

HANSER

Taschenbuch der elektrischen Energietechnik

Herausgegeben von Wolfgang Schufft

ISBN-10: 3-446-40475-9

ISBN-13: 978-3-446-40475-5

Inhaltsverzeichnis

Weitere Informationen oder Bestellungen unter
<http://www.hanser.de/978-3-446-40475-5>
sowie im Buchhandel

Inhaltsverzeichnis

1	Energiebegriff, allgemeine Grundlagen	13
1.1	Arbeit, Energie und Leistung	14
1.2	Energieformen und Energieumwandlungsprozesse	16
1.2.1	Grundbegriffe	16
1.2.2	Energieumwandlungsprozesse und Wirkungsgrade	16
1.3	Elektroenergieerzeugung	18
1.4	Elektroenergie als bevorzugte Energieform	19
1.4.1	Vor- und Nachteile von Elektroenergie	19
1.4.2	Historische Entwicklung des Elektroenergiesystems	20
1.4.3	Prinzipieller Aufbau des Elektroenergiesystems	22
1.4.4	Energie- und Leistungsbilanzen	28
1.4.5	Merkmale der Elektroenergie	30
1.5	Definitionen für physikalische Größen im Elektroenergiesystem	32
1.5.1	Mathematische Beschreibung sinusförmiger Größen	32
1.5.2	Zählpfeilsysteme	37
1.5.3	Spannungen, Ströme, Leistungen und Impedanzen	37
2	Elektroenergiebereitstellung	40
2.1	Wärme kraftwerke	41
2.1.1	Grundlagen	41
2.1.2	Konventionelle Dampfkraftwerke	43
2.1.3	Gasturbinenkraftwerke	47
2.1.4	Kombinationen von Gasturbinen- und Dampfturbinenprozess	51
2.1.5	Kolbenmaschinen	52
2.1.6	Kernkraftwerke	55
2.1.7	Kraft-Wärme-Kopplung	59
2.2	Brennstoffzellen	62
2.3	Regenerative Energiequellen	64
2.3.1	Wasserkraft	65
2.3.2	Windenergie	68
2.3.3	Biomasse	72

	2.3.4	Geothermie	75
	2.3.5	Photovoltaik	75
	2.3.6	Solkraftwerke mit Konzentratoren	78
	2.3.7	Gezeiten- und Meeresenergie	79
3		Betriebsmittel in Elektroenergienetzen	81
	3.1	Betriebsmittel zum Transport von Elektroenergie	81
	3.1.1	Freileitungen	81
	3.1.2	Kabel	96
	3.1.3	Schaltanlagen	106
	3.2	Betriebsmittel zur Umwandlung von Elektroenergie	112
	3.2.1	Transformatoren	112
	3.2.2	FACTS und HGÜ	120
4		Planungsaspekte für elektrische Netze und Anlagen	122
	4.1	Netzberechnung	122
	4.1.1	Überblick	122
	4.1.2	Das System der symmetrischen Komponenten	124
	4.1.3	Lastflussberechnung	126
	4.1.4	Oberschwingungsberechnung	131
	4.1.5	Kurzschlussstromberechnung	132
	4.1.6	Zustandsschätzung, Zustandsestimation	136
	4.1.7	Zuverlässigkeitsberechnung	137
	4.1.8	Dynamische Berechnungen	140
	4.2	Isolationskoordination	144
	4.2.1	Zielstellung	144
	4.2.2	Grundprinzip	145
	4.2.3	Überspannungsbegrenzung	149
	4.2.4	Einflussgrößen	152
	4.2.5	Vorbeugender Überspannungsschutz	155
	4.2.6	Nachwirkende Überspannungsbegrenzung	156
	4.2.7	Standardisiertes Verfahren nach IEC 60071	156
	4.2.8	Genauigkeit und Rückkopplungen	157
	4.3	Selektivschutztechnik	160
	4.3.1	Grundlagen der Selektivschutztechnik	160
	4.3.2	Schutzkriterien	161
	4.3.3	Schutzfunktionen	163
	4.3.4	Messung von Strom und Spannung	170
	4.3.5	Zusatzfunktionen	176
	4.4	Leittechnik	178
	4.4.1	Anforderungen	178

4.4.2	Strukturen	180
4.4.3	Schnittstellen	185
4.4.4	Schaltfehlerschutz	190
4.4.5	Diagnose und Monitoring	192
4.4.6	Elektromagnetische Verträglichkeit	195
5	Beanspruchungen von Betriebsmitteln	200
5.1	Spannungsbeanspruchungen	201
5.1.1	Äußere Überspannungen	202
5.1.2	Innere Überspannungen	215
5.1.3	Beeinflussung	221
5.2	Thermische Beanspruchung	224
5.2.1	Grundlagen der Wärmeübertragung	224
5.2.2	Wärmebilanzgleichung eines gestreckten Leiters	233
5.2.3	Wärmenetzmethode	242
5.3	Mechanische Beanspruchung	248
5.3.1	Elektromagnetische Kräfte	248
5.3.2	Kräfte durch Wärmedehnung	252
5.3.3	Beanspruchung von Leiteranordnungen	253
6	Hochspannungstechnik	256
6.1	Klassifizierung und Berechnung elektrischer Felder	258
6.1.1	Spannungsbelastung, Bemessungsspannungen, Prüfspannungen	258
6.1.2	Homogene und inhomogene Felder	260
6.1.3	Ein- und Mehrstoffsysteme, Durchschlag und Überschlag	265
6.1.4	Bemessungsgrundregeln für Isolierungen	266
6.1.5	Berechnung und Darstellung elektrischer Felder	267
6.1.6	Berechnung der Einsetzspannung	275
6.1.7	Feldstärken an Grenzflächen	276
6.2	Entladungsverhalten gasförmiger, fester und flüssiger Isolierstoffe	280
6.2.1	Gasförmige Isolierstoffe	280
6.2.2	Flüssige Isolierstoffe	292
6.2.3	Feste Isolierstoffe	294
6.2.4	Vakuumisolierungen	297
6.3	Prüfung der Spannungsfestigkeit von Betriebsmitteln ...	298
6.3.1	Hochspannungs-Prüfanlagen	298

	6.3.2	Messung hoher Spannungen	306
6.4		Messverfahren zur Zustandsbewertung von Isolierungen	307
	6.4.1	Messung von Teilentladungen (TE)	308
	6.4.2	Messung der Leitfähigkeit	311
	6.4.3	Messung der Polarisierung und Depolarisierung ..	311
	6.4.4	Messung des Verlustfaktors	313
7		Schaltgerätetechnik	314
7.1		Schaltgeräte	314
7.2		Kontakttheorie	317
	7.2.1	Ruhender Kontakt (geschlossener Kontakt) ...	317
	7.2.2	Gleitender Kontakt	322
	7.2.3	Schaltender Kontakt	322
	7.2.4	Kontaktmaterialverschleiß	327
	7.2.5	Kontaktmaterial	327
7.3		Schaltlichtbogen	329
	7.3.1	Charakteristik der Schaltlichtbögen	329
	7.3.2	Stationäre (statische) Lichtbogenkennlinie ...	336
	7.3.3	Dynamische Lichtbogenkennlinie	338
	7.3.4	Gleichstromlichtbogen	339
	7.3.5	Wechselstromlichtbogen	340
7.4		Schaltgerätekonstruktion	342
	7.4.1	Niederspannungsschalter	342
	7.4.2	Mittelspannungsschalter	343
	7.4.3	Hochspannungsschalter	345
8		Elektrische Maschinen und Antriebe	349
8.1		Grundlagen der Energiewandlung	349
	8.1.1	Magnetfeldentstehung	349
	8.1.2	Spannungserzeugung	357
	8.1.3	Kraft- und Drehmomentenerzeugung	361
	8.1.4	Leistungsumsatz	364
8.2		Drehfeldmaschinen	368
	8.2.1	Drehfelder	368
	8.2.2	Spannungsinduktion durch Drehfelder	371
	8.2.3	Asynchronmaschinen	374
	8.2.4	Synchronmaschinen	385
8.3		Gleichstrommaschinen	394
	8.3.1	Aufbau von Gleichstrommaschinen	395
	8.3.2	Magnetfelder	399

8.3.3	Spannungsinduktion	400
8.3.4	Drehmoment	401
8.3.5	Stromwendung	402
8.3.6	Betriebsverhalten des fremderregten Nebenschlussmotors	402
8.3.7	Anwendungen in der Antriebstechnik	404
9	Leistungselektronik	407
9.1	Leistungshalbleiter-Bauelemente	408
9.1.1	Grundlagen der Festkörperelektronik	408
9.1.2	Halbleiterwerkstoffe	409
9.1.3	PN-Übergang	411
9.1.4	Leistungsbaulemente	413
9.2	Stromrichter	424
9.2.1	Grundlagen	424
9.2.2	Gleichrichter	424
9.2.3	Wechselrichter	435
9.2.4	Umrichter	443
10	Elektroenergieanlagensicherheit	449
10.1	Wirkungen von elektrischem Strom auf den Menschen .	449
10.1.1	Begriffe und Richtwerte	449
10.1.2	Zeit-Stromstärke-Bereiche	451
10.1.3	Statistik der tödlichen Unfälle	452
10.2	Schutz gegen elektrischen Schlag	452
10.2.1	Begriffe	452
10.2.2	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)	454
10.2.3	Wirkungsprinzipien der Schutzmaßnahmen ...	456
10.2.4	Schutz gegen elektrischen Schlag unter normalen Bedingungen	457
10.2.5	Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen	457
10.3	Sachwertschutz	462
10.3.1	Schutz gegen Überströme	462
10.3.2	Schutzeinrichtungen bei Überströmen	465
10.3.3	Schutz gegen Überspannungen	467
10.4	Schutz vor elektrischen und magnetischen Feldern	469
10.4.1	Entstehen von elektrischen und magnetischen Feldern	469
10.4.2	Technische Wirkungen elektrischer und magnetischer Felder	469

10.4.3	Biologische Wirkungen elektrischer und magnetischer Felder	470
10.4.4	Grenzwerte elektrischer und magnetischer Felder	470
10.4.5	Maßnahmen zur Reduzierung elektrischer und magnetischer Felder	472
11	Elektroenergiewirtschaft	474
11.1	Einführung	474
11.2	Stromwirtschaftliche Grundfunktionen	475
11.2.1	Entflechtung des Netzgeschäftes	476
11.2.2	Marktteilnehmer	476
11.3	Rechtliche Rahmenbedingungen	478
11.3.1	Europäische Vorgaben	478
11.3.2	Deutsches Energierecht	479
11.4	Grundlagen wirtschaftlicher Entscheidungen	480
11.4.1	Investitionen	480
11.4.2	Kosten	480
11.4.3	Wirtschaftlichkeitsrechnung	482
11.4.4	Statische Verfahren	483
11.4.5	Dynamische Verfahren	484
11.4.6	Finanzierung	488
11.5	Preismanagement	489
11.5.1	Methoden der Preisbestimmung	490
11.5.2	Strompreise	493
11.5.3	Preisbildung im Stromvertrieb	493
11.5.4	Preisbildung im Stromhandel	497
11.5.5	Preisbildung für Netznutzung	500
	Formelverzeichnis	505
	Literaturverzeichnis	508
	Sachwortverzeichnis	521