

Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften
Fakultät Elektrotechnik

Tutorium Laboreinführung

Laborleiter: Prof. Dr. T. Harriehausen

Laborbetreuer: _____

Versuch ET 1: **Elektrische Quellen**

1. Teilnehmer: _____ Matrikelnr.: _____

2. Teilnehmer: _____ Matrikelnr.: _____

Datum Durchführung	Gruppen-Kennzeichen	Tln.	Vorbereitung	Durchführung	Laborbericht	Gesamtnote
		1				
		2				

Der Laborbericht soll auch bzgl. formaler Mängel durchgesehen und bewertet werden: ja nein

Der Bericht zu diesem Laborversuch darf (ohne Aufgabenstellung) max. 10 Seiten umfassen!

Zusammenfassung der theoretischen Grundlagen (auch für Versuch TuLa ET 2)

Eine elektrische Quelle hat die Aufgabe, einem elektrischen Netzwerk elektrische Leistung zuzuführen. Das *Klemmenverhalten* realer Quellen kann oftmals mit ausreichender Genauigkeit durch das *Modell* der *linearen Quelle* oder sogar durch das Modell der *idealen Quelle* beschrieben werden.

Eine *ideale Quelle* liefert entweder eine belastungsunabhängige Quellenspannung U_q (*ideale Spannungsquelle*) oder einen belastungsunabhängigen Strom I_q (*ideale Stromquelle*).

Das Klemmenverhalten einer linearen Quelle (Bild 1a) kann mittels einer idealen Quelle und eines linearen Widerstandes R_i (bzw. eines linearen Leitwertes G_i) in Form einer *linearen Spannungsquelle* (Bild 1b) oder einer *linearen Stromquelle* (Bild 1c) beschrieben werden.

Die *Zählpfeile* der Klemmengrößen von Quellen werden üblicherweise im Erzeuger-Zählpfeilsystem (EZS) angetragen. Die *Quellenkennlinie* $U = f(I)$ bzw. $I = g(U)$ einer linearen Quelle ist eine Gerade. Sie verläuft durch den Leerlauf- ($U = U_0, I = 0$) und den Kurzschlusspunkt ($U = 0, I = I_k$).

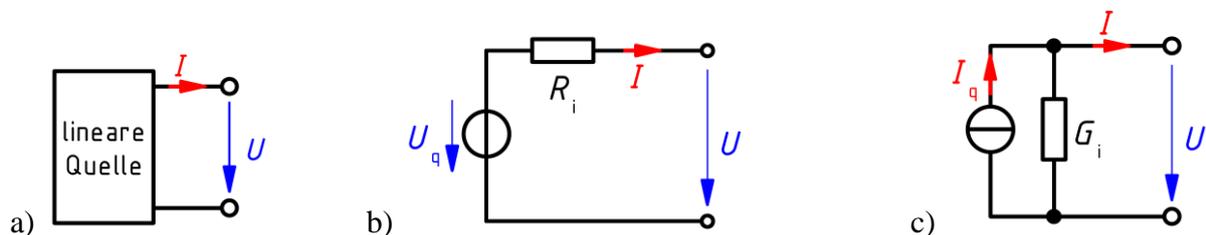


Bild 1 Ersatzschaltungen linearer elektrischer Quellen

a) allgemeine lineare Quelle, b) lineare Spannungsquelle, c) lineare Stromquelle

Ob eine lineare bzw. reale Quelle in einem konkreten Fall eher als Spannungsquelle oder eher als Stromquelle wirkt, hängt davon ab, welche der Klemmengrößen der Quelle sich bei Veränderung des Lastwiderstandes R_{Last} weniger ändert. Für $R_i = 1/G_i \ll R_{Last}$ wirkt eine Quelle wie eine Spannungsquelle, die dem Lastwiderstand eine (annähernd) konstante Spannung aufprägt (*Spannungseinspeisung*). Für $R_i = 1/G_i \gg R_{Last}$ wirkt sie wie eine Stromquelle, die dem Lastwiderstand einen (annähernd) konstanten Strom aufprägt (*Stromeinspeisung*).

1 Belastung von Akkumulatoren

Lernziele:

- Kennenlernen von typischen Eigenschaften realer elektrischer Quellen
- Arbeiten mit Last- und Quellenkennlinien
- Leistungsbetrachtungen im Grundstromkreis

V 1.1: Machen Sie sich mit dem analogen Vielfachmessgerät Unigor 3n (10-XX, 11-XX, 12-XX) [1] hinsichtlich Messbereichen, Innenwiderständen, Bezeichnung der Anschlüsse usw. und der Widerstandslastdekade WLD (30-XX) [2] vertraut.

V 1.2: Entwerfen Sie eine Messschaltung zur Aufnahme der Klemmenspannung U und des Klemmenstroms I einer *realen Spannungsquelle* an einem einstellbaren Lastwiderstand R_{Last} mit dem Unigor 10-XX als Voltmeter und dem Unigor 11-XX als Amperemeter. Verwenden Sie eine spannungsrichtige Messschaltung. Was bedeutet „spannungsrichtige Messung“? (Hinweis: Das Messobjekt ist hier die Quelle, nicht der Lastwiderstand.)

V 1.3: Stellen Sie in Form von Diagrammen dar, wie die Abhängigkeit a) der Klemmenspannung einer Quelle vom Lastwiderstand $U = f(R_{\text{Last}})$ und b) der Klemmenspannung vom Klemmenstrom $U = g(I)$ *prinzipiell* aussehen muss, wenn die Quelle linear ist und die Messgeräte ideal sind. Begründen Sie jeweils stichwortartig die von Ihnen skizzierten Verläufe!

D 1: a) Messen Sie die Leerlaufspannung des 12 V-Akkumulators 24-XX. b) Belasten Sie danach den Akkumulator jeweils *kurzzeitig* über den Schließerkontakt des Tasters 65-XX mit Lastwiderständen R_{Last} zwischen 100Ω und ca. 1Ω , die mittels der Widerstandslastdekade 30-XX realisiert werden. Messen Sie für jeden Widerstandswert (an der WLD ablesen) Klemmenspannung U und Klemmenstrom I der Quelle. *Verringern* Sie den Lastwiderstand R_{Last} dazu (ab 100Ω in 20Ω -Schritten, ab 20Ω in 2Ω -Schritten, ab 10Ω in 1Ω -Schritten), bis die Klemmenspannung auf unter $4,5 \text{ V}$ abgesunken ist. c) Messen Sie abschließend die Klemmenspannung im Leerlauffall nach.

A 1.1: a) Stellen Sie die Funktion $U = f(R_{\text{Last}})$ für Ihre Messwerte grafisch dar. Zeichnen Sie zusätzlich die Kennlinie ein, die sich bei vernachlässigbar kleinem Innenwiderstand der Quelle ergeben würde. b) Welche Vor- und Nachteile hat die untersuchte reale Quelle gegenüber einer idealen Spannungsquelle?

A 1.2: a) Stellen Sie die Funktion $I = g(U)$ für Ihre Messwerte grafisch dar. In dieser Darstellung erhalten Sie einen Teil der Quellenkennlinie. b) Ermitteln Sie aus diesem Diagramm die Parameter Leerlaufspannung U_0 , Kurzschlussstrom I_k und Innenwiderstand R_i des linearen Modells dieser Quelle. c) Diskutieren Sie eventuelle Abweichungen zwischen der von Ihnen aufgenommenen Quellenkennlinie und deren erwartetem Verlauf sowie dem von Ihnen erwarteten und dem berechneten Wert des Innenwiderstandes der Quelle.

A 1.3: Ermitteln Sie mittels des in A 1.2 erstellten Diagramms *grafisch* die Klemmenspannung U und den Klemmenstrom I , die sich bei einer Belastung der Quelle mit einem Lastwiderstand $R_{\text{Last}} = 1 \Omega$ einstellen müssten.

A 1.4: Die Quelle wird als lineare Spannungsquelle mit den Parametern U_q und R_i modelliert. Berechnen Sie *in allgemeiner Form* die Leistungen, die bei Variation des Lastwiderstandes R_{Last} umgesetzt werden in

a) der idealen Quelle $P_{U_q} = f(U_q, R_i, R_{\text{Last}})$,

b) dem Innenwiderstand der Quelle $P_{R_i} = g(U_q, R_i, R_{\text{Last}})$,

c) dem Lastwiderstand $P_{R_{\text{Last}}} = h(U_q, R_i, R_{\text{Last}})$.

Geben Sie jeweils an, ob die mit diesen drei Gleichungen berechneten Leistungen vom jeweiligen Zweipol aufgenommen oder abgegeben werden und begründen Sie diese Aussagen. d) Zeichnen Sie die drei Funktionen $P_{\mu}(R_{\text{Last}})$ unter Verwendung der Zahlenwerte aus D 1.

2 Eigenschaften einstellbarer Netzteile

Lernziele:

- Kennenlernen der Handhabung eines regelbaren Gleichspannungs-Netzteils
- Kennenlernen von typischen Eigenschaften geregelter Netzteile
- Arbeiten mit der Strombegrenzung

V 2: a) Welche Forderungen stellt man an regelbare Netzteile und welche Aufgabe hat die einstellbare Strombegrenzung? b) Wie sieht die Kennlinie $U = f(I)$ einer elektronisch stabilisierten Spannungsquelle mit Strombegrenzung *prinzipiell* aus?

D 2: Schalten Sie das Gleichspannungs-Netzteil Hameg HM 7042-5 (25-XX) [3] ein. Stellen Sie bei der linken Quelle im unbelasteten Zustand zunächst die Strombegrenzung auf Maximum (rechter Anschlag) und danach 20 V Ausgangsspannung ein. Belasten Sie die Quelle so mit der Widerstandsdekade, dass ein Strom von etwas über 0,5 A fließt. Stellen Sie nun die Strombegrenzung auf $I_{\max} = 0,5 \text{ A}$. (Die Strombegrenzung ist aktiv, wenn in der Mitte der Anzeige des Netzteils die rote LED leuchtet.) Trennen Sie den zum Einstellen der Strombegrenzung verwendeten Widerstand von der Quelle.

Schließen Sie nun verschiedene Lastwiderstände R_{Last} an das Netzteil an, so dass ein Strom von ca. 10 % ... 100 % von I_{\max} (in 10 %-Schritten) fließt. Verringern Sie den Lastwiderstand danach vorsichtig weiter, bis die Ausgangsspannung des Netzteils auf 3 V abgefallen ist. Lesen Sie für jeden Belastungsfall die vom Netzteil gelieferte Spannung und den entnommenen Strom am Netzteil ab. Wiederholen Sie die Messungen für $I_{\max} = 1 \text{ A}$ und $I_{\max} = 1,5 \text{ A}$.

A 2: a) Stellen Sie die drei gemessenen Funktionen $U = f(I)$ mit I_{\max} als Parameter in einem gemeinsamen Diagramm dar. b) Diskutieren Sie die Verläufe.

3 Verhalten linearer Stromquellen

Lernziele:

- Kennenlernen von Maßnahmen für eine konstante Stromeinspeisung
- Erkennen von Eigenschaften einer Stromquelle

V 3.1: *Leiten* Sie in allgemeiner Form den Wirkungsgrad einer mit R_{Last} belasteten a) linearen Spannungsquelle (Parameter U_q, R_i) und b) linearen Stromquelle (Parameter I_q, R_i) her.

V 3.2: Für welchen Wertebereich von R_{Last} wirken die linearen Quellen aus V 3.1 *näherungsweise* als a) ideale Spannungsquelle bzw. b) ideale Stromquelle?

D 3: Schalten Sie zum Netzteil mit $U_q = 30 \text{ V}$ den künstlichen Innenwiderstand $R_i^* = 1 \text{ M}\Omega$ (obere Reihe der WLD) in Reihe. Diese Anordnung wird nachfolgend als lineare Quelle aufgefasst. Belasten Sie diese Quelle mit einem variablen Lastwiderstand $0 \leq R_{\text{Last}} \leq 500 \text{ k}\Omega$ (untere Reihen der WLD). Verwenden Sie folgende Werte für R_{Last} : 0 Ω , 1 Ω , 10 Ω , 100 Ω , 1 k Ω , 10 k Ω , 50 k Ω , 100 k Ω , 200 k Ω , 300 k Ω , 400 k Ω , 500 k Ω . Messen Sie für jeden Lastfall die Klemmenspannung U mit dem Vielfachmessgerät Multavi (44-XX) und den Klemmenstrom I mit dem Unigor (10-XX).

A 3.1: a) Ist die unter D 3 verwendete Schaltung bzgl. ihrer *Struktur* eine lineare Spannungsquelle oder eine lineare Stromquelle? Stellen Sie die gemessenen Funktionen $U = f(R_{\text{Last}})$ und $I = g(R_{\text{Last}})$ grafisch dar mit b) linear und c) logarithmisch geteilter R_{Last} -Achse. d) Entspricht das *Klemmenverhalten* der Quelle bei den betrachteten Lastfällen eher dem einer idealen Spannungsquelle oder dem einer idealen Stromquelle?

A 3.2: Berechnen Sie den Wirkungsgrad $\eta = h(R_{\text{Last}} / R_i)$ der linearen Quelle als Funktion des Verhältnisses zwischen Last- und Innenwiderstand für die Lastfälle unter D 3.

4 Rückmeldung zum Inhalt des Laborversuchs

A 4.1: Was hat Ihnen an diesem Versuch besonders gut gefallen?

A 4.2: Welche *konkreten* Verbesserungsvorschläge haben Sie für diesen Versuch?

Quellenverzeichnis

Die nachfolgend angegebenen Quellen werden bei Bedarf überarbeitet. Falls eine unten angegebene Version nicht mehr verfügbar sein sollte, ist jeweils die aktuellste Version eines Dokuments zu verwenden. Alle Dokumente sind von der Webseite des TuLa

<http://www.ostfalia.de/pws/harriehausen/lv/lab/get/tula/> aus einfach zu erreichen!

- [1] N. N.: *Gerätekurzbeschreibung Vielfachmessgerät UNIGOR 3n 10-XX*.
Wolfenbüttel : Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Fakultät Elektrotechnik.
http://www.ostfalia.de/export/sites/default/de/pws/meierph/Lehre/Labore/Labor_MET/GeraetebeschreibungenPDF/10_UNIGOR_3n_v2.pdf
- [2] N. N.: *Gerätebeschreibung Widerstandslastdekade 30-XX*.
Wolfenbüttel : Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Fakultät Elektrotechnik.
http://www.ostfalia.de/export/sites/default/de/pws/meierph/Lehre/Labore/Labor_MET/GeraetebeschreibungenPDF/30_WLD_v2.pdf
- [3] HAMEG INSTRUMENTS: *Power Supply HM 7042-5 Handbuch*.
Datei HM7042-5_D_GB_F_S.pdf, abrufbar von URL
https://cdn.rohde-schwarz.com/hameg-archive/MAN_HM7042-5_de_en.pdf