

Bitte nicht stören!

EMV-Anforderungen bei drehzahlveränderbaren elektrischen Antrieben

Aufgrund der wachsenden Zahl von Frequenzumrichtern und der daraus folglich steigenden Oberschwingungsbelastung in elektrischen Versorgungsnetzen werden die Normen, die sich mit der sogenannten Power Quality befassen, regelmäßig überarbeitet und den Netzbedürfnissen angepasst. Die VDE 0160-103:2019-04 [1] ist die aktuelle EMV-Produktnorm für Antriebssysteme mit einem Effektivwert der Wechselspannung bis zu 35 kV zwischen den Außenleitern.

Die Norm legt Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) für Antriebssysteme (PDS – Power Drive Systems) fest. Sie gilt für jene PDS, die in Wohn-, Geschäfts- und Industriegebieten (mit Ausnahme von Bahnanwendungen und Elektrofahrzeugen) eingesetzt werden. In ihr sind die Anforderungen an die Störaussendung von Oberschwingungen (OS) – genauer OS-Strömen – dargelegt. Denn im Speziellen erhöhen Power-Drive-Systeme die OS-Ströme und folglich, je nach Netzimpedanz, die OS-Spannungen. Diese hervorgerufenen OS-Spannungen dürfen die Funktionsfähigkeit, die Sicherheit und Zuverlässigkeit der vorhandenen Produktionsanlagen und Betriebsmittel nicht einschränken.

Zur genauen Festlegung der zulässigen Störaussendungen müssen weitere einschlägige EMV-Normen zur Hilfe genommen werden:

- Eingangsstrom ≤ 16 A je Leiter: DIN EN 61 000-3-2 VDE 0838-2:2015-03 [2]
- Eingangsstrom > 16 A und ≤ 75 A je Leiter: DIN EN 61 000-3-12 VDE 0838-12:2012-06 [3]
- öffentliche Niederspannungsnetze: DIN EN 61 000-2-2 VDE 0839-2-2:2019-06, [4]
- öffentliche Mittelspannungsnetze: DIN EN 61 000-2-12 VDE 0839-2-12:2004-01, Quelle [6]
- private Industrienetze: DIN EN 61 000-2-4 VDE 0839-2-4:2003-05 [5].

Wichtige Informationen und Maßnahmen

Um die Neuregelungen der EMV-Produktnorm richtig zu interpretieren und die im Netz verbauten Frequenzumrichter (Power Drive Systems) netzverträglich zu betreiben, haben die

Netzqualitätsspezialisten von Condensator Dominitt die wichtigsten Punkte, Informationen und Maßnahmen zu diesem Thema hervorgehoben:

Auszüge aus der Norm. Abschnitt C1.4.1 in [1]:

1. „Falls Kondensatoren zur Leistungsfaktorkorrektur in Netzen mit OS-Stromquellen installiert werden müssen, wird empfohlen, dass Drosseln in Reihe mit Kondensatoren geschaltet werden.“

Dies wird u. a. wie folgt begründet:

2. „c) Eine hohe OS-Spannung an den Anschlussklemmen einer Industrieanlage kann zu außergewöhnlichen Betriebszuständen von Geräten mit empfindlicher Elektronik und zur Überhitzung von Motorwicklungen führen.“

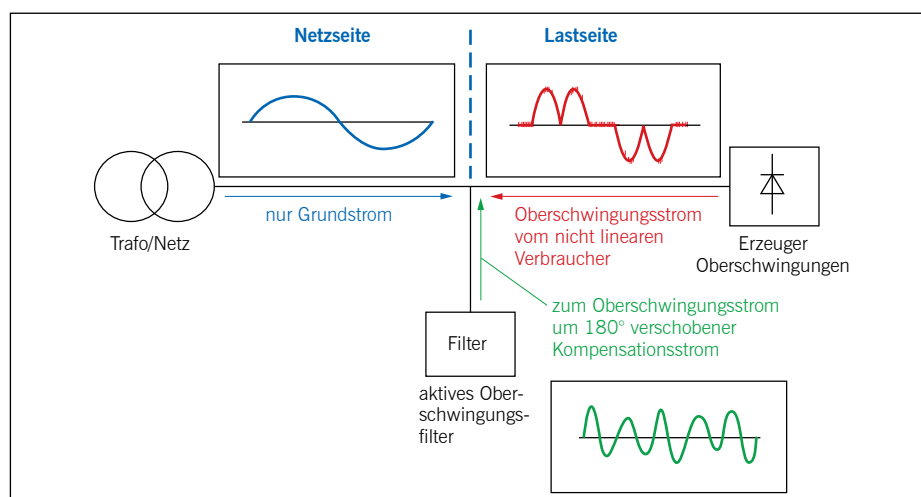
d) Das Auftreten von OS-Spannungen führt zur Erzeugung von OS-Strömen im Verteilungsnetz und in anderen Kundenanlagen.“ (Abschnitt C1.4.4 in [1])

Folgen für das Netz und den Industrienetzkunden:

Zu 1: Unverdrosselte Kondensatoren in Blindleistungskompensationen sind generell unzulässig, denn die fehlende Drossel begünstigt eine Resonanzsituation (siehe ep 4/2019, S. 283–290). Diese unverdrosselten Kompensationen können, auch nach vielen Jahren des problemlosen Betriebes, plötzlich zu Quellen von Resonanzerscheinungen werden. Dies geschieht sowohl durch veränderte Konstellationen von induktiven und kapazitiven Elementen im Netz sowie durch das Auftreten anderer Oberschwingungsprofile. Dabei ist unerheblich, ob die Oberschwingungspegel selber erzeugt werden (sozusagen „hausgemacht“ sind) oder vom vorgelagerten Netz (der MS-Ebene) stammen. Eine Resonanz des Schwingkreises „unverdrosselte Kondensatoren + induktive Netzimpedanz“ wird durch Schaltvorgänge oder durch Oberschwingungen in einem benachbarten Netz ausgelöst.

Zu 2: Mögliche Auswirkungen von Resonanzen sind:

- Mehrfache Nulldurchgänge der Spannung. Folge: Fehlfunktion von komplexen Industrieanlagen sowie elektronischen Steuerungen



1 Aufbau und Arbeitsweise eines aktiven Oberschwingungs-Filters

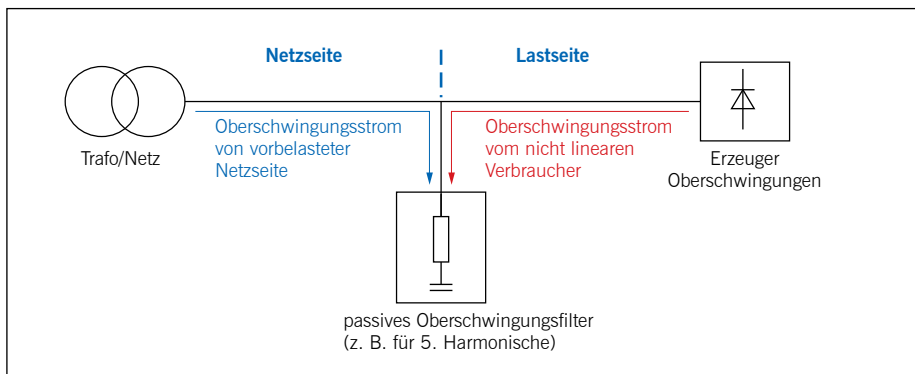
Wir erhellen Europa.
Als führender Großhändler
für professionelle Beleuchtung.



Lampen, Leuchten
und Zubehör in
einziger Vielfalt.
Nur einen Klick entfernt.

licht basis

Tel. +49 9305 9881 0 | info@lichtbasis.de



sachen. ... Daher sollte eine globale Näherung zur Filterung der gesamten Anlage verwendet werden.“ (Abschnitt B.3.1 in [1])

Folgen für das Netz und den Industrienetz-kunden:

Zu 3 und 4: Wird jedem PDS ein eigenes handelsübliches Durchgangsfilter vorgeschaltet (wie auch z. B. EMV-Filter) erhöht sich im Vergleich zu einer zentralen Filtermaßnahme nicht nur die kapazitive Gesamtlast (Gesamtleistung ausgehend von dem jeweiligen Filterkonzept) des Netzes, sondern es entstehen auch mehrere Resonanzstellen (bei verschiedenen Frequenzen) im Netz, womit eine massive Gefahr von unkontrollierten Resonanzschwingungen einhergeht, die in weiterer Folge zu erheblichen Produktionsstörungen führen.

Um Industrienetze zielführend und effektiv zu befildern, sollten heutzutage hauptsächlich leistungsstarke passive Filter (bestehend aus Serienschaltung von Kondensatoren, Induktivitäten und ggf. Widerständen) und aktive Filtersysteme zum Einsatz kommen.

2 Aufbau und Arbeitsweise eines passiven Oberschwingungs-Filters

- Überbelastung von EMV-Filtern, Dioden und Zwischenkreiskondensatoren der eingesetzten Frequenzumrichter (PDS). Folge: Ausfallgefahr dieser (Produktionsstopp)
- Zerstörung von Netzteilen
- „Surren“ bzw. „Dröhnen“ der elektrischen Betriebsmittel
- Einkopplungen von Störsignalen (Störspannungen) in Datenverbindungen (Datenleitungen). Folge: z. B. elektromagnetische Störungen des Firmenintranets
- Unkontrolliertes Ansprechen (Auslösen) von Schutzeinrichtungen (Sicherungen)
- „Aussteigen“ von Generatorreglern im Inselnetz
- Überspannungen (Spannungsanstiege) und dadurch Überschlüge an Wicklungen von Motoren oder Transformatoren.

ren, wie z. B. in Blindleistungs-Kompensationsanlagen verbaut. Durch die Verkettung von sehr unglücklichen Umständen und Netzzuständen können angeregte Resonanzen für Leib und Leben ein unmittelbares Risiko darstellen und sollten auf keinen Fall mehr weiter betrieben oder in den Umlauf gebracht werden!

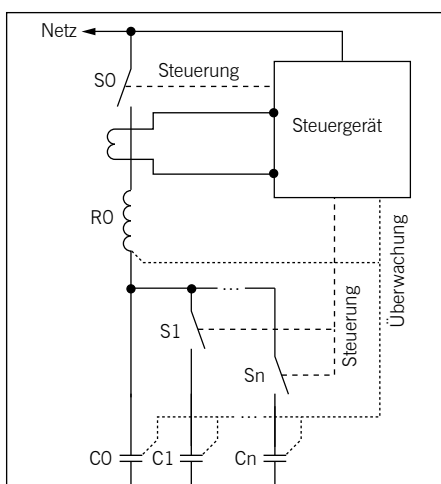
Aktive und passive Filter

Auszüge aus der Norm. Für den typischen Fall, dass in einem Netz mehrere PDS betrieben werden, wird darauf hingewiesen:

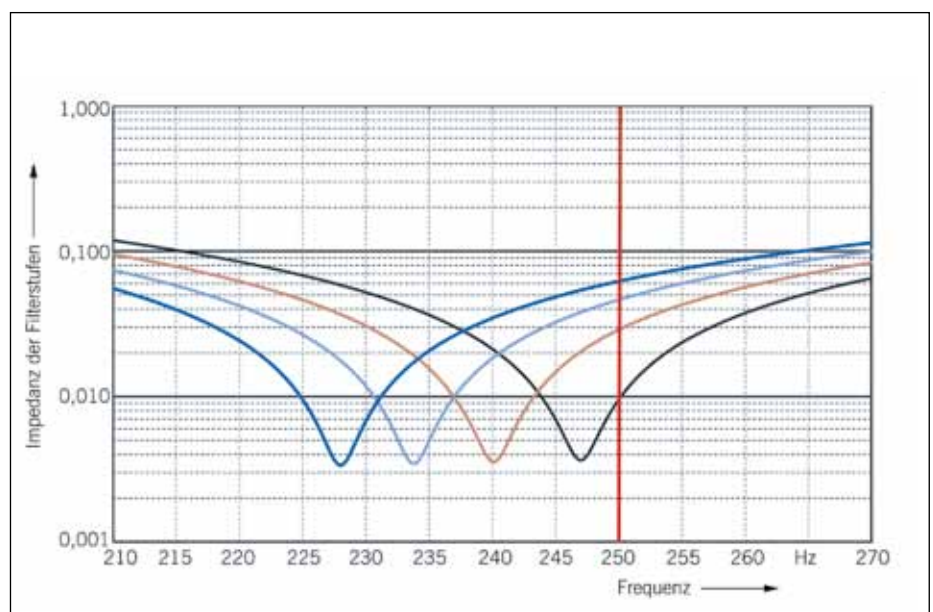
3. „Die Filterung jedes PDS vervielfacht die Gefahr von Resonanzen... warum eine gemeinsame Kompensation (Anm.: gemeint ist ein passives Filter) bevorzugt werden sollte.“ (Abschnitt C.1.5.2 in [1])

4. „Das Filtern jedes PDS kann erhöhte Gefahren mehrerer Resonanzfrequenzen verur-

Sofortige Maßnahmen. Unverzügliche Abschaltung aller unverdrosselter Kondensato-



3 Prinzip der intelligenten Impedanzregelung. In Abhängigkeit des Oberschwingungspiegels werden über das Steuergerät Kondensatorstufen in Reihe zu der Induktivität R_0 zu- oder abgeschaltet. Hierdurch wird die resultierende Abstimmfrequenz des vorliegenden Reihenschwingkreises variiert und dementsprechend dessen Impedanz



4 Impedanzverlauf eines Sofia-Filtersystems für die 5. Oberschwingung (250 Hz) mit vier Abstimmungsstufen. Je nach Schaltung der Kondensatorstufen verschiebt sich der Impedanzverlauf und somit das Impedanzminima hin zu niedrigeren oder höheren Frequenzen



Quelle: Condensator Dominitt

5 Sofia- und Resi-Filtersystem

„Letztlich erhöhen aktive Lösungen die Anzahl der kommutierten elektronischen Leistungsbaulemente und sind für eine Erhöhung der Hochfrequenzstöraussendungen verantwortlich“ (Abschnitt C.2.2.4 in [4]).

Passive Filter (Bild 2) haben bei ihrer Abstimmungsfrequenz eine niedrige Impedanz. Deshalb nimmt das Filter OS-Ströme in der Umgebung der Abstimmungsfrequenz auf. Die können dann nicht mehr über die Netzimpedanz abfließen und folglich keine OS-Spannungen erzeugen. Bezüglich passiver Filter werden in [1] eine Reihe von Problemen genannt, die die Bemessung derartiger Filter als einen „ziemlich komplexen Vorgang“ bezeichnen (Abschnitt C1.5.1 in [1]). Darüber hinaus ist die Wirksamkeit von der Stabilität der Netzfrequenz abhängig (Abschnitt C1.5.2 in [1]). „Der Hauptnachteil passiver Filter liegt häufig in ihrer Unfähigkeit, sich an die Netzänderungen und Änderung der Filterbauteile (Alterung, Temperatur usw.) anzupassen“ (Abschnitt C.2.2.1 in [1]).

Mögliche Lösungen

Sofia-Filter nutzen die Vorteile beider Filtersysteme. Sie sind, rein physikalisch gesehen, passive Oberschwingungsfilter (Frequenzbereich < 2 kHz) mit einer aktiven intelligenten Steuerung, die sich durch das Zu- und Ab-

schalten von Kapazitäten (Kondensatoren) und einer Induktion (Drossel) automatisch den aktuellen Netzbedürfnissen anpasst. Technisch gesehen verfügt es über eine automatische Impedanzregelung, mit der das Filter die auf das Netz ausgeübte Saugwirkung selbstständig einstellt (Bilder 3 und 4). Merkmale dieses Filtersystems sind:

- geringe Verlustleistung
- keine Abschaltung bei Überlast
- sowohl netz- als auch lastseitige Filterung
- Filterung von höheren Frequenzanteilen (oberhalb der 53. Harmonischen)
- Filterung von mehreren Frequenzen mit einem Filtermodul
- Keine Aussendung von Hochfrequenzstörungen.

Resonanzen selber können von handelsüblichen Oberschwingungsfiltern nicht befiltert werden. Deshalb müssen hochfrequente Störungen wie Resonanzstellen mit Hilfe von Widerständen bedämpft und eliminiert werden. Eine Empfehlung ist der Einsatz von Sofia (Befilterung von harmonischen Oberschwingungen < 2 kHz) und dem Bedämpfungsfiltersystem Resi (Bedämpfung von supraharmonischen Oberschwingungen > 2 kHz), um durch eine breitbandige Befilterung ein belastbares und normgerechtes Netz zu erzielen (Bild 5).

Literatur

- [1] DIN EN IEC 61 800-3 VDE 0160-103:2019-04 Drehzahlveränderbare elektrische Antriebssysteme. Teil 3: EMV-Anforderungen einschließlich spezieller Prüfverfahren.
- [2] DIN EN 61 000-3-2 VDE 0838-2:2015-03 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV). Teil 3-2: Grenzwerte - Grenzwerte für Oberschwingungsströme (Geräte-Eingangstrom ≤ 16 A je Leiter).
- [3] DIN EN 61 000-3-12 VDE 0838-12:2012-06 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV). Teil 3-12: Grenzwerte - Grenzwerte für Oberschwingungsströme, verursacht von Geräten und Einrichtungen mit einem Eingangsstrom > 16 A und ≤ 75 A je Leiter, die zum Anschluss an öffentliche Niederspannungsnetze vorgesehen sind.
- [4] DIN EN 61 000-2-2 VDE 0839-2-2:2019-06 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV). Teil 2-2: Umgebungsbedingungen - Verträglichkeitspegel für niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen und Signalübertragung in öffentlichen Niederspannungsnetzen.
- [5] DIN EN 61 000-2-4 VDE 0839-2-4:2003-05 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV). Teil 2-4: Umgebungsbedingungen - Verträglichkeitspegel für niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen in Industrieanlagen.
- [6] DIN EN 61 000-2-12 VDE 0839-2-12:2004-01 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV). Teil 2-12: Umgebungsbedingungen - Verträglichkeitspegel für niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen und Signalübertragung in öffentlichen Mittelspannungsnetzen.

Universeller,
Platz sparender
Überspannungsschutz



ProTec ZPS T1H

- Innovativer Phasenanschluss
- Fernmeldekontakt für Monitoring
- Universelle Installation zwischen zwei SLS-Schaltern
- Aufsteckbarer 40 mm Anschluss für 5 mm und 10 mm Stromschienensysteme
- Zertifizierter leckstromfreier Typ 1 SPD (I_{imp}) für 12,5 kA und 7,5 kA



Raycap

www.raycap.de
vertrieb@raycap.de

**VDE
zertifiziert**