

BLOCK WHITEPAPER
EXPERTENWISSEN ZUM THEMA

**SELEKTIVE KONDENSATORABSCHALTUNG BEI
PASSIVEN HARMONIK FILTERN**

SELEKTIVE KONDENSATORABSCHALTUNG BEI PASSIVEN HARMONIK FILTERN

Whitepaper zur effektiven Eliminierung kapazitiver Blindleistung bei Schwachlast oder Leerlauf bei bestehender Netzanbindung des Gesamtsystems.

„Der Einsatz von passiven Harmonik Filtern führt zu wiederkehrenden Diskussionen: Wie kann unter Schwachlast oder Leerlauf effektiv die kapazitive Blindleistung eliminiert werden, ohne das gesamte System vollständig vom Netz zu trennen? Die naheliegende Antwort ist, dass sich in Filtern verwendete Kondensatoren einfach abschalten lassen - oftmals leichter gesagt als getan.“

BLOCK Transformatoren-Elektronik GmbH

Max-Planck-Straße 36-46
27283 Verden
Deutschland

Fon.: 04231 678-0
Fax.: 04231 678-177

info@block.eu
block.eu

SELEKTIVE KONDENSATORABSCHALTUNG BEI PASSIVEN HARMONIK FILTERN

Kondensatoren müssen auf eine einfache Art und Weise für den Kunden oder Anlagenbauer zugänglich sein, um ein entsprechendes Schaltorgan zu implementieren. Beim Zuschalten von Kondensatoren können Einschaltströme mit extremen Werten auftreten. Nach mehrmaligem Zu- und Abschalten werden Schaltkontakte dadurch verschlissen oder verschweißt. Den Anlagenbetreiber stellt das vor Herausforderungen. Beim Planen einer Anlage ist deshalb darauf zu achten, dass das gewählte Schütz für das Schalten von kapazitiven Lasten geeignet ist. Die richtige Bauform lässt sich durch die parallel zu den Schaltkontakten liegenden Widerstände erkennen und wird durch den Hersteller als Schütz für Kondensatoren ausgewiesen. In den Herstellerangaben finden sich allerdings oft nur ungenügende Angaben über den zu erwartenden Kondensatorstrom. Über die Kapazität und der Netzspannung den Scheinstrom zu berechnen, ist eine Möglichkeit, vernachlässigt aber den höheren Stromfluss, der im Betrieb durch die Oberschwingungsbelastung auftritt. Auch im Volllastbetrieb sollte das Schütz immer in der Lage sein, den Kondensatorstrom zu führen oder sicher zu trennen. Je nach Auslegung des Filters sind ca. 30 bis 40 Prozent des Nennstromes als Näherungswert zur Dimensionierung heranzuziehen.

BESTIMMUNG VON STROM UND LEISTUNG ZUR ZUSCHALTUNG DER KONDENSATOREN

Sind die Komponenten bestimmt, muss festgelegt werden, bei welchem Strom oder welcher Leistung die Zuschaltung der Kondensatoren und somit das vollständige Aktivieren

des Filters erfolgen soll. Hier ist zwischen Blindleistung und akzeptablen Netzurückwirkungen in Abhängigkeit der prozentualen Nennleistung abzuwägen. Das bedeutet, dass das Filter ohne aktive C-Beschaltung lediglich als Drossel fungiert und die Netzurückwirkungen entsprechend höher sind. In diesem Zustand ist die kapazitive Blindleistung erheblich reduziert, da durch die verbleibende (Filter-)Drossel der kapazitive Anteil des z.B. nachgeschalteten Frequenzumrichters kompensiert wird. Im Gegenzug sind aber auch die harmonischen Oberschwingungen deutlich höher als bei einem regulären Filterbetrieb. Als Qualitätsmerkmal steht in diesem Zusammenhang die Total Harmonic Distorsion (THD) des Stromes. Dabei ist zu beachten, dass der, der Grundschwingungsamplitude entsprechende, THD-I Wert angeführt wird.

Folgende Berechnung macht diesen Zusammenhang deutlich:

$$THD - I = \sqrt{\sum_{n=2}^{n=50} \left(\frac{I_n}{I_1}\right)^2}$$



Als einer der weltweit führenden Hersteller von induktiven Wickelgütern hat BLOCK sich der Thematik EMV von Frequenzumrichter-gesteuerten Antriebssystemen schon früh angenommen.

ZUSAMMENHANG VON NENNLEISTUNG UND BLINDLEISTUNG

Eine kleine Grundschwingungsamplitude I_1 (also wenig Leistung) kann demnach einen hohen THD-I Wert haben. Werte von 150 bis 180% sind durchaus ohne weitere Maßnahmen möglich. In die Bewertung mit einbezogen werden dürfen sie aber nicht, da die Rückwirkung auf die Versorgungsspannung aufgrund der niedrigen Amplituden eine ver-

schwindende Rolle spielt. Somit ist für diesen Lastfall die Betrachtung der Blindleistung maßgeblich. Steigt nun bei abgeschaltetem Kondensator die Leistung, erhöht sich zwangsläufig auch die kapazitive Blindleistung. Gleichzeitig reduziert sich der THD-I aufgrund der steigenden Grundschwingung nach der dargestellten Gleichung. Bei zugeschaltetem Kondensator reduziert sich der Blindleistungsanteil mit steigender Leistung. Spätestens im graphischen Schnittpunkt sollte also die Ab- bzw. Zuschaltung erfolgen. Eine entsprechende Hysterese verhindert hier ein Flattern des Schützes durch mögliche Leistungsschwankungen um den Punkt. Typischerweise liegt dieser Schnittpunkt je nach Auslegung des Filters im Bereich von 45 bis 50% der Nennleistung. Allein durch die zuerst nur wirksame Drossel kann bereits ein THD-I von kleinen 20% bei maximal 50% der Nennleistung erreicht werden. Nach Standards wie EN 61000-3-12 oder IEEE 519 dürfen Grenzwerte für Stromoberschwingungen innerhalb verschiedener Zeitfenster bis zum doppelten des Erlaubten überschritten werden.

Blindleistung Q

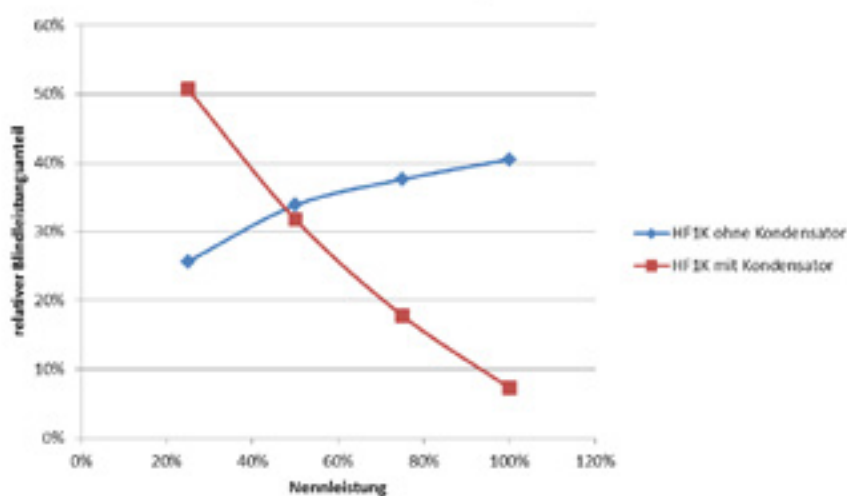


Fig. 1: Vergleich des Blindleistungsbezugs bei ein- und ausgeschaltetem Kondensator in Abhängigkeit zur Nennleistung mit und ohne Filterbeschaltung

KONZEPTION VON FILTERANWENDUNGEN

Es gilt noch ein weiterer Punkt zu berücksichtigen: Die Auswahl bzw. die Dimensionierung hinsichtlich der durchschnittlichen Last im Endanwendungsfall.

In der praktischen Umsetzung der C-Abschaltung bieten die Harmonik Filter Serien HF1K und HFM von BLOCK eben diesen einfachen Zugang zum entsprechenden Kondensator, so dass dem überwiegend kapazitiven Lastfall bei Leerlauf oder Schwachlast effektiv entgegengewirkt werden kann.

Unsere Experten unterstützen Sie mit hoher technischer Kompetenz bei der Implementierung einer Zusatzabschaltung. Weitere Kontaktinformationen finden Sie auf:

block.eu

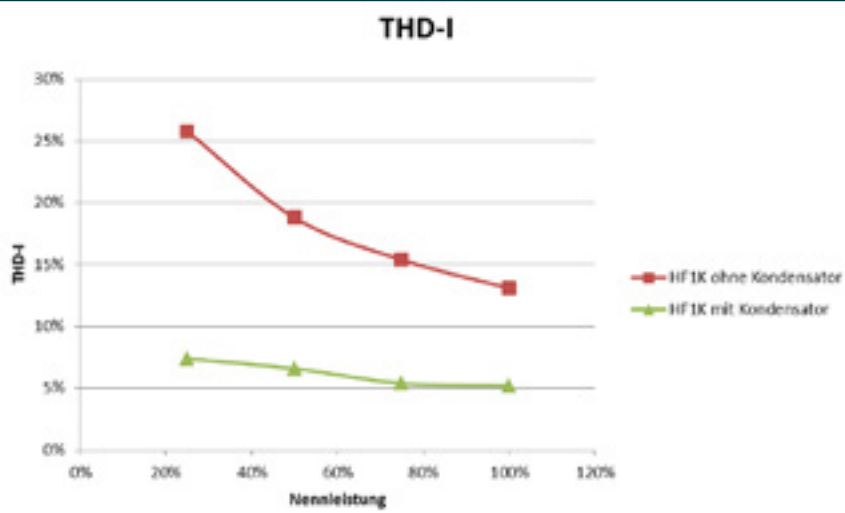


Fig. 2: THD-I in Abhängigkeit zur Nennleistung mit und ohne zugeschalteten Kondensator.

Eine Anwendung, deren Komponenten überwiegend im Teillastbereich (ca. 30 bis 70%) betrieben werden, sollte nur nach entsprechenden Abwägungen mit 100% konzipiert werden. Leistungsreserven bringen eben auch entsprechende Kosten mit sich. Ein passives Harmonik Filter kann erst ab ca. 50% der Nennleistung die Thematik Oberschwingungsreduktion und Blindleistung miteinander vereinen. Diesen Punkt darf man bei der Planung nicht vergessen.

BLOCK Transformatoren-Elektronik GmbH

Max-Planck-Straße 36-46
27283 Verden
Deutschland

Fon.: 04231 678-0
Fax.: 04231 678-177

info@block.eu
block.eu