

Žarko Filipović



© 2008 [AGI-Information Management Consultants](#)
May be used for personal purposes only or by
libraries associated to [dandelon.com](#) network.

Elektrische Bahnen

Grundlagen, Triebfahrzeuge,
Stromversorgung

3. Auflage
mit 148 Abbildungen



Springer

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
1. Allgemeine Bahnproblematik	1
1.1 Entwicklungstendenzen	1
1.2 Grundbegriffe	2
1.3 Einige Daten aus der Geschichte der Eisenbahn	4
1.4 Verkehrstechnische Unterteilung der Bahnen	5
1.5 Der Zug im Bahnbetrieb	7
1.6 Die Stellung der Bahn als Verkehrssystem	8
1.7 Vergleich der Traktionsarten	10
1.8 Stromsysteme elektrischer Traktion	13
1.9 Stand der Elektrifizierung	15
2. Zugförderung	17
2.1 Der Zug auf der Strecke	17
2.2 Die Spurführung	21
2.3 Die Problematik der spezifischen Fahrwiderstände	23
2.4 Laufwiderstand	25
2.5 Bogenwiderstand	27
2.6 Neigungswiderstand	29
2.7 Beschleunigungswiderstand	30
2.8 Übertragung der Zugkraft durch Adhäsion (Kraftschluss)	32
2.9 Der Haftwert beim Kraftschluss	34
2.10 Leistung und Energieverbrauch	37
2.11 Die Zugbildung	38
2.12 Berechnungsbeispiele und Übungsaufgaben	41
Elektrische Triebfahrzeuge	45
3. Der Fahrmotor	45
3.1 Die Fahrmotoren des Triebfahrzeuges	45
3.2 Die Übersetzung	46
3.3 Der Elektromotor als Fahrmotor	49
3.4 Der Gleichstrom-Reihenschlussmotor	52
3.5 Die Kommutierungsvorgänge bei Gleich- und Wechselstrom	55

3.6	Der Einphasenwechselstrom-Reihenschlussmotor	60
3.7	Die Charakteristik des Kollektormotors.	64
3.8	Die Charakteristik des Triebfahrzeuges.	66
3.9	Der Mischstrommotor	69
3.10	Die gemischte Erregung.	70
3.11	Die Drehstrommaschinen	71
3.12	Der Linearmotor (die Wanderfeldmaschine)	75
3.13	Berechnungsbeispiele und Übungsaufgaben	77
4.	Die Steuerung des Fahrmotors	81
	Grundlagen	81
4.1	Die Entwicklung der Steuerungstechnik	81
4.2	Methoden der Steuerungstechnik.	82
4.3	Steuerung über Stufentransformator	83
4.4	Steuerung mit vorgeschalteten Stufenwiderständen.	84
4.5	Umgruppierung der Fahrmotoren	86
4.6	Rotierende Umformergruppen.	89
4.7	Stromrichter in Anschnittsteuerung	89
4.8	Der Gleichstromsteller	91
4.9	Die Feldschwächung	95
4.10	Die Steuerung des Drehstrommotors bei konstanter Frequenz	97
4.11	Die Frequenzsteuerung der Drehstrommaschine	98
4.12	Übungsaufgaben	99
	Elektrische Bremsung	101
4.13	Aufgabe und Vorteile der elektrischen Bremse	101
4.14	Fremderregung der Bremse	103
4.15	Die Selbsterregung mit Gleichstrom	108
4.16	Der Stromrichter im Bremsbetrieb	112
4.17	Der Gleichstromsteller im Bremsbetrieb	112
4.18	Der Drehstrommotor im Bremsbetrieb	114
4.19	Übungsaufgaben	116
5.	Die Schaltungen der Steuerungstechnik	117
	Stufensteuerungen.	117
5.1	Wechselstrom-Stufenschaltungen.	117
5.2	Das Schalten der Stufen am Transformator	120
5.3	Gleichstrom-Stufenschaltungen	123
5.4	Gruppierungswechsel	124
5.5	Selbsterregte Widerstandsbremse bei Gleichstromspeisung	126
5.6	Fremderregte Widerstandsbremse	127
5.7	Die Nutzbremse bei Gleichstromspeisung	128
5.8	Die Nutzbremse bei Wechselstromspeisung	129
5.9	Gegenstrombremsung	133
	Stufenlose Steuerungen	134
5.10	Grundformen der stufenlosen Wechselstrom-Steuerungen.	134
5.11	Der Kommutierungsvorgang	138

5.12	Weiterentwickelte Wechselstrom-Steuerungen	139
5.13	Die Stromglättung	142
5.14	Stufenlose Gleichstrom-Steuerungen	144
5.15	Die Zwangslöschung des Stromes.	147
5.16	Berechnungsbeispiele und Übungsaufgaben	149
Umrichtertechnik		151
5.17	Besonderheiten der Umrichtertechnik	151
5.18	Spannungsgeführter Umrichter mit Asynchronmotor	152
5.19	Der Vierquadrantensteller	156
5.20	Stromgeführter Umrichter mit Asynchronmotor	159
5.21	Umrichter mit Synchronmotor.	161
6. Übrige elektrische Ausrüstung		163
6.1	Stromabnehmer	163
6.2	Die Apparatur des Leistungskreises	165
6.3	Hilfsenergiequellen	167
6.4	Hilfsbetriebe	168
6.5	Die Speisung der Hilfsbetriebe.	169
6.6	Die Komfortausrüstungen	172
6.7	Die Schutzeinrichtungen	173
6.8	Die Sicherheitseinrichtungen	176
6.9	Von den Steuerstromkreisen zur Leittechnik	179
6.10	Mehrsystem-Triebfahrzeuge	181
7. Erläuterungen zum mechanischen Teil		183
7.1	Grundsätzlicher Aufbau.	183
7.2	Einzelantrieb der Radsätze.	184
7.3	Gruppenantrieb	188
7.4	Bezeichnungen der Antriebsanordnung.	190
7.5	Mechanische Bremsen	191
8. Zahnradbahnen		195
8.1	Zahnradbetrieb	195
8.2	Die Zahnstange	196
8.3	Die Zahnradantriebe.	197
8.4	Bremsen und Sicherheitseinrichtungen.	200
9. Das Betriebsverhalten.		203
9.1	Der Bahnbetrieb	203
9.2	Schwankungen der Speisespannung.	204
9.3	Die Anfahrt bei Stufensteuerungen	205
9.4	Das Fahrdiagramm	207
9.5	Die Erwärmung	209
9.6	Zulässige Erwärmungen.	211
9.7	Anfahrverluste.	212

9.8	Radsatz- und Drehgestellentlastung	213
9.9	Tendenz zum Schleudern	215
9.10	Die Führung des Zuges	216
9.11	Die Problematik hoher Geschwindigkeiten	217
9.12	Der Unterhalt der Triebfahrzeuge	218
Benachbarte Traktionsgebiete		219
10. Thermoelektrische Triebfahrzeuge.		219
10.1	Thermische Triebfahrzeuge.	219
10.2	Dieselelektrischer Antrieb	220
10.3	Die Leistungsstromkreise	222
10.4	Hilfsbetriebe	223
10.5	Dieselhydraulischer Antrieb	224
11. Sonder- und Strassenfahrzeuge		225
11.1	Strassenfahrzeuge mit Fahrleitung (Trolleybus)	225
11.2	Akkumulatoren-Triebfahrzeuge	226
11.3	Strassenfahrzeuge mit Akkumulator (Elektroauto)	227
11.4	Fahrzeuge mit mechanischem Energiespeicher (Gyrobuss)	228
11.5	Verschiedene Bahnsysteme mit mechanischer Spurhaltung	228
11.6	Unkonventionelle Bahnsysteme	229
Energieversorgung		231
12. Energieversorgung elektrischer Bahnen		231
12.1	Grundsätzlicher Aufbau.	231
12.2	Hauptmerkmale	232
12.3	Kraftwerke und Unterwerke	234
12.4	Netzkupplung	236
12.5	Asymmetrische Belastung	237
12.6	Netzfrendlichkeit und Beeinflussungen	239
12.7	Die Fahrleitung	240
Anhang		245
A.	Formeln für die Fahrwiderstände (Auswahl)	245
B.	Beispiele ausgeführter Triebfahrzeuge	247
C.	Schweizerische Bezeichnungen für Triebfahrzeuge	261
D.	Regeln und Vorschriften.	263
Literaturverzeichnis		265
Sachverzeichnis.		272