

Fachhochschule Münster

**Studiengang
Physikalische Technik**

Praktikum Grundlagen der Elektrotechnik

**Prof. Dr.-Ing. Peter Richert
Dipl.-Ing. Peter Furchert
Dipl.-Ing. Wolfgang Göbel**

Fachhochschule Münster — Fachbereich Elektrotechnik
Stegerwaldstraße 39 — 48 565 Steinfurt
Labor Kommunikationstechnik, R 222B, Tel.: 0 2551 9-62125, Fax: -62391
Labor Elektrische Antriebe, R 121, Tel.: 0 2551 9-62262, Fax: -62170

Inhaltsverzeichnis

0 Hinweise zur Durchführung	5
0.1 Allgemeines	5
0.1.1 Versuchsteilnahme	5
0.1.2 Verantwortung	5
0.1.3 Versuchsdurchführung	5
0.1.4 Versuchsende	5
0.1.5 Meßergebnisse	5
0.1.6 Messung einer Kennlinie	6
0.1.7 Versuchsbericht	6
0.1.8 Testatliste	6
0.1.9 Zeitbedarf	6
0.2 Ausarbeitung des Versuchsberichtes	6
0.3 Verhütung von elektrischen Unfällen	8
0.4 Kenntnisnahme	9
1 Fehlerkurven von Meßgeräten	11
1.1 Grundlagen	11
1.1.1 Anzeigefehler	11
1.1.2 Kalibrierung	11
1.1.3 Klemmenwiderstand	12
1.1.4 Mittelwert und Standardabweichung	12
1.2 Geräteliste	13
1.3 Meßaufgaben	13
1.3.1 Kalibrierung eines Strom-Meßbereiches	13
1.3.2 Kalibrierung eines Spannungs-Meßbereiches	15
1.3.3 Kalibrierung eines Widerstands-Meßbereiches	16
2 Drehstrom-Asynchronmotor	19
2.1 Grundlagen	19
2.1.1 Arbeitsprinzip	19
2.1.2 Betriebseigenschaften	19
2.1.3 Kreisdiagramm	20
2.2 Geräteliste	22
2.3 Meßaufgaben	22
2.3.1 Bestimmung der Maschinendaten	22
2.3.2 Bestimmung der Maschinenverluste	24
2.3.3 Bestimmung des Kreisdiagramms	25
2.3.4 Experimentelle Bestimmung des Wirkungsgrades	26

3	Gleichstrommotor	27
3.1	Grundlagen	27
3.1.1	Arbeitsprinzip	27
3.1.2	Fremderregter Gleichstrommotor	27
3.1.3	Reihenschlußmotor	29
3.1.4	Einsatzgebiete von Gleichstrommotoren	29
3.1.5	Energieversorgung	30
3.2	Geräteliste	31
3.3	Messaufgaben	31
3.3.1	Steuerkennlinie des Erregerstromes	32
3.3.2	Steuerkennlinie der Ankerspannung	32
3.3.3	Belastungskennlinie	34
4	Spannungsteiler und Ersatzspannungsquelle	35
4.1	Grundlagen	35
4.1.1	Stellkennlinie	35
4.1.2	Wirkungsgrad	36
4.1.3	Verbraucherspannung	36
4.1.4	Ersatzspannungsquelle	36
4.1.5	Experimentelle Ermittlung der Kenngrößen	36
4.1.6	Rechnerische Ermittlung der Kenngrößen	37
4.1.7	Leistung	37
4.2	Geräteliste	37
4.3	Meßaufgaben	38
4.3.1	Belasteter Spannungsteiler	38
4.3.2	Ersatzspannungsquellen	39
5	Wechselstrombauelemente	43
5.1	Grundlagen	43
5.1.1	Wechselspannung	43
5.1.2	Ohm'scher Widerstand	43
5.1.3	Spule	43
5.1.4	Kondensator	43
5.1.5	Transformator	44
5.1.6	Reihenschaltung	45
5.1.7	Zeigerdiagramme	46
5.1.8	Effektivwerte	47
5.2	Geräteliste	48
5.3	Meßaufgaben	48
5.3.1	Kenngrößen eines Transformators	48
5.3.2	Leerlaufkennlinie	49
5.3.3	Leerlaufmessung	49
5.3.4	Kurzschlussmessung	49
5.3.5	Ohm'sche Belastungsmessung	50
5.3.6	Kapazitive Belastungsmessung	51
5.3.7	Wirkwiderstand einer realen Spule	51
5.3.8	Induktivität einer reale Spule	52
5.3.9	Kondensator	52
5.3.10	Reihenschaltung aus Spule und Kondensator	53

6 Dreileiter-Drehstromnetz	55
6.1 Grundlagen	55
6.1.1 Drehstromsystem	55
6.1.2 Wirkleistung im Dreileiter-Netz bei symmetrischer Belastung	55
6.1.3 Wirkleistung im Dreileiter-Netz bei gleicher oder ungleicher Last	56
6.1.4 Blindleistungsmessung mit einem elektrodynamischen Leistungsmesser	58
6.1.5 Blindleistung im Dreileiter-Netz bei gleicher Last	58
6.1.6 Blindleistung im Dreileiter-Netz bei gleicher oder ungleicher Last	59
6.1.7 Zeigerdiagramme	60
6.2 Geräteliste	62
6.3 Meßaufgaben	62
6.3.1 Symmetrische ohmsch-induktive Last	63
6.3.2 Symmetrische ohmsch-kapazitive Last	65
6.3.3 Symmetrische ohmsch-induktive-kapazitive Last	66
6.3.4 Ungleiche Last	66

Tabellenverzeichnis

0.1 Protokollieren der Messungen	7
1.1 Geräteliste	13
2.1 Geräteliste	22
3.1 Geräteliste	32
4.1 Geräteliste	38
5.1 Geräteliste	48
6.1 Geräteliste	62

Abbildungsverzeichnis

1.1.1 Fehlerkurve eines Spannungsmessers mit eingezeichneten Fehlergrenzen	12
1.2.1 Kalibrator Metratop 90C	14
1.3.1 Meßschaltungen zur Kalibrierung eines Strom-Meßbereiches	14
1.3.2 Meßschaltungen zur Kalibrierung eines Spannungs-Meßbereiches	15
1.3.3 Meßschaltungen zur Kalibrierung eines Widerstands-Meßbereiches	16
1.3.4 Schleifdraht-Widerstandsmeßbrücke Metrapoint-Wheatstone und digitales Multimeter Voltcraft 401	17

2.1.1	Ersatzschaltung eines Drehstrom-Asynchronmotors	20
2.1.2	Das vollständige Kreisdiagramm	21
2.2.1	Norma-Power-Analysator und Asynchron-Motor	22
2.3.1	Versuchsschaltung Asynchronmotor	23
2.3.2	Versuchsplatz Asynchronmotor	23
2.3.3	Typenschild und Symboldarstellung des Asynchron-Motors	24
3.1.1	Schematischer Aufbau eines Gleichstrommotors	27
3.1.2	Prinzipschaltbild einer Gleichstrommaschine	28
3.1.3	a: Ankerstrom (links) und b: Drehzahl (rechts) als Funktion des belastenden Moments beim fremderregten Gleichstrommotor	29
3.1.4	a: Ankerstrom (links) und b: Drehzahl (rechts) als Funktion des belastenden Moments beim Reihenschlußmotor	30
3.1.5	Halbgesteuerte Zweipulsbrückenschaltung mit fremderregtem Gleichstrommotor	30
3.1.6	Strom- und Spannungsverlauf einer vollgesteuerten Brücke	31
3.2.1	Zweipulsbrückenschaltung und ein offener Gleichstrom-Motor	32
3.3.1	Versuchsschaltung	33
3.3.2	Versuchsplatz Gleichstrommotor	33
4.1.1	Spannungsteilerschaltung	35
4.1.2	Ersatzspannungsquelle des belasteten Spannungsteilers	35
4.1.3	a) Ersatzspannungsquelle (links) und b) Ersatzstromquelle (rechts)	36
4.2.1	Widerstandsnetzwerke und Versuchsaufbau Spannungsteiler	38
4.3.1	Meßschaltungen zum belasteten Spannungsteiler	39
4.3.2	Meßschaltungen zur Ersatzspannungsquelle	40
5.1.1	Ersatzschaltbild des Transformators	45
5.1.2	Reihenschaltung aus Widerstand, Spule und Kondensator	46
5.1.3	Punktweise Addition der zeitabhängigen Spannungen	46
5.1.4	a) Allgemeines Strahlendiagramm (links) und b) Strahlendiagramm für RLC-Reihenschaltung (rechts)	47
5.1.5	Zeigerdiagramm für eine RLC-Reihenschaltung	47
5.1.6	a) Zeigerdiagramm der Spannungen (links) und b) der Widerstände (rechts) einer RLC-Reihenschaltung	48
5.2.1	Wechselspannungsbaulemente und Leistungsmeßgerät	49
5.3.1	Meßschaltungen zur Bestimmung der Kenngrößen eines Transformators	49
5.3.2	Versuchsplatz mit Transformator	50
5.3.3	Meßschaltungen zur Bestimmung des Wirkwiderstandes einer realen Spule	51
5.3.4	Meßschaltungen zur Bestimmung der Induktivität einer realen Spule	52
5.3.5	Meßschaltungen zur Bestimmung der Kapazität eines Kondensators	53
5.3.6	Meßschaltungen einer Reihenschaltung aus Spule und Kondensator	53
6.1.1	Meßschaltung bei symmetrischer Last	56
6.1.2	Meßschaltung bei gleicher oder ungleicher Last	56
6.1.3	Meßschaltung und Zeigerbild bei symmetrischer (ohmsch-induktiver) Last	58
6.1.4	Meßschaltung und Zeigerbild bei gleicher oder ungleicher Last	59
6.1.5	Zeigerbild der Spannungen in einer Phase	60
6.1.6	Zeigerbild bei ohmsch-induktivem Verbraucher	61
6.1.7	Zeigerbild bei ohmsch-kapazitivem Verbraucher	61
6.2.1	Leistungsmeßgerät PM 300	62
6.3.1	Versuchsschaltung, Messung 1: 3 Leiter und 3 Wattmeter	63
6.3.2	Versuchsschaltung, Messung 2: 3 Leiter und 2 Wattmeter	64

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