

Versuch EL 2 - Operationsverstärker

	Teil 1	Teil 2	Teil 3
Memperson:	Chalotte		
Protokollperson:	leo		
Auswerteperson:	Manu		



Verwendete Messgeräte / Versuchsaufbau

Osz (Nr. 986511)

Fehler: Sensitivity: 5mV

Messfehler: $\leq 3\%$

Ablesefehler: 0,1 div

Widerstände: Fehler immer $< 3\%$
Widerstände siehe Anhang

Gleichspannungsquelle (Nr. 73016)

Im Anhang des Protokolls, aber eigentlich unwichtig

Frequenzgenerator (Nr. 72781)

Fehler d. Frequenz: $0,04\% + 0,0001 \text{ Hz}$

Fehler d. Amplitude: $1\% \pm 1 \text{ mV}_{pp}$ ^{Ableseunsicherheit}

Amplifier

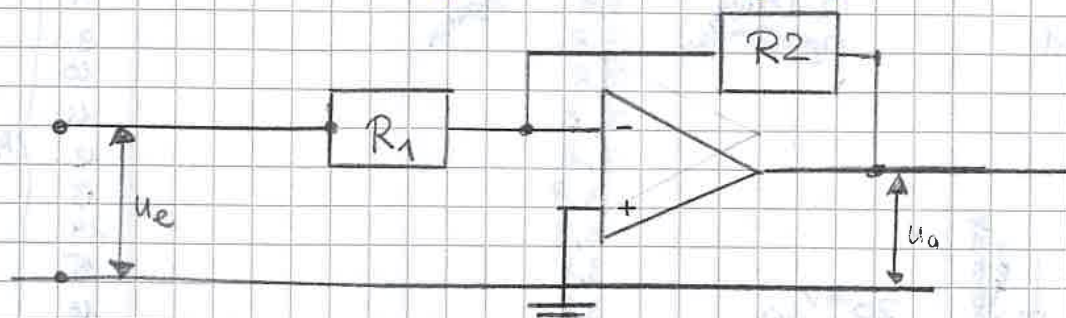
Widerstand: Siehe Anhang

Teil 1:

Umkkehrverstärker

Ziel: Das Ziel des Versuchsteiles ist es die Grenz- und Transitfrequenz zu bestimmen. Außerdem wird von 10Hz bis zur Transitfrequenz die Verstärkung gemessen. Desweiteren soll die Flankenabfallzeit τ gemessen werden.

Chalotte baut dafür folgende Schaltung auf:



Die Versorgungsspannung, die am Operationsverstärker angelegt wird sind $\pm 15\text{ V}$ (symmetrisch).

Diese wird durch das in Reihe schalten von 2 Gleichspannungsquellen erzeugt:



Die Endung erfolgt dabei über das Oszilloskop.

Die Eingangs- und Ausgangsspannung wird mit dem Oszzi gemessen.

Zu Beginn misst Chalotte die Offset-Spannung. Dazu schließt sie die Kugel für U_a kurz, also auf Masse. Die daraufhin gemessene Spannung u_a beträgt ~~etwa 0,1 V~~ $0,11\text{ V}$, gemessen mit dem DMM.

Danach Nullspannungsabgleich auf $u_e = 0,000\text{ V}$. ✓

Verwendet wird für $R_1 = 10\text{ k}\Omega$ und $R_2 = 1\text{ M}\Omega$ bzw. $4,7\text{ M}\Omega$.

Die Messung von u_a im x-y-Modus des Oszis. $u_e = 5\text{ div} \cdot 20\text{ mV/div} = 0,1\text{ V}$

$V=1$ bei circa $1,7\text{ MHz}$.

$R_1 = 1 \text{ M}\Omega$ f in kHz	U_a in div auf CH1	Einstellung CH2	$R_2 = 4,7 \text{ M}\Omega$ U_a in div (CH2)	$U_c = 20 \text{ mV/div} \cdot 4 \text{ div} = 20 \text{ mV}$ Einstellung CH2	Ablesung
10 kHz	4,9	2 V/div	4,6	2 V/div	10 kHz
100 kHz	3,05	1 V/div	3,6	20 mV/div	1 MHz
200 kHz	3,1	0,5 div	5,0	10 mV/div	2 MHz
300 kHz	5	0,2 V/div	4,2		3
400 kHz	3,7	0,2 V/div	4,4		4
500 kHz	5,5	0,1 V/div	4,0		5
600 kHz	4,5	0,1 V/div	4,0		6
700 kHz	3,7	0,1 V/div	4,2		7
800 kHz	3,0	0,1 V/div	3,8		8
900 kHz	5,1	0,05 V/div	3,8		9
1 MHz	4,4		3,8		10
1,1 MHz	3,8		3,8		11
1,2 MHz	3,4		3,8		12
1,3 MHz	3,0		3,8		13
1,4 MHz	2,8		3,8		14
1,5 MHz	2,4		3,8		15
1,6 MHz	5,4	20 mV/div	3,8		16
1,7 MHz	5,0		3,7		17
1,8 MHz	4,6		3,7		18
50 kHz	5,4	1 V/div	3,7		19
25 kHz	4,0	2 V/div	3,7		20
40 kHz	3,2 V/div	2 V/div	6,5	50 mV/div	200 kHz
30 kHz	3,5 V/div	2 V/div	3,4	0,1 V/div	400 kHz
			1,4	20 mV/div	600 kHz
			4,3	1 V/div	800 kHz
			5,2		10 kHz (x1)

Ablesungsgang
nach 1 div

Fehler Ablesung
drehen 1 kHz

Stelle U_a auf $U_c (10 \text{ kHz}) \cdot \frac{1}{2} \approx 3,8 \text{ V}$ ein

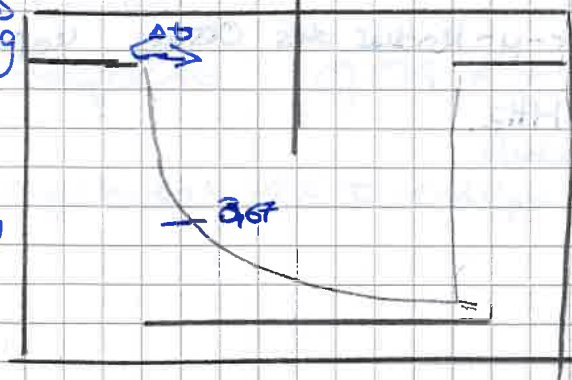
$\Rightarrow f \approx 14,38 \text{ kHz}$ bei $0,5 \text{ V/div}$ in $X-Y$ Modus

Flankenabfallszeit:

Wir legen die Rechteckspannung bei einer niedrigen Frequenz (9 kHz) an mit 0,1 V an. Dann triggern wir auf U_c und erhalten folgendes Bild bei entsprechendem x-t-Betrieb:

Dabei messen wir, dass die verstärkte Spannung von 10V auf $\frac{1}{2} \cdot 10 \text{ V} \approx 3,7 \text{ V}$ fällt

Dabei entspricht $\Delta t = 4,8 \text{ div} \cdot 1 \mu\text{s/div}$ bei $R_1 = 1 \text{ M}\Omega$



Für R_2 :

$\Delta t = 4 \text{ div} \cdot 0,2 \mu\text{s/div}$
wiederauf CH1 getriggert

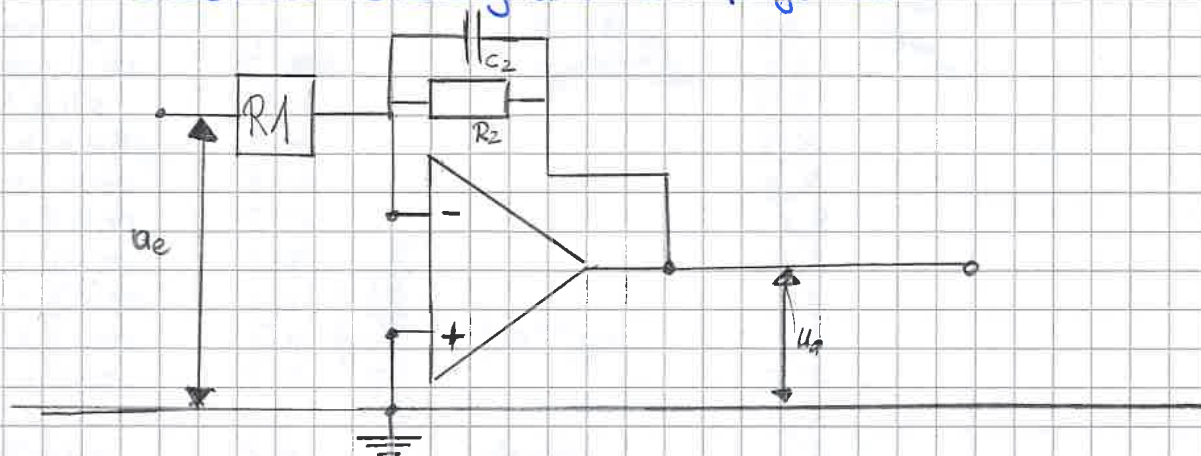
X1	5 kHz	3,8	2 V/div
	4 kHz	4,2	2 V/div
	3 kHz	4,35	2 V/div

Teil 2: Umkehrintegrator

~~Rechteck~~

Ziel: Betrachten der Ausgangsspannung bei 10 Hz, 100 Hz, 1 kHz für ~~akt~~ bei einer Rechteckspannung am Eingang.
Außerdem messen der Verstärkung für einen Frequenzgang von 1 Hz bis 10 kHz.

Die verwendete Schaltung sieht wie folgt aus:



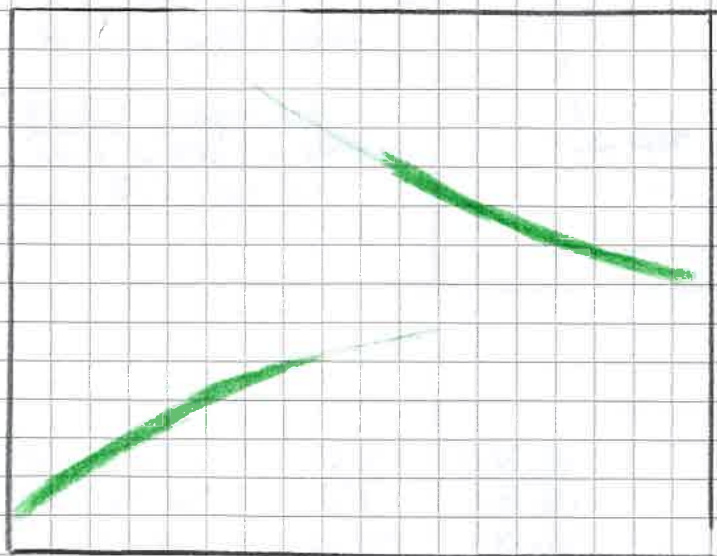
Als Ausgangsschaltung wird die Schaltung von Teilaufgabe 2 genommen und nur der Widerstand R_2 ausgetauscht und ein Kondensator C_2 dazugebaut.

$R_2 = 10 \text{ k}\Omega$, genau genommen $9,97 \text{ k}\Omega$

$C_2 = 10 \text{ nF}$

Zu Anfang legen wir am Eingang eine Rechteckspannung an für die Eingangsfrequenzen 10 Hz und 100 Hz und 1 kHz

Bei 10 Hz:



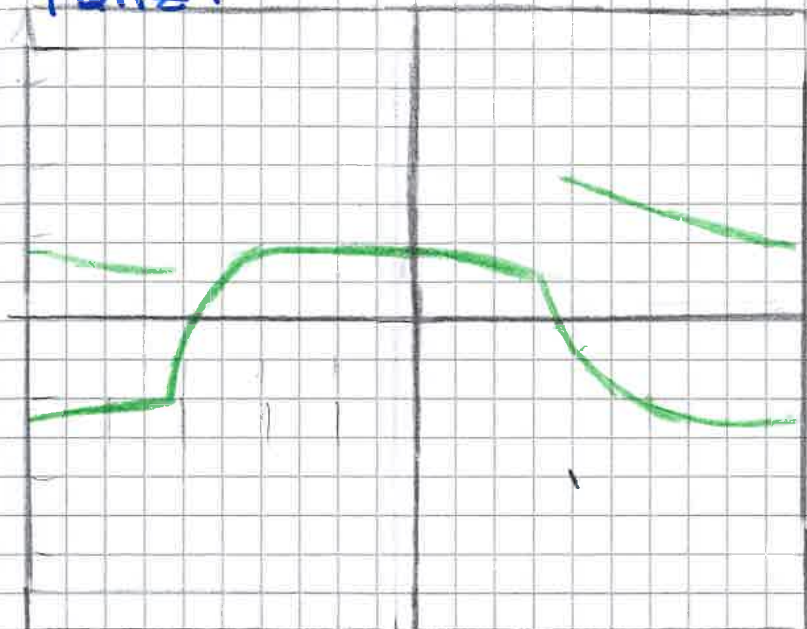
(Benachung: OSZ stand auf AC statt DC)

Man kann keine schöne Rechteckspannung sehen, bei höheren Frequenzen ist dies besser zu erkennen.

→ Startschwierigkeiten → Änderung von 50mV_{pp}

Nach anfänglichen Startschwierigkeiten (falscher Widerstand) bekommen wir nun ein gut ansehendes Ergebnis.

1 kHz:



Einstellungen:

Time/Div: 10ms

CH 1: 20mV

CH 2: 2V

(mit Offset: -1,2V → geändert auf 0)

100 Hz

Einstellungen:

(→ siehe nächste Seite)

Time/Div: 2ms

1 kHz

Einstellungen:

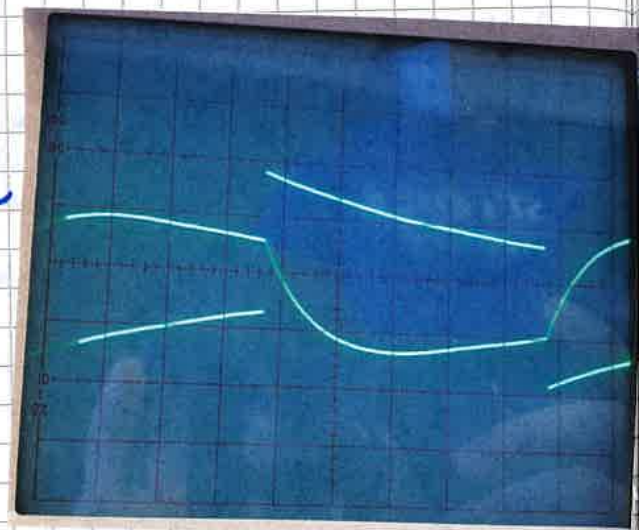
1 kHz

Einstellungen:

Time/Div $0,2 \text{ ms/div}$

CH1 (Eingangsspannung): 10 mV/div

CH2 (Ausgangsspannung): 20 mV/div



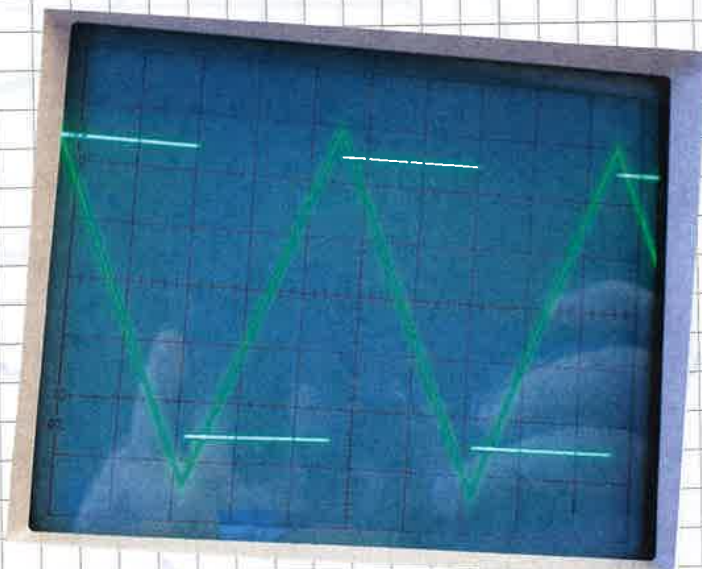
100 Hz

Einstellungen

Time/Div 2 ms/div

CH1 20 mV/div

CH2 2 V/div



10 Hz

Einstellungen

Time/Div 10 ms/div

CH1 20 mV/div

CH2 2 V/div

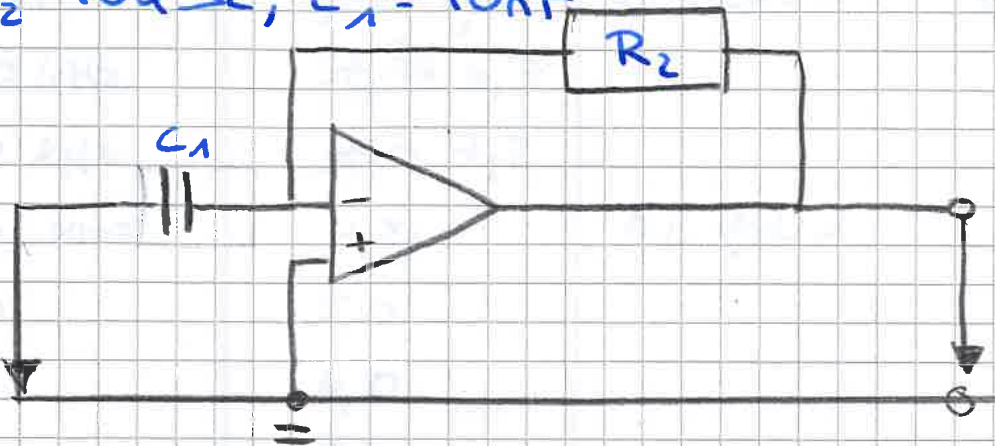


Frequenzgang - Verstärkung von 1 Hz bis 10 kHz

Frequenz	Divisions	Einstellung	Eingangsspannung: 50 mV (gem. an Osz.) Einstellung 5 div / 10 mV/div
4 Hz	7	0,2 V/div (schwer abzulesen weil aufsteht)	
1 Hz	7	0,2 V/div	
5	4	1 V/div	
10	4	1 V/div	
14	3,8	1 V/div	
17	3,5	1 V/div	
21	3,0	1 V/div	
28	5,0	0,5 V/div	
37	4	0,5 V/div	
52	3	0,5 V/div	
56	7	0,2 V/div	
66	6	0,2	
78	5	0,2	
100	4	0,2 V/div	
110	7	0,1 V/div	
130	6		
160	5		
210	4		
280	3		
440	2	0,1 V/div	ab jetzt schwer zu erkennen
800 Hz	2	50 mV/div	
2,1 kHz	4	10 mV/div	(schw! ungern) (ab jetzt)
3,1 kHz	3	10 mV/div	
5,8 kHz	2	10 mV/div	
7,5 kHz	3	5 mV/div	
10 kHz	2,4	5 mV/div	

Aufgabenteil 3 - Umkehrdifferenzierer

Als Ausgangsschaltung wird wieder die erste Schaltung genommen. Zusätzlich wird eingebaut:
 $R_2 = 10k\Omega$, $C_1 = 10nF$



Nun wird bei Einstellung der Dreiecksspannung bei 1kHz das Bild am Oszilloskop beobachtet. Folgendes Bild ist Resultat:

Einstellung:

Channel 1: 0,2 V/div

Channel 2: 0,1 V/div

XT-Modus: 0,2 ms

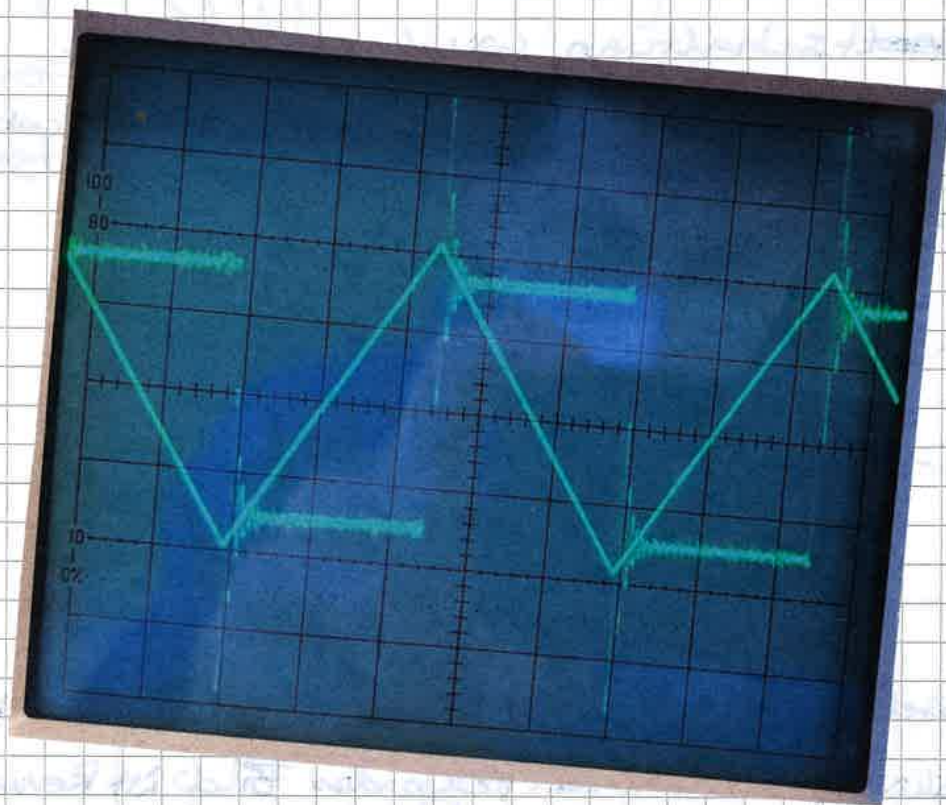
Dual-Modus

Geo

modifizierte Version eines
Ziel des Versuchs ist sich einen Umkehrdifferenzierer anzusehen und sich damit zu beschäftigen. Außerdem sollen wir uns den Frequenzgang der Verstärkung an.

Von obiger Schaltung nehmen wir das entsprechende Bild vom Oszilloskop auf.

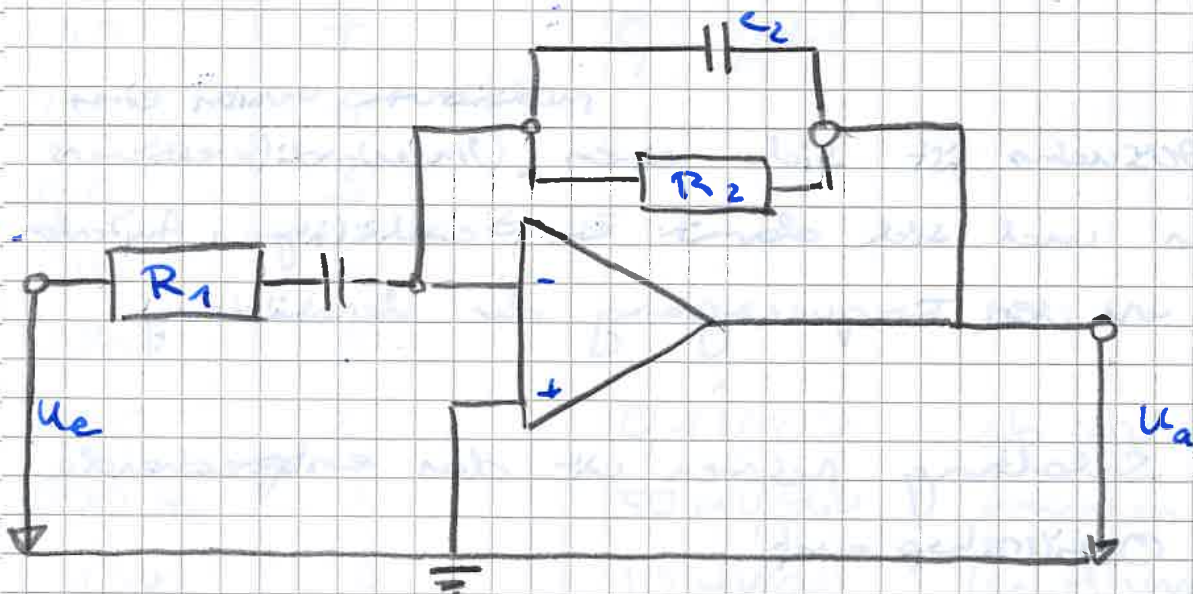
Bild Teilbereich 1



Um bauen wir die Schaltung teilweise folgendermaßen auf:

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

$$C_2 = 1\text{ nF}$$



Es wird jetzt der Frequenzgang von 10 kHz bis 1 MHz Sinusspannung gemessen.

Frequenz	Divisions	Einstellung
1 MHz	7,8 6,6	0,1 V/div
900 kHz	7,7 6,7	(neue Einstellungen) nur: 3 Vpp siehe unten
800 kHz	7,3 7,2	
600 kHz	4,2	
500	5,0	0,2 V/div
400	6,0	
300	8,0	
200 kHz	4,6	0,5 V/div
100 kHz	4,5	1 V/div
90 kHz	5,0	2 V/div
70 kHz	6,2	
50 kHz	4,2	
30 kHz	6	weiter auf nächster Seite
10 kHz	6,8	

Vor den Messungen wird der Offset gemessen

Offset: 0,005 V \rightarrow 5 mV

\rightarrow nicht der Auslöser für das ^{am Osz.} gemessene Rauschen

Einstellungen:

3 Vpp am Funktionsgenerator am Osz. können nur 7,5 div \cdot 2 V/div an \Rightarrow 15 V

\rightarrow hat übersteuert \rightarrow wir ändern unsere Einstellungen

Neue Einstellung

3 Vpp am Fun. generator, am Osz.: 2,8 div \cdot 1 V/div

Bild
2.10

Frequenz

div

Einstellung

maximal Wert: 16 kHz

7,5

2 V/div

1 kHz

7,0

8

kHz

6

6

kHz

5

4

kHz

3,6

3

kHz

3,0

2

kHz

2

1

kHz

1,1

500

Hz

5

0,2 V/div

300

Hz

3

100

Hz

1

50

Hz

2,4

50 mV/div

30

Hz

1,2

10

Hz

0,5

~~1 kHz~~

3 Volt: $2,1610000 \text{ kHz} = 1,61 \text{ kHz}$
157,61 kHz

