

Aufgabenblätter inkl. Deckblatt	8	Anzahl Lösungsblätter	_____
------------------------------------	----------	--------------------------	-------



DHBW Mannheim, Außenstelle Eppelheim
Angewandte Elektronik 2
MA-TMT15AM2, EL2, Bayer

Rev. 1.1.0

Klausur 2017/06

Dozent	Rainer Bayer, Dipl.-Ing. FH Elektronik	Datum	21.06.2017
Matrikelnummer	auf jedem Blatt (Aufgaben und Lösungen) in der Kopfzeile eintragen		
Studienjahrgang	MA-TMT15AM	Gruppe	2
Semester	_____		
Hilfsmittel	Taschenrechner	Zeit	75 min
Bewertung	Punktzahl 100% _____	Erreichte Punktzahl	_____
	Datum, Signum _____	Ergebnis	_____

Aufg.	Thema	Blatt	a)	b)	c)	d)	e)	f)	Σ
1	OpAmp: unbeschaltet	2	2	3	3	3	5		16
2	OpAmp: Verstärker – Frequenzgang	3	4	4	4				12
3	OpAmp: <i>ulu</i> -Verstärker	4	6	6	4	2			18
4	OpAmp: Schaltungsanalyse	5–6	2	4	4	4	2	2	18
5	FET: Kleinsignal-Verstärker	7–8	1	2	3	6	4	4	20
Anmerkungen									84

1 OpAmp: unbeschaltet

/ 16

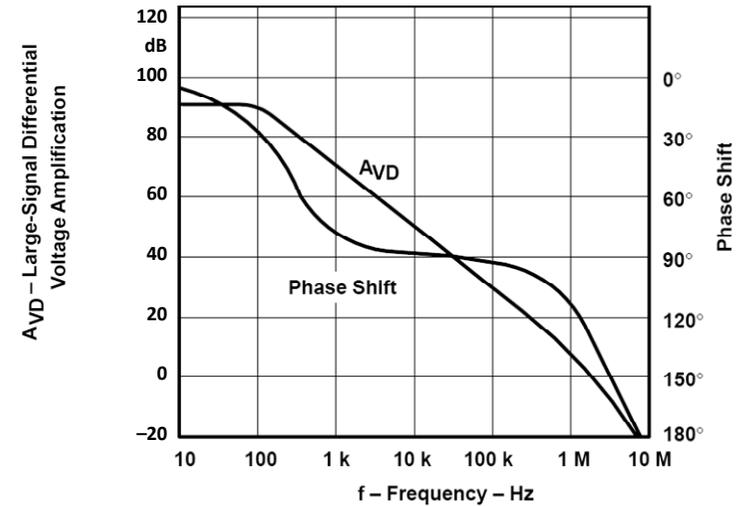


Abb. 1: OpAmp, Amplituden- und Phasengang

Tragen Sie Hilfslinien zum Auslesen der Zahlenwerte in Abb. 1 ein!

- a) Beschriften Sie die y-Achse zusätzlich mit den entlogarithmierten Zahlenverhältnissen. / 2
- b) Geben Sie die Leerlaufverstärkung $A_{vd0} = A(0)$ des OpAmps als Zahl und in dB an. / 3
- c) Geben Sie die erste Grenzfrequenz f_{g0} des OpAmps an. / 3
- d) Geben Sie die Transitfrequenz f_T des OpAmps an. / 3
- e) Ist der OpAmp **in der Praxis** (bei rein-reeller Gegenkopplung) Unity-Gain-stable? Begründen Sie Ihre Antwort, indem Sie die Phasenreserve ϕ_M angeben und bewerten. / 5

2 OpAmp: Verstärker – Frequenzgang

/ 12

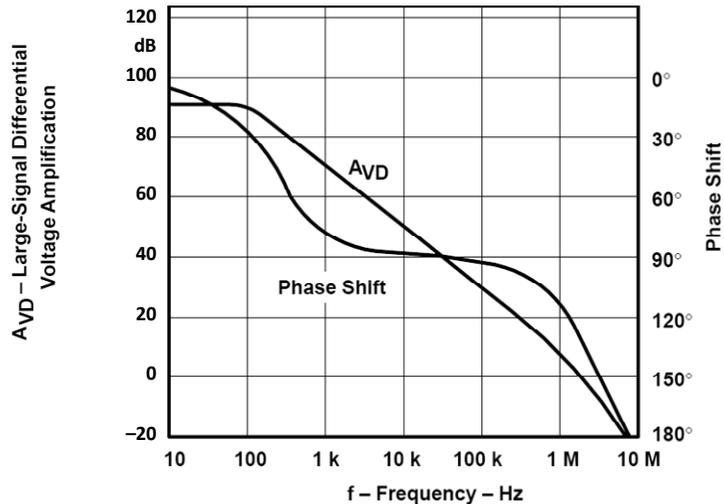


Abb. 2.1: OpAmp, Amplituden- und Phasengang

Tragen Sie Hilfslinien zum Auslesen der Zahlenwerte in Abb. 2.1 ein!

Mit dem OpAmp aus Aufg. 1 wird eine Verstärkerschaltung für harmonische Siganle aufgebaut, die dem Regelkreismodell nach Abb. 2.2 genügt; k ist rein-reell; $U_2 = U_a$.

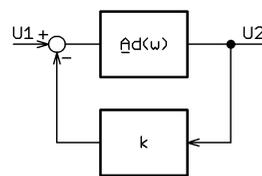


Abb. 2.2: Regelkreismodell

- a) Zeichnen Sie in Abb. 2.1 den Amplitudengang der Verstärkerschaltung als Näherungsfunktion ein, wenn die obere Grenzfrequenz $f_g^* = 100$ kHz betragen soll. / 4
- b) Ermitteln Sie $v_{u,prog}$ der Schaltung in dB **grafisch** aus Abb. 2.1. **Berechnen** Sie daraus das entlogarithmierte Zahlenverhältnis. / 4
- c) Die Schaltung arbeitet mit der Signalbandbreite $B_{3dB} = [100 \text{ Hz}; 10 \text{ kHz}]$. OpAmp: $r_1^* = 500 \text{ k}\Omega$, $r_o^* = 100 \Omega$. Ermitteln Sie die worst-case-Werte Z_1 ; Z_2 der Verstärkerschaltung innerhalb B_{3dB} . / 4

3 OpAmp: u/u -Verstärker

/ 18

Gesucht ist die Schaltung eines **invertierenden u/u -Verstärkers** für harmonische Signale mit folgenden Eigenschaften:

- idealer OpAmp, sofern nicht anders angegeben;
- duale Stromversorgung;
- kapazitive Kopplung von Ein- und Ausgang;
- Eingangsimpedanz $Z_1 = 1 \text{ k}\Omega$;
- $v_{u,prog}(\text{dB}) = 12 \text{ dB}$ (nominal);
- Bandbreite $B_{3dB} = [20 \text{ Hz}; 20 \text{ kHz}]$;
- alle R aus der IEC-Reihe E24;
- $R_f = 10 \text{ k}\Omega$;
- Ruhestromkompensation.

- a) Skizzieren Sie die Schaltung als Vierpol in Betriebsumgebung (speisende reale Spannungsquelle U_0 ; Last RL). Benennen Sie alle Bauteile und pfeilen Sie \underline{U}_1 ; \underline{U}_2 . / 6
- b) Berechnen Sie die unbekanntenen Widerstandswerte R . / 6
- c) Der Verstärker wird mit einem harmonischen Testsignal angesteuert: $\hat{U}_0 = 1 \text{ V}$; $R_l = 600 \Omega$; $f = 1 \text{ kHz}$. Berechnen Sie \hat{U}_2 ($v_{u,prog}$ nominal). / 4
- d) OpAmp: $U_{amax} = [-12 \text{ V}; +12,2 \text{ V}]$. Berechnen Sie $U_{1eff,max}$ eines harmonischen Signals für unverzerrte Übertragung ($v_{u,prog}$ nominal). / 2

IEC-Reihe E24: 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,5; 1,6; 1,8; 2; 2,2; 2,4; 2,7; 3; 3,3; 3,6; 3,9; 4,3; 4,7; 5,1; 5,6; 6,2; 6,8; 7,5; 8,2; 9,1

Abb.3: Invertierender u/u -Verstärker als Vierpol in Betriebsumgebung

4 OpAmp: Schaltungsanalyse

/ 18

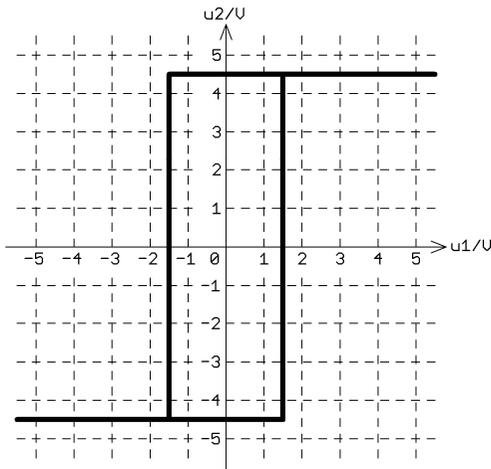


Abb. 4.1: Übertragungsfunktion

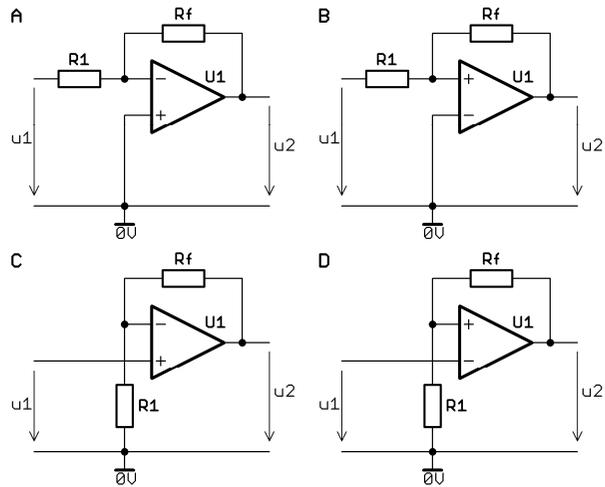


Abb. 4.2: OpAmp-Schaltungen

– Aufgaben auf dem nächsten Blatt –

4 OpAmp: Schaltungsanalyse (fortgesetzt)

- a) Wie nennt man eine Schaltung mit der Übertragungskennlinie lt. Abb. 4.1 (2 Begriffe)? / 2
- b) Kreuzen Sie die zugehörige OpAmp-Schaltung in Abb. 4.2 an und begründen Sie Ihre Wahl unter **schaltungstechnischen** Gesichtspunkten. / 4
- c) Kennzeichnen Sie in Abb. 4.1 die Größen U_{2max+} ; U_{2max-} ; U_{TH+} ; U_{TH-} und U_{Hys} und geben Sie die Zahlenwerte an. / 4
- d) $R1 = 10\text{ k}\Omega$. Berechnen Sie den Wert von Rf ; eine analytische Formel ist **nicht** gefordert. Skizze! / 4
- e) u_1 ändert sich von -1 V auf $+1\text{ V}$. Welche Aussage können Sie über u_2 treffen? / 2
- f) In der Realität ändert sich u_2 nicht schlagartig, sondern in Form einer Rampe mit endlicher Steilheit. Wie lauten dafür der Fachbegriff (englisch und deutsch), das Formelzeichen und die in der Praxis verwendete Einheit? / 2

5 FET: Kleinsignal-Verstärker

/ 20

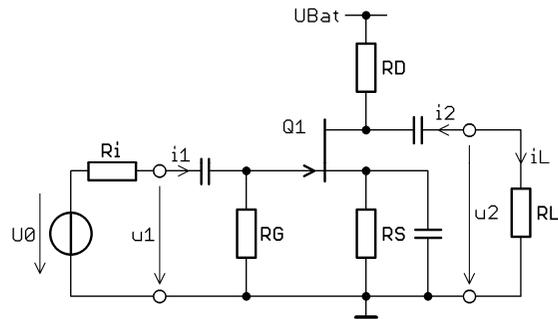


Abb. 5.1: Schaltung

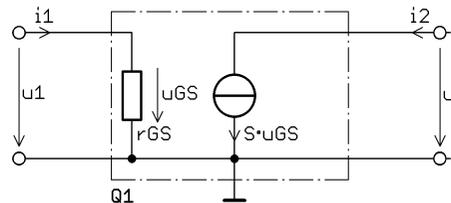


Abb. 5.2: Kleinsignal-Ersatzschaltbild in Betriebsumgebung (zu vervollständigen)

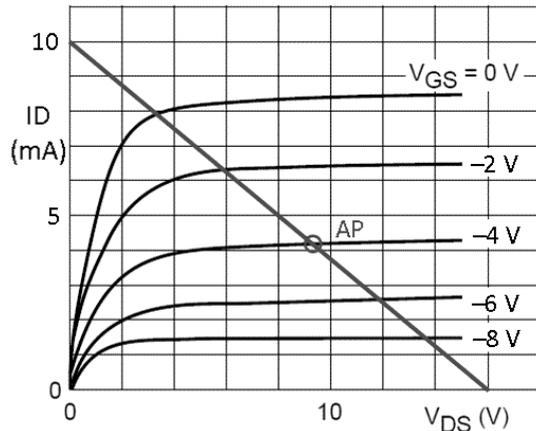


Abb. 5.3: Ausgangskennlinienfeld mit Arbeitsgerade und Arbeitspunkt

– weiter auf dem nächsten Blatt –

5 FET: Kleinsignal-Verstärker (fortgesetzt)

Symbol	Parameter	min	typ	max	Unit
I_{GSS}	gate cut-off current	./.	./.	-8	nA
$ y_f $	forward transfer admittance	5	6.5	8	mS
$ y_{OS} $	output admittance	./.	18	./.	μ S

Tab. 5.1: Datenblattauszug

- Geben Sie die vollständige Bezeichnung von Q1 an. / 1
- Bestimmen Sie den maximalen Wert von R_G (R_{Gmax}). / 2
- Ermitteln Sie die Zahlenwerte der Größen des Arbeitspunkts. Hilfslinien! / 3
- Ermitteln Sie die Zahlenwerte der Widerstände R_S und R_D (mit Rechengang). / 6
- Vervollständigen Sie das Kleinsignal-Ersatzschaltbild in Abb. 5.2 und betten Sie es in die Betriebsumgebung ein. Pfeilen Sie den Drainstrom i_D von Q1. / 4
- Ermitteln Sie die typische Betriebsverstärkung $\underline{F}(j\omega) = \underline{u}_2$ für $R_L = 47 \text{ k}\Omega$ mithilfe Abb. 5.2 nach Betrag (als Zahl und in dB) und Phase (in $^\circ$ und rad). / 4