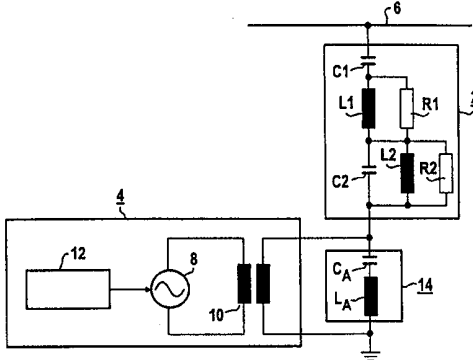


(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H02J 3/01	A2	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/67868 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 29. Dezember 1999 (29.12.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/01771 (22) Internationales Anmeldedatum: 16. Juni 1999 (16.06.99) (30) Prioritätsdaten: 198 27 755.5 23. Juni 1998 (23.06.98) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): PEREIRA, Marcos [BR/DE]; Am Europakanal 10, D-91056 Erlangen (DE). SADEK, Kadry [DE/DE]; Breiter Sand 17, D-91056 Erlangen (DE). (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: CN, IN, NO, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>
(54) Title: HYBRID FILTER FOR AN ALTERNATING CURRENT NETWORK (54) Bezeichnung: HYBRIDFILTER FÜR EIN WECHSELSPANNUNGSNETZ		
		
(57) Abstract The invention relates to a hybrid filter for an alternating current network (6). The hybrid filter has a passive filter and an active filter (2,4) that are electrically connected in series, whereby the active filter (4) has a voltage source (8). According to the invention, a filter (14) adjusted to the nominal frequency of the alternating current network (6) is mounted electrically parallel to the active filter (4). This results in a hybrid filter for an alternating current network (6), whereby the active filter (4) is not subjected to fundamental frequency current component strain.		
(57) Zusammenfassung Die Erfindung bezieht sich auf ein Hybridfilter für ein Wechselspannungsnetz (6), wobei das Hybridfilter einen passiven und einen aktiven Filter (2, 4) aufweist, die elektrisch in Reihe geschaltet sind, wobei das aktive Filter (4) eine Spannungsquelle (8) aufweist. Erfindungsgemäß ist elektrisch parallel zum aktiven Filter (4) ein abgestimmtes Filter (14) geschaltet, das auf die Nennfrequenz des Wechselspannungsnetzes (6) abgestimmt ist. Somit erhält man ein Hybridfilter für ein Wechselspannungsnetz (6), dessen aktives Filter (4) nicht mit der Grundschriftungsstromkomponente belastet wird.		

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshon	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Beschreibung

Hybridfilter für ein Wechselspannungsnetz

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf ein Hybridfilter für ein Wechselspannungsnetz, wobei das Hybridfilter einen passiven und einen aktiven Filter aufweist, die elektrisch in Reihe geschaltet sind, und wobei das aktive Filter eine Spannungsquelle aufweist.

10

- Ein derartiges Hybridfilter, jedoch bei einem Gleichspannungsnetz eingesetzt, ist aus dem Aufsatz "Application of Power Active Filters for Mitigation of Harmonics", abgedruckt im Tagungsband "Stockholm Powertech", Stockholm, Juni 1995, bekannt. Das aktive Filter weist eine Spannungsquelle auf und generiert Spannungen, um Oberschwingungen im Netz zu eliminieren. Dazu ist dieses aktive Filter nicht direkt an das Netz angeschlossen, sondern elektrisch in Reihe mit einer Ankoppelungsschaltung geschaltet, welche die Strom- und Spannungsanforderungen an das aktive Filter begrenzt. Diese Ankoppelungsschaltung kann ein Transformator, ein Koppelkondensator, ein abgestimmtes Filter oder eine Kombination dieser Elemente sein. Im Tagungsaufsatz ist das aktive Filter mittels eines abgestimmten Filters und eines Transformators mit dem Gleichspannungsnetz verknüpft. Eine derartige Filteranordnung wird auch als Hybridfilter bezeichnet.

- Als abgestimmtes Filter ist ein Doppelfilter vorgesehen. Mit einem Doppelfilter erreicht man bei relativ kleiner Grundschwingungs-Blindleistung bei mehreren Resonanzfrequenzen niedrige Impedanzen. Nur die Kondensatorbatterie muß für Hochspannung ausgelegt werden, wodurch sich der wesentliche Kostenvorteil eines Doppelfilters begründet.

- 35 In einem Wechselstromnetz dient häufig das passive Filter auch zur Kompensation von Blindleistung. Daher weist die Grundschwingungskomponente des Filterstroms einen relativ

großen Wert auf, wie es beispielsweise bei einer Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungs-Anlage (HGÜ-Anlage) der Fall ist. Wenn ein aktives Filter nun in Reihe mit so einem passiven Filter geschaltet ist, bedeutet dies eine hohe Belastung des aktiven Filters, da die Grundswingungskomponente auch durch das aktive Filter fließt. Die Folge einer derartigen Belastung kann sein, daß das aktive Filter nach kurzer Zeit aus dem Hybridfilter geschaltet wird, um die Halbleiterbauelemente seines Pulsstromrichters zu schützen. Man kann allerdings auch die Halbleiterbauelemente für die Grundswingungskomponente des Filterstromes auslegen. Nachteil dieser Strategie ist, daß einerseits wahrscheinlich keine Halbleiterbauelemente im Handel erhältlich sind, die einerseits die gewünschte Strom- und Spannungsbelastung und andererseits eine hohe Schaltfrequenz aufweisen, und andererseits das aktive Filter und damit das Hybridfilter sehr teuer wird, so daß das Verhältnis von Nutzen zu Kosten eines derartigen Hybridfilters nicht mehr wirtschaftlich ist.

In dem Aufsatz "Ein Regelverfahren zur aktiven Filterung in der Starkstromtechnik" von C. Filtermann, F. Hillenbrand und C. Landgraf, abgedruckt in der DE-Zeitschrift "Regelungstechnik", 1982, Heft 8, Seiten 263 bis 270, wird ein Konzept vorgeschlagen, mit dem die Spannungsquelle des aktiven Filters nicht mehr mit dem Grundswingungsstrom belastet wird. Dieses Konzept ist im Bild 2a dieses Aufsatzes schematisch veranschaulicht und besteht aus einem Parallelschwingkreis, der elektrisch parallel zum Hybridfilter geschaltet und auf die Netzfrequenz abgestimmt ist. Damit wird die Spannungsquelle des aktiven Filters nicht mehr mit dem Grundswingungsstrom belastet, so daß diese nur den Oberschwingungen anzupassen ist. Für eine erforderliche Blindleistungskompensation sind allerdings Zusatzmaßnahmen erforderlich.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein derartig bekanntes Hybridfilter derart weiterzubilden, daß die Grundswingungskomponente des Filterstromes von seinem aktiven

Filter auf einfache Weise ferngehalten und eine Blindleistungskompensation von seinem passiven Filter bewerkstelligt werden kann.

- 5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1.

Dadurch, daß elektrisch parallel zum aktiven Filter des Hybridfilters ein auf die Netzfrequenz des Wechselspannungsnetzes abgestimmtes Filter geschaltet ist, wird die Grunds-
10 wungskomponente des Filterstromes zum Bezugspotential abgeleitet. Aus diesem Grund wird dieses Filter auch als Ableitungszweig bezeichnet. Dieser Ableitungszweig weist für die Grunds-
15 wungskomponente des Filterstromes annähernd einen Kurzschluß auf, wogegen im Frequenzbereich des aktiven Filters dieser einen nennenswerten Widerstand aufweist. Dadurch, daß die Grunds-
20 wungskomponente des Filterstromes des Hybridfilters durch den Ableitungszweig fließt, wird das aktive Filter nicht mehr damit belastet, so daß das aktive Filter
25 nur auf die zu eliminierenden Oberschwingungsströme ausgelegt werden kann. Somit kann man mit einfachen Mitteln ein für ein Gleichspannungsnetz bekanntes Hybridfilter auch bei einem Wechselspannungsnetz einsetzen, ohne daß das aktive Filter überdimensioniert werden muß.

25 Mit einem abgestimmten Filter kann eine sehr niedrige Impedanz bei einer Resonanzfrequenz, auch bei relativ kleiner Grunds-
30 wungskomponente des Filterstromes, erreicht werden. Das Filter kann jedoch bei Frequenzabweichung im Netz oder aufgrund der Änderung der Kondensatorkapazität infolge der Temperatur leicht verstimmt werden. Diese Verstimmung bewirkt dann, daß ein beträchtlicher Teil der Grunds-
35 wungskomponente des Filterstromes durch das aktive Filter fließt. Infolge dieser Belastung des aktiven Filters kann es passieren, daß das aktive Filter aus dem Hybridfilter geschaltet wird. Somit kann das Hybridfilter seine Aufgabe nicht mehr

erfüllen, wodurch das Verhältnis von Nutzen zu Kosten sich wieder verschlechtert.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform dieses Hybridfilters ist eine Regleranordnung vorgesehen, die ein-
gangsseitig mit zwei Stromwandlern und ausgangsseitig mittels
eines Addierers mit einem Steuereingang des aktiven Filters
verbunden ist, wobei von den beiden Stromwandlern einer dem
aktiven Filter und der andere dem passiven Filter zugeordnet
ist. Mittels dieser Regleranordnung kann der Teil der Grund-
schwingungskomponente des Filterstromes, der durch das aktive
Filter infolge einer Verstimmung fließt, ausgeregelt werden.
Damit wird die Belastung des aktiven Filters durch Grund-
schwingungsstromkomponenten des Filterstromes während eines
Einschwingvorganges und während des Dauerbetriebs trotz einer
Verstimmung des Ableitungszweiges erheblich verringert bzw.
eliminiert.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Hybridfilters sind den Unteransprüchen 3 bis 5 zu entnehmen.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die Zeichnung Bezug genommen, in der zwei Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Hybridfilters schematisch veranschaulicht sind.

- FIG 1 zeigt eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Hybridfilters, in
FIG 2 ist ein Beispielfall näher veranschaulicht, die
FIG 3 zeigt eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Hybridfilters, wobei in der
FIG 4 ein Blockschaltbild einer Regleranordnung des Hybridfilters gemäß FIG 3 näher dargestellt ist, die
FIG 5 veranschaulicht in einem Diagramm über der Zeit t den Verlauf des Stromes des aktiven Filters des Hybridfilters nach FIG 3, und in
FIG 6 ist der zugehörige Spannungsverlauf in einem Diagramm über der Zeit t dargestellt.

Die FIG 1 zeigt eine erste Ausführungsform des erfindungsge-
mäßen Hybridfilters, das aus einem passiven Filter 2 und ei-
nem aktiven Filter 4 besteht, die elektrisch in Reihe ge-
schaltet sind. Als passives Filter 2 ist ein Doppelfilter
5 vorgesehen, deren passive Komponenten C1, L1, R1 und C2, L2,
R2 beispielsweise auf die 11. und 13. Oberwelle und die 23.
und 25. Oberwelle abgestimmt sind. Nur der Kondensator C1 ist
für den Hochspannungswert des Wechselspannungsnetzes 6, an
dem das Hybridfilter angeschlossen ist, aufgebaut. Als Kon-
10 densator C1 ist eine Kondensatorbank vorgesehen, deren Kon-
densatoreinheiten in Gerüsten eingebaut sind.

Das aktive Filter 4 weist eine Spannungsquelle 8, einen
Transformator 10 und eine Regeleinrichtung 12 auf. Gemäß des
15 eingangs genannten Tagungsaufsatzes besteht die Spannungs-
quelle 8 aus einem pulsweitenmodulierten Pulsstromrichter,
der gleichspannungsseitig mit einer Kondensatorbatterie ver-
knüpft ist. Als Halbleiterbauelemente des Pulsstromrichters
werden abschaltbare Leistungshalbleiterschalter, insbesondere
20 Insulated-Gate-Bipolar-Transistoren (IGBTs) verwendet. Die
Regeleinrichtung 12 ist als geschlossene Regelschleife aufge-
baut, wobei die einzelnen Komponenten dieser Regeleinrichtung
in der FIG 3 des eingangs genannten Tagungsaufsatzes darge-
stellt sind und im zugehörigen Text beschrieben sind.

25 Erfindungsgemäß ist elektrisch zum aktiven Filter 4 ein abge-
stimmtes Filter 14 geschaltet, das eine Reihenschaltung eines
Kondensators C_A und einer Induktivität L_A aufweist. Diese
beiden Elemente C_A und L_A des abgestimmten Filters 14, das
30 auch als Ableitungszweig bezeichnet wird, werden so gewählt,
daß der Ableitungszweig 14 bei Netzfrequenz eine sehr niedri-
ge Impedanz aufweist. Hingegen weist dieser Ableitungszweig
14 im Frequenzbereich des aktiven Filters 4 eine hohe Impe-
danz auf.

35 Bei einem Anwendungsbeispiel gemäß FIG 2 weist das Netz 6 ei-
nen Spannungswert von 400 kV und eine Frequenz von 50 Hz auf.

Außerdem soll das aktive Filter 4 die 23. Oberschwingung in der Netzspannung bekämpfen. Für die Elemente C1, L1, R1, C2, L2 und R2 des passiven Filters 2, die als ideal angenommen werden, sind folgende Werte angenommen worden:

5

$$\begin{aligned}C1 &= 1,4 \mu\text{F}, L1 = 25 \text{ mH}, R1 = 700 \Omega \\C2 &= 2,5 \mu\text{F}, L2 = 14 \text{ mH}, R2 = 400 \Omega.\end{aligned}$$

Der Kondensator C_A des Ableitungszweiges 14 weist einen Wert von 169 μF und seine Induktivität L_A einen komplexen Impedanzwert mit einem reellen Wert von 0,18 Ω und einen imaginären Wert von 60 mH. In dieser Darstellung sind die Strom- und Spannungswerte für die Grundschiwingung jeweils mit einem durchgezogenen Pfeil und für Oberschwingungen jeweils mit einem unterbrochenen Pfeil dargestellt.

Unter der Annahme, daß der Strom der 23. Harmonischen, der durch das Hybridfilter fließen soll, einen Betrag von 5 A hat, ergeben sich die in der FIG 2 eingetragenen Strom- und Spannungswerte. Diesen Werten ist zu entnehmen, daß überwiegend die Grundschiwingungskomponente des Filterstromes durch den Ableitungszweig 14 fließt, wogegen die Stromkomponente der 23. Harmonischen durch das aktive Filter 4 fließt. Wäre das elektrisch parallel geschaltete abgestimmte Filter 14 nicht vorhanden, so würde die gesamte Grundschiwingungskomponente des Filterstromes über das aktive Filter 4 fließen. Da die Induktivität L_A dieses abgestimmten Filters 14 auch einen ohmschen Widerstand aufweist, teilt sich die Grundschiwingungskomponente des Filterstromes entsprechend dem umgekehrten Verhältnis der parallelgeschalteten Widerstände auf.

Dieses abgestimmte Filter 14 kann infolge von Komponententoleranzen und/oder Temperaturänderungen verstimmt werden, wodurch der minimale Anteil der Grundschiwingungsstromkomponente, der durch das aktive Filter 4 fließt, erheblich ansteigen. Um den Anteil der Grundschiwingungsstromkomponente durch das aktive Filter 4 zu kompensieren, sind bei einer zweiten

Ausführungsform des Hybridfilters gemäß FIG 3 eine Regleranordnung 16, ein Addierer 18 und zwei Stromwandler 20 und 22 vorgesehen. Der Stromwandler 20 mißt den Filterstrom I_F , wogegen der Stromwandler 22 den Stromanteil I_{AF} durch das aktive Filter 4 mißt. In Abhängigkeit dieser beiden ermittelten Ströme I_F und I_{AF} ermittelt die Regleranordnung 16, deren vereinfachtes Blockschaltbild in FIG 4 näher dargestellt ist, ein Steuersignal S_{GF} . Aus diesem Steuersignal S_{GF} wird mittels des Addierers 18 und des Steuersignals S_H der Regeleinrichtung 12 des aktiven Filters 4 ein Summensteuersignal S_{GFH} erzeugt, das einem Steuereingang der Spannungsquelle 8 des aktiven Filters 4 zugeführt wird.

Die FIG 4 zeigt ein vereinfachtes Blockschaltbild der Regleranordnung 16 der FIG 3. Diese Regleranordnung 16 weist einen Referenzoszillator 24, einen Demodulator 26, einen Tiefpaß 28, einen Regler 30 und einen Modulator 32 auf. Der Referenzoszillator 24 ist eingangsseitig mit dem Ausgang des Stromwandlers 20 und der Demodulator 26 ist eingangsseitig mit dem Ausgang des Stromwandlers 22 verknüpft. Ausgangsseitig ist ein erster Ausgang des Referenzoszillators 24 mit einem weiteren Eingang des Demodulators 26 und ein zweiter Ausgang mit einem weiteren Eingang des Modulators 32 verbunden. Ausgangsseitig ist der Demodulator 26 mittels des Tiefpasses 28 mit nachgeschaltetem Regler 30 mit einem Eingang des Modulators 32 verknüpft, an dessen Ausgang das Steuersignal S_{GF} ansteht.

Der Referenzoszillator 24, an dessen Eingang der gemessene Filterstrom I_F ansteht, erzeugt einerseits ein sinusförmiges Signal S_{AF} mit einem konstantem Betrag und das in Phase mit dem gemessenen Filterstrom I_F ist und andererseits ein zweites sinusförmiges Signal S_M mit ebenfalls konstantem Betrag. Der Demodulator 26, an dessen Eingang der gemessene Strom I_{AF} durch das aktive Filter 4 ansteht, erzeugt mit Hilfe des generierten sinusförmigen Signals S_{AF} ein Signal, das sich zusammensetzt aus einem konstanten Wert und Oberwellen. Der

konstante Wert entspricht dem Betrag $|I_{AF}|$ der Grundschiw-
gungskomponente des Stromes I_{AF} durch das aktive Filter 4.
Mittels des Tiefpasses 28 erhält man diesen Betrag $|I_{AF}|$, der
dem Regler 30, insbesondere einem PI-Regler, zugeführt wird.
5 Am Ausgang des Reglers 30 steht ein Referenzsignal S_E an, aus
dem in Abhängigkeit des generierten sinusförmigen Signals S_M
mittels des Modulators 32 das Steuersignal S_{GF} generiert
wird. Mittels diesem Steuersignal S_{GF} wird der Arbeitspunkt
der Spannungsquelle 8 derart verändert, daß der Betrag $|I_{AF}|$ zu
10 Null wird. Sobald der Betrag $|I_{AF}|$ zu Null geworden ist, fließt
kein Anteil der Grundschiwungsstromkomponente I_F mehr durch
das aktive Filter 4.

In den Figuren 5 und 6 sind die zeitlichen Verläufe der gene-
15 rierten Spannung U_{AFS} des aktiven Filters 4 und der Stroman-
teil I_{AFS} der Grundschiwungsstromkomponente I_F , der durch
das aktive Filter fließt, jeweils in einem Diagramm über der
Zeit t dargestellt. Diese Zeitverläufe gelten für eine Ver-
stimmung des Ableitungszweiges 14, wobei der Wert der Induk-
20 tivität L_A um ca. 2 % verstimmt wurde. Im Zeitintervall t_1 - t_0
ist der Strom I_{AF} trotz der Verstimmung des Ableitungszweiges
14 Null. Dieses Ergebnis wird mittels einer generierten Span-
nung U_{AFS} des aktiven Filters 4 erreicht, deren Betrag minimal
und deren Frequenz gleich der Netzfrequenz sind. Zum Zeit-
25 punkt t_1 ändert sich die Netzspannung. Durch diese Änderung
der Netzspannung steigt der Stromanteil I_{AFS} der Grundschiw-
ungsstromkomponente I_F sofort an und erreicht einen Wert von
beispielsweise 750 A. Infolge dieses Stromanteils I_{AFS} wird
die generierte Spannung U_{AFS} der Spannungsquelle 8 des aktiven
30 Filters 4 infolge der Veränderung des von der Regleranordnung
16 generierten Steuersignals S_{GF} derart verändert, daß zum
Zeitpunkt t_3 der Stromanteil I_{AFS} der Grundschiwungsstrom-
komponente I_F wieder Null ist. Der Abstand zwischen den ein-
zelnen Zeitpunkten t_0 bis t_4 beträgt jeweils 0,1 Sekunden.

Somit ist nach nur 0,2 Sekunden die auftretende Beanspruchung des aktiven Filters 4 infolge einer Änderung des Netzes 6 ausgeregelt. Ohne diese Regleranordnung 16 würde die Ausregelung einer derartigen Beanspruchung sehr viel länger dauern.

5 Diese Zeitdauer hängt von der Zeitkonstanten des 50 Hz Schwingkreises ab, der vom Ableitungszweig 14, dem Transformator 10 und der Spannungsquelle 8 des aktiven Filters 4 gebildet wird. Außerdem zeigen diese beiden Zeitverläufe, daß auch im Dauerbetrieb des Hybridfilters der Stromanteil I_{AF}
10 der Grundswingungsstromkomponente I_F trotz Verstimmung des Ableitungszweiges 14 zu Null geregelt wird. Somit wird das aktive Filter 4 des Hybridfilters im Dauerbetrieb auch bei einer Verstimmung des Ableitungszweiges 14 nicht mit einer Grundswingungsstromkomponente I_F belastet.

15

Somit kann bereits mit der Verwendung des Ableitungszweiges ein bekanntes Hybridfilter für ein Gleichstromnetz auch bei einem Wechselstromnetz eingesetzt werden, ohne daß das aktive Filter überdimensioniert werden muß.

20

Patentansprüche

1. Hybridfilter für ein Wechselspannungsnetz (6), wobei das Hybridfilter einen passiven und aktiven Filter (2, 4) auf-
5 weist, die elektrisch in Reihe geschaltet sind, und wobei das aktive Filter (4) eine Spannungsquelle (8) aufweist,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß elektrisch parallel zum aktiven Filter (4) ein abgestimm-
tes Filter (14) geschaltet ist, das auf die Nennfrequenz des
10 Wechselspannungsnetzes (6) abgestimmt ist.

2. Hybridfilter nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß eine Regleranordnung (16) vorgesehen ist, die eingangs-
15 seitig mit zwei Stromwandlern (20, 22) und ausgangsseitig
mittels eines Addierers (18) mit einem Steuereingang der Spannungsquelle (8) des aktiven Filters (4) verbunden ist,
wobei von den beiden Stromwandlern (22, 20) einer dem aktiven
Filter (4) und der andere dem passiven Filter (2) zugeordnet
20 ist.

3. Hybridfilter nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß als passives Filter (2) ein Doppelfilter vorgesehen ist.
25

4. Hybridfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß das aktive Filter (4) einem pulsweitenmodulierten Puls-
stromrichter, der gleichspannungsseitig mit einer Kondensa-
30 torbatterie und wechselspannungsseitig mit einem Transforma-
tor (10) verknüpft ist, und eine Regeleinrichtung (12) auf-
weist, die ausgangsseitig mit einem Steuereingang des Puls-
stromrichters verbunden ist.

35 5. Hybridfilter nach Anspruch 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß die Regleranordnung (16) einen Referenzoszillator (24),
einen Demodulator (26), einen Tiefpaß (28), einen Regler (30)
und einen Modulator (32) aufweist, daß der Demodulator (26)
eingangsseitig mit einem Ausgang des Stromwandlers (22) des
5 aktiven Filters (4) und der Referenzoszillator (24) eingangs-
seitig mit einem Ausgang des Stromwandlers (20) des passiven
Filters (2) verknüpft sind, daß ein erster Ausgang des Referenzoszillators (24) mit einem weiteren Eingang des Demodulators (26) und ein zweiter Ausgang des Referenzoszillators
10 (24) mit einem weiteren Eingang des Modulators (32) verbunden
sind und daß ein Ausgang des Demodulators (26) mittels des
Tiefpasses (28) mit einem Eingang des Reglers (30) verknüpft
ist, der ausgangseitig mit einem Eingang des Modulators (32)
verbunden ist.

1/6

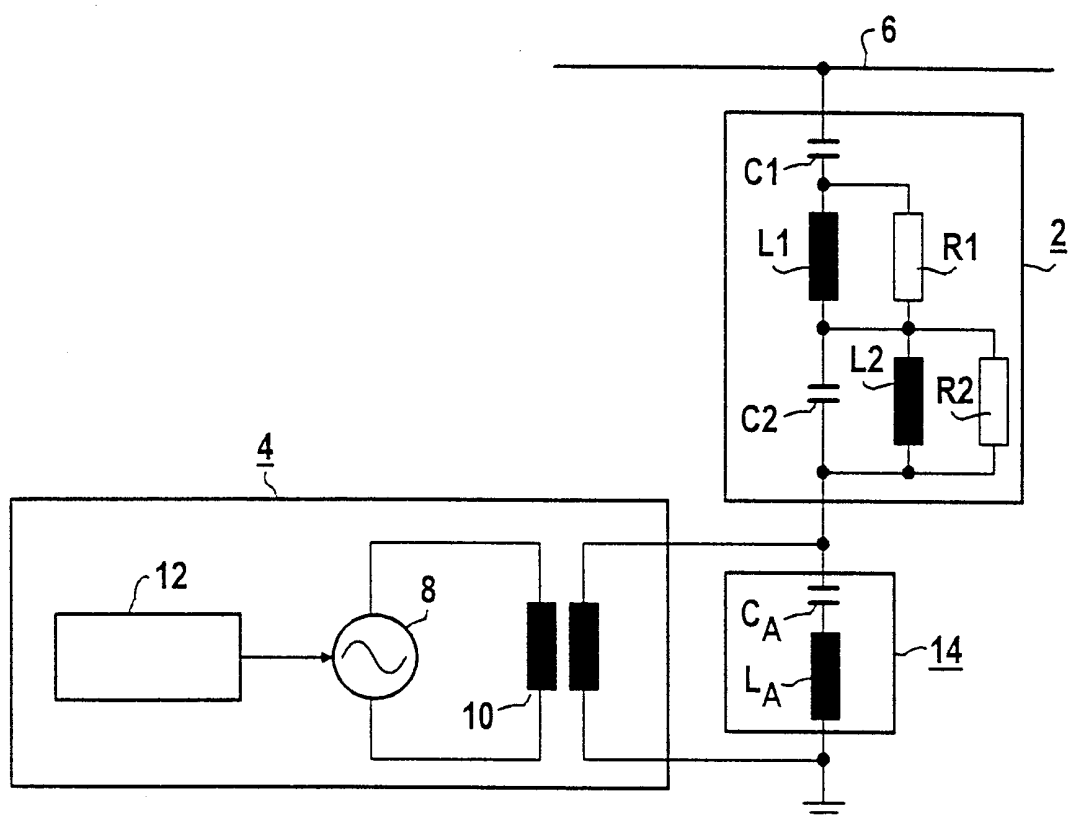


FIG 1

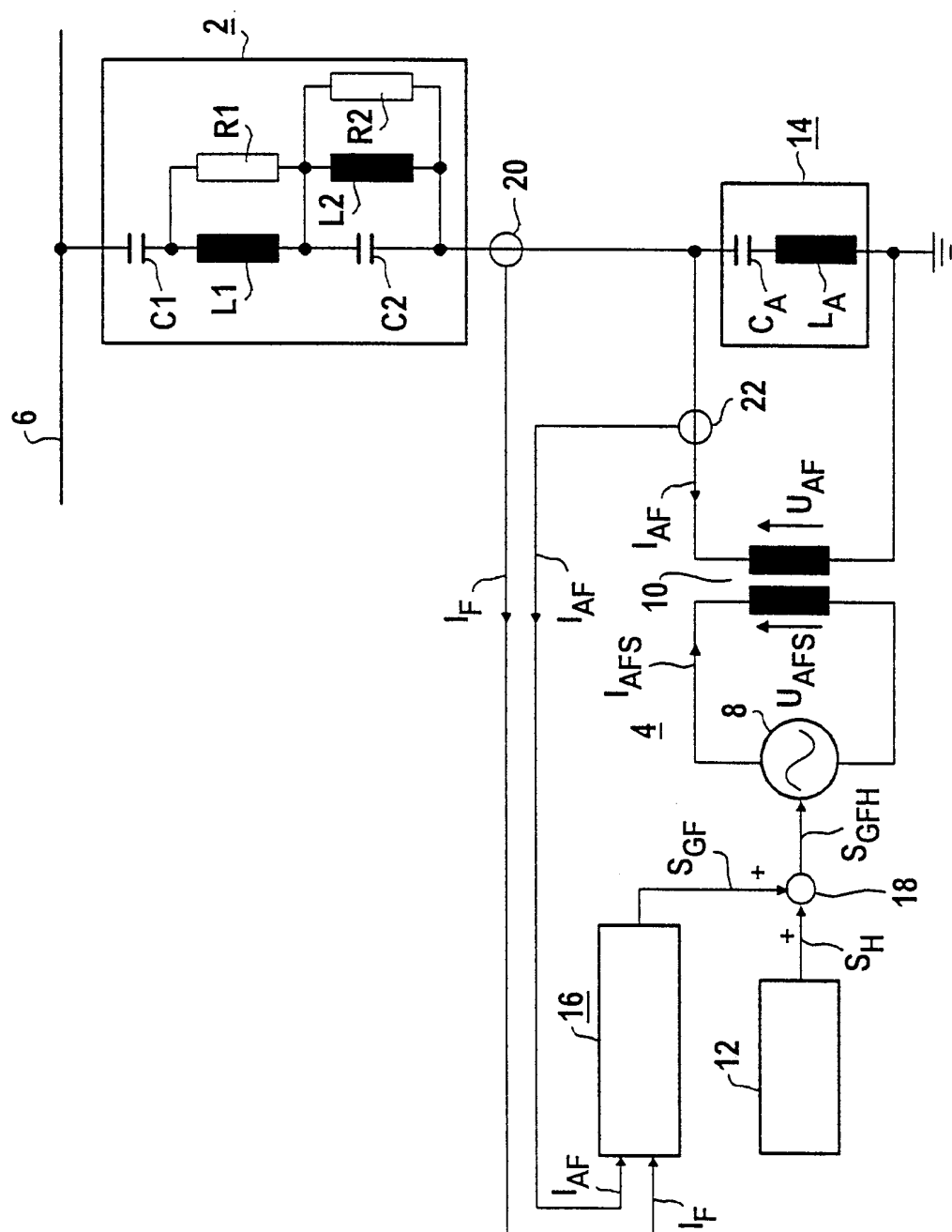


FIG 3

4/6

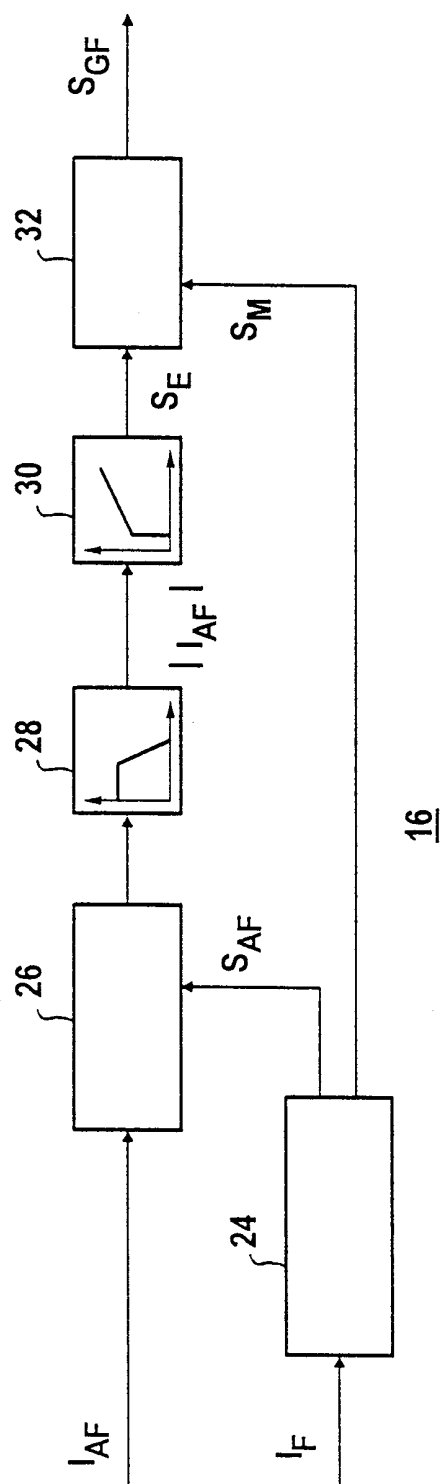


FIG 4

5/6

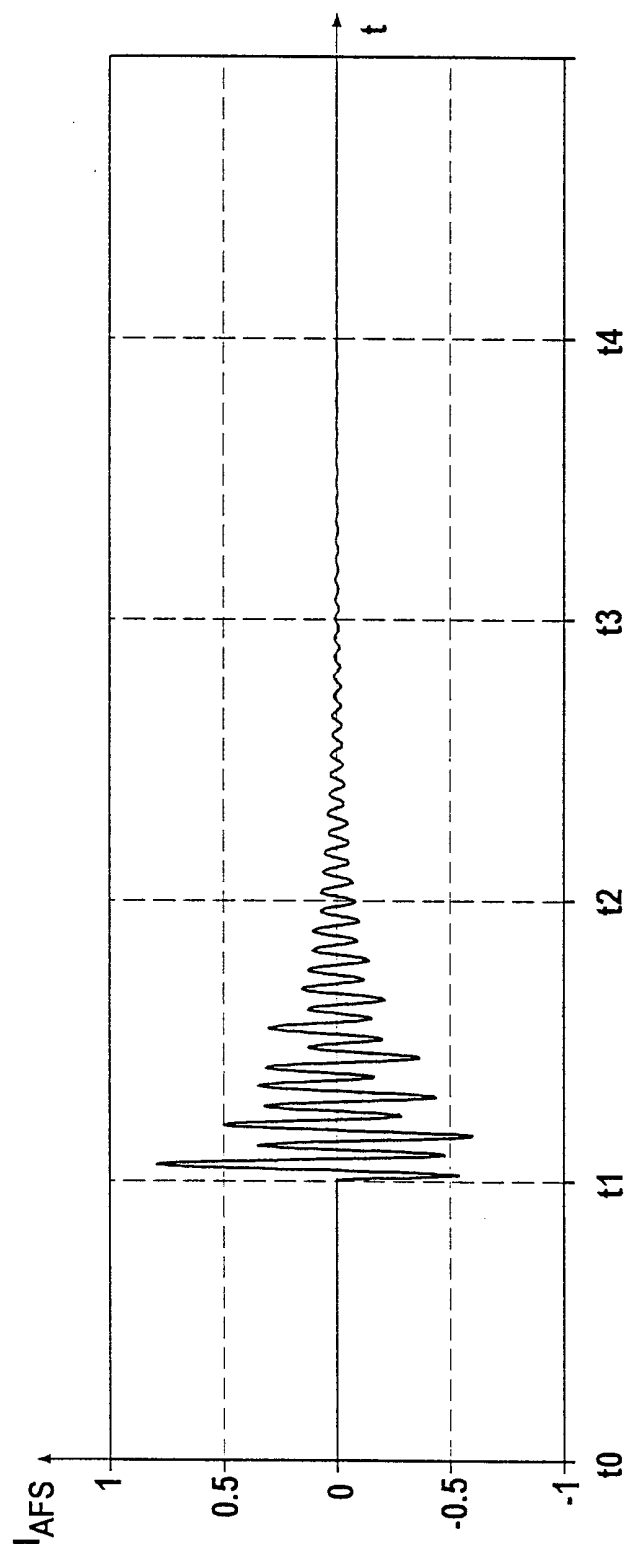


FIG 5

6/6

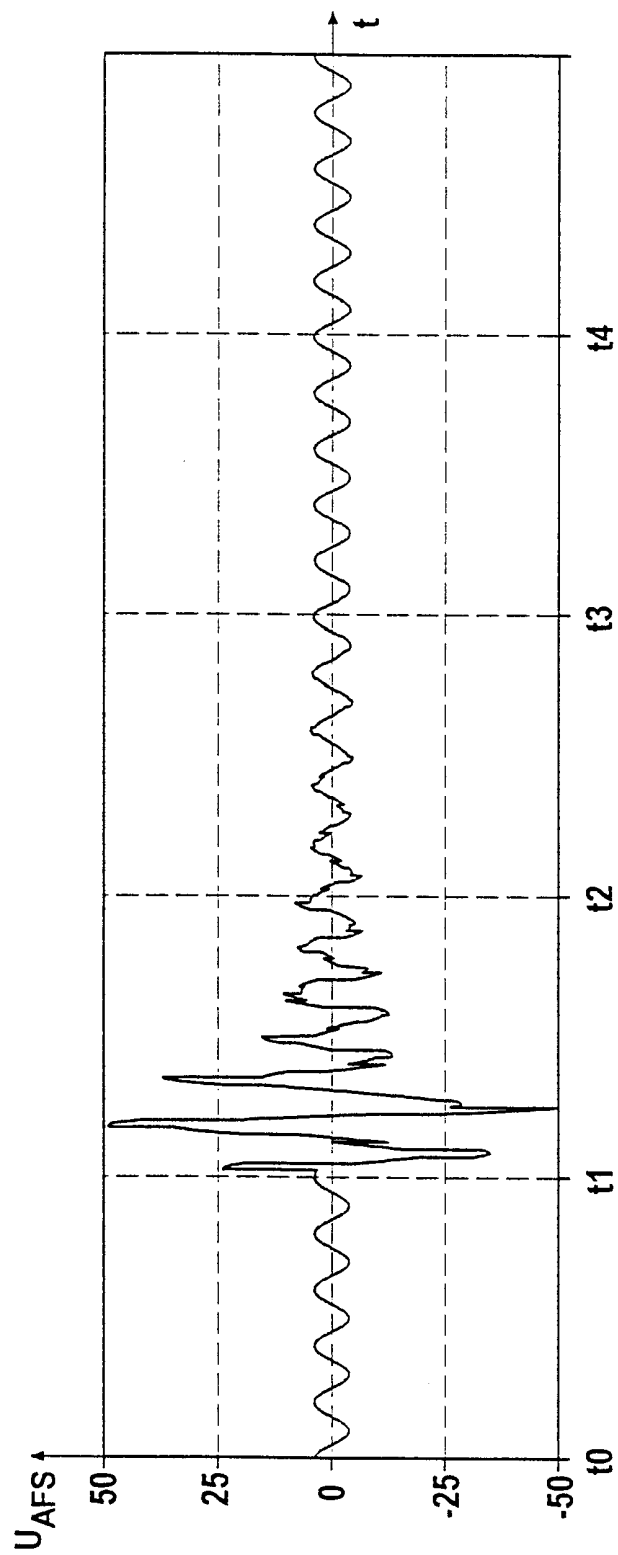


FIG 6