

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **88114223.6**

51 Int. Cl. 4: **F02D 41/20 , H01H 47/32 , H03K 17/64**

22 Anmeldetag: **31.08.88**

30 Priorität: **30.09.87 DE 3733086**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.04.89 Patentblatt 89/14

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT

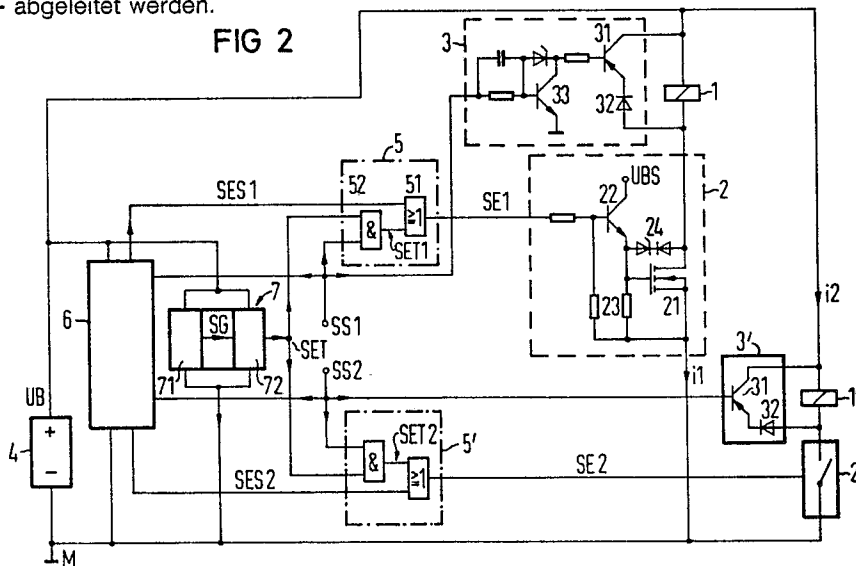
71 Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft Berlin und München**
Wittelsbacherplatz 2
D-8000 München 2(DE)

72 Erfinder: **Glehr, Manfred, Dipl.-Ing.**
Gartenweg 8
D-8330 Eppenfelden(DE)

54 **Verfahren und Anordnung zum Steuern des Laststromes in einem Lastkreis mit einem induktiven Verbraucher, insbesondere mit einem Kraftstoffeinspritzventil.**

57 Zum Steuern der Einschaltzeiten des Laststromes in einem Lastkreis mit einer induktiven Last (1), insbesondere mit einem Kraftstoffeinspritzventil, wird ein Modell verwendet, das etwa dasselbe Zeitverhalten und dieselbe Abhängigkeit von der Höhe der Betriebsspannung wie der Lastkreis hat:
 Dadurch kann auf einen Meßwiderstand im Lastkreis zur Erfassung des Stromistwertes verzichtet werden. Die Einschaltzeiten werden mit Hilfe monostabiler Kippglieder und spannungsabhängiger Ladekreise erzeugt. Die Einschaltsignale (SE) für mehrere Lastkreise können mit Hilfe von Verknüpfungsgliedern (5, 5') von denselben Kippgliedern - Startsignalgeber (6), Taktgeber (7) - abgeleitet werden.

FIG 2



Verfahren und Anordnung zum Steuern des Laststromes in einem Lastkreis mit einem induktiven Verbraucher, insbesondere mit einem Kraftstoffeinspritzventil

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern des Laststromes gemäß Oberbegriff von Anspruch 1 und eine zugehörige Anordnung.

Bei einer aus der US-PS 4 180 026 bekannten Anordnung dieser Art liegt im Lastkreis ein Meßwiderstand, an dem ein dem Laststrom proportionaler Spannungsabfall entsteht, der als Istwert für eine Steuereinrichtung zum Steuern oder Regeln des Laststromes dient.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die mit einem solchen Widerstand verbundenen Nachteile, wie Leistungsverluste und niedrigeren Spitzenstrom, zu vermeiden.

Erfindungsgemäß gelingt dies mittels eines Modells, das etwa dasselbe Zeitverhalten und dieselbe Abhängigkeit von der Höhe der Spannung der den Lastkreis speisenden Spannungsquelle hat wie der Lastkreis und das zu Beginn des Einschaltsignals gestartet wird und das das Ende des Einschaltsignals bestimmt. Die Erfindung geht davon aus, daß die das Zeitverhalten des Lastkreises bestimmenden Parameter - Widerstände, Induktivität - im wesentlichen konstant sind und somit das Zeitverhalten nur von der Betriebsspannung abhängig ist. Durch Nachbildung des Zeitverhaltens des Lastkreises mit Hilfe des Modelles erhält man so ohne Meßwiderstand im Lastkreis ein dem Laststrom proportionales Signal, das als Istwert zum Regeln, Steuern oder Begrenzen des Laststromes verwendet werden kann.

Vorzugsweise wird man als Modell einen Ladekreis mit einem elektrischen Speicher und einer Ladequelle (Spannungs- oder Stromquelle) verwenden und die Ladegröße (Spannung oder Strom) an dem Speicher mit einem Grenzwert vergleichen. Dabei kann entweder die von der Ladequelle gelieferte Quellgröße (Spannung oder Strom) bei konstantem Grenzwert oder dieser Grenzwert bei konstanter Quellgröße von der Betriebsspannung der Spannungsquelle abhängig sein. Vorzugsweise ist die Quellgröße eine von der Betriebsspannung abhängige Spannung, mit der ein als Speicher dienender Kondensator aufgeladen wird. Grundsätzlich kann aber als Quellgröße auch ein Strom dienen, mit dem eine Spule als Speicher aufgeladen wird.

Das Zeitverhalten des Lastkreises läßt sich natürlich auch mit Hilfe eines Digitalrechners nachbilden.

Die Erfindung ermöglicht es auch, den Strom während der Dauer eines Schließsignals unterschiedlich einzustellen: Zum Beispiel kann man zu Beginn des Schließsignals ein Startsignal mit einer bestimmten Startdauer und anschließend inter-

mittierend Taktsignale mit einer Taktdauer erzeugen, die kürzer als die Startdauer ist. Über die Einstellung der Startdauer und der Taktdauer läßt sich die Höhe des maximalen Einschaltstromes und eines niedrigeren Haltestromes bestimmen. Wenn mehrere induktive Lasten, z.B. Einspritzventile, mit zeitlich versetztem Schließsignal angesteuert werden sollen, kann man gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ein einziges Modell zur Bestimmung der Startdauer und ein weiteres Modell zur Bestimmung der Taktdauer verwenden. Die aus jeweils einem Startsignal und mehreren Taktsignalen zusammengesetzten Einschaltsignale für jede Last werden mit Hilfe logischer Verknüpfungsglieder gebildet.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung wird anhand der Figuren näher erläutert; es zeigen:

FIG 1 ein Diagramm mit Signal- und Stromverläufen,

FIG 2 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung zur Steuerung von zwei Lastkreisen,

FIG 3 den Aufbau des in FIG 2 mit 6 bezeichneten Startsignalgebers,

FIG 4 eine alternative Ausführungsform für den Startsignalgeber,

FIG 5 den Zusammenhang zwischen der Startdauer TES und der Betriebsspannung UB,

FIG 6 den Zusammenhang zwischen dem Tastverhältnis (Taktdauer TEN zu Taktperiodendauer T) und der Betriebsspannung UB, und

FIG 7 ein Signaldiagramm für die in FIG 2 angegebenen Signale bei zwei unterschiedlichen Betriebsspannungen UB.

FIG 1 zeigt in der ersten Zeile ein Schließsignal SS, dessen Dauer die Öffnungszeit eines Einspritzventils bestimmt und dementsprechend aus Betriebsparametern einer Brennkraftmaschine berechnet ist. Um eine möglichst kleine Anzugszeit des Ventils zu erreichen, soll der Laststrom i so schnell wie möglich auf einen vorgegebenen Sollwert $iS1$ ansteigen; nach Anzug des Ventils soll der Strom durch einen Schaltbetrieb um einen mittleren Haltestrom iH pendeln und dabei intermittierend auf einen niedrigeren Sollwert $iS2$ ansteigen.

Das hierfür erforderliche Einschaltsignal SE für einen Schalter im Laststromkreis des Einspritzventils ist in Zeile 2 dargestellt; es setzt sich zusammen aus einem Startsignal SES mit der Startdauer TES und dann intermittierend anschließenden Taktsignalen SET mit der Taktdauer TEN. Die Taktsignale sind durch Taktpausen TP getrennt. Der Hal-

testrom i_H hängt dabei vom Tastverhältnis, also dem Verhältnis der Taktdauer T_{En} zur Taktpendendauer T ab.

In FIG 2 sind zwei identische Lastkreise mit je einer induktiven Last $1, 1'$ in Form eines Einspritzventils und einem Schalter $2, 2'$ dargestellt und an eine Spannungsquelle 4 angeschlossen.

Jeder Schalter $2, 2'$ besteht im wesentlichen aus einem MOSFET 21 , der mit Hilfe des Spannungsabfalles an einem Widerstand 23 durchgesteuert wird. Dieser Spannungsabfall entsteht jedesmal, wenn ein Transistor 22 durch das Einschaltssignal $SE_{1,2}$ durchgesteuert wird: Dann fließt über diesen Transistor 22 ein Strom von einer nicht dargestellten Spannungsquelle mit der stabilisierten Spannung UBS über den Widerstand 23 . Eine Serienschaltung 24 aus einer Diode und einer Zenerdiode schützt den MOSFET 21 gegen Abschaltüberspannung.

Jeder Last $1, 1'$ ist ein Freilaufzweig $3, 3'$ parallelgeschaltet, der im wesentlichen aus einer Freilaufdiode 32 und einem Transistor 31 besteht. Letzterer wird über einen Transistor 33 jeweils durch das Schließsignal SS während der Dauer dieses Schließsignals durchgesteuert: Wenn daher der Schalter $2, 2'$ in den Taktpausen TP offen ist, kann der Laststrom über den Freilaufzweig weiterfließen.

Das Startsignal SES für beide Laststromkreise wird von dem Startsignalgeber 6 erzeugt, der in FIG 3 detaillierter dargestellt ist. Er enthält ein monostabiles Kippglied 60 , das im wesentlichen aus einem integrierten Kippkreis 600 (z.B. Type LM555 der Firma National Semiconductor) und einem als Startmodell wirkenden Ladekreis mit einem einstellbaren Widerstand 101 einer Entkopplungsdiode 602 und einem Kondensator 603 besteht. An dem Ladekreis liegt die - variable - Betriebsspannung UB . Der Kondensator 603 ist an den Schwelleneingang THR und den Entladeeingang DIS des Kippkreises 600 angeschlossen, dessen Eingänge NSN , RES einerseits und GRO andererseits an eine nicht dargestellte Spannungsquelle mit der stabilisierten Spannung UBS angeschlossen sind. Um den in FIG 5 dargestellten Kurvenverlauf zu erhalten wird der Kondensator 603 zusätzlich über einen Widerstand 604 und eine Entkopplungsdiode 605 abhängig von der stabilisierten Spannung UBS aufgeladen.

Das Kippglied 60 ist triggerbar über einen Impuls am Triggereingang TRI : Dadurch wird am Ausgang OUT das Startsignal SES gesetzt und der Kondensator 603 über den Eingang DIS schnell entladen. Das Startsignal SES entfällt wieder, sobald die Spannung an dem Kondensator 603 einen in dem Kippkreis 600 eingestellten festen Grenzwert G erreicht; dies ist umso früher der Fall, je höher die Betriebsspannung UB ist (vgl. FIG 5).

Jedem Lastkreis ist ein bistabiles Kippglied $631, 632$ zugeordnet, das über je ein Differenzierglied $61, 62$ (RC-Glied) abhängig von dem zugehörigen Schließsignal $SS_{1,2}$ ansteuerbar und mit der absteigenden Endflanke des Startsignals SES rücksetzbar ist.

Die Widerstände der Differenzierglieder $61, 62$ liegen auch an zwei Eingängen eines NOR-Gliedes 64 , dessen Ausgang mit dem Triggereingang TRI verbunden ist: Daher wird mit der Anstiegsflanke des Schließsignals SS_1 sowohl das Kippglied 631 und damit das Startsignal SES_1 wie auch das Kippglied 60 gesetzt. Nach einer von UB abhängigen Zeit kippt das Kippglied 60 zurück und setzt damit auch über das Signal SES das Kippglied 631 zurück. In derselben Weise löst das Schließsignal SS_2 ein von der Betriebsspannung UB abhängiges Startsignal SES_2 aus.

Der Startsignalgeber kann auch die in FIG 4 dargestellte und mit $6'$ bezeichnete Struktur haben. Es ist hier für jeden Lastkreis ein Kippglied 60 vorgesehen, das den gleichen Aufbau und dieselbe Funktion hat wie das Kippglied 60 in FIG 3. Jedes Kippglied liefert unmittelbar an seinem Ausgang OUT das Startsignal SES und wird mit Hilfe des Schließsignals SS über einen Inverter $641, 642$ angesteuert.

Der Taktgeber 7 in FIG 2 besteht im wesentlichen aus einem astabilen Kippglied 71 , das ein Generatorsignal SG mit bestimmter Taktfrequenz liefert. Mit dem Generatorsignal SG wird der Triggereingang eines monostabilen Kippgliedes 72 angesteuert, dessen Aufbau wieder gleich ist dem des Kippgliedes 60 in FIG 3. Es unterscheidet sich lediglich durch eine andere Bemessung des Ladekreises, so daß das Kippglied 72 an seinem Ausgang ein Taktsignal SET mit einer Taktdauer T_{En} liefert, die kleiner als die Startdauer T_{ES} ist, die aber ebenfalls von der Betriebsspannung UB abhängt (bei steigender Spannung fällt). Die Abhängigkeit des Taktverhältnisses (T_{En} dividiert durch T) von der Betriebsspannung UB ist in FIG 6 gezeigt.

Diese einfachste Ausführungsform hat eine Zunahme des Haltestromes i_H mit abnehmender Betriebsspannung UB zur Folge. Dies läßt sich vermeiden, wenn man mit einer konstanten, auf die Zeitkonstante des Laststromkreises abgestimmten Taktpause TP , d.h. mit variabler Frequenz des astabilen Kippgliedes 71 arbeitet: Die Frequenz dieses Kippgliedes muß dann mit abnehmender Betriebsspannung fallen.

Aus dem Impulsdiagramm nach FIG 7 in Verbindung mit FIG 2 ist zu ersehen, daß mit Beginn des Schließsignals SS_1 der Freilaufzweig 3 unmittelbar und der Schalter 2 über das Einschaltssignal SE_1 durchgeschaltet wird. SE_1 besteht dabei zunächst aus dem Startsignal SES_1 , das der Startsi-

gnalgeber 6, angestoßen durch das Schließsignal SS1 über das ODER-Glied 51 liefert.

Nach dem Ende des Startsignals SES1 liefert der Taktgeber 7 Taktsignale SET1 über UND-Glied 52 und ODER-Glied 51, bis das Schließsignal SS1 am UND-Glied 52 entfällt und damit der Schalter 2 und der Freilaufkreis 3 wieder geöffnet werden.

Der zugehörige Verlauf des Laststromes i_l ist in der vorletzten Zeile der FIG 7 dargestellt.

An der rechten Hälfte der FIG 7 ist der Einfluß einer niedrigeren Betriebsspannung UB auf die Einschaltssignale SE ersichtlich, deren Dauer größer ist als die der Einschaltssignale in der linken Hälfte der FIG 7 (bei höherer UB).

Ansprüche

1. Verfahren zum Steuern des Laststromes (i) in einem Lastkreis mit einer Spannungsquelle (4), einem Schalter (2, 2') und einer induktiven Last (1, 1'), insbesondere einem Kraftstoffeinspritzventil, wobei die Einschaltdauer (TE) des Laststromes (i) jeweils durch die Länge eines Einschaltsignals (SE) bestimmt ist, das endet, wenn der Laststrom einen Sollwert (i_S) erreicht,

dadurch gekennzeichnet,

daß das Ende des Einschaltsignals (SE) durch ein Modell bestimmt ist, das mit Beginn jedes Einschaltsignals (SE) gestartet wird und das etwa dasselbe Zeitverhalten und dieselbe Abhängigkeit von der Höhe der Betriebsspannung (UB) der Spannungsquelle (4) hat wie der Lastkreis.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Einschaltsignal (SE) aus einem Startsignal (SES) und intermittierenden Taktsignalen (SET) besteht, die innerhalb eines Schließsignals (SS) liegen, wobei Einschaltdauer der Taktsignale (SET), nämlich die Taktdauer (TEN), kleiner als die Einschaltdauer des Startsignals (SES), nämlich die Startdauer (TES), ist,

dadurch gekennzeichnet,

daß den unterschiedlich langen Einschaltsignalen (SES, SET) je ein entsprechend eingestelltes Modell, nämlich ein Startmodell bzw. Taktmodell zugeordnet ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2 zur Steuerung von n Schaltern (1, 1') in n Lastkreisen abhängig von diesen Schaltern zugeordneten Schließsignalen (SSn),

dadurch gekennzeichnet,

daß dasselbe Startmodell von jedem Schließsignal (SSn) angestoßen wird und die Länge aller Startsignale (SESn) bestimmt und daß dasselbe Taktmodell die Länge aller Taktsignale (SETn) bestimmt.

4. Verfahren nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Taktsignale (SET) von einem Taktgeber (7)

mit einem astabilen (71) und einem monostabilen (72) Kippglied geliefert werden, wobei das astabile Kippglied (71) die Taktfrequenz und das monostabile Kippglied (72) die Taktdauer (TEN) der Taktsignale (SET) abhängig von der Betriebsspannung (UB) bestimmt.

5. Verfahren nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Taktpause (TP) zwischen aufeinanderfolgenden Taktsignalen (SET) konstant ist und die Taktfrequenz von der Betriebsspannung (UB) abhängt.

6. Anordnung zur Ausführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,

daß als Modell ein Ladekreis (601, 602, 603) mit einem elektrischen Speicher (603) und einer Ladequelle (4) dient und die Aufladung des Speichers (603) mit Beginn jedes Einschaltsignals (SE) startet, daß das Einschaltsignal (SE) endet, wenn die Ladegröße an dem Speicher gleich einem Grenzwert ist, wobei entweder die von der Ladequelle gelieferte Quellgröße bei konstantem Grenzwert oder der Grenzwert bei konstanter Quellgröße von der Betriebsspannung (UB) der Spannungsquelle (4) abhängt.

7. Anordnung nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Ladekreis einen Widerstand (601) und einen Kondensator (603) enthält und an die Spannungsquelle (4) angeschlossen ist, daß der Kondensator an den Entladeeingang (DIS) und den Schwelleneingang (THR) eines Schaltkreises (600) angeschlossen ist, der mit dem Ladekreis ein monostabiles Kippglied (60) bildet, das durch ein Triggersignal setzbar ist, den Kondensator (603) entlädt und ein Einschaltsignal (SE) liefert, das endet, wenn die Spannung an dem Kondensator (603) einen festeingestellten Grenzwert erreicht.

8. Anordnung nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet,

daß zwei monostabile Kippglieder (60, 72) vorgesehen sind, und zwar in einen Startsignalgeber (6) und in einen Taktgeber (7), daß als Triggersignal für den Startsignalgeber (6) das Schließsignal (SS) und für den Taktgeber (7) ein Generatorsignal (SG) von einem astabilen Kippglied (71) dient, daß jedem Schalter (1, 1') in einem Lastkreis ein Verknüpfungsglied (5, 5') vorgeschaltet ist, das während der Dauer des diesem Schalter zugeordneten Schließsignals (SSn) ein Einschaltsignal (SEn) zusammensetzt, das aus einem Startsignal (SESn) von dem einzigen Startsignalgeber (6) und nachfolgenden Taktsignalen (SETn) von dem einzigen Taktgeber (7) besteht.

9. Anordnung nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet,

daß jeder Last (1, 1') ein Freilaufzweig (3, 3')

parallelgeschaltet ist, der während der Dauer des Schließsignales (SSn) des zugehörigen Schalters ebenfalls durchgeschaltet ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

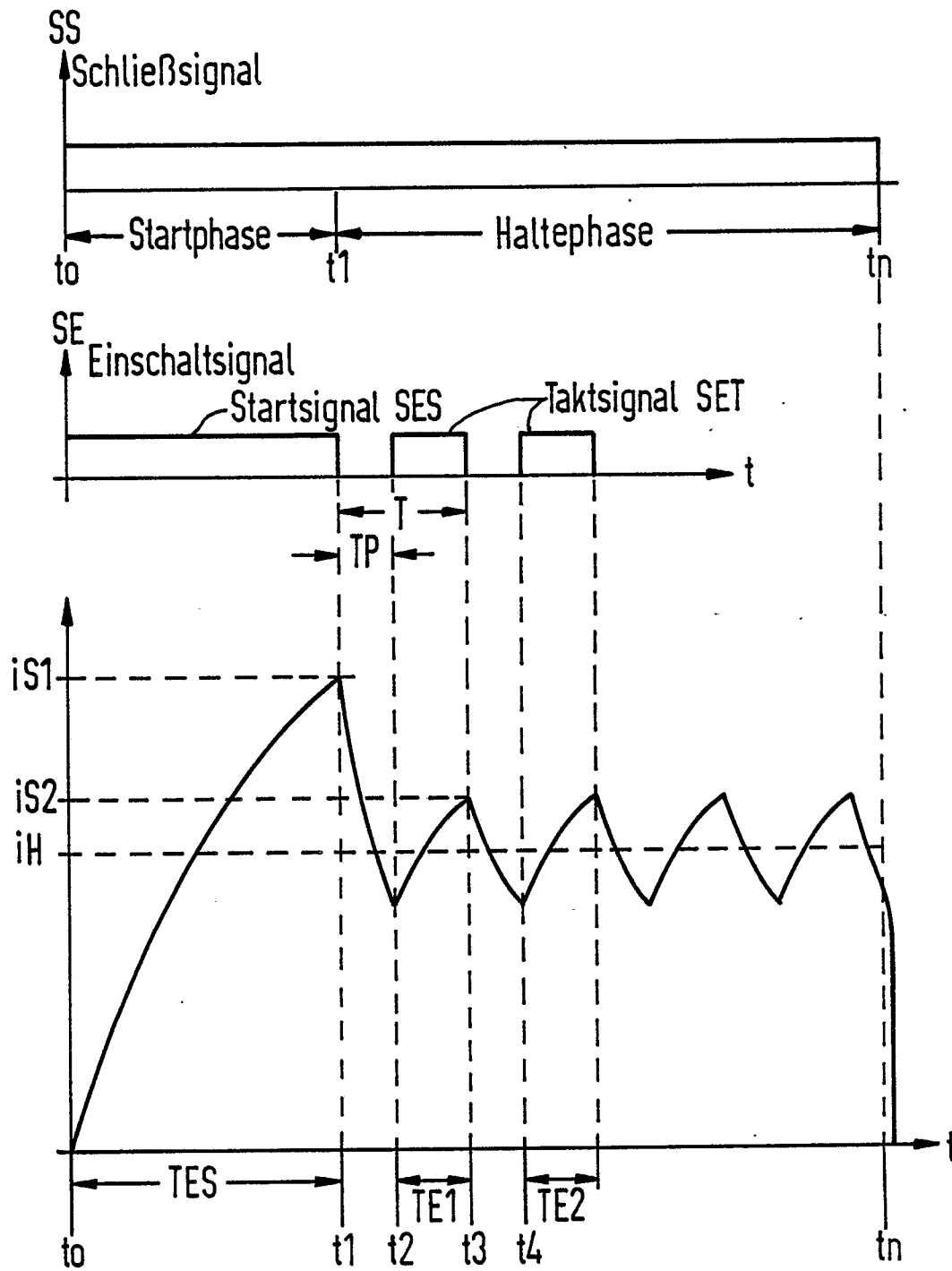
45

50

55

5

FIG 1



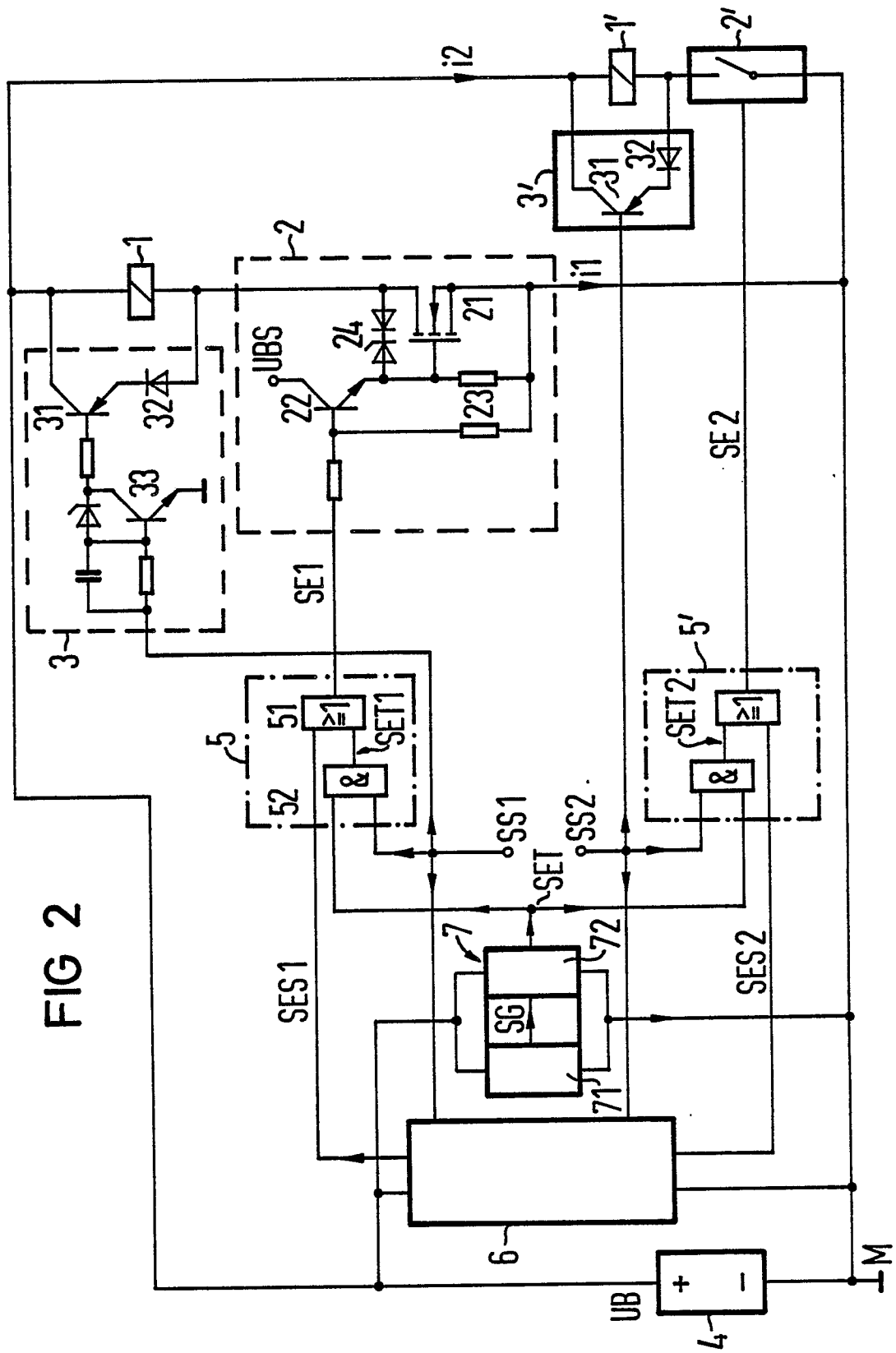


FIG 3

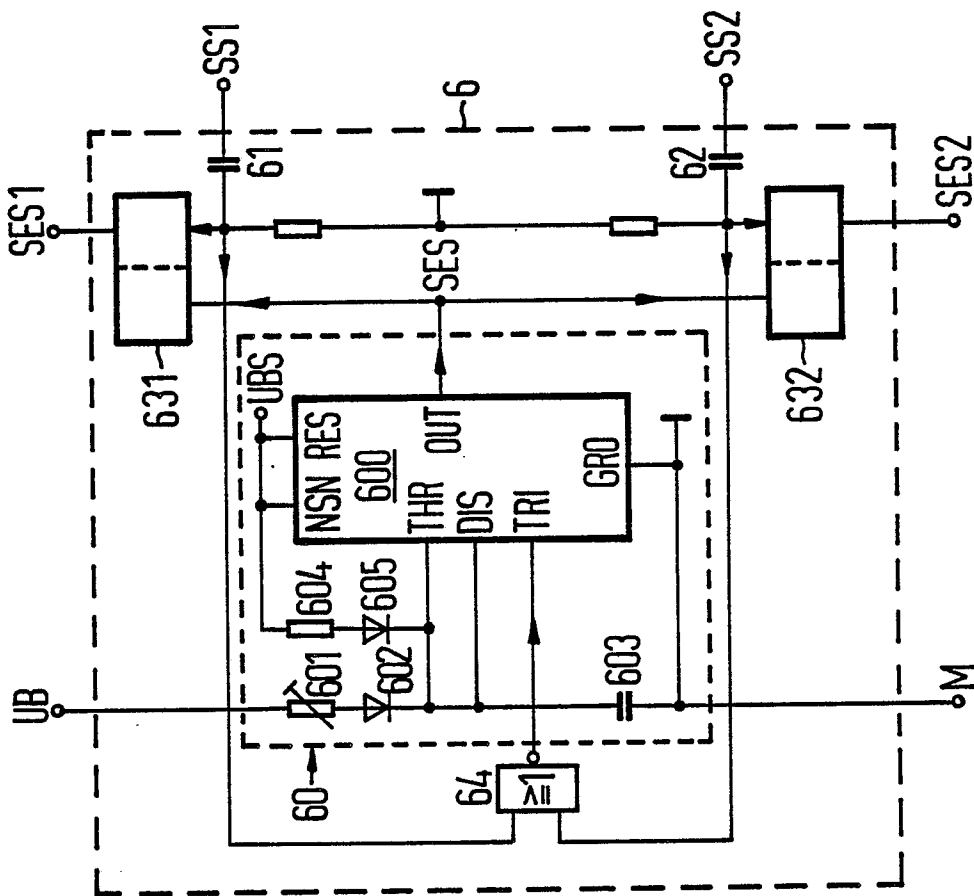


FIG 4

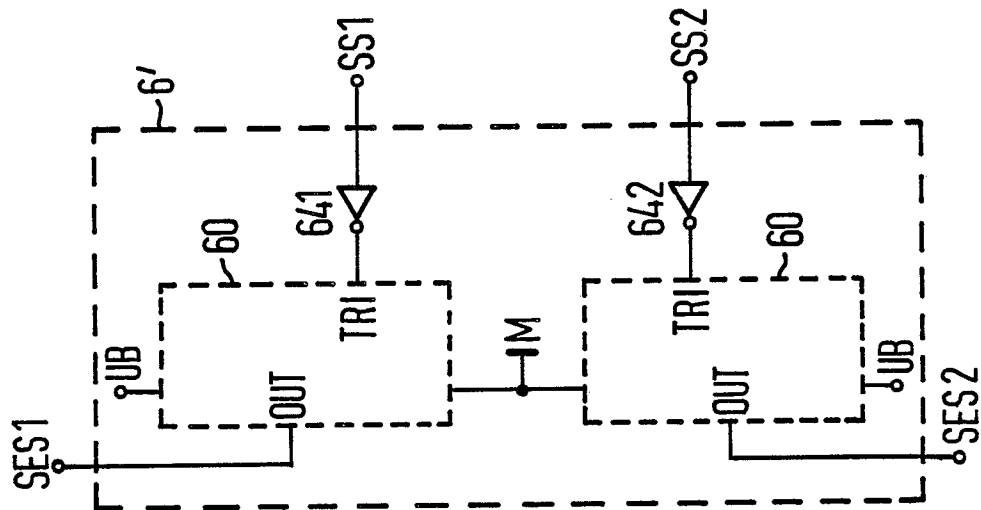


FIG 5

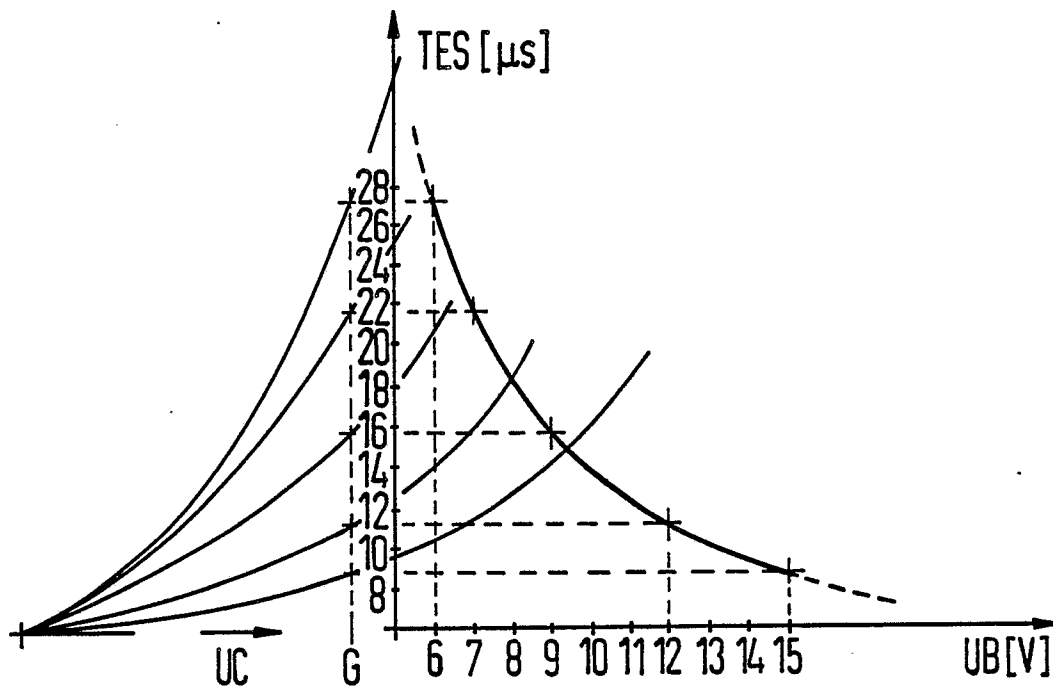


FIG 6

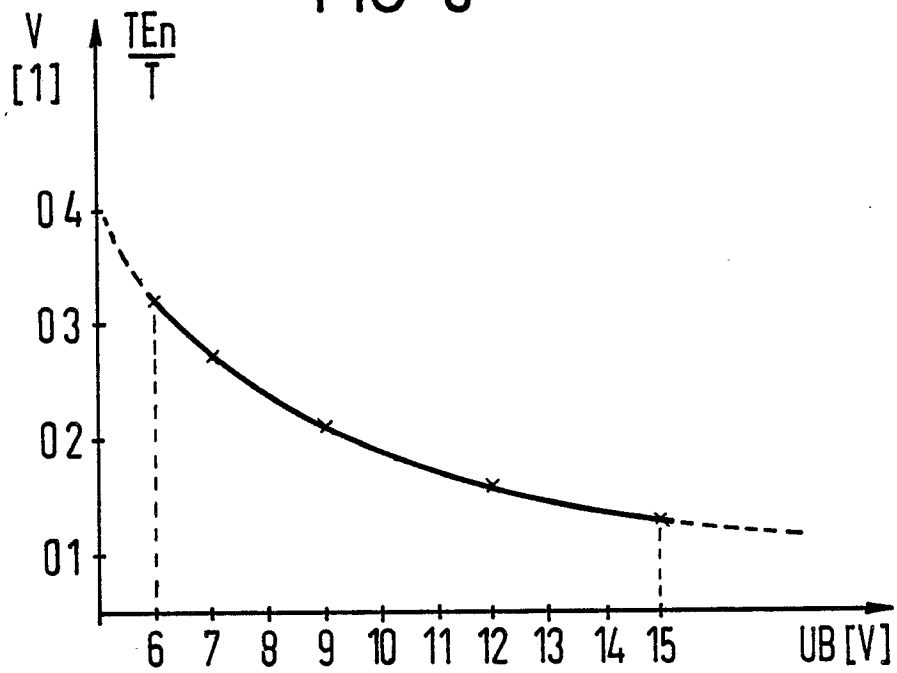
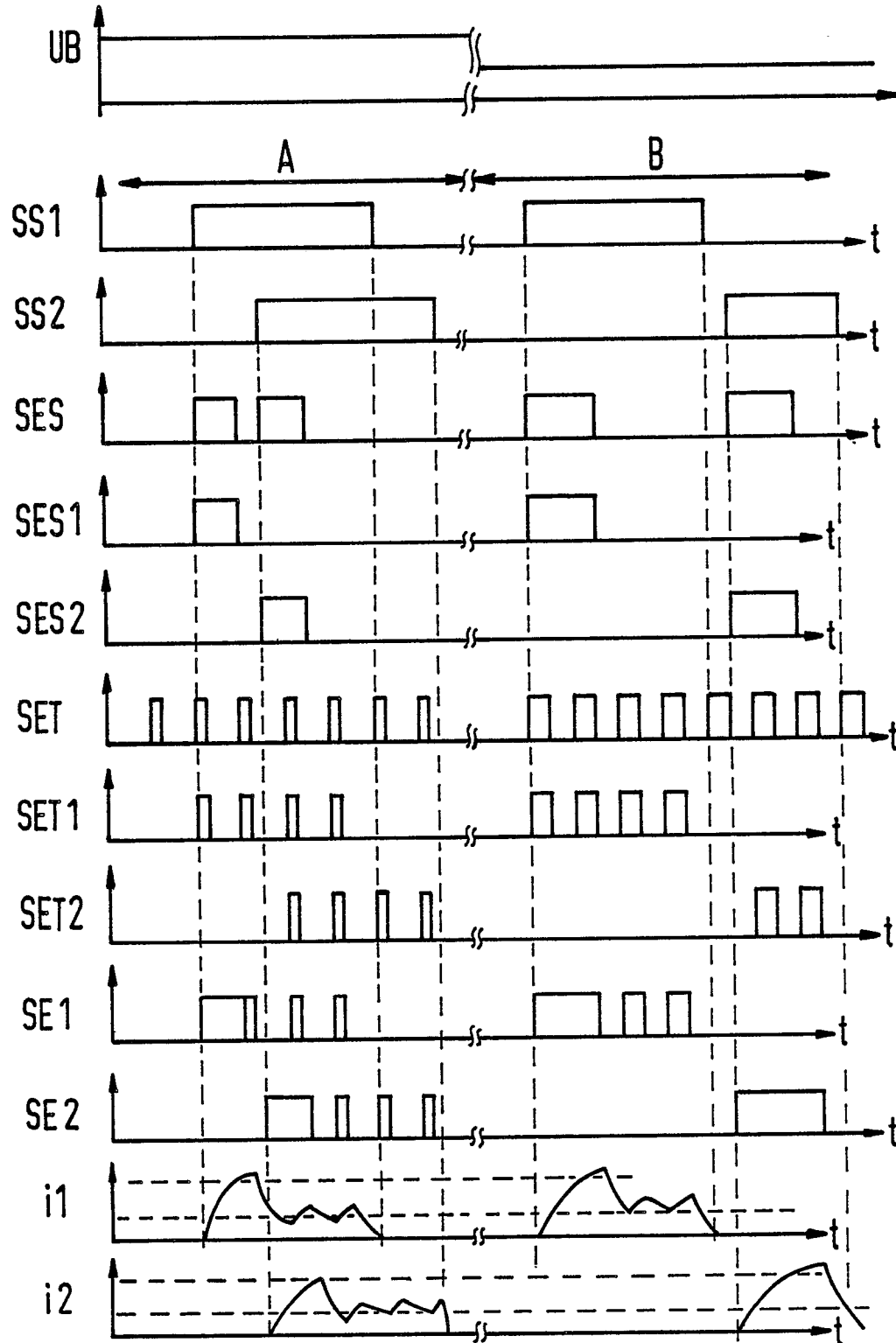


FIG 7





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
D,X	US-A-4 180 026 (SCHULZKE et al.) * Figuren 4-10,14; Spalte 9, Zeile 41 - Spalte 10, Zeile 52; Spalte 14, Zeilen 5-20; Spalte 18, Zeile 35 - Spalte 20, Zeile 16 *	1-4,6,7,9	F 02 D 41/20 H 01 H 47/32 H 03 K 17/64
A	FR-A-2 445 893 (BOSCH) * Seite 3, Zeile 15 - Seite 4, Zeile 5; Seite 4, Zeile 28 - Seite 11, Zeile 27; Figuren *	1,2,4,9	
A	EP-A-0 075 303 (HITACHI) * Figuren 4,6; Seite 8, Zeile 22 - Seite 9, Zeile 20; Seite 10, Zeile 13 - Seite 14, Zeile 10 *	1,2,4,6,7,9	
A	IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, Band 21, Nr. 3, August 1978, Seiten 1107-1108, New York, US; T.L. WELLS: "Pulse-width modulation of magnets"	1,2,4,5	
A	FR-A-2 269 186 (BUAM ELEKTROPHYSIK) * Seite 1, Zeile 37 - Seite 3, Zeile 21; Patentanspruch 1; Figuren 1,2 *	1,4-7,9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4) F 02 D H 01 H H 03 K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 30-11-1988	Prüfer LAPEYRONNIE P.J.F.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			