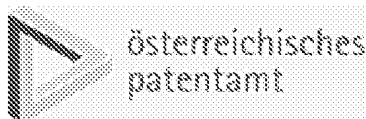


(19)



(10)

AT 516073 A1 2016-02-15

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 50494/2014
 (22) Anmeldetag: 17.07.2014
 (43) Veröffentlicht am: 15.02.2016

(51) Int. Cl.: **H01M 10/44** (2006.01)
H02H 7/18 (2006.01)
H02J 7/00 (2006.01)
G01R 31/36 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
 DE 102005051317 A1
 US 2010079111 A1
 DE 102013224185 A1
 US 2008007224 A1
 EP 2234255 A1

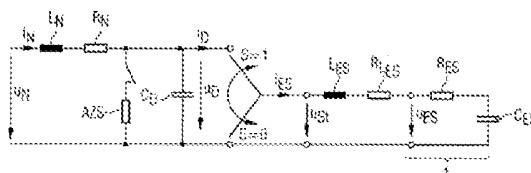
(71) Patentanmelder:
 SIEMENS AG ÖSTERREICH
 1210 WIEN (AT)

(72) Erfinder:
 Rothwangl Heinz Peter Dipl.Ing. Dr.techn.
 1040 Wien (AT)

(74) Vertreter:
 Peham Alois Dipl.Ing.
 1210 Wien (AT)

(54) Sicherer Betrieb eines elektrischen Energiespeichers

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum sicheren Betrieb eines elektrischen Energiespeichers (1) innerhalb eines vorgegebenen Spannungsbereiches mit einer minimalen und einer maximalen Energiespeicherspannung $U_{ES,min}$, $U_{ES,max}$. Um abrupte Änderungen des Lade- bzw. Entladestroms bei Annäherung an die Grenzen des Spannungsbereiches zu verringern, wird bei Annäherung an die vorgegebene minimale oder maximale Energiespeicherspannung $U_{ES,min}$, $U_{ES,max}$ des elektrischen Energiespeichers (1) ein Sollenergiespeicherstrom $I_{ES,soll}$ in Abhängigkeit einer aktuellen Energiespeicherspannung U_{ES} durch einen aktuell minimalen und einen aktuell maximalen Energiespeicherstrom $I_{ES,min,akt}$, $I_{ES,max,akt}$ begrenzt.



Zusammenfassung

Sicherer Betrieb eines elektrischen Energiespeichers

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum sicheren Betrieb eines elektrischen Energiespeichers (1) innerhalb eines vorgegebenen Spannungsbereiches mit einer minimalen und einer maximalen Energiespeicherspannung $U_{ES,min}$, $U_{ES,max}$. Um abrupte Änderungen des Lade- bzw. Entladestroms bei Annäherung an die Grenzen des Spannungsbereichs zu verringern, wird bei Annäherung an die vorgegebene minimale oder maximale Energiespeicherspannung $U_{ES,min}$, $U_{ES,max}$ des elektrischen Energiespeichers (1) ein Sollenergiespeicherstrom $I_{ES,soll}$ in Abhängigkeit einer aktuellen Energiespeicherspannung U_{ES} durch einen aktuell minimalen und einen aktuell maximalen Energiespeicherstrom $I_{ES,min,akt}$, $I_{ES,max,akt}$ begrenzt.

(Fig. 1)

Beschreibung

Sicherer Betrieb eines elektrischen Energiespeichers

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum sicheren Betrieb eines elektrischen Energiespeichers innerhalb eines vorgegebenen Spannungsbereiches mit einer minimalen und einer maximalen Energiespeicherspannung.

Stand der Technik

Elektrische Energiespeicher dürfen für einen sicheren Betrieb und zum Erhalt der Lebensdauer nur in gewissen Spannungsbereichen betrieben werden, weshalb bei Erreichen der Spannungsgrenzen diverse Vorkehrungen getroffen werden müssen, sodass der zulässige Spannungsbereich nicht über- oder unterschritten wird, wobei der Energiespeicher etwa mit Hilfe eines Tiefsetzstellers angesteuert wird.

Derzeitige Verfahren basieren darauf, mittels einer Steuerung den Energiespeicherstrom bei Erreichen der Spannungsgrenzen mittels einer zeitlichen Rampe gegen Null gehen zu lassen bzw. den Energiespeicherstrom sofort auf Null Ampere zu stellen. Dies ist mitunter mit abrupten Änderungen des Energiespeicherstroms verbunden, wodurch kurzzeitig die Spannung U_D des Zwischenkreises auf hohe Werte ansteigen kann, sodass vorhandene Vorkehrungen zum Schutz des Zwischenkreises, wie zum Beispiel ein aktiver Zwischenkreisschutz (AZS), aktiv eingreifen müssen. Diese Vorkehrungen zum Schutz des Zwischenkreises werden auch

benötigt, um zum Beispiel Netzspannungssprünge entsprechend beherrschen zu können.

Darstellung der Erfindung

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zu schaffen, durch welches innerhalb eines vorgegebenen Spannungsbereichs ein sicherer Betrieb eines elektrischen Energiespeichers erreicht wird mit weniger abrupten Änderungen des Energiespeicherstroms bei Annäherung an die vorgegebene minimale oder maximale Energiespeicherspannung.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst, indem bei Annäherung an die vorgegebene minimale oder maximale Energiespeicherspannung $U_{ES,min}$, $U_{ES,max}$ des elektrischen Energiespeichers ein - dem Energiespeicher zugeordneter - Sollenergiespeicherstrom in Abhängigkeit der aktuellen Energiespeicherspannung durch einen aktuell minimalen und einen aktuell maximalen Energiespeicherstrom begrenzt wird.

Somit wird bei Annäherung an die Spannungsgrenzen des elektrischen Energiespeichers der Sollenergiespeicherstrom $I_{ES,soll}$ in Abhängigkeit der Energiespeicherspannung dynamisch mittels einer Regelung begrenzt.

Das heißt, dass mit Hilfe dieser Regelung der Sollenergiespeicherstrom $I_{ES,soll}$ durch den aktuell minimalen $I_{ES,min,akt}$ bzw. maximalen Energiespeicherstrom $I_{ES,max,akt}$ begrenzt wird, sodass gemäß Gl. 1 gilt:

$$I_{ES,min,akt} \leq I_{ES,soll} \leq I_{ES,max,akt} \quad (1)$$

Es kann vorgesehen sein, dass für die Berechnung des aktuell minimalen Energiespeicherstroms $I_{ES,min,akt}$ eine Differenz zwischen der minimalen Energiespeicherspannung $U_{ES,min}$ und der aktuellen Energiespeicherspannung U_{ES} gebildet wird, und/oder für die Berechnung des aktuell maximalen Energiespeicherstroms $I_{ES,max,akt}$ eine Differenz zwischen der maximalen Energiespeicherspannung $U_{ES,max}$ und der aktuellen Energiespeicherspannung U_{ES} gebildet wird.

Durch die Differenzbildung wird bei Annäherung der aktuellen Energiespeicherspannung an die maximale bzw. minimale Energiespeicherspannung eine Einschleifregelung erreicht. Bei Erreichen der minimalen $U_{ES,min}$ oder der maximalen Energiespeicherspannung $U_{ES,max}$ durch die aktuelle Energiespeicherspannung U_{ES} geht dann der Differenzwert $U_{ES,min} - U_{ES}$ bzw. $U_{ES,max} - U_{ES}$ gegen Null, wodurch der Sollstrom $I_{ES,soll}$ gegen Null begrenzt wird.

Der aktuell minimale Energiespeicherstrom $I_{ES,min,akt}$ kann durch Multiplikation des Differenzwerts $(U_{ES,min} - U_{ES})$ mit einem konstanten Faktor k_2 und Subtraktion eines konstanten Offsetstroms $I_{ES,offset}$ vom Produkt gebildet werden, der aktuell maximale Energiespeicherstrom $I_{ES,max,akt}$ kann durch Multiplikation des Differenzwerts $(U_{ES,max} - U_{ES})$ mit einem konstanten Faktor k_1 und Addition eines konstanten Offsetstromes $I_{ES,offset}$ zum Produkt gebildet werden.

Zur Gewährleistung, dass der aktuell minimale Energiespeicherstrom $I_{ES,min,akt}$ nicht kleiner als der negative maximale Energiespeicherstrom $I_{ES,max}$ ist und der aktuell maximale Energiespeicherstrom $I_{ES,max,akt}$ nicht größer als der positive maximale Energiespeicherstrom $I_{ES,max}$ ist, werden der

aktuelle minimale bzw. maximale Energiespeicherstrom $I_{ES,min,akt}$ bzw. $I_{ES,max,akt}$ gemäß nachfolgender Gl. 2 und 3 ausgewählt:

$$I_{ES,max,akt} = \min\{I_{ES,max}; k_1 * (U_{ES,max} - U_{ES}) + I_{ES,offset}\}, \quad (2)$$

$$I_{ES,min,akt} = \max\{-I_{ES,max}; k_2 * (U_{ES,min} - U_{ES}) - I_{ES,offset}\}, \quad (3)$$

wobei $I_{ES,max}$ den maximal zulässigen Energiespeicherstrom darstellt und wobei die konstanten Faktoren k_1 bzw. k_2 eingesetzt werden, durch die, wenn die Energiespeicherspannung U_{ES} den Minimal- $U_{ES,min}$ oder den Maximalspannungswert $U_{ES,max}$ erreicht, ein Term

$$k_1 * (U_{ES,max} - U_{ES}) \text{ bzw. } k_2 * (U_{ES,min} - U_{ES}) \quad (4)$$

und mit diesem Term der Sollenergiespeicherstrom $I_{ES,soll}$ gegen Null begrenzt wird.

Dabei ermöglicht der mit etwa 5% von $I_{ES,max}$ in der Regel relativ klein angesetzte positive Offsetstrom $I_{ES,offset}$ eine zügige Einschleifung auf den minimal bzw. maximal zulässigen Spannungswert. Grundsätzlich könnte der positive Offsetstrom $I_{ES,offset}$ im Bereich von 2-8% von $I_{ES,max}$ liegen.

Bei $I_{ES,offset} = 0A$ würde der Sollenergiespeicherstrom $I_{ES,soll}$ hingegen langsam gegen Null begrenzt werden und die Energiespeicherspannung gemäß einer Exponentialfunktion den maximal beziehungsweise minimal zulässigen Wert erreichen, was jedoch in der Theorie „unendlich“ lange dauern würde.

Dadurch, dass der konstante Offsetstrom $I_{ES,offset} > 0A$ ist, wird erreicht, dass bei einer minimal bzw. maximal zulässigen Spannung noch immer mit dem Offsetstrom $I_{ES,offset}$ geladen bzw. entladen wird.

Somit wird bei Erreichen der minimalen oder der maximalen Energiespeicherspannung $U_{ES,min}$, $U_{ES,max}$ der Energiespeicher mit dem konstant positiven Offsetstrom $I_{ES,offset}$ entladen oder geladen.

Bei einer weiteren Erhöhung bzw. Verringerung beim Laden bzw. Entladen des Energiespeichers kann von der Regelung eine Impulssperre ausgegeben werden, wodurch der kleine Offsetstrom $I_{ES,offset}$ auf Null abgesenkt wird.

Diese Impulssperre bewirkt somit, dass bei der Entladung des Energiespeichers unter die minimale Energiespeicherspannung $U_{ES,min}$ oder bei der Überladung des Energiespeichers über die maximale Energiespeicherspannung $U_{ES,max}$ der Offsetstrom $I_{ES,offset}$ auf Null abgebaut wird.

Durch die konstanten Faktoren k_1 bzw. k_2 kann jene Energiespeicherspannung U_{ES} festgelegt werden, bei der die Einschleifregelung entsprechend der Differenzwerte $(U_{ES,min} - U_{ES})$ bzw. $(U_{ES,max} - U_{ES})$ beginnt.

Die positiven Werte des Faktors $k_1 > 0$ bzw. $k_2 > 0$ bestimmen, ab wann die Einschleifregelung zu wirken beginnt. Zu Beginn der Einschleifregelung wird die Begrenzung durch den maximalen Energiespeicherstrom $I_{ES,max}$ durch den Term

$$k_1 * (U_{ES,max} - U_{ES}) + I_{ES,offset} \quad (5)$$

abgelöst, wodurch gemäß Gl. 6 gilt:

$$k_1 * (U_{ES,max} - U_{ES}) + I_{ES,offset} = I_{ES,max} \quad (6)$$

Analog gilt für die Einschleifregelung bei der Entladung:

$$k_2 * (U_{ES,min} - U_{ES}) - I_{ES,offset} = -I_{ES,max}$$

Die Einschleifregelung beginnt, wenn die Energiespeicherspannung U_{ES} gleich einer Start-Energiespeicherspannung $U_{ES,StartBeg1}$ zu Beginn ist, wodurch der konstante Faktor k_1 gemäß Gl. 10 berechnet wird:

$$k_1 \cdot (U_{ES,max} - U_{ES,StartBeg1}) + I_{ES,offset} = I_{ES,max} \quad (7)$$

bzw.:

$$k_1 = \frac{I_{ES,max} - I_{ES,offset}}{U_{ES,max} - U_{ES,StartBeg1}}. \quad (8)$$

Analog gilt für den Faktor k_2 :

$$k_2 \cdot (U_{ES,min} - U_{ES,StartBeg2}) - I_{ES,offset} = -I_{ES,max} \quad (9)$$

bzw.:

$$k_2 = \frac{I_{ES,offset} - I_{ES,max}}{U_{ES,min} - U_{ES,StartBeg2}} \quad (10)$$

Im Allgemeinen wird dabei $U_{ES,StartBeg1}$ gleich 98% von $U_{ES,max}$ gesetzt bzw. wird $U_{ES,StartBeg2}$ gleich 102% von $U_{ES,min}$ gesetzt. $U_{ES,StartBeg1}$ könnte aber in einem Bereich von 95-99% von $U_{ES,max}$ liegen bzw. könnte $U_{ES,StartBeg2}$ in einem Bereich von 101-105% von $U_{ES,min}$ liegen.

Kurzbeschreibung der Figuren

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird im nachfolgenden Teil der Beschreibung auf die Figur Bezug genommen, aus der

weitere vorteilhafte Ausgestaltungen, Einzelheiten und Weiterbildungen der Erfindung zu entnehmen sind. Dabei zeigt:

Fig. 1 einen Schaltungsaufbau eines elektrischen Energiespeichers mit einer Drossel zum sicheren Betrieb des elektrischen Energiespeichers innerhalb eines vorgegebenen Spannungsbereiches.

Ausführung der Erfindung

Bei der in Fig. 1 links dargestellten Schaltung eines Tiefsetzstellers für einen elektrischen Energiespeicher 1 liegt außen eine Netzspannung u_N an, wobei in Serie eine Spule L_N mit einem Innenwiderstand R_N und ein Zwischenkreiskondensator C_D geschaltet sind, wobei die Spule L_N und der Innenwiderstand R_N eine Netzdrossel bilden. Parallel zum Zwischenkreiskondensator C_D liegt der aktive Zwischenkreisschutz AZS zum Schutz des Zwischenkreises gegen mögliche Überspannungen, welcher aus der Serienschaltung eines Schalters mit einem AZS-Widerstand besteht.

Mit Hilfe eines getakteten Schalters S wird der elektrische Energiespeicher geladen, wobei die Spule L_{ES} mit dem Innenwiderstand R_{LES} eine Energiespeicherdrossel sowie der Kondensator C_{ES} mit dem Innenwiderstand R_{ES} den elektrischen Energiespeicher 1 bilden.

Hierbei liegt am Energiespeicher 1 eine Energiespeicherspannung u_{ES} an, welche eine minimale $U_{ES,min}$ und eine maximale Energiespeicherspannung $U_{ES,max}$ nicht unterschreiten bzw. überschreiten darf.

Durch die erfindungsgemäße Art der dynamischen Begrenzung wird sichergestellt, dass die minimal $U_{ES,min}$ bzw. maximal zulässige Energiespeicherspannung $U_{ES,max}$ eingehalten werden und so der Schutz des Energiespeichers 1 gewährleistet wird. Die Regelung bewirkt eine dynamische Eingrenzung des minimalen bzw. maximalen Sollladestroms $I_{ES,soll}$ und verhindert somit ein Überladen oder ein übermäßiges Entladen des Energiespeichers 1.

Diese Regelung bewirkt im Vergleich zur Steuerung, dass der Energiespeicher im Bereich der minimal $U_{ES,min}$ bzw. maximal zulässigen Energiespeicherspannung $U_{ES,max}$ nur mehr moderat entladen bzw. geladen wird, wodurch abrupte Sollstromänderungen vermieden werden, wenn die minimal $U_{ES,min}$ oder maximal zulässige Energiespeicherspannung $U_{ES,max}$ erreicht wird.

Konkret wird beim erfindungsgemäßen Verfahren laufend die Energiespeicherspannung u_{ES} mit einer hier nicht dargestellten Messeinrichtung gemessen und daraus werden gemäß den Gleichungen 2 und 3 die Werte für $I_{ES,max,akt}$ und $I_{ES,min,akt}$ berechnet. Der dem Energiespeicher 1 zugeführte (bzw. entnommene) Strom I_{ES} wird dabei so eingestellt, dass Gleichung 1 erfüllt ist, also der Strom I_{ES} größer gleich $I_{ES,min,akt}$ und kleiner gleich $I_{ES,max,akt}$ gehalten wird. Um den Sollenergiespeicherstrom $I_{ES,soll}$ entsprechend führen zu können, wird das Tastverhältnis des getakteten Schalters S entsprechend eingestellt. Das Tastverhältnis ist das Verhältnis der Einschaltdauer des Schalters (Schalterstellung $S = 1$) zur Periodendauer des Schaltzyklus. Typische Taktfrequenzen des Schalters S liegen bei 1kHz.

Bezugszeichenliste:

1	Energiespeicher
AZS	Aktiver Zwischenkreisschutz
u_N	Netzspannung
u_D	Zwischenkreisspannung
u_{ES}	Energiespeicherspannung
L_N	Spule der Netzdrossel
R_N	Innenwiderstand der Netzdrossel
C_D	Zwischenkreiskondensator
S	Schalter
L_{ES}	Induktivität der Energiespeicherdrossel
R_{LES}	Innenwiderstand der Energiespeicherdrossel
C_{ES}	Kapazität eines elektrischen Energiespeichers 1
R_{ES}	Innenwiderstand des elektrischen Energiespeichers 1
U_{ES}	(aktuelle) Energiespeicherspannung
$U_{ES,min}$	minimal zulässige Energiespeicherspannung
$U_{ES,max}$	maximal zulässige Energiespeicherspannung
$I_{ES,min}$	minimal zulässiger Energiespeicherstrom
$I_{ES,max}$	maximal zulässiger Energiespeicherstrom
$I_{ES,soll}$	Sollenergiespeicherstrom
$I_{ES,offset}$	konstanter Offsetstrom

Patentansprüche:

1. Verfahren zum sicheren Betrieb eines elektrischen Energiespeichers (1) innerhalb eines vorgegebenen Spannungsbereiches mit einer minimalen und einer maximalen Energiespeicherspannung $U_{ES,min}$, $U_{ES,max}$, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Annäherung an die vorgegebene minimale oder maximale Energiespeicherspannung $U_{ES,min}$, $U_{ES,max}$ des elektrischen Energiespeichers (1) ein Sollenergiespeicherstrom $I_{ES,soll}$ in Abhängigkeit einer aktuellen Energiespeicherspannung U_{ES} durch einen aktuell minimalen und einen aktuell maximalen Energiespeicherstrom $I_{ES,min,akt}$, $I_{ES,max,akt}$ begrenzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Berechnung des aktuell minimalen Energiespeicherstroms $I_{ES,min,akt}$ eine Differenz zwischen der minimalen Energiespeicherspannung $U_{ES,min}$ und der aktuellen Energiespeicherspannung U_{ES} gebildet wird, und/oder für die Berechnung des aktuell maximalen Energiespeicherstroms $I_{ES,max,akt}$ eine Differenz zwischen der maximalen Energiespeicherspannung $U_{ES,max}$ und der aktuellen Energiespeicherspannung U_{ES} gebildet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der aktuell minimale Energiespeicherstrom $I_{ES,min,akt}$ durch Multiplikation des Differenzwerts $(U_{ES,min} - U_{ES})$ mit einem konstanten Faktor k_2 und Subtraktion eines konstanten Offsetstroms $I_{ES,offset}$ vom Produkt gebildet wird, und der aktuell maximale Energiespeicherstrom $I_{ES,max,akt}$ durch Multiplikation des Differenzwerts $(U_{ES,max} - U_{ES})$ mit einem konstanten Faktor k_1 und Addition des konstanten Offsetstroms $I_{ES,offset}$ zum Produkt gebildet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der aktuell maximale Energiespeicherstrom $I_{ES,max,akt}$ und der aktuell minimale Energiespeicherstrom ($I_{ES,min,akt}$) wie folgt bestimmt werden:

$$I_{ES,max,akt} = \min\{I_{ES,max}; k_1 * (U_{ES,max} - U_{ES}) + I_{ES,offset}\},$$

$$I_{ES,min,akt} = \max\{-I_{ES,max}; k_2 * (U_{ES,min} - U_{ES}) - I_{ES,offset}\},$$
wobei $I_{ES,max}$ den maximal zulässigen Energiespeicherstrom darstellt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der konstante Offsetstroms $I_{ES,offset}$ 2-8% des maximal zulässigen Energiespeicherstroms $I_{ES,max}$ beträgt.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Erreichen der minimalen oder der maximalen Energiespeicherspannung $U_{ES,min}, U_{ES,max}$ der Energiespeicher mit dem konstanten positiven Offsetstrom $I_{ES,offset}$ entladen oder geladen wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Entladung des Energiespeichers (1) unter die minimale Energiespeicherspannung $U_{ES,min}$ oder bei der Überladung des Energiespeichers (1) über die maximale Energiespeicherspannung $U_{ES,max}$ der Offsetstrom $I_{ES,offset}$ auf Null abgebaut wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die konstanten Faktoren k_1, k_2 jene Energiespeicherspannung U_{ES} für den Beginn der Einschleifregelung entsprechend der Differenzwerte ($U_{ES,min} - U_{ES}$) bzw. ($U_{ES,max} - U_{ES}$) festgelegt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einschleifregelung bei Annäherung an die maximale Energiespeicherspannung $U_{ES,max}$ beginnt, wenn die Energiespeicherspannung U_{ES} gleich einer Start-Energiespeicherspannung $U_{ES,StartBeg1}$ ist, wobei der konstante Faktor k_1 derart berechnet wird:

$$k_1 = \frac{I_{ES,max} - I_{ES,offset}}{U_{ES,max} - U_{ES,StartBeg1}} .$$

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einschleifregelung bei Annäherung an die minimale Energiespeicherspannung $U_{ES,min}$ beginnt, wenn die Energiespeicherspannung U_{ES} gleich einer Start-Energiespeicherspannung $U_{ES,StartBeg2}$ ist, wobei der konstante Faktor k_2 derart berechnet wird:

$$k_2 = \frac{I_{ES,offset} - I_{ES,max}}{U_{ES,min} - U_{ES,StartBeg2}} .$$

11. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Start-Energiespeicherspannung $U_{ES,StartBeg1}$ gleich 95-99% der maximalen Energiespeicherspannung $U_{ES,max}$ gesetzt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Start-Energiespeicherspannung $U_{ES,StartBeg2}$ gleich 101-105% der minimalen Energiespeicherspannung $U_{ES,min}$ gesetzt wird.

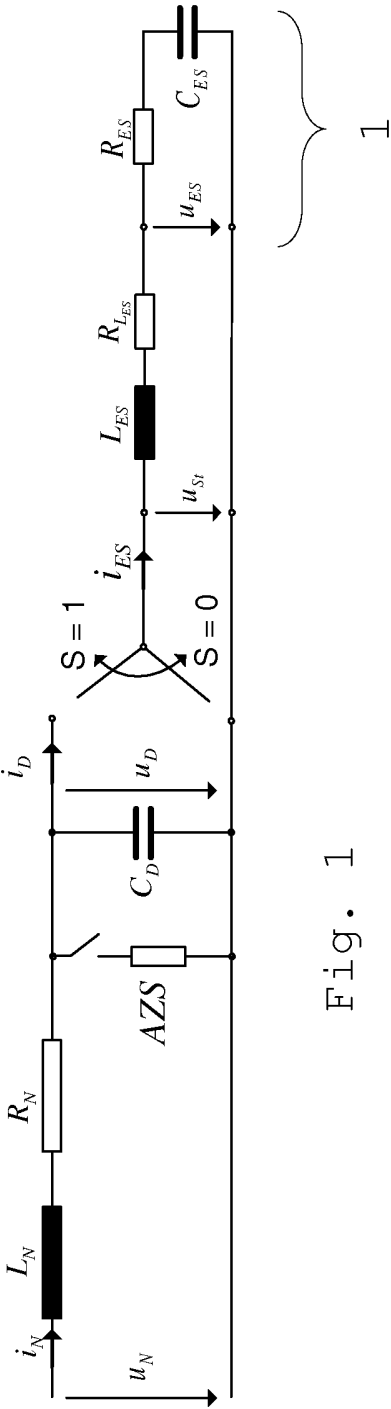


Fig. 1

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

H01M 10/44 (2006.01); **H02H 7/18** (2006.01); **H02J 7/00** (2006.01) ; **G01R 31/36** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

H01M 10/44 (2013.01); **H02H 7/18** (2013.01); **H02J 7/0026** (2013.01); **G01R 31/3606** (2013.01)

Recherchierte Prüfstoff (Klassifikation):

H01M, H02H, H02J, G01R

Konsultierte Online-Datenbank:

WPI, EPODOC, IEEE

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **17.07.2014** eingereichten Ansprüchen **1-12** erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	DE 102005051317 A1 (SANYO ELECTRIC CO) 08. Juni 2006 (08.06.2006) Absätze [0038-0051].	1, 2
A		3-12
X	US 2010079111 A1 (MASUDA EIJI) 01. April 2010 (01.04.2010) Absätze [0113-0142].	1, 2
A		3-12
A	DE 102013224185 A1 (BOSCH GMBH ROBERT) 28. Mai 2015 (28.05.2015) Das ganze Dokument.	1-12
A	US 2008007224 A1 (MELICHAR ROBERT J) 10. Januar 2008 (10.01.2008) Absätze [0027-0033]; Fig. 4.	1-12
A	EP 2234255 A1 (DIODES ZETEX SEMICONDUCTORS LT) 29. September 2010 (29.09.2010) Das ganze Dokument.	1

Datum der Beendigung der Recherche:
18.06.2015

Seite 1 von 1

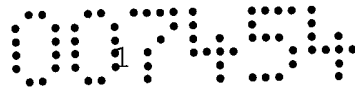
Prüfer(in):

MEHLMAUER Adolf

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:

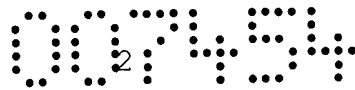
- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.



Neue Patentansprüche:

1. Verfahren zum sicheren Betrieb eines elektrischen
Energiespeichers (1), gebildet aus einem Kondensator C_{ES}
5 mit einem Innenwiderstand R_{ES} , innerhalb eines
vorgegebenen Spannungsbereiches mit einer minimalen und
einer maximalen Energiespeicherspannung $U_{ES,min}$, $U_{ES,max}$,
dadurch gekennzeichnet, dass bei Annäherung an die
vorgegebene minimale oder maximale
10 Energiespeicherspannung $U_{ES,min}$, $U_{ES,max}$ des elektrischen
Energiespeichers (1) ein Sollenergiespeicherstrom $I_{ES,soll}$
in Abhängigkeit einer aktuellen Energiespeicherspannung
 U_{ES} durch einen aktuell minimalen und einen aktuell
maximalen Energiespeicherstrom $I_{ES,min,akt}$, $I_{ES,max,akt}$ begrenzt
15 wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**
für die Berechnung des aktuell minimalen
Energiespeicherstroms $I_{ES,min,akt}$ eine Differenz zwischen
20 der minimalen Energiespeicherspannung $U_{ES,min}$ und der
aktuellen Energiespeicherspannung U_{ES} gebildet wird,
und/oder für die Berechnung des aktuell maximalen
Energiespeicherstroms $I_{ES,max,akt}$ eine Differenz zwischen
der maximalen Energiespeicherspannung $U_{ES,max}$ und der
25 aktuellen Energiespeicherspannung U_{ES} gebildet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**
der aktuell minimale Energiespeicherstrom $I_{ES,min,akt}$ durch
Multiplikation des Differenzwerts $(U_{ES,min} - U_{ES})$ mit einem
30 konstanten Faktor k_2 und Subtraktion eines konstanten
Offsetstroms $I_{ES,offset}$ vom Produkt gebildet wird, und der
aktuell maximale Energiespeicherstrom $I_{ES,max,akt}$ durch
Multiplikation des Differenzwerts $(U_{ES,max} - U_{ES})$ mit einem



konstanten Faktor k_1 und Addition des konstanten Offsetstroms $I_{ES,offset}$ zum Produkt gebildet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass**
5 der aktuell maximale Energiespeicherstrom $I_{ES,max,akt}$ und
der aktuell minimale Energiespeicherstrom ($I_{ES,min,akt}$) wie
folgt bestimmt werden:

$$I_{ES,max,akt} = \min\{I_{ES,max}; k_1 * (U_{ES,max} - U_{ES}) + I_{ES,offset}\},$$

$$I_{ES,min,akt} = \max\{-I_{ES,max}; k_2 * (U_{ES,min} - U_{ES}) - I_{ES,offset}\},$$

- 10 wobei $I_{ES,max}$ den maximal zulässigen Energiespeicherstrom
darstellt.

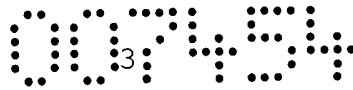
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass**
der konstante Offsetstroms $I_{ES,offset}$ 2-8% des maximal
15 zulässigen Energiespeicherstroms $I_{ES,max}$ beträgt.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet,**
dass bei Erreichen der minimalen oder der maximalen
Energiespeicherspannung $U_{ES,min}, U_{ES,max}$ der Energiespeicher
20 mit dem konstanten positiven Offsetstrom $I_{ES,offset}$ entladen
oder geladen wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch**
gekennzeichnet, dass bei der Entladung des
25 Energiespeichers (1) unter die minimale
Energiespeicherspannung $U_{ES,min}$ oder bei der Überladung des
Energiespeichers (1) über die maximale
Energiespeicherspannung $U_{ES,max}$ der Offsetstrom $I_{ES,offset}$ auf
Null abgebaut wird.

30

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch**
gekennzeichnet, dass durch die konstanten Faktoren k_1, k_2
jene Energiespeicherspannung U_{ES} für den Beginn der



Einschleifregelung entsprechend der Differenzwerte ($U_{ES,min} - U_{ES}$) bzw. ($U_{ES,max} - U_{ES}$) festgelegt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 5 die Einschleifregelung bei Annäherung an die maximale
 Energiespeicherspannung $U_{ES,max}$ beginnt, wenn die
 Energiespeicherspannung U_{ES} gleich einer Start-
 Energiespeicherspannung $U_{ES,startBeg1}$ ist, wobei der
 konstante Faktor k_1 derart berechnet wird:

10
$$k_1 = \frac{I_{ES,max} - I_{ES,offset}}{U_{ES,max} - U_{ES,startBeg1}} .$$

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Einschleifregelung bei Annäherung an die
 minimale Energiespeicherspannung $U_{ES,min}$ beginnt, wenn die
 15 Energiespeicherspannung U_{ES} gleich einer Start-
 Energiespeicherspannung $U_{ES,startBeg2}$ ist, wobei der
 konstante Faktor k_2 derart berechnet wird:

$$k_2 = \frac{I_{ES,offset} - I_{ES,max}}{U_{ES,min} - U_{ES,startBeg2}} .$$

- 20 11. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 die Start-Energiespeicherspannung $U_{ES,startBeg1}$ gleich 95-99%
 der maximalen Energiespeicherspannung $U_{ES,max}$ gesetzt
 wird.

- 25 12. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 die Start-Energiespeicherspannung $U_{ES,startBeg2}$ gleich 101-
 105% der minimalen Energiespeicherspannung $U_{ES,min}$ gesetzt
 wird.

