



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



PATENTSCHRIFT A5

(11)

619 626

(21) Gesuchsnummer: 3684/77

(22) Anmeldungsdatum: 23.03.1977

(30) Priorität(en): 24.03.1976 SU 2338474

(24) Patent erteilt: 15.10.1980

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.10.1980

(73) Inhaber:
Institut Elektrosvarki imeni E.O. Patona Akademii Nauk Ukrainskoi SSR, Kiev (SU)

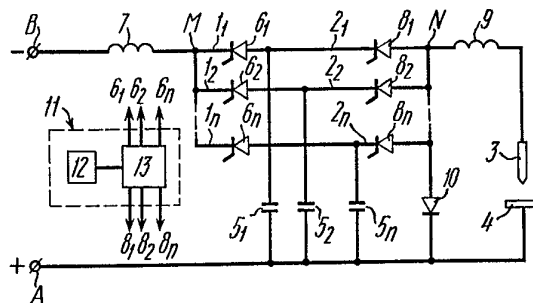
(72) Erfinder:
Daniil Andreevich Dudko, Kiev (SU)
Vasily Stepanovich Gvozdetsky, Kiev (SU)
Grigory Bogradovich Asoians, Kiev (SU)
Vladik Efimovich Sklyarevich, Kiev (SU)
Georgy Nikolaevich Ignatchenko, Kiev (SU)
Valentin Ivanovich Skrypnik, Kiev (SU)
Larisa Mikhailovna Yarinich, Kiev (SU)
Anatoly Petrovich Zaparovanyi, Kiev (SU)
Eduard Ivanovich Shmakov, Kiev (SU)

(74) Vertreter:
E. Blum & Co., Zürich

(54) Stromversorgungsschaltung für eine Schweissanlage.

(57) Die Stromversorgungsschaltung enthält parallel zueinander geschaltete Ladekreise ($1_1, 1_2, \dots, 1_n$) mit Speicherkondensatoren ($5_1, \dots, 5_n$) und Trenndioden ($6_1, \dots, 6_n$), eine Stromquelle sowie Entladekreise. Jeder Entladekreis weist einen mit dem entsprechenden Ladekreis gemeinsamen Speicherkondensator ($5_1 \dots 5_n$) und ein Element ($8_1 \dots 8_n$) zum Umschalten der Entladung des Speicherkondensators auf. Die Trenndioden der Ladekreise ($1_1, 1_2, \dots, 1_n$) sind steuerbar und der gemeinsame Verbindungspunkt (M) der gleichnamigen Elektroden der Trenndioden ist über einen induktiven Eingangswiderstand (7) an die Stromquelle angeschlossen. An die Steuerelektroden der Trenndioden ($6_1, \dots, 6_n$) und die Elemente ($8_1, \dots, 8_n$) zum Umschalten der Entladung der Speicherkondensatoren ist eine Steuereinheit (11) angeschlossen, die eine abwechselnde Auslösung der steuerbaren Trenndioden mit einem vorgegebenen Zeitintervall und eine Einschaltung jedes Elementes zum Umschalten der Entladung der Speicherkondensatoren nach einer vorgegebenen Zeitverzögerung nach der Auslösung der entsprechenden steuerbaren Trenndiode bewirkt.

Eine solche Versorgungsschaltung ermöglicht eine Erweiterung der Regelungsmöglichkeiten der Parameter des Schweissvorganges.



PATENTANSPRÜCHE

1. Stromversorgungsschaltung für eine Schweissanlage, welche Schaltung parallel zueinander geschaltete Ladekreise mit Speicherkondensatoren und Trenndioden, deren gleichnamige Elektroden miteinander verbunden und an die Stromquelle angeschlossen sind, und eine entsprechende Anzahl von Entladekreisen aufweist, von welchen Entladekreisen jeder einen mit dem entsprechenden Ladekreis gemeinsamen Speicherkondensator und ein Element zum Umschalten der Entladung des Speicherkondensators enthält, wobei jeder Entladekreis an die Elektroden der Schweissanlage über einen induktiven Ausgangswiderstand angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Trenndioden der Ladekreise ($1_1, 1_2 \dots 1_n$) steuerbar ausgeführt sind und der gemeinsame Verbindungspunkt (M) von deren gleichnamigen Elektroden über einen induktiven Eingangswiderstand (7), der den Ladestrom begrenzt und den Ladekreis schaltet, an die Stromquelle angeschlossen ist, wobei an die Steuerelektroden der Trenndioden und die Elemente zum Umschalten der Entladung der Speicherkondensatoren eine Steuereinheit (11) angeschlossen ist, die eine abwechselnde Auslösung der steuerbaren Trenndioden mit einem vorgegebenen Zeitintervall und eine Einschaltung jedes Elementes zum Umschalten der Entladung der Speicherkondensatoren nach einer vorgegebenen Zeitverzögerung nach der Auslösung der entsprechenden steuerbaren Trenndiode bewirkt.

2. Schaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (11) einen Steuergenerator (12), der Auslöseimpulse erzeugt, und eine Verteilungseinrichtung (13), die an den Steuergenerator (12) angeschlossen und mit den steuerbaren Trenndioden und den Elementen (8_1-8_n) zum Umschalten der Entladung der Speicherkondensatoren verbunden ist, enthält.

3. Schaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Verteilungseinrichtung (13) der Steuereinheit (11) an die Elemente (8_1-8_n) zum Umschalten der Entladung der Speicherkondensatoren über ein Zeitverzögerungselement (16) angeschlossen ist.

4. Schaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Verteilungseinrichtung (13) der Steuereinheit (11) Ausgänge (13_1-13_n) entsprechend der Anzahl der Ladekreise (1) und Entladekreise (2) hat, und dass mit dem letzten der Ausgänge (13_n) das vorletzte Element (8_{n-1}) zum Umschalten der Entladung des vorletzten Speicherkondensators (5_{n-1}) sowie die steuerbare Trenndiode (6_n) des letzten Ladekreises (1_n), welcher den Speicherkondensator (5n) enthält, elektrisch verbunden sind.

5. Schaltung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sie mit einem Rückkopplungskreis (17) versehen ist, der operativ mit der Steuereinheit (11) verbunden ist.

6. Schaltung nach den Ansprüchen 2 und 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Rückkopplungskreis (17) einen im Schweisskreis liegenden und parallel an den Steuergenerator (12) der Steuereinheit (11) angeschlossen Widerstand (18) enthält, der zur Einhaltung des Sollstromes dient.

7. Schaltung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass an die Stromquelle in Reihe mit dem induktiven Eingangswiderstand (7) ein Schalththyristor (20) angeschlossen ist, der das Impulsverhalten des Schweissstromes vorgibt.

verbunden und an die Stromquelle angeschlossen sind, und eine entsprechende Anzahl von Entladekreisen aufweist, von welchen Entladekreisen jeder einen mit dem entsprechenden Ladekreis gemeinsamen Speicherkondensator und ein Element zum Umschalten der Entladung des Speicherkondensators enthält, wobei jeder Entladekreis an die Elektroden der Schweissanlage über einen induktiven Ausgangswiderstand angeschlossen ist.

Eine solche Stromversorgungsschaltung kann im Flugzeugbau, Maschinenbau, in der Elektronik, oder in anderen Branchen angewandt werden, in welcher eine Mikroplasma-schweissung von dünnwandigen Werkstücken und Präzisionsteilen aus verschiedenen Eisen- oder Buntmetallen oder deren Legierungen (Stahl, Kupfer, Nickel, Titan, Zinn, Kovar u. ä.) durchzuführen ist.

Die Vielfalt der Abmessungen und wärmephysikalischen Eigenschaften der in der Industrie zu verschweisenden Werkstücke erfordert Schweissanlagen, deren Schweissstromparameter sich weitgehend ändern lassen. Die Vervollkommnung der Stromversorgungsschaltungen in dieser Richtung ist in der Regel mit einer Zunahme der in solchen Schaltungen verwendeten Bestandteile verbunden, was eine Vergrößerung der Abmessungen und der Masse solcher Schaltungen sowie eine Verminderung der Funktionstüchtigkeit derselben zur Folge hat.

Andererseits erfordert die Automatisierung der Schweissprozesse Kleinspeisequellen, die in automatische Taktstrassen und Aggregate ohne Schwierigkeiten eingebaut werden können.

Es ist eine Stromversorgungsschaltung für Schweissanlagen (s. FR-PS Nr. 2 148 874, Int. C1. B 23 K 9/00, B 23k 11/00, 23.3.73 und DDR-Patentschrift Nr. 91 409, Int. C1. B 23k 11/26, 12.07.72) bekannt, die mehrere an die Stromquelle angeschlossene und parallel geschaltete Ladekreise sowie eine entsprechende Anzahl von an die Elektroden der Schweissanlage angeschlossenen Entladekreisen enthält. Jedes aus einem Lade- und einem Entladekreis bestehendes Paar hat einen gemeinsamen Speicherkondensator. Die Ladekreise enthalten Trenndioden, deren gleichnamige Elektroden untereinander verbunden und über einen Schalththyristor an die Stromquelle angelegt sind. Zu jedem Entladekreis gehört neben dem Speicherkondensator ein Element zum Umschalten deren Entladung, das ein Thyristor ist. Die Entladekreise sind an die Elektroden der Schweissanlage über einen induktiven Ausgangswiderstand angeschlossen. Das Laden der Kondensatoren erfolgt bei dieser Speisequelle während der negativen Halbperiode der Netzspannung. Das Entladen der Kondensatoren über die Lichtbogenstrecke findet bei Änderung der Polarität der Speisespannung statt. Diese Stromversorgungsschaltung liefert Schweissstromimpulse, wobei sie auch die Regelung der Frequenz des Impuls-Pause-Verhältnisses und der Impulsform erlaubt. Jedoch ist bei dieser Speisequelle die obere Grenze der Impulsfrequenz durch die Frequenz der Meterspannung begrenzt. Hierbei ist die Impulsdauer durch die Halbperiode der Netzspannung begrenzt, während das Impuls-Pause-Verhältnis nicht mehr als zwei betragen kann. Indessen sind zum Schweissen von dünnwandigen und hochwärmeleitenden Metallen Impulse von grösserer Dauer bei einem in weiten Grenzen veränderlichen Impuls-Verhältnis zweckmässig. Die Erreichung von Impulsen komplizierter Form, beispielsweise von Stufen- oder Trapezimpulsen, die die Regelung der Wärmeverhältnisse während der Wirkung des Schweissstromimpulses ermöglichen, ist mit einer Vergrößerung der Zahl der Lade- und Entladekreispaaire verbunden, was zur Senkung der Betriebstüchtigkeit und zur Zunahme der Abmessungen und der Masse der Speisequelle führt. Auf die Abmessungen einer solchen Speisequelle hat auch der Umstand Einfluss, das infolge der gleichzeitigen Ladung deren Kondensatoren der Ladestromimpuls eine relativ grosse Amplitude hat, so dass die Elemente des

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Stromversorgungsschaltung für eine Schweissanlage, welche Schaltung parallel zueinander geschaltete Ladekreise mit Speicherkondensatoren und Trenndioden, deren gleichnamige Elektroden miteinander

Ladeteils der Schaltung für einen hohen Strom ausgelegt werden müssen. Dies ist mit einer Vergrößerung deren Abmessungen, Erhöhung der Wärmeverluste und Senkung des Wirkungsgrades der Speisequelle verbunden. Darüber hinaus bedingt die grosse Amplitude des Ladestromimpulses einen relativ hohen Störpegel bei der Speisequelle. Der Anschluss der beschriebenen Speisequelle an eine Gleichstromquelle gestattet es, den Regelungsbereich der Frequenz und Dauer des Schweißstromes zu erweitern. Da aber hierbei in die Schaltung Gleichrichter und auch ein Filter eingeführt werden müssen, wobei dieser Filter aus den oben erwähnten Gründen für einen hohen Strom ausgelegt werden muss, nehmen die Abmessungen und die Masse dieser Speisequelle wesentlich zu. Darüber hinaus kann in diesem Falle, wie auch beim Speisen mit Wechselstrom, am Ausgang der Speisequelle jeweils nur ein Impulsstrom erhalten werden.

Die Gewinnung eines stetigen Schweißstromes, der oft z. B. beim Schweißen von dünnwandigen Werkstücken benötigt wird, ist nur unter Benutzung einer fast doppelten Menge von Elementen in der Schaltung möglich, was entsprechend die Abmessungen und die Masse der Speisequelle vergrößert. Zu den aufgezählten Nachteilen der bekannten Speisequelle ist noch der Elektrodenverschleiss der Schweißanlage zu zählen, der durch die kurzen Schweißstromimpulse von grosser Amplitude und bei grossem Impuls-Pause-Verhältnis sowie durch die grosse Pulsation innerhalb jedes Impulses, bedingt durch die praktisch annehmbare relativ geringe Zahl der Lade- und Entladekreispaaire bewirkt wird. Dies führt zur Verschlechterung der Stabilität und Güte des Schweißvorganges.

Das Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Erweiterung der Regelungsmöglichkeiten der einzelnen Parameter des Schweißvorganges, ohne die Abmessungen der Stromversorgungsschaltung vergrößern zu müssen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Stromversorgungsschaltung für eine Schweißanlage derart auszuführen, dass in dieser Schaltung eine gesteuerte abwechselnde Ladung der Speicherkondensatoren mit geregelten Zeitabständen zwischen der Aufladung zweier abwechselnd sich entladenden Kondensatoren und zwischen der Aufladung und Entladung jedes Speicherkondensators gesichert ist.

Diese Aufgabe wird bei der Schaltung der eingangs genannten Art erfindungsgemäss so gelöst, wie im kennzeichnenden Teil des Anspruches 1 definiert ist.

Eine derartige Ausführung der Stromversorgungsschaltung gestattet, bei Anschluss an eine Gleichstromquelle die Schweißstromparameter in einem weiten Bereich zu regeln und auch die folgenden Vorteile zu erhalten:

Es können praktisch beliebige Werte der Impulsdauer und des Impuls-Pause-Verhältnisses erreicht werden, darunter auch von grosser Dauer und geringem Impuls-Pause-Verhältnis, bei welchen der Elektrodenverschleiss vermindert wird. An Stelle des Impulsstromes kann auch ein stetiger Schweißstrom erreicht werden;

es kann ein weiter Bereich von Pulsationsfrequenz innerhalb eines einzigen Impulses erreicht werden, darunter am meisten gewünschte grosse Frequenzen, bei welchen auch die Pulsationsamplitude verschwindend klein ist, so dass der Elektrodenverschleiss vermindert wird;

es können Impulse von praktisch beliebiger Form erzeugt werden. Dies wird durch die Steuerung der Schaltungselemente während des Arbeitszyklus erreicht, so dass die Zahl der nötigen Lade- und Entladekreispaaire vermindert werden kann.

Die Ungleichzeitigkeit der Aufladung der Kondensatoren gestattet es, die Amplitude des Schweißstrom-Impulses und damit die Abmessungen einer Reihe von Elementen der Schaltung zu vermindern, wodurch eine wesentliche Reduzierung der Abmessungen der Speisequelle erreicht wird. Ausserdem

werden die Wärmeverluste und der Störpegel gesenkt und der Wirkungsgrad der Speisequelle erhöht. Durch die Wahl von Schaltungselementen, die für einen kleineren Ladestrom ausgelegt sind, und wegen einer relativ geringen Anzahl von Lade- und Entladekreispaaire, die zur Sicherung praktisch beliebiger Parameter des Schweißstromes ausreichen, übersteigen die Abmessungen der Stromversorgungsschaltung nicht die Abmessungen der bekannten Speisequellen (siehe z. B. FR-PS Nr. 2 148 874 und DDR-PS Nr. 91 409), die mit Wechselstrom arbeiten.

Die Steuereinheit der erfindungsgemässen Schaltung kann einen Steuergenerator, der Auslöseimpulse erzeugt, und eine Verteilungseinrichtung, die an den Steuergenerator angeschlossen und operativ mit den steuerbaren Trenndioden und den Elementen zum Umschalten der Entladung der Speicherkondensatoren verbunden ist, enthalten. Um die Regelung der Verzögerung des Entladebeginns des Speicherkondensators gegenüber seiner Aufladung zu ermöglichen, ist es zweckmässig, die Verteilungseinrichtung der Steuereinheit an die Elemente zur Umschaltung der Speicherkondensatoren über ein Verzögerungselement anzuschliessen.

Im Falle, wenn die Verzögerung der Entladung des Speicherkondensators gegenüber seiner Aufladung gleich dem Zeitintervall zwischen den Aufladungen zweier abwechselnd sich entladender Speicherkondensatoren gewählt wird, kann die Verteilungseinrichtung der Steuereinheit Ausgänge entsprechend der Anzahl der Lade- und Entladekreispaaire haben.

Mit dem letzten dieser Ausgänge ist das vorletzte Element zum Umschalten der Entladung des vorletzten Speicherkondensators sowie die steuerbare Trenndiode des letzten Ladekreises elektrisch verbunden. Diese Schaltungsart schliesst den Bedarf an ein Verzögerungselement aus und erweitert den möglichen Stromregelungsbereich.

Die äussere Charakteristik der Speisequelle, worunter die Abhängigkeit ihrer Ausgangsspannung von dem Schweißstrom zu verstehen ist, kann bei der erfindungsgemässen Speisequelle durch den Rückkopplungskreis der operativ mit der Steuereinheit verbunden ist, vorgegeben sein.

Der Rückkopplungskreis kann einen Widerstand enthalten, der in dem Schweißkreis liegt und parallel zum Steuergenerator der Steuereinheit geschaltet ist, wodurch eine Bogenstromkorrektur der vorgegebenen Schweißbedingungen gesichert wird. Dadurch ist es möglich, den Schweißstrom unabhängig von der Bogenlänge zu stabilisieren und damit die Schweißgüte zu erhöhen.

Bei der erfindungsgemässen Schaltung kann an die Stromquelle in Reihe mit dem induktiven Eingangswiderstand ein Schalththyristor angeschlossen werden, der den Schweißstromimpulsbetrieb beim Speisen von einer Gleichstromquelle vorgibt und die Benutzung der Speisequelle für das Arbeiten mit Wechselstrom des industriellen Netzes ermöglicht, ohne die Schaltung der erfindungsgemässen Speisequelle komplizierter zu machen. Durch den Einschaltverzögerungswinkel des Schalththyristors wird hierbei der Wert der Spannung, bis zu welchem die Speicherkondensatoren aufgeladen werden können, und damit die Amplitude des Schweißstromes bestimmt.

Es sind im folgenden konkrete Ausführungsbeispiele der Erfindung an Hand von Ausführungsbeispielen der Speisequelle unter Bezugnahme auf die beigelegten Zeichnungen erläutert:

Fig. 1 elektrisches Funktionsschema der erfindungsgemässen Speisequelle,

Fig. 2, 3 Funktionsschemas von Ausführungsvarianten der Steuereinheit in der Speisequelle gemäss Fig. 1,

Fig. 4 elektrisches Funktionsschema einer Ausführungsvariante der erfindungsgemässen Speisequelle,

Fig. 5 elektrisches Funktionsschema einer der Ausführungsvarianten der erfindungsgemässen Speisequelle.

Fig. 6 Funktionsschema einer Ausführungsvariante der Steuereinheit in der Speisequelle gemäss Fig. 5,

Fig. 7 elektrisches Funktionsschema einer anderen Ausführungsvariante der erfindungsgemässen Speisequelle,

Fig. 8 Funktionsschema einer Ausführungsvariante der Steuereinheit in der Speisequelle gemäss Fig. 7,

Fig. 9a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k Zeitdiagramme der Ströme I und Spannungen U am Ausgang der einzelnen Elemente der Schaltung und am Ausgang der gesamten erfindungsgemässen Speisequelle.

Fig. 10a, b Zeitdiagramme der Auslösespannung und des Schweissstromes, die die Funktion des Schaltthyristors in der erfindungsgemässen Speisequelle veranschaulichen,

Fig. 11a, b, c, d Zeitdiagramme der Auslösespannung und des Schweissstromes, die die Abhängigkeit des mittleren Bogenstromes von der Frequenz der Auslöseimpulse in der erfindungsgemässen Speisequelle veranschaulichen,

Fig. 12a, b Zeitdiagramme der Auslösespannung und des Schweissstromes, die die Bildung von Schweissimpulsen komplizierter Form am Ausgang der erfindungsgemässen Speisequelle veranschaulichen,

Fig. 13 Zeitdiagramme der Auslösespannung und des Schweissstromes, die die den Impulsschweissbetrieb mit von Null unterschiedlichem Strom in der Pause veranschaulichen.

Die Speisequelle für Anlagen zum Schweißen von Werkstücken enthält Ladekreis $1_1, 1_2 \dots 1_n$ (Fig. 1), die parallel zu einer Gleichstromquelle, die in der Zeichnung durch die positive Klemme A und die negative Klemme B dargestellt ist, geschaltet sind, und Entladekreise $2_1, 2_2 \dots 2_n$, die an die Elektroden 3 und 4 der Schweissanlage angeschlossen sind. Zu den Ladekreisen 1_1-1_n gehören Speicherkondensatoren $5_1, 5_2 \dots 5_n$, die elektrische Energie speichern, welche für das Brennen des Lichtbogens zwischen den Elektroden 3 und 4 der Schweissanlage verbraucht wird. Zur Entkoppelung der Kondensatoren 5_1-5_n sind in den Ladekreisen Trenndioden vorgesehen, die steuerbar ausgeführt sind und in dem konkreten Ausführungsbeispiel Ladethyristoren $6_1, 6_2 \dots 6_n$ darstellen. Die gleichnamigen Elektroden (Katoden) sämtlicher Ladethyristoren 6_1-6_n sind miteinander verbunden. Deren gemeinsamer Punkt M ist an die Klemme B der Gleichstromquelle über einen induktiven Eingangswiderstand 7, der den Strom begrenzt und das Schalten der Ladekreise 1_1-1_n gewährleistet, angeschlossen. Zu den Entladekreisen $2_1, 2_2 \dots 2_n$ gehören neben den mit den entsprechenden Ladekreisen $1_1, 1_2 \dots 1_n$ gemeinsamen Kondensatoren $5_1, 5_2 \dots 5_n$ Elemente zum Umschalten der Entladung der Speicherkondensatoren, die als Entladethyristoren $8_1, 8_2 \dots 8_n$ ausgeführt sind. Die ungleichnamigen Elektroden der Ladethyristoren 6 und Entladethyristoren 8 jedes Paares der Ladekreise 1 und Entladekreise 2 sind miteinander und mit einem der Beläge der Kondensatoren 5 verbunden.

Die Anoden sämtlicher Entladethyristoren 8_1-8_n sind über den gemeinsamen Punkt N an die Elektrode 3 der Schweissanlage über einen induktiven Widerstand 9, der zur Glättung der Pulsation des Entladestromes und Einhaltung des Stromes in dem Bogenkreis mit Hilfe einer Diode 10 in der Zeit zwischen dem Ende der Entladung eines Speicherkondensators und dem Beginn der Entladung des nächsten Speicherkondensators bestimmt ist, angeschlossen.

Die Speisequelle enthält eine Steuereinheit 11, die die abwechselnde Zündung der Ladethyristoren 6_1-6_n mit vorgegebenem Zeitintervall und die Zündung jedes Entladethyristors 8 nach einer vorgegebenen Verzögerungszeit nach der Zündung des entsprechenden Ladethyristors 6 realisiert. Die Steuereinheit 11 enthält einen Steuergenerator 12, der einen mit Spannung gesteuerten Generator vom beliebigen Typ darstellt, und eine Verteilungseinrichtung 13, die an den Steuer-

generator 12 angeschlossen ist und eine Triggerschaltung bzw. einen Impulsschalter, beispielsweise einen Ringzähler darstellt.

Mit dem Steuergenerator 12 (Fig. 2) ist über einen Schalter 14 ein Rechteckimpulsgenerator 15, der die Frequenz der Schweissstromimpulse im Impulsschweissbetrieb bestimmt, verbunden.

Die andere Stellung des Schalters 14 verbindet unmittelbar den Steuergenerator 12 mit der Gleichstrom-Speisequelle, die in Fig. 2 durch die Klemme C dargestellt ist und den stetigen Schweissbetrieb bestimmt.

Die Ausgänge $13_1, 13_2 \dots 13_n$ der Verteilungseinrichtung 13 sind jeweils an die Ladethyristoren $6_1, 6_2 \dots 6_n$ und über das Zeitverzögerungselement 16 – an die Entladethyristoren $8_1, 8_2 \dots 8_n$ angeschlossen. Das Zeitverzögerungselement 16 stellt einen monostabilen Multivibrator dar und dient zur Vorgabe der Zeitverzögerung des Anfangsmomentes der Entladung jedes Kondensators 5 gegenüber dem Anfangsmoment seiner Aufladung.

Im Falle, wenn dieser Wert gleich dem Zeitintervall zwischen den Anfangsmomenten zweier abwechselnd sich entladender Kondensatoren 5 gewählt wird, hat man jeden Ausgang 13_n der Verteilungseinrichtung 13 mit einem Entladethyristor 8_{n-1} und mit einem Ladethyristor 6_n zu verbinden, wie dies in Fig. 3 gezeigt ist.

Bei der Betrachtung der Fig. 4–8 ist zu berücksichtigen, dass die Schaltungselemente, die mit den in Fig. 1–3 gezeigten identisch sind, die gleichen Ziffernbezeichnungen beibehalten.

In Fig. 4 ist die Ausführungsvariante I der erfindungsgemässen Speisequelle gezeigt, deren Besonderheit darin besteht, dass zur Verminderung der Abmessungen und bequemen Bauart der Einrichtung die Entladekreise 2_1-2_n eigene induktive Widerstände $9_1, 9_2 \dots 9_n$ und ihnen entsprechende Dioden $10_1, 10_2 \dots 10_n$ haben.

Es ist auch eine Variante möglich (nicht mitgezeichnet) bei der die Entladekreise 2_1-2_n in mehrere Gruppen eingeteilt sind, von welchen jede einen gemeinsamen induktiven Widerstand und eine gemeinsame Diode hat.

Bei einer anderen Ausführungsvariante enthält die erfindungsgemässe Speisequelle einen Rückkopplungskreis 17, der die Vorgabe der äusseren Charakteristik der Speisequelle ermöglicht. Je nach der Art der Rückkopplung (Stromrückkopplung, Spannungsrückkopplung, lineare oder nichtlineare Rückkopplung, positive oder negative Rückkopplung) können verschiedene Type der äusseren Charakteristik erhalten werden. Gegebenenfalls enthält der Rückkopplungskreis zur Einhaltung der vorgegebenen fallenden Stromcharakteristik, die bei der Lichtbogenschweissung mit nichtschmelzbarer Elektrode, insbesondere bei der Plasmaschweissung erforderlich ist, einen in dem Bogenkreis liegenden und parallel zum Steuergenerator 12 über ein Vergleichselement 19 geschalteten Widerstand 18 (Fig. 6).

Bei der vorzugsweisen Ausführungsvariante der Erfindung gemäss Fig. 7 ist an die Stromquelle in Reihe mit dem induktiven Eingangswiderstand 7 ein Schaltthyristor 20 angeschlossen, der den Schweissimpulsstrom vorgibt und es gestattet, wie dies weiter unten gezeigt wird, die erfindungsgemässe Speisequelle beim Arbeiten mit Wechselstrom des industriellen Netzes zu benutzen, indem er die Amplitude des Schweissstromes durch Änderung der Ladespannung der Speicherkondensatoren regelt. Der Steuergenerator 12 der Steuereinheit 11 hat in diesem Falle keine elektrische Kopplung mit dem Rechteckimpulsgenerator 15 (Fig. 8), an dessen Ausgang die Steuerelektrode des Schaltthyristors 20 angeschlossen ist.

Die Speisequelle funktioniert wie folgt.

Wird ein stetiger Bogenstrom mit Hilfe der Speisequelle gemäss Fig. 1 benötigt, so wird der Steuergenerator 12 (Fig. 2) mit dem Schalter 14 an die Klemme C der Gleichstromspeise-

quelle gelegt. Der Auslöseimpuls U_{12} (Fig. 9a) des Steuergenerators 12 (Fig. 2) wird über den Ausgang 13₁ der Verteilungseinrichtung 13 auf den Ladethyristor 6₁ (Fig. 1) gegeben, der sich hierbei öffnet und den Ladestrom I_{6_1} (Fig. 9e) von der Gleichstromquelle (Fig. 1) über den induktiven Eingangswiderstand 7 zum Kondensator 5₁ des Ladekreises 1₁ durchlässt. Der Kondensator 5₁ beginnt sich zu laden (Fig. 9b). Von dem gleichen Ausgang 13₁ (Fig. 2) der Verteilungseinrichtung 13 wird ein Auslöseimpuls auf das Zeitverzögerungselement 16 gegeben, welches nach einer vorgegebenen Zeit $\Delta\tau$ (Fig. 9h) ein Impuls liefert, der den Entladethyristor 8₁ (Fig. 1) des Entladekreises 2₁ öffnet. Bei einer Dauer der Zeitverzögerung $\Delta\tau$, die kleiner als die Ladezeit τ_5 (Fig. 9b) des Kondensators 5₁ (Fig. 1) ist, wird ein Kreis zum Durchfliessen des Stromes von der Gleichstromquelle über den induktiven Eingangswiderstand 7, den Ladethyristor 6₁, den Entladethyristor 8₁, den induktiven Ausgangswiderstand 9 und den zwischen den Elektroden 3 und 4 der Schweissanlage entstehenden Bogen gebildet. Der Strom im Bogenkreis (Fig. 9k) steigt bis zur vollen Ausladung des Kondensators 5₁ an (Fig. 9b), wo seine Spannung den maximalen Wert U_{\max} erreicht, der die Spannung U_E der Gleichstromquelle infolge der Resonanzladung des Kondensators 5₁ übersteigt. Hierbei wird der Ladethyristor 6₁ (Fig. 9e) durch die an diesem entstehende Sperrspannung gesperrt. Zu dieser Zeit beginnt sich der Kondensator 5₁ (Fig. 1 und 9b) über den Entladethyristor 8₁, den induktiven Ausgangswiderstand 9 und den Bogen zu entladen. Der Strom im Bogenkreis (Fig. 9k) nimmt ab. Die Abnahmegeschwindigkeit des Stromes in dem Bogenkreis wird durch den Wert des induktiven Ausgangswiderstandes 9 bestimmt. Nach der Zeit T_{12} , die durch die Frequenz des Steuergenerators 12 bestimmt wird, gelangt sein nächster Impuls U_{12}'' (Fig. 9a) über die Verteilungseinrichtung 13 (Fig. 2) zum Ladethyristor 6₂ (Fig. 9) des nächstfolgenden Ladekreises 1₂.

Der Kondensator 5₂ des Ladekreises 1₂ beginnt sich aufzuladen (Fig. 9c), während der Kondensator 5₁ sich weiter entladet (Fig. 9b). Nach Abschluss der Entladung des Kondensators 5₁ (Fig. 1) wird der Thyristor 8₁ gesperrt, während der Strom im Bogenkreis noch einige Zeit über die Diode 10 durch die von dem induktiven Ausgangswiderstand 9 (Fig. 9k) gespeicherte Energie fliesst.

Die Ladung und Entladung der Kondensatoren 5₂–5_n geschieht ähnlich wie bei dem Kondensator 5₁ (s. Fig. 9c–j). Nach der Entladung des Kondensators 5_n des Entladekreises 2_n wiederholt sich der beschriebene Zyklus von neuem.

In dem beschriebenen Falle reguliert der Bedienungsmann die Frequenz des Steuergenerators 12 in solchen Grenzen, dass der Schweissstrom bei den vorgegebenen Parametern der Schaltung nicht unterbrochen wird.

Wird ein Impulsschweissbetrieb benötigt, so wird der Steuergenerator 12 (Fig. 2) über den Schalter 14 an den Rechteckimpulsgenerator 15, der Impulse von vorgegebener Frequenz erzeugt, gelegt. Die Arbeitsweise der Speisequelle gemäss Fig. 1 ist in diesem Falle der oben beschriebenen gleich. Der Unterschied besteht lediglich darin, dass die Auslöseimpulse von der Steuereinheit 11 nicht stetig, sondern als Impulspakete auf die Ladethyristoren 6 gegeben werden.

Bei der Ausführung der Steuereinheit 11 gemäss Fig. 3 löst die Verteilungseinrichtung 13 gleichzeitig den Ladethyristor 6_n und den Entladethyristor 8_{n-1} aus, wobei ein zeitliches Zusammenfallen des Ladebeginns des Kondensators 5_n mit dem Entladebeginn des Kondensators 5_{n-1} gesichert wird. Hierbei ist die Verzögerungszeit $\Delta\tau$ (Fig. 9) der Periode T des Steuergenerators 12 gleich. Im Prinzip ist eine andere Verkettung der Verteilungseinrichtung 13 mit dem Thyristoren 6 und 8 möglich, zum Beispiel, jeder Ausgang 13_n kann mit dem Ladethyristor 6_n und dem Entladethyristor 8_{n-2} bzw. 6_n und 8_{n-3} usw. (nicht mitgezeichnet) verbunden werden. In diesem Falle er-

gibt sich eine Verzögerungszeit $\Delta\tau$, die ein Mehrfaches der Periode T darstellt und jeweils $2T$, $3T$ usw. beträgt.

Die beschriebene Ausführung der Steuereinheit 11 erweitert den Stromregelungsbereich, da eine solche Schaltung weniger kritisch zur Auswahl der Parameter hinsichtlich der Kommutierung grosser Ströme ist.

Die Arbeitsweise der Speisequelle nach der Variante I (Fig. 4) hat keine Besonderheiten im Vergleich zur beschriebenen.

Bei der Ausführungsform II der Speisequelle gemäss Fig. 5 wird auf das Vergleichselement 19 der Steuereinheit 11 von dem Widerstand 18 des Rückkopplungskreises 17 ein Signal gegeben. Bei der Abweichung des Bogenstromes vom Sollzustand erscheint am Ausgang des Vergleichselementes 19 eine Spannung, die die Frequenz des Steuergenerators 12 in dem zur Einhaltung des Sollbogenstromes nötigen Sinne ändert.

Die Erzeugung eines stetigen Schweissstromes bei der vorzugsweisen Ausführungsvariante der erfindungsgemässen Speisequelle nach Fig. 7 geschieht wie bei den vorstehend beschriebenen Ausführungsvarianten gemäss Fig. 1 und 5.

Auf die Steuerelektrode des Schaltthyristors 20 wird hierbei eine Gleichspannung gegeben und der Thyristor 20 befindet sich in offenem Zustand.

Zur Sicherung eines Impulsschweissbetriebes werden bei dieser Ausführungsvariante Auslöseimpulse vom Rechteckimpulsgenerator 15 (Fig. 8) auf die Steuerelektrode des Schaltthyristors 20 gegeben. Der Thyristor 20 wird von einem Auslöseimpuls geöffnet und arbeitet wie oben beschrieben. In der Pause zwischen den Impulsen von dem Rechteckimpulsgenerator 15 ist der Schaltthyristor 20 gesperrt und es fliesst kein Schweissstrom.

In Fig. 10a sind die Impulse der Auslösespannung U_{12} an der Steuerelektrode des Schalttransistors 20 und in Fig. 10b – die entsprechenden Schweissstromimpulse gezeigt. Wie aus dem Diagramm in Fig. 10 hervorgeht, wird der Schweissimpulsstrom, der am Ausgang der gemäss Fig. 7 ausgeführten Speisequelle erhalten wird, durch das Zeitintervall T_{20} (Fig. 10), das der Öffnungsfrequenz des Schaltthyristors 20 (Fig. 7) entspricht, gekennzeichnet. Das Zeitintervall T_{12} , das der Frequenz des Steuergenerators 12 (Fig. 7) entspricht, bestimmt die Pulsation des Schweissstromes innerhalb des Impulses.

Die in Fig. 7 gezeigte Speisequelle kann man zum Arbeiten mit Wechselstrom benutzen, wobei der Spannungswert, bis auf welchen die Kondensatoren 5 aufgeladen werden, und damit die Amplitude des Schweissstromes durch Regelung der Öffnungsphase des Schaltthyristors 20 vorgegeben wird.

Im Prinzip kann jede der beschriebenen Ausführungsvarianten der Speisequelle mit Wechselstrom arbeiten. Aber beim Fehlen eines Schaltthyristors muss man zur Gewinnung einer vorgegebenen Schweissstromamplitude einen gleichen Öffnungswinkel für sämtliche Ladethyristoren 6 sichern, was praktisch sehr schwer zu verwirklichen ist.

Die Regelung der Schweissstromparameter wird bei der erfindungsgemässen Speisequelle wie folgt realisiert.

Wie schon erwähnt, ermöglicht der Rechteckimpulsgenerator 15 (Fig. 2, 3, 8) eine Regelung der Impulsfrequenz, die die Frequenz der Schweissstromimpulse bestimmt.

Der mittlere Schweissstrom I_0 im stetigen Betrieb wird durch die Impulsfrequenz des Steuergenerators 12 bestimmt. In Fig. 11b und 11d ist ein Schweissstrom mit einer Pulsationsfrequenz, die der Frequenz der in Fig. 11a und 11c gezeigten Impulse des Steuergenerators 12 entspricht, gezeigt.

Wie aus dem Vergleich der Diagramme hervorgeht, ist der Wert I_0 des mittleren Stromes desto grösser, je höher die Frequenz des Steuergenerators 12 ist. Die erwähnte Frequenz wird durch die Rückkopplungsschaltung gehalten und ist insbesondere durch die Bezugsspannung des Vergleichselementes

19 vorgegeben. Der maximale Frequenzwert ist durch die Ladezeit τ_5 des Kondensators 5 begrenzt.

Durch Änderung der Frequenz — und der Verzögerungszeit $\Delta\tau$ nach einem bestimmten Gesetz kann man Impulse von verschiedener Form erhalten: Stufenimpulse (Fig. 12a), Trapezimpulse (Fig. 12b) usw., sowie auch im Impulsbetrieb mit einem von Null unterschiedlichen Strom arbeiten, was die Stabilität des Prozesses im Impulsbetrieb erhöht und die Aufrechterhaltung der vorgegebenen Wärmebedingungen gestattet.

Eine Verminderung der Pulsationsamplitude, die hinsichtlich der Stabilität des Prozesses erwünscht ist, eine Verbesserung der Schweissgüte und Senkung des Elektrodenverschleis-

ses kann man durch Erhöhung der Frequenz des Steuergenerators 12 sowie durch die Wahl der Kapazität der Kondensatoren 5 und des Wertes des induktiven Ausgangswiderstandes 9 erreichen.

5 Die Möglichkeit, die Bogenstromparameter in weiten Grenzen zu regeln, gestattet es, die beschriebene Speisequelle zum Schweißen von Teilen verschiedener Dicke zu benutzen. Die erfindungsgemässe Speisequelle ist einfach im Aufbau, kompakt, wirtschaftlich und sichert hohe Schweissgüte.

10 Die geringen Abmessungen und die Masse ermöglichen den Einbau der Speisequelle in automatische Taktstrassen und Aggregate.

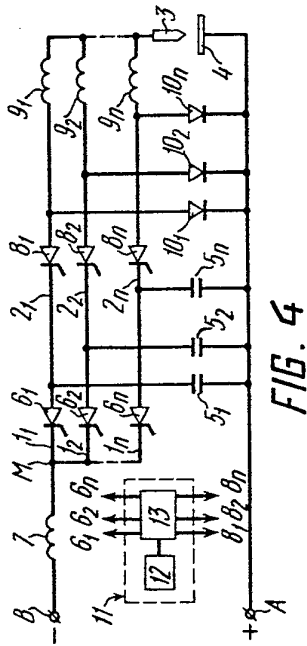


FIG. 4

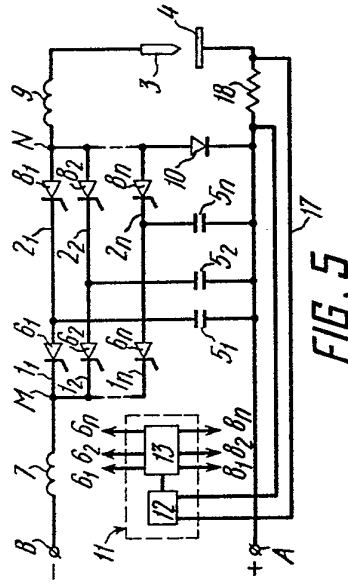


FIG. 5

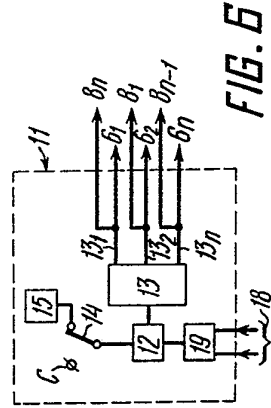


FIG. 6

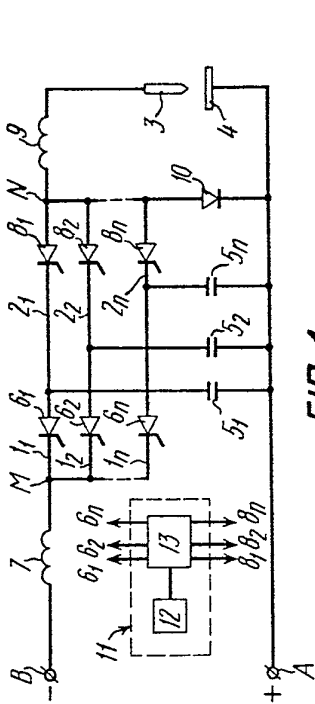


FIG. 1

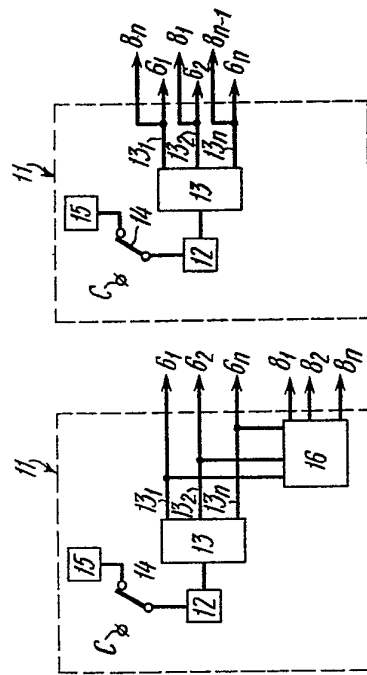


FIG. 2

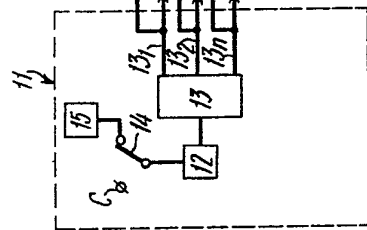


FIG. 3

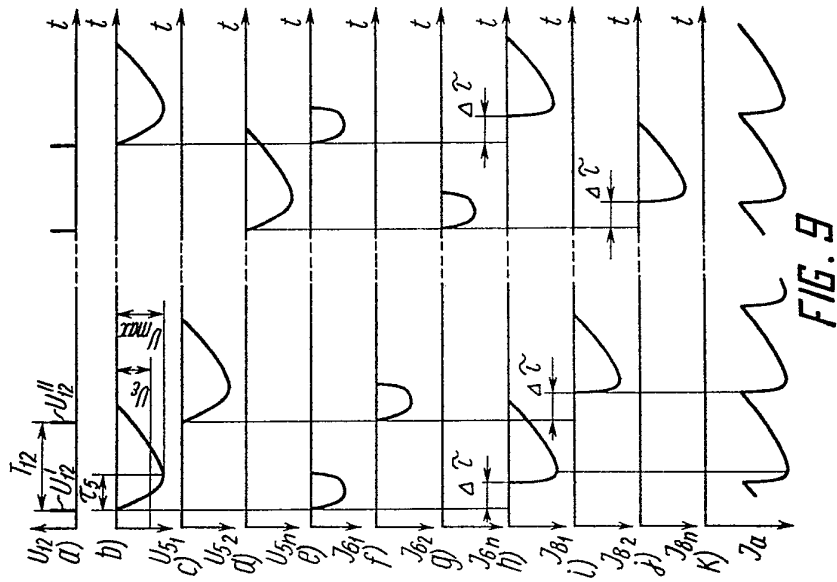


FIG. 9

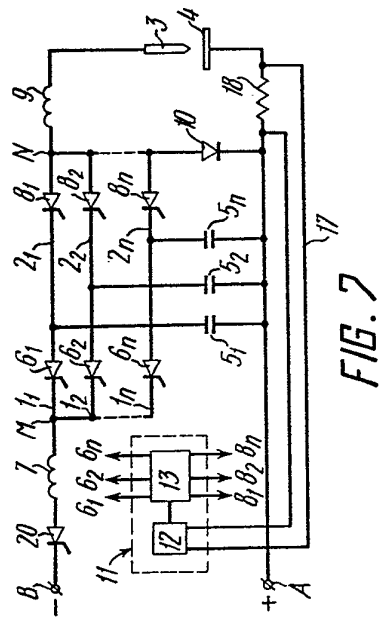


FIG. 7

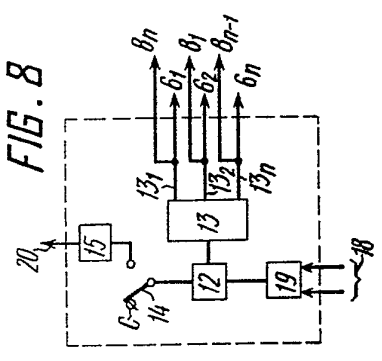


FIG. 8

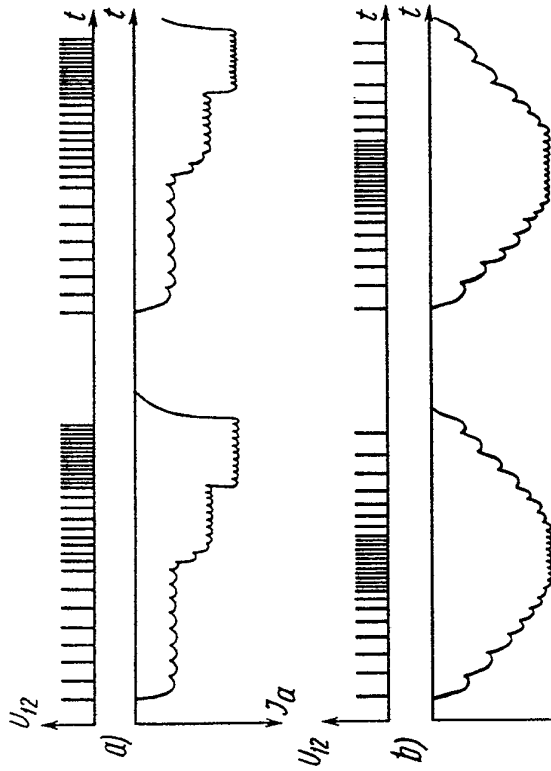


FIG. 12

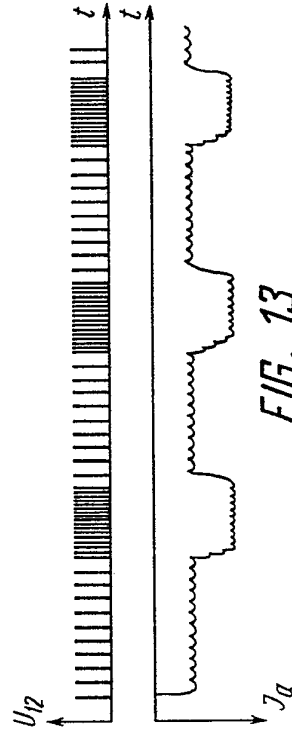


FIG. 13

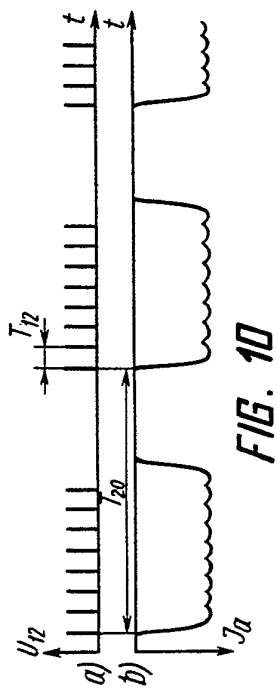


FIG. 10

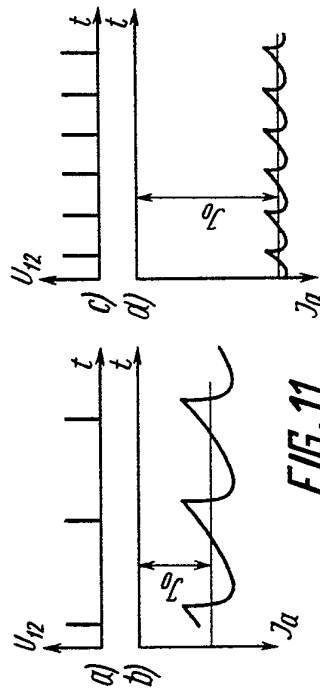


FIG. 11