



seit 1558

Friedrich-Schiller-Universität Jena

Physikalisch-Astronomische Fakultät

SS 2008

# Protokollbuch

Messtechnikpraktikum

Erstellt von: Christian Vetter (89114)  
Christian.Vetter@Uni-Jena.de

Helena Kämmer (92376)  
HelenaKaemmer@web.de

Betreuer: A. Steppke

Erstellt am: 19. April 2008  
letzte Änderung: 20. Juni 2008

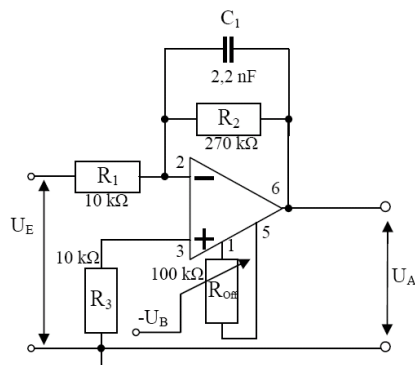
# Aktive Filterschaltung

27. Mai 2008

## I. Aufgabenstellung

### Aufgabe 1:

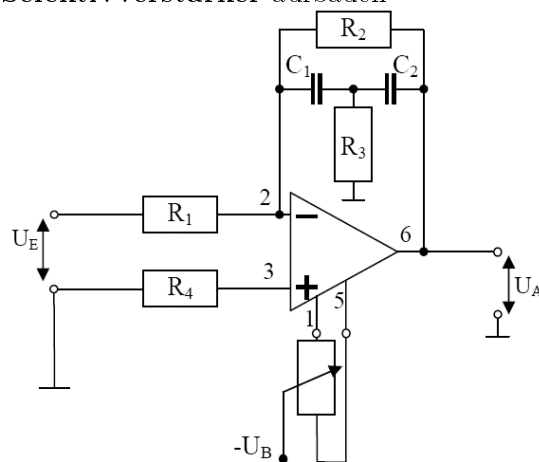
- Aktiven **Tiefpass** aufbauen



- **Frequenzverlauf** der Spannungsverstärkung bei **sinusförmiger Anregung** aufnehmen
- Grenzfrequenz  $f_G$  bestimmen
- **Frage:** In welchem Teil des Frequenzverlaufes findet man ein Integrationsverhalten?
- beobachten von  $U_E$  und  $U_A$  als **Funktion der Frequenz**  
Aufnahme von  $U_A$  in **Abhängigkeit der Zeit**
- **Phasenlage** von  $U_E$  und  $U_A$  bestimmen

### Aufgabe 2:

- **Selektivverstärker** aufbauen



$$C_1 = C_2 = C = 2.2nF, R_1 = R_3 = R_4 = 10k\Omega, R_2 = 270k\Omega$$

- **Frequenzverlauf** der Spannungsverstärkung bei **sinusförmiger Anregung** aufnehmen
- Ergebnisse grafisch darstellen
- **Grenzfrequenz** und **Bandbreite** bestimmen  
(Ausgangsspannung so einstellen, dass das Ausgangssignal auch bei resonanz nicht verzerrt wird.)
- Vergleich experimentelle Bandbreite mit theoretischem Wert

## II. Messwerte

### Aufgabe 1:

f [kHz]	0,03	0,07	0,09	0,12	0,14	0,17	0,2	0,225	0,24	0,25
$U_E$ [mV]	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
$U_A$ [V]	5,30	5,10	5,00	4,80	4,60	4,40	4,20	4,00	3,90	3,80
$V_U$	27,9	26,8	26,3	25,3	24,2	23,2	22,1	21,1	20,5	20,0

f [kHz]	0,27	0,28	0,295	0,31	0,34	0,38	0,42	0,46	0,51	0,57
$U_E$ [mV]	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
$U_A$ [V]	3,70	3,60	3,50	3,40	3,20	3,00	2,80	2,60	2,40	2,20
$V_U$	19,5	18,9	18,4	17,9	16,8	15,8	14,7	13,7	12,6	11,6

f [kHz]	0,64	0,72	0,83	0,95	1,12	1,35	1,38	1,41	1,44	1,48
$U_E$ [mV]	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
$U_A$ [V]	2,00	1,80	1,60	1,40	1,20	1,00	0,98	0,96	0,94	0,92
$V_U$	10,5	9,5	8,4	7,4	6,3	5,3	5,2	5,1	4,9	4,8

f [kHz]	1,51	1,70	1,95	2,28	2,73	3,41	4,54	6,74	13,8	27,9
$U_E$ [mV]	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
$U_A$ [V]	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,10	0,05
$V_U$	4,7	4,2	3,7	3,2	2,6	2,1	1,6	1,1	0,5	0,3

### Aufgabe 2:

f [kHz]	0,03	0,05	0,24	0,35	0,43	0,55	0,64	0,70	0,76	0,81
$U_E$ [mV]	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
$U_A$ [V]	2,75	2,7	2,8	2,9	3	3,2	3,4	3,6	3,8	4
$V_U$	27,5	27	28	29	30	32	34	36	38	40

f [kHz]	0,85	0,89	0,93	0,95	0,97	0,98	1,00	1,01	1,02	1,04
$U_E$ [mV]	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
$U_A$ [V]	4,2	4,4	4,6	4,8	4,9	5	5,1	5,2	5,3	5,4
$V_U$	42	44	46	48	49	50	51	52	53	54

f [kHz]	1,05	1,06	1,08	1,11	1,13	1,15	1,17	1,19	1,22	1,24
$U_E$ [mV]	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
$U_A$ [V]	5,5	5,6	5,8	6	6,2	6,4	6,6	6,8	7	7,2
$V_U$	55	56	58	60	62	64	66	68	70	72

f [kHz]	1,28	1,30	1,33	1,35	1,38	1,41	1,43	1,45	1,47	1,49
$U_E$ [mV]	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
$U_A$ [V]	7,4	7,5	7,55	7,5	7,4	7,2	7	6,8	6,6	6,4
$V_U$	74	75	75,5	75	74	72	70	68	66	64

f [kHz]	1,51	1,52	1,54	1,56	1,57	1,58	1,59	1,59	1,60	1,61
$U_E$ [mV]	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
$U_A$ [V]	6,2	6	5,8	5,6	5,5	5,4	5,3	5,2	5,1	5
$V_U$	62	60	58	56	55	54	53	52	51	50

f [kHz]	1,62	1,63	1,65	1,67	1,70	1,72	1,75	1,78	1,81	1,84
$U_E$ [mV]	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
$U_A$ [V]	4,9	4,8	4,6	4,4	4,2	4	3,8	3,6	3,4	3,2
$V_U$	49	48	46	44	42	40	38	36	34	32

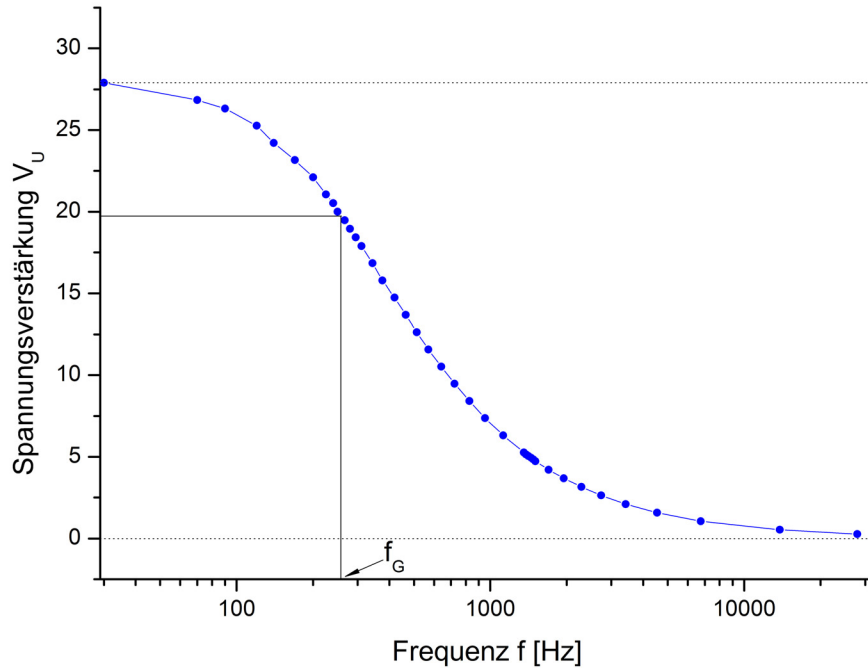
f [kHz]	1,88	1,92	1,97	2,02	2,08	2,15	2,24	2,34	2,47	2,64
$U_E$ [mV]	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
$U_A$ [V]	3	2,8	2,6	2,4	2,2	2	1,8	1,6	1,4	1,2
$V_U$	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12

f [kHz]	2,86	3,19	3,69	4,70	7,77	14,3
$U_E$ [mV]	100	100	100	100	100	100
$U_A$ [V]	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1
$V_U$	10	8	6	4	2	1

### III. Auswertung

#### Aufgabe 1:

Bei sinusförmiger Anregung ergibt sich folgender Verlauf für die Spannungsverstärkung in Abhängigkeit der Frequenz:



Wie zu erkennen ergibt sich ein typisches Tiefpassverhalten. Die Grenzfrequenz liegt bei dem  $\frac{1}{\sqrt{2}}$ -fachen der Ausgangsspannungsverstärkung, also bei 257,61 Hz.

Im Bereich von 28 kHz ist ein gutes Integrationsverhalten beobachtbar (siehe Abbildung 1). Für kleine Frequenzen außerhalb des Sperrbereiches und sehr große Frequenzen kann kein Integrationsverhalten erkannt werden. Bei ersterem kann man die Auf- und Entladekurve des Kondensators deutlich erkennen (siehe Abbildung 2). Verursacht wird dies durch die ausreichend geringe Frequenz, durch welche die Auf- und Entladung des Kondensators im Rückkoppelkreis im Ausgangssignal erkennbar wird. Ab einer Frequenz von ca. 73,5kHz ist eine beginnende Schwingung zu sehen (siehe Abbildung 3). Diese wird vermutlich durch einen Schwingkreis, welcher durch parasitäre Induktivitäten im Rückkoppelkreis entsteht verursacht. Durch die verstärkende Wirkung des OPVs wird dieser Effekt erkennbar.

Für noch größere Frequenzen (siehe Abbildung 4) ist zu erkennen, dass dieses Verhalten weiter zunimmt, wodurch das Integrationsverhalten stark verfälscht wird.

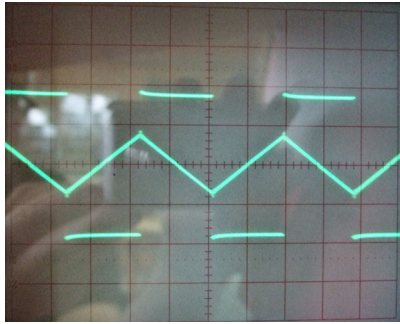


Abbildung 1

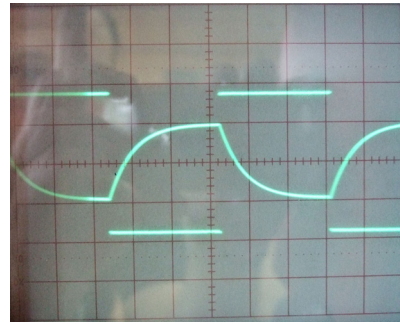


Abbildung 2

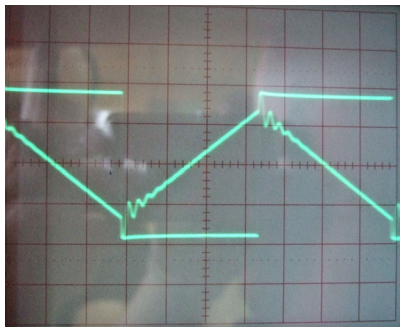


Abbildung 3

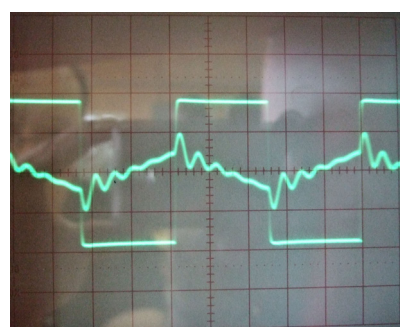
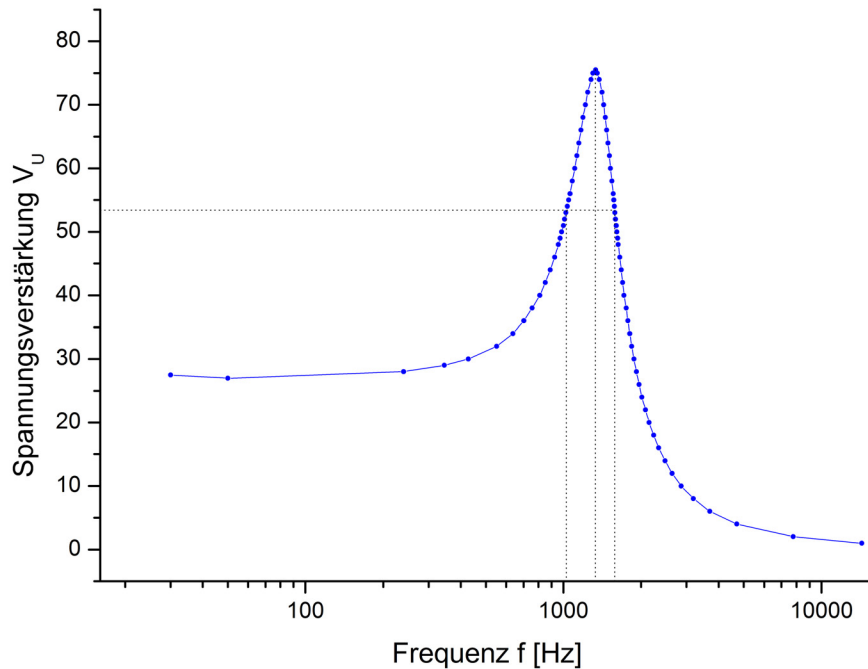


Abbildung 4

**Bemerkung:** Die Abbildungen zeigen das Signal natürlich mit verschiedenen Verstärkungen. Die Abschwächende Wirkung des Tiefpasses bleibt schließlich auch in Bereichen erhalten bei denen die Integration versagt.

Weiterhin wird an den Aufnahmen erkennbar, dass eine Phasenverschiebung von  $180^\circ$  zwischen Eingang- und Ausgangssignal vorliegt. Dort wo die Rechteckspannung eine negative Spannung besitzt steigt das Integrierte Signal und umgekehrt.

## Aufgabe 2:



Der Frequenzverlauf des Selektivverstärkers ist durch ein Resonanzverhalten gekennzeichnet. Bei  $f < 240\text{Hz}$  steigt die Spannungsverstärkung nur leicht an. Der Anstieg nimmt immer weiter bis zum Resonanzpiek zu, welcher bei  $f = 1334\text{Hz}$  liegt. Der theoretisch erwartete Wert ergibt sich aus  $f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot C \cdot \sqrt{R_2 R_3}} = 1374\text{Hz}$ , was leicht über dem gemessenen Wert liegt. Für größere Frequenzen kommt es zu einem Abfall der Verstärkung, welcher sogar unter die Minimale Verstärkung links der Resonanz absinkt. Das Verhältnis  $\frac{R_2}{R_1}$  begrenzt die Verstärkung im niederfrequenten Bereich (dadurch kann diese nicht kleiner als  $\approx 27$  werden). Für Frequenzen oberhalb der Resonanz werden die Kondensatorwiderstände verschwindend gering, sodass eine nahezu vollständige Rückkopplung auf das Ausgangssignal erfolgen kann - Es folgt eine Verringerung der Verstärkung. Die Bandbreite lässt sich mit  $b = \frac{1}{\pi RC}$  berechnen. Theoretisch ergibt sich ein Wert von  $522\text{Hz}$ . Aus den Messwerten erhält man  $554\text{Hz}$ , was einer Abweichung von etwa 6% entspricht.