U1), einem UND-Glied (U2) sowie einem Inverter (N), wobei der Ausgang (Q) des RS-Flipflops (FF) mit je einem Eingang des NAND-Gliedes (U1) und des UND-Gliedes (U2) verbunden ist, und wobei das Steuersignal (st) dem anderen Eingang des UND-Gliedes (U2) direkt und dem anderen Eingang des
20 NAND-Gliedes (U1) über den Inverter (N) zugeführt wird, und

daß ein zweiter Treiber vorgesehen ist, bestehend aus zwei Treiber-Schaltern (T3, T4), die in Reihenschaltung zwischen Pluspol (+U_B) und Minuspol (GND) der Bordspannung liegen, wo-
25 bei der Steuereingang des Treiber-Schalters (T3) mit dem Ausgang des NAND-Gliedes (U1) und der Steuereingang des Treiber-Schalters (T4) mit dem Ausgang des UND-Gliedes (U2) verbunden ist, und wobei der Verbindungspunkt der beiden Treiber-Schalter (T3, T4) mit dem Steuereingang des Endschalters (T) ver-
30 bunden ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Endschalter (T) und die Treiber-Schalter (T1 bis T4) in-
35 tegrierte MOSFET-Schalter sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Treiber-Schalter (T1 und T3) als P-Kanal-MOSFET's, der Endschalter (T1) und die Treiber-Schalter (T2 und T4) hingegen als N-Kanal-MOSFET's ausgeführt sind.

5

5. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Treiber-Schalter (T1 bis T4) als Bipolartransistoren ausgeführt sind, wobei mit jedem Transistor ein Widerstand oder
10 eine Stromquelle in Reihe geschaltet ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Setzeingang (S) des RS-Flipflops (FF) mit einem ein Ausgangssignal ($k' = 1$ oder H) liefernden Ausgang des Steuergerätes (ST) verbunden ist.
15

7. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß
20 die Steuereingänge der Treiberschalter (T3 und T4) direkt mit Ausgängen des Steuergerätes (ST) verbunden sind, von welchen sie mit Ansteuersignalen mit einer der gewünschten Steilheit zugeordneten Amplitude beaufschlagt werden.

1/1

