

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Aufbau elektrischer Netze	5
2.1	Allgemeines	5
2.2	Idealschema des Verbundnetzes	5
2.3	Abweichungen vom Idealschema	7
2.4	Aufbau von Unterstationen und Schaltanlagen	9
2.5	Stelltransformatoren	13
2.6	Kraftwerke	15
3	Betriebsaufgaben und Betriebsorganisation	16
3.1	Überblick über die Aufgaben des Netzbetriebes	16
3.1.1	Netzführung	16
3.1.2	Kraftwerkskoordination	17
3.1.3	Sicherheitskontrollen	19
3.1.4	Betriebsplanung	19
3.1.5	Zusammensicht	21
3.2	Allgemeines zur Arbeitsorganisation	21
3.3	Idealschema einer Hierarchie von Netzleitstellen	23
3.4	Idealschema der Aufgabenteilung in einer Netzleitstelle	26
3.5	Abweichungen von den Idealschemata	28
3.5.1	Historische Entwicklung, Inkonsistenz des Unterstationsbegriffs	28
3.5.2	Lage der Kraftwerke, Kraftwerkskoordination	33
3.5.3	Zuordnung der Betriebsplanung	33
3.6	Inspektion, Wartung, Reparatur, Netzausbau	35
3.6.1	Anlagenbegehung	35
3.6.2	Wartung und Reparatur	35
3.6.3	Netzausbau	36
3.6.4	Auswirkung auf Netzbetrieb und Netzleittechnik	36
3.7	Weitere Aufgaben des Netzbetriebes	37
3.7.1	Zusammenarbeit mit anderen Abteilungen des EVU	37
3.7.2	Spezielle Datensammlung und -auswertung	38
3.8	Aus der Netzleittechnik resultierende Betriebsaufgaben	38
3.8.1	Planung, Ausbau und Überwachung der Fernwirkverbindungen	40
3.8.2	Wartung, Überwachung und Entstörung der Prozeßrechnerhardware	40

3.8.3	Softwareentwicklung	41
3.8.4	Datenpflege und -sicherung	42
3.9	Globale Betriebszustände des Versorgungssystems	43
3.10	Netzaufbau und Netzbetriebsführung in der VR China	44
3.10.1	Stromerzeugung und -verbrauch	45
3.10.2	Spannungsebenen und Übertragungsleitungen	47
3.10.3	Besonderheiten im Betrieb der elektrischen Netze	47
3.10.4	Betriebsorganisation und Netzleitsystem	48
4	Fernwirktechnik und Nachrichtenübertragung	50
4.1	Einführung	50
4.1.1	Aufbau einer einfachen zeitmultiplexen Fernwirkstrecke	51
4.1.2	Funktionen der Fernwirkgeräte	55
4.1.3	Übertragung verschiedener Informationsarten	58
4.2	Nachrichtenkanäle	59
4.2.1	Tonfrequenzmodulation und Tonfrequenzkanäle	59
4.2.2	Signalcodierung	68
4.2.3	Leitungseigenschaften	71
4.2.4	Telefonkanäle im Nahbereich	81
4.2.5	Telefonkanäle im Fernbereich	85
4.2.6	TFH-Übertragung	92
4.2.7	Nachrichtenübertragung über Fernmeldeluftkabel, Phasenseilkabel und Erdseil	101
4.2.8	Richtfunk	102
4.2.9	Rundfunk	106
4.2.10	Lichtleitertechnik	107
4.3	Betriebs- und Verkehrsarten von Fernwirkübertragungen	119
4.3.1	Frequenz- und zeitmultiplexe Verfahren	119
4.3.2	Betriebsarten von zeitmultiplexen Systemen	121
4.3.3	Telegrammaufbau	122
4.3.4	Verkehrsarten und -strukturen	129
4.4	Sicherung der Datenübertragung	137
4.4.1	Signalsicherung	138
4.4.2	Sicherung durch Wiederholung der Nachricht	139
4.4.3	Anwendung von Block-Codes mit Fehlererkennung und -korrektur	140
4.4.4	Sicherung des Nachrichtenübertragungssystems	149
4.4.5	Zusätzliche Sicherungsmaßnahmen	151
4.5	Ein- und Ausgabe von Signalen an Fernwirkgeräten	152
4.6	Weitere im Netzbetrieb verwendete Übertragungsverfahren	157
4.6.1	Meßwertübertragungen mittels Impulsfrequenzcodierung	157
4.6.2	Zählwertübertragung mittels Zählimpulsen	159
4.6.3	Höher/Tiefer-Impulse	162
4.7	Ferndatenübertragung zwischen Rechnern	164
4.7.1	Protokolle	165
4.7.2	OSI-Architekturmodell	171

4.7.3	HDLC-Prozedur	173
4.8	Tonfrequenz-Rundsteueranlagen (TRA)	176
4.8.1	Steuerfrequenz und Ansprechspannung der Empfänger	178
4.8.2	Ankopplungsarten	180
4.8.3	Codierung der Rundsteuerungssignale	182
4.8.4	Aufbau einer Rundsteueranlage	183
4.9	Betriebsfunk	185
4.10	Telex, Telefax	189
5	Betriebsdaten und Datenmodelle	193
5.1	Zustands- und Ereignisbuchführung	193
5.2	Betriebsterminologie	196
5.2.1	Spezies	197
5.2.2	Spezieseseigenschaften, Zustände und Attribute	198
5.2.3	Objektidentifikation, Lokation	200
5.2.4	Aussagemodi	201
5.2.5	Ereignisattribute	202
5.2.6	Namensgebung	204
5.2.7	Abkürzungen	207
5.2.8	Kommentare	208
5.3	Betriebsdaten	209
5.3.1	Übersicht	209
5.3.2	Stellungsmeldungen und Befehle	221
5.3.3	Funktionsmeldungen	222
5.3.4	Meßwerte und Sollwerte	223
5.3.5	Zählwerte	225
5.3.6	Transformatorstufenstellungen	226
5.3.7	Besondere Betriebsobjekte	227
5.3.8	Besondere Übertragungsverfahren	229
5.3.9	Meldungen aus dem Informationssystem	230
5.3.10	Meldungen der Netzleitstelle	230
5.3.11	Handsetzungen, Markierungen	231
5.4	Aufbau von Datenmodellen	232
5.4.1	Positionale und deskriptive Datenidentifikation	235
5.4.2	Ordnen nach Objekten oder Attributen	236
5.4.3	Sortierung nach Speziesklassen	238
5.4.4	Trennung von „festen“ und „variablen“ Daten	239
5.4.5	Mehrstufige Datenidentifikation	241
5.4.6	Kettung der Datenidentifikation im Zugriffssystem	247
5.4.7	Praktische Gesichtspunkte	252
5.4.8	Potentielle Topologie	253
5.4.9	Objektidentifikation in Ereignisaussagen	255
5.4.10	Multiple Zugriffspfade, Koppellisten	255
5.5	Quelldaten, Änderungsdienst und Datensicherung	257
5.5.1	Aufgabe	257
5.5.2	Quellbestandsbeschreibung	259

5.5.3	Quellbeschreibung der potentiellen Topologie	263
5.5.4	Änderungsdienst	264
5.5.5	Datensicherung	268
5.6	Datenbanken und Prozeßdatenbanken	270
5.6.1	Funktion einer Datenbank	270
5.6.2	Datenbankarten	273
5.6.3	Prozeßdatenbanken für Netzbetriebsaufgaben	278
5.7	Die Netzdatensprache als Beispiel einer sprachorientierten Netzbeschreibung	279
5.7.1	Objektdeskriptor	280
5.7.2	Spezies	282
5.7.3	Diktionar	284
5.7.4	Potentielle Zustände, Attributliste	288
5.7.5	Übersetzung der Quellbeschreibung in ein rechnerinternes Datenmodell	290
5.7.6	Datenbank, Änderungsdienst	293
5.7.7	Beschreibung der potentiellen Topologie	297
5.7.8	Typen	301
5.7.9	Netzbeschreibung	302
5.7.10	Betriebsaussagen	308
5.7.11	Weitere Möglichkeiten	309
6	Datenverarbeitung in Unterstationen und Nachrichtennetzen	312
6.1	Betriebsaufgaben in der Unterstation	313
6.1.1	Verriegelungen	313
6.1.2	Programmierte Schaltfolgen	314
6.1.3	Zählerstandserfassung und Summierung	315
6.1.4	Meßwertverarbeitung	316
6.1.5	Zeitechte Erfassung von Meldungen	318
6.1.6	Befehlsgabe	319
6.1.7	Schutzaufgaben	319
6.2	Idealkonzept für die Datenverarbeitung in der Unterstation	321
6.2.1	Integrierte Stationsleittechnik	321
6.2.2	Funktionsanpassung, Softwaresicherung	329
6.3	Organisationskonzepte für den Datenverkehr im gesamten elektrischen Netz.	331
6.3.1	Direkte Datenübertragung	333
6.3.2	Indirekte Datenübertragung	337
6.3.3	Knotenrechner	339
6.3.4	Praktische Gesichtspunkte in der Realisierung	342
7	Aufbau von Netzleitstellen	347
7.1	Gebäudeplanung	347
7.2	Aufbau der Warte	351
7.2.1	Mensch/Maschineinterkommunikation	351
7.2.2	Arbeitsplatz	354

7.2.3	Sichtgeräte und Bildschirmformate	358
7.2.4	Graphiktablett	367
7.2.5	Meldebild	368
7.2.6	Daueranzeigen, Hilfstafeln, Instrumententräger	374
7.2.7	Druckende Geräte	375
7.2.8	Ein- und Ausgabe chinesischer Schriftzeichen	376
7.2.9	Wartenarchitektur	379
7.3	Eigenbedarf, Notstromversorgung	383
7.4	Brandschutz	386
8	Rechnersysteme	388
8.1	Aufbau von Rechnern	390
8.1.1	Grundfunktionen	390
8.1.2	Anschluß peripherer Geräte	397
8.1.3	Standard- und Cacheregister	399
8.1.4	Wortlänge und Adreßraum	400
8.1.5	Interrupt-Organisation	403
8.1.6	Peripherenspeicherorganisation	406
8.1.7	Rechnerkanäle und Externbusse	407
8.1.8	Standardperipherie	408
8.1.9	V.24-Schnittstelle	413
8.1.10	Prozeßinterface	415
8.1.11	Lokale Rechnernetzwerke	419
8.2	Rechnerausüstung von Netzleitstellen	421
8.2.1	Einrechnersystem	422
8.2.2	Zweirechnersystem	423
8.2.3	Mehrrechnersysteme	430
8.2.4	Fernwirkkoppelungen	436
8.2.5	Weitere Entwicklungen	440
9	Softwaresystem	443
9.1	Übersicht	443
9.2.	Systemsoftware	444
9.2.1	Betriebssystem	444
9.2.2	Assembler, Compiler, Programmiersprachen	450
9.2.3	Weitere Dienstprogramme	455
9.3	Grundzüge des Anwendersystemaufbaus	456
9.3.1	Programmeigenschaften und Aufgabenteilung in Mehrrechnersystemen	456
9.3.2	Portabilität und Mehrfachnutzung	458
9.3.3	Datenspeicherung	460
9.3.4	Außensteuerung von Programmen	462
9.3.5	Vorwärtslieferung und Rückwärtsabholung von Daten	472
9.3.6	Nahtstellensystem	476
9.3.7	Datenhandlingssystem	477
9.4	Primäranalyse	485

9.4.1	Betriebsfunktionen	486
9.4.2	Programmfunktionen	489
9.4.3	Basisverarbeitung	491
9.4.4	Meßwertverarbeitung	492
9.4.5	Zeitliche Mittelung von Meßwerten	495
9.4.6	Meldungsverarbeitung	498
9.4.7	Zählwertverarbeitung	505
9.4.8	Abwicklung einer Schalthandlung	507
9.4.9	Schaltfolgen	511
9.4.10	Bildaktualisierung	514
9.4.11	Netzregelung (Leistungsfrequenzregelung)	516
9.4.12	Übergabeleistungsregelung	522
9.4.13	Momentanoptimierung	527
9.4.14	Textausgaben, Protokolle	534
9.4.15	Quittierfunktion	538
9.4.16	Kommentarverwaltung	539
9.4.17	Topologieauswertung	542
9.5	Sekundäranalyse	543
9.5.1	Aufgaben der Sekundäranalyse	543
9.5.2	Zustandsestimation	545
9.5.3	On line Lastfluß	550
9.5.4	Kontingenzanalyse	553
9.5.5	Lastprognose	554
9.5.6	Maschineneinsatzplanung	558
10	Expertensysteme	566
11	Trainingssimulatoren	570
12	Planung und Errichtung von Netzleitsystemen	579
12.1	Vorentscheidungen	579
12.1.1	Unterstationen	580
12.1.2	Kraftwerke	581
12.1.3	Netzleitstellen	582
12.1.4	Nachrichtenübertragungsnetz	582
12.2	Systemplanung	583
12.2.1	Erfassung der Aufgaben und Betriebsfunktionen	583
12.2.2	Erfassung der Betriebsdaten	583
12.2.3	Vorplanung der Informationsübertragung	586
12.2.4	Warten und Infrastruktur	589
12.2.5	Systemstudien	590
12.2.6	Planung des künftigen Personalstandes	590
12.3	Auftragsvergabe oder Selbsterstellung	590
12.4	Abwicklung	592
12.4.1	Zeitlicher Ablauf	592
12.4.2	Planung der Geräte und Verbindungen	595

12.4.3	Softwareerstellung	596
12.4.4	Inbetriebnahme	599
12.4.5	Probetrieb	600
12.4.6	Softwaredokumentation, Programmsicherung	600
13	Anhang: Häufig verwendete Spezies mit Zuordnung von Abkürzungen und potentiellen Attributen	603
13.1	Spezies	603
13.1.1	Schaltgeräte	603
13.1.2	Messung, Zählung, Sollwertvorgabe	604
13.1.3	Transformatoren	605
13.1.4	Kabel	605
13.1.5	Schutz und Relais	606
13.1.6	Hilfseinrichtungen, allgemeine Meldungen	606
13.1.7	Markierungen, Hinweise, Kurzbefehle	606
13.1.8	Informationssystem	607
13.2	Attribute und Abkürzungen, alphabetisch	607
13.3	Potentielle Attribute	608
	Literaturverzeichnis	610
	Sachverzeichnis	624