

# **AUSFALLSICHERER FREQUENZUMRICHTER FÜR EINE DOPPELSTATOR-SYNCHRONMASCHINE**

**F. Hinrichsen, P. Hoffmann**

## **1 EINLEITUNG**

Wenn man versucht, das Drehmoment einer elektrischen Maschine bei gegebenem Bauvolumen zu steigern, stößt die einfache Erhöhung von Luftspaltinduktion und momentbildendem Strom irgendwann an ihre natürlichen Grenzen, die durch Sättigung im Eisen und Realisierbarkeit der Wärmeabfuhr aus dem Kupfer gegeben sind. So ist man gezwungen, die kraftbildende Rotoroberfläche zu vergrößern, was beispielsweise mit einem glockenförmigen Rotor und Ausbildung des Stators als Doppelstator möglich ist. Schon aufgrund des geringen Platzbedarfs sind Permanentmagnete besonders gut geeignet, um, auf dem Rotor montiert, gleichermaßen für den inneren wie den äußeren Teilmotor ein Erregerfeld zu erzeugen.

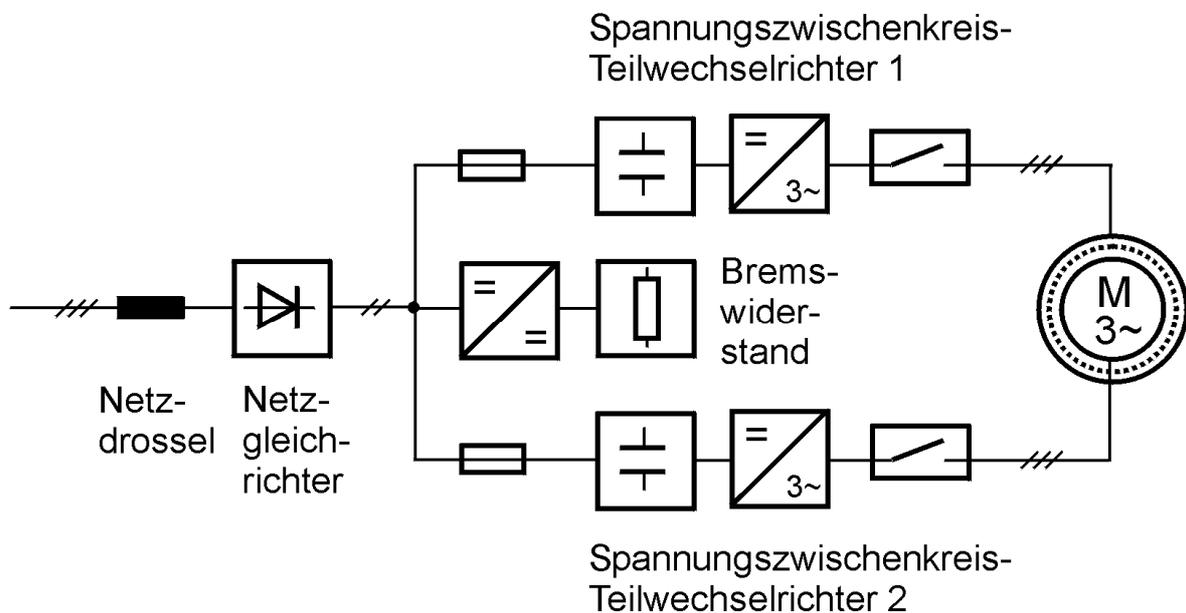
Der Synchronmotor, für den der nachfolgend beschriebene Frequenzumrichter ausgelegt und aufgebaut wurde, verfügt über zwei galvanisch getrennte Drehstromwicklungen im Stator, die mit Strömen gleicher Frequenz, aber unterschiedlicher Phasenlage versorgt werden sollen. Im Falle eines Defekts im Motor oder Wechselrichter ist die Option eines Notlaufs mit nur einem Teilmotor wünschenswert.

## **2 ZIELSETZUNG**

Am Institut wird zur Zeit ein solcher Motor entwickelt. Um dessen Eigenschaften im Experiment überprüfen zu können, soll ein Prüfstand, bestehend aus einer geregelten Belastungsmaschine und dem Prüfling mit dem dazugehörigen Frequenzumrichter am Drehstromnetz, aufgebaut werden. Ein Bremssteller ist, zumindest für kurzzeitigen Generatorbetrieb, vorzusehen. Des weiteren soll eine Möglichkeit gefunden werden, die oben erwähnten Notlaufeigenschaften zu gewährleisten.

### 3 KONZEPT

Die einfachste und zugleich sicherste Möglichkeit der Realisierung ist die Verwendung zweier vollkommen eigenständiger Frequenzumrichter, wie sie für Normmotoren gebräuchlich sind. Diese verfügen entweder über eigene Bremssteller und -widerstände, oder es werden die Spannungszwischenkreise gekoppelt und mit einem gemeinsamen externen Bremssteller verbunden. Da die Notlaufeigenschaft in den meisten Anwendungsfällen aber nicht als zwingende Notwendigkeit, sondern eher als willkommenes Nebenprodukt aus dem Doppelstator-konzept anzusehen ist, kommt auch eine preiswertere, kompaktere Schaltungstopologie, wie sie in **Bild 1** zu sehen ist, in Frage, bei der Netzeinspeisung, Bremssteller und -widerstand nur einmal vorhanden ist.



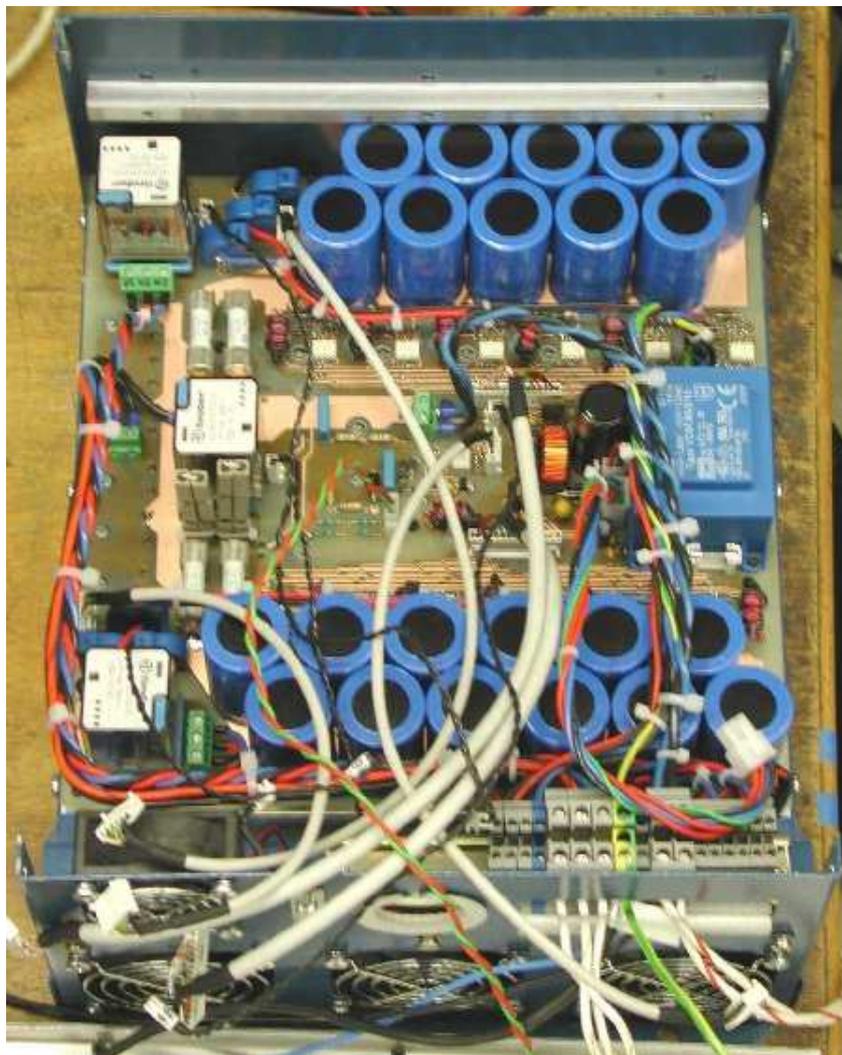
**Bild 1:** Blockschaltbild Frequenzumrichter

Trotzdem kann bei Ausfall eines Teilmotors oder Teilwechselrichters der Betrieb mit eingeschränkter Leistung fortgesetzt werden, da sich die Verbindung zwischen Frequenzumrichter und Motor durch ein Schütz auftrennen läßt, so daß auch ein eventuell vorhandener Erdschluß keine negativen Auswirkungen auf die übrigen Schaltungsteile haben kann. Die Treiberstufen der zwölf Wechselrichter-IGBTs verfügen über Unterspannungs- und Kurzschlußüberwachungen und sind alle einzeln abgesichert, zudem werden sie aus zwei getrennten Schaltnetzteilen versorgt. Soll auch im unwahrscheinlichen Falle eines Kurzschlusses in einem der beiden Spannungszwischenkreise die Selektivität gewährleistet bleiben, müßten den Sicherungen zusätzliche Drosseln in

Reihe geschaltet werden, die den Rückstrom aus dem "gesunden" Zwischenkreis begrenzen.

## 4 AUSFÜHRUNG

Aufgrund der relativ kleinen Leistung von maximal 15 kVA und deren Aufteilung auf zwei Teilwechselrichter war es möglich, bedrahtete Leistungshalbleiter (Gehäusebauformen TO218 und TO247) und Elektrolytkondensatoren zur Snap-In-Montage einzusetzen und dadurch den gesamten Leistungsteil auf einer Leiterkarte unterzubringen.



**Bild 2:** Leistungsteil des Pulswechselrichters

In **Bild 2** sind die Kondensatorbänke der beiden Teilwechselrichter gut zu erkennen. Direkt davor befinden sich jeweils sechs Treiberstufen (weiße Treiberbausteine). Die dazugehörigen IGBT's sind wie alle anderen Leistungshalbleiter auch auf der Rückseite montiert und mit dem Strangkühlkörper

unterhalb der Platine verschraubt. Über einen Thermosensor wird die Temperatur des Kühlkörpers laufend überwacht. Der Netzgleichrichter sowie die Stromwandler und Ausgangsrelais für die sechs Motorphasen befinden sich links im Bild. Mit Hilfe der Stromwandler können Kurzschlußströme bei Windungs-, Phasen- oder Erdschluß der Maschine detektiert werden. Der Bremssteller findet in der Mitte der Leiterkarte Platz. Das Netzteil (in der Mitte rechts) versorgt die Treiberstufen und die gesamte Steuerungs- und Regelungselektronik, die auf einer zusätzlichen Halbetage untergebracht ist, welche über dem Leistungsteil angeordnet wird.



**Bild 3:** Frequenzumrichterschrank

Alle weiteren Komponenten wie Netzschütz, -drossel, und -filter sowie die Bremswiderstände sind zusammen mit dem Pulswechselrichter in einem Schaltschrank (**Bild 3**) untergebracht, der auch die für den Betrieb notwendigen Bedien- und Anzeigeeinstrumente bereitstellt.

Wenn die Funktionsfähigkeit des Frequenzumrichters im Gesamtsystem unter Beweis gestellt werden kann, kommt derselbe Leistungsteil auch für den Einsatz an anderen sechsphasigen Maschinen ähnlicher Leistung in Frage. Durch einfache Änderungen im Layout kann natürlich auch ein dreiphasiger Wechselrichter realisiert werden.