

Inhaltsverzeichnis

1. Wissenschaftliche Grundlagen der Hochspannungs-Versuchstechnik	1
1.1. Erzeugung und Messung hoher Wechselspannungen	1
1.1.1. Kenngrößen für hohe Wechselspannungen	1
1.1.2. Schaltung von Prüftransformatoren	1
1.1.3. Aufbau von Prüftransformatoren	3
1.1.4. Betriebsverhalten von Prüftransformatoren	5
1.1.5. Hochspannungserzeugung mit Resonanzschaltungen	6
1.1.6. Scheitelwertmessung mit Kugelfunkenstrecken	7
1.1.7. Scheitelwertmessung mit Meßkondensatoren	9
1.1.8. Scheitelwertmessung mit kapazitiven Spannungsteilern	10
1.1.9. Effektivwertmessung mit elektrostatischen Spannungsmessern	12
1.1.10. Messung mit Spannungswandlern	14
1.2. Erzeugung und Messung hoher Gleichspannungen	14
1.2.1. Kenngrößen für hohe Gleichspannungen	14
1.2.2. Eigenschaften von Hochspannungsgleichrichtern	15
1.2.3. Die Einweg-Gleichrichterschaltung	16
1.2.4. Vervielfachungsschaltungen	18
1.2.5. Elektrostatische Generatoren	21
1.2.6. Messung mit Hochspannungswiderständen	23
1.2.7. Effektivwertmessung mit elektrostatischen Spannungsmessern	24
1.2.8. Spannungs- und Feldstärkemesser nach dem Generatorprinzip	24
1.2.9. Andere Verfahren zur Messung hoher Gleichspannungen	27
1.2.10. Messung der Überlagerungen	27
1.3. Erzeugung und Messung von Stoßspannungen	28
1.3.1. Kenngrößen für Stoßspannungen	28
1.3.2. Kapazitive Kreise zur Stoßspannungserzeugung	30
1.3.3. Berechnung einstufiger Stoßspannungskreise	33
1.3.4. Andere Wege zur Erzeugung von Stoßspannungen	35
1.3.5. Scheitelwertmessung mit der Kugelfunkenstrecke	37
1.3.6. Schaltung und Übertragungsverhalten von Stoßspannungsteilern	38
1.3.7. Experimentelle Bestimmung des Übertragungsverhaltens von Stoßspannungs-Meßkreisen	43
1.4. Erzeugung und Messung von Stoßströmen	46
1.4.1. Kenngrößen für Stoßströme	46
1.4.2. Energiespeicher	48
1.4.3. Entladekreise zur Erzeugung von Stoßströmen	50
1.4.4. Strommessung mit Meßwiderständen	53
1.4.5. Strommessung unter Anwendung von Induktionswirkungen	54
1.4.6. Andere Arten der Messung von rasch veränderlichen transienten Strömen	55
1.5. Zerstörungsfreie Hochspannungsprüfungen	56
1.5.1. Verluste im Dielektrikum	56
1.5.2. Messung des Leitungstromes bei Gleichspannung	57
1.5.3. Messung des Verlustfaktors bei Wechselspannung	58
1.5.4. Messung von Teilentladungen bei Wechselspannungen	62

2.	Ausführung und Betrieb von Hochspannungs-Versuchsanlagen	69
2.1.	Abmessungen und technische Einrichtungen von Versuchsanlagen	69
2.1.1.	Anlagen für ein Hochspannungspraktikum	69
2.1.2.	Hochspannungs-Prüffelder	70
2.1.3.	Hochspannungs-Laboratorien	74
2.1.4.	Hilfseinrichtungen für größere Versuchsanlagen	75
2.2.	Abgrenzung, Erdung und Abschirmung von Versuchsanlagen	76
2.2.1.	Abgrenzung	77
2.2.2.	Erdungsanlagen	77
2.2.3.	Abschirmung	80
2.3.	Schaltungen für Hochspannungsversuche	81
2.3.1.	Energieversorgungs- und Sicherheitskreis	81
2.3.2.	Aufbau von Hochspannungsschaltungen	83
2.4.	Bauelemente für Hochspannungsschaltungen	86
2.4.1.	Hochspannungswiderstände	86
2.4.2.	Hochspannungskondensatoren	88
2.4.3.	Funkenstrecken	90
2.4.4.	Hochspannungs-Baukasten	94
3.	Hochspannungspraktikum	98
3.1.	Versuch „Wechselspannungen“	99
3.1.1.	Grundlagen: Sicherheitseinrichtungen – Prüftransformatoren – Scheitelwertmessung – Effektivwertmessung – Kugelfunkenstrecken	99
3.1.2.	Durchführung	100
3.1.3.	Ausarbeitung	102
3.2.	Versuch „Gleichspannungen“	103
3.2.1.	Grundlagen: Gleichrichter kennlinien – Überlagerungsfaktor – Greinacher-Verdoppelungsschaltung – Polaritätseffekt – Isolierschirme	103
3.2.2.	Durchführung	105
3.2.3.	Ausarbeitung	109
3.3.	Versuch „Stoßspannungen“	110
3.3.1.	Grundlagen: Blitzstoßspannungen – einstufige Stoßspannungsschaltungen – Scheitelwertmessung mit Kugelfunkenstrecken – Durchschlagswahrscheinlichkeit	110
3.3.2.	Durchführung	112
3.3.3.	Ausarbeitung	115
3.4.	Versuch „Elektrisches Feld“	116
3.4.1.	Grundlagen: Grafische Feldbestimmung – Modellmessungen... u.. Strömungsfeld – Feldmessungen bei Hochspannung	116
3.4.2.	Durchführung	121
3.4.3.	Ausarbeitung	123
3.5.	Versuch „Flüssige und feste Isolierstoffe“	125
3.5.1.	Grundlagen: Isolieröl und fester Isolierstoff – Leitfähigkeitsmessung – Verlustfaktormessung – Faserbrückendurchschlag – Wärmedurchschlag – Durchschlagsprüfung	125
3.5.2.	Durchführung	130
3.5.3.	Ausarbeitung	133

3.6. Versuch „Teilentladungen“		134
3.6.1. Grundlagen: Äußere Teilentladungen (Korona) – Innere Teilentladungen – Gleitentladungen		134
3.6.2. Durchführung		141
3.6.3. Ausarbeitung		144
3.7. Versuch „Durchschlag von Gasen“		144
3.7.1. Grundlagen: Townsend-Mechanismus – Kanal-Mechanismus – Isoliergase		144
3.7.2. Durchführung		148
3.7.3. Ausarbeitung		152
3.8. Versuch „Stoßspannungs-Meßtechnik“		152
3.8.1. Grundlagen: Vervielfachungsschaltung nach Marx – Stoßspannungsteiler – Stoßkennlinien		153
3.8.2. Durchführung		156
3.8.3. Ausarbeitung		159
3.9. Versuch „Transformatorprüfung“		161
3.9.1. Grundlagen: Vorschriften für Hochspannungsprüfungen – Isolationskoordination – Durchschlagsprüfung von Isolieröl – Transformatorprüfung mit Wechselspannung – Transformatorprüfung mit Blitzstoßspannung		161
3.9.2. Durchführung		165
3.9.3. Ausarbeitung		168
3.10. Versuch „Innere Überspannungen“		168
3.10.1. Grundlagen: Mittelpunktverlagerung – Erdungsziffer – Magnetisierungskennlinie – Kippschwingungen – Subharmonische Schwingungen		168
3.10.2. Durchführung		176
3.10.3. Ausarbeitung		179
3.11. Versuch „Wanderwellen“		179
3.11.1. Grundlagen: Blitzüberspannungen – Schaltüberspannungen – Überspannungsableiter – Schutzbereich – Wellen in Wicklungen – Stoßspannungsverteilung		180
3.11.2. Durchführung		186
3.11.3. Ausarbeitung		188
3.12. Versuch „Stoßströme und Lichtbögen“		190
3.12.1. Grundlagen: Entladekreis mit kapazitivem Energiespeicher – Stoßstrommessung – Kraftwirkungen im magnetischen Feld – Wechselstromlichtbogen – Lichtbogenlöschung		191
3.12.2. Durchführung		195
3.12.3. Ausarbeitung		200
Anhang 1	Sicherheitsvorschriften für Hochspannungsversuche	201
Anhang 2	Berechnung der Kurzschlußimpedanz von Transformatoren in Kaskadenschaltung	204
Anhang 3	Berechnung einstufiger Stoßspannungskreise	206
Anhang 4	Berechnung der Impedanz von Flächenleitern	207
Anhang 5	Statistische Auswertung von Meßergebnissen	211
Schrifttum		218
Sachwortverzeichnis		222