

Besonders in der Energietechnik werden öfters große Kondensatoren zum Abblocken von Gleichspannungen benötigt. So dient z.B. ein Kondensator in Serie zu einer Transformatorwicklung zur Aufnahme der Gleichspannung, um den Transformator vor Sättigung zu schützen. Bei niedrigen Frequenzen (in der Energietechnik 50 oder 60 Hz, im Bahnbetrieb im deutschsprachigen Raum gar nur 16 2/3 Hz) sind dazu jedoch große Kondensatoren erforderlich, damit nicht die ganze Wechselspannung am Kondensator anliegt, sondern dort, wo sie eigentlich anliegen sollte, an der Transformatorwicklung.

Betrachten wir dazu ein Beispiel: ein Wechselrichter liefert eine Wechselspannung von 230 V effektiv mit einer kleinen Offsetspannung von 0.5 V. Diese würde den Transformator in die Sättigung treiben. Der maximale Wechselstrom in unserem Beispiel sei 10A eff. Um das Sättigen zu verhindern, kann ein Kondensator zwischen Wechselrichter und Transformator geschaltet werden, der die Offsetspannung aufnimmt. Damit die am Kondensator abfallende Wechselspannung, die daher für die eigentliche Last verloren geht, gering zu halten, muß der Kondensator entsprechend dimensioniert werden. Soll z.B. nur 1% der Wechselspannung am Kondensator stehen, so berechnet sich der Kondensator (bei 50Hz) aus

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \left| \frac{U_C}{I} \right| = \frac{2.3}{10} \Omega$$

zu 13,8mF, ein praktisch kaum realisierbarer Wert.

Um nun einen Kondensator mit elektronischen Mitteln zu vergrößern, wird parallel zum Kondensator eine steuerbare Stromquelle mit dem Steuerfaktor b geschaltet, deren Strom proportional zum gewünschten Kondensatorstrom i_c ist. Der Strom i_k durch den Kondensator C ergibt sich (Fig.1) somit zu

$$i_k = i_c \cdot (1 - b),$$

und die Spannung zu

$$u_K = \frac{1}{C} \int_0^t i_k dt + U_{k0} .$$

Die Spannungsänderung am Kondensator kann daher als Spannung an einem Ersatzkondensator C_{ERS} aufgefaßt werden

$$\Delta u = \frac{1-b}{C} \int_0^t i_c dt = \frac{1}{C_{ERS}} \int_0^t i_c dt .$$

Die Kapazität wird daher um den Faktor $\frac{1}{1-b}$ (mit $b \in \mathbb{R}$ und $b < 1$) verändert. Die gesteuerte Stromquelle kann mit bidirektionalen Wandlerstrukturen realisiert werden.

Die Bilder zeigen das Grundprinzip (Fig.1), eine mögliche Realisierung der gesteuerten Stromquelle (Fig.2) und die Anwendung des Verfahrens bei der Symmetrierung eines kapazitiven Spannungsteilers (Fig.3).

Figur 1 stellt das Grundprinzip dar: Die elektronisch vergrößerte Kapazität wirkt nach außen über die beiden Klemmen (4, 5) und besteht aus einer Serienschaltung einer Strommeßeinrichtung (1) (z.B. Strommeßshunt mit angeschlossener Auswertung) und eines Kondensators (2), dem die entsprechend dem gemessenen Strom gesteuerte Stromquelle (3) parallel geschaltet ist.

Figur 2 stellt eine mögliche Realisierung der gesteuerten Stromquelle dar: Es handelt sich dabei um einen bidirektionalen DC/AC Wandler (6), der durch entsprechende gegengleiche Ansteuerung der beiden aktiven Schalter S1 (16) und S2 (17) aus einer zwischen den Klemmen (7) und (8) liegenden Gleichspannung (9) eine Wechselspannung (10), die zwischen den Klemmen (11) und (12) abgegriffen werden kann erzeugt. Die Energieumsetzung geschieht in bekannter Weise mit Hilfe der magnetischen (L1, L2) und elektrischen (C1, C2) Speicher und der strombidirektionalen Schalter (S1, D1) und (S2, D2). In der Steuer/Regeleinrichtung (18) werden die Steuersignale (13, 14) für die jeweiligen aktiven Schalter (16, 17) z.B. durch eine Pulsbreitenmodulation erzeugt. Die Schalter werden im Gegendtakt angesteuert, wobei eine kleine

Verriegelungszeit, während der beide Steuersignal auf AUS stehen, sinnvoll ist. Durch die parallel liegenden Dioden (D1, D2) ist jedenfalls eine sofortige Kommutierung sichergestellt. Der Steuer/Regeleinrichtung (18) wird das Meßsignal des Stromsensors über den Eingang (19) und die Spannungswerte der Gleichspannungsseite (aus der die Hilfsenergie für den gesteuerten Strom entnommen bzw. wieder rückgespeist wird) und die Spannung an der Wechselfspannungsseite (bzw. der Strom der aus der Wechselfspannungsseite fließt) über die Eingänge (20, 21) zugeführt. Die Berechnung des erforderlichen Tastverhältnis kann mit Hilfe eines Microcontrollers, der auch weitere Überwachungs- und Steuerfunktionen übernehmen kann, oder durch eine analog/digitale Schaltung erfolgen. Der Ausgangskondensator (C2) des Wandlers (6) liegt parallel zum zu vergrößerten Kondensator (2) und kann daher mit diesem zusammengefaßt werden (die Parallelschaltung mehrerer Kondensatoren ist aus Belastungsgründen und EMV Gründen vorzuziehen). Die erforderliche Hilfsenergie für die Gleichspannungsseite (9) wird entweder aus einem Netzteil oder aus einer Batterie (Akkumulator) zu entnehmen sein

Eine weitere Anwendung der bidirektionalen Kapazitätserweiterung ergibt sich bei der Konstanthaltung des Mittelpunkts bei einem kapazitiven Spannungsteiler gebildet aus den beiden Kapazitäten (23, 24). Hier genügt zur Realisierung der Stromquelle ein bidirektionaler DC/DC Konverter, daher ist es gleichgültig, welche Seite (9, 10) des Wandlers (6) an welchen Kondensator (23, 24) geschaltet wird (Fig.3). Sinnvoll ist dann auch die Einbeziehung der Kondensatorspannungen in die Regelung des Konverters, um die Spannungen an den Kondensatoren konstant zu halten.

Als bidirektionale Wandler sind unter bestimmten Randbedingungen im Prinzip alle Strukturen, die im österreichischen Patent AT 399 625 (bidirektionale Halbbrückenwandler), besonders jedoch die in der österreichischen Patentanmeldung A 1247/96 (Schaltungen zur Umformung von Gleichspannungen in Wechsel-, Gleich- oder Mischspannungen) angeführt sind (vgl. z.B. Fig.2), geeignet. Aus praktischen Erwägungen wird man jedoch auch bidirektionale Wandlerstrukturen mit galvanischer Trennung (z.B. wie in Himmelstoss, Kolar, Zach: A Bidirectional DC-DC Converter - Analysis and Control Design, Journal of Electronics and Telecommunication Engineers, Vol.37, No.1, 1991, 124-132) benutzen.

Die Möglichkeit der raschen Veränderung des Kapazitätswertes legt auch die Verwendung des Verfahrens bei der Blindleistungskompensation nahe. Auch die Variation von Betriebskondensatoren ist ein Erfolg versprechender Einsatzbereich.

Bezugszeichenaufstellung

35	1	Stromerfassung
	2	Kondensator
	3	stromgesteuerte Stromquelle
	4	Klemme, Anschluß
	5	Klemme, Anschluß
40	6	DC/DC Konverter oder DC/AC Konverter
	7	Klemme, Anschluß
	8	Klemme, Anschluß
	9	Gleichspannungsseite
	10	Wechselfspannungsseite
45	11	Klemme, Anschluß
	12	Klemme, Anschluß
	13	Steuereingang für Schalter S1
	14	Steuereingang für Schalter S2
	16	aktiver Schalter S1 (z.B. als MOSFET realisiert)
50	17	aktiver Schalter S2 (z.B. als MOSFET realisiert)
	18	Steuer/Regeleinrichtung
	19	Signaleingang für den Strommesser
	20	Signaleingang für die Spannungsmessung an Seite (9)
	21	Signaleingang für die Spannungsmessung an Seite (10)
55	22	bidirektionaler Wandler mit zugehöriger Steuer/Regelelektronik

- 23 Kondensator
- 24 Kondensator
- 25 Klemme, Anschluß

5

PATENTANSPRÜCHE:

- 1. Schaltung zur Veränderung des Kapazitätswerts eines Kondensators mit elektronischen Mitteln **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Stromquelle (3) parallel zu einem Kondensator (2) liegt und eine Stromerfassung (1) in Serie zur Parallelschaltung aus Kondensator (2) und Stromquelle liegt (Fig.1).
- 2. Schaltung gemäß Patentanspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, daß der Strom durch die Stromquelle proportional dem durch die Stromerfassung gemessenen Wert ist.
- 3. Schaltung gemäß Anspruch 1 und 2 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stromquelle (3) durch eine bidirektionale Wandlerstruktur (Fig.2) realisiert ist, dessen Wechselspannungsseite parallel zum Kondensator (2) liegt und an dessen Gleichspannungsseite eine Gleichspannungsquelle z.B. eine Batterie liegt.
- 4. Schaltung gemäß Anspruch 1 und 2 **dadurch gekennzeichnet**, daß sie in Serie zu einem induktiven Bauelement (z.B. Transformator, Drossel, Aktuator) liegt.
- 5. Schaltung gemäß Anspruch 1 und 2 **dadurch gekennzeichnet**, daß sie in einem Blindleistungskompensator eingebaut ist.
- 6. Schaltung gemäß Anspruch 1 und 2 **dadurch gekennzeichnet**, daß sie zur Veränderung eines Betriebskondensator (z.B. Filter verwendet wird).
- 7. Schaltung gemäß Anspruch 1 und 2 **dadurch gekennzeichnet**, daß sie zur Stabilisierung der Spannung an Kapazitäten (z.B. bei kapazitiven Spannungsteilern, Fig.3) verwendet wird.
- 8. Schaltung gemäß Anspruch 1 und 2 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stromquelle (3) durch eine bidirektionale Wandlerstruktur (Fig.2) realisiert ist, deren Wechselspannungsseite parallel zum Kondensator (2) liegt und an deren Gleichspannungsseite ein Kondensator liegt.

10

15

20

25

30

HIEZU 1 BLATT ZEICHNUNGEN

35

40

45

50

55

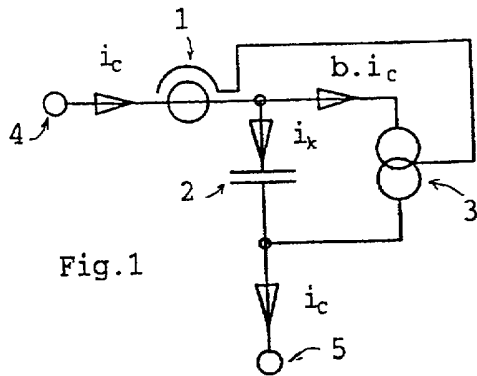


Fig.1

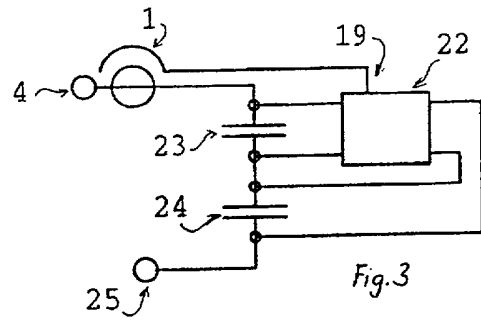


Fig.3

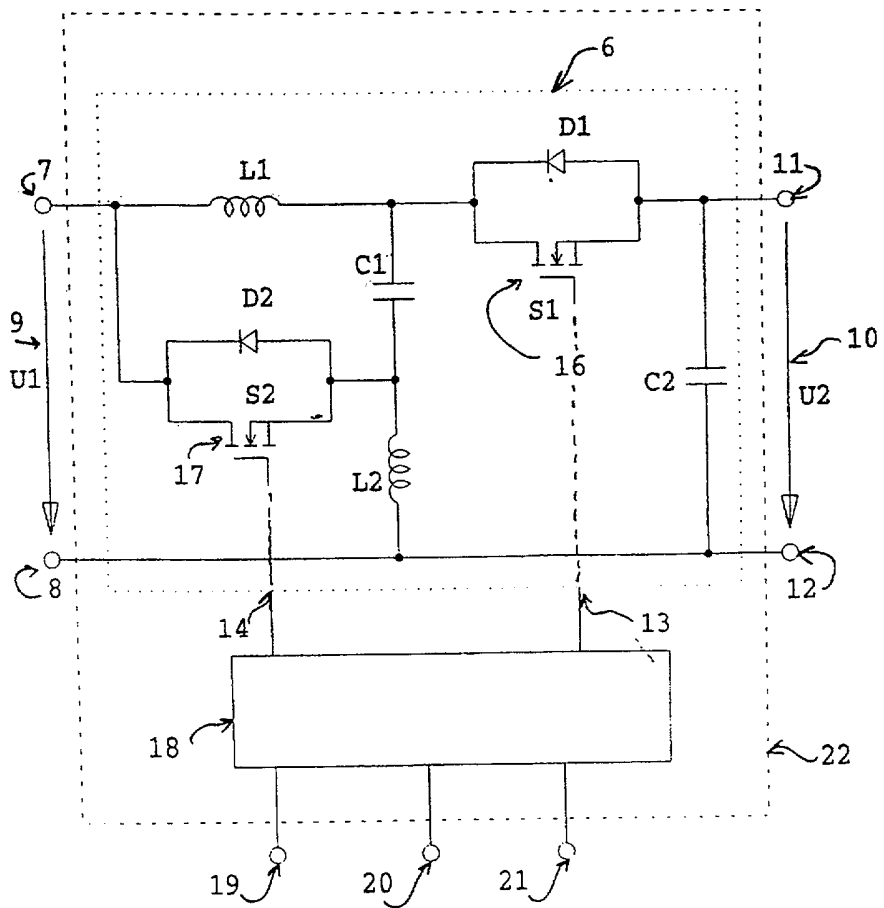


Fig.2