

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Oszilloskopmeßtechnik für schnell veränderliche hohe Spannungen und Ströme</b>	<b>1</b>
1.1	Elektronenstrahloszillosekope . . . . .	1
1.2	Speicheroszillosekope und photographische Aufzeichnung . . . . .	6
1.3	Digitale Speichersysteme . . . . .	9
1.4	Meßkabel . . . . .	12
1.5	Elektromagnetische Verträglichkeit. . . . .	17
1.6	Messungen mit Differenzverstärkern . . . . .	27
<b>2</b>	<b>Messung hoher Stoßspannungen mit Spannungsteiler und Elektronenstrahloszillosekop</b>	<b>29</b>
2.1	Der Meßkreis und seine Übertragungseigenschaften . . . . .	30
2.1.1	Ermittlung der Übertragungseigenschaften durch Messung des Frequenzgangs . . . . .	32
2.1.2	Ermittlung der Übertragungseigenschaften durch Messung der Sprungantwort	34
2.1.3	Impulsgeneratoren zur Messung der Sprungantwort. . . . .	36
2.1.4	Anstiegszeit und Antwortzeit . . . . .	42
2.1.5	Fehlerermittlung bei der Messung des Scheitelwerts in der Stirn abgeschnittener Stoßspannungen . . . . .	46
2.1.6	Rückwirkung eines Spannungsteilers auf den Hochspannungskreis . . . . .	49
2.2	Ohmsche Spannungsteiler . . . . .	52
2.2.1	Der zweistufige kompensierte Spannungsteiler ohne Berücksichtigung der Induktivitäten und der verteilten Erdkapazitäten . . . . .	52
2.2.2	Der ohmsche Spannungsteiler unter Berücksichtigung der verteilten Erdkapazitäten . . . . .	55
2.2.2.1	Die verteilten Erdkapazitäten . . . . .	55
2.2.2.2	Der ohmsch-kapazitiv gemischte Spannungsteiler. . . . .	58
2.2.2.3	Der gesteuerte ohmsche Spannungsteiler . . . . .	61
2.2.2.4	Niederohmige Spannungsteiler . . . . .	63
2.3	Kapazitive Spannungsteiler . . . . .	66
2.3.1	Der kapazitive Spannungsteiler und seine Zuleitungen . . . . .	66
2.3.2	Kapazitive Spannungsteiler mit konzentrierter Hochspannungskapazität . . . . .	68
2.3.3	Kapazitive Spannungsteiler mit verteilter Hochspannungskapazität . . . . .	73
2.3.4	Niederspannungsteile kapazitiver Spannungsteiler . . . . .	78
2.3.5	Anpassungsverhältnisse am Niederspannungsteil kapazitiver Spannungsteiler	80
2.4	Das Kettenleiterersatzschaltbild . . . . .	82
2.5	Leitungsspannungsteiler . . . . .	84

<b>3</b>	<b>Einrichtungen zur Messung hoher Gleich- und Stoßspannungen sowie des Scheitel- und Effektivwerts hoher Wechselspannungen . . . . .</b>	<b>87</b>
3.1	Messung hoher Gleichspannungen und des Effektivwerts hoher Wechselspannungen . . . . .	87
3.1.1	Hochohmige Widerstände und Spannungsteiler . . . . .	87
3.1.2	Elektrostatische Spannungsmesser . . . . .	94
3.2	Messung des Effektivwerts hoher Wechselspannungen . . . . .	98
3.2.1	Kapazitiver Vorwiderstand und kapazitiver Spannungsteiler . . . . .	98
3.2.2	Kapazitive Spannungswandler . . . . .	99
3.2.3	Induktive Spannungswandler, Bestimmung der Hochspannung aus dem Übersetzungsverhältnis des Hochspannungsprüftransformators . . . . .	103
3.3	Messung hoher Gleichspannungen, Stoßspannungen und des Scheitelwerts hoher Wechselspannungen mit der Kugelfunkenstrecke . . . . .	107
3.4	Messung des Scheitelwerts hoher Wechsel- und Stoßspannungen . . . . .	117
3.4.1	Scheitelspannungsmessung nach Chubb und Fortescue . . . . .	119
3.4.2	Scheitelspannungsmessungen mit Spannungsteiler . . . . .	121
3.4.3	Stoßspannungsmessungen mit Spannungsteiler . . . . .	128
3.5	Messung hoher Gleichspannungen sowie des Scheitelwerts und beliebiger Zwischenwerte hoher Wechselspannungen mit Hochspannungsmessern nach dem Generatorprinzip . . . . .	134
3.6	Absolute Spannungsmessung . . . . .	139
3.7	Messung elektrostatischer Aufladungen . . . . .	142
3.7.1	Messung des Potentials . . . . .	144
3.7.2	Messung der Ladung . . . . .	145
3.7.3	Messung der elektrischen Feldstärke . . . . .	148
3.7.4	Meßgeräte zur Messung elektrostatischer Aufladungen . . . . .	148
<b>4</b>	<b>Messung hoher, schnellveränderlicher Ströme mit dem Elektronenstrahloszilloskop . . . . .</b>	<b>153</b>
4.1	Niederohmige Meßwiderstände . . . . .	153
4.2	Magnetische Spannungsmesser (Rogowski-Spulen) . . . . .	168
4.3	Hall-Generatoren . . . . .	173
<b>5</b>	<b>Nichtkonventionelle Messung hoher Spannungen und Ströme . . . . .</b>	<b>176</b>
5.1	Optische Effekte . . . . .	177
5.2	Intensitätsmodulation . . . . .	181
5.3	Nichtkonventionelle Strommessung . . . . .	184
5.3.1	Aktive Systeme . . . . .	185
5.3.2	Passive Systeme . . . . .	186
5.4	Nichtkonventionelle Spannungsmessung . . . . .	188
<b>6</b>	<b>Dielektrische Messungen . . . . .</b>	<b>191</b>
6.1	Serien- und Parallelersatzschaltbild verlustbehafteter Kondensatoren . . . . .	191
6.2	Brückenschaltungen zum Messen von Kapazitäten und Verlustfaktoren . . . . .	193
6.2.1	Verlustfaktormeßbrücke nach Schering . . . . .	193
6.2.2	Schering-Brücke für hohe Ladeströme . . . . .	195
6.2.3	Schering-Brücke für hohe Verlustfaktoren . . . . .	196
6.2.4	Universal- $C$ -tan $\delta$ -Meßbrücke . . . . .	197
6.2.5	Verlustfaktormeßbrücke mit Stromkomparator . . . . .	198
6.3	Allgemeine Betrachtungen über Empfindlichkeit, Abschirmung und Brückenelemente . . . . .	201

6.3.1 Empfindlichkeit . . . . . 201

6.3.2 Vergleichskondensator . . . . . 202

6.3.3 Streukapazitäten und Abschirmung . . . . . 204

6.3.4 Nullindikatoren . . . . . 208

6.4 Messung der Kapazität und des Verlustfaktors geerdeter Prüflinge . . . . . 211

6.4.1 Messung geerdeter Prüflinge mit der Schering-Brücke . . . . . 211

6.4.2 *M*-Schaltung . . . . . 213

6.4.3 Verlustfaktormessung mit dem Verfahren der gedämpften Schwingung . . . . . 213

**7 Teilentladungsmesstechnik . . . . . 215**

7.1 Teilentladungsimpulse in Hohlräumen . . . . . 216

7.2 Teilentladungsmessschaltungen . . . . . 220

7.3 Prüflinge mit verteilten Parametern . . . . . 224

7.4 Meßgeräte zur Erfassung von Teilentladungen . . . . . 227

7.5 Aussagekraft der am Ankopplungsvierpol gemessenen Größen in bezug auf die Größe der tatsächlichen Teilentladungen . . . . . 231

7.6 Äquivalenz von Teilentladungsmesergebnissen in Picocoulomb und Mikrovolt 234

7.7 Abschließende Bemerkungen zur Teilentladungsmesstechnik . . . . . 237

**Literaturverzeichnis . . . . . 240**

**Sachverzeichnis . . . . . 273**