

Hochpass und Tiefpass

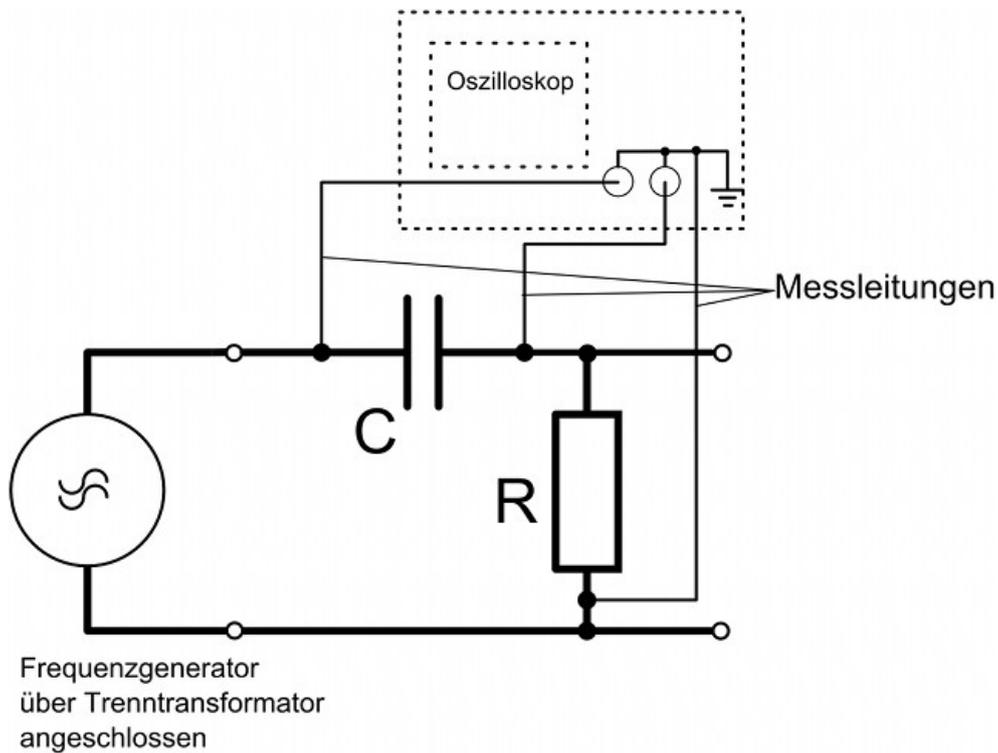


Abb. 1: Schaltung zur Präsentation eines Hochpassfilters.

Geräteliste:

Widerstandsdekade, Funktionsgenerator, Trenntransformator, Spule (35 mH , 1200 Wdg.), Kapazitätsdekade (z.B. $6\mu\text{F}$), Oszilloskop
Zum Aufzeichnen des Frequenzgangs CASSY anschliessen (E Eingang der Timer Box mit TTL Signal aus Freq. Generator ansteuern und Frequenz von Hand durchfahren, Spannung AC Effektivwert auslesen – funktioniert bis ca. 20kHz)

Versuchsbeschreibung:

Ein Hochpass aus Kondensator und Widerstand wird aufgebaut und die Wechselspannungen am Eingang und Ausgang auf dem Oszilloskop in Abhängigkeit von der Frequenz beobachtet.

Bei einer Rechteckspannung am Eingang, wird die Differenzier Operation des Signals sichtbar.

Für den Tiefpass einfach die Bauteile tauschen, bei Rechteckspannung wird die Integrierfunktion sichtbar.

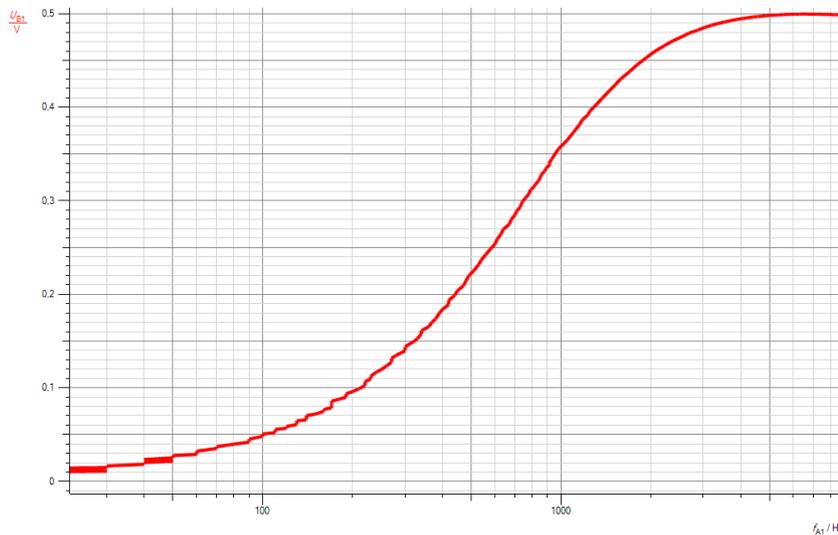


Abb. 2: Frequenzgang des Hochpass mit CASSY aufgenommen.

In beiden Versuchsteilen kann das Verhalten der Phase auf dem Oszilloskop beobachtet werden indem die Zeitaufösung so verstellt wird, dass einzelne Perioden sichtbar werden.

Bemerkungen:

Bei den Versuchen mit Frequenzgenerator und Oszilloskop ist es oft von Vorteil den Frequenzgenerator über einen Trenntransformator Potenzialfrei zu machen.

Hochpassfilter:

Zur Erstellung der Plots in Abb. 2 wurden die Werte von $C = 6\text{ nF}$ und $R = 100\ \Omega$ verwendet, die Grenzfrequenz liegt dann bei $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{R C 2\pi} = 1,59\text{ kHz}$. Der Wert ergibt sich bei Gleichheit des ohmschen Widerstandes und des Scheinwiderstandes des Kondensators $X_C = \frac{1}{\omega C}$, die Eingangsspannung sinkt auf einen Wert $U_0 \cdot \sqrt{2}$. Diese Frequenz ist aus den Daten in Abb. 2 aber nicht ersichtlich. Der Innenwiderstand des Frequenzgenerators ist auf $50\ \Omega$ eingestellt und liegt in Reihe zum $100\ \Omega$ Widerstand, daher ist der abgelesene Wert weit daneben bzw. ist der angezeigte Wert derjenige, der den Innenwiderstand mit einbezieht. An dieser Stelle ist ggf. das Auditorium darauf aufmerksam zu machen.

Tiefpassfilter:

Für die Vorführung dieser Schaltung einfach die Bauteile vertauschen, Widerstandsdekade auf $1\text{ k}\Omega$ stellen und Kapazität von 100 nF wählen. Damit ergibt sich eine Grenzfrequenz von etwa $1,5\text{ kHz}$ die gut Messbar ist. Der Innenwiderstand des Frequenzgenerators fällt dann auch nicht mehr so stark ins Gewicht.

Zur Messung des Frequenzgangs U_0 auf $1V$ einstellen, dann Verläuft die Kurve von $0,707V$ zur Grenzfrequenz bei $0,5V(!)$. Der Frequenzabhängige Widerstand des Kondensators ist gleich dem des Ohmschen Widerstands, beide Werte sind in der komplexen Ebene senkrecht zueinander und an beiden werden $0,5V$ als anliegende Spannung gemessen, Die Gesamtspannung von $0,7V$ ergibt sich dann aus

$$U_0 = \sqrt{U_C^2 + U_R^2} = \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{1}{4}}V = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,707 \text{ .}$$

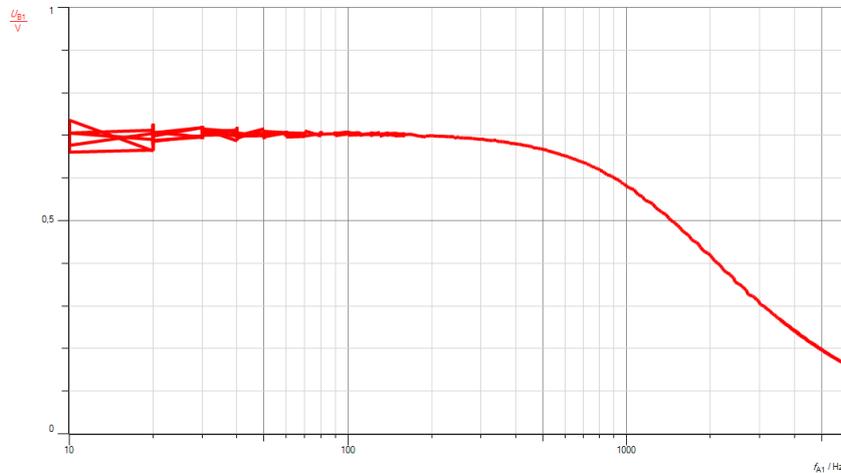


Abb.3: Frequenzgang eines Tiefpass mit $1k\Omega$ und $0,1\mu F$

In beiden Schaltungen können sowohl die Eingangsspannung gegen die Ausgangsspannung als auch die Phasenverschiebung betrachtet werden. Letztere mit dem Oszilloskop.

Zum schnellen Präsentieren der Ausgangsspannung gegen die Frequenz kann der Frequenzgenerator auf einen logarithmischen Sweep Modus gestellt und die Amplitude auf dem Oszilloskop verfolgt werden.

Für die Phasenverschiebung beim Hochpass, eine Frequenz ($< 1kHz$) wählen. Zum Zeigen der Integrator und Differentiator Funktion eignen sich die Werte $1\mu F$, $3k\Omega$, $50Hz$ und $U_0 = 1V_{pp}$ ganz gut.