

Inhalt

1 Messen und Meßfehler (K.H. Winterling und R. Thiel)

1.1 Grundbegriffe	1
1.2 Digitale und analoge Anzeige	1
1.3 Meßfehler	2
1.3.1 Fehlerquellen und Fehlerarten	2
1.3.2 Fehlergrößen	3
1.3.3 Statistische Größen	4
1.3.4 Fehlerfortpflanzung	5
1.4 Auswertung von Meßreihen	7
1.4.1 Graphische Darstellung	7
1.4.2 Regression und Korrelation	8
1.4.3 Auswertung stochastischer Meßreihen	9
1.4.4 Korrelationsanalyse von stochastischen zeitabhängigen Vorgängen	11

2 Analoge Meßgeräte (K.H. Winterling)

2.1 Elemente der anzeigenden Meßgeräte	14
2.1.1 Begriffserklärungen	14
2.1.2 Meßwerk als Drehmomentenwaage	15
2.1.3 Anzeige und Einstellvorgang	16
2.1.3.1 Statische Anzeige. 2.1.3.2 Einstellvorgang	
2.1.4 Bauelemente	17
2.1.4.1 Lagerung des beweglichen Organs. 2.1.4.2 Gegendrehmomente.	
2.1.4.3 Dämpfungsvorrichtungen. 2.1.4.4 Skala und Zeiger.	
2.1.4.5 Lichtzeiger	
2.1.5 Typische Bauarten	20
2.1.5.1 Schalttafelmeßgeräte. 2.1.5.2 Lichtmarkeninstrumente.	
2.1.5.3 Meßgeräte mit Schaltkontakten	
2.2 Normen	21
2.2.1 Genauigkeitsklassen	21
2.2.2 Skalenaufschriften und Sinnbilder	22
2.2.3 Einflußgrößen	22
2.3 Drehspulmeßgeräte	24

2.3.1	Aufbau und Wirkungsweise	24
2.3.1.1	Bauprinzip. 2.3.1.2 Wirkungsweise und Skalengleichung.	
2.3.1.3	Dämpfung. 2.3.1.4 Magnetischer Kreis	
2.3.2	Drehspulgeräte als Strom- und Spannungsmesser	26
2.3.2.1	Spannungsmesser. 2.3.2.2 Strommesser	
2.3.3	Drehspulgalvanometer	29
2.3.3.1	Empfindlichkeit und Anpassung. 2.3.3.2 Grenzwiderstand	
2.3.4	Stromstoßgalvanometer	30
2.3.4.1	Ballistisches Galvanometer. 2.3.4.2 Kriechgalvanometer	
2.3.5	Drehspulgeräte mit Gleichrichter	31
2.3.5.1	Gleichrichter. 2.3.5.2 Mittelwertgleichrichtung. 2.3.5.3 Spitzen-	
2.3.5.4	gleichrichtung. 2.3.5.4 Vielfachmeßgeräte	
2.4	Dreheisenmeßgeräte	35
2.4.1	Aufbau und Wirkungsweise	35
2.4.2	Strommesser	36
2.4.3	Spannungsmesser	37
2.5	Elektrodynamische Meßgeräte	37
2.5.1	Wirkungsweise und Skalengleichung	37
2.5.2	Bauarten	38
2.5.2.1	Eisenfreie Meßwerke. 2.5.2.2 Eisengeschlossene Meßwerke.	
2.5.2.3	Elektrodynamische Strom- und Spannungsmesser	
2.5.3	Wirkleistungsmesser	40
2.5.3.1	Schaltung. 2.5.3.2 Meßbereiche	
2.6	Weitere analoge Meßwerke	41
2.6.1	Drehmagnetmeßwerke.	41
2.6.2	Quotientenmeßwerke	41
2.6.3	Induktionsmeßwerke	42
2.6.4	Thermische Meßgeräte	43
2.6.5	Elektrostatische Meßgeräte.	44
2.6.5.1	Wirkungsweise. 2.6.5.2 Elektrostatische Spannungsmesser.	
2.6.5.3	Elektrometer	
2.6.6	Zungenfrequenzmesser	45
2.7	Schreibende Meßgeräte	46
2.7.1	Wiedergabetreue	46
2.7.2	Linienreiber	48
2.7.2.1	Schreibarten. 2.7.2.2 Schreibfläche und Antrieb. 2.7.2.3 Feder-	
2.7.2.4	föhrung. 2.7.2.4 Meßwerk. 2.7.2.5 Schnellschreiber. 2.7.2.6 Mehrfach-	
2.7.2.7	Linienreiber	
2.7.3	Punktdrucker	52
2.7.4	Lichtstrahloszillografen	53
2.7.4.1	Schleifenschwinger. 2.7.4.2 Spulenschwinger. 2.7.4.3 Aufnahme-	
2.7.4.4	technik	

3 Elektronische Meßtechnik (K.H. Winterling unter Mitwirkung von H. Fricke)	
3.1 Meßverstärker	55
3.1.1 Eigenschaften von Meßverstärkern	56
3.1.1.1 Ströme und Spannungen am Meßverstärker. 3.1.1.2 Verstärkung und Verstärkungsmaß. 3.1.1.3 Frequenzgang. 3.1.1.4 Verstärkerrauschen	
3.1.2 Operationsverstärker	60
3.1.2.1 Eingangsgrößen. 3.1.2.2 Frequenzverhalten	
3.1.3 Schaltung von Meßverstärkern	62
3.1.3.1 Wechselspannungsverstärker. 3.1.3.2 Gleichspannungsverstärker. 3.1.3.3 Verstärker mit Modulation der Eingangsspannung	
3.1.4 Gegenkopplung	66
3.1.4.1 Rückführung einer Spannung. 3.1.4.2 Rückführung eines Stromes	
3.1.5 Nichtlineare Verstärkerschaltungen	70
3.1.5.1 Spannungskomparator. 3.1.5.2 Gegenkopplung mit Gleichrichtern. 3.1.5.3 Logarithmierende Verstärker. 3.1.5.4 Speicherschaltungen. 3.1.5.5 Multiplizierer. 3.1.5.6 Multivibratoren. 3.1.5.7 Sinusoszillator.	
3.2 Elektronenstrahl-Oszilloskope	76
3.2.1 Elektronenstrahlröhren	76
3.2.1.1 Wirkungsweise. 3.2.1.2 Ablenkempfindlichkeit. 3.2.1.3 Laufzeiteinfluß und Frequenzgrenze. 3.2.1.4 Leuchtschirm und Nachbeschleunigung. 3.2.1.5 Speicherröhren	
3.2.2 Schaltung und Baugruppen.	79
3.2.2.1 Verstärker. 3.2.2.2 Zeitablenkung. 3.2.2.3 Mehrkanal-Oszilloskope. 3.2.2.4 Zubehör und weitere Funktionsgruppen	
3.2.3 Besondere Ausführungen	84
3.3 Arbeitsweise digitaler Meßgeräte	85
3.3.1 Quantisieren	86
3.3.2 Codieren	87
3.3.3 Logische Schaltungen	89
3.3.3.1 Kennzeichnung der Dualziffern durch Spannungswerte. 3.3.3.2 Verknüpfung binärer Veränderlicher. 3.3.3.3 Ausführungen	
3.3.4 Speicher für binäre Informationen.	91
3.3.5 Zähl-schaltungen	92
3.3.5.1 Zählketten. 3.3.5.2 Zählringe	
3.3.6 Übertragung digitaler Daten	95
3.3.6.1 Übertragungsverfahren. 3.3.6.2 Physikalische Datenwege.	
3.3.7 Anzeige und Ausdruck von Daten.	97
3.3.7.1 Optische Anzeige. 3.3.7.2 Bildschirmanzeige. 3.3.7.3 Datendruck. 3.3.7.4 Quasianaloge Leuchtsäulenanzeige	
3.4 Digital-Meßgeräte und Meßverfahren	100
3.4.1 Elektronische Zähler	100
3.4.1.1 Funktionsgruppen. 3.4.1.2 Impuls- und Ereigniszählung. 3.4.1.3 Frequenzmessung. 3.4.1.4 Zeitmessung	

3.4.2	Digital-Analog-Umsetzer	104
3.4.3	Analog-Digital-Umsetzer	106
	3.4.3.1 Quantisierung von Spannungen. 3.4.3.2 Stufenkompensatoren.	
	3.4.3.3 Spannungs-Zeit-Umsetzer. 3.4.3.4 Integrierende Spannungs-Zeit-	
	Umsetzer. 3.4.3.5 Ladungs-Kompensationsverfahren. 3.4.3.6 Spannungs-	
	Frequenz-Umsetzer	
3.4.4	Digitale Spannungs-, Strom- und Widerstandsmesser	111
	3.4.4.1 Aufbau eines Systemmultimeters 3.4.4.2 Baugruppen.	
	3.4.4.3 Datenausgabe. 3.4.4.4 Selbsttätige Messung und Datenverarbeitung.	
	3.4.4.5 Stromversorgung. 3.4.4.6 Fehler und Kalibrierung	
3.4.5	Praktisches Messen mit digitalen Meßgeräten.	115
	3.4.5.1 Masse und Erde. 3.4.5.2 Störspannungen	
	3.4.5.3 Unsymmetrische und symmetrische Eingangsschaltung	
	3.4.5.4 Datenausgabe	
3.4.6	Transientenspeicher und Digital-Speicheroszilloskop	118
	3.4.6.1 Funktionsschema. 3.4.6.2 Baugruppen. 3.4.6.3 Betriebsarten	
3.4.7	Logik-Analysatoren	122
3.4.8	Digitale Leistungs- und Arbeitsmessung bei Wechselstrom	123
	3.4.8.1 Digitalisierung der mittleren Wirkleistung. 3.4.8.2 Digitale	
	Produktbildung	
3.4.9	Digitale Punkt- und Linienschreiber	125

4 Messung von Strom, Spannung, Leistung und Arbeit (K.H. Winterling unter Mitwirkung von D. Selle und P. Vaske)

4.1	Elektrische Einheiten und Normale	127
	4.1.1 Absolute elektrische Einheiten	127
	4.1.2 Gebrauchsnormale	130
	4.1.2.1 Spannungsnormale. 4.1.2.2 Normalwiderstände. 4.1.2.3 Zeit-	
	normale	
4.2	Gleichstrom- und Gleichspannungsmessungen mit anzeigenden Meßgeräten	132
	4.2.1 Einfluß von Meßgeräten auf den Meßkreis	132
	4.2.2 Messung kleinster Ströme, Spannungen und Ladungen	133
	4.2.2.1 Natürliche Grenze der Meßbarkeit. 4.2.2.2 Praktisches Messen.	
	4.2.2.3 Ladungsmessung	
	4.2.3 Messung großer Ströme und Spannungen	135
4.3	Kompensationsverfahren	135
	4.3.1 Kompensatoren für Gleichspannung.	135
	4.3.1.1 Kompensationsprinzip. 4.3.1.2 Kompensator nach Poggendorff.	
	4.3.1.3 Kompensator nach Lindeck und Rothe	
	4.3.2 Strom- und Spannungsmessung mit Kompensatoren	138
	4.3.3 Selbstabgleichende Kompensatoren	139
	4.3.3.1 Selbstabgleichende Kompensatoren mit konstantem Hilfsstrom.	
	4.3.3.2 Selbstabgleichende Lindeck-Rothe-Kompensatoren	

4.3.4	Stromkomparatoren	141
4.3.4.1	Prinzip. 4.3.4.2 Gleichstrom-Meßwandler. 4.3.4.3 Gleichstromwandler für kleine Ströme	
4.4	Wechselstrommessungen	143
4.4.1	Wechselstromgrößen	143
4.4.2	Strom- und Spannungsmessung bei Wechsel- und Mischstrom.	144
4.4.2.1	Strommessung. 4.4.2.2 Spannungsmessung. 4.4.2.3 Messung bei Hochspannung. 4.4.2.4 Messung kleiner Spannungen und Ströme. 4.4.2.5 Wechselstrom-Gleichstrom-Komparatoren. 4.4.2.6 Messung von Mischstrom und Mischspannung. 4.4.2.7 Wechselspannungskompensatoren	
4.4.3	Messung hochfrequenter Spannungen und Ströme	148
4.4.3.1	Drehspulmeßgeräte mit Gleichrichter. 4.4.3.2 Transistor- und Röhrenvoltmeter. 4.4.3.3 Hochfrequenz-Millivoltmeter. 4.4.3.4 Spannungsmesser mit Vorverstärker. 4.4.3.5 Direkt anzeigende Phasenmesser. 4.4.3.6 Selektive Spannungsmesser. 4.4.3.7 Vektorvoltmeter. 4.4.3.8 Spektrumanalysatoren. 4.4.3.9 Leistungsmessung. 4.4.3.10 Strommessung bei Hochfrequenz	
4.4.4	Messungen mit dem Elektronenstrahl-Oszilloskop	155
4.4.4.1	Messung der Kurvenform und der Spannung. 4.4.4.2 Frequenz-, Zeit- und Phasenmessung. 4.4.4.3 Nullspannungsanzeiger. 4.4.4.4 Kennlinienschreiber	
4.4.5	Vektormesser	158
4.4.5.1	Schalterarten. 4.4.5.2 Messung des linearen Mittelwerts. 4.4.5.3 Messung des Phasenwinkels und der Wirk- und Blindkomponenten. 4.4.5.4 Messung des Zeitwerts	
4.5	Frequenzmessung	161
4.5.1	Frequenzmessung durch Zählung und Zeitmessung	161
4.5.2	Zeigerfrequenzmesser	162
4.5.2.1	Zeigerfrequenzmesser mit elektrodynamischem Quotientenmeßwerk. 4.5.2.2 Zeigerfrequenzmesser mit Drehspulmeßwerk	
4.5.3	Resonanzverfahren	163
4.5.4	Frequenzvergleich	164
4.5.4.1	Mischverfahren. 4.5.4.2 Frequenzspektrometer	
4.5.5	Synchronisierschaltungen	165
4.6	Meßwandler	167
4.6.1	Stromwandler	167
4.6.1.1	Schaltung. 4.6.1.2 Wirkungsweise. 4.6.1.3 Belastbarkeit. 4.6.1.4 Fehler und Genauigkeitsklasse. 4.6.1.5 Laborwandler. 4.6.1.6 Wandler für Schaltanlagen. 4.6.1.7 Wandler mit Bürdenkompensation	
4.6.2	Spannungswandler	172
4.6.2.1	Schaltung. 4.6.2.2 Wirkungsweise. 4.6.2.3 Belastbarkeit. 4.6.2.4 Fehler und Genauigkeitsklasse. 4.6.2.5 Bauarten	

4.6.3	Kapazitive Spannungswandler	175
4.7	Elektrizitätszähler	175
4.7.1	Induktionszähler	176
	4.7.1.1 Wirkungsweise. 4.7.1.2 Bauteile. 4.7.1.3 Einflußgrößen. 4.7.1.4 Zählerarten. 4.7.1.5 Zähler mit Zusatzeinrichtungen	
4.7.2	Zähler für Gleichstrom	180
	4.7.2.1 Amperestunden-Motorzähler. 4.7.2.2 Wattstundenzähler. 4.7.2.3 Elektrolytzähler	
4.7.3	Zulassungs- und Eichvorschriften	182
4.8	Messung von Arbeit, Leistung, Leistungsfaktor und Phasenwinkel	182
4.8.1	Schaltungen der Leistungsmesser	183
	4.8.1.1 Schaltungsarten. 4.8.1.2 Eigenverbrauch	
4.8.2	Leistungsmessung bei Gleich- und Wechselstrom	187
	4.8.2.1 Gleichstrom. 4.8.2.2 Wirkleistung bei Wechselstrom. 4.8.2.3 Scheinleistung. 4.8.2.4 Blindleistung. 4.8.2.5 Mittelbare Leistungsmessung bei Wechselstrom. 4.8.2.6 Leistungsmessung bei puls- weitenmodulierter Meßspannung	
4.8.3	Leistungsmessung bei Drehstrom	190
	4.8.3.1 Dreileistungsmesser-Verfahren. 4.8.3.2 Zweileistungsmesser-Ver- fahren im Vierleitersystem. 4.8.3.3 Zweileistungsmesser-Verfahren im Drei- leitersystem (Aronschaltung). 4.8.3.4 Einleistungsmesser-Verfahren. 4.8.3.5 Blindleistungsmessung.	
4.8.4	Messung von Leistungsfaktor und Phasenwinkel	197
	4.8.4.1 Unmittelbare Messung des Leistungsfaktors. 4.8.4.2 Mittelbare Messung des Leistungsfaktors. 4.8.4.3 Messung des Phasenwinkels	
4.9	Kalibrieren von analogen Meßgeräten und Elektrizitätszählern	201
4.9.1	Kalibrierschaltungen für Strom-, Spannungs- und Leistungsmesser	201
4.9.2	Kalibrierung von Galvanometern und anderen Meßgeräten für kleine Span- nungen und Ströme	203
4.9.3	Kalibrierung von Elektrizitätszählern	204
	4.9.3.1 Zählerfehler. 4.9.3.2 Meßgrößen. 4.9.3.3 Kalibrierschaltungen	
5	Messung von Wirk- und Scheinwiderständen (K.H. Winterling unter Mitwirkung von D. Selle und R. Thiel)	
5.1	Meßwiderstände	207
5.1.1	Eigenschaften von Widerständen	207
	5.1.1.1 Widerstandswerkstoffe. 5.1.1.2 Eigenschaften bei Wechselstrom	
5.1.2	Ausführung von Meßwiderständen	208
	5.1.2.1 Anschlußtechnik. 5.1.2.2 Drahtwiderstände. 5.1.2.3 Folien- widerstände. 5.1.2.4 Schichtwiderstände. 5.1.2.5 Schleifdrähte und Potentiometer	

5.2	Meßschaltungen für Gleichstrom-Widerstände	211
5.2.1	Strom- und Spannungsmessung an Widerständen	211
5.2.2	Strom- und Spannungsvergleich.	213
	5.2.2.1 Stromvergleich. 5.2.2.2 Spannungsvergleich. 5.2.2.3 Widerstands- messung durch Vergleich der Meßwertanzeigen (Ohmmeter)	
5.2.3	Quotientenmeßverfahren.	214
5.2.4	Wheatstone-Brücke	215
	5.2.4.1 Abgegliche Brückenschaltung. 5.2.4.2 Nicht abgegliche Brück- schaltung (Ausschlagbrücke). 5.2.4.3 Empfindlichkeit des Abgleichs. 5.2.4.4 Schleifdrahtbrücken	
5.2.5	Thomson-Doppelbrücke	219
5.2.6	Messung großer Widerstände.	220
	5.2.6.1 Grundlagen. 5.2.6.2 Messung mit Drehspulgeräten. 5.2.6.3 Mes- sung mit elektrostatischen Spannungsmessern. 5.2.6.4 Messung mit Ver- stärkerelektrometern. 5.2.6.5 Messung an Isolierstoffen	
5.2.7	Isolationsmessung an Leitungen und Anlagen	225
5.2.8	Fehlerortsbestimmung an Leitungen	226
	5.2.8.1 Fehlerarten. 5.2.8.2 Fehlerortsbrücken. 5.2.8.3 Fehlerorts- bestimmung mit Hochfrequenz und Impulsen	
5.3	Messung elektrolytischer Widerstände	229
5.3.1	Leitfähigkeitsmessung bei Elektrolyten	229
	5.3.1.1 Eigenschaften von Elektrolyten. 5.3.1.2 Meßgefäße und Meßver- fahren. 5.3.1.3 Messung des inneren Widerstandes von galvanischen Ele- menten	
5.3.2	Messung von Erdungswiderständen	231
5.4	Messung von passiven Zweipolen mit Wechselstrom	233
5.4.1	Eigenschaften von Kondensatoren	233
	5.4.1.1 Verlustfaktor. 5.4.1.2 Ersatzschaltungen. 5.4.1.3 Meßkonden- satoren. 5.4.1.4 Hochspannungskondensatoren	
5.4.2	Eigenschaften von Induktivitäten	235
	5.4.2.1 Verlustfaktor. 5.4.2.2 Ersatzschaltungen. 5.4.2.3 Eigenschaften bei Hochfrequenz. 5.4.2.4 Induktivitäten für Meßzwecke	
5.4.3	Kapazitätsmessung mit anzeigenden Meßgeräten	237
5.4.4	Induktivitätsmessung mit anzeigenden Meßgeräten	239
5.4.5	Messung von Gegeninduktivitäten	240
5.4.6	Meßbrücken für komplexe Widerstände	242
	5.4.6.1 Abgleichbedingungen. 5.4.6.2 Meßspannung und Nullgerät. 5.4.6.3 Erdung und Schirmung. 5.4.6.4 Wagnerscher Hilfszweig. 5.4.6.5 Aufbau der Brücke	
5.4.7	Brücken mit vier Blindwiderständen	245
5.4.8	Brücken mit zwei Wirk- und zwei Blindwiderständen.	246
	5.4.8.1 CCRR-Brücke. 5.4.8.2 Schering-Brücke. 5.4.8.3 LLRR-Brücke. 5.4.8.4 LRRC-Brücke. 5.4.8.5 Frequenzbrücke nach Wien-Robinson	

5.4.9 Überträgerbrücken	250
5.5 Messung komplexer Widerstände und Übertragungsfaktoren bei Hochfrequenz .	251
5.5.1 Messung komplexer Widerstände bei Hochfrequenz	252
5.5.2 Übertragungsfaktoren von Zweitoren	254
5.5.3 Messung der Gruppenlaufzeit	255
6 Messung magnetischer Größen (P. Vaske)	
6.1 Messung magnetischer Feldgrößen	257
6.1.1 Feldgrößen und Einheiten	257
6.1.2 Messung des magnetischen Flusses	257
6.1.2.1 Messung von Wechselströmen. 6.1.2.2 Messung von Gleichströmen.	
6.1.2.3 Messung der magnetischen Streuung	
6.1.3 Messung der magnetischen Induktion und der magnetischen Polarisation .	260
6.1.3.1 Messung mit Prüfspulen. 6.1.3.2 Hallgenerator. 6.1.3.3 Feld-	
platte. 6.1.3.4 Magnetometer. 6.1.3.5 Kernresonanz-Magnetfeldmesser.	
6.1.3.6 Kalibrierung von Feldsonden. 6.1.3.7 Magnetische Polarisation	
6.1.4 Messung der magnetischen Feldstärke	263
6.1.5 Messung der magnetischen Spannung	263
6.2 Untersuchung von ferromagnetischen Stoffen	264
6.2.1 Magnetische Eigenschaften ferromagnetischer Stoffe	265
6.2.1.1 Magnetisierung. 6.2.1.2 Ummagnetisierungsverluste	
6.2.2 Meßeinrichtungen für weichmagnetische Werkstoffe	266
6.2.2.1 Ringkerne. 6.2.2.2 Epsteinrahmen	
6.2.3 Gleichstrommagnetisierung	267
6.2.3.1 Aufnahme von Magnetisierungskurven. 6.2.3.2 Aufnahme von	
Hystereseschleifen	
6.2.4 Wechselstrommagnetisierung	268
6.2.4.1 Messung der Ummagnetisierungsverluste mit dem Leistungsmesser.	
6.2.4.2 Bestimmung der Ummagnetisierungsverluste mit dem Brückenver-	
fahren. 6.2.4.3 Aufnahme von Magnetisierungskurven. 6.2.4.4 Aufnahme	
von Hystereseschleifen	
7 Elektrische Messung nichtelektrischer Größen (R. Thiel)	
7.1 Meßverfahren	274
7.2 Messung mechanischer Größen	276
7.2.1 Meßfühler	276
7.2.1.1 Widerstandsmeßfühler. 7.2.1.2 Induktive Meßfühler. 7.2.1.3 Ka-	
pazitive Meßfühler. 7.2.1.4 Elektrodynamische(generatorische) Meßfühler.	
7.2.1.5 Piezoelektrische Meßfühler	

7.2.2 Aufnehmer für translatorische mechanische Größen	283
7.2.2.1 Dehnungsaufnehmer. 7.2.2.2 Wegaufnehmer. 7.2.2.3 Schwingweg-, Schwinggeschwindigkeits- und Beschleunigungsaufnehmer.	
7.2.2.4 Kraftaufnehmer. 7.2.2.5 Druckaufnehmer	
7.2.3 Aufnehmer für rotatorische mechanische Größen	290
7.2.4 Einheitsmeßumformer	292
7.3 Thermisch-elektrische Meßumformer	292
7.3.1 Widerstandsthermometer	292
7.3.2 Thermoelemente	294
7.3.3 Strahlungspyrometer	297
7.4 Optisch-elektrische Meßumformer	298
7.4.1 Photowiderstände	298
7.4.2 Photozellen	299
7.4.3 Photoelemente	300
7.4.3.1 Selen-Photoelement. 7.4.3.2 Germanium- und Silizium-Photodioden und -Phototransistoren	
7.5 Meßkette	301

8 Fernmessung und automatische Meßsysteme (K.H. Winterling)

8.1 Unmittelbare Fernmessung	305
8.2 Analoge Fernübertragung	307
8.2.1 Gleichstrom-Fernübertragung	307
8.2.1.1 Grundlagen. 8.2.1.2 Meßwertübertragung mit eingepprägtem Strom.	
8.2.1.3 Meßwertübertragung mit eingepprägter Spannung	
8.2.2 Wechselstrom-Fernübertragung	309
8.2.3 Analoge Impuls-Fernübertragung	310
8.3 Digitale Fernübertragung	311
8.4 Mehrfach-Übertragungsverfahren	313
8.4.1 Frequenz-Multiplex-Übertragung	313
8.4.2 Zeit-Multiplex-Übertragung	313
8.4.3 Gruppenfernübertragung	315
8.5 Automatische Meßsysteme	316
8.5.1 Aufbau eines automatischen Meßsystems.	316
8.5.2 IEC-Bus	317

Anhang

1 Schrifttum	320
2 Gesetze, VDE-Bestimmungen und DIN-Normen	322
3 Schaltzeichen (Auswahl nach DIN 40700 bis 40717)	324
4 Formelzeichen	327
Sachverzeichnis	330