
Online-Leistungsnachweis 1/2

Start: am 09.12., 10:00 Uhr

Ende: am 09.12., 11:00 Uhr

Bearbeitungszeit: 60 Minuten

Gesamtpunktzahl: 45 Punkte

Abgabe bis spätestens 11:15!

eine PDF-Datei mit handschriftlichen Lösungen

in die bekannt gegebene MOODLE Datenbank

1. Bearbeiten Sie die Aufgaben **handschriftlich** auf dem Aufgabenblatt oder einem Tablet-PC!
2. Falls Sie keine Möglichkeit haben die Klausur auszudrucken, dann lösen Sie die Aufgaben auf einem Blatt oder dem Tablet-PC und fügen die Lösungen als Scan oder Foto in die dafür vorgesehenen Lösungsfelder ein (z.B. mit LibreOffice).
3. Sie haben in jedem Fall dafür Sorge zu tragen, daß die Lösungen in den der Aufgabe zugehörigen Lösungsfelder stehen!
4. Exportieren Sie das Ergebnis in eine (!) PDF-Datei mit maximaler Größe 10MB.
5. Geben Sie in jeder Rechnung und zu jedem (Teil-)Ergebnis die Einheiten an!
6. Geben Sie den Rechenweg klar strukturiert und leserlich an!
7. Lösungen zu einer Aufgabe werden nur innerhalb des zugehörigen Lösungsfeldes gewertet. Falls der Platz nicht ausreicht, so verwenden Sie das Lösungsfeld der englischen Version und machen dies entsprechend kenntlich.
8. Lösungen außerhalb der Lösungsfelder werden nicht gewertet.

Eidesstattliche Versicherung

Persönliche Angaben

Name: _____
(Last name)Vorname: _____
(First name)Matrikelnummer: _____
(Student-ID)Studiengang: _____
(Program)

Angaben zur Prüfung

Name der Prüfung: _____
(Title of the exam)Prüfer: _____
(Examiner)Prüfungsdatum: _____
(Exam date)

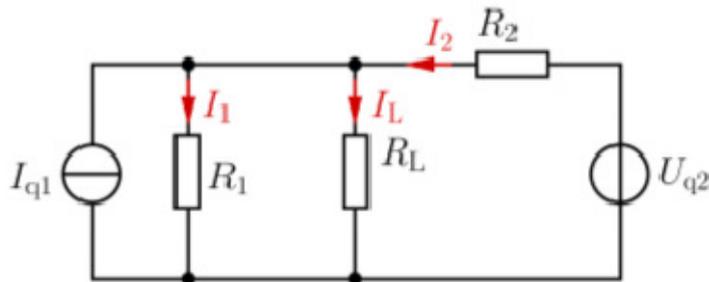
Sehr geehrte Damen und Herren,
hiermit versichere ich an Eides statt,
dass ich die oben bezeichnete Leistung
selbstständig und ohne unzulässige
fremde Hilfe sowie ohne Heranziehung
nicht zugelassener Hilfsmittel bearbei-
tet habe. Mir ist bewusst, dass der Ver-
stoß gegen prüfungsrechtliche Regel-
ungen über die Täuschung bei der Er-
bringung von Prüfungsleistungen eine
Ordnungswidrigkeit darstellt und die
Abgabe einer unrichtigen Versicherung
an Eides statt als Straftat geahndet
wird.

To whom it may concern,
I declare in lieu of an oath that I have
worked on the above-mentioned assess-
ment independently and without un-
authorized assistance. I also confirm
that I have not used any non-permiss-
ible resources. I am aware that the
violation of examination regulations on
cheating during examinations consti-
tutes an administrative offense. I am
also aware that making a false
declaration in lieu of an oath is
punished as a criminal offense.

Ort, Datum: _____
(Place, date)Unterschrift: _____
(Signature)

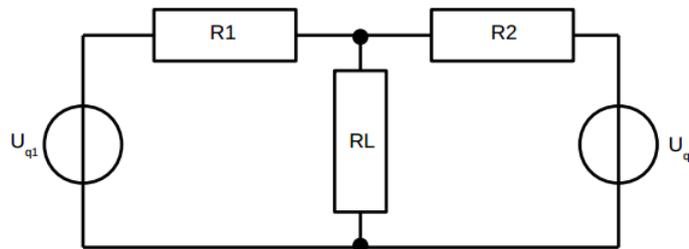
Aufgabe 1: Arbeitspunkt

(15 Punkte)



$$\begin{aligned}
 I_{q1} &= 100 \text{ mA} \\
 U_{q2} &= 1,5 \text{ V} \\
 R_2 &= 15000 \text{ m}\Omega \\
 R_1 &= 0,03 \text{ k}\Omega \\
 R_L &= 150 \Omega
 \end{aligned}$$

1. Transformieren Sie die Stromquelle in eine äquivalente Spannungsquelle und zeichnen Sie die Schaltung mit zwei Spannungsquellen. Geben Sie die Gleichung für U_{q1} an. (5 Punkte)



$$\begin{aligned}
 U_{q1} &= R_1 \cdot I_{q1} \\
 &= 30\Omega \cdot 0,1A \\
 &= 3V
 \end{aligned}$$

2. Bestimmen Sie den Arbeitspunkt aller Widerstände R_1 , R_2 und R_L . (10 Punkte)

aus der Übung zu Modul 5 auf Seite 50 wissen wir, daß für die gezeigte Schaltung gilt

$$I_1 = \frac{U_{q2} - R_2 \cdot I_2}{R_1} + \frac{G_1}{G_1 + G_2 + G_3} \cdot I_{q1}$$

$$I_2 = \frac{U_{q2}}{R_2 + \frac{1}{G_1 + G_2}} + \frac{G_2}{G_1 + G_2 + G_3} \cdot I_{q1}$$

$$I_L = I_2 - I_1$$

Mit dem ohm'schen Gesetz erhalten wir

$$U_1 = R_1 \cdot I_1$$

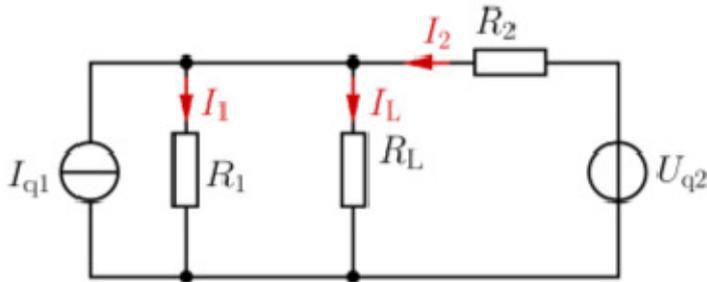
$$U_2 = R_2 \cdot I_2$$

$$U_L = R_L \cdot I_L$$

Die Aufgabenstellungen unterscheiden sich durch die angegebenen Widerstandswerte. Setzen Sie diese selbstständig ein und berechnen Sie das korrekte Ergebnis.

Operating Point (Bias point, Q-point)

(15 Punkte)



$$I_{q1} = 100 \text{ mA}$$

$$U_{q2} = 1,5 \text{ V}$$

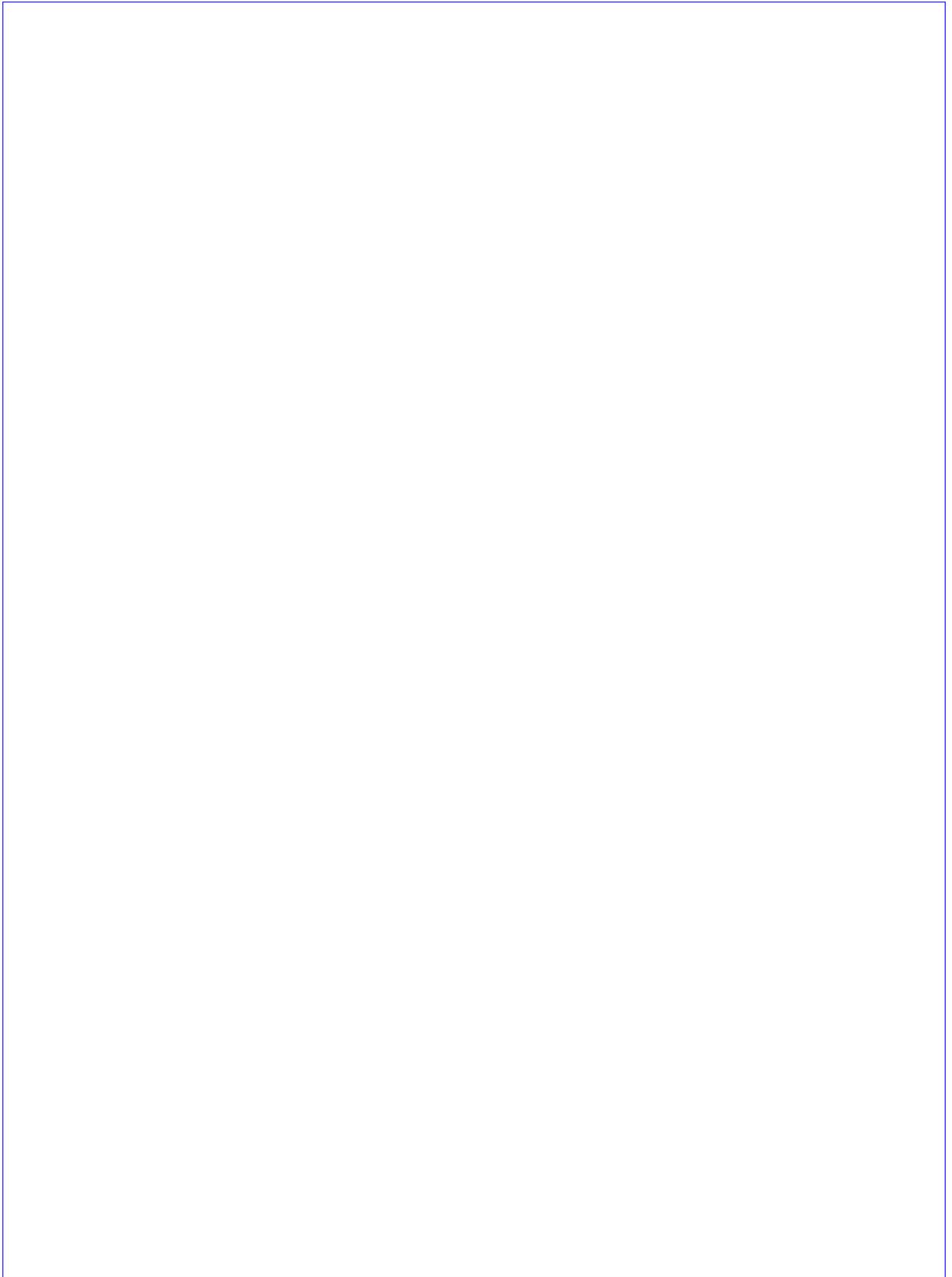
$$R_2 = 15000 \text{ m}\Omega$$

$$R_1 = 0,03 \text{ k}\Omega$$

$$R_L = 150 \text{ }\Omega$$

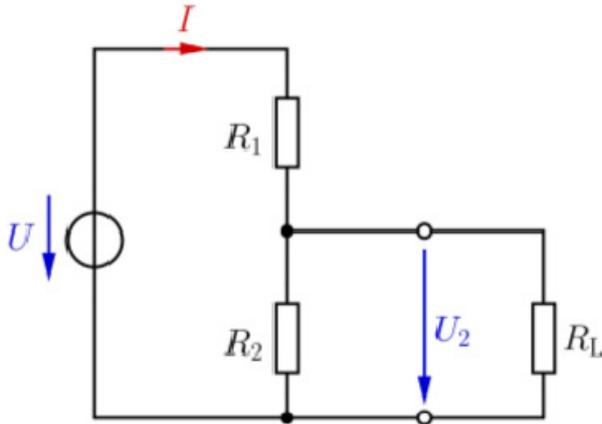
1. Transform the current source into an equivalent voltage source and draw the circuit with two voltage sources. Give the equation for U_{q1} . (5 Points)

2. Determine the operation point for all resistors R_1 , R_2 and R_L (10 Points)



Aufgabe 2: Spannungsteiler

(15 Punkte)



$$U = 9 \text{ V}$$

$$R_1 = 125 \text{ } \Omega$$

$$R_2 = 500 \text{ } \Omega$$

$$R_L = 300 \text{ } \Omega$$

1. Bestimmen Sie das Norton-Äquivalent des Spannungsteilers R_1 und R_2 . **(7 Punkte)**

Wir können das Norton-Äquivalent aus dem Thevenin-Äquivalent durch Umformung der Spannungs in eine Stromquelle ermitteln. Aus der Übung zu Modul 6 Seite 46 wissen wir, daß das Thevenin-Äquivalent des gezeigten Spannungsteilers folgende Werte hat.

$$U_{Th} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U$$

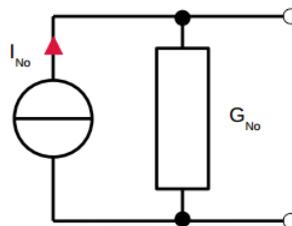
$$R_{Th} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Daraus ermitteln wir die Äquivalente Stromquelle zu

$$I_{No} = \frac{U_{Th}}{R_{Th}}$$

$$G_{No} = \frac{1}{R_{Th}}$$

Das Norton-Äquivalent besteht aus Stromquelle und Innenleitwert



2. Zeigen Sie, daß die Stabilisierung des gezeigten unbelasteten Spannungsteilers für alle (!) Widerstandswerte Eins ist. Nehmen Sie dazu eine allgemeine Spannungsänderung der Quellspannung von U_0 nach $U_0 + \Delta U$ an. (8 Punkte)

Aus Modul 4 Folie 56 kennen wir diese Aufgabenstellung.

Für die Stabilisierung gilt gemäß Übung zu Modul 4

$$S = \frac{\frac{\Delta U_q}{U_q}}{\frac{\Delta U_2}{U_2}}$$

Die Spannungsteilergleichung besagt

$$U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U$$

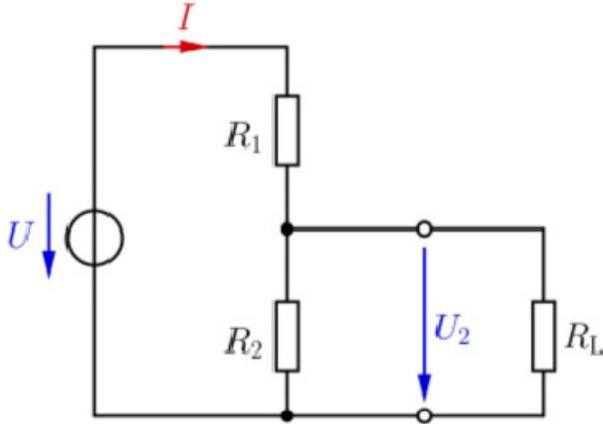
$$\Delta U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot \Delta U$$

Setzen wir diese Werte ein, so erhalten wir

$$\begin{aligned} \frac{\frac{\Delta U_q}{U_q}}{\frac{\Delta U_2}{U_2}} &= \frac{\frac{\Delta U_q}{U_q}}{\left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) \cdot \frac{\Delta U}{\left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) \cdot U}} \\ &= \frac{\frac{\Delta U_q}{U_q}}{\frac{\Delta U_q}{U_q}} \\ &= 1 \end{aligned}$$

Voltage Divider

(15 Punkte)



$$U = 6 \text{ V}$$

$$R_1 = 125 \text{ } \Omega$$

$$R_2 = 400 \text{ } \Omega$$

$$R_L = 200 \text{ } \Omega$$

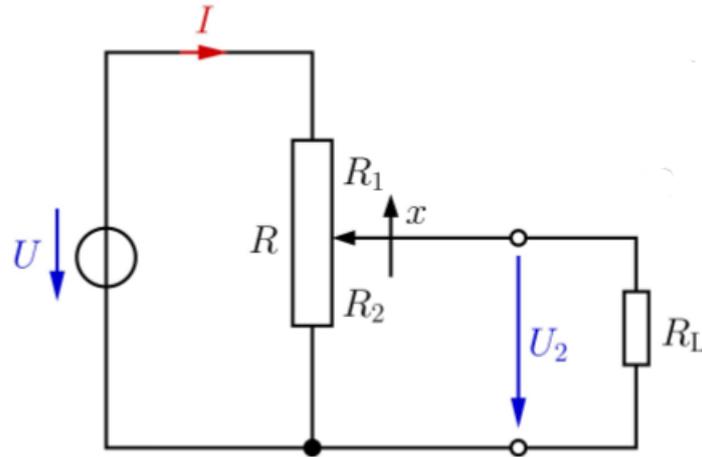
1. Give the Norton equivalent circuit for the voltage divider R_1 and R_2 .

(7 Points)

2. Show that the stabilization S of the unloaded voltage divider is one (8 Points) for all resistance assignments. Assume a general voltage swing of the source voltage U from U_0 to $U_0 + \Delta U$.

Aufgabe 3: Potentiometer

(15 Punkte)



1. Berechnen Sie die Spannung $U_L(x)$ und den Strom $I_L(x)$ durch R_L als Funktion der Schleiferposition x . (7 Punkte)

Aus der Übung zu Modul 3, Folie 56 kennen wir diese Aufgabenstellung. Wir wissen, daß

$$U_L(x) = \frac{x}{1 + \frac{R}{R_L} \cdot x - \frac{R}{R_L} \cdot x^2} \cdot U$$

Gemäß dem ohm'schen Gesetz können wir nun rechnen

$$\begin{aligned} I_L(x) &= \frac{U_L}{R_L} \\ &= \frac{x}{R_L + R \cdot x - R \cdot x^2} \cdot U \end{aligned}$$

2. Für welche Schleiferposition x wird der Strom $I(x)$ maximal und wie (4 Punkte) groß ist der Strom bei dieser Stellung des Schleifers?

Dies ist eine Extremwertaufgabe, wie wir sie aus der Mathematik kennen. Um den maximalen Strom zu berechnen, muss gelten $I'(x) = 0$ (notwendige Bedingung). Wir prüfen anschliessend die hinreichende Bedingung durch Vorzeichenwechsel der ersten Ableitung.

$$\begin{aligned} I'(x) &= \frac{u' \cdot v - v' \cdot u}{v^2} \quad (\text{Quotientenregel}) \\ &= \frac{1 \cdot (R_L + R \cdot x - R \cdot x^2) - (R - 2 \cdot R \cdot x) \cdot x}{(R_L + R \cdot x - R \cdot x^2)^2} = \frac{R \cdot x^2 + R_L}{(R_L + R \cdot x - R \cdot x^2)^2} \end{aligned}$$

Wir erhalten $I'(x) = 0$ falls $Rx^2 + R_L = 0$. Dies ergibt

$$x = \pm \sqrt{\frac{R_L}{R}}$$

Für $\frac{R_L}{R} - \epsilon$ erhalten wir eine positive Steigung und für $\frac{R_L}{R} + \epsilon$ eine negative Steigung. Falls $R_L = R$, dann ist die der Strom bei $x = 1$ maximal.

3. Berechnen Sie den Lastwiderstand R_L als Funktion von R_1 und R_2 , (4 Punkte) sodaß die Leistung am Widerstand R_L für die Schleiferposition $x = 0,75$ maximal wird (Leistungsanpassung).

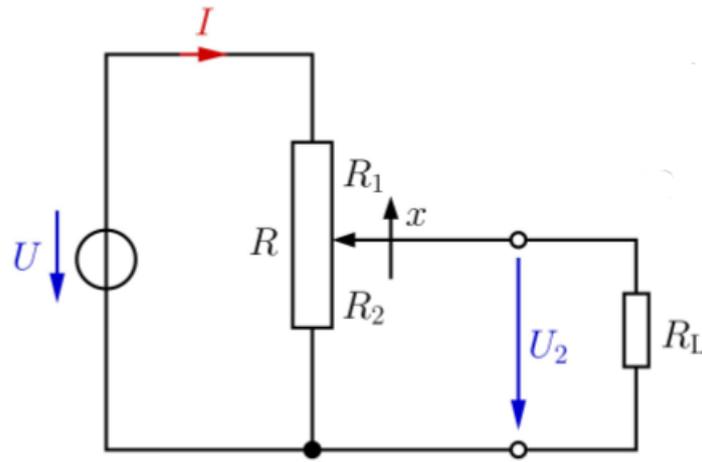
Falls der Lastwiderstand R_L gleich dem Innenwiderstand des Thevenin-Äquivalents des Spannungsteilers R_{Th} ist, so wird am Lastwiderstand die maximale Leistung umgesetzt (Leistungsanpassung). Wir verwenden diese Beobachtung aus Modul3 Folie 46 und das Ergebnis aus der vorherigen Aufgabe. Dann gilt, daß die maximale Leistung an R_L umgesetzt wird, falls

$$\begin{aligned} R_L &= R_{Th} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{(1-x) \cdot R \cdot x \cdot R}{R} \\ &= \frac{(1-0,75) \cdot 0,75 \cdot R^2}{R} \\ &= 0,25 \cdot 0,75 \cdot R \\ &= 0,1875 \cdot R \end{aligned}$$

(Die allgemeine maximale Leistung in Anhängigkeit der Schleiferposition ist $R_{L,max}(x) = (1-x) \cdot x \cdot R$.)

Potentiometer

(15 Punkte)



1. Calculate the voltage $U_L(x)$ and the current $I_L(x)$ through R_L as a function of the wiper position x . (7 Points)

2. For what wiper position x is the current $I(x)$ at its maximum and what is the maximum current at this position? (4 Points)

3. Calculate the load resistor R_L so that the power at R_L is at maximum for a wiper position $x = 0,5$ (impedance matching). (4 Points)