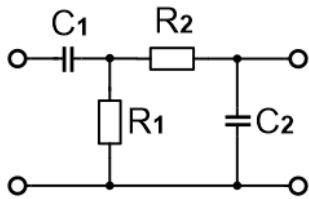
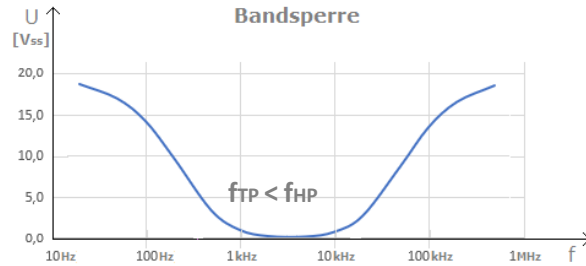
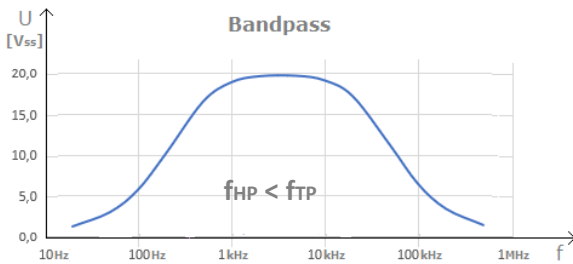


Bandpass



Ein Bandpass, auch Frequenzfilter genannt, wird eingesetzt, wenn ein **Frequenzbereich** von der unteren Grenzfrequenz (f_u) bis zur oberen Grenzfrequenz (f_o) möglichst ungedämpft „durchgelassen“ werden soll.

Realisiert wird dies mit der Kombination aus einem Hochpass (C_1 und R_1), der alle Frequenzen oberhalb seiner Grenzfrequenz (f_{HP}) „passieren“ lässt, und mit einem Tiefpass, der alle Frequenzen unterhalb seiner Grenzfrequenz (f_{TP}) „passieren“ lässt. **Wichtig** ist, dass $f_{HP} < f_{TP}$ ist. Wäre es umgekehrt, würde nicht ein Frequenzbereich **durchgelassen**, sondern **gesperrt** werden (Bandsperrung, allerdings andere Schaltung).

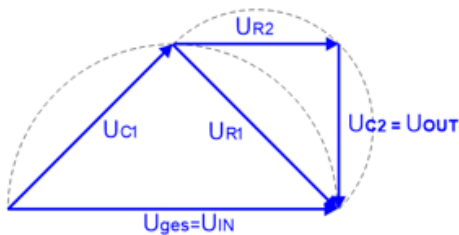
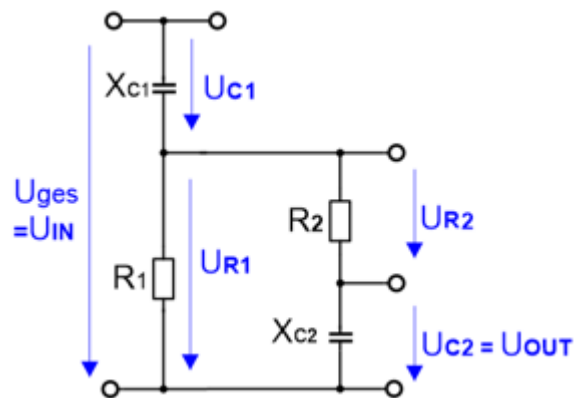


Die Schaltung ist etwas aufgelöster gezeichnet, besser zu verstehen (siehe rechtes Bild):

Der Hochpass mit C_1 und R_1 liegt direkt am Eingang und der Widerstand R_1 ist die Quelle, also der Eingang für den Tiefpass R_2 und C_2 .

Die untere Grenzfrequenz ist bestimmt durch:

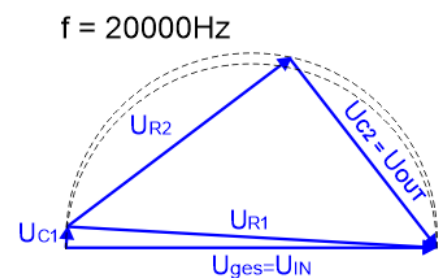
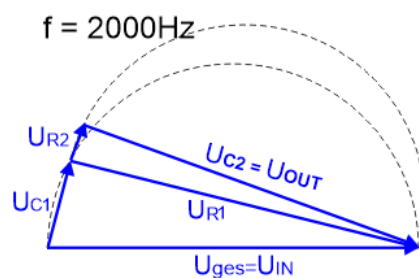
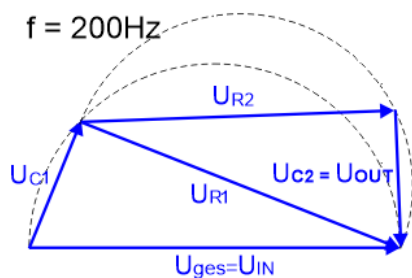
$$f_u = \frac{1}{2\pi \cdot R_2 \cdot C_2} \quad \text{die obere Grenzfrequenz mit: } f_o = \frac{1}{2\pi \cdot R_1 \cdot C_1}$$



Im linken Zeigerdiagramm ist dies grundsätzlich zu erkennen. Allerdings ändern sich die Spannungsvektoren bei jeder Frequenz und so wurden Messungen mit konkreten Angaben und Bauteilen durchgeführt:

$f_u = 500\text{Hz}$, $f_o = 20\text{kHz}$, $R = 4,7\text{k}\Omega$, $U_{in} = 20\text{V}_{ss}$, berechnet C_1 mit 2nF und C_2 mit 68nF .

Für drei Frequenzen wurden die Zeigerdiagramme erstellt.



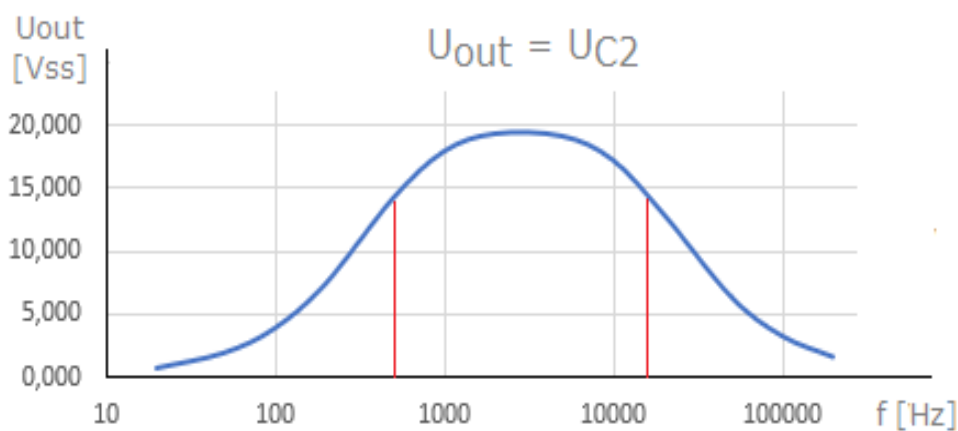
1cm entspricht etwa 4V_{ss} . Auf der nächsten Seite ist eine Excel-Tabelle mit der genauen Berechnung über einen Frequenzbereich von 20Hz bis 200kHz und ein logarithmisches Frequenzdiagramm. Die Ausgangsspannung wurde mit einem Oszilloskop nachgemessen und entsprach den errechneten Werten auf jedenfalls eine Dezimalstelle.

Angabewerte		
Uin[Vss] =	20	V
C1 =	0,068	μF
R1 =	4,7	kΩ
C2 =	0,002	μF
R2 =	4,7	kΩ

Die originale Exceltabelle ist [hier zum Herunterladen](#) bereit. Im linken Angabefeld können beliebige Werte eingegeben werden und die untere Tabelle wird danach immer neu berechnet und auch das Diagramm wird aktualisiert.

Nr.	f	Hochpass					Tiefpass				
		Xc1	Z	I1	Uc1	UR1	Xc2	Z	I2	UR2	Uc2
1	Hz	kΩ	kΩ	mA	Vss	Vss	kΩ	kΩ	mA	Vss	Vss
2	20	117,09	117,18	0,171	19,984	0,802	3980,89	3980,89	0,000	0,001	0,802
3	50	46,834	47,069	0,425	19,900	1,997	1592,36	1592,36	0,001	0,006	1,997
4	100	23,417	23,884	0,837	19,609	3,936	796,18	796,19	0,005	0,023	3,936
5	200	11,709	12,617	1,585	18,560	7,450	398,089	398,117	0,019	0,088	7,450
7	500	4,683	6,635	3,014	14,117	14,167	159,236	159,305	0,089	0,418	14,161
8	1000	2,342	5,251	3,809	8,919	17,901	79,618	79,756	0,224	1,055	17,870
9	2000	1,171	4,844	4,129	4,835	19,407	39,809	40,085	0,484	2,275	19,273
10	5000	0,468	4,723	4,234	1,983	19,901	15,924	16,603	1,199	5,634	19,087
11	10000	0,234	4,706	4,250	0,995	19,975	7,962	9,246	2,161	10,154	17,202
12	20000	0,117	4,701	4,254	0,498	19,994	3,981	6,159	3,246	15,257	12,922
13	50000	0,047	4,700	4,255	0,199	19,999	1,592	4,962	4,030	18,941	6,417
14	100000	0,023	4,700	4,255	0,100	20,000	0,796	4,767	4,195	19,719	3,340
15	200000	0,012	4,700	4,255	0,050	20,000	0,398	4,717	4,240	19,929	1,688

Die untere Grenzfrequenz (linke rote Gerade) liegt auch im Diagramm bei 500Hz und einem Spannungswert von 14,1Vss (-3dB). Die obere Grenzfrequenz liegt bei etwa 15kHz, also nicht ganz bei den berechneten 20kHz. Dies beruht auf der Tatsache, dass am Eingang des Tiefpasses der Quellenwiderstand (R1) nicht berücksichtigt wurde.



Im Diagramm sieht der Durchlassbereich sehr „abgerundet“ aus, es sind aber im 3dB-Bereich 500Hz bis 15kHz, also ein Frequenzbereich von 1:30, oder 5 Oktaven.

Würde statt den Widerständen beim Hoch- und Tiefpass Induktivitäten verwendet werden, wären die Flanken des Anstiegs und des Abfalls steiler und damit auch der mittlere Bereich etwas linearer.

Unter diesem Link <https://electronicbase.net/de/bandpass-berechnen/> ist auch eine detaillierte Erklärung und ein Online-Rechner zu finden.

Norbert Willmann, <http://www.nw-service.at>, Tel: +43 664 5353979