

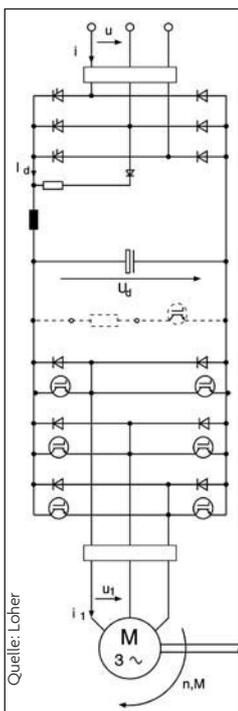
Netzurückwirkungen von Frequenzumrichtern

Josef von Stackelberg

Frequenzumrichter erzeugen Rückwirkungen ins Versorgungsnetz. Diese hängen neben eventuell vorhandenen Netzdrosseln in hohem Maße von der Ausführung des Eingangsgleichrichters ab, z. B. wie viele Strompulse sie pro Periode erzeugen. Allerdings erfordern vielpulsige Systeme aufwändige Stromrichtertransformatoren und aufgeteilte Gleichrichter im Umrichter.

Ein Frequenzumrichter wandelt mit dem Eingangsgleichrichter die Wechselspannung eines Versorgungsnetzes in Gleichspannung (Zwischenkreisspannung) um, welche dann für den Ausgangswechselrichter zur Verfügung steht (Bild 1). Dieser erzeugt meist durch Pulsweitenmodulation aus der Zwischenkreis- eine Ausgangsspannung, welche über die Zeit integriert eine sinusähnliche Form erhält.

Verhalten des Gleichrichters



Belastete Gleichrichterschaltungen verursachen immer Netzurückwirkungen mit harmonischen Oberschwingungen, weil bei jeder Halbwelle, welche einen Stromfluss in Richtung Zwischenkreiskondensator und Last verursacht

Bild 1: Leistungsteil eines Frequenzumrichters; der Eingangsgleichrichter ist in Form einer halbgesteuerten Brücke für Dreiphasenbetrieb ausgeführt; während der Vorladephase im Einschaltmoment bleiben die Thyristoren gesperrt

Josef von Stackelberg, Redaktion »de«, nach Unterlagen von Loher, Ruhstorf

sacht, dieser Stromfluss nur stattfinden kann, wenn die vor dem Gleichrichter anliegende Momentanspannung höher ausfällt als die hinter dem Gleichrichter liegende. Dann kann der Strom kurzzeitig aber Werte annehmen, welche einem Kurzschluss entsprechen. Daher befinden sich bei Umrichtern wie z.B. dem Dynavert von Loher, Ruhstorf, Netzdrosseln vor oder nach dem Gleichrichter in der Schaltung, die diesen Ladestromanstieg begrenzen und damit Oberschwingungen im Netz reduzieren.

Wenn der Umrichter nur eine einphasige Einspeisung (230 V) mit einem Brückengleichrichter hat, sind die Zeiträume zwischen den Nachladezeiten länger. Die aus dieser Art der Gleichrichtung resultierenden Netzurückwirkungen fallen daher höher aus. Neben den bei dreiphasigen Einspeisungen üblichen Harmonischen entsteht hier noch eine 3. Harmonische.

Ein Frequenzumrichter ab ca. 4 kW erhält seine Versorgungsenergie meist von einem Dreiphasennetz. Dann besteht die Gleichrichterbaugruppe aus sechs Gleichrichterbauelementen. Auf diese Weise entsteht eine pulsierende Gleichspannung mit einer erheblich geringeren Restwelligkeit (Bild 2). Neben der geringeren Restwelligkeit ist auch die Belastung des Versorgungsnetzes mit Rückwirkungen durch harmonische Oberschwingungen geringer.

Vervielfachung der Gleichrichterschaltung

In größeren Leistungsbereichen (ab ca. 500 kW) können die Störungen eines Frequenzumrichters auf das Versorgungsnetz derartige Ausmaße annehmen, dass weitere Maßnahmen erforderlich werden. Eine Möglichkeit besteht darin, die in diesem Leistungsbereich ohnehin parallel geschalteten Leistungsteile über entsprechende Transformatorenwicklungen getrennt und zueinander phasenversetzt einzuspeisen.

Beim Beispiel eines zwölfpulsigen Umrichters erhält der Versorgungstransformator einen weiteren Sekundärwicklungssatz. Um eine Phasenverschiebung von 30° zu erreichen, müssen die Sekundärwicklungen als y5 und d6 ausgeführt sein.

Bei 18- und 24pulsigen Umrichtervarianten wird der notwendige Phasenver-



Frequenzumrichter Dynavert T für 710 kW Wellenleistung und 690 V Netzspannung, sechspulsig; als zwölfpulsiger Umrichter wäre der Einspeiseschrank rechts 800 mm statt 400 mm breit und mit zwei Hauptschaltern ausgerüstet

satz durch so genannte Schwenkzipfel (Anzapfungen in den einzelnen Trafostromwicklungen) erzeugt. Bei Erhöhung der Pulszahlen reduzieren sich die harmonischen Oberschwingungen:

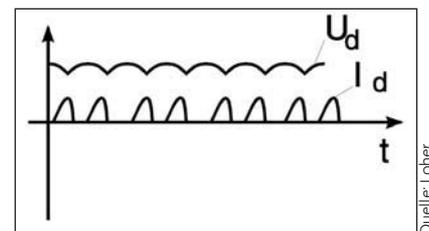


Bild 2: Pulsierende Gleichspannung für den Spannungszwischenkreis; die einzelnen Stromimpulse bleiben kleiner; da auf einer Periode sechs Strompulse auftauchen, spricht man von einem sechspulsigen Umrichter

- Zwölfpulsige Umrichter eliminieren die fünfte und die siebente Harmonische,
- 18pulsige zusätzlich die elfte und 13.,
- 24pulsige Umrichter eliminieren zusätzlich die 17. und 19. Harmonische.

Allerdings erfordert diese Art der Reduzierung von Netzurückwirkungen einen Stromrichtertransformator in Mehrwicklerausführung und parallel ausgeführte Gleichrichterschaltungen im Umrichter. So bleibt es immer eine Abwägung des Einzelfalles. ■