

Dipl.-Ing. Christian Rehtanz, Dortmund

Einsatz eines SMES zur Verbesserung der Spannungs- stabilität elektrischer Energieübertragungssysteme

Reihe **21**: Elektrotechnik

Nr. **239**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problematik des Spannungskollaps	1
1.2	Speichertechnologien	3
1.3	Vorgehensweise	5
2	Bifurkationstheorie	10
2.1	Sattelpunkt-Bifurkation	11
2.2	Hopf-Bifurkation	13
2.3	Abgrenzung der Spannungsstabilität	16
2.4	Definition der Spannungsstabilität	21
3	Analyse der Spannungsstabilität	23
3.1	Modalanalyse zur Identifikation spannungsinstabiler Netzbezirke	23
3.2	Spannungsstabilitätsindikatoren	31
3.2.1	Minimaler singulärer Wert	32
3.2.2	Lasterhöhungsindikator	35
3.3	Darstellung von Spannungsstabilitätsindikatoren mittels künstlicher neuronaler Netze	39
3.3.2	Selbstorganisierende Kohonen-Karte	41
3.3.3	Mehrschichtiges Perzeptronnetz	49
3.4	Optimierung im Zustandsraum	52
4	Systemkomponenten zur Beeinflussung der Spannungsstabilität	60
4.1	Objektorientierte Simulationsumgebung	60
4.2	Relevante dynamische Modellierung	64
4.2.1	Generatorbetriebsdiagramm	64
4.2.2	Lastmodellierung	67
4.2.3	Stufbarer Transformator	68
4.3	Speichermodellierung	71

5	Systemische Integration multifunktionaler SMES	75
5.1	Aufgabenfelder	75
5.1.1	Verbesserung der Spannungsstabilität	75
5.1.2	Bereitstellung von Wirkleistungssekundenreserve	81
5.1.3	Pendeldämpfung und Verbesserung der transienten Stabilität	82
5.2	Dimensionierung und Kostenabschätzung	84
5.3	Integration	87
5.3.2	Erweiterung des Betriebs- und Kraftwerksführungssystems	87
5.3.3	Einsatzortbestimmung	90
6	Synthese und Validierung der SMES-Regelung	93
6.1	Integrierte multifunktionale Speicherregelung	93
6.2	Validierung der Regleraufgaben	102
6.2.1	Aufrechterhaltung der Spannungsstabilität bei Überlastsituation	103
6.2.2	Bereitstellung von Wirkleistungssekundenreserve	108
6.2.3	Pendeldämpfung und Verbesserung der transienten Stabilität	110
7	Zusammenfassung und Ausblick	115
	Anhang - Modelldaten	119
	Literaturverzeichnis	122