

Studiengang Elektrotechnik

**Praktikum
Grundlagen der Elektrotechnik**

**Prof. Dr.-Ing. Peter Richert
Prof. Dr.-Ing. Rainer Schmidt
Dipl.-Ing. Josef Lindenbaum**

Fachhochschule Münster — Fachbereich Elektrotechnik
Stegerwaldstraße 39 — 48 565 Steinfurt
Labor Grundgebiete der Elektrotechnik, Tel.: 0 2551 9-62261, Fax: -62169

Inhaltsverzeichnis

0	Hinweise zur Durchführung	3
0.1	Allgemeines	3
0.1.1	Versuchsteilnahme	3
0.1.2	Verantwortung	3
0.1.3	Versuchsdurchführung	3
0.1.4	Versuchsende	3
0.1.5	Meßergebnisse	3
0.1.6	Messung einer Kennlinie	4
0.1.7	Versuchsbericht	4
0.1.8	Testatliste	4
0.1.9	Zeitbedarf	4
0.2	Ausarbeitung des Versuchsberichtes	4
0.3	Verhütung von elektrischen Unfällen	6
0.4	Kenntnisnahme	7
1	Fehlerkurven von Meßgeräten	9
1.1	Grundlagen	9
1.1.1	Anzeigefehler	9
1.1.2	Kalibrierung	9
1.1.3	Klemmenwiderstand	10
1.1.4	Mittelwert und Standardabweichung	10
1.2	Geräteliste	11
1.3	Meßaufgaben	11
1.3.1	Kalibrierung eines Strom-Meßbereiches	11
1.3.2	Kalibrierung eines Spannungs-Meßbereiches	13
1.3.3	Kalibrierung eines Widerstands-Meßbereiches	14
2	Wheatstonesche Widerstandsmeßbrücke	17
2.1	Grundlagen	17
2.1.1	Schaltung	17
2.1.2	Abgleichbedingung	17
2.1.3	Brückenverstimmung	18
2.1.4	Widerstandsmessung	19
2.1.5	Brückenempfindlichkeit	19
2.2	Geräteliste	20
2.3	Meßaufgaben	20
2.3.1	Abhängigkeit von der Brückenspeisespannung U	21
2.3.2	Abhängigkeit vom Galvanometerzweig-Widerstand R_G	22
2.3.3	Abhängigkeit vom Widerstandswert $R_1 = R_2$	22
2.3.4	Abhängigkeit vom Widerstandswert $R_3 = R_4$	22
2.3.5	Eichkurve eines Drehspulanzeigers	23

3	Strom- und Spannungsquelle	25
3.1	Grundlagen	25
3.1.1	Zweipolquellen	25
3.1.2	Ersatzspannungsquelle	25
3.1.3	Ersatzstromquelle	26
3.1.4	Leistungsanpassung	26
3.1.5	Parallele Quellen	27
3.2	Geräteliste	27
3.3	Meßaufgaben	28
3.3.1	Ersatzspannungsquelle	29
3.3.2	Ersatzstromquelle	29
3.3.3	Parallelschaltung zweier Ersatzquellen mit gleichen Kenngrößen	29
3.3.4	Parallelschaltung zweier Ersatzquellen mit ungleichen Innenwiderständen	30
3.3.5	Parallelschaltung zweier Ersatzquellen mit ungleichen Kenngrößen	30
3.4	Auswertung	30
4	Spannungsteiler und Ersatzspannungsquelle	31
4.1	Grundlagen	31
4.1.1	Stellkennlinie	31
4.1.2	Wirkungsgrad	32
4.1.3	Verbraucherspannung	32
4.1.4	Ersatzspannungsquelle	32
4.1.5	Experimentelle Ermittlung der Kenngrößen	32
4.1.6	Rechnerische Ermittlung der Kenngrößen	33
4.1.7	Leistung	33
4.2	Geräteliste	33
4.3	Meßaufgaben	34
4.3.1	Belasteter Spannungsteiler	34
4.3.2	Ersatzspannungsquellen	35
5	Stabilisierungsschaltung mit Z-Diode	39
5.1	Grundlagen	39
5.1.1	Verhalten einer Z-Diode	39
5.1.2	Anwendung von Z-Dioden	39
5.1.3	Wirkung einer Stabilisierungsschaltung	40
5.2	Geräteliste	41
5.3	Meßaufgaben	41
5.3.1	Abhängigkeit der Ausgangs- von der Eingangsspannung	42
5.3.2	Abhängigkeit der Ausgangsspannung vom Ausgangsstrom	42
5.3.3	Stabilisierung	42
6	Laden und Entladen von Kondensatoren	45
6.1	Grundlagen	45
6.1.1	Laden des Kondensators	45
6.1.2	Entladen des Kondensators	47
6.1.3	Umladen von Kondensator 1 auf Kondensator 2	48
6.2	Geräteliste	50
6.3	Meßaufgaben	50
6.3.1	Laden und Entladen eines Kondensators	51
6.3.2	Messungen	51
6.3.3	Laden und Entladen eines Kondensators mit Parallelwiderstand	53

6.3.4 Umladen von Kondensatoren 55

Tabellenverzeichnis

0.1 Protokollieren der Messungen 5

1.1 Geräteliste 11

2.1 Geräteliste 20

3.1 Geräteliste 28

4.1 Geräteliste 34

5.1 Geräteliste 41

6.1 Geräteliste 51

Abbildungsverzeichnis

1.1.1 Fehlerkurve eines Spannungsmessers mit eingezeichneten Fehlergrenzen 10

1.2.1 Kalibrator Metratop 90C 12

1.3.1 Meßschaltungen zur Kalibrierung eines Strom-Meßbereiches 12

1.3.2 Meßschaltungen zur Kalibrierung eines Spannungs-Meßbereiches 13

1.3.3 Meßschaltungen zur Kalibrierung eines Widerstands-Meßbereiches 14

1.3.4 Schleifdraht-Widerstandsmeßbrücke Metrapoint-Wheatstone und digitales Multimeter Voltcraft 401 15

2.1.1 Wheatstone-Brücke 17

2.3.1 Versuchsschaltung 21

3.1.1 Zweipolquelle (a) mit Betriebskennlinie (b) 25

3.1.2 Ersatzspannungsquelle (a) und Ersatzstromquelle (b) 26

3.3.1 Meßschaltung Strom- und Spannungsquellen 28

4.1.1 Spannungsteilerschaltung 31

4.1.2 Ersatzspannungsquelle des belasteten Spannungsteilers 31

4.1.3 a) Ersatzspannungsquelle (links) und b) Ersatzstromquelle (rechts) 32

4.2.1 Widerstandsnetzwerke und Versuchsaufbau Spannungsteiler 34

4.3.1 Meßschaltungen zum belasteten Spannungsteiler 35

4.3.2 Meßschaltungen zur Ersatzspannungsquelle 36

5.1.1	Parallel-Stabilisierungsschaltung mit Z-Diode	39
5.1.2	Vereinfachtes Ersatzschaltbild einer Z-Diode	40
5.3.1	Meßschaltungen zur Aufnahme der Kennlinien	41
5.3.2	Meßschaltungen zur Stabilisierungsmessung	43
6.1.1	Schaltung zum Laden und Entladen von Kondensatoren	45
6.1.2	Strom- und Spannungsverlauf eines Kondensators beim Ladevorgang	46
6.1.3	Strom- und Spannungsverlauf eines Kondensators beim Entladevorgang	47
6.1.4	Schaltung zum Umladen von Kondensatoren	48
6.1.5	Strom- und Spannungsverlauf beim Umladevorgang	49
6.3.1	Meßschaltung zum Laden und Entladen eines Kondensators	51
6.3.2	Meßschaltung zum Laden und Entladen eines Kondensators mit Parallelwiderstand	53
6.3.3	Stromrichtungen beim Kondensator mit Parallelwiderstand	54
6.3.4	Meßschaltung zum Umladen von Kondensatoren	55

Vorwort

Wir alle sind bemüht, den Qualitätsstandard in unseren Veranstaltungen ständig zu verbessern. Dazu tragen sowohl innovative Ideen als auch Rückmeldungen über Fehler oder schwer verständliche Teile bei. Daher sind alle aufgefordert, Ihren Anteil zum Ganzen zu leisten.

Die vorliegende Praktikumsanleitung ist in wesentlichen Teilen in Inhalt und Layout überarbeitet worden. Dazu haben neben Kollegen auch Studenten beigetragen, deren Ergebnisse Sie nun nutzen können. Um die Qualität weiter zu sichern und den Nutzen zu steigern, bitten wir Sie um folgende Mitarbeit:

- Sollten Sie bei der **Vorbereitung Ihres 1. Versuches** inhaltliche Fehler oder Rechtschreib- und Grammatikfehler feststellen, so teilen Sie uns diese bitte mit.
- Sollten Sie nach **Abschluß des Praktikums** Wünsche oder Anregungen haben, so teilen Sie uns diese bitte ebenfalls mit.

Steinfurt, 5. Oktober 2000

Peter Richert

