



Nachdruck verboten

Schriftliche Prüfung im Fach Schaltungstechnik I/II

am 04.08.2020

14:00 Uhr bis 17:00 Uhr

Es sind alle schriftlichen Hilfsmittel und ein Taschenrechner erlaubt!

Der Taschenrechner darf kein Computer-Algebra-System (CAS) oder
eine drahtlose Kommunikationsschnittstelle beinhalten.

Name:	
Vorname:	
Matrikelnummer:	
Studienfach:	
Sitzplatznummer:	

Das Ergebnis Ihrer Prüfung erfahren Sie über das CAMPUS Portal
der Universität Stuttgart: <https://campus.uni-stuttgart.de>

Wird vom Institut ausgefüllt:

Aufgabe	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)	Summe
1						-	-	-	
2								-	
3						-	-	-	
4								-	

Gesamtpunktzahl:	
Note:	

Aufgabe 1: Nichtlineare Schaltung

Am Eingang einer integrierten Schaltung wird die Schutzschaltung von Abbildung 1 verwendet. Die Dioden D_1 und D_2 sind identisch in ihren Bauelementparametern.

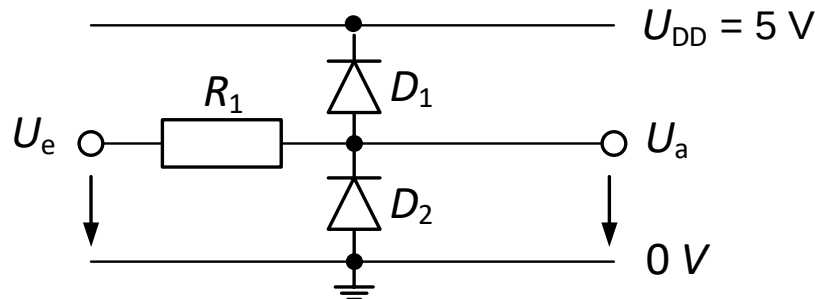


Abbildung 1: Diodenschaltung zur Spannungsbegrenzung

Hinweis: In dieser Aufgabe kann eine Diode, die in Sperrichtung betrieben wird, als Leerlauf betrachtet werden.

- Geben Sie den Ausgangsspannungsbereich U_a an, in dem die Diode D_1 im Vorwärtsbereich betrieben wird. Geben Sie den Ausgangsspannungsbereich U_a an, in dem die Diode D_2 im Vorwärtsbereich betrieben wird.
- Bestimmen Sie mit dem mit dem Newton-Raphson-Algorithmus die Ausgangsspannung U_a für eine Eingangsspannung von $U_e = -1 \text{ V}$. Wählen Sie als Startwert für die leitende Diode $0,7 \text{ V}$ und brechen Sie das Verfahren nach vier Iterationsschritten ab. Es gelten folgende Zahlenwerte:

$$I_S = 10^{-15} \text{ A}$$

$$U_T = 26 \text{ mV}$$

$$R_1 = 1 \text{ k}\Omega.$$

- Skizzieren Sie die graphische Lösung $I_{D1}(U_{D1})$ für den Fall, dass die Eingangsspannung $U_e = 6 \text{ V}$ beträgt. Kennzeichnen Sie den Schnittpunkt der Kennlinie des Widerstands mit der Diodenkennlinie mit Bezug auf Ihre Lösung von b).
- Skizzieren Sie $U_a(U_e)$ im Spannungsbereich von $U_e = -2 \text{ V}$ bis $U_e = +7 \text{ V}$ mit Kennzeichnung der Lösung von b) und c).
- Die Dioden werden nun im Sperrbereich durch eine Sperrschichtkapazität von jeweils 100 fF modelliert. Welches Ersatzschaltbild ergibt sich für den Kleinsignalfall, wenn beide Dioden im Sperrbetrieb sind? Welche Eigenschaft hat die Wirkfunktion $\underline{F}(j\omega) = \frac{U_a}{U_e}$ der Schaltung im Frequenzbereich und welche Grenzfrequenz f_0 weist sie auf? Geben Sie den Betrag und die Phase von $\underline{F}(j\omega)$ bei f_0 an.

Aufgabe 2: Vierpol

Eine Leistungsverstärkerschaltung nach Abbildung 2 verwendet zwei Transistorverstärker, deren Ausgangssignal über einen idealen Übertrager mit der Widerstandslast R_L verbunden ist.

Das Übertragungsverhältnis des idealen Übertragers sei $\ddot{u} = \frac{W_2}{W_1} = 2$.

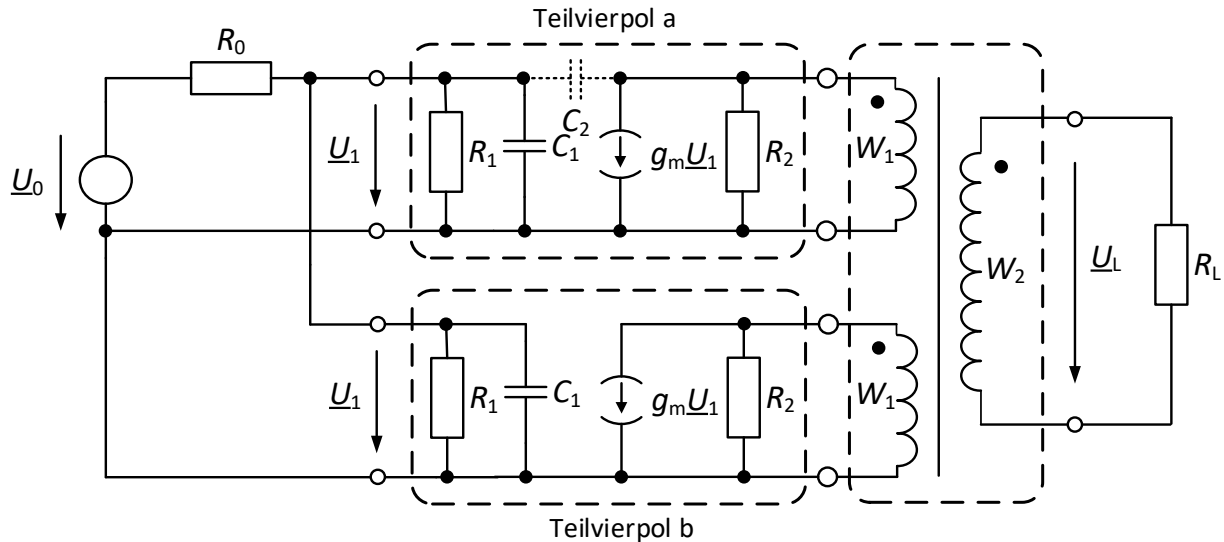


Abbildung 2: Leistungsverstärkerschaltung

Hinweis: Die Kapazität C_2 ist nur bei Teilaufgabe g) zu berücksichtigen und ansonsten durch einen Leerlauf zu ersetzen.

- Bestimmen Sie die $\underline{Y}$ -Parameter des Teilvierpols a.
- Welche Eingangsadmittanz $\underline{Y}_e$ weist Teilvierpol a auf? Skizzieren Sie die Ortskurve von $\underline{Y}_e$ und $\frac{1}{\underline{Y}_e}$ in der komplexen $\underline{Y}$ -Ebene bzw. $\underline{Z}$ -Ebene. Beschriften Sie die Diagramme.
- Welche Last $\underline{Z}_{L,a}$ ist während des Betriebs der Leistungsverstärkerschaltung in Abbildung 2 am Ausgang von Teilvierpol a wirksam?
- Welche Eingangsspannung $\underline{U}_1$ ergibt sich, wenn die Teilvierpole a und b an die Spannungsquelle $\underline{U}_0$ über R_0 angeschlossen sind?
- Geben Sie für die Schaltung von Abbildung 2 die Spannungsverstärkung $\underline{v}_n = \frac{\underline{U}_L}{\underline{U}_0}$ an.
- Welche Wirkungsleistung P_w entsteht am Lastwiderstand R_L , wenn $\underline{U}_0$ ein sinusförmiges Signal mit einer Frequenz $f = 100 \text{ MHz}$ sei, und die Spannungsamplitude $\hat{U}_0 = 10 \text{ V}$ beträgt?

$$R_0 = 50 \text{ k}\Omega \quad R_1 = R_2 = 1 \text{ k}\Omega \quad C_1 = 1 \text{ pF} \quad R_L = 100 \text{ }\Omega \quad g_m = 200 \text{ mS}$$

- Bestimmen Sie erneut die $\underline{Y}$ -Parameter des Teilvierpols a, jedoch unter Berücksichtigung der Kapazität C_2 .

Aufgabe 3: Operationsverstärkerschaltung

Die Operationsverstärkerschaltung in Abbildung 3 wird mit einem Impuls nach Abbildung 4 angesteuert.

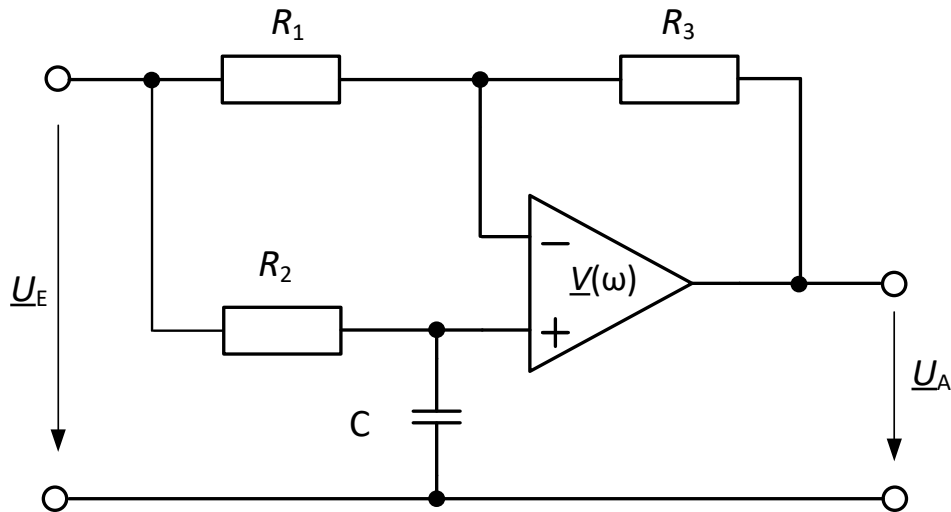


Abbildung 3: Operationsverstärkerschaltung

- a) Berechnen Sie die Wirkungsfunktion $\underline{F}(j\omega) = \frac{\underline{U}_A(j\omega)}{\underline{U}_E(j\omega)}$ für eine Verstärkerfunktion

$$\underline{V}(\omega) = \frac{V_0}{1 + j\omega \frac{V_0}{\omega_T}}. \text{ Geben Sie den vollständigen Rechenweg an.}$$

Im Folgenden gilt:

$$\underline{F}(j\omega) = \frac{-j\omega C R_2 V_0 R_3 + V_0 R_1}{(j\omega R_2 C + 1) \left\{ j\omega \left(\frac{V_0}{\omega_T} (R_1 + R_3) \right) + V_0 R_1 + R_1 + R_3 \right\}}$$

- b) Skizzieren Sie für die Schaltung den Amplitudengang (doppellogarithmisch) und den Phasengang für folgende Bauelementwerte

$$R_1 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$C = 200 \text{ nF}$$

$$V_0 = 10^6$$

$$\omega_T = 10^{10} \text{ s}^{-1}$$

- c) Bestimmen Sie die Fourier-Transformierte $\underline{V}_E(f)$ für den Impuls am Eingang der Schaltung nach Abbildung 4.

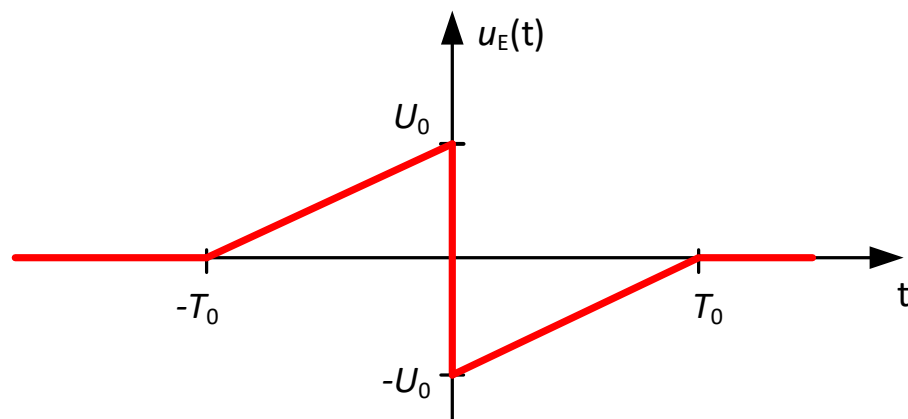


Abbildung 4: Zeitlicher Verlauf des Eingangsimpulses $u_E(t)$

- d) Bestimmen Sie die Fourier-Transformierte des Ausgangssignals $\underline{V}_A(f)$ für $V_0 \rightarrow \infty$.
- e) Ermitteln Sie allgemein den zeitlichen Verlauf des Ausgangssignals $u_A(t)$ für $V_A(f)$ nach d). Auftretende Konstanten (der Partialbruchzerlegung) müssen nicht bestimmt werden. Für die Polstellen p_1, p_2 von $\underline{F}(j\omega)$ gelte, dass $p_1 \neq p_2$.

Aufgabe 4: Laplace-Transformation

Die Folge-Halte-Schaltung in Abbildung 5 wird häufig bei Analog-Digital-Umsetzern verwendet, die mit der Umsetzerperiodendauer T_s beliebige Eingangssignalverläufe abtasten.

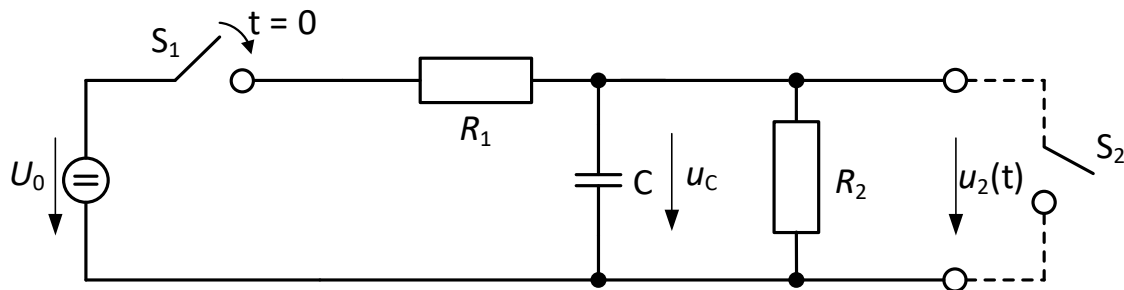


Abbildung 5: Folge-Halte-Schaltung

Der Schalter S_2 bleibt zunächst unberücksichtigt.

- Bestimmen Sie die Laplace-Transformierte $\underline{V}_2(p)$ des Ausgangssignals $u_2(t)$ für $t > 0$, wenn zum Zeitpunkt $t = 0$ der Schalter S_1 geschlossen wird und der Kondensator für $t = 0$ auf die Spannung $u_C(t = 0) = U_{C0}$ vorgeladen war.
- Bestimmen Sie mit Hilfe der Laplace-Transformation den Spannungsverlauf von $u_2(t)$ für $t > 0$. Es gelte $\frac{U_{C0}}{U_0} \neq \frac{R_2}{R_2 + R_1}$.
- Skizzieren Sie den Spannungsverlauf $u_2(t)$ für $0 < t \leq \frac{T_s}{2}$ für folgende Bauelementwerte und $T_s = 1 \text{ ns}$.
 $U_0 = 5 \text{ V} \quad R_1 = 10 \Omega \quad C = 10 \text{ pF} \quad R_2 = 10 \text{ k}\Omega \quad U_{C0} = -5 \text{ V}$
- Welcher maximale Strom fließt durch R_1 für $t \geq 0$? Geben Sie den Zahlenwert an.
- Bei der Analog-Digitalumsetzung wird der Folge-Modus zum Zeitpunkt $t = \frac{T_s}{2}$ abgebrochen, indem der Schalter S_1 wieder geöffnet wird. Welcher Spannungsfehler $U_f = U_0 - u_2\left(\frac{T_s}{2}\right)$ ist festzustellen? Geben Sie den Zahlenwert für $T_s = 1 \text{ ns}$ an. Bestimmen Sie einen Ausdruck und den Zahlenwert für den Fehler für $U_{C0} = 0 \text{ V}$.
- Bestimmen Sie allgemein den Spannungsverlauf von $u_2(t)$ im Intervall $\frac{T_s}{2} \leq t \leq T_s$. Welcher Haltefehler $U_{f,h} = u_2\left(\frac{T_s}{2}\right) - u_2(T_s)$ entsteht allgemein bezogen auf $u_2\left(\frac{T_s}{2}\right)$?
- Um die Folge-Halteschaltung gedächtnislos zu gestalten, kann der Schalter S_2 hinzugefügt werden, der nach Ende der Haltephase geschlossen wird und in der Zeitdauer T_R den Kondensator entlädt. Welchen Nachteil hat diese Zusatzschaltung?