
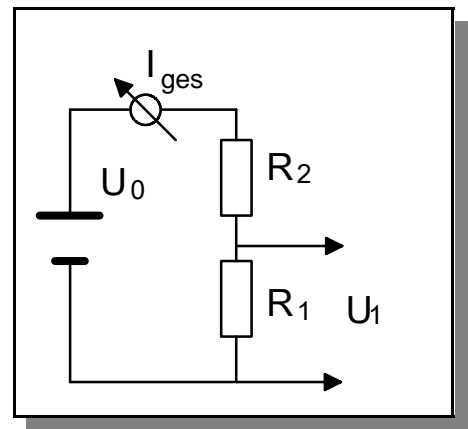
	<p style="text-align: center;"><i>Robert-Bosch-Gymnasium</i> Physik (2-/4-stündig), NGO</p>	<p style="text-align: right;">Robert Bosch Gymnasium</p> 
<p>Praktikum Versuch Nr.: 1.6</p>	<p style="text-align: center;">Block 1 / E-Lehre Potentiometer unter Belastung</p>	<p style="text-align: right;">14.1.2014 Seite - 1 -</p>

Potentiometer unter Belastung

1. Theoretische Grundlagen

Nebenstehende Schaltung zeigt das Prinzip der **Potentiometer-schaltung** (Spannungsteilerschaltung): An einer Serienschaltung aus zwei Widerständen liegt die Gesamtspannung U_0 ; die Spannung U_1 an einem (dem unteren) der beiden Widerstände wird abgegriffen. Bei Potentiometern ist der Abgriff meist verstellbar/verschiebbar (und teilt den Gesamtwiderstand so in einen oberen und einen unteren Teil ein), in unserem Fall ist der Abgriff fest eingestellt. So lange dort, wo U_1 anliegt (also parallel zu R_1), kein Verbraucher angeschlossen ist, sagt man: das Potentiometer ist unbelastet. (Man kann auch sagen: es ist ein Verbraucher mit unendlich hohem Widerstand angeschlossen, so dass dem Potentiometer kein Strom entnommen wird). Die Belastung wächst also mit *sinkendem* Widerstand, also mit wachsendem Verbraucherstrom!



a) unbelastetes Potentiometer:

Berechnung der Stromstärke I_{ges} :

$$R_{ges} = R_1 + R_2$$

$$I_{ges} = \frac{U_0}{R_{ges}} = \frac{U_0}{R_1 + R_2}$$

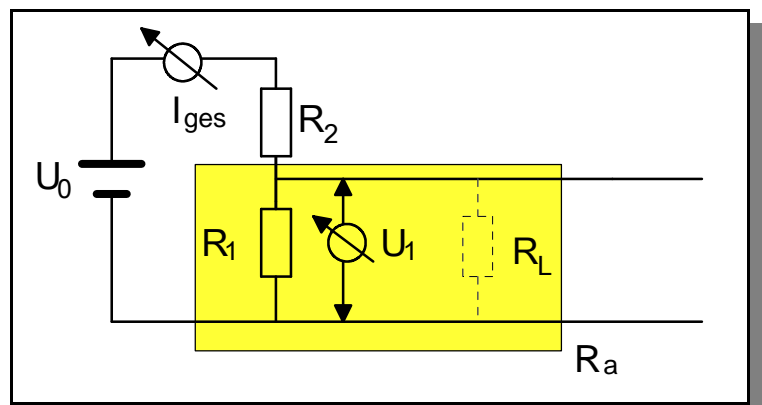
Berechnung der Spannung U_1 :

$$U_1 = I_{ges} \cdot R_1 = R_1 \cdot \frac{U_0}{R_1 + R_2}$$

b) belastetes Potentiometer:

Nun wird am Ausgang des Spannungsteilers, also dort, wo die Spannung U_1 anliegt, zur Belastung ein Verbraucher (Widerstand) angeschlossen. Es ergibt sich dann die nebenstehende Schaltung.

Nacheinander werden Lastwiderstände von $R_L = 100 \text{ k}\Omega$, $10 \text{ k}\Omega$, $4,7 \text{ k}\Omega$, $1 \text{ k}\Omega$, 470Ω , 100Ω und 22Ω angeschlossen.



	Robert-Bosch-Gymnasium Physik (2-/4-stündig), NGO	
Praktikum Versuch Nr.: 1.6	Block 1 / E-Lehre Potentiometer unter Belastung	14.1.2014 Seite - 2 -

Die Widerstände R_1 und R_2 haben unterschiedliche Werte. Es werden drei verschiedene Kombinationen von R_1 und R_2 eingesetzt und bei diesen wird die genannte Reihe von Lastwiderständen benutzt (bitte die Widerstände mal nachmessen!)

Versuchsteil	R_1 / Ω	R_2 / Ω
a)	4.700	10.000
b)	470	1.000
c)	47	100

Allgemein gilt weiter:

Berechnung der Stromstärke I_{ges} :

Dazu berechnen wir zunächst den Gesamtwiderstand R_a der Parallelschaltung aus R_1 und R_L :

$$\frac{1}{R_a} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_L} = \frac{R_L + R_1}{R_1 \cdot R_L}$$

Daraus folgt:

$$R_a = \frac{R_1 \cdot R_L}{R_L + R_1}$$

Und daraus:

$$R_{ges} = R_2 + R_a$$

Somit ergibt sich jetzt für den Gesamtstrom:

$$I_{ges} = \frac{U_0}{R_{ges}} = \frac{U_0}{R_2 + R_a} = \frac{U_0}{R_2 + \frac{R_1 \cdot R_L}{R_L + R_1}}$$

Insofern ist die Gesamtstromstärke eine Funktion des Belastungswiderstandes R_L .

Für die Spannung U_1 des belasteten Potentiometers am Abgriff ergibt sich somit:

$$U_1 = R_a \cdot I_{ges}$$

denn der Gesamtstrom fließt insgesamt durch die Parallelschaltung dieser beiden Widerstände R_1 und R_L . Es ist also auch die Ausgangsspannung eine Funktion des Belastungswiderstandes.

Überlege dir, was passiert, wenn R_L immer mehr sinkt (die Belastung des Potentiometers also immer mehr steigt). Antworte in deinem Protokoll auf diese Frage. Begründe! Was ändert sich an den Ergebnissen, wenn die Widerstandskombinationen R_1 und R_2 geändert werden? Welche Folgerungen ergeben sich damit für die Dimensionierung einer Potentiometerschaltung? Erkläre / begründe!

	<p style="text-align: center;"><i>Robert-Bosch-Gymnasium</i> Physik (2-/4-stündig), NGO</p>	
<p>Praktikum Versuch Nr.: 1.6</p>	<p style="text-align: center;">Block 1 / E-Lehre Potentiometer unter Belastung</p>	<p style="text-align: right;">14.1.2014 Seite - 3 -</p>


Materialien und Geräte:

- ◆ Rastersteckplatte
- ◆ Widerstände mit verschiedenen Widerstandswerten (s. o.)
- ◆ Verschiedene Messkabel
- ◆ Netzgerät mit einstellbarer Ausgangsspannung
- ◆ Digitalmultimeter (mit dem einen wird die Stromstärke, mit dem anderen die Spannung gemessen).

Aufgabenstellung / Versuchsdurchführung / Auswertung / Fragen:

- ◆ Baue zunächst die Schaltung mit den Widerständen nach a) wie angegeben auf. Messe zunächst *ohne Lastwiderstände* die Ausgangsspannung U_1 und vergleiche mit der obigen Rechnung. Hinweis: die Spannung U_0 wird am Netzgerät eingestellt und über das dort eingebaute Voltmeter gemessen. Kontrolliere die Spannung mit einem externen Digitalvoltmeter! Sinnvoll ist eine möglichst „runder“ Spannungswert, z. B. 10 V.
- ◆ Schalte nun nacheinander die verschiedenen Lastwiderstände zu und messe jeweils die Ausgangsspannung U_1 . Messe zusätzlich auch die Stromstärke I_{ges} mit dem wie in der Abb. geschalteten Amperemeter. Tabelliere alle Messwerte!
- ◆ Wiederhole die Messreihe nun mit den Widerstandswerten nach b) und c)!

Rechne nun die gemessenen Werte theoretisch nach! R_1 und R_L bilden dabei (s. o.) eine **Parallelschaltung**, die in Serie zu R_2 geschaltet ist. Berechne also zunächst den **Gesamtwiderstand** der jeweiligen Anordnung, sodann den im Amperemeter gemessenen **Gesamtstrom** und errechne dann die **Zweigströme** in R_1 und R_L . Bestimme dann auch den **Spannungsabfall an der Parallelschaltung** (dieser entspricht der Ausgangsspannung der Schaltung) und vergleiche mit den Messwerten.

	Robert-Bosch-Gymnasium Physik (2-/4-stündig), NGO	
Praktikum Versuch Nr.: 1.6	Block 1 / E-Lehre Potentiometer unter Belastung	14.1.2014 Seite - 4 -

In deiner Tabelle müssen folgende Werte vorkommen:

- eingestellte (und konstante gehaltene!!) Spannung U_0
- Betrag des jeweiligen Lastwiderstandes R_L
- berechneter Widerstand R_a
- berechneter Gesamtwiderstand R_{ges}
- berechnete Gesamtstromstärke I_{ges}
- gemessene Gesamtstromstärke I_{ges}
- berechnete Zweigströme durch R_1 und durch R_L
- berechnete Ausgangsspannung U_1
- gemessene Ausgangsspannung U_1
- absolute Abweichung zwischen gemessener und berechneter Gesamtstromstärke (in mA oder A)
- relative Abweichung zwischen gemessener und berechneter Gesamtstromstärke (in %)
- Angabe, ob die berechneten und gemessenen Werte der Gesamtstromstärke im Rahmen der Messgenauigkeit (Größtfehlerbetrachtung!) übereinstimmen oder nicht
- absolute Abweichung zwischen gemessener und berechneter Ausgangsspannung (in V)
- relative Abweichung zwischen gemessener und berechneter Ausgangsspannung (in %)
- Angabe, ob die berechneten und gemessenen Werte der Ausgangsspannung im Rahmen der Messgenauigkeit (Größtfehlerbetrachtung!) übereinstimmen oder nicht

Für alle in den Formeln benutzten Größen ist eine Größtfehlerbetrachtung anzustellen und der Gesamtgrößtfehler ist abzuschätzen!

Für jede der drei Messreihen a), b) und c) sind diese Werte tabellarisch darzustellen!

Fertige zum Schluss von jeder Messreihe in einem gemeinsamen Diagramm eine **Belastungskurve** an; dazu ist die Ausgangsspannung über dem Lastwiderstand aufzutragen. Am besten, man benutzt dazu für die Widerstandsachse eine logarithmische Auftragung und kehrt die Abfolge der Widerstände um (von ganz großem zu immer kleinerem Lastwiderstand d.h. Zu größer werdender belastung).

Zu dem Diagramm sind tabellarisch (Excel) die Messwerte der Ausgangsspannung über dem Lastwiderstand für jede der drei Messreihen aufzuführen

Fertige schließlich noch eine Tabelle an, in der du einerseits die Lastwiderstände für die drei Messreihen darstellst, zum anderen die prozentuale Belastung, also den prozentualen Anteil von Laststrom zu Gesamtstrom des Potentiometers.

Deute alle deine Ergebnisse, Tabellen und Kurven!

Als Faustregel für Elektroniker gilt: der Laststrom sollte nicht größer werden als 10 % des Gesamtstromes durch das Potentiometer. Welche Schlüsse ziehst du daraus für die Dimensionierung eines Potentiometers!? Weshalb ist ein Potentiometer für hohe Lasten (große Lastströme) energetisch gesehen nicht sehr attraktiv?