



(19) Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 442 139 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 90125370.8

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **H05B 3/74, H05B 3/00**

(22) Anmeldetag: **22.12.90**

(30) Priorität: **14.02.90 DE 4004508**

(71) Anmelder: **Gaggenau-Werke Haus- und Lufttechnik GmbH,  
Eisenwerkstrasse 11  
W-7560 Gaggenau(DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**21.08.91 Patentblatt 91/34**

(72) Erfinder: **von Blanquet, Georg  
Annabergstrasse 7  
W-7570 Baden-Baden(DE)**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE FR GB IT LI SE**

(74) Vertreter: **Lempert, Jost, Dipl.-Phys. Dr. et al  
Patentanwälte Dipl.-Ing. Heiner Lichti  
Dipl.-Phys. Dr. Jost Lempert Durlacher  
Strasse 31 Postfach 410760  
W-7500 Karlsruhe 41(DE)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung der Leistung mindestens eines Verbrauchers.**

(57) Zur Verbesserung der Abstufung der Leistungsabgabe von elektrischen Verbrauchern sieht die Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung der Leistung mindestens eines Verbrauchers vor mit einer Kombination einer symmetrischen Schwingungspaketsteuerung, insbesondere Dittel-Taktung mit Pausenzeiten, die unterhalb der Zeiten liegen, innerhalb derer gleichsinnige Vorgänge als eine Änderung angesehen werden, mit Ausschaltzeiten, die länger als ein Flickern bewirkendes Schaltzeiten sind.

**EP 0 442 139 A2**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung der Leistung mindestens eines ohmschen Verbrauchers, wie eines Heizfeldes einer Kocheinrichtung oder dergleichen.

Es ist wünschenswert, elektrische Verbraucher, wie Heizfelder, insbesondere Halogenheizfelder, oder dergleichen in kleinen Stufen der Gesamtleistung schalten zu können, insbesondere auch zu relativ niedrigen Leistungen. Bei herkömmlichen Heizplatten kann die Leistungssteuerung dadurch erfolgen, daß die zugeführte Leistung für eine erhebliche Zeit insbesondere im Bereich mehrerer Sekunden unterbrochen wird, entweder thermostatisch gesteuert oder durch eine Zeitschaltung.

Ein solches Schalten ist bei weniger trägen Heizfeldern, deren Schaltzustand im übrigen optisch sichtbar ist, wie bei Halogen- oder Infrarotheizfeldern unerwünscht. Die GB-A-2132060 sieht daher vor, mehrere Infrarotlampen in Reihe und/oder parallel zu schalten, um mehrere Schaltstufen zu erreichen. Um kostengünstiger eine größere Breite, insbesondere zu niedrigen Leistungswerten hin zu erreichen, sieht die EP-A-188 886 die Kombination von Reihen- und/oder Parallelschaltungen mehrerer Heizkörper zusammen mit einer symmetrischen Schwingungspaketsteuerung in Form einer Drittels- oder einer Zwei-Drittels-Taktung vor.

Nachteilig bei diesem Verfahren ist, daß zur Erzielung relativ geringer Leistungsaufnahme (und -abgabe) eines Heizfeldes mehrere Einzelheizkörper vorgesehen sein müssen, die entsprechend teurer sind und daß mit dem Vorschlag der Druckschrift auch nur eine minimal Abgabeleistung (abgesehen von der vollständigen Ausschaltung) von 15 % der üblichen Gesamtleistung erzielbar ist, was relativ hoch ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein Leistungssteuerungsverfahren für ohmsche Verbraucher zu schaffen, das die vorgenannten Nachteile vermeidet.

Erfindungsgemäß wird die genannte Aufgabe bei einem Verfahren zur Steuerung der Leistung eines ohmschen Verbrauchers in gegenüber seiner Maximalleistung kleinen Leistungsbereichen dadurch gelöst, daß in gegenüber der Maximalleistung des Verbrauchers kleinen Leistungsbereichen symmetrische Schwingungspaketsteuerungen mit Pausenzeiten, die unterhalb der Zeiten liegen, innerhalb derer gleichsinnige Vorgänge als eine Änderung angesehen werden, wie insbesondere Drittels- oder Fünftels-Taktungen, mit Ausschaltzeiten, die länger als ein Flickern bewirkende Schaltzeiten sind, kombiniert werden.

Die Ausschaltzeiten beziehen sich auf die mittlere Leistung (im Zeitmittel) bei den genannten Taktungen der Schwingungspaketsteuerungen. Im Rahmen der Anmeldung heißtt ohmscher Verbrau-

cher, daß der Verbraucher keine bzw. vernachlässigbare kapazitiven und induktiven Impedanzanteile aufweist; er kann aber durchaus eine nichtlineare Widerstands-Kennlinie haben. Die Erfindung gewährleistet damit, daß ein Flickern nicht auftritt, indem die Schaltzeiten oberhalb der durch die europäische Teil 3 (DIN VDE 838, Teil 3) gegebenen "Wartezeit" (gemäß dieser Norm; dort insbesondere Bild 4b) liegen.

Eine bevorzugte Ausgestaltung sieht vor, eine Kombination symmetrischer Schwingungspaketsteuerungen mit Pausenzeiten, die unterhalb der Zeiten liegen, innerhalb derer gleichsinnige Vorgänge als eine Änderung angesehen werden, wie eine Drittels- oder Fünftels-Taktungen, mit zusätzlichen Ausschaltzeiten, die ebenfalls in Zeiten liegen, innerhalb derer gleichsinnige Vorgänge als eine Änderung angesehen werden, in mittleren und höheren Leistungsbereichen unterhalb der Maximalleistung des Verbrauchers. Kurze Ausschaltzeiten liegen gemäß dieser Ausgestaltung innerhalb von Zeitbereichen, in denen zwei Änderungen in dieselbe Richtung (im Sinne des Punktes 4 der genannten Norm) als eine einzelne Änderung angesehen werden bzw. es wird durch die Schwingungspaketsteuerung erreicht, daß die bezüglich der Ausschaltzeiten zu berücksichtigenden relativen Spannungsänderungen in Bereiche zu liegen kommen, in den die Flickerkurve der Norm nicht mehr definiert ist (relative Spannungsänderung unterhalb 0,3 % im Bild 4 a, b der Norm). Dabei hat sich im übrigen herausgestellt, daß die Zeiten, innerhalb derer zwei gleichsinnige Änderungen als einzelne Änderung gesehen werden, gerade der Wartezeit des unteren Endpunkts der Flickerkurve der Norm entspricht, und grundsätzlich über weite Leistungsbereiche, insbesondere bei solchen wie Koch- und Backeinrichtungen gegeben sind, bei etwa 60 msec und nicht schon bei 30 msec liegt, wie dies die Norm unter Ziff. 4 angibt. Dies mag auch der Grund sein, daß die Flickerkurve zu kürzeren Wartezeiten als 60 msec eben nicht definiert ist.

In bevorzugter Weise ist weiterhin eine gleichstromfreie Halbwellensteuerung in höheren Leistungsbereichen vorgesehen.

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen sehen vor, daß mehrere Verbraucher derart synchronisiert werden, daß sie nicht gleichzeitigen Schaltvorgängen unterliegen und insbesondere daß Leistungszeiten eines Verbrauchers in Ausschaltzeiten eines anderen Verbrauchers gelegt sind.

Durch die Erfindung wird ein Verfahren geschaffen, welches die Leistungssteuerung eines einzigen Verbrauchers mit hoher Maximalleistung, wie eines Kochfeldes mit einem Verbraucher, wie einem Strahlungsheizkörper etc. bis zu geringen relativen Leistungen von deutlich unter 10 % der

Gesamtleistung gestattet. Hierdurch wird es ermöglicht Kochfelder durch einen oder weniger Einzelverbraucher auszubilden, als dies bisher der Fall war. Ein Heizkörper mit einer großen Maximalleistung ist wesentlich preiswerter als mehrere kleinere Heizkörper, deren Gesamtleistung zusammen (in Parallelschaltung) der des größeren Einzelheizkörpers entspricht. Weiterhin ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren eine preiswerte Steuerlektronik.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens sieht vor einen für unterschiedliche in gegenüber der Maximalleistung des Verbrauchers kleinen Leistungsbereichen symmetrische Schwingungspaketsteuerungen mit Pausenzeiten, die unterhalb der Zeit liegen, innerhalb derer gleichsinnige Vorgänge als eine Änderung angesehen werden, wie insbesondere Drittel- oder Fünftel-Faktungen, mit Aufschaltzeiten, die länger als ein Flickern bewirkende Schaltzeiten sind, kombiniert werden.

Eine bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich aus durch jeweils einen Leistungsteil in Form eines Triacs für einen elektrischen Verbraucher, wobei der Triac über einen Optokoppler von einem Elektroniksteuerteil angesteuert wird. Der Optokoppler gewährleistet eine galvanische Trennung zwischen Leistungselektronik und Steuerelektronik.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen aus der nachfolgenden Beschreibung, in der ein Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen im einzelnen erläutert ist. Dabei zeigt:

- Fig. 1 die Darstellung einer Leistungsabstufung mit dem erfindungsgemäßen Verfahren für ein Kochfeld;
- Fig. 2 eine schematische Darstellung der "Wartezeit" nach einer relativen Spannungsänderung zur Vermeidung des Flickereffekts gemäß der Norm EN 60 555 Teil 3;
- Fig. 3 ein Blockschaltbild einer Schaltung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens; und
- Fig. 4 eine Darstellung der Verzögerung der Schaltvorgänge bei verschiedenen Kochfeldern.

Das Diagramm der Fig.1 zeigt schaltbare Leistungsstufen eines Kochfeldes mit einer elektrischen Gesamtleistung von etwa 1800 Watt, das durch Wechselstrom mit einer Frequenz von 50 Hertz versorgt wird. Bei der Stufe 9 mit einer Volleistung von 100% liegt die Wechselspannung permanent an, so daß sie als Wellenform die durchgehende Sinuskurve des Wechselstroms ergibt.

Die Figur 2 zeigt die Wartezeit gemäß der europäischen Norm EN 60 555 Teil 3

(entsprechend DIN VDE 838, Teil 3), die mindestens zwischen zwei relativen Schaltspannungsänderungen einzuhalten sind, um den sogenannten Flickereffekt zu vermeiden. Jeweils Bereiche unterhalb der Kurve sind also zulässige Bereiche, während Bereiche oberhalb der Kurve verboten sind, da sie den Flickereffekt hervorrufen können.

Die Stufe 8 mit 66% wird durch eine Zwei-Dritt-Taktung erreicht, bei der aus drei Halbwellen jeweils eine Halbwelle ausgeblendet wird, dadurch daß jeweils von drei Halbwellen eine Vollwelle mit positiver und negativer Halbwelle verbleibt wird ein Gleichstromanteil vermieden.

Eine Stufe mit 50% Leistung ist nicht dargestellt, da sie bei der sonstigen Abstufung des herangezogenen Kochfelds nicht notwendig ist. Sie könnte aber grundsätzlich durch Vollwellensteuerung erhalten werden, bei der jeweils abwechselnd eine Vollwelle ausgeblendet und die nachfolgende Vollwelle durchgelassen wird.

Die Stufe 7 mit 40% Leistung wird durch 1/3-Taktung mit Ausblendung einer weiteren Halbwelle der jeweils nachfolgenden Vollwelle erreicht. Es ergeben sich Pausenzeiten von 10 und 20 msec, die damit innerhalb der Zeit liegen, bis zu der zwei gleichsinnige Änderungen als einzelne Änderung angesehen werden. Diese Leistungsstufe könnte auch durch eine 3/5 Halbwellensteuerung, bei der jeweils aufeinanderfolgend eine Vollwelle durchgelassen und drei Halbwellen ausgeblendet werden, verwirklicht werden.

Die Stufe 6 mit 33% wird durch eine Ein-Dritt-Taktung erreicht, bei der von drei Halbwellen nur eine Halbwelle durchgelassen wird. Auch bei diesen Steuerungen ist die Gleichstromfreiheit, wie sich aus der Fig. 1 ergibt, gewährleistet.

Die Stufe 5 mit 25% Leistung wird erfindungsgemäß durch Ein-Dritt-Taktung mit zusätzlicher Ausblendung einer Vollwelle erreicht. Dabei wird also nach zwei Ein-Dritt-Taktungs-Vollperioden (sechs Halb-Perioden der Wechselspannung) eine Vollperiode der Wechselspannung ausgeblendet. Gleichstromfreiheit ist dabei gesichert. Die Ausblendzeit von zusätzlich einer vollen Periode der Ausgangsfrequenz ergibt Schaltabstände, die in Zeitbereichen liegen, innerhalb derer gleichsinnige Schaltvorgänge als einzelne Änderung angesehen werden.

Stufe 4 mit einer Leistung von 17% wird durch 1/5-Taktung verbunden mit zusätzlichen Ausschaltzeiten erhalten. Die durch die 1/5-Taktung selbst bewirkten Ausblendzeiten von Halbwellen der Wechselspannung liegen in den Zeiten, innerhalb der Änderungen als einzelne angesehen werden, während die zusätzliche Ausschaltung zu einer Ausschaltzeit von 80 msec führt, die oberhalb der Flickerkurve der Norm EN 60 555 liegt: Die 1/5-Taktung führt zu einer Leistung von  $1/5 \times 1800 \text{ W}$

= 360 W, wodurch bei 230 V ein Strom von 1,57 A gegeben ist, bei dessen Schaltung sich eine Änderung der Netzspannung aufgrund des Innenwiderstandes des Netzes von 0,4 Ohm zu 0,628 Volt und damit eine relative Spannungsänderung von 0,27 % ergibt. Diese liegt in einem Bereich, in den die Flickerkurve nicht mehr definiert ist, so daß sie grundsätzlich nicht mehr zu berücksichtigen ist. Die Flickerkurve ist bis zu einer relativen Spannungsänderung von 0,3 % definiert, bei der die "Wartezeiten" über 60 msec liegen sollte, was mit dem o.a. Wert ohne weiteres erfüllt ist. Im übrigen gibt die Grenz-"Wartezeit" von 60 msec auch praktisch die Zeit, innerhalb derer zwei gleichsinnige Änderungen als eine empfunden werden, während der in der Norm genannte Wert tatsächlich zu kurz gewählt ist.

Bei der Stufe 3 mit einer Leistung von 10 % werden drei Vollperioden der Ein-Drittel-Taktung mit einer anschließenden Ausschaltung von 220 ms kombiniert. Die Ein-Drittel-Taktung bedingt eine Ausgangsleistung von 600 W (1/3 der Maximalleistung). Dies entspricht einem Strom von 2,6 A und damit einer durch den Innenwiderstand des Netzes von 0,4 Ohm bedingten Spannungsänderung von absolut 1,04 Volt bzw. relativ 0,45 %, was an der Kurve 4 b der Norm EN 60 555 Teil 3 eine Wartezeit von 110 - 120 msec ergibt. Die tatsächliche Wartezeit liegt über dieser, so daß die Norm eingehalten ist.

Bei der Stufe 2 mit einer Leistung von ca. 6,6 % sind entsprechend zwei Ein-Drittel-Taktungs-Vollperioden mit zusätzlich 240 ms Ausschaltzeit kombiniert. Da die Ausgangsleistung die gleiche wie vorher ist, sind auch hier Flickerprobleme ausgeschlossen.

Stufe 1 mit 3 % Leistung, entsprechend 54 W bzw. 100 W bei einem Halogen-Heizkörper mit üblicherweise ca. 3300 W (Maximalleistung) geht aus von einer 1/5-Taktung und kombiniert diese mit einer Ausschaltzeit von 600 msec, die, wie leicht ersichtlich ist, außerhalb jeder Flickerproblematik liegt und darüberhinaus unterhalb der Zeiten liegt ab der Schaltvorgänge am Heizkörper durch dessen Rotverbzw. Entfärbung beim Aufheizen bzw. Abkühlen erkennbar sind, so daß auch ein solcher nachteiliger Eindruck vermieden wird. Stufe 0 bezeichnet die vollständige Abschaltung des Kochfeldes.

Die Fig. 2 zeigt ein Blockschaltbild. Mit 1 ist ein Leistungsteil in Form eines Triacs zur Schaltung der Versorgung 2 einer angeschlossenen Last 3 wie eines Kochfeldes bezeichnet. Der Leistungssteil 1 wird durch einen Steuerteil 4 über Optokoppler 6 angesteuert. Das Steuerteil 4 weist mehrere entsprechende Ausgänge zu entsprechenden Optokopplern für verschiedene Leistungsteile auf, so daß mit dem Steuerteil 4 mehrere Verbraucher, wie

Kochfelder angesteuert werden können.

Das Steuerteil 4 erhält die Information über die gewünschte Schaltstufe für das jeweilige Kochfeld von (nicht dargestellten) Schaltern, wie BCD-Schaltern.

Die Schaltmuster der jeweiligen Leistungsstufen können als Bit-Muster in einen Permanentenspeicher wie einem ROM, PROM oder dergleichen abgelegt sein. Es sind weiter Schieberegister vorgesehen, mittels derer erreicht wird, daß zumindestens dann, wenn wenigstens zwei Kochstellen eines Herdes in der gleichen Leistungsstufe betrieben werden, die jeweilige durch das Schaltmuster (Bitmuster) erfolgenden (Ein- und Aus-) Schaltvorgänge gegeneinander um vorbestimmte Verzögerungszeiten verschoben sind (Fig. 5), beispielsweise um 10 msec (entsprechend 100 Hz) d.h. um die Zeit einer Halbwelle der Netzspannung, wie der Fig. 4 zu entnehmen ist, bzw. Vielfachen hiervon.

So wird erreicht, daß die Schaltvorgänge zweier Kochfelder gleicher Leistungsstufe nicht gleichzeitig erfolgen und daher sich auch nicht die entsprechenden Strom- bzw. Spannungswechsel addieren, wodurch möglicherweise die Bedingungen der Flickervermeidung nicht mehr gewährleistet wären,

was aber durch das beschriebene Vorgehen sichergestellt ist. So erhält beispielsweise in Fig. 4 das Schieberegister für die Kochstelle F1 das der gewünschten Leistungsstufe 5 entsprechende Steuer-Bitmuster und gibt dies unverzögert zum zugehörigen Triac 1.1. weiter. Das Schieberegister für die Kochstelle F2 erhält das gleiche Bitmuster, gibt dieses aber mit einer Verzögerung von 10 msec zum zugehörigen Triac 1.2. weiter, so daß die Leistungsbeaufschlagung der Kochstelle F 2 zwar im Ablauf derjenigen der Kochstelle F 1 entspricht,

aber gerade um eine Halbwelle verschoben (und damit hinsichtlich der Vorzeichen invertiert) ist, wie rechts aus der Fig. 4 entnehmbar ist. Entsprechendes gilt für die weiteren in der Fig. 4 dargestellten Kochstellen F3 und F4, die auf die Leistungsstufe 6 eingestellt sind. Ihre Leistungsbeaufschlagung kann ebenfalls jeweils um weitere 10 msec verschoben sein. Soweit zu gewissen Zeiten Schaltvorgänge verschiedener Leistungsstufen gleichzeitig erfolgen, so sind diese nach der Norm zulässig, da sie nicht regelmäßig systematisch zusammenfallen bzw. dies nur von Zeit zu Zeit zufällig erfolgt.

Es kann vorgesehen sein, daß die Schieberegister verschiedener Heizkörper grundsätzlich und immer eine von Heizkörper zu Heizkörper unterschiedliche Verzögerung der Schaltungen durchführen. Es kann auch eine Überwachungseinrichtung vorgesehen sein, die überwacht, ob schon ein oder mehrere Heizkörper in einer für einen anderen Heizkörper gewählten Leistungsstufe arbeiten und dann eine geeignete Verzögerung durchführt.

Die Fig. 4 stellt eine Schaltung an einem

(einfachen 2-Leiter-) Wechselspannungsnetz dar. Bei einer Kocheinrichtung mit noch mehreren Kochstellen wird diese vorzugsweise derart an ein Mehrphasennetz (Dreiphasennetz) angeschlossen, daß die Kochstellen auf verschiedene Phasen verteilt werden, wodurch eine weitere Entzerrung der Schaltzeitpunkte erfolgt.

#### Patentansprüche

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Verzögerungszeit durch Taktung mit einer der doppelten Frequenz der Netzzspannungsfrequenz entsprechenden Frequenz bestimmt wird.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sämtliche Verbraucher einer Anlage mit mehreren Verbrauchern grundsätzlich mit unterschiedlichen Verzögerungszeiten versehen werden.
9. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei Einschalten eines Verbrauchers geprüft wird, ob ein weiterer Verbraucher in der gleichen Leistungsstufe eingeschaltet ist und bei bejahendem Fall der neu eingeschaltete Verbraucher mit einer geeigneten Verzögerung geschaltet wird.
10. Vorrichtung zur Steuerung der Leistungsabgabe eines ohmschen Verbrauchers, wie Kochplatten oder dergleichen, gekennzeichnet durch einen für unterschiedliche Schalt-Leistungsstufen des Verbrauchers unterschiedliche Bitmuster speichernden Permanenten Speicher, eine Steuereinheit zum Abrufen der einer gewünschten Leistungsstufe entsprechenden Bitmuster, und durch einen hierdurch ansteuerbaren Leistungs-Schalter für den Verbraucher (3) und Leistungsteilschalter (2) und die Steuereinheit (4).
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, gekennzeichnet durch galvanische Trennung von Steuerteil (4) und Leistungsteil (1).
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Leistungsteil (1) vom Steuerteil (4) durch einen Optokoppler (6) beeinflussbar ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, gekennzeichnet durch Schieberegister zur voreingestellten oder einstellbaren Verzögerung der Schaltvorgänge der Leistungsschalter (1).
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, gekennzeichnet durch eine Überwachungseinheit zur Überwachung der für unterschiedlichen Verbraucher (3) eingeschalteten Leistungen und dementsprechende Verzögerungen der Schaltvorgänge des zugehörigen Leistungsteils zumindestens eines der auf gleiche Leistungsstufen eingestellten Verbrauchers (3).
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis

14, gekennzeichnet durch Anschaltung der Verbraucher an unterschiedliche Phasen eines Mehrphasennetzes.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

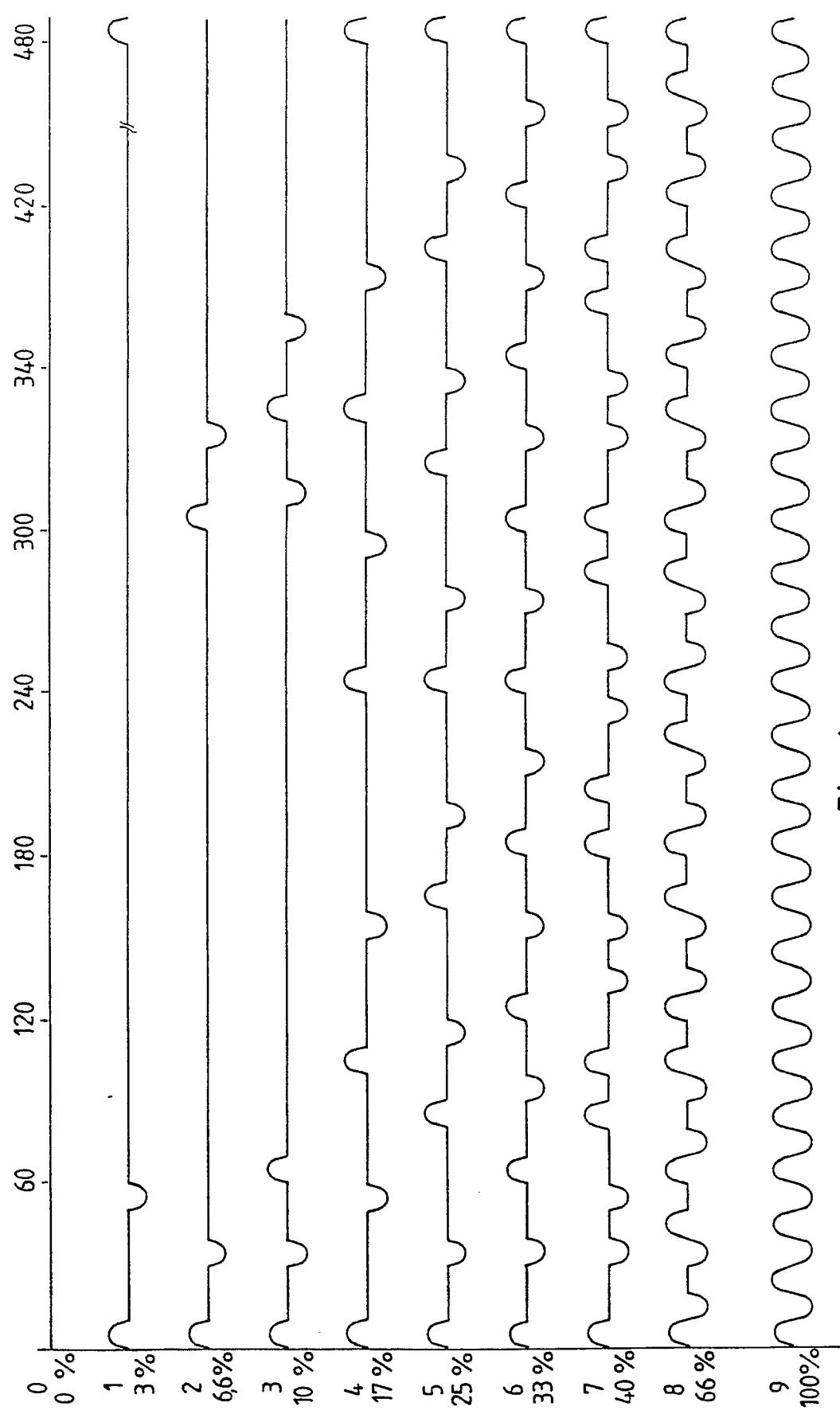


Fig. 1

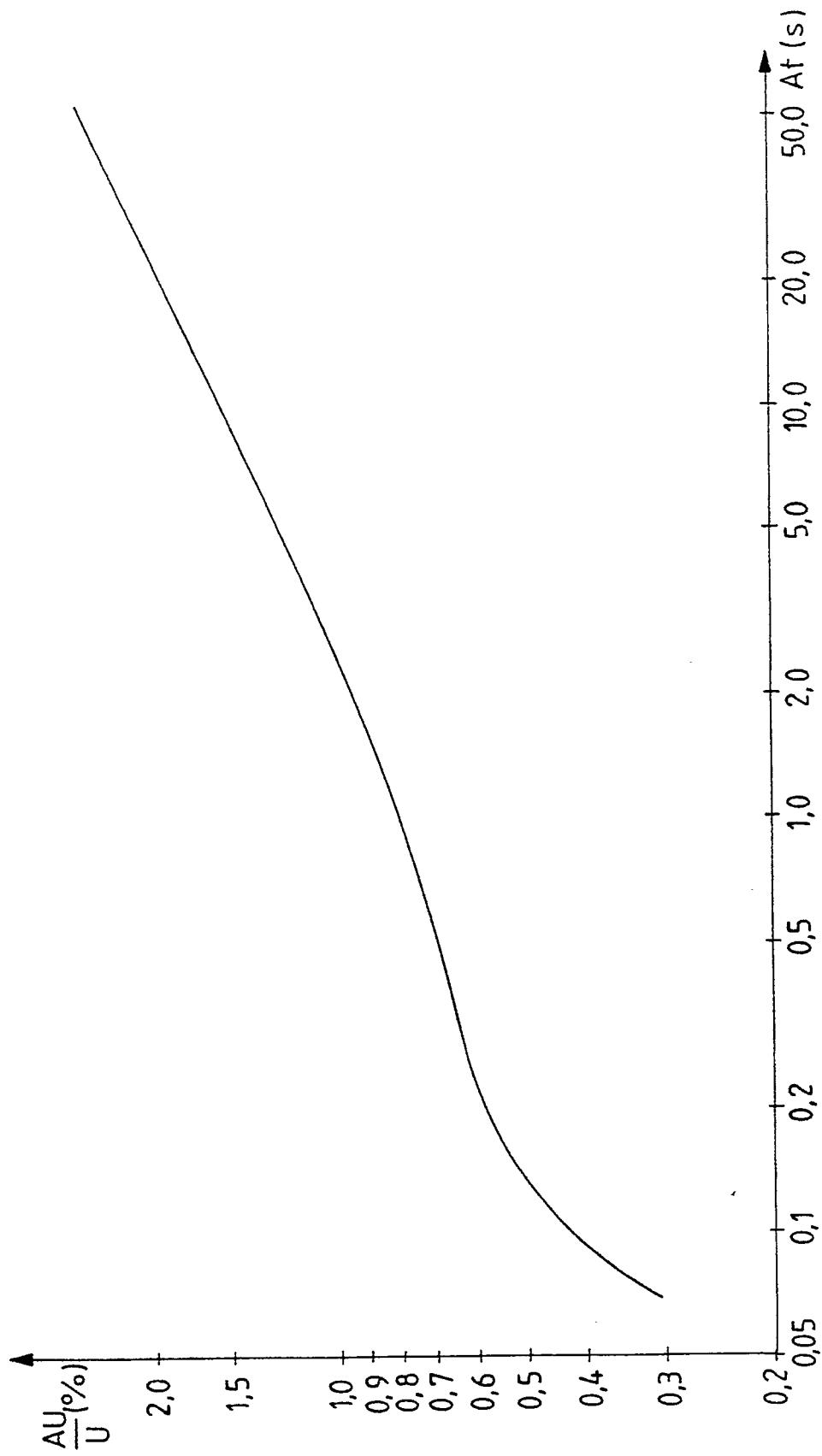


Fig. 2

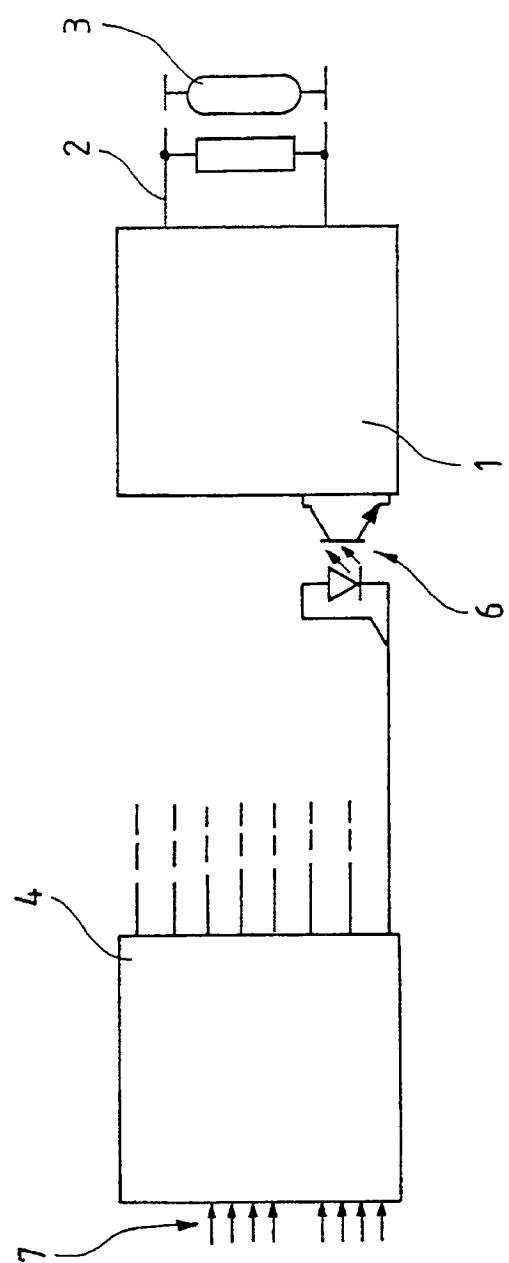


Fig. 3

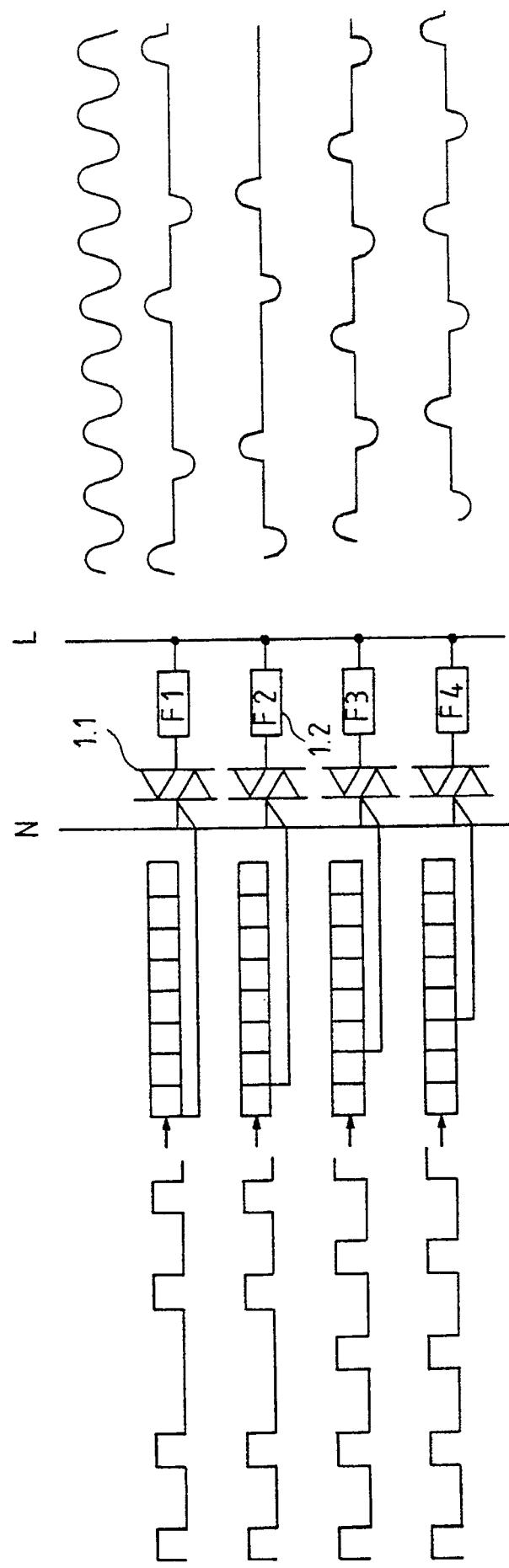


Fig. 4