

Inhaltsverzeichnis

Übersicht	1
Einleitung	2
1 Digitale Echtzeitsimulation kontinuierlicher Systeme	7
1.1 Numerische Integrationsverfahren	7
1.2 Simulation unter Echtzeitbedingungen	8
1.2.1 Erste Echtzeitbedingung	9
1.2.2 Zweite Echtzeitbedingung	9
1.3 Auswahl des Integrationsverfahrens	10
1.3.1 Verfahren für Echtzeitsimulationen	10
1.3.2 Modifiziertes Euler-Verfahren	14
1.3.3 Festlegung der Integrationsschrittweite	16
2 Entwurf des Rechnersystems	19
2.1 Entwurfskriterien	21
2.2 Prozessoranforderungen	21
2.3 Rechnerstrukturanforderungen	23
2.4 Verteilung des Berechnungsaufwandes	25
3 Aufbau des Echtzeitsimulators	27
3.1 Auswahl des Prozessors	27

3.2	Aufbau der Gleitkommarechnerkarte	28
3.3	Aufbau des Rechnersystems	30
3.4	Programmierung	32
3.5	Programmverwaltung	35
4	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung	37
4.1	Einführung	37
4.2	Modell der Fernübertragung	37
4.2.1	Die zweipolige erdsymmetrische Gleichstromleitung	39
4.2.2	Nachbildung von Stromrichterschaltungen	55
4.2.3	Modell der Stromrichterstation	56
4.2.4	Regeleinrichtungen	63
4.3	Modell der Kurzkupplung	65
4.4	Bestimmung der Diskontinuitäten	69
5	Simulationsergebnisse	72
5.1	Simulation der Fernübertragung	72
5.1.1	Einschaltvorgang	74
5.1.2	Sollwertsprung des Gleichstroms	77
5.1.3	Spannungsabsenkung im gleichrichterseitigen Netz	80
5.1.4	Sollwertsprung der Gleichspannung	83
5.1.5	Spannungsabsenkung im wechselrichterseitigen Netz	86
5.1.6	Einphasiger Kurzschluß im gleichrichterseitigen Netz	89
5.1.7	Ergebnisse der Simulation der Fernübertragung	92
5.2	Simulation der Kurzkupplung	92
5.2.1	Betrieb des Simulators mit industriellen Regelungsbaugruppen	92
5.2.2	Zündimpuls-Erfassung	94

5.2.3	Stromendesignal-Ausgabe	94
5.2.4	Echtteilesimulation	96
5.2.5	Ergebnisse der Simulation der Kurzkupplung	98
6	Zusammenfassung	99
A	Daten der Fernübertragung	101
A.1	Kenndaten der Fernübertragung	101
A.2	Matrizen der Zustandsgleichungen	101
B	Daten der Kurzkupplung	106
B.1	Kenndaten der Kurzkupplung	106
B.2	Matrizen der Zustandsgleichungen	106
	Verzeichnis der mathematischen Formelzeichen	111
	Abbildungsverzeichnis	112
	Tabellenverzeichnis	114
	Literaturverzeichnis	116