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

(11) **EP 2 084 940 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
29.04.2015 Patentblatt 2015/18

(21) Anmeldenummer: **07803116.8**

(22) Anmeldetag: **31.08.2007**

(51) Int Cl.:
H05B 7/00 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/059120

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/049680 (02.05.2008 Gazette 2008/18)

(54) **REAKTANZVORSCHALTEINRICHTUNG**

REACTANCE BALLAST DEVICE

DISPOSITIF DE PRÉBRANCHEMENT À RÉACTANCE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **26.10.2006 DE 102006050624**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.08.2009 Patentblatt 2009/32

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder: **DÖBBELER, Arno**
91074 Herzogenaurach (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 429 774
WO-A-2006/024149
US-A- 1 839 148
US-A- 3 410 946

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 084 940 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Reaktanzvorschalteinrichtung für einen Lichtbogenofen, insbesondere zum Einstellen der Zusatzreaktanz eines Transformators des Lichtbogenofens.

[0002] Einem Lichtbogenofen, wie er beispielsweise zur Stahleinschmelzung eingesetzt ist, ist üblicherweise ein Transformator vorgeschaltet, der eine für den Lichtbogen benötigte Wechselspannung einstellt. Da von einem Lichtbogenofen sehr hohe Leistungen aufgenommen werden und von den vorgeschalteten Transformatoren hohe Wechselspannungen übertragen werden müssen, sind solche Transformatoren üblicherweise in ein Isoliermittel eingebracht, um Funkenüberschläge zu vermeiden.

[0003] Eine bei Wechselspannung und Wechselstrom wichtige Kenngröße ist die Reaktanz, d.h. der Blindwiderstand eines Leiters, beispielsweise bei einer stromdurchflossenen Spule.

[0004] Für verschiedene Betriebszustände eines Lichtbogenofens ist es wünschenswert, unterschiedliche Reaktanzen einstellen zu können. Hierzu ist es beispielsweise aus der US 1,839,148 A bekannt, in den vorgeschalteten Transformator eine Vorrichtung zur Reaktanzeinstellung mit einer Drosselspule und mit einem Laststufenschalter zu integrieren. Typischerweise sind solche Vorrichtungen mit den Spulen und dem Aktivteil des Transformators in einen mit Isoliermittel gefüllten Kessel eingebracht.

[0005] Für eine Lichtbogenofenanlage ohne eine in den Transformatorkessel eingebaute Zusatzreaktanz, ist es weiter bekannt, außerhalb des Transformators, z.B. in einer Freiluftschaltanlage, aufgestellte Luftdrosselspulen als Zusatzreaktanz einzusetzen.

[0006] Es ist jedoch nicht möglich, mit derart ausgeführten Zusatzreaktanzen eine für alle Betriebszustände des Lichtbogenofens optimale Reaktanz unter Last einzustellen.

[0007] Daher werden viele Lichtbogenofenanlagen in der Praxis mit einer fest vorgewählten Reaktanz betrieben. Die hierzu eingesetzte Drosselspule weist zumindest eine Anzapfung auf, die den die Spule durchfließenden Strom nach einer bestimmten Windungszahl abgreift und somit eine definiert eingestellte Reaktanz dem Transformator zuordnet. Zur Zuordnung der gewünschten Reaktanz wird die Anzapfung fest verdrahtet. Eine Veränderung muss aber vorgenommen werden, wenn nach längerer Betriebsdauer erkannt wird, dass die gewählte Vorreaktanz im Lastbetrieb, d.h. im Ofenbetrieb, nicht optimal eingestellt ist, was beispielsweise zu einer unnötigen Erhöhung des Energieverbrauchs führt, oder dass die Reaktanz prozeßabhängig angepasst werden sollte. Hierzu ist nachteiligerweise eine Abschaltung der Stromversorgung, somit ein Herunterfahren der Ofenanlage sowie die Verdrahtung des Transformators mit einer anderen Anzapfung an der Drosselspule erforderlich.

[0008] Eine erste Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung anzugeben, mit welcher die insbesondere einem Transformator vorgeschaltete Reaktanz einfach einstellbar ist.

[0009] Eine zweite Aufgabe der Erfindung ist es, einen Transformator anzugeben, mit welchem die Reaktanz möglichst genau einstellbar ist.

[0010] Eine dritte Aufgabe der Erfindung ist es, einen Lichtbogenofen anzugeben, insbesondere für die Stahleinschmelzung, der im Lastbetrieb möglichst optimal und wirtschaftlich mit Energie versorgt wird.

[0011] Die erste Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass eine Reaktanzvorschalteinrichtung angegeben wird, insbesondere für einen Lichtbogenofen, mit einer Drosselspule und mit einem freistehenden Laststufenschalter, wobei der Laststufenschalter zur Einstellung der Reaktanz der Drosselspule unter Last ausgebildet und eingerichtet ist.

[0012] Die erfindungsgemäße Kombination einer Drosselspule mit einem freistehenden Laststufenschalter ermöglicht es, die Vorreaktanz unter Last einzustellen, so dass entsprechend den betrieblichen Erfordernissen immer die optimale Vor- oder Zusatzreaktanz gewählt werden kann, insbesondere in Anwendung auf den Lastbetrieb eines Lichtbogenofens.

[0013] Die Reaktanzvorschalteinrichtung ist nicht eingeschränkt auf ihre Verwendung zur Einstellung der Reaktanz für einen Lichtbogenofen oder für einen Transformator eines Lichtbogenofens. Sie kann auch anderen Energieverbrauchern oder Anlagen vorgeschaltet werden, deren Kenngrößen insbesondere durch die Reaktanz bestimmt sind.

[0014] Vorteilhafterweise ist für die Reaktanzvorschalteinrichtung eine freistehende trockenisolierte Luftdrosselspule gewählt. Bei trockenisolierten Luftdrosselspulen kommen keine Isolieröle zum Einsatz, wodurch allgemeiner Wartungsaufwand und Brandgefahr verringert und somit Wirtschaftlichkeit und Umweltfreundlichkeit erhöht werden.

[0015] Weiterhin weist die Drosselspule eine geeignete Anzahl von Anzapfstellen auf, denen jeweils eine Windungszahl der Spule zugeordnet ist. Da die Induktivität und somit die Impedanz einer Spule von der Zahl der Windungen abhängt, die ein Spulenstrom durchläuft, kann durch Abgriff eines die Spule durchlaufenden Wechselstroms an einer Anzapfstelle die Spulenimpedanz und somit die Reaktanz, d.h. der Blindwiderstand bei Wechselstrom, entsprechend der Abstufungen der Anzapfstellen abgestuft vorgegeben werden.

[0016] In einer bevorzugten Weiterbildung der Reaktanzvorschalteinrichtung weist der mit der Drosselspule kombinierte freistehende Laststufenschalter eine Anzahl von Eingangskontakten, zumindest einen Ausgangskontakt und ein Schaltelement auf. Dabei ist das Schaltelement zur wechselweisen variablen Verbindung zumindest eines Eingangskontaktes mit einem Ausgangskontakt eingerichtet. Bei mehreren Eingangskontakten kann das Schaltelement somit je nach Konfiguration jeweils einen oder mehrere Eingangskontakte mit einem Aus-

gangskontakt verbinden. Durch die jeweilige Einstellung des Schaltelementes wird somit der Ausgang an dem oder an einem Ausgangskontakt gesteuert. Der Laststufenschalter umfasst ferner ein Behältnis mit einem Isoliermittel, in welches zur Aufnahme des Schaltelementes ausgebildet und eingerichtet ist. Durch das Isoliermittel wird ein Funkenüberschlag durch hohe Spannungen vermieden. Durch die Isoliereigenschaften des Isoliermittels wird die Funkenschlagstrecke reduziert, so dass die Baugröße insgesamt verringert ist.

[0017] Das Schaltelement weist geeigneterweise eine Anzahl von Eingängen und zumindest einen Ausgang auf, wobei einem oder jedem Ausgang ein Verzweigungsknoten zugeordnet ist, an dem zumindest zwei Äste einer Brückenschaltung zusammenlaufen, wobei die Äste jeweils an Schaltstellen deaktivierbar sind, wobei die Äste jeweils mit den Eingängen variabel verbindbar sind, und jeweils paarweise untereinander über eine Querverbindung mit einer Lastschaltstelle verbunden sind, insbesondere mit einem Vakuumschalter.

[0018] An dem einem Ausgang des Schaltelementes zugeordneten Verzweigungsknoten laufen die zu einer Brückenschaltung gehörigen Äste zusammen, wobei eine Brückenschaltung mindestens zwei Äste umfasst. Die Äste stellen den Kontakt zu den Eingängen des Schaltelementes her, und können dabei einzeln mit verschiedenen Eingängen kontaktiert werden, so dass mehrere Äste an einem Eingang anliegen, oder nur jeweils ein Ast an jeweils einem Eingang. Insbesondere kann die variable Kontaktierung durch ein Verschieben der Äste zwischen verschiedenen Eingängen erzielt werden. Liegen alle Äste an einem Eingang an bzw. sind alle Äste mit diesem Eingang kontaktiert, so ist eine Stufenposition vorgegeben. Liegen dagegen zwei Äste an zwei verschiedenen Eingängen an, so wird eine Brückenposition definiert. Bei nur zwei Ästen gibt es nur eine Stufenposition und eine Brückenposition. Ein derart ausgebildetes Schaltelement ermöglicht ein Schalten unter Last, wobei das Schalten von einer Stufenposition in eine andere sukzessive über die Bildung von Brückenpositionen erfolgt.

[0019] Die Äste der Brückenschaltung des Schaltelements sind paarweise mit Querverbindungen verbunden, die über jeweils eine Lastschaltstelle deaktivierbar sind. Zwischen dem Verzweigungsknoten und den Querverbindungen sind die Äste ihrerseits jeweils mit Schaltstellen versehen. Werden nun Schaltstellen auf einzelnen Ästen deaktiviert, etwa um diese Äste von je einem zu je einem anderen Eingang zu verschieben, so übernehmen die mit diesen Ästen verbundenen Querverbindungen zunächst die Last und können zudem Strom- und Spannungsfluktuationen im Bereich des Verzweigungsknotens ausgleichen und dortige Überlastungen beim Schalten verhindern. Nun können die Querverbindungen an den Lastschaltstellen deaktiviert und die dadurch vom Stromfluss abgekoppelten Äste verschoben werden. Die Lastschaltstellen sind vorzugsweise durch Vakuumschalter gegeben, da Vakuumschalter als Lastschalter durch die Abschirmungswirkung des Vakuums zuverlässig funktionieren und verschleißarm sind. Zudem sind geeigneterweise die Äste zwischen den Querverbindungen und den eingangsseitigen Kontaktstellen mit Drosselelementen versehen, die in einer Brückenkonfiguration eine im Wesentlichen gleichmäßige Lastverteilung im Stromkreis sicherstellen.

[0020] Eine angestrebte Ausgestaltung der Reaktanzvorschalteinrichtung ist dahingehend ausgestaltet, dass die Anzahl der Anzapfstellen der Drosselspule mit der Anzahl der Eingangskontakte des Laststufenschalters übereinstimmt und jeweils eine Anzapfstelle mit einem Eingangskontakt verbunden ist. Dabei ist bevorzugt die Zuordnung der Anzapfstellen zu den Eingangskontakten linear, so dass ein Abzählen der Eingangskontakte in einer vorgegebenen Abfolge der zunehmenden oder abnehmenden Reaktanz der Drosselspule entspricht. Es besteht hiermit eine erwünschte eindeutige Zuordnung zwischen den Reaktanzstufen und den Eingangskontakten.

[0021] Weiter besteht zweckmäßigerweise eine eindeutige Zuordnung zwischen den Eingangs- und Ausgangskontakten des Laststufenschalters und den Ein- und Ausgängen des Schaltelementes. Somit sind insbesondere die Eingänge des Schaltelementes den Reaktanzstufen eindeutig zugeordnet. Mit dem Schaltelement als Teil des Laststufenschalters ist somit eine Reaktanzvoranpassung des Transformators über die Stufenwahl der Anzapfstellen der Drosselspule dargestellt.

[0022] Die zweite Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst durch einen Transformator, insbesondere für einen Lichtbogenofen, dem eine Reaktanzvorschalteinrichtung nach der eingangs genannten Art vorgeschaltet ist.

[0023] Die dritte Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Lichtbogenofen gelöst, insbesondere für die Stahleinschmelzung, dem ein Transformator der vorgenannten Art vorgeschaltet ist.

[0024] Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen jeweils in schematischer Darstellung

- FIG 1 eine Reaktanzvorschalteinrichtung mit einer Luftdrosselspule und einem Laststufenschalter,
- FIG 2 den Schaltprozess eines Schaltelementes zwischen einer Stufen- und einer Brückenposition in 6 Einzelbildern A bis F, und
- FIG 3 als Einlinienschema einen Lichtbogenofen mit einem Transformator und einer Reaktanzvorschalteinrichtung der eingangs genannten Art.

[0025] In FIG 1 ist eine Reaktanzvorschalteinrichtung V mit einer Luftdrosselspule 1 und mit einem freistehenden Laststufenschalter 2 in Gesamtheit dargestellt. Die Luftdrosselspule 1 wird über den Einspeisepunkt 3 mit einem Stromnetz verbunden und ist mit einer Anzahl von gleichverteilt angeordneten Anzapfstellen 4 versehen,

über die der die Luftdrosselspule 1 durchlaufende Strom jeweils nach einem Vielfachen eines gleichgroßen Teilabschnittes des Spulendurchlaufs abgegriffen werden kann. Gegebenenfalls wird die Luftdrosselspule 1 in einen Behälter 5 eingebracht, der hier gestrichelt dargestellt ist.

[0026] Der freistehende Laststufenschalter 2 weist ein Stahlgehäuse 6 auf, dessen Innenraum 7 mit einem Isoliermittel, insbesondere Öl, aufgefüllt ist. Der Laststufenschalter 2 ist mit einer Anzahl von Eingangskontakten 8 versehen, die mit den Anzapfstellen 4 der Luftdrosselspule 1 verdrahtet sind. Im Innenraum 7 des Stahlgehäuses 6 stellen die Eingangskontakte 8 Eingänge für ein dort lokalisiertes Schaltelement 9 dar, welches hier als ganzes variabel verschiebbar ist. Der Ausgang des Schaltelementes 9 wird über einen Ausgangskontakt 10 nach außen geführt und über eine Netzleitung 11 mit einem Transformator eines Lichtbogenofens verbunden. Durch eine definierte Verschiebung des Schaltelementes 9 zu einem bestimmten Eingangskontakt 8 und der korrespondienenden Anzapfstelle 4 wird der Lastkreis der Reaktanzvorschalteinrichtung V zwischen dem Einspeisepunkt 3 und der Ausgangsleitung 11 geschlossen. Somit wird die der Anzapfstelle 4 zugeordnete Reaktanz 4 der Luftdrosselspule 1 an der Ausgangsleitung 11 zur Verfügung gestellt.

[0027] In FIG 2 wird der Schaltprozess eines Schaltelementes 9 nach FIG 1 zwischen einer Stufen- und einer Brückenposition in den Schaltphasen A bis F schematisch dargestellt. Anhand der Abbildung zu Schaltphase A werden zunächst die Komponenten des Schaltelementes 9 im Detail erläutert, die für die restlichen Schaltphasen B bis F analog gegeben sind. Der Übersichtlichkeit halber sind in den Abbildungen zu den Schaltphasen B bis F die Komponenten des Schaltelementes 9 nur noch dort mit Bezugszeichen versehen, wo es für die Erläuterung des Schaltprozesses notwendig ist.

[0028] Das in FIG 2 dargestellte Schaltelement 9 ist über den Laststufenschalter 2 mit den Anzapfstellen 4 der Luftdrosselspule 1 verbunden, wie es aus FIG 1 ersichtlich ist. Es sind zwei Eingänge 121, 12r des Schaltelementes 9 dargestellt, die in FIG 1 den Eingangskontakten 8 des Laststufenschalters 2 zugeordnet sind. In der Darstellung weist das Schaltelement 9 einen linken Leitungsast oder Ast 131 und einen rechten Leitungsast oder Ast 13r auf, die jeweils mit Drosselspulen 141, 14r versehen sind, und jeweils über Kontaktstellen 151, 15r mit Kippschaltern 161, 16r mit einem Verzweigungsknoten 17 verbunden sind. Der Verzweigungsknoten 17 führt zum Ausgang 21 des Schaltelementes 9. Jeweils zwischen den Drosselspulen 141, 14r und den Kontaktstellen 151, 15r besteht eine Querverbindung 18 mit einem Vakuumschalter 20 zwischen den Leitungsästen 131 und 13r, die an den Anschlussstellen 191 und 19r jeweils mit diesen verbunden sind. Die Pfeile S zeigen die inverse Stromrichtung an.

[0029] Der Schaltvorgang wird aus den einzelnen Schaltphasen A bis F ersichtlich:

A Das Schaltelement 9 befindet sich in Stufenposition am Eingang 121. Beide Äste 131 und 13r liegen am Eingang 121. Die Kippschalter 161 und 16r sind an den jeweiligen Kontaktstellen 151 und 15r in geschlossener Position, so dass die beiden Äste 131 und 13r unter Last stehen. Die Drosselspulen 141 und 14r gewährleisten eine symmetrische Lastverteilung auf den Ästen 131 und 13r.

B Der Kippschalter 16r wird geöffnet, an der Kontaktstelle 15r ist der Kontakt gekappt. Dadurch steht nun die Querverbindung 18 über den geschlossenen Vakuumschalter 20 unter Last.

C Der Vakuumschalter 20 wird unterbrochen, der Ast 13r ist lastfrei und kann verschoben werden, die Gesamtlast liegt auf dem Ast 131.

D Der lastfreie Ast 13r wird vom Eingang 121 auf den Eingang 12r verschoben.

E Der Vakuumschalter 20 wird geschlossen, die Querverbindung 18 und der Ast 13r stehen wieder unter Last, die Brückenposition ist aktiv, da jetzt zugleich die Eingänge 121 und 12r über den Verzweigungspunkt 17 einen geschlossenen Kreislauf herstellen.

F Der Kippschalter 16r wird wieder geschlossen, an der Kontaktstelle 15r ist der Kontakt wieder hergestellt. Statt über die Querverbindung 18 ist die Brückenposition über beide Kontaktstellen 151 und 15r realisiert.

[0030] In inverser Abfolge zur Sequenz A bis F und spiegelsymmetrisch zu dieser kann nun der Ast 131 verschoben werden, um eine Stufenposition beider Äste 131, 13r am Eisgang 12r herzustellen.

[0031] Auf diese Weise ist mit der Brückenschaltung des Schaltelementes 9 über die Bildung von Brückenpositionen an verschiedenen Eingängen die Verschiebung von Stufenposition zu Stufenposition zwischen diesen verschiedenen Eingängen unter Last möglich.

[0032] FIG 3 zeigt einen Lichtbogenofen 0 mit einem Ofentransformator T und einer Reaktanzvorschalteinrichtung V der eingangs genannten Art mit einer Drosselspule 1 und einem Laststufenschalter 2.

Patentansprüche

1. Reaktanzvorschalteinrichtung (V), insbesondere für einen Lichtbogenofen, mit einer Drosselspule (1) und mit einem freistehenden Laststufenschalter (2), wobei der Laststufenschalter (2) zur Einstellung der Reaktanz der Drosselspule (1) unter Last ausgebildet und eingerichtet ist.

2. Reaktanzvorschalteinrichtung (V) nach Anspruch 1, wobei die Drosselspule (1) als eine freistehende trockenisolierte Luftdrosselspule ausgebildet ist.

3. Reaktanzvorschalteinrichtung (V) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Drosselspule (1) mit einer Anzahl von Anzapfstellen(4) versehen ist, denen jeweils eine Windungszahl der Drosselspule (1) zugeordnet ist.

4. Reaktanzvorschalteinrichtung (V) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Laststufenschalter (2) eine Anzahl von Eingangskontakten (8), zumindest einen Ausgangskontakt(10) und ein Schaltelement (9), welches Schaltelement (9) jeweils zur Verbindung zumindest eines Eingangskontaktes(4) mit einem Ausgangskontakt(10) eingerichtet ist, sowie ein Behältnis (6) mit einem Isoliermittel umfasst, welches Behältnis (6) zur Aufnahme des Schaltelementes (9) ausgebildet und eingerichtet ist.

5. Reaktanzvorschalteinrichtung (V) nach Anspruch 4, wobei das Schaltelement (9) eine Anzahl von Eingängen (121,12r) und zumindest einen Ausgang (21) aufweist, wobei einem oder jedem Ausgang ein Verzweigungsknoten (17) zugeordnet ist, an dem zumindest zwei Äste (131,13r) einer Brückenschaltung zusammenlaufen, wobei die Äste (131,13r) jeweils an Schaltstellen (151,15r) deaktivierbar sind, wobei die Äste (131,13r) jeweils mit den Eingängen (121,12r) variabel verbindbar sind, und jeweils paarweise untereinander über eine Querverbindung (18) mit einer Lastschaltstelle (20) verbunden sind, insbesondere mit einem Vakuumschalter.

6. Reaktanzvorschalteinrichtung (V) nach Anspruch 3 und nach einem der Ansprüche 4 oder 5, wobei die Anzahl der Anzapfstellen (4) der Drosselspule (1) mit der Anzahl der Eingangskontakte (8) des Laststufenschalters (2) übereinstimmt und jeweils eine Anzapfstelle (4) mit einem Eingangskontakt (8) verbunden ist.

7. Reaktanzvorschalteinrichtung (V) nach Anspruch 6, wobei die Eingangs-(8) und Ausgangskontakte(10) des Laststufenschalters eindeutig den Ein-(12l,12r) und Ausgängen (A) des Schaltelementes, respektive, zugeordnet sind.

8. Transformator (T), insbesondere für einen Lichtbogenofen (O), dem eine Reaktanzvorschalteinrichtung (V) nach einem der vorangegangenen Ansprüche zur Reaktanzvoreinstellung vorgeschaltet ist.

9. Lichtbogenofen (O), insbesondere für die Stahleinschmelzung, dem ein Transformator (T) nach Anspruch 8 vorgeschaltet ist.

Claims

1. Reactance ballast device (V), in particular for an arc furnace, with an induction coil (1) and with a free-standing on-load tap changer (2), the on-load tap changer (2) being formed and designed to set the reactance of the induction coil (1) on load.

2. Reactance ballast device (V) according to Claim 1, the induction coil (1) being in the form of a free-standing dry-insulated air-core induction coil.

3. Reactance ballast device (V) according to Claim 1 or 2, the induction coil (1) being provided with a number of tapping points (4), each of which has an assigned turns number of the induction coil (1).

4. Reactance ballast device (V) according to one of Claims 1 to 3, the on-load tap changer (2) comprising a number of input contacts (8), at least one output contact (10) and a switching element (9), which switching element (9) is designed in each case to connect at least one input contact (4) to an output contact (10), and a container (6) with an insulating material, which container (6) is formed and designed to accommodate the switching element (9).

5. Reactance ballast device (V) according to Claim 4, the switching element (9) having a number of inputs (121, 12r) and at least one output (21), one or each output having an assigned branching node (17), at which at least two branches (131, 13r) of a bridge circuit converge, the branches (131, 13r) in each case being capable of being deactivated at switching points (151, 15r), the branches (131, 13r) in each case being capable of being connected variably to the inputs (121, 12r), and in each case being connected in pairs to a load switching point (20), in particular to a vacuum interrupter, via a cross connection (18).

6. Reactance ballast device (V) according to Claim 3 and according to either of Claims 4 and 5, the number of tapping points (4) of the induction coil (1) corresponding to the number of input contacts (8) of the on-load tap changer (2) and in each case one tapping point (4) being connected to an input contact (8).

7. Reactance ballast device (V) according to Claim 6, the input (8) and the output contacts (10) of the on-load tap changer being uniquely assigned to the inputs (121, 12r) and outputs (A) of the switching element, respectively.

8. Transformer (T), in particular for an arc furnace (0), with a reactance ballast device (V) according to one of the preceding claims for presetting the reactance connected upstream of said transformer.

9. Arc furnace (0), in particular for melting steel, with a transformer (T) according to Claim 8 connected upstream of said arc furnace.

Revendications

1. Dispositif (V) de ballast à réactance, notamment pour un four à arc électrique, comprenant une bobine (1) de self et un commutateur (2) de réglage en charge détaché, le commutateur (2) de réglage en charge étant constitué et conçu pour le réglage de la réactance de la bobine (1) de self en charge.

2. Dispositif (V) de ballast à réactance suivant la revendication 1, dans lequel la bobine (1) de self est constituée sous la forme d'une bobine de self à air détachée et isolée à sec.

3. Dispositif (V) de ballast à réactance suivant la revendication 1 ou 2, dans lequel la bobine (1) de self est pourvue d'un certain nombre de points (4) de prise, auquel est associé respectivement un nombre de spires de la bobine (1) de self.

4. Dispositif (V) de ballast à réactance suivant l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le commutateur (2) de réglage en charge comprend un certain nombre de contacts (8) d'entrée, au moins un contact (10) de sortie et un élément (9) de commutation, lequel élément (9) de commutation est conçu respectivement pour la liaison d'au moins un contact (4) d'entrée à un contact (10) de sortie, ainsi qu'un récipient (6) ayant un agent isolant, lequel récipient (6) est constitué et conçu pour la réception de l'élément (9) de commutation.

5. Dispositif (V) de ballast à réactance suivant la revendication 4, dans lequel l'élément (9) de commutation a un certain nombre d'entrées (121, 12r) et au moins une sortie (21), dans lequel il est associé, à une sortie ou à chaque sortie, un noeud (17) de dérivation, auquel concourent au moins deux branches (131, 13r) d'un circuit en pont, les branches (131, 13r) pouvant être désactivées respectivement en des points (151, 15r) de commutation, les branches (131, 13r) pouvant être reliées de manière variable respectivement aux entrées (121, 12r) et étant reliées respectivement paire par paire entre elles par une liaison (18) transversale à un point (20) de commutation en charge, notamment à un interrupteur à vide.

6. Dispositif (V) de ballast à réactance suivant la revendication 3 et suivant l'une des revendications 4 ou 5, dans lequel le nombre des points (4) de prise de la bobine (1) de self coïncide avec le nombre des contacts (8) d'entrée du commutateur (2) de réglage en charge et respectivement un point (4) de prise est relié à un contact (8) d'entrée.

7. Dispositif (V) de ballast à réactance suivant la revendication 6, dans lequel les contacts (8) d'entrée et les contacts (10) de sortie du commutateur de réglage en charge sont associés, de manière univoque, respectivement aux entrées (121, 12r) et aux sorties (A) de l'élément de commutation.

8. Transformateur (T), notamment pour un four (0) à arc électrique, en amont duquel est branché un dispositif (V) de ballast à réactance suivant l'une des revendications précédentes pour un réglage préalable de réactance.

9. Four (0) à arc électrique, notamment pour la fusion de l'acier, en amont duquel est branché un transformateur (T) suivant la revendication 8.

FIG 1

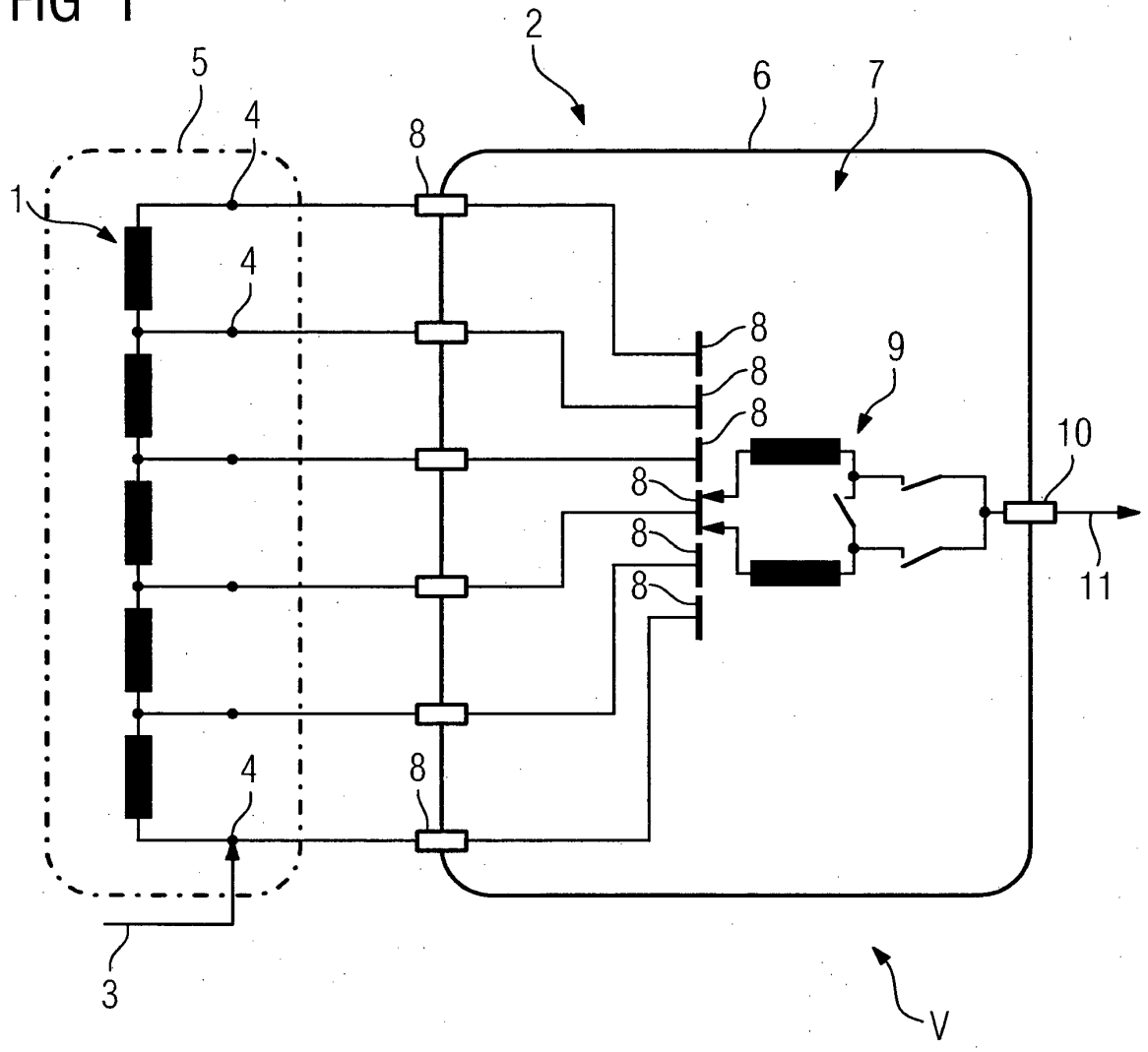


FIG 2

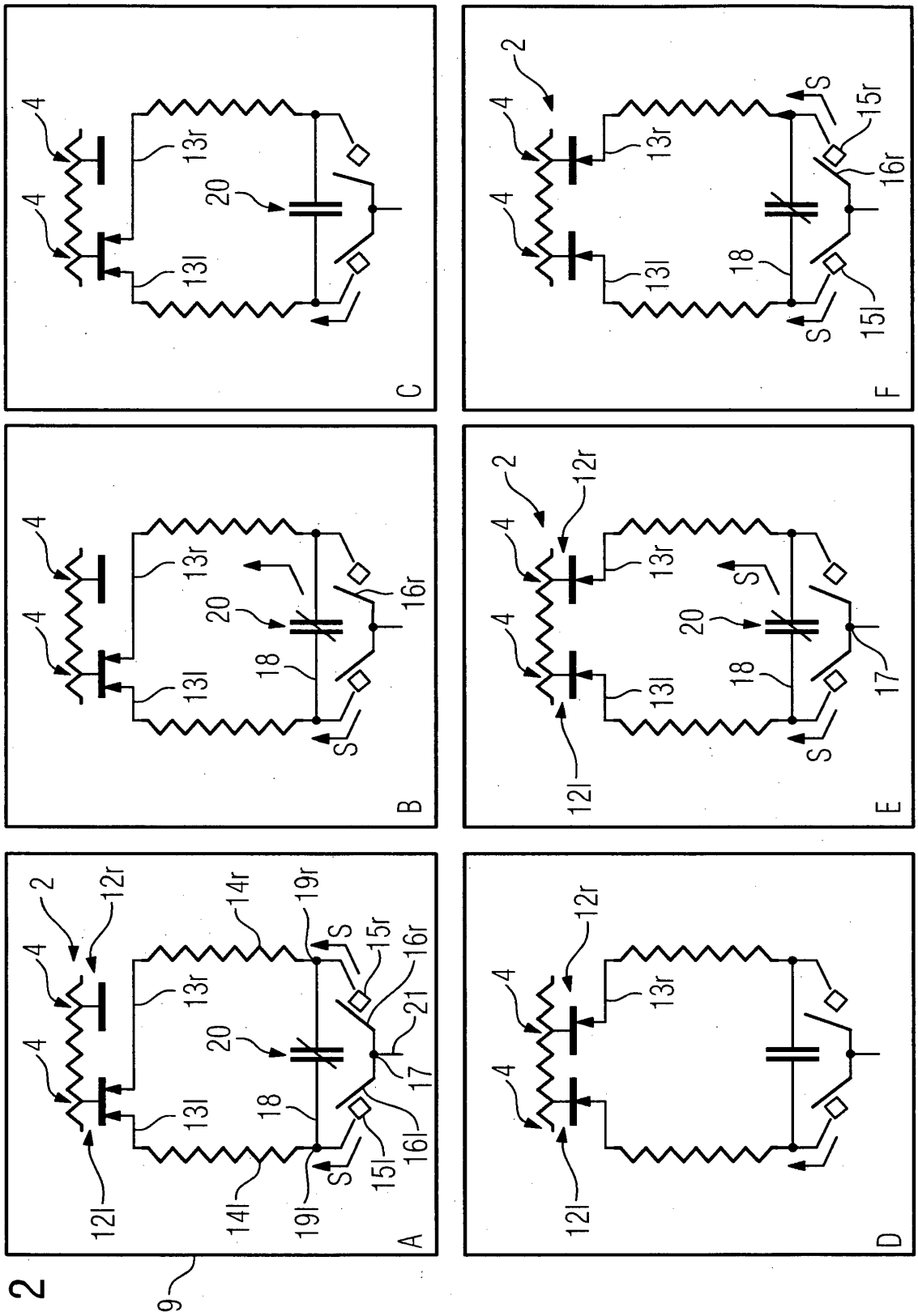
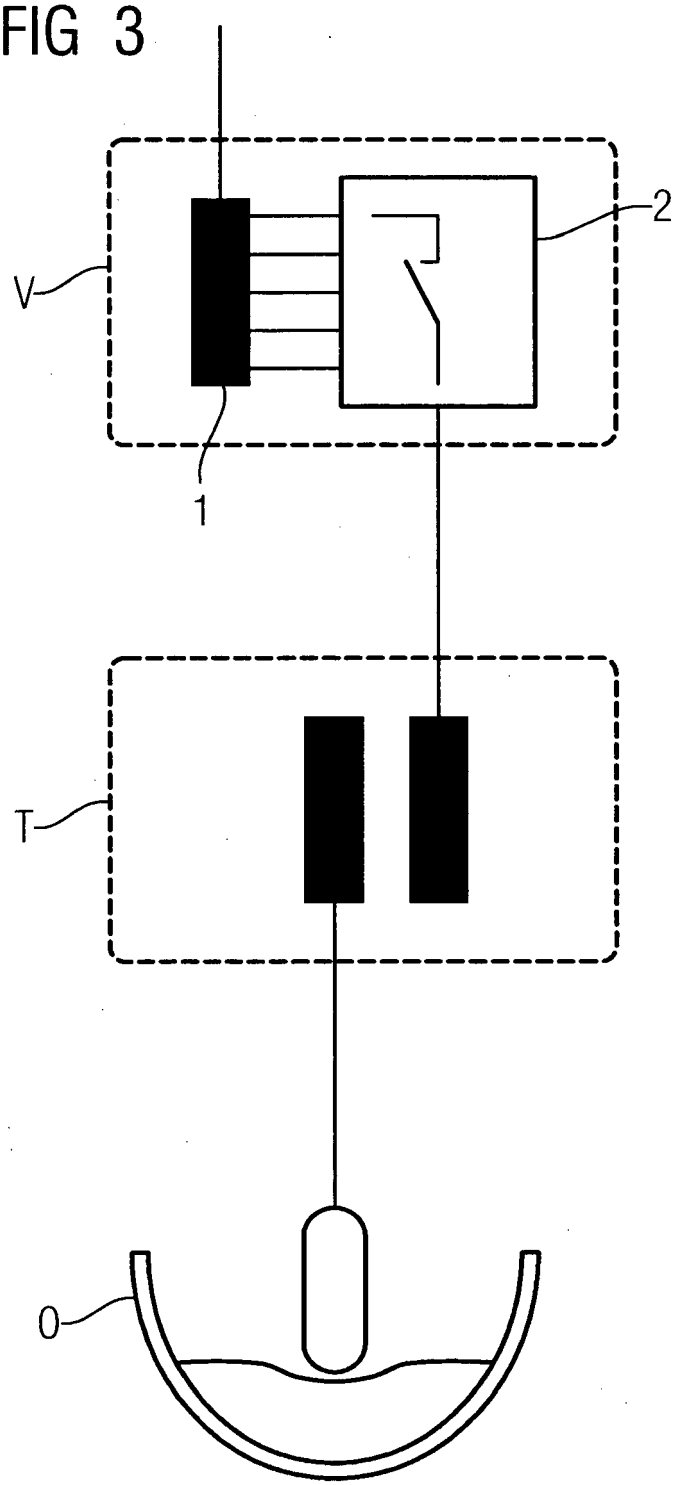

A
B
C
D
E
F
9
2
4
12l
12r
13l
13r
14l
14r
15l
15r
16l
16r
17
18
19l
19r
20
21
S

FIG 3



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 1839148 A **[0004]**