



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

215 212

Int.Cl.³

3(51) H 02 M 3/335

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 02 M / 2507 486

(22) 09.05.83

(44) 31.10.84

(71) VEB CHEMIEFASERKOMBINAT SCHWARZA "W. PIECK", RUDOLSTADT-SCHWARZA, DD
 (72) HOPPE, KARL-HEINZ, DIPL.-ING.; SCHIBILSKI, SIEGFRIED, DR.-ING.; PETZOLDT, JUERGEN, DR.-ING.;
 MUELLER, JUERGEN, DR.-ING., DD;
 NEUDERT, ERNST, DR.-ING.; ZORN, VOLKER, DIPL.-ING.; KRANNICH, HARTMUT, DIPL.-ING.;
 TROST, DIETER, DIPL.-ING., DD;

(54) SCHALTUNGSAORDNUNG ZUR ERZEUGUNG EINER GEREGELTEN HOCHSPANNUNG

(57) Die Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer geregelten Hochspannung bezieht sich auf das Gebiet der elektrischen und elektronischen Schaltungstechnik und ist vorzugsweise bei elektrostatischen Beschichtungs- und Beflockungsanlagen anwendbar. Ziel und Aufgabe der Erfindung ist es, an Hochspannungserzeugungsanlagen geringer Baugröße eine geregelte Hochspannung bei gleichzeitiger Strombegrenzung abzunehmen. Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, indem ein Hochspannungstransformator primärseitig über eine Transistorschalteinheit an einen ungesteuerten Gleichrichter angeschlossen ist, die Sekundärwicklung des Hochspannungstransformators mit den beiden Eingängen einer Spannungsvervielfacherschaltung verbunden ist und die Transistorschalteinheit eingangsseitig an den Ausgang einer Steuer- und Regeleinrichtung geschaltet ist, deren Eingänge eine Verbindung mit einer Sollwertvorgabe und einer Istwerterfassung aufweisen. Fig.1

Titel der Erfindung:

Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer geregelten Hochspannung

Anwendungsgebiet der Erfindung:

Die Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer geregelten Hochspannung bezieht sich auf das Gebiet der elektrischen und elektronischen Schaltungstechnik.

Die Erfindung wird für eine geregelte Hochspannung, unabhängig von einer sich ändernden Strombelastung, an technischen Anlagen eingesetzt. Eine Anwendung erfolgt vorzugsweise bei elektrostatischen Beschichtungs- und Be- flockungsanlagen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

Zur Erzielung hoher Gleichspannungen von 10 - 1000 kV mit Strömen im mA-Bereich werden Kaskadenschaltungen aus Verdopplerstufen, bestehend aus Kondensatoren und Gleichrichtern, vorteilhaft eingesetzt. Größere Anlagen arbeiten üblicherweise mit netzfrequenter Speisespannung (Kuffel, E. - "High-voltage-Engineering").

Bekannterweise werden Forderungen nach Hochspannungsregelungen beziehungsweise -stellungen mitunter in einem großen Bereich erhoben. Diesen Anforderungen wird mit aufwendigen Stelltransformatoren, Maschinenumformern, Transduktoren entsprochen.

Mit der Entwicklung von Festkörperschaltelelementen größerer Leistung werden zunehmend Kaskadenschaltungen beziehungsweise Spannungsvervielfacherschaltungen mit Frequenzen im kHz-Bereich betrieben, wobei der Aufwand bei Kondensatoren und Gleichrichtern verringert wird (Rint, C. - "Handbuch für Hochfrequenz- und Elektrotechniker").

Die mittelfrequenten Spannungen werden aus Gleichspannungen, meist nach dem Gegentaktprinzip erzeugt. Die Stellung beziehungsweise Regelung der Hochspannung erfolgt durch Verändern der Gleichspannung, wobei sich die Amplitude der mittelfrequenten Spannung im gleichen Maße ändert. Bei größeren Leistungen bedeutet die notwendige Stellung beziehungsweise Regelung einen bedeutenden zusätzlichen material- und schaltungstechnischen Aufwand sowie zusätzlich Energieverluste.

Ziel der Erfindung:

Die Erfindung hat das Ziel, mittels einer Schaltungsanordnung, die ökonomisch vorteilhaft, mit hoher Sicherheit und geringer Baugröße einsetzbar ist, eine geregelte Hochspannung bei gleichzeitiger Strombegrenzung zu erreichen.

Darlegung des Wesens der Erfindung:

Aufgabe der Erfindung ist es, an Hochspannungserzeugungsanlagen, vorzugsweise für elektrostatische Beschichtungs- und Beflockungsverfahren, eine geregelte Hochspannung abzunehmen. Die Regelbarkeit der Hochspannung soll durch eine Schaltungsanordnung zwischen 20 und 120 kV mit einstellbarer Strombegrenzung erfolgen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ein Hochspannungstransformator primärseitig über eine Transistorschalteinheit zu einem Eingangsgleichrichter angeschlossen ist, daß die Sekundärwicklung des Hochspannungstransformators mit den beiden Eingängen einer Spannungsvervielfacherschaltung verbunden ist und daß die Transistorschalteinheit eingangsseitig an den Ausgang einer Steuer- und Regeleinrichtung geschaltet ist, deren Eingänge eine Verbindung mit einer Sollwertvorgabe und einer Istwerterfassung aufweisen.

Der Eingangsgleichrichter, der aus einer ungesteuerten Gleichrichterbrücke besteht, speist über die Transistorschalteinheit den Hochspannungstransformator mit einer Impulsfolge. An den Hochspannungstransformator ist die Spannungsvervielfacherschaltung als mehrstufige Kaskadschaltung angeschlossen. Ausgangstrom und -spannung dieser Kaskade werden erfaßt und in einer Steuer- und Regeleinrichtung mit vorgegebenen Sollwerten für Strom und Spannung verglichen.

Es wurde überraschend gefunden, daß die Spannungsvervielfacherschaltung anstelle mittels Amplitude oder Frequenz mit dem Tastverhältnis der Transistorschalteinheit über große Bereiche $> 1 : 10$ gesteuert werden kann.

Das Ausgangssignal der zwischen Spannungsvervielfacherschaltung und Transistorschalteinheit geschalteten Steuer- und Regeleinrichtung ist bei vorgegebener Impulsfolgefrequenz über das Tastverhältnis steuerbar. Damit stellt die Istwertabweichung für die Spannung das Tastverhältnis des Transistorschalters ein und korrigiert die erzeugte Hochspannung.

Beim Überschreiten des vorgegebenen Sollwertes begrenzt der Strom-Istwert den Speisestrom und damit den hochspannungsseitigen Betriebsstrom. Die positive Ausgangshochspannung ist beispielsweise in einem Bereich zwischen 20 und 120 kV durch Vorgabe eines Sollwertes mit einem Potentiometer einstellbar und regelt sich automatisch konstant.

Die intern einstellbare Strombegrenzung gestattet das Vorgeben eines Höchststromes, beispielsweise 2 mA. Bei Erreichen des eingestellten Stromwertes durch Veränderung der äußeren Last bricht die Spannung zusammen. Auftretende Kurzschlußströme innerhalb oder außerhalb des Generators veranlassen eine Sofortabschaltung des Transistorschalters, wodurch einerseits der Schalttransistor vor Überströmen geschützt und andererseits der Energieumsatz im Kurzschlußpfad auf ein Minimum beschränkt wird. Die Anlage schaltet sich kurzzeitig danach wieder zu und regelt selbsttätig die Spannung auf den vorgegebenen Sollwert.

Infolge der hohen Speisefrequenz ist die Welligkeit der Spannung erheblich niedriger als bei Anwendung von 50 Hz. Durch die Konstantregelung der Spannung ist die vorgegebene Spannung von der sich ändernden Strombelastung unabhängig. Ein laständerungsabhängiges Nachregeln der Spannung ist nicht erforderlich.

Im Gegensatz zu den bekannten Wechselrichterschaltungen bleibt die Zwischenkreisspannung in den Grenzen der üblichen Netzspannungsschwankungen konstant. Es entfällt ein aufwendiger Gleichspannungssteller beziehungsweise -regler.

Die hohe Betriebsfrequenz in der Hochspannungskaskade läßt kleine Kondensatorenabmaße und Abmessungen des Hochspannungstransformators zu. Daraus folgt die Möglichkeit eines extrem kleinen und gedrängten Aufbaus der gesamten Hochspannungsanlage, die durch vollständige Kapselung Wartungsfreiheit gegenüber Verunreinigungen, Schutz gegen Zugriffe usw. aufweist.

Die Erfindung soll an einem Ausführungsbeispiel erläutert werden.

Ausführungsbeispiel:

Die Figur 1 zeigt das Schaltschema zur Erzeugung einer geregelten Hochspannung.

Von einem Gleichrichter 1, bestehend aus einer ungesteuerten Sechs-Puls-Gleichrichterbrücke, wird über eine Transistorhalteeinheit, bestehend aus Treiber und Leistungstransistor, ein Hochspannungstransformator 2, der für eine Leistung von 400 VA bei 10 kHz ausgelegt ist, gespeist.

An den Hochspannungstransformator 2, der eine Ausgangsspannung von maximal 9 kV Spitzenwert liefert, ist eine 7-stufige Spannungsvervielfacherschaltung 3 bzw. Kaskadenschaltung, bestehend aus Kondensatoren (Stufenkapazität 2 μ F) und Gleichrichtern (18 kV Sperrspannung) angeschlossen.

Ausgangstrom und Ausgangsspannung dieser Kaskade werden erfaßt (Istwerterfassung 6) und in einer Steuer- und Regeleinrichtung 5 unter Verwendung eines integrierten

Schaltkreises zur Steuerung von Schaltnetzteilen mit vorgegebenen Sollwerten für Strom und Spannung (Sollwertvorgabe 7) verglichen. Die Istwertabweichung für die Spannung stellt das Tastverhältnis des Transistor-Schalters zwischen 0 und 50 % und korrigiert damit die erzeugte Hochspannung.

Der Strom-Istwert begrenzt bei Überschreiten des vorgegebenen Sollwertes den Speisestrom und damit den hochspannungsseitigen Betriebsstrom durch Herunterstellen des Tastverhältnisses.

Die geringen Abmessungen der eingesetzten Bauelemente führen im Zusammenwirken mit einer Isoliergas- oder Isolierflüssigkeitsfüllung und Vollkapselung zu einer extrem kleinen Dimensionierung der Gesamtanlage.

Erfindungsanspruch:

1. Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer geregelten Hochspannung, unter Verwendung eines Gleichrichters, eines Hochspannungstransformators einer Spannungsvervielfacherschaltung, einer Transistorschalteinheit, einer Steuer- und Regleleinrichtung, gekennzeichnet dadurch, daß der Hochspannungstransformator (2) primärseitig über die Transistorschalteinheit (4) an einen ungesteuerten Gleichrichter (1) angeschlossen ist, daß die Sekundärwicklung des Hochspannungstransformators (2) mit den beiden Eingängen der Spannungsvervielfacherschaltung (3) verbunden ist und daß die Transistorschalteinheit (4) eingeschaltet an den Ausgang der Steuer- und Regleleinrichtung (5) geschaltet ist, deren Eingänge eine Verbindung mit einer Sollwertvorgabe (7) und einer Istwerterfassung (6) aufweisen.
2. Schaltungsanordnung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Steuer- und Regleleinrichtung (5) zwischen Spannungsvervielfacherschaltung (3) und Transistorschalteinheit (4) geschaltet und das Ausgangssignal der Steuer- und Regleleinrichtung (5) bei vorgegebener Impulsfolgefrequenz über das Tastverhältnis steuerbar ist.

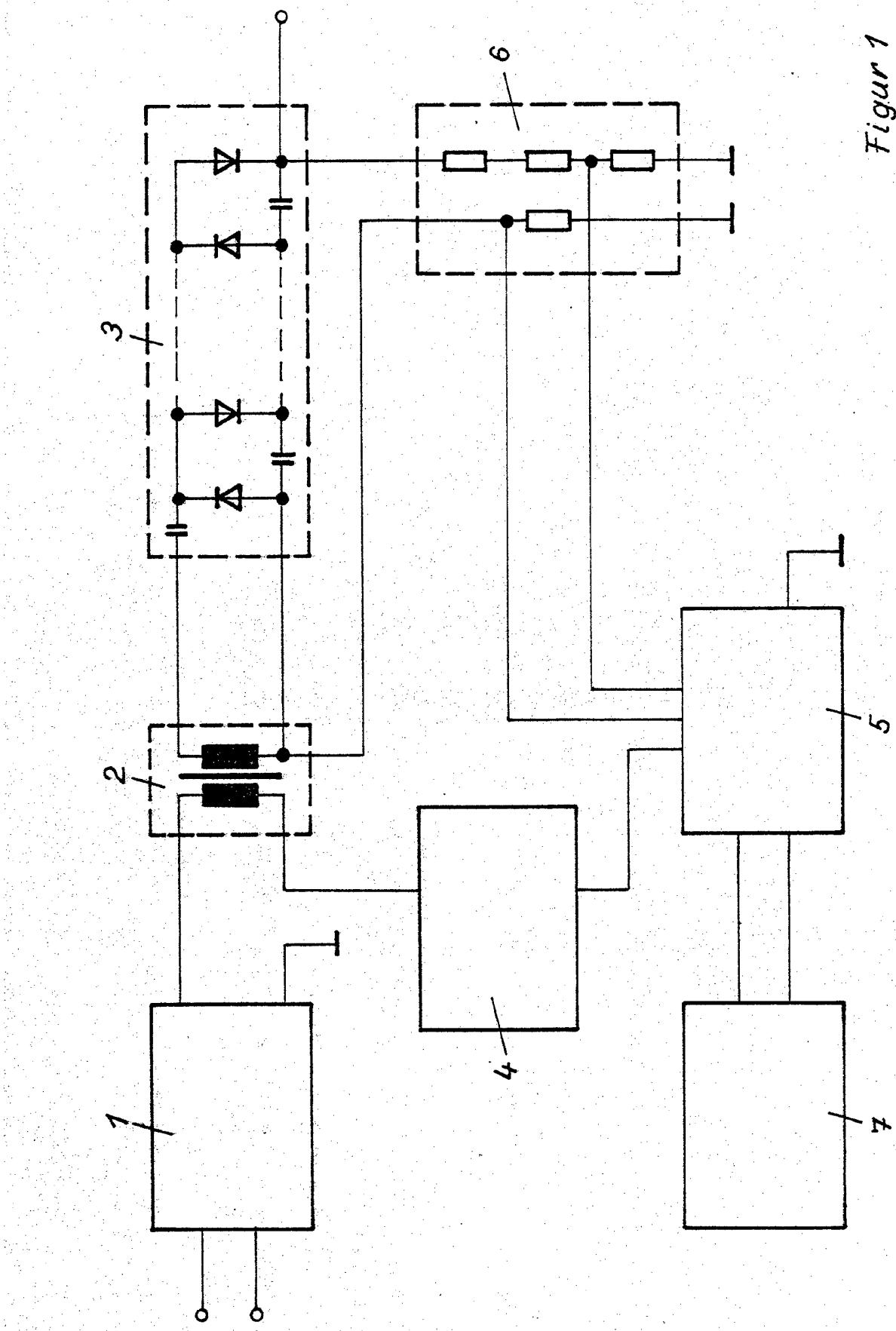


Figure 1