

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 3402/86

(51) Int.Cl.⁶ : H05B 1/02
H02M 5/22, G05F 1/44

(22) Anmeldetag: 22.12.1986

(42) Beginn der Patentedauer: 15. 9.1996

(45) Ausgabetag: 26. 5.1997

(30) Priorität:

24.12.1985 DE 3546025 beansprucht.
25. 4.1986 DE 3614020 beansprucht.
15. 5.1986 DE 3616480 beansprucht.

(73) Patentinhaber:

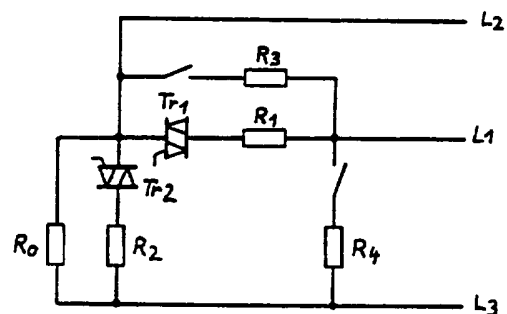
VAILLANT GESELLSCHAFT M.B.H.
A-1233 WIEN (AT).

(56) Entgegenhaltungen:

EP 201573A
"ELEKTRONIK LEXIKON" VON W. BAIER, 2. AUFLAGE,
FRANCKSCHE VERLAGSHANDLUNG, STUTTGART 1982, SEITEN 354
UND 685 -

(54) VERFAHREN ZUM FEINSTUFIGEN EINSTELLEN DER LEISTUNG EINES WIDERSTANDES

(57) Verfahren zum feinstufigen Einstellen der Leistung eines Widerstandes, der aus mindestens zwei über elektronische Schalter (Tr_1 , Tr_2) mit einer vorzugsweise 3phasigen Spannungsquelle parallel liegend verbundenen ungleichen Teilwiderständen (R_1 , R_2) besteht, wobei der Widerstand einen elektrischen Verbraucher, insbesondere den Heizwiderstand eines elektrischen Durchlauferhitzers, repräsentiert, nach Stammpatent AT-E 61 128. Um die Leistung möglichst feinstufig einstellen zu können, ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß mindestens der dem größten Teilwiderstand (R_2) zugeordnete Schalter (Tr_2) mit einem festen Tastverhältnis derart angesteuert wird, daß das Verhältnis der Summen der Einschaltzeiten (t_{EIN}) zur Periodendauer (t_p) konstant ist und mindestens der dem kleinsten Teilwiderstand (R_1) zugeordnete Schalter (Tr_1) mit einem variablen Tastverhältnis derart angesteuert wird, daß die Anzahl der Einschaltungen pro Periodendauer (t_p) die aus der Summation der Teilleistungen (p_1 ; p_2) resultierende Gesamtleistung ($p = p_1 + p_2$) feinstufig festlegt.



Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum feinstufigen Einstellen der Leistung eines Widerstandes, der aus mindestens zwei über elektronische Schalter mit einer, vorzugsweise 3phasigen Speisespannungsquelle parallelliegend verbundenen ungleichen Teilwiderständen besteht, wobei der Widerstand einen elektrischen Verbraucher, insbesondere den Heizwiderstand eines elektrischen Durchlauferhitzers, repräsentiert nach Stammpatent AT-E 61128.

Die Erfindung geht von einem aus dem Stammpatent AT-E 61128 bekannten Verfahren zum stufenweisen Einstellen der Leistung aus, wobei an zwei Außenleitern einer Wechselspannungsquelle zwei ungleiche Widerstände angeschlossen sind, die parallel liegen und mit je einem elektronischen Schalter ihrerseits in Serie angeordnet sind. Zur Darstellung von Teilleistungen zwischen Null und der sich bei Dauereinschaltung beider Widerstände ergebenden Maximalleistung geht aus diesem Verfahren hervor, die beiden elektronischen Schalter periodisch schwingungspaketgesteuert zu betreiben, und zwar in der Weise, daß, wenn der größere Widerstand eingeschaltet, der kleinere ausgeschaltet ist und umgekehrt.

Die Aufgabe der Erfindung liegt darin, das Verfahren im Hinblick auf die Feinstufigkeit der Leistungsdarstellung zu verbessern.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß mindestens der dem größten Teilwiderstand (R_2) zugeordnete Schalter (Tr_2) mit einem festen Tastverhältnis derart angesteuert wird, daß das Verhältnis der Summe der Einschaltzeiten (t_{EIN}) zur Periodendauer (t_p) konstant ist und mindestens der dem kleinsten Teilwiderstand (R_1) zugeordnete Schalter (Tr_1) mit einem variablen Tastverhältnis derart angesteuert wird, daß die Anzahl der Einschaltungen pro Periodendauer (t_p) die aus der Summation der Teilleistungen (p_1 ; p_2) resultierende Gesamtleistung ($p = p_1 + p_2$) feinstufig festlegt.

Weitere Ausgestaltungen sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung, die ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Figuren 1 bis 9 unter Zuhilfenahme einer Tabelle beschreibt.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine Prinzipschaltung,
- Fig. 2 Diagramme,
- Fig. 3 eine Schaltung für eine dreiphasige Spannungsquelle,
- Fig. 4 einen elektrischen Durchlauferhitzer als Prinzipdarstellung,
- Fig. 5 eine erste Schaltung für den Durchlauferhitzer,
- Fig. 6 eine zweite Schaltung für den Durchlauferhitzer und die
- Fig. 7 bis 9 Diagramme.

Die Schaltung beruht auf dem Grundgedanken, zur möglichst genauen Darstellung einer bestimmten Leistung mehrere ungleiche Teilwiderstände zu benutzen, von denen bei Speisung mit Wechselspannung oder Drehspannung mindestens der größte mit Schwingungspaketsteuerung festen Tastverhältnisses und mindestens der kleinste mit Schwingungspaketsteuerung variablen Tastverhältnisses betrieben werden, wobei sich der Mittelwert der eingestellten Leistung als Summe der Mittelwerte der Leistungen an den Teilwiderständen ergibt. Bei Speisung mit Gleichspannung treten anstelle der Schwingungspaketsteuerungen Impulsbreitensteuerungen.

Fig. 1 zeigt eine Schaltung zur Erläuterung des Grundprinzips der Erfindung.

An die Außenleiter L_1 und L_2 sind zwei Teilwiderstände R_1 und R_2 über als Triacs Tr_1 und Tr_2 ausgebildete Schalter angeschlossen. Am Teilwiderstand R_1 fällt bei Volleinschaltung eine Teilleistung P_1 , beispielsweise $P_1 = 1,75 \text{ kW}$, ab. Der Teilwiderstand R_2 ist so ausgelegt, daß an ihm bei Volleinschaltung die Teilleistung P_2 abfällt, die doppelt so groß ist wie P_1 , also $P_2 = 2 \cdot P_1$, beispielsweise $P_2 = 3,5 \text{ kW}$.

Figur 2 zeigt das Verfahren der Leistungseinstellung.

Der Bereich der Leistungen von $P = 0$ bis $P = P_1$ wird bei ausgeschaltetem R_2 durch periodische Schwingungspaketsteuerung von R_1 mit unterschiedlichen Tastverhältnissen eingestellt, wobei das Tastverhältnis T sich als Summe der Einschaltzeiten t_{EIN} , bezogen auf die Periodendauer t_p , ergibt.

Im Bereich der Leistung $P = P_1$ bis $P = P_2 = 2 \cdot P_1$ wird der Teilwiderstand R_2 permanent mit periodischer Schwingungspaketsteuerung des festen Tastverhältnisses $T = 0,5$ betrieben, so daß an ihm eine mittlere Teilleistung von $P_2/2 = P_1$ abfällt. Der Teilwiderstand R_1 wird dabei, wie oben angegeben, mit Schwingungspaketsteuerung variablen Tastverhältnissen betrieben, so daß durch unterschiedliche Tastverhältnisse für R_1 im angegebenen Leistungsbereich die Leistung feinstufig einstellbar ist.

Im Bereich der Leistung $P = P_2$ bis $P = P_1 + P_2 = 3 \cdot P_1$ wird der Teilwiderstand R_2 fest eingeschaltet und wiederum der Widerstand R_1 mit Schwingungspaketsteuerung betrieben, so daß durch unterschiedliche Tastverhältnisse eine feinstufige Einstellung erfolgt.

Bei der Anwendung von Schwingungspaketsteuerung für R_1 beziehungsweise R_2 wird nur Vollwellensteuerung angewandt und im Stromnulldurchgang geschaltet. Erfindungsgemäß wird dabei so verfahren, daß

- a) die kleinste Einschaltzeit beziehungsweise die kleinste Ausschaltzeit eine Netzperiode (20 ms) ist,

b) eine möglichst hohe Schaltfrequenz erreicht wird, um die Netzurückwirkungen (Flicker) zu minimieren. Dazu wird eine längere Einschaltzeit beziehungsweise eine längere Ausschaltzeit in mehrere kurze Einschaltzeiten beziehungsweise Ausschaltzeiten einer Netzperiode unterteilt,

5 c) beim gleichzeitigen Anwenden von Schwingungspaketsteuerung auf R_1 und R_2 die Einschaltzeitpunkte für R_1 mit den Ausschaltzeitpunkten für R_2 übereinstimmen und umgekehrt, um die Netzurückwirkungen (Flicker) zu minimieren,

d) der Teilwiderstand R_2 beziehungsweise die Teilleistung P_2 so gewählt werden, daß durch Schwingungspaketsteuerung mit einem Tastverhältnis $T = 0,5$ und einer Einschaltzeit beziehungsweise Ausschaltzeit von einer Netzperiode der zulässige Flickerpegel nicht überschritten wird.

10 Im Beispiel der Figur 2 beträgt die Periodendauer $t_p = 6 \cdot 20 \text{ ms} = 120 \text{ ms}$. Damit ist ein minimales Tastverhältnis von $T = 20 \text{ ms} / 120 \text{ ms} = 1/6$ erreichbar. Bei den angegebenen Teilleistungen $P_1 = 1,75 \text{ kW}$ und $P_2 = 3,5 \text{ kW}$ ist somit die Gesamtleistung P von 0 bis $5,25 \text{ kW}$ in Stufen von ca. 290 W einstellbar.

Folgende Anmerkungen sind wesentlich:

Die Teilleistung P_2 muß nicht genau doppelt so groß wie P_1 sein. Zur Darstellung größerer Leistungsbereiche können weitere Teilwiderstände fest zu- oder abgeschaltet werden. Die Teilwiderstände R_1 und R_2 15 können auch an unterschiedlichen Außenleitern eines Dreiphasensystems betrieben werden.

Figur 3 zeigt die Anwendung der Erfindung in einem elektrischen Durchlauferhitzer mit einer Gesamtleistung von 21 kW .

Die Teilwiderstände R_1 und R_2 sind identisch mit denen der Figur 1, liegen aber an unterschiedlichen 20 Außenleitern. Dadurch bedingt, ist beim Schalten im Nullpunkt ein Einschaltvorgang von R_1 nicht exakt gleichzeitig mit einem Ausschaltvorgang von R_2 realisierbar.

Eine Ausführung des Durchlauferhitzers kann so vorgenommen werden, daß an R_0 eine Leistung von $3,5 \text{ kW}$ bei Dauereinschaltung, an R_1 eine Leistung von $1,75 \text{ kW}$, an R_2 von $3,5 \text{ kW}$ an R_3 von $5,75 \text{ kW}$ und an R_4 von 7 kW abfällt.

25 Bei Einschalten des Gerätes ist die Leistung an R_0 ($3,5 \text{ kW}$) immer vorhanden. Im Bereich zwischen $3,5 \text{ kW}$ und 21 kW kann durch Betrieb von R_1 und R_2 entsprechend Figur 2 und fest zu- beziehungsweise abgeschalteten Teilwiderständen R_3 beziehungsweise R_4 die Leistung in Stufen von ca. 290 W eingestellt werden.

Günstige Netzurückwirkungen ergeben sich bei der angegebenen Anschlußfolge.

30 Zur Schaltung nach Figur 3 gelten noch folgende Anmerkungen:

Die Gesamtleistung kann von 21 kW abweichen. Die Aufteilung von R_3 und R_4 kann anders gewählt werden. Die Teilwiderstände können bei gleichen Verhältnissen insgesamt kleiner gewählt werden (oder größer). Die Anwendung kann für beliebige Elektrogeräte erfolgen, sowohl einphasig entsprechend Figur 1 als auch dreiphasig. Die Schaltung kann auch bei Gleichspannungsversorgung und auch auf komplexe 35 Teilwiderstände angewandt werden.

Für Vorstehendes gilt:

Ein kleinerer Teilwiderstandsindex bedeutet ein Teilwiderstand mit kleinerer erzeugbarer Teilleistung. Gleichzeitiges Schalten bedeutet bei Betrieb an einem Dreiphasensystem zeitlich aufeinanderfolgendes Schalten im jeweiligen Stromnulldurchgang.

40 Ein Durchlauferhitzer gemäß Figur 4 weist einen Kanalkörper 1 auf, der aus Kunststoff besteht und von einem mäanderförmig durchgehenden Wasserkanal 2 durchsetzt ist.

Der Wasserkanal 2 ist an eine speisende Kaltwasserzuleitung 3 und an eine Warmwasservorlaufleitung 4 angeschlossen, wobei letztere mit einem Zapfventil 5 versehen ist. Im Kanalkörper 1 sind drei von je einem Teilwiderstand R_1 , R_{21} , R_{22} beheizte wasserführende Kanäle 6 angeordnet, die hydraulisch in Serie 45 liegen. Den Teilwiderständen R_1 , R_{21} und R_{22} ist eine Schwingungspaketsteuerung 7 zugeordnet.

Es ist hierbei möglich, die Warmwasserauslaufftemperatur mittels eines in der Warmwasservorlaufleitung 4 angeordneten Temperaturfühlers zu messen und über die Schwingungspaketsteuerung 7 die an den Teilwiderständen R_1 , R_{21} und R_{22} abgegebenen Teilleistungen so zu steuern, daß eine bestimmte Auslaufftemperatur unabhängig von der Höhe der Kaltwassereinflauftemperatur und unabhängig vom Durchsatz erzielt wird. Es ist auch möglich, bei vorgegebenem Durchsatz und geschätzter oder gemessener 50 Kaltwassereinflauftemperatur die Teilleistungsabgabe an den Teilwiderständen so zu steuern, daß eine vorgebbare Warmwassertemperatur erreicht wird.

Die zugehörige Prinzipschaltung geht aus der Figur 5 hervor. An einem ersten Außenleiter L_1 eines speisenden Drehspannungsnetzes mit einer verketteten Außenleiterspannung von 380 V ist eine erste 55 Leitung 8 angeschlossen, die zu einem ersten Verzweigungspunkt 9 und einem zweiten Verzweigungspunkt 10 führt. Vom ersten Verzweigungspunkt 9 geht ein erster Zweig 11 ab, der aus einer Reihenschaltung eines elektronischen Schalters Tr_{22} (beispielsweise eines Triacs) und dem Teilwiderstand R_{22} besteht. Der Zweig 11 ist auf der freien Seite an einem Verzweigungspunkt 12 angeschlossen, der über eine Leitung 13

mit dem Außenleiter L3 in Verbindung steht. Zwischen den Verzweigungspunkten 10 und 12 ist ein zweiter Zweig 14 angeschlossen, der gleichermaßen aus einem elektronischen Schalter Tr21 und dem Teilwiderstand R21 besteht. Die Teilwiderstände R21 und R22 sind unterschiedlich groß, und zwar ist der Teilwiderstand R21 so ausgelegt, daß sich an ihm bei Dauereinschaltung des zugehörigen Triacs Tr21 eine Teilleistung P21 ergibt. Die sich bei Dauereinschaltung des Triacs Tr22 ergebende Teilleistung P22 am zugehörigen Teilwiderstand R22 ist so bemessen, daß sie etwa doppelt so groß ist wie die Teilleistung P21. Angestrebt wird ein Leistungssprung von Faktor zwei zwischen den beiden Teilleistungen P21 und P22, dieser ist aber aufgrund von Toleranzen nicht unbedingt erreichbar.

Vom Außenleiter L2 führt eine weitere Leitung 15 zu einem dritten Zweig 16, der gleichermaßen aus der Serienschaltung des Teilwiderstandes R1 mit seinem zugehörigen Triac Tr1 besteht und der andererseits am Verzweigungspunkt 10 angeschlossen ist. Der Teilwiderstand R1 ist so gewählt, daß bei Dauereinschaltung des Triacs Tr1 die an ihm erzeugbare Teilleistung P1 etwa halb so groß wie die Teilleistung P21 ist.

Die Bemessung der Teilwiderstände R1, R12, R22 ist so vorzunehmen, daß die Gesamtleistung im gesamten Bereich von 0 bis zur Summenleistung von $P1 + P21 + P22$ feinstufig einstellbar wird. Dies ist gegeben, wenn P1 mindestens $P21/2$ und für $P22 > 2 \cdot P21$ die Teilleistung P1 mindestens $(P22 \text{ bis } P21)/2$ ist. Im Idealfall ist $P22 = 2 \cdot P21 = 4 \cdot P1$. Der Absolutwert der Teilleistungen ist so zu wählen, daß bei Tastung von P21 beziehungsweise $(P22 - P21)/2$ mit festem Tastverhältnis $T2 = 0,5$ (zum Beispiel alternierend 1 Netzperiode ein, 1 Netzperiode aus) beziehungsweise bei Tastung von P1 mit variablem Tastverhältnis T1 die zulässigen Netzurückwirkungen (Flicker) nicht überschritten werden. Eine sinnvolle Auslegung erfolgt mit $P1 = 1,5 \text{ kW}$, $P21 = 2,5 \text{ kW}$, $P22 = 4,5 \text{ kW}$.

Der Schwingungspaketsteuerung 7 ist noch ein Soll-Wertgeber 17 zugeordnet, mit dem die Größe der einstellbaren elektrischen Gesamtleistung der Schaltung vorgebar ist. Dies kann zum Beispiel der Soll-Wertgeber eines Temperaturreglers für den Durchlauferhitzer sein.

Es soll noch erwähnt werden, daß zwischen den Außenleitern L1 und L3 einerseits beziehungsweise L1 und L2 andererseits weitere Zweige analog den Zweigen 11 beziehungsweise 14 oder 16 zusätzlich parallel geschaltet werden können.

Zur Erläuterung der Betriebsweise der Schaltung gemäß Figur 5 wird nunmehr auf die Tabelle verwiesen. Hieraus ist ersichtlich, daß sich sieben Leistungsbereiche ergeben. Und zwar ergeben sich die Leistungsbereiche so, daß aufgrund der Tastung der elektronischen Schalter Tr21 und Tr22 Grobstufungen entstehen, denen als Feinstufungen die Schaltzustände des Triacs Tr1 überlagert sind. Im ersten Leistungsbereich kann eine Leistung zwischen 0 und P1 dargestellt werden. Hierbei sind die elektronischen Schalter Tr21 und Tr22 ausgeschaltet.

Lediglich der elektronische Schalter Tr1 wird in einem Tastverhältnis T1 von 0 bis 1 von der Schwingungspaketsteuerung 7 getastet. Hierbei kann eine Leistung von 0 bis 1,5 kW quasi stetig beherrscht werden. Reicht diese Leistung nicht aus, wird in den Leistungsbereich 2 übergegangen. Hierbei ist der elektronische Schalter Tr22 ausgeschaltet, während der elektronische Schalter Tr21 mit einem festen Tastverhältnis T2 von $1/2$ getastet wird. Hieraus ergibt sich eine Grundlast von $P21/2$, der eine variable feineinstellbare Teilleistung gemäß dem Leistungsbereich 1 überlagert wird. Die Maximalleistung ergibt sich gemäß der Formel. Die Tastung der Teilleistungen aus dem Leistungsbereich 2 ist in der Figur 7 dargestellt. Das variable Tastverhältnis, das zur Teilleistung p1 führt, ist als oberste Kurve 18 angegeben. Dieser Teilleistung p1 ist die Teilleistung p21 überlagert. Die Teilleistung p22 ist 0. Im rechten Teil der Figur 7 ist die resultierende Leistung p dargestellt.

Die Zeitverläufe der Teilleistungen zeigen jeweils Mittelwerte der Teilleistung über etwas mehr als eine halbe Netzperiode.

Bei höherer Leistungsanforderung kann die Leistung analog über den Leistungsbereich 3 zum Leistungsbereich 4 gesteigert werden, wobei hier die Figur 8 eine bestimmte Leistung aus dem Leistungsbereich 4 erläutert. Es ist ersichtlich, daß die elektronischen Schalter Tr21 und Tr22 mit einem festen Tastverhältnis T2 von jeweils $1/2$ getastet sind und daß den daraus resultierenden Teilleistungen eine variable Teilleistung gemäß dem Leistungsbereich 1 von p1 überlagert ist. Die Tastung der elektronischen Schalter Tr21 und Tr22 wird von der Schwingungspaketsteuerung 7 so vorgenommen, daß jeweils nur einer der beiden Teilwiderstände R21 beziehungsweise R22 an Spannung liegt. Geschaltet wird im Stromnulldurchgang. Somit kompensieren sich, bezogen auf die Außenleiter L1 und L3, teilweise die Netzurückwirkungen. Die Tastung des Schalters Tr1 wird so vorgenommen, daß immer ein entgegengesetztes Tasten zum resultierenden Tasten von Tr21 und Tr22 vorgenommen wird, wodurch sich die Netzurückwirkungen im Außenleiter L1 teilweise kompensieren. Die Teilleistung p1 gemäß Figur 8 ist eine andere als die Teilleistung p1 in Figur 7, da das Tastverhältnis gegenüber dem der Figur 7 variiert ist. Im rechten Teil der Figur 8 ist die Gesamtleistung p ersichtlich, die sich aus der Überlagerung der drei Teilleistungen p1, p21 und p22 ergibt.

Zum Leistungsbereich 6 gehört die Darstellung in Figur 9, die auch hier wieder eine bestimmte Leistung aus dem Leistungsbereich 6 zeigt. In diesem Leistungsbereich ist der elektronische Schalter Tr22 dauernd eingeschaltet, der elektronische Schalter Tr21 mit einem festen Tastverhältnis T2 von 1/2 fest getastet und der elektronische Schalter Tr1 mit einem Tastverhältnis variabel von 0 bis 1 getastet. Die Tastung der Teilleistung p1 wird so gewählt, daß den Abschaltungen dieser Teilleistung Einschaltungen der Teilleistung p21 gegenüberliegen. Hierbei kompensieren sich die Netzurückwirkungen im Außenleiter L1 insoweit, daß einer Leistungserhöhung im Schaltsprung der Teilleistung p1 einer Erniedrigung der Teilleistung p21 entspricht und umgekehrt. Die Teilleistung p1 wird immer entgegengesetzt zur größeren geschalteten Teilleistung, bezogen auf die Teilleistungen p21 und p22, getastet. Da im Leistungsbereich 6 die Teilleistung p22 die größere ist, wird p1 immer entgegengesetzt zu p22 geschaltet. Somit findet hier eine Kompensation der Rückwirkungen im Außenleiter L1 statt.

Im Leistungsbereich 7 sind die elektronischen Schalter Tr21 und Tr22 permanent leitend, und der elektronische Schalter Tr1 kann gemäß Leistungsbereich 1 hierzu variiert werden. Die Gesamtleistung ergibt sich als maximaler Wert durch Dauereinschaltung der Teilwiderstände R1, R21 und R22.

Die theoretisch möglichen Grobeinstellungen, bei denen p22 mit T2 getastet und p21 fest beziehungsweise eingeschaltet ist, werden aufgrund der hohen Netzurückwirkungen nicht vorgesehen.

Wählt man die Teilleistungen P1, P21 und P22 so, daß P1 mindestens halb so groß wie P21 ist und daß P21 halb so groß wie P22 ist, ergibt sich eine lückenlose feinstufige Darstellung der Leistung im Bereich zwischen 0 und der Summe von $P1 + P21 + P22$.

In einer konkreten Ausführung wird die Teilleistung P1 zu 1,5 kW gewählt, die Teilleistung P21 zu 2,5 kW und die Teilleistung P22 zu 4,5 kW festgelegt. Damit beträgt die zwischen den Außenleitern L1 und L3 maximal darstellbare Leistung 7 kW. Die feinstufig einstellbare Gesamtleistung variiert zwischen 0 und 8,5 kW.

Während die Schaltung nach Figur 5 eine asymmetrische Gesamtleistung, bezogen auf die drei Außenleiter, ergibt, ist die Schaltung nach Figur 6 um weitere Teilwiderstände R4 und R0 ergänzt, die in weiteren Zweigen 19 und 20 zueinander parallel liegen und zwischen den Außenleitern L2 und L3 geschaltet sind, wobei der Teilwiderstand R4 mit einem Schalter Tr4 in Serie liegt. Zusätzlich ist ein weiterer Zweig 21 vorhanden, in dem ein Teilwiderstand R3 mit dem zugehörigen Schalter Tr3 in Serie liegt. Dieser Zweig 21 ist parallel zum Zweig 16 geschaltet und liegt an den Außenleitern L1 und L2, so daß sich neue Verbindungspunkte 22, 23 und 24 ergeben. Die Schalter Tr4 und Tr3 können Triacs oder mechanische Schalter sein. Die Zweige 19, 20 und 21 dienen einmal der Erhöhung der Gesamtleistung und zum anderen der bei Vollasteinschaltung aller Zweige sich einstellenden symmetrischen Belastung der Außenleiter.

Nach der Darstellung liegt der Widerstand R0 zwar immer an Spannung zwischen den Außenleitern L2 und L3, praktisch wird er aber von einem sogenannten Wasserschalter im Durchlauferhitzer gesteuert beziehungsweise eingeschaltet, wobei der Wasserschalter dann einen Einschaltbefehl ergibt, wenn Wasserdurchsatz durch den Kanal 6 erfolgt. Andere Anwendungsgebiete der Schaltung wären zum Beispiel Kochherde oder Heizlüfter.

Patentansprüche

1. Verfahren zum feinstufigen Einstellen der Leistung eines Widerstandes, der aus mindestens zwei über elektronische Schalter mit einer vorzugsweise 3phasigen Speisespannungsquelle parallelliegend verbundenen ungleichen Teilwiderständen besteht, wobei der Widerstand einen elektrischen Verbraucher, insbesondere den Heizwiderstand eines elektrischen Durchlauferhitzers, repräsentiert, nach Stammpatent AT-E 61128, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens der dem größten Teilwiderstand (R_2) zugeordnete Schalter (Tr_2) mit einem festen Tastverhältnis derart angesteuert wird, daß das Verhältnis der Summen der Einschaltzeiten (t_{EIN}) zur Periodendauer (t_p) konstant ist und mindestens der dem kleinsten Teilwiderstand (R_1) zugeordnete Schalter (Tr_1) mit einem variablen Tastverhältnis derart angesteuert wird, daß die Anzahl der Einschaltungen pro Periodendauer (t_p) die aus der Summation der Teilleistungen (p_1 ; p_2) resultierende Gesamtleistung ($p = p_1 + p_2$) feinstufig festlegt.

Hiezu 5 Blatt Zeichnungen

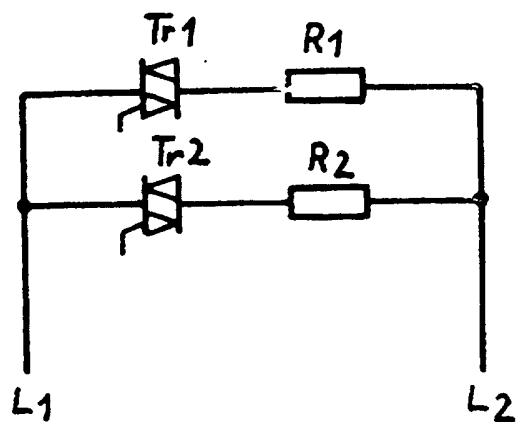


Fig. 1

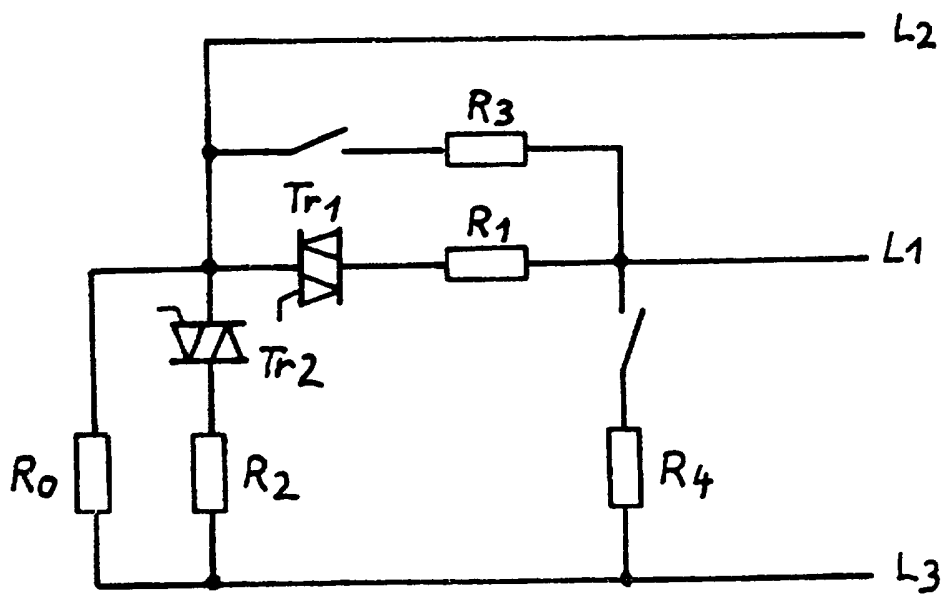


Fig. 3

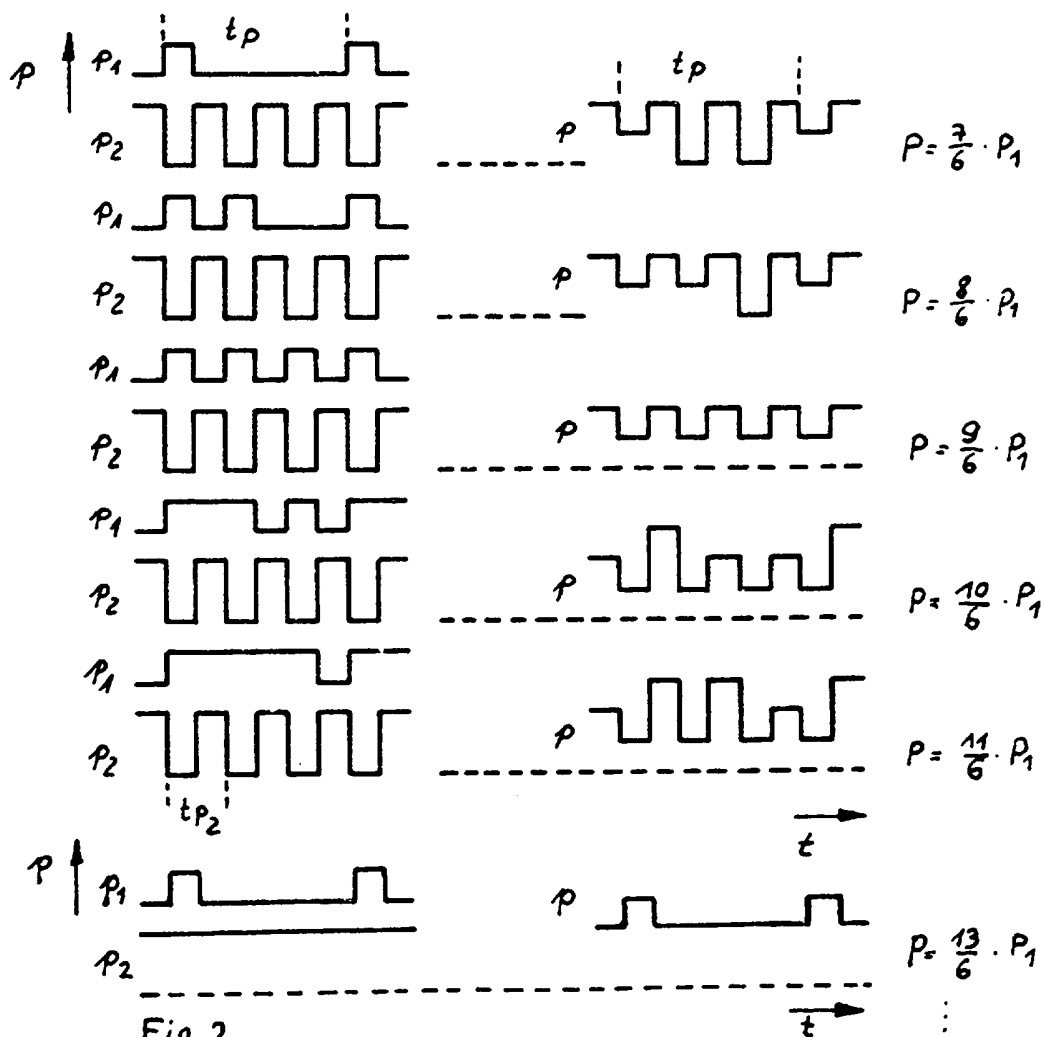
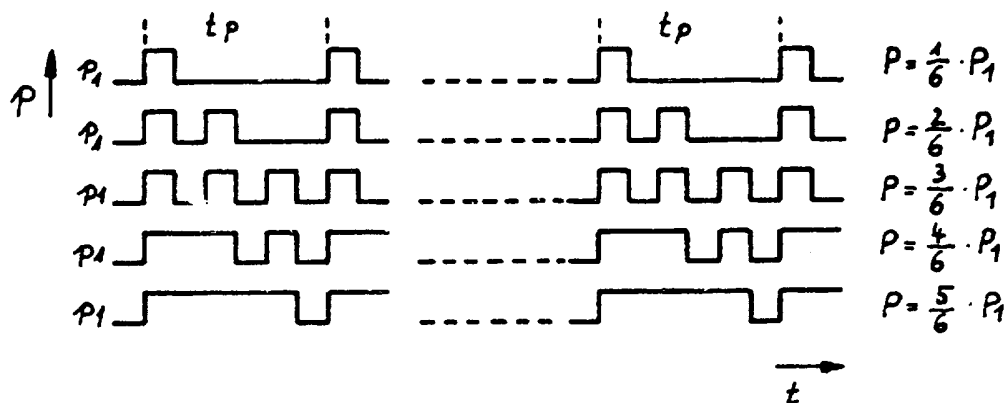


Fig. 2

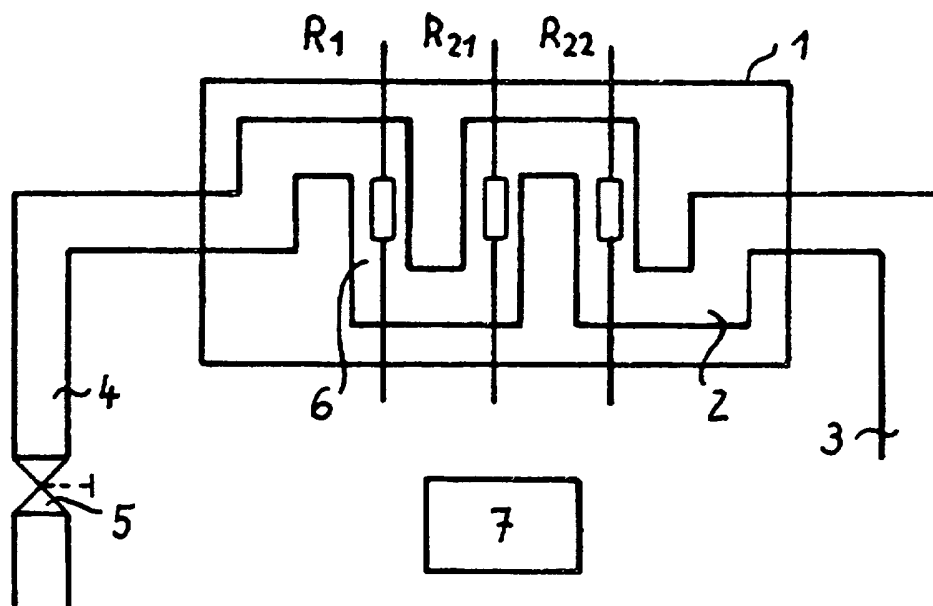


Fig. 4

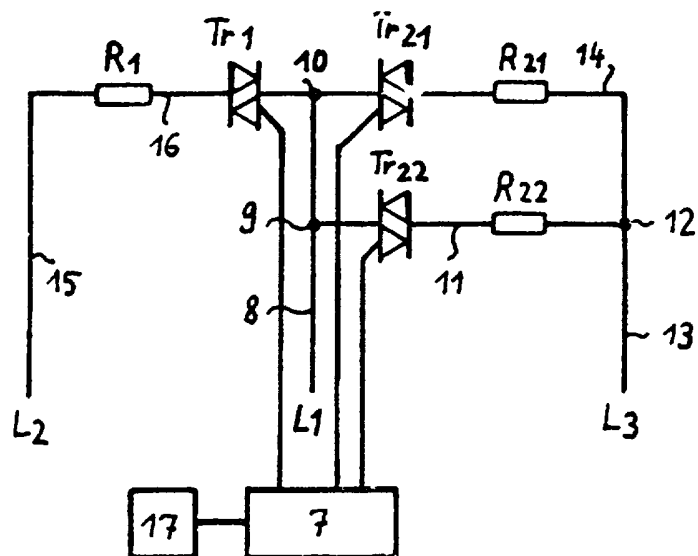


Fig. 5

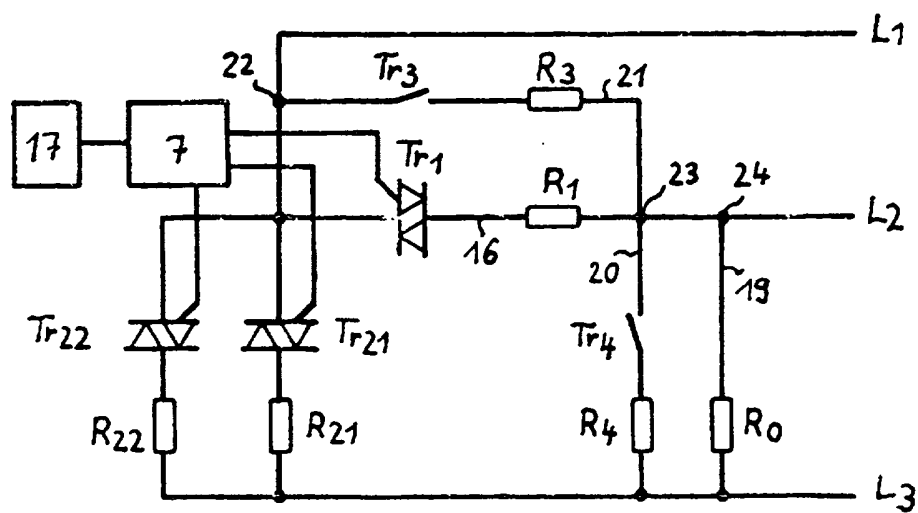


Fig. 6

