

(12)

# PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 37/96

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> : H01B 7/30  
H02H 9/00

(22) Anmeldetag: 10. 1.1996

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 1.1998

(45) Ausgabetag: 25. 9.1998

(30) Priorität:

31. 3.1995 DE 19512018 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:

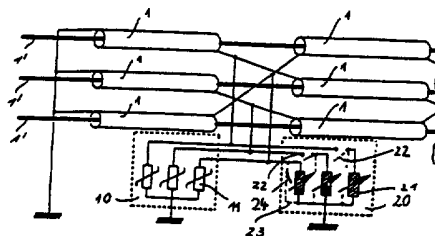
WO 94/09542A1  
HÜTTE, DIE GRUNDLAGEN DER INGENIEURWISSENSCHAFTEN  
HERAUSGEBER H. CZICHOS, SPRINGER-VERLAG, BERLIN,  
29. AUFL. (1989), S. G35, LINKE SP.  
FACHZEITSCHRIFT ELEKTRONIK, 1982, NR. 18 V.10.09.82,  
S. 99-102 (P. BROGL)

(73) Patentinhaber:

FELTEN & GUILLEAUME ENERGIETECHNIK  
AKTIENGESELLSCHAFT  
D-51063 KÖLN (DE).

(54) SCHALTUNGSANORDNUNG FÜR EIN AUS EINLEITERKABELN BESTEHENDES HOCHSPANNUNGSDREHSTROMKABEL

(57) Bei einer Schaltungsanordnung für ein aus Einleiterkabeln (1') bestehendes Hochspannungsdrehstromkabel, wobei die Mäntel (1) oder Schirme der Einleiterkabel an mindestens einer Stelle ihrer Länge geerdet und an mindestens einer weiteren Stelle ihrer Länge untereinander verbunden und über spannungsbegrenzende Bauelemente (11) geerdet sind, sind zur Steuerung der Ströme in den Schirmen bzw. Mänteln den spannungsbegrenzenden Bauelementen Impedanzen (21) parallel geschaltet, die in Abhängigkeit vom Betriebsstrom des Drehstromkabels aktivierbar sind. Durch die Steuerung dieser Ströme lassen sich das Magnetfeld in der Umgebung des Drehstromkabels und somit dessen störende Einflüsse auf die Umgebung verringern.



Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung für ein aus Einleiterkabeln bestehendes Hochspannungsdrehstromkabel, wobei die Mäntel oder Schirme der Einleiterkabel an mindestens einer Stelle ihrer Länge geerdet und an mindestens einer weiteren Stelle ihrer Länge untereinander verbunden und über spannungsbegrenzende Bauelemente geerdet sind.

5 Das Auskreuzen der Mäntel oder Schirme von Hochspannungskabeln erfolgt über Auskreuzungsmuffen. Von dort aus gehen relativ kurze Verbindungskabel zu etwas entfernteren Verschaltungskästen. Vorzugsweise werden in diesen Verschaltungskästen die schaltungstechnischen Maßnahmen vorgenommen. Beispiele einer solchen Beschaltung finden sich in der EP-A 71 435 und in der WO 94/09542 A1.

10 In jüngster Zeit sind von elektrischen Leitungen erzeugte Magnetfelder besonders in die öffentliche Diskussion getreten. Stromleiter erzeugen in ihrer unmittelbaren Umgebung Magnetfelder, die andere elektrische Leiter (z. B. Fernmeldekabel) oder in der Nähe vorhandene elektronische Einrichtungen (z. B. Bildschirmgeräte) beeinflussen können. Solche Störeinflüsse können durch bestimmte Maßnahmen verringert werden. Dazu gehören Abschirmungen der beeinflussten Einrichtungen, Einhalten eines Mindestabstandes, Verlegung eines Erdkabels in vorbestimmter Tiefe oder - im Extremfall - Beschränkung der Last auf dem Kabel. Solche Maßnahmen sind aufwendig oder führen zu Einschränkungen des wirtschaftlichen Betriebes des Kabels.

20 Bei erdverlegten Hochspannungseinleiterkabeln läßt sich das magnetische Feld zwar durch Abschirmung nicht beseitigen, kann jedoch durch die Art der Verlegung vermindert werden. Man verlegt die drei Phasenleiter möglichst eng und in gleichmäßigen gegenseitigen Abständen (in Flach- oder Dreiecksverlegung). Bei gleicher Belastung der Phasen entsteht eine weitgehende Kompensation der von den Einzelkabeln erzeugten Magnetfelder.

Bei Hochspannungsdrehstromkabeln (über 100 kV) ist aus Gründen der thermischen Belastbarkeit ein etwas größerer Abstand der Einzeladern nötig, wodurch die Kompensationswirkung geringer ist.

25 Aufgabe der Erfindung ist die Beseitigung der angeführten Nachteile und die Schaffung einer Schaltungsanordnung, mit der der in den Mänteln oder Schirmen induzierte Strom von Drehstromsystemen mit Auskreuzungsbeschaltung derart gesteuert werden kann, daß sich das Magnetfeld in der Umgebung des Drehstromsystems verringern läßt.

30 Diese Aufgabe wird mit einer Schaltungsanordnung der eingangs angegebenen Art dadurch gelöst, daß erfindungsgemäß zur Steuerung der Ströme in den Schirmen bzw. Mänteln den spannungsbegrenzenden Bauelementen Impedanzen parallel geschaltet sind und daß die Impedanzen in Abhängigkeit vom Betriebsstrom des Drehstromkabels aktivierbar sind.

35 Auf diese Weise schafft die Erfindung eine Schaltungsanordnung, mit der mit Hilfe von spannungsbegrenzenden Bauelementen parallelgeschalteten Impedanzen die Ströme in den Mänteln bzw. Schirmen zum Aufbau eines Magnetfeldes gesteuert werden können, das dem Feld der Leiter entgegenwirkt, wodurch das das Kabel umgebende Magnetfeld verringert wird.

40 Die Parallelschaltung von spannungsbegrenzenden Bauelementen und Impedanzen ist an sich bekannt (z. B. Hütte, Die Grundlagen der Ingenieurwissenschaften, Herausgeber H. Czichos, Springer-Verlag, Berlin, 29. Aufl. (1989), S G35, 8.4.2 oder Fachzeitschrift Elektronik, 1982, Nr. 18 v. 10. 09. 82, S 99-102 (P. Brogl)-). Ihre Anwendung zur Steuerung der Ströme in den Mänteln oder Schirmen eines Kabels ist bislang weder vorgeschlagen noch angeregt noch nahegelegt worden.

45 Die Erfindung schafft also die Möglichkeit, die Ströme in den Kabelmänteln bzw. -schirmen induktiv derart zu steuern, daß deren Magnetfeld die Kompensation des Magnetfeldes der Leiterströme bewirkt, vorzugsweise außerhalb des Erdbodens oberhalb des Kabelgrabens. Insbesondere liegt mindestens jedem spannungsbegrenzenden Bauelement eine Impedanz parallel. Vorzugsweise ist die Beschaltung symmetrisch, d. h. jedem spannungsbegrenzenden Bauelement ist eine Impedanz vom selben Betrag parallelgeschaltet. Wie erwähnt, werden die schaltungstechnischen Maßnahmen in den Verschaltungskästen vorgenommen, in die die von den Auskreuzungsmuffen kommenden Verbindungskabel geführt sind.

50 In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann den Impedanzen ein Schalter in Reihe zugeordnet sein, der in Abhängigkeit vom Betriebsstrom schließbar ist.

55 Ferner kann jeder Impedanz ein Kurzschlußpfad zugeordnet sein, der in Abhängigkeit vom Betriebsstrom schließbar ist.

Somit lassen sich die Impedanzen entweder durch Schließen ihres zugeordneten Schalters oder durch Öffnen des Kurzschlußpfades aktivieren.

60 In den beiden letzten Fällen können die Impedanzen erst bei Überschreiten eines vorbestimmten Betriebsstromes aktiviert sein.

Von Vorteil ist weiters, wenn die Impedanzen aus stromabhängigen Induktivitäten bestehen. Diese Impedanzen können jeweils aus einer Spule mit Eisenkern bestehen.

Alternativ können diese die Impedanzen jeweils aus einer Spule mit motorisch verstellbarem Abgriff bestehen.

Dabei ist günstig, wenn die Aktivierung der stromabhängigen Induktivitäten über Sensoren für die Last auf dem Drehstromsystem erfolgt.

5 Die Induktivitäten können in Abhängigkeit vom Betriebsstrom des Drehstromsystems gesteuert werden, so daß sich insbesondere bei Betriebszuständen mit hohen Lasten eine Verringerung des magnetischen Umfeldes erzielen läßt. Man kann aber auch so vorgehen, daß erst oberhalb vorbestimmter Lastströme die Magnetfeldkompensation aktiviert wird, sodaß die Zusatzbeschaltung in der Regel über den größten Teil der Betriebszeit abgeschaltet bleibt.

10 Die Steuerung der stromabhängigen Induktivitäten erfolgt über elektromagnetische oder elektrooptische Sensoren für die Last auf dem Drehstromsystem.

Die Induktivitäten sind als Drosseln ausgebildet und nach der zu erwartenden Last dimensioniert, wobei davon ausgegangen werden muß, daß Leistungen bis zu etwa 10 kVA von den Drosseln getragen werden müssen.

15 Ein besonderer Vorteil der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung liegt darin, daß die bei Strom- oder Spannungstößen verursachten Wanderwellen mit Überspannungen keine nennenswerte Gefährdung der Schaltungsanordnung darstellen, weil die Drosseln bei Auftreffen der Wanderwellen zunächst kapazitiv wirken.

Betrachtet man als typischen Fall ein Einleiterkabel für 110 kV, so hat dieses Kabel folgende Dimensionierung: Es hat einen Kupferquerschnitt von 1600 mm<sup>2</sup> (Millikenleiter), ist VPE-isoliert (18 mm vernetztes Polyethylen) und hat einen Aluminium-Wellmantel mit einer Wanddicke von 3,2 mm. Mit dem darüberliegenden Korrosionsschutz ergibt sich ein Außendurchmesser von 120 mm. Insbesondere bei Höchstspannung kann sich als notwendig erweisen, den Querschnitt des Mantels eines solchen Kabels zu vergrößern, um den Widerstand für die induzierten Ströme zu verringern. Die Vergrößerung des Mantelquerschnittes ist nicht angezeigt, da sich dadurch die Wirbelstromverluste vergrößern würden. Es ist daher eher vorzuschlagen, einen weiteren Kabelschirm (Koaxialschirm) vorzusehen, der als Gewebe oder Wicklung coaxial zum Metallmantel liegt. Der zusätzliche Kupferquerschnitt kann bis zu 2000 mm<sup>2</sup> betragen. Der zusätzliche Schirm ist ebenfalls in die Auskreuzbeschaltung einbezogen, sodaß er zum Metallmantel elektrisch parallel liegt. Diese Maßnahme ist vorzugsweise für jedes Kabel des Kabelsystems vorgesehen.

30 Mit den angegebenen Maßnahmen können höhere Lasten gefahren und/oder geringere Verlegetiefen benutzt werden. Weiters hat sich gezeigt, daß auf eine Vergrößerung des Verlegeachsabstandes verzichtet werden kann.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert, das in den Zeichnungen dargestellt ist.

35 In der einzigen Figur ist ein Drehstromkabelsystem mit Auskreuzbeschaltung 10 (Cross-Bonding) dargestellt. Die Kabel 1' können eben oder im Dreieck verlegt sein. Nach jedem dritten Kabelabschnitt sind die Mäntel 1 der Kabel 1' fest miteinander verbunden und geerdet. In den dazwischenliegenden Abschnitten befinden sich Kreuzverbindungen mit Auskreuzungsmuffen und mit spannungsbegrenzenden Bauelementen 11 (Erdungswiderstände), die generell in Form spannungsabhängiger nichtlinearer Widerstände ausgebildet sind. Den spannungsbegrenzenden Bauelementen 11 sind Impedanzen 21 parallelgeschaltet. Die Auskreuzbeschaltungen befinden sich in Verschaltungskästen 10, die auch die zusätzlich vorgesehene Schaltungsanordnung 20 aufnehmen können. Den Impedanzen 21 können Kurzschlußpfade 23 mit einem Schalter 24 zugeordnet sein. Weiters ist dargestellt, daß zu jeder Impedanz 21 ein Schalter 22 in Reihe geschaltet ist (von denen nicht alle gezeigt sind). Die Kurzschlußpfade 23 oder die Schalter 22 können automatisch betätigt sein, wobei das Betätigungssignal von einer Lastüberwachung (in einer Schaltwarte) zugeführt wird.

### Patentansprüche

50 1. Schaltungsanordnung für ein aus Einleiterkabeln bestehendes Hochspannungsdrehstromkabel, wobei die Mäntel oder Schirme der Einleiterkabel an mindestens einer Stelle ihrer Länge geerdet und an mindestens einer weiteren Stelle ihrer Länge untereinander verbunden und über spannungsbegrenzende Bauelemente geerdet sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Steuerung der Ströme in den Schirmen (1) bzw. Mänteln den spannungsbegrenzenden Bauelementen (11) Impedanzen (21) parallel geschaltet sind und daß die Impedanzen (21) in Abhängigkeit vom Betriebsstrom des Drehstromkabels aktivierbar sind.

55 2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß den Impedanzen (21) ein Schalter (22) in Reihe zugeordnet ist, der in Abhängigkeit vom Betriebsstrom schließbar ist.

## AT 404 197 B

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeder Impedanz (21) ein Kurzschlußpfad (23) zugeordnet ist, der in Abhängigkeit vom Betriebsstrom schließbar ist.
- 5 4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Impedanzen (21) erst bei Überschreiten eines vorbestimmten Betriebsstromes aktiviert sind.
5. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Impedanzen (21) aus stromabhängigen Induktivitäten bestehen.
- 10 6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Impedanzen (21) jeweils aus einer Spule mit Eisenkern bestehen.
7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Impedanzen (21) jeweils aus einer Spule mit motorisch verstellbarem Abgriff bestehen.
- 15 8. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Aktivierung der stromabhängigen Induktivitäten über Sensoren für die Last auf dem Drehstromsystem erfolgt.

Hiezu 1 Blatt Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

