

**Zong, Youming: "Verbesserung des Verhaltens einer HGÜ nach drehstrom- und gleichstromseitigen Netzstörungen." D17 Darmstädter Dissertation 1992
(Zusammenfassung)**

Die vorliegende Arbeit untersucht neue Methoden zur Verbesserung des Störverhaltens einer Zweipunkt-HGÜ. Dafür wurde ein Thyristorsteuersatz auf der Basis eines Mikroprozessors INTEL 80186 mit einem Signalprozessor TMS32010 realisiert. Der komplette digitale Steuersatz und die digitale Regelung, sowohl für den Gleichrichter als auch für den Wechselrichter, wurden an einem Echtzeitsimulator („Parity“-Simulator) in Betrieb genommen und mit verschiedenen Steuerverfahren erprobt. Der Test zeigt, daß die zentralen Steuer- und Regelfunktionen ohne Redundanz mit zwei Prozessoren ausgeführt werden können.

Es wurde ein flexibler Steuersatz konzipiert, indem die stets geforderte Äquidistanz der Zündimpulse beim stationären Betrieb in zwei Schritten erreicht wird:

- Vorfilterung der gemessenen Drehspannung zur Unterdrückung der Oberschwingungen und
- anschließend Symmetrierung der in Drehspannung enthaltenen Grundschwingungssymmetrie.

Dies ermöglicht die Umschaltung zwischen der Einzelphasensteuerung und der äquidistanten Zündung auf einer sehr einfachen Weise, indem man den zweiten Schritt unterdrückt oder ihn aktiviert.

Folgende Strategien werden zur Verbesserung des Regelverhaltens und zur Minimierung der gegenseitigen Rückwirkung zwischen der Drehstrom- und der Gleichstromseite nach einer Netzstörung verwendet und bzw. vorgeschlagen:

Erprobte Strategien

- 1.) Während Störungen in Drehstromnetzen sollen die Stromrichter (GR und WR) weiter Strom führen. Dies vermindert die Blindleistungsänderung und führt zur Stabilisierung der Drehstromspannung und anschließend zum schnellen Hochfahren.
- 2.) Nach einer Störung im speisenden Netz soll die proportionale Verstärkung des gleichrichterseitigen Stromreglers reduziert (z.B. mit dem Faktor 1:4) werden. Das hilft bei der Dämpfung vom Sättigungseffekt des Stromrichtertransformators (Kap. 6.3.2).
- 3.) Bei unsymmetrischen Erdschlüssen im wechselrichterseitigen Netz soll der Steuersatz ab dem Fehlereintritt schnell auf individuelle Steuerung, nach dem Fehler-Ende kontinuierlich zurück auf äquidistante Zündung umgeschaltet werden. Das ermöglicht die Leistungsübertragung in der Fehlerzeit und minimiert den Energieausfall. Die experimentellen Ergebnisse zeigen, daß bei („Benchmark“-Parametern kein Problem mit Harmonischen entsteht (Kap. 6.4.1).
- 4.) Gesteuertes (nach exponentieller Funktion) Hochfahren (Kap. 6.1.3) nach einem satten Kurzschluß in Drehstromnetzen kann das Hochfahren beschleunigen. Das Hochfahren mit Strommarginal-Verfahren würde wegen des Einschwingens der Regler und der kleinen Stromsollwerte-Differenz der beiden Stationen längere Zeit brauchen.
- 5.) Zündwinkelverschiebung der Stern-Dreieck-Ventilbrücke (um z.B. 3° el. früher als bei der Stern-Stern-Brücke, Kap. 6.4.1) kann Kuppungen nach einer Störung im WR-Netz vermindern. Dies beruht auf der experimentellen Tatsache, daß die Ventile in der Stern-Dreieck-Brücke beim schnellen Hochfahren zuerst kippen.
- 6.) Fehleradaptive ventilbezogene Zündwinkelmodulation am Wechselrichter kann die Folgekuppungen beim Hochfahren nach einem einpoligen Kurzschluß im gespeisten Netz weitgehend vermindern bzw. vermeiden (Kap. 6.4.1). Diese Maßnahme wird begründet durch die Auswirkung des magnetischen Sättigungseffektes in Stromrichtertransformatoren (Kap. 6.1.2).
- 7.) Bei wechselrichterseitigem dreipoligem Kurzschluß ist es meßtechnisch schwierig festzustellen, welche Phase der Transformatoren am stärksten in der Sättigung bleibt, um ventilbezogene Zündwinkelmodulation auszuführen. In diesem Fall zeigt die Löschwinkelpaar-Regelung nach dem gesteuertem Hochfahren ein sicheres Verhalten (Kap. 6.4.2).
- 8.) Bei einem Leistungskurzschluß müssen die Stromrichter auf beiden Seiten während der Fehlerzeit nach dem konventionellen Konzept blockieren. Dadurch können hohe Überspannungen in Drehstromnetzen entstehen. Dies wird durch Einsatz mit den in [10] vorgeschlagenen Erdungsschaltern auf beiden Leitungsenden vermieden (Kap. 7.3).

Vorgeschlagene Strategien

9.) Der Löschwinkelkreis ist bekanntlich nichtlinear. Diese Nichtlinearität erschwert die Festlegung der Reglerparameter und die Analyse des Regelverhaltens. In Kap. 4.4 wurde statt der Löschwinkelregelung eine modifizierte und im gesamten Zündwinkel-Stellbereich linearisierte $\cos\gamma$ -Regelung vorgeschlagen. Die erste Echtzeitprobe mit großen Netzstörungen (Beispiele nicht in der Arbeit enthalten) hat gezeigt, daß sich die $\cos\gamma$ -Regelung keinesfalls schlechter als normale γ -Regelung verhält. Es sind noch genauere Untersuchungen erforderlich, um die Eigenschaften der $\cos\gamma$ -Regelung deutlich zu repräsentieren.

10.) Die stationären U_d/I_d -Kennlinien mit der spannungsabhängigen Stromreduzierung (VDCOL) sollte nach den Überlegungen über die maximal übertragbare Gleichstromleistung festgelegt werden (vgl. Kap. 5.2)