

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1459/89

(51) Int.Cl.⁵ : H02J 3/18

(22) Anmeldetag: 15. 6.1989

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 6.1992

(45) Ausgabetag: 25. 2.1993

(56) Entgegenhaltungen:

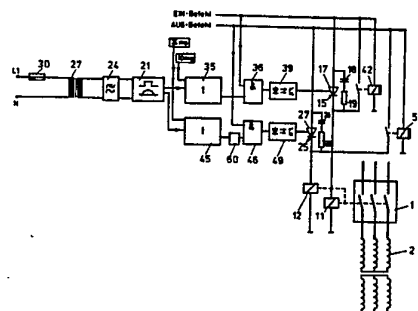
DE-OS2245090 DE-AS2530047

(73) Patentinhaber:

SPRECHER ENERGIE ÖSTERREICH GMBH
A-4020 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) EINRICHTUNG ZUM GESTEUERTEN SCHALTEN MHRPHASIGER INDUKTIVER ELEMENTE IM HOCHSPANNUNGSNETZ

(57) Es wird eine Einrichtung zum gesteuerten Schalten mehrphasiger induktiver Elemente (2) im Hochspannungsnetz, insbesondere zum Minimieren von Einschaltstromstößen, mit in den Schaltsignalwegen zu einem Mehrphasen-Leistungsschalter (1) vorgesehenen Torschaltungen (15, 25) beschrieben, welche mit einem Steuereingang an eine Steuersignalschaltung angeschlossen sind, die eine mit der Hochspannung oder einer dazu synchronen Wechselspannung als Meßspannung koppelbare Detektorschaltung (21, 24, 27, 30) und eine mit dieser verbundene, einstellbare Zeitstufe (35) enthält. Es sind zwei Torschaltungen (15, 25) vorgesehen, wovon die erste Torschaltung (15) in den Einschaltsignalweg, die zweite Torschaltung (25) dagegen in den Ausschaltsignalweg zum Mehrphasen-Leistungsschalter (1) geschaltet ist. Der Steuereingang der ersten Torschaltung (15) ist an den Ausgang einer ersten einstellbaren Zeitstufe (35), der Steuereingang der zweiten Torschaltung (25) dagegen an den Ausgang einer zweiten einstellbaren Zeitstufe (45) jeweils über Optokoppler (39, 49) und eine Zündimpulsfreigabeschaltung (36, 46) angeschlossen, wobei die Eingänge der beiden einstellbaren Zeitstufen (35, 45) mit der Detektorschaltung (21, 24, 27, 30) elektrisch verbunden sind.



AT 395 663 B

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zum gesteuerten Schalten mehrphasiger induktiver Elemente im Hochspannungsnetz, insbesondere zum Minimieren von Einschaltstromstößen, mit in den Schaltsignal wegen zu einem Mehrphasen-Leistungsschalter vorgesehenen Torschaltungen, welche mit einem Steuereingang an eine Steuersignalschaltung angeschlossen sind, die eine mit der Hochspannung oder einer dazu synchronen Wechselspannung als Meßspannung koppelbare Detektorschaltung und eine mit dieser verbundene, einstellbare Zeitstufe erhält.

Aus der AT-PS 388 262 ist eine Einrichtung zum gesteuerten Einschalten von induktiven Elementen im Hochspannungsnetz mit einer im Einschaltsignalweg zu einem Mehrphasen-Leistungsschalter vorgesehenen Torschaltung bekannt. Zum Minimieren von Einschaltstromstößen ist eine Speicherschaltung vorgesehen, welche bei einer Ausschaltung des induktiven Elementes die Polaritäten der letzten Stromhalbwellen vor ihrem Erlöschen und jene Phase speichert, in der der Stromfluß zuerst erloschen ist. Eine Logikschaltung wertet die aus der Speicherschaltung empfangenen Signale aus und gibt einen für alle Phasen gemeinsamen Einschaltzeitpunkt frei, bei dem praktisch kein Einschaltstromstoß auftritt.

Bei Schaltversuchen mit induktiven Elementen im Hochspannungsnetz zeigte sich, daß Transformatoren modernster Bauart mit kaltgewalzten Kernblechen sehr kleine Magnetisierungsströme aufweisen. Diese Ströme verschwinden auch sehr rasch und praktisch gleichzeitig mit dem Öffnen der Kontakte des Leistungsschalters, so daß die Speicherung ihrer Polaritäten nicht gelingt.

Durch die in der Folge aufgezeigte erfindungsgemäße Ausführung wird bezweckt, eine Einrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, welche ein praktisch einschaltstoßfreies Einschalten von Transformatoren mit kaltgewalzten Kernblechen im Hochspannungsnetz auf wirtschaftliche Art mit einem Mehrphasen-Leistungsschalter, welcher einen gemeinsamen Antrieb für alle vorhandenen Pole besitzt, erlaubt, ohne daß eine Speicherschaltung zur Erfassung der Polaritäten der letzten Stromhalbwellen bei einer Abschaltung des Transformators erforderlich ist.

Dies wird dadurch erreicht, daß zwei Torschaltungen vorgesehen sind, wovon die erste Torschaltung in den Einschaltsignalweg, die zweite Torschaltung dagegen in den Ausschaltsignalweg zum Mehrphasen-Leistungsschalter geschaltet ist, und der Steuereingang der ersten Torschaltung an den Ausgang einer ersten einstellbaren Zeitstufe, der Steuereingang der zweiten Torschaltung dagegen an den Ausgang einer zweiten einstellbaren Zeitstufe jeweils über Optokoppler und eine Zündimpulsfreigabeschaltung angeschlossen ist, wobei die Eingänge der beiden einstellbaren Zeitstufen mit der Detektorschaltung elektrisch verbunden sind.

Da nach dem Öffnen der Kontakte des Leistungsschalters bei der Abschaltung eines Transformators mit kaltgewalzten Kernblechen die Magnetisierungsströme sehr rasch und praktisch gleichzeitig mit der Kontaktöffnung verschwinden, ist der Remanenzzustand des Eisenkernes durch den Zeitpunkt der Kontakttrennung reproduzierbar definiert. Die Summe der Remanenzfelder ist auch in diesem Fall gleich Null. Es kann demnach jedem Remanenzzustand und damit jedem Ausschaltzeitpunkt ein Zeitpunkt des stationären Betriebes des Transformators zugeordnet werden, in dem die Relationen der magnetischen Induktionen der Kernschenkel gleich den Relationen im Remanenzzustand sind.

Wird einem Ausschaltzeitpunkt ein ganz bestimmter Einschaltzeitpunkt zugeordnet, gelingt ein praktisch stromstoßfreies Einschalten von mehrphasigen Transformatoren mit Leistungsschaltern, welche einen gemeinsamen Antrieb für alle vorhandenen Pole aufweisen. Durch die beiden Torschaltungen und einstellbaren Zeitstufen, welche von der gleichen Detektorschaltung gesteuert werden, kann diese Zuordnung der Schaltzeitpunkte auf eine einfache Art erreicht werden.

Im isolierten oder über Löschkupole geerdeten Hochspannungsnetz wird als Einschaltzeitpunkt unter Berücksichtigung der Vorzündzeit der Leistungsschalterkontakte vorteilhafterweise ein Maximum der Phasenspannung gewählt. Zu diesem Zeitpunkt sind im dreiphasigen Hochspannungsnetz alle drei Schaltstrecken des Leistungsschalters dielektrisch mit einem Dreiviertel der Dreieckspannung bzw. verketteten Spannung beansprucht. Das Durchzünden der Schaltstrecken erfolgt daher praktisch in allen drei Polen des Leistungsschalters gleichzeitig.

Um eine besonders genaue Einstellung der Schaltzeitpunkte und Zuordnung der Einschaltzeitpunkte mit den Ausschaltzeitpunkten zu erreichen, weist die Detektorschaltung einen Spannungs-Nullpunktdiskriminator auf, der positive Halbwellen auswertet und bei einem Spannungs-Nulldurchgang mit ansteigender Flanke zeitbezogene digitale Signale im Takt einer Periode der Nennfrequenz der Hochspannung liefert.

Bevorzugterweise entspricht die in der ersten einstellbaren Zeitstufe ausgewählte Zeit der Differenz zwischen nächstem ganzen Vielfachen der Zeit einer Periode der Hochspannungs-Nennfrequenz nach der elektrischen Einschalt-Eigenzeit des Mehrphasen-Leistungsschalters und der elektrischen Einschalt-Eigenzeit des Mehrphasen-Leistungsschalters verlängert um die Zeit einer Viertelperiode der Hochspannungs-Nennfrequenz.

Damit wird erreicht, daß eine Schaltstrecke des Mehrphasen-Leistungsschalters genau im Spannungsmaximum einer Phasenspannung durchzündet und das Durchzünden aller Schaltstrecken praktisch gleichzeitig erfolgt.

Bei einer bevorzugten Ausführung zum gesteuerten Schalten dreiphasiger induktiver Elemente im Hochspannungsnetz entspricht die in der zweiten einstellbaren Zeitstufe ausgewählte Zeit der Differenz zwischen

nächstem ganzen Vielfachen der Zeit einer Periode der Hochspannungs-Nennfrequenz nach der Ausschalt-Eigenzeit mit Lichtbogenzeit des Dreiphasen-Leistungsschalters und Ausschalt-Eigenzeit mit Lichtbogenzeit des Dreiphasen-Leistungsschalters verlängert um die Zeit einer Viertelperiode der Hochspannungs-Nennfrequenz und 0,25 ms.

5 Eine Analyse des Remanenzzustandes im dreiphasigen Transformator und vektorielle Überprüfung führte zur Erkenntnis, daß bei den in den einstellbaren Zeitstufen ausgewählten Zeiten, wenn man vom gleichen Bezugszeitpunkt, Nulldurchgang der Phasenspannung mit ansteigender Flanke, ausgeht, eine Minimierung des Stromstoßes beim Einschalten von dreiphasigen Transformatoren erreicht werden kann. Durch entsprechende Schaltversuche im isolierten Hochspannungsnetz konnte die Richtigkeit dieser theoretischen Überlegungen inzwischen bewiesen werden.

10 Damit bei der in der zweiten einstellbaren Zeitstufe zu setzenden Zeit, lediglich die jeweiligen Eigenzeiten des jeweiligen Mehrphasen-Leistungsschalters und die Nennfrequenz der Hochspannung berücksichtigt werden müssen, kann zwischen zweite einstellbare Zeitstufe und Zündimpulsfreigabeschaltung ein Zeitverzögerungsglied geschaltet sein.

15 Bewirkt dieses Zeitverzögerungsglied eine Verzögerung des Ausschaltimpulses von 0,25 ms, kann die in der zweiten einstellbaren Zeitstufe gesetzte Zeit der Differenz zwischen nächstem ganzen Vielfachen der Zeit einer Periode der Hochspannungs-Nennfrequenz nach der Ausschalt-Eigenzeit mit Lichtbogenzeit des Dreiphasen-Leistungsschalters und Ausschalt-Eigenzeit mit Lichtbogenzeit des Dreiphasen-Leistungsschalters verlängert um die Zeit einer Viertelperiode der Hochspannungs-Nennfrequenz entsprechen.

20 Die erfindungsgemäße Einrichtung ist dadurch einfacher einstellbar, weil Nennfrequenz der Hochspannung und die Eigen- sowie Lichtbogenzeiten von Hochspannungs-Leistungsschaltern, insbesondere von solchen mit einem mechanischen Antrieb für alle drei Schalterpole, beim Ausschalten induktiver Elemente bekannt sind und eine hohe Genauigkeit aufweisen.

Im folgenden wird an Hand der beiliegenden Zeichnung ein Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes näher erläutert. Es zeigt die einzige Fig. das Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Einrichtung zum gesteuerten Schalten dreiphasiger induktiver Elemente im Hochspannungsnetz.

25 In der Fig. ist als dreiphasiges induktives Element ein Hochspannungstransformator (2) dargestellt, der über einen Dreiphasen-Leistungsschalter (1) mit einem gemeinsamen mechanischen Antrieb für alle drei Schalterpole an die Sammelschiene einer Hochspannungsschaltanlage, beispielsweise für 110 kV Nennspannung, zu- oder abschaltbar ist. Die Einschaltspule (11) des Antriebes, der z. B. ein Federkraftspeicherantrieb ist, gibt bei einem Schaltimpuls die Verklüpfung des Antriebes frei und der Leistungsschalter (1) wird mittels der freigewordenen Federenergie eingeschaltet. Über die Ausschaltspule (12), welche bei einem Schaltimpuls die Verklüpfung der bei der Einschaltung gespannten Ausschaltfedern freigibt, kann der Leistungsschalter ausgeschaltet werden.

30 Im Schaltsignalweg zur Einschaltspule (11) sowie Schaltsignalweg zur Ausschaltspule (12) ist je eine Tor-schaltung (15), (25) vorgesehen, die aus einem Thyristor (17), (27) und parallelgeschaltetem Kondensator (18), (28) mit Widerstand (19), (29) besteht. Beiden Spulen (11), (12) kann über eine Leitung ein Schaltbefehlsignal zugeführt werden, wodurch die Spulen (11), (12) dann an einer Steuerspannung von beispielsweise 220 V Gleichstrom liegen und den jeweiligen Schaltvorgang des Leistungsschalters (1) auslösen. Die Thyristoren (17), (27) entnehmen somit ihre Kathoden-Anoden-Spannung dem ankommenden jeweiligen Schaltbefehlsignal.

35 Seinen Zündimpuls erhält der Thyristor (17) aus einer Steuersignalschaltung, die aus folgenden Elementen besteht: An die Phase (L1) einer der Hochspannung synchronen Wechselspannung ist der Wandler (27) über die Sicherung (30) angeschlossen. Mit der Sekundärwicklung des Wandlers (27) ist über ein Eingangsfiler (24) die Detektorschaltung (21) verbunden, die einen Spannungs-Nullpunktdiskriminator enthält, der positive Halbwellen auswertet und bei einem Spannungs-Nulldurchgang mit ansteigender Flanke zeitbezogene digitale Signale im Takt einer Periode der Nennfrequenz der Wechselspannung liefert.

45 Bei dem Eingangsfiler (24) handelt es sich beispielsweise um ein auf eine Frequenz von 50 Hz abgestimmtes Tiefpaßfilter aus RC-Gliedern. Dem Spannungs-Nullpunktdiskriminator (21) ist eine erste einstellbare Zeitstufe (35) nachgeschaltet, an deren Ausgang eine Impulsfreigabeschaltung (36) angeschlossen ist. Ein Eingang dieser Impulsfreigabeschaltung (36) ist mit der Leitung für das Einschaltbefehlsignal elektrisch verbunden. Dieses Einschaltbefehlsignal kann beispielsweise ein Gleichspannungsimpuls mit einer Impulsdauer von 1 s sein. Damit verhindert wird, daß der Thyristor (17) zur Zündung nur einen Magerimpuls erhält, was dann der Fall sein kann, wenn der Impuls gerade abfällt, wenn das Einschaltsignal auftritt, wird die Gateansteuerung mit Hilfe der Impulsfreigabeschaltung (36) nur mit der Flanke des eintreffenden Einschaltbefehlsignals freigegeben. Beim dargestellten Beispiel der erfindungsgemäßen Einrichtung besteht die Impulsfreigabeschaltung (36) aus einer UND-Gatterschaltung, deren Ausgang über Optokoppler (39) zur galvanischen Trennung mit dem Gate des Thyristors (17) verbunden ist.

55 Der Thyristor (27) erhält seinen Zündimpuls aus einer zweiten Steuersignalschaltung, die an die gleiche Detektorschaltung (21) angeschlossen ist und aus nachstehenden Elementen besteht: Mit dem Spannungs-

Nullpunktdiskriminator der Detektorschaltung (21) ist eine zweite einstellbare Zeitstufe (45) elektrisch verbunden, der ein Zeitverzögerungsglied (60) nachgeschaltet ist. Dieses Zeitverzögerungsglied (60) kann auch in Stufen von 0,1 ms einstellbar sein. An den Ausgang des Zeitverzögerungsgliedes (60) ist eine Impulsfreigabeschaltung (46) angeschlossen, deren zweiter Eingang mit der Leitung für das Ausschaltbefehlssignal elektrisch verbunden ist. Dieses Ausschaltbefehlssignal kann z. B. ein Gleichspannungsimpuls mit einer Impulsdauer von 0,5 s sein. Durch diese Impulsfreigabeschaltung (46), die im dargestellten Beispiel wiederum aus einer UND-Gatterschaltung besteht, wird verhindert, daß der Thyristor (27) zur Zündung nur einen Magerimpuls erhält. Der Ausgang der Impulsfreigabeschaltung (46) ist über Optokoppler (49) zur galvanischen Trennung mit dem Gate des Thyristors (27) verbunden.

Um auch ein Ein- und Ausschalten des Dreiphasen-Leistungsschalters (1) in seinem spannungslosen Zustand zu ermöglichen sowie als Sicherheitsvorrichtung für die gesamte Einrichtung, wird einerseits mit jedem Einschaltbefehlssignal ein Zeitrelais (42) angesteuert, welches mit seinem Schaltkontakt der Torschaltung (15) parallelgeschaltet ist und nach einer Ansprechverzögerung von beispielsweise 50 ms das Signal direkt zur Einschaltspule (11) durchschaltet, andererseits mit jedem Ausschaltbefehlssignal ein Zeitrelais (52) angesteuert, welches mit seinem Schaltkontakt der Torschaltung (25) parallelgeschaltet ist und nach einer Ansprechverzögerung von etwa 30 ms das Signal direkt zur Ausschaltspule (12) überträgt.

Mit der Schaltung sind fixe Zuordnungen der Einschaltzeitpunkte und Ausschaltzeitpunkte zu den Perioden der Nennfrequenz der Hochspannung oder synchronen Wechselspannung möglich, weil beide Signalsteuerschaltungen bzw. einstellbaren Zeitstufen (35), (45) von derselben Detektorschaltung (21), (24), (27), (30) gespeist werden.

Wird eine Hochspannung mit einer Nennfrequenz von 50 Hz angenommen, beträgt die Periodendauer 20 ms. Als Bezugspunkt dienen von der Detektorschaltung (21), (24), (27), (30) gelieferte digitale Signale bei jedem Spannungs-Nulldurchgang mit ansteigender Flanke. Dreiphasige Leistungsschalter mit einem Federkraftspeicherantrieb haben beispielsweise eine mechanische Einschalt-Eigenzeit von 130 bis 170 ms. Die mechanische Einschalt-Eigenzeit ist dabei jene Zeit, die zwischen Einschaltimpuls für die Einschaltspule (11) und Berührung der Leistungsschalterkontakte verstreicht. Zieht man von der mechanischen Einschalt-Eigenzeit die Vorzündzeit ab, erhält man die elektrische Einschalt-Eigenzeit. Die Vorzündzeit beträgt bei ölarmen Leistungsschaltern 1 bis 4 ms. In der ersten einstellbaren Zeitstufe (35) wird daher ein Einstellbereich bis 25 ms vorgesehen sein.

Die Ausschalt-Eigenzeit von Leistungsschaltern mit Federkraftspeicherantrieb beträgt beispielsweise 20 bis 80 ms. Addiert man zu dieser Ausschalt-Eigenzeit die Lichtbogenzeit, erhält man die elektrische Ausschaltzeit des jeweiligen Leistungsschalters. Die elektrische Ausschaltzeit von ölarmen Leistungsschaltern beträgt 30 bis 80 ms. Berücksichtigt man, daß der günstigste Ausschaltzeitpunkt für dreiphasige Transformatoren im isolierten Hochspannungsnetz 0,25 ms nach dem Spannungsmaximum liegt, wird in der zweiten einstellbaren Zeitstufe (45) ein Einstellbereich bis 25,25 ms vorgesehen sein.

Damit die Verwendung einer mit der ersten einstellbaren Zeitstufe (35) baugleiche zweite einstellbare Zeitstufe (45) möglich wird, kann letzterer auch ein Zeitverzögerungsglied (60) nachgeschaltet sein. Der Einstellbereich beträgt in diesem Fall dann ebenfalls 0 bis 25 ms.

Der in Fig. schematisch dargestellte Dreiphasen-Leistungsschalter (1) hat beispielsweise eine elektrische Einschalt-Eigenzeit von 155 ms. Um eine Einschaltung des Hochspannungstransformators (2) genau im positiven Spannungsmaximum der Hochspannung zu erreichen, muß in der ersten einstellbaren Zeitstufe (35) eine Zeit von 10 ms eingestellt werden. Dieser Wert ergibt sich aus der Differenz zwischen nächstem Vielfachen der Zeit einer Periode der Hochspannungs-Nennfrequenz addiert mit 5 ms und der elektrischen Einschalt-Eigenzeit:

$$160 \text{ ms} + 5 \text{ ms} - 155 \text{ ms} = 10 \text{ ms}$$

Zu diesem Zeitpunkt sind alle drei Schaltstrecken des Dreiphasen-Leistungsschalters (1) dielektrisch mit einem Dreiviertel der Dreiecksspannung bzw. verketteten Spannung beansprucht und zünden daher praktisch gleichzeitig durch, wobei ein mechanischer Gleichlauf der drei Schalterpole vorausgesetzt wird.

Wie bereits beschrieben, ergab die Analyse des Remanenzzustandes im Hochspannungstransformator (2) bei diesem Einschaltzeitpunkt als günstigsten Ausschaltzeitpunkt einen Moment von 0,25 ms nach einem positiven Spannungsmaximum.

Beträgt die Ausschaltzeit des Dreiphasen-Leistungsschalters (1) z. B. einen Wert von 41 ms muß in der zweiten einstellbaren Zeitstufe (45) eine Zeit von 24,25 ms eingestellt werden. Dieser Wert setzt sich aus der Summe des nächsten Vielfachen der Zeit einer Periode der Hochspannungs-Nennfrequenz und 5,25 ms verringert um den Wert der Ausschaltzeit zusammen:

$$60 \text{ ms} + 5,25 \text{ ms} - 41 \text{ ms} = 24,25 \text{ ms}$$

Bei der nächsten Einschaltung des Hochspannungstransformators (2) genau im positiven Spannungsmaximum der

Hochspannung zünden die Schaltstrecken der drei Schalterpole des Dreiphasen-Leistungsschalters (1) praktisch gleichzeitig durch und es stellt sich sofort, praktisch einschaltstoßstromfrei, ein stationärer Betrieb ein.

Die Vorzündzeit ist abhängig von den Schaltstiftgeschwindigkeiten des Dreiphasen-Leistungsschalters (1) und den im kritischen Zeitpunkt anstehenden Augenblickwerten der Hochspannung. Die Vorzündung muß immer über zwei Schaltstrecken erfolgen, maßgeblich ist daher die Dreiecksspannung bzw. verkettete Spannung, welche alle drei Schaltstrecken mit Dreiviertel der Phasenspannung beansprucht.

Es kann daher vorausgesetzt werden, daß die Vorzündzeiten in den drei Schalterpolen bei mechanischem Gleichlauf und gegebenem, auf ein positives Spannungsmaximum bezogenen Einschaltzeitpunkt einen gleichbleibenden konstanten Wert aufweisen. Auch die Lichtbogenzeiten bei einer Ausschaltung des Hochspannungs-Transformators (2) werden bei mechanischem Gleichlauf des Dreiphasen-Leistungsschalters (1) konstante Werte annehmen, weil der Ausschaltzeitpunkt immer unmittelbar nach einem positiven Spannungsmaximum der Hochspannung liegt.

Die erfindungsgemäße Einrichtung kann mit einem Spannungsregler-Steuergerät für Hochspannungs-Transformatoren kombiniert sein.

PATENTANSPRÜCHE

1. Einrichtung zum gesteuerten Schalten mehrphasiger induktiver Elemente im Hochspannungsnetz, insbesondere zum Minimieren von Einschaltstromstößen, mit in den Schaltsignalwegen zu einem Mehrphasen-Leistungsschalter vorgesehenen Torschaltungen, welche mit einem Steuereingang an eine Steuersignalschaltung angeschlossen sind, die eine mit der Hochspannung oder einer dazu synchronen Wechselfrequenz als Meßspannung koppelbare Detektorschaltung und eine mit dieser verbundene, einstellbare Zeitstufe enthält, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwei Torschaltungen (15, 25) vorgesehen sind, wovon die erste Torschaltung (15) in den Einschaltsignalweg, die zweite Torschaltung (25) dagegen in den Ausschaltsignalweg zum Mehrphasen-Leistungsschalter (1) geschaltet ist, und der Steuereingang der ersten Torschaltung (15) an den Ausgang einer ersten einstellbaren Zeitstufe (35), der Steuereingang der zweiten Torschaltung (25) dagegen an den Ausgang einer zweiten einstellbaren Zeitstufe (45) jeweils über Optokoppler (39, 49) und eine Zündimpulsfreigabeschaltung (36, 46) angeschlossen ist, wobei die Eingänge der beiden einstellbaren Zeitstufen (35, 45) mit der Detektorschaltung (21, 24, 27, 30) elektrisch verbunden sind.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Detektorschaltung (21, 24, 27, 30) einen Spannungs-Nullpunktdiskriminator (21) aufweist, der positive Halbwellen auswertet und bei einem Spannungs-Nulldurchgang mit ansteigender Flanke zeitbezogene digitale Signale im Takt einer Periode der Hochspannungs-Nennfrequenz liefert.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die in der ersten einstellbaren Zeitstufe (35) ausgewählte Zeit der Differenz zwischen nächstem ganzen Vielfachen der Zeit einer Periode der Hochspannungs-Nennfrequenz nach der elektrischen Einschalt-Eigenzeit des Mehrphasen-Leistungsschalters (1) und der elektrischen Einschalt-Eigenzeit des Mehrphasen-Leistungsschalters (1) verlängert um die Zeit einer Viertelperiode der Hochspannungs-Nennfrequenz entspricht.

4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zum gesteuerten Schalten dreiphasiger induktiver Elemente im Hochspannungsnetz, **dadurch gekennzeichnet**, daß die in der zweiten einstellbaren Zeitstufe (45) ausgewählte Zeit der Differenz zwischen nächstem ganzen Vielfachen der Zeit einer Periode der Hochspannungs-Nennfrequenz nach der Ausschalt-Eigenzeit mit Lichtbogenzeit des Dreiphasen-Leistungsschalters (1) und Ausschalt-Eigenzeit mit Lichtbogenzeit des Dreiphasen-Leistungsschalters (1) verlängert um die Zeit einer Viertelperiode der Hochspannungs-Nennfrequenz und 0,25 ms entspricht.

5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 zum gesteuerten Schalten dreiphasiger induktiver Elemente im Hochspannungsnetz, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen zweite einstellbare Zeitstufe (45) und Zündimpulsfreigabeschaltung (46) ein Zeitverzögerungsglied (60) geschaltet ist.

AT 395 663 B

6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die in der zweiten einstellbaren Zeitstufe (45) gesetzte Zeit der Differenz zwischen nächstem ganzen Vielfachen der Zeit einer Periode der Hochspannungs-Nennfrequenz nach der Ausschalt-Eigenzeit mit Lichtbogenzeit des Dreiphasen-Leistungsschalters (1) und Ausschalt-Eigenzeit mit Lichtbogenzeit des Dreiphasen-Leistungsschalters (1) verlängert um die Zeit einer Viertelperiode der Hochspannungs-Nennfrequenz entspricht.

5

10

Hiezu 1 Blatt Zeichnung

15

20

25

30

35

40

45

50

55

