

Online-Leistungsnachweis

Name: Matrikelnummer:
Studiengang: Unterschrift:

Bearbeitungszeit: 60 Minuten
Gesamtpunktzahl: 45
Mindestpunktzahl zum Bestehen: 22

1. Verwenden Sie keinen Bleistift oder Rotstift!
 2. Unleserliche Angaben werden nicht gewertet!
 3. Verwenden Sie einen Notizbogen für Nebenrechnungen!
 4. Geben Sie den Rechenweg klar strukturiert und leserlich an!
 5. Lösungen ohne Rechenweg werden nur bewertet falls von der Aufgabe vorgegeben!
 6. Nur Lösungen in den Lösungsfeldern werden gewertet!
- Nutzen Sie ggf. die Lösungsboxen der englischen Version!

Online-Examination

Name: Student number:

Branch of studies: Signature:

Working time: 60 Minutes

Total points: 45

Minimum points to pass: 22

1. Do not use lead pen or red ink!
 2. Unreadable sections are not assessed!
 3. Use an additional sheets for side calculatipons!
 4. Give your solutions clearly structured and readable!
 5. Solutions without calculation will be assessed only if demanded by the exercise!
 6. Solutions will be assessed only if given in the text boxes!

Use the text boxes of the german version if required!

Selbstständigkeitserklärung Statement of Authorship

Persönliche Angaben

Name: _____
(Last name)

Vorname: _____
(First name)

Matrikelnummer: _____
(Student-ID)

Studiengang: _____
(Program)

Angaben zur Prüfung

Prüfungsdatum: _____
(Exam date)

Hörsaal: ☐
(Lecture hall)

Studierendenausweis



Hiermit versichere ich, dass ich die oben bezeichnete Leistung selbstständig und ohne unzulässige fremde Hilfe sowie ohne Heranziehung nicht zugelassener Hilfsmittel bearbeitet habe. Mir ist bewusst, dass ein Verstoß gegen prüfungsrechtliche Regelungen über die Täuschung bei der Erbringung von Prüfungsleistungen an die Hochschule gemeldet wird.

I declare that I have worked on the above-mentioned assessment independently and without unauthorized assistance. I also confirm that I have not used any non-permissible resources. I am aware that a violation of examination regulations or cheating during examinations is reported to the University.

Ort, Datum: _____
(Place, date)

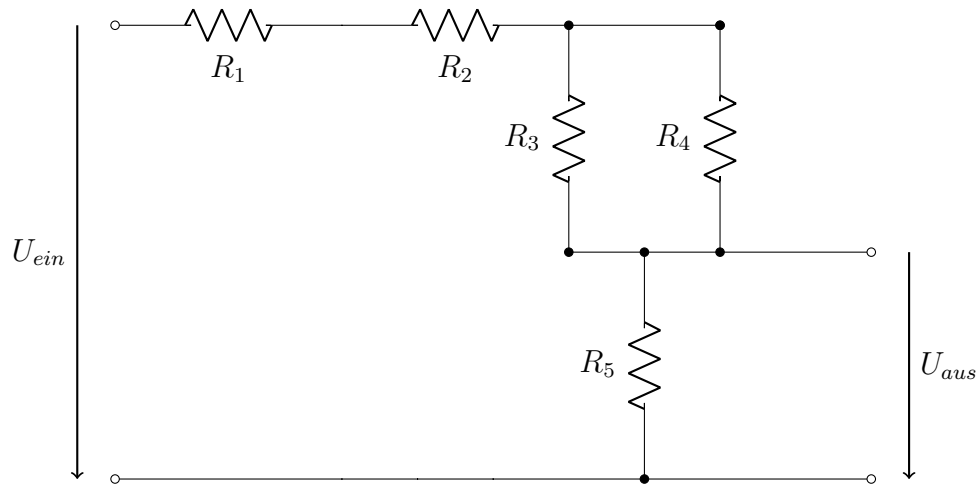
Unterschrift: _____
(Signature)

This page intentionally left blank.

Aufgabe 1: Thevenin-Äquivalent

(15 Punkte)

Gegeben sei folgende Schaltung.

1. Berechnen Sie das Verhältnis von U_{aus} zu U_{ein} .

(5 Punkte)

Nach der Spannungsteilerregel gilt

$$\frac{U_{aus}}{U_{ein}} = \frac{R_5}{R_{ges}}$$

 R_{ges} errechnet sich zu

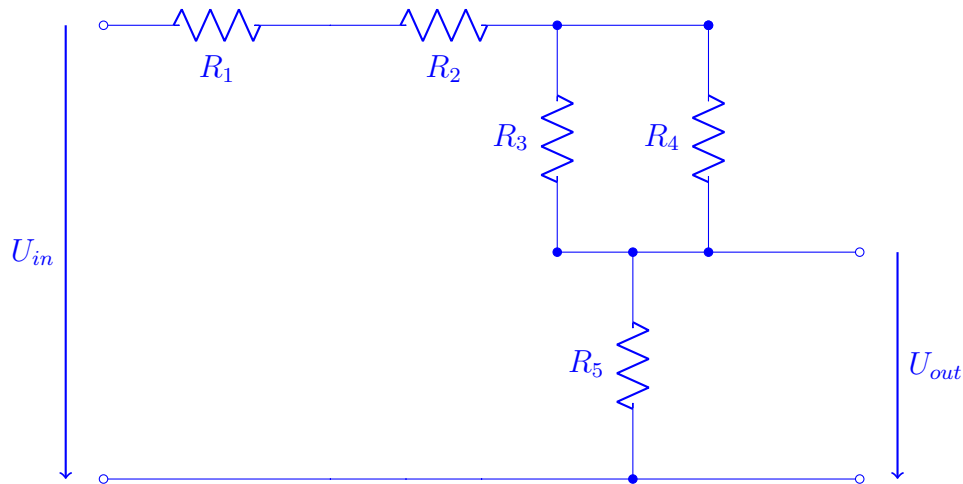
$$R_1 + R_2 + R_3 \parallel R_4 + R_5 = R_1 + R_2 + \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} + R_5$$

Ergebnis:

$$\frac{U_{aus}}{U_{ein}} = \frac{R_5}{R_1 + R_2 + \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} + R_5}$$

Exercise 1: Thevenin equivalent circuit**(15 Points)**

Gegeben sei folgende Schaltung.



1. Calculate the ratio U_{out} over U_{in} .

(5 Points)

2. Berechnen Sie die äquivalente Thevenin-Quellspannung U_{th} und (7 Punkte)
den äquivalenten Thevenin-Innenwiderstand R_{Th} .

Die Theveninspannung U_{th} entspricht der
Uesandspannung an R_5 , also U_{aus} .

2p

$$U_{th} = U_5 = U_{aus} = \frac{R_5}{R_1 + R_2 + \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} + R_5} \cdot U_{ein}$$

Der Theveninwiderstand ergibt sich aus
dem Ersatzwiderstand bei stillgelegter Quelle,
also $U_{ein} = 0V$.

5p

$$\begin{aligned} R_{Th} &= R_5 \parallel (R_1 + R_2 + R_3 \parallel R_4) = R_5 \parallel \left(R_1 + R_2 + \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} \right) \\ &= \frac{R_5 \cdot \left(R_1 + R_2 + \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} \right)}{R_5 + \left(R_1 + R_2 + \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} \right)} \end{aligned}$$

3. Seien $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 50\Omega$ und $U_{ein} = 9V$. (3 Punkte)
Führen Sie eine Leistungsanpassung mit einem ohm'schen Lastwiderstand R_L an den
Ausgangsklemmen durch. Berechnen Sie die Leistung an R_L u. den Wirkungsgrad η .

1p

Zur Leistungsanpassung muß gelten $R_L = R_{Th}$.

$$R_{Th} = \frac{50\Omega \cdot 125\Omega}{50\Omega + 125\Omega} = 35,71\Omega \sim 35\Omega$$

1p

Im leistungsangepassten Fall $R_L = R_{Th} = 35\Omega$

beträgt die Leistung an $R_L = \frac{1}{4} \cdot P_{max} = \frac{1}{4} \cdot \frac{U_{th}^2}{R_{Th}} = \frac{2,57^2}{35,71} = 185mW$

1p

η ist im leistungsangepassten Fall immer 0,5.

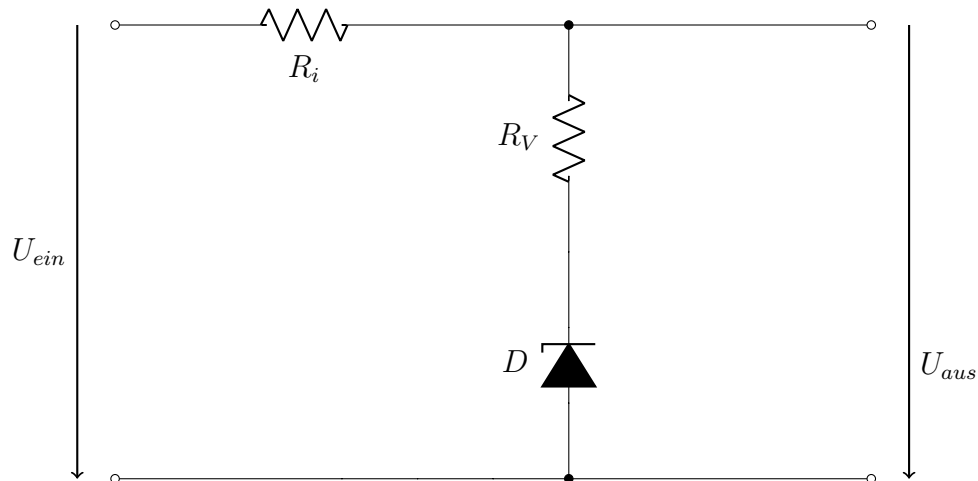
2. Calculate the equivalent Thevenin source voltage U_{th} and the equivalent Thevenin resistance R_{Th} . (7 Points)

3. Let $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 50\Omega$ and $U_{ein} = 9V$. (3 Points)
Perform the power adjustment (impedance matching) by a load resistor R_L at the output clamps. Calculate the power at R_L and the efficiency factor η .

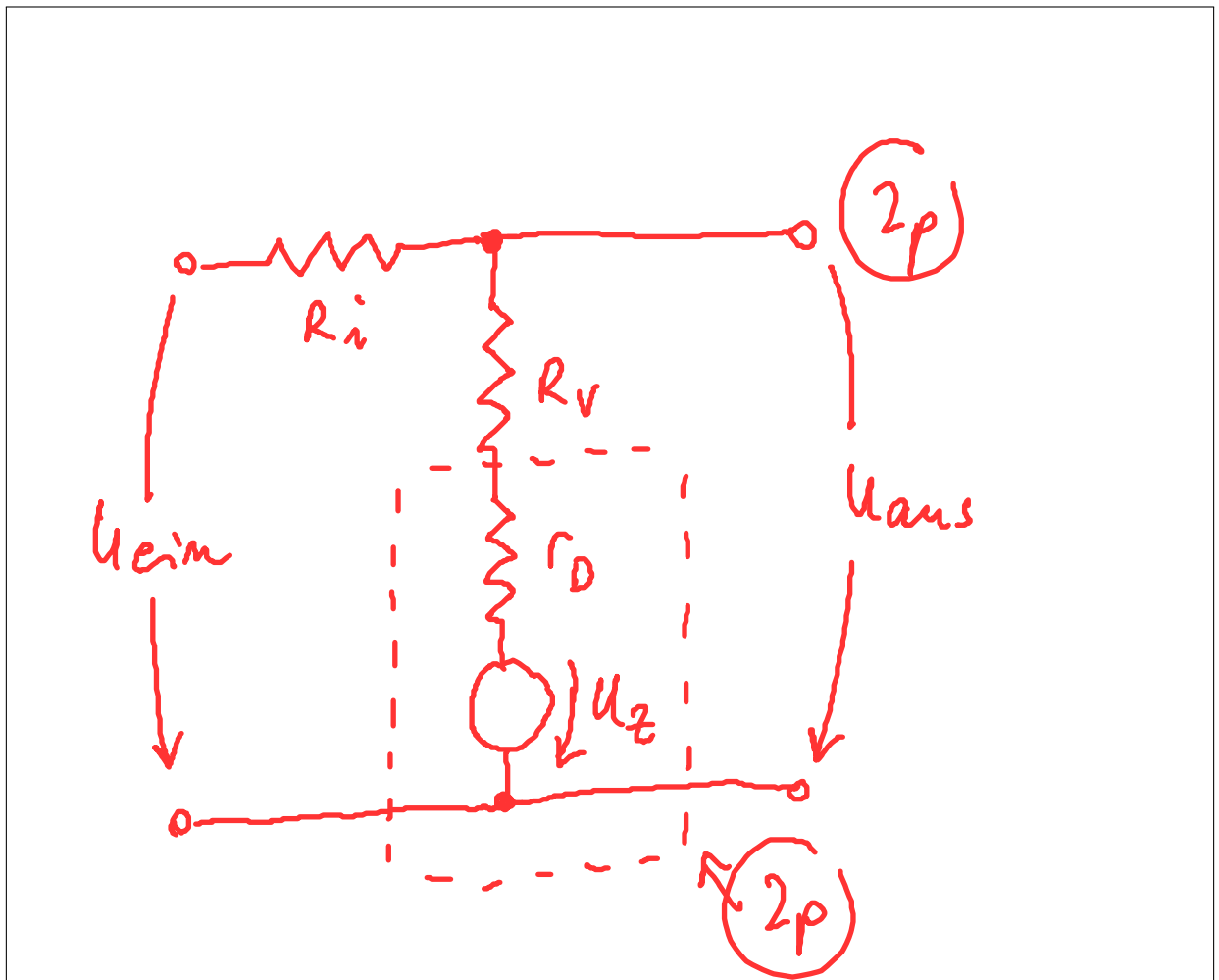
Hinweis: Das Ergebnis aus 2. ist nicht unbedingt erforderlich, wenn man mit den angegebenen Werten einen Spannungsteiler aus $R_1' = R_1 + R_2 + R_3 \parallel R_4 = 125\Omega$ und $R_2' = R_5 = 50\Omega$ erstellt.

Aufgabe 2: Linearisierte Diodenschaltung (15 Punkte)

Gegeben sei folgende Schaltung mit Zener-Diode D und Vorwiderstand R_V .

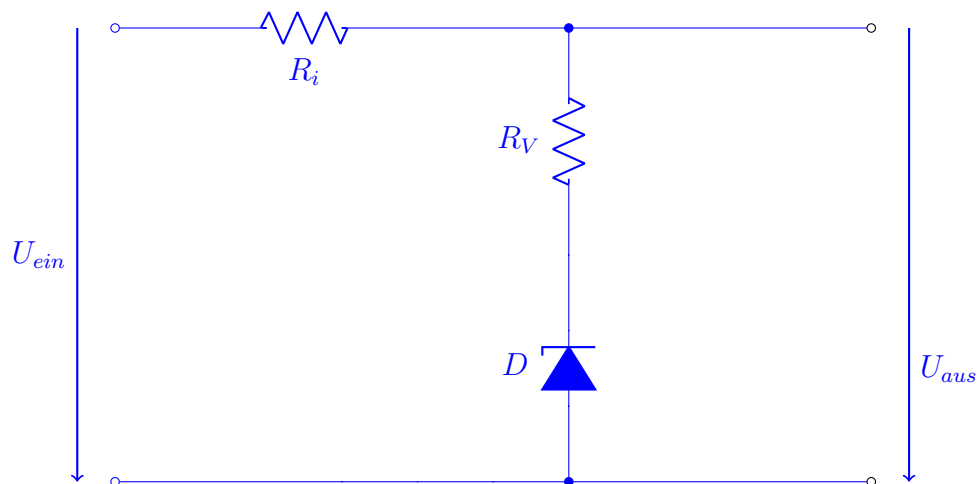


1. Zeichnen Sie die linearisierte Schaltung mit $U_Z = 20V$ und $r_D = 3\Omega$. (4 Punkte)

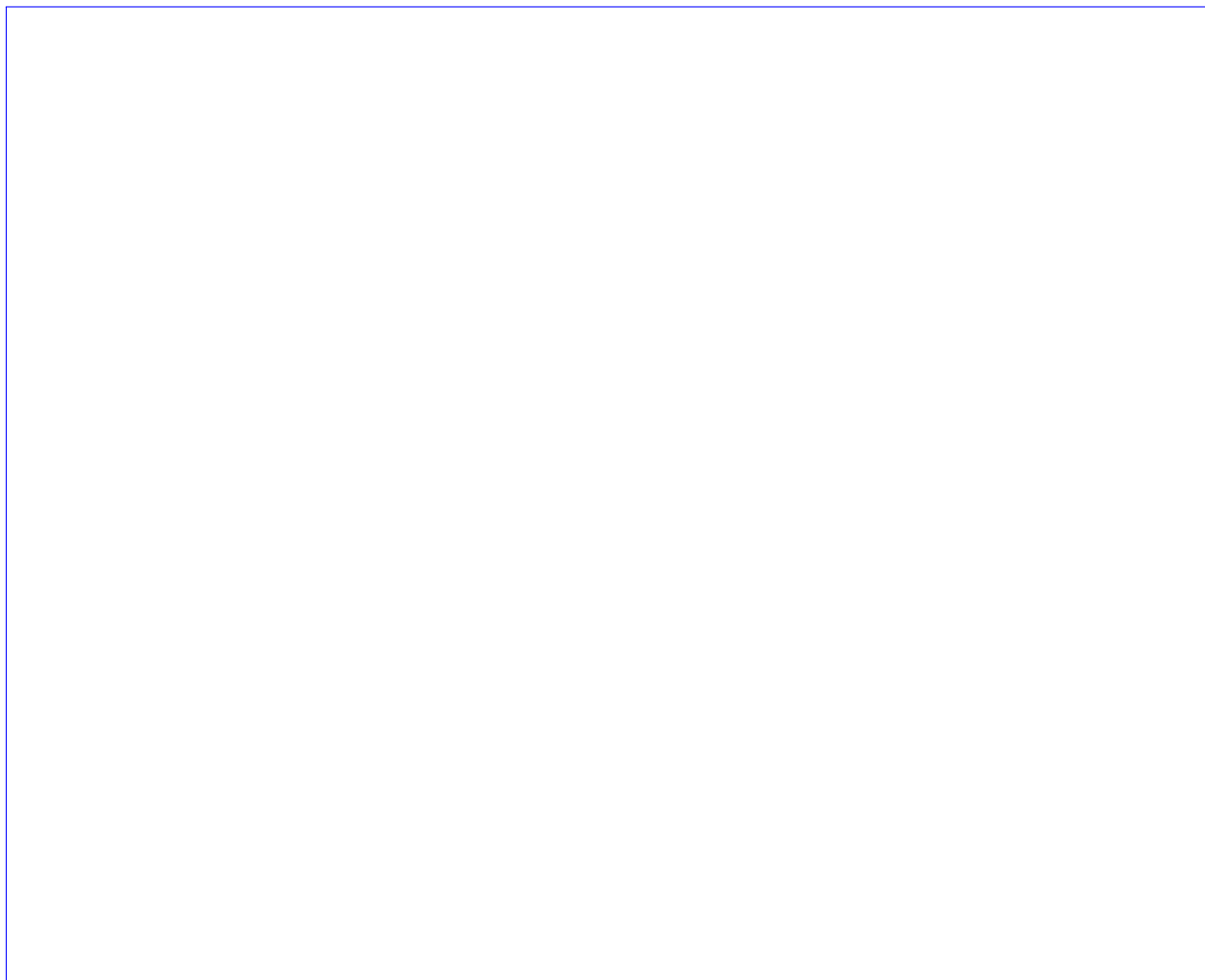


Exercise 2: Linearized diode circuit**(15 Points)**

Gegeben sei folgende Schaltung mit Zener-Diode D und Vorwiderstand R_V .



1. Draw the linearized circuit with $U_Z = 20V$ and $r_D = 3\Omega$.

(4 Points)

2. Berechnen Sie die Stabilisierung S mit und ohne Vorwiderstand R_V (7 Punkte)
für $R_V = 10\Omega$, $U_{ein} = 20V$ und $\Delta U_{ein} = 1V$. ($R_i = 50\Omega$)
Welchen Einfluss hat R_V auf die Stabilisierung?

Aus der Vorlesung wissen wir

$$U_D = (1-a) \cdot U_Z + a \cdot U_Q, \quad a = \frac{r_Z + R_V}{R_i + r_Z + R_V}$$

mit $R_V = 0\Omega$:

$$U_D(21V) = (1-0,0566) \cdot 20V + 0,0566 \cdot 21V = 20,0566V$$

$$U_D(20V) = (1-0,0566) \cdot 20V + 0,0566 \cdot 20V = 20V$$

$$\Delta U_D = 0,0566V$$

mit $R_V = 10\Omega$:

$$U_D(21V) = (1-0,206) \cdot 20V + 0,206 \cdot 21V = 20,206V$$

$$U_D(20V) = (1-0,206) \cdot 20V + 0,206 \cdot 20V = 20V$$

$$\Delta U_D = 0,206V$$

Stabilisierung S :

$$S = \frac{\frac{\Delta U_Q}{U_Q}}{\frac{\Delta U_D}{U_D}}$$

mit $R_V = 0\Omega$:

$$S = \frac{1V}{20V} \cdot \frac{20V}{0,0566V} = 17,67$$

mit $R_V = 10\Omega$:

$$S = \frac{1V}{20V} \cdot \frac{20V}{0,206V} = 4,85$$

1p

Der Vorwiderstand reduziert die Stabilisierung.

2. Calculate the stabilization S with and without dropping resistor R_V (7 Points)
for $R_V = 10\Omega$, $U_{ein} = 20V$ and $\Delta U_{ein} = 1V$.
What is the effect of R_V on the stabilization?

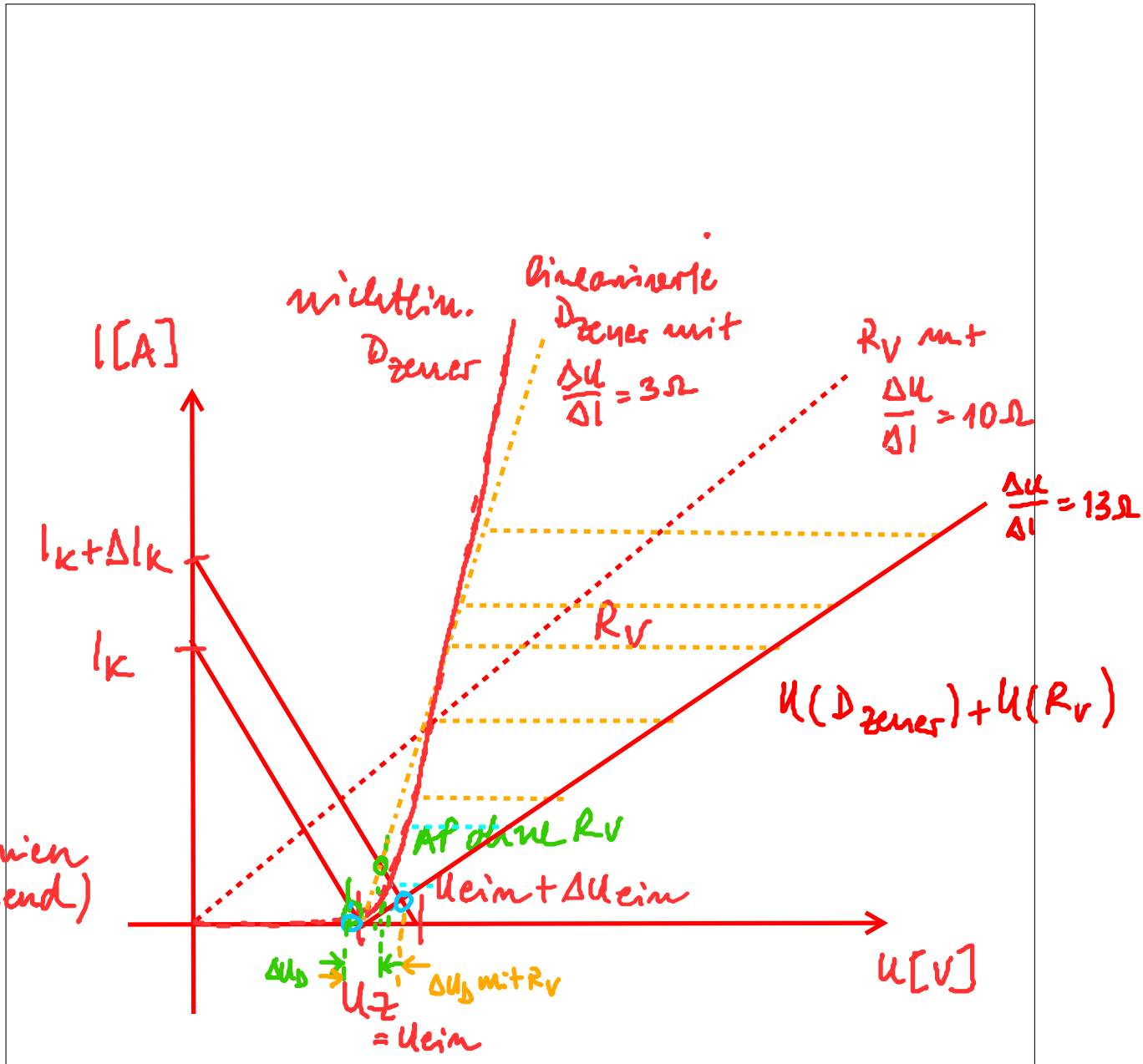
Hinweis: sämtliche Vorlesungsunterlagen
sind in dieser Prüfung als
Quellen zugelassen.

Achtung: $U_{ein} = 19V$, also $\Delta U_{ein} = -1V$
Änderung macht keinen
Sinn, da dann $U_{ein} < U_Z$
und die Diode sperrt.
Keine Punkte f. eine solche
Rechnung, da fehlendes Ver-
ständnis.

3. Zeichnen Sie die Kennlinien der nichtlinearen Schaltung, d.h. (4 Punkte)

- a) die Arbeitsgerade für die lineare Quelle.
b) die Lastgerade für die Zenerdiode mit Vorwiderstand.

Verwenden Sie die Konfiguration aus Teil 2, um die Ergebnisse zu erläutern.



Da $U_{ein} = U_Z$ und ΔU_{ein} klein ist, ist die Stabilisierung gering. R_V linearisiert das Verhalten, sodass für $U_{ein} \gg U_Z$ die Stabilisierung 1 ist.

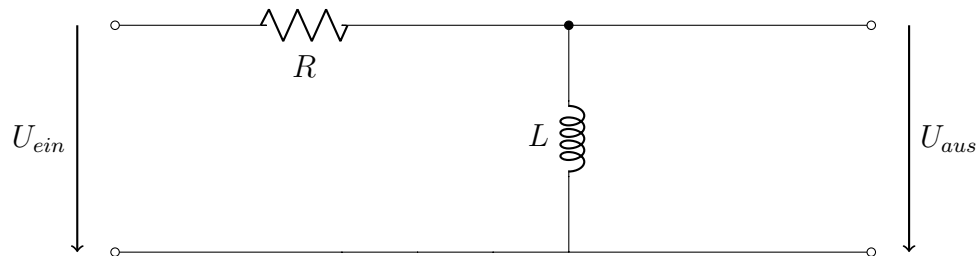
3. Draw the characteristic curves of the nonlinear circuit, i.e. **(4 Points)**

- a) the working curve of the linear source.
- b) the load curve of the Zener diode with dropping resistor.

Use the configuration given in part 2 to explain the results.

Aufgabe 3: Kapazität und Spule**(15 Punkte)**

Gegeben sei folgende Schaltung mit Induktivität L und ohm'schem Widerstand R .



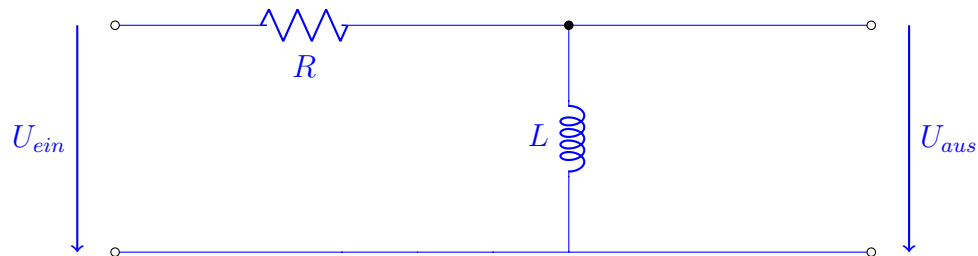
1. Berechnen Sie die Übertragungsfunktion $H(j\omega) = U_{aus}/U_{ein}$.

(5 Punkte)

$$\frac{U_{aus}}{U_{ein}} = H(j\omega) = \frac{z_L}{z_R + z_L} = \frac{j\omega L}{R + j\omega L} \quad (5p)$$

Exercise 3: Capacitance and Inductance**(15 Points)**

Given the following circuit with inductance L and resistance R .



1. Calculate the transfer function $H(j\omega) = U_{aus}/U_{ein}$.

(5 Punkte)

2. Berechnen Sie Betrag ~~und~~ ^{den} Phase der Übertragungsfunktion.
sowie die Grenzfrequenz ω_{gr} , d.h. die 3dB-Grenzfrequenz.

(6 Punkte)

(1p)

Bei der 3dB-Grenzfrequenz gilt

$$|H(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

(3p)

$$|H(j\omega)| = \left| \frac{1}{1 - j \frac{R}{\omega L}} \right| = \left| \frac{1 + j \frac{R}{\omega L}}{1^2 + \frac{R^2}{\omega^2 L^2}} \right|$$
$$= \frac{1}{1^2 + \frac{R^2}{\omega^2 L^2}} \cdot \sqrt{1^2 + \frac{R^2}{\omega^2 L^2}} = \frac{1}{\sqrt{1^2 + \frac{R^2}{\omega^2 L^2}}}$$

(2p)

Dieser Betrag ist $\frac{1}{\sqrt{2}}$ falls $\frac{R^2}{\omega^2 L^2} = 1$.
Auflösen nach ω ergibt

$$\omega_{3dB} = \frac{R}{L}$$

3. Berechnen Sie für einen Kondensator mit 6 Schichten der
Fläche $A = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$, einem Dielektrikum der Dicke $d = 100 \mu\text{m}$
und $\epsilon_r = 6.7$ die Kapazität C .

(4 Punkte)

(4p)

Skript Modul 4 Folie 33

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r}{d} \cdot A \cdot (n-1) = 1,48 \cdot 10^{-9} \text{ F}$$
$$\sim 1,5 \text{ nF}$$

2. Calculate the absolute and phase of the transfer function. (6 Punkte)
and the critical frequency ω_c , i.e. 3dB cutoff-frequency.

3. For a capacitor with 6 levels of (4 Punkte)
area $A = 5 \cdot 10^{-4} m^2$, a dielectric with diameter $d = 100 \mu m$
and $\epsilon_r = 6.7$ calculate the capacitance C .