

M. Eng. Xiao Qiang Wu, Bochum

**Doppel-Dreipunkt-Wechsel-
richtersystem zur Speisung
von Induktionsmaschinen sehr
großer Leistung mit hohen
Anforderungen an Drehmo-
mentgüte und -dynamik**

Reihe **21**: Elektrotechnik

Nr. **223**

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Doppel-Dreipunkt-Stromrichtersystem	4
2.1	Dreipunktwechselrichter	4
2.2	Doppel-Dreipunktwechselrichter als Motorstromrichter	8
2.3	Doppel-Dreipunktwechselrichter als Netzstromrichter	13
3	Regelungs- und Steuerstrategien für eine mit Doppel-Dreipunktwechselrichter gespeiste Induktionsmaschine	15
3.1	Mittelpunktpotentialabweichung und Lösungsansätze	15
3.1.1	Lösungsansatz für einen Dreipunktwechselrichter	15
3.1.2	Lösungsansatz für das Doppel-Dreipunktwechselrichtersystem	16
3.2	Drehmomentführung bei Indirekter Ständergrößenregelung (ISR)	17
3.2.1	Maschinenregelung und Wechselrichtersteuerung	17
3.2.2	Steuerverfahren mit Pulsbreitenmodulation	17
3.2.2.1	Pulsbreitenmodulation mit Hilfssteuerspannung	18
3.2.2.2	Verwendung der Nullzustände bei kleiner Grundschaingungsaussteuerung	20
3.2.2.3	Wechsel zwischen normaler Betriebsart und Betriebsart bei kleiner Grundschaingungsaussteuerung	23
3.2.3	Drehmomentgüte und Oberschaingungen des Strangstroms bei Pulsbreitenmodulation	26
3.3	Drehmomentführung mit Toleranzband-DSR (TB-DSR)	29
3.3.1	Prinzip	29
3.3.2	Flußführung	30
3.3.3	Breite des Drehmoment-Toleranzbands	32
3.3.4	Auswahl der Schaltzustände	37
3.3.4.1	Wechsel-Bedingung	38
3.3.4.2	Mindestschaltzustandsdauer-Bedingung	38
3.3.4.3	Mittelpunktstrom-Bedingung	39
3.3.4.4	Schaltanzahl-Bedingung	39
3.3.4.5	Beispiel für einen unterteilten Aussteuerungsbereich	39
3.3.5	Unterteilung des Aussteuerungsbereichs und Bereichswechsel	41
3.3.6	Ausnahmebehandlung bei Schaltspielwechseln	44
3.3.7	Frage des optimalen Abschneidewinkels	46
3.3.8	Zeitverläufe	48
3.3.9	Dynamischer Drehmomentauf- und -abbau bei TB-DSR	50
3.4	Drehmomentführung mit Bahnlängenregelung (BLR) im oberen Spannungstell- und im Feldstellbereich	54
3.4.1	Grundfrequenztaktung	54
3.4.1.1	Prinzip des Verfahrens der Grundfrequenztaktung	54
3.4.1.2	Optimierte Steuerwinkel und Drehmomentgüte bei Grundfrequenztaktung	56
3.4.1.3	Ständerflußführung bei Grundfrequenztaktung	58
3.4.2	Dreifachtaktung	60
3.4.2.1	Prinzip des Dreifachtaktungsverfahrens	60

3.4.2.2	Optimierte Steuerwinkel und Drehmomentgüte bei Dreifachtaktung	61
3.4.2.3	Flußscheitelsollwerte für Dreifachtaktung	63
3.4.3	Dynamischer Drehmomentauf- und abbau bei Bahnlängenregelung	64
3.5	Einteilung in Betriebsbereiche	70
4	Regelungs- und Steuerstrategie für den Doppel-Dreipunktwechselrichter als netzfreundlicher Einspeisestromrichter	73
4.1	Stationäres Verhalten, Netzurückwirkungen	73
4.1.1	Durch den Einspeisestromrichter verursachte Netzspannungsverzerrung	75
4.1.2	Einfluß des Steuerwinkels auf die Spannungsverzerrung bei Grundfrequenz- und Dreifachtaktung	77
4.2	Hochdynamische Leistungsregelung des Einspeisestromrichters	80
4.2.1	Prinzip der Regelung mit unterlagertem SR-Flußregler	80
4.2.2	Leistungsregelung beim realen Doppel-Dreipunkt-Netzstromrichter	84
4.2.2.1	Flußführung	84
4.2.2.2	Simulationsergebnisse	88
4.2.2.3	Steigerung des dynamischen Verhaltens	88
4.3	Steuerung des Mittelpunktpotentials	92
5	Zusammenfassung	94
6	Daten des Antriebsystems	96
7	Anhang	98
7.1	Raumzeigerdarstellung	98
7.2	Maschinenmodell	100
7.2.1	Ersatzschaltbilder der Induktionsmaschine	100
7.2.2	Normierte Darstellung	101
7.3	Modell der Einspeiseschaltung	104
7.4	Harmonische des Drehmoments	106
8	Literatur	108