

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Oszilloskopmeßtechnik für schnell veränderliche hohe Spannungen und Ströme</b>	<b>1</b>
1.1	Elektronenstrahlzosiloskope . . . . .	1
1.2	Speicherzosiloskope 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 Elektronenstrahlzosiloskop</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 Einrichtungen zur Messung hoher Gleich- und Stoßspannungen sowie des Scheitel- und Effektivwerts hoher Wechselspannungen . . . . .</b>	87
<b>3.1 Messung hoher Gleichspannungen und des Effektivwerts hoher Wechselspannungen . . . . .</b>	87
<b>3.1.1 Hochohmige Widerstände und Spannungsteiler . . . . .</b>	87
<b>3.1.2 Elektrostatische Spannungsmesser . . . . .</b>	94
<b>3.2 Messung des Effektivwerts hoher Wechselspannungen . . . . .</b>	98
<b>3.2.1 Kapazitiver Vorwiderstand und kapazitiver Spannungsteiler . . . . .</b>	98
<b>3.2.2 Kapazitive Spannungswandler . . . . .</b>	99
<b>3.2.3 Induktive Spannungswandler, Bestimmung der Hochspannung aus dem Übersetzungsverhältnis des Hochspannungsprüftransformators . . . . .</b>	103
<b>3.3 Messung hoher Gleichspannungen, Stoßspannungen und des Scheitelwerts hoher Wechselspannungen mit der Kugelfunkenstrecke . . . . .</b>	107
<b>3.4 Messung des Scheitelwerts hoher Wechsel- und Stoßspannungen . . . . .</b>	117
<b>3.4.1 Scheitelspannungsmessung nach Chubb und Fortescue . . . . .</b>	119
<b>3.4.2 Scheitelspannungsmeßeinrichtungen mit Spannungsteiler . . . . .</b>	121
<b>3.4.3 Stoßspannungsmeßeinrichtungen mit Spannungsteiler . . . . .</b>	128
<b>3.5 Messung hoher Gleichspannungen sowie des Scheitelwerts und beliebiger Zwischenwerte hoher Wechselspannungen mit Hochspannungsmessern nach dem Generatorprinzip . . . . .</b>	134
<b>3.6 Absolute Spannungsmessung . . . . .</b>	139
<b>3.7 Messung elektrostatischer Aufladungen . . . . .</b>	142
<b>3.7.1 Messung des Potentials . . . . .</b>	144
<b>3.7.2 Messung der Ladung . . . . .</b>	145
<b>3.7.3 Messung der elektrischen Feldstärke . . . . .</b>	148
<b>3.7.4 Meßgeräte zur Messung elektrostatischer Aufladungen . . . . .</b>	148
<b>4 Messung hoher, schnellveränderlicher Ströme mit dem Elektronenstrahlzosiloskop . . . . .</b>	153
<b>4.1 Niederohmige Meßwiderstände . . . . .</b>	153
<b>4.2 Magnetische Spannungsmesser (Rogowski-Spulen) . . . . .</b>	168
<b>4.3 Hall-Generatoren . . . . .</b>	173
<b>5 Nichtkonventionelle Messung hoher Spannungen und Ströme . . . . .</b>	176
<b>5.1 Optische Effekte . . . . .</b>	177
<b>5.2 Intensitätsmodulation . . . . .</b>	181
<b>5.3 Nichtkonventionelle Strommessung . . . . .</b>	184
<b>5.3.1 Aktive Systeme . . . . .</b>	185
<b>5.3.2 Passive Systeme . . . . .</b>	186
<b>5.4 Nichtkonventionelle Spannungsmessung . . . . .</b>	188
<b>6 Dielektrische Messungen . . . . .</b>	191
<b>6.1 Serien- und Parallelersatzschaltbild verlustbehafteter Kondensatoren . . . . .</b>	191
<b>6.2 Brückenschaltungen zum Messen von Kapazitäten und Verlustfaktoren . . . . .</b>	193
<b>6.2.1 Verlustfaktormeßbrücke nach Schering . . . . .</b>	193
<b>6.2.2 Schering-Brücke für hohe Ladeströme . . . . .</b>	195
<b>6.2.3 Schering-Brücke für hohe Verlustfaktoren . . . . .</b>	196
<b>6.2.4 Universal-C-tan δ-Meßbrücke . . . . .</b>	197
<b>6.2.5 Verlustfaktormeßbrücke mit Stromkomparator . . . . .</b>	198
<b>6.3 Allgemeine Betrachtungen über Empfindlichkeit, Abschirmung und Brückenelemente . . . . .</b>	201

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>IX</b>
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 <i>M</i> -Schaltung . . . . .	213
6.4.3 Verlustfaktormessung mit dem Verfahren der gedämpften Schwingung . . . . .	213
<b>7 Teilentladungsmeßtechnik</b> . . . . .	<b>215</b>
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 Teilentladungsmeßergebnissen in Picocoulomb und Mikrovolt	234
7.7 Abschließende Bemerkungen zur Teilentladungsmeßtechnik . . . . .	237
<b>Literaturverzeichnis</b> . . . . .	<b>240</b>
<b>Sachverzeichnis</b> . . . . .	<b>273</b>