

Dipl.-Ing. Steffen Richter, Weinheim

# **Analyse und Bewertung von Steuerverfahren für pulsrichterergespeiste Asynchronmaschinen**

Reihe **21**: Elektrotechnik

Nr. **207**

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> . . . . .	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Mathematische Modelle der Asynchronmaschine</b> . . . . .	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Das Antriebssystem und sein Simulationsmodell</b> . . . . .	<b>10</b>
3.1	Die Asynchronmaschine am spannungseinprägenden Umrichter . . .	10
3.2	Nachbildung des Antriebssystems auf dem Digitalrechner . . . . .	11
3.2.1	Das Simulationsmodell des Umrichters . . . . .	13
3.2.2	Das Simulationsmodell der Asynchronmaschine . . . . .	15
3.2.3	Regel- und Ansteuerverfahren . . . . .	24
<b>4</b>	<b>Definitionen</b> . . . . .	<b>26</b>
4.1	Koordinatensysteme . . . . .	26
4.2	Spannungsraumzeiger . . . . .	27
4.3	Die Wechselrichter-Schaltfrequenz . . . . .	29
<b>5</b>	<b>Verfahren zur direkten Ständerfluß- und Drehmomentregelung</b> . . . . .	<b>33</b>
5.1	Die Asynchronmaschine bei Anwendung der direkten Verfahren . .	34
5.2	Die Direkte Selbstregelung (DSR) . . . . .	49
5.2.1	Beschreibung des Verfahrens . . . . .	49
5.2.2	Das Betriebsverhalten des Antriebs . . . . .	53
5.2.3	Antriebe hoher Leistung . . . . .	68
5.3	Das Verfahren nach Takahashi . . . . .	71
5.3.1	Beschreibung des Verfahrens . . . . .	71
5.3.2	Das Betriebsverhalten des Antriebs . . . . .	75
5.3.3	Hochdynamische Antriebe . . . . .	85

<b>6</b>	<b>Pulsweitenmodulationen</b> . . . . .	<b>89</b>
6.1	Das Unterschwingungsverfahren . . . . .	89
6.1.1	Beschreibung des Verfahrens . . . . .	89
6.1.2	Pulsmuster für Taktzahl $z_T = 3$ . . . . .	92
6.1.3	Pulsmuster für Taktzahlen $z_T > 3$ . . . . .	95
6.1.4	Wechsel der Taktzahl . . . . .	100
6.1.5	Das Betriebsverhalten des Antriebs . . . . .	103
6.2	Die Spannungsraumzeigermodulation . . . . .	108
6.2.1	Beschreibung des Verfahrens . . . . .	108
6.2.2	Modulationsvarianten . . . . .	114
6.2.3	Spannungsausnutzung des Wechselrichters . . . . .	124
6.2.4	Das Betriebsverhalten des Antriebs . . . . .	129
<b>7</b>	<b>Schlußbetrachtung</b> . . . . .	<b>137</b>
	<b>Anhang A: Raumzeiger</b> . . . . .	<b>140</b>
	<b>Anhang B: Gleichungen der Asynchronmaschine</b> . . . . .	<b>142</b>
	<b>Anhang C: Aufteilung der Wechselrichter-Schaltfrequenz</b> . . . . .	<b>147</b>
	<b>Verzeichnis der Formelzeichen</b> . . . . .	<b>149</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b> . . . . .	<b>154</b>
	<b>Sachregister</b> . . . . .	<b>159</b>