

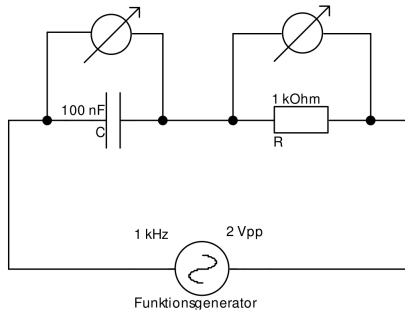
Elektronikpraktikum Auswertung: Versuch 2

Gruppe 1
Patrick Heuer
Benjamin Lotter

Aufgabe 1

Bestimmung von komplexem Widerstand und Phase

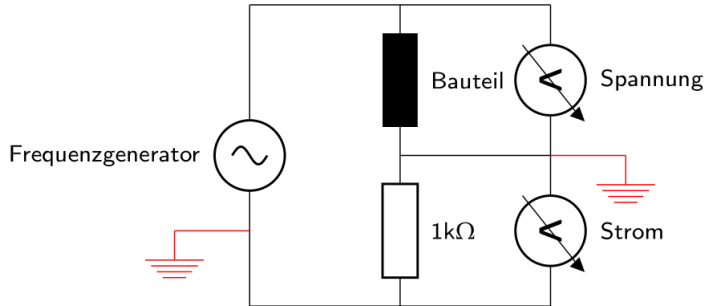
- Bestimmung des Widerstands durch Messung von Strom und Spannung
- Strommessung = Spannungsmessung an bekanntem Widerstand



Aufgabe 1

Bestimmung von komplexem Widerstand und Phase

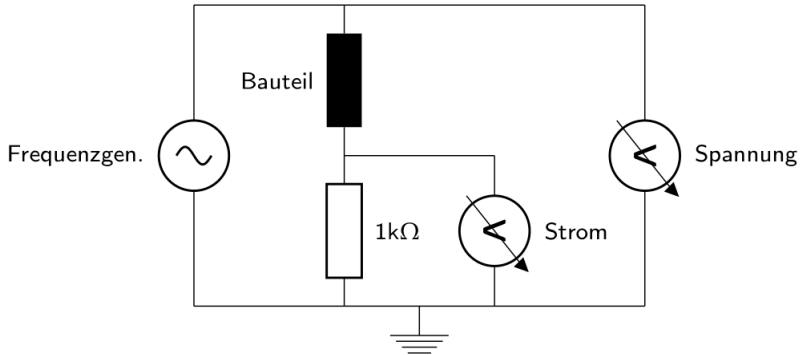
- Problem: Erdschleife



Aufgabe 1

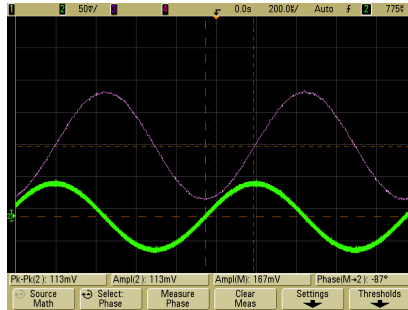
Bestimmung von komplexem Widerstand und Phase

- Problem: Erdschleife
- Lösung: Erdungen aufeinander legen
- Abfall über Bauteil: "Math function 2 - 1"



Aufgabe 1

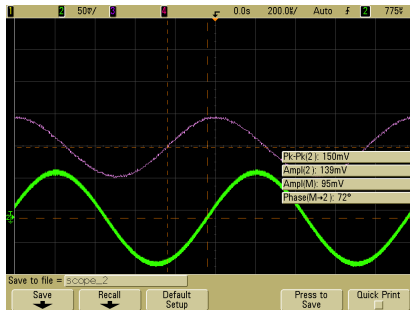
Kondensator



	I	U	φ
Kondensator ($100nF$)	$113\mu A$	$167mV$	-87°

Aufgabe 1

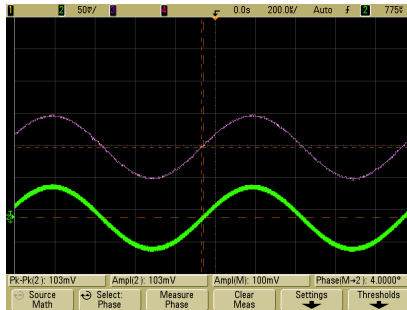
Spule



	I	U	φ
Kondensator (100nF)	$113\mu A$	$167mV$	-87°
Spule (100mH)	$139\mu A$	$95mV$	72°

Aufgabe 1

Widerstand



	I	U	φ
Kondensator ($100nF$)	$113\mu A$	$167mV$	-87°
Spule ($100mH$)	$139\mu A$	$95mV$	72°
Widerstand ($1k\Omega$)	$104\mu A$	$100mV$	4°

Aufgabe 1

Auswertung

- Komplexer Widerstand: $Z = \frac{U}{I} (\cos(\varphi) + i \sin(\varphi))$

	Messwert	Theorie
Z_C	$77.35 - i1475.85 \Omega$	$-i1592\Omega$
Z_L	$211.20 + i650.00 \Omega$	$i629\Omega$
Z_R	$968.51 - i67.72 \Omega$	$1k\Omega$

Aufgabe 1

Auswertung

- Komplexer Widerstand: $Z = \frac{U}{I} (\cos(\varphi) + i \sin(\varphi))$

	Messwert	Theorie
Z_C	$77.35 - i1475.85 \Omega$	$-i1592\Omega$
Z_L	$211.20 + i650.00 \Omega$	$i629\Omega$
Z_R	$968.51 - i67.72 \Omega$	$1k\Omega$

- $C = -i \frac{1}{2\pi f Z_C}$ und $L = \frac{Z_L}{i2\pi f}$:

$$C \approx 108 - i5.64nF$$

$$L \approx 103.45 - i33.61mH$$

Aufgabe 1

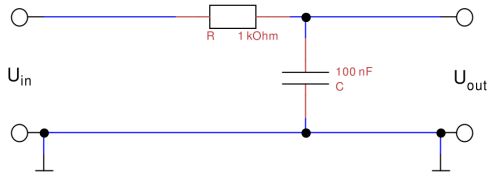
Auswertung

	Theorie	Messung
φ_C	-90°	-87°
φ_L	90°	72°
φ_R	0°	4°

- Gründe für Abweichung:
 - ohmscher Widerstand der Bauteile
 - Widerstand in Messgeräten
 - Messungenauigkeit

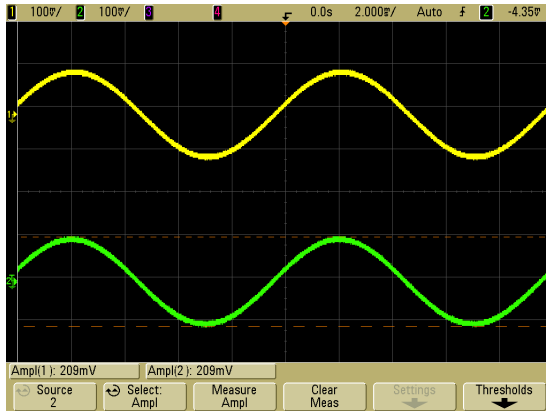
Aufgabe 2

Tiefpassfilter 1. Ordnung



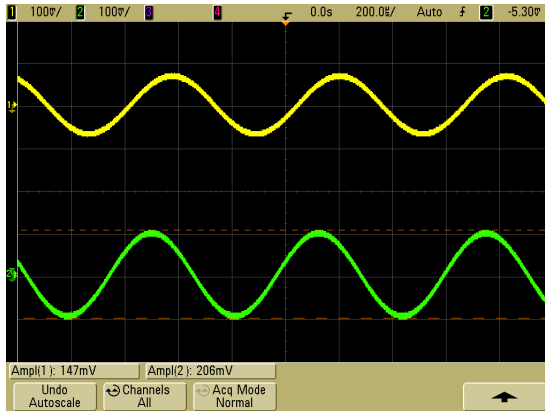
Tiefpassfilter 1. Ordnung

100Hz



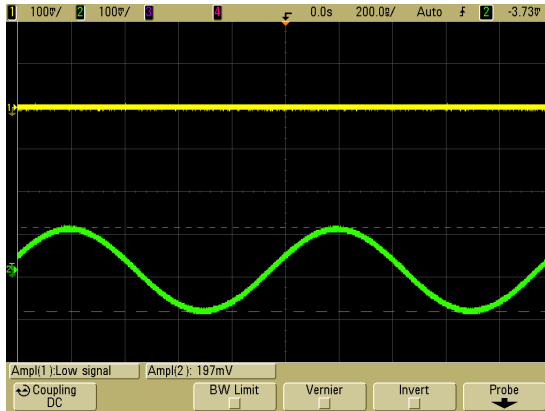
Tiefpassfilter 1. Ordnung

1.6kHz



Tiefpassfilter 1. Ordnung

1MHz



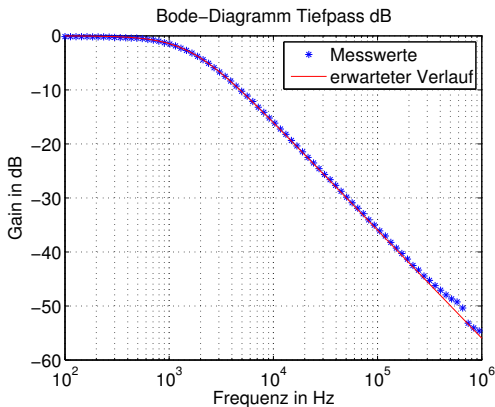
- Bode Diagramm: Auftragung Dämpfung über Frequenz
- Visualisierung von Dämpfung
- Dezibel:

$$V^* = 20 \log_{10} \left(\frac{U_2}{U_1} \right)$$

- Hoch-, Tief-, Sperr-, Bandpassfilter
- Unterdrückung von Frequenzbereichen
- Ordnung gibt an wie stark die Dämpfung ausfällt: 1. Ordnung: 6dB pro Oktave, 2. Ordnung 12dB pro Oktave etc.
- nichtlineares Verhalten

Aufgabe 2

Tiefpass 1. Ordnung

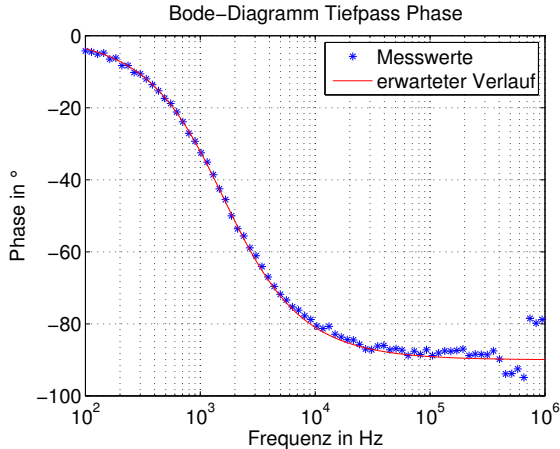


- Erwarteter Verlauf:

$$V = 20 \log_{10} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + (\omega CR)^2}} \right)$$

Aufgabe 2

Tiefpass 1. Ordnung



- Erwarteter Verlauf:

$$\varphi = -\arctan(\omega CR)$$

Aufgabe 2

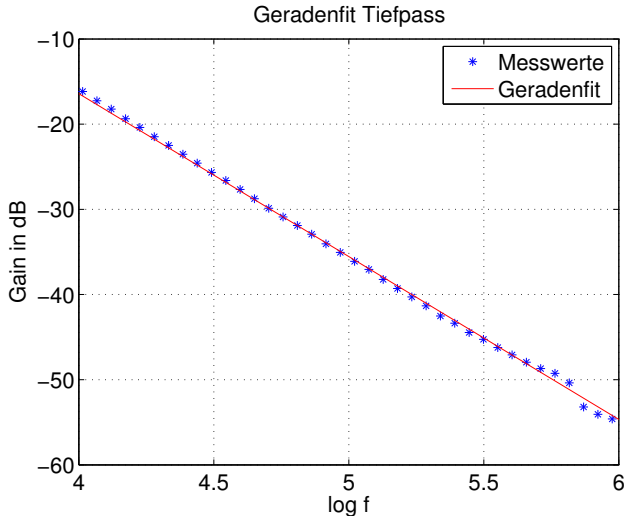
Tiefpass 1. Ordnung

- 3dB-Frequenz: linearer Abfall des Signals
- $\frac{U_{in}}{U_{out}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$
- Theoretische Grenzfrequenz: $f_{c_T} = \frac{1}{2\pi CR} \approx 1591.55Hz$
- Aus Bode Diagramm bei $dB = 3.185845$: $f_{c_T} \approx 1656Hz$

Aufgabe 2

Tiefpass 1. Ordnung

- Bestimmung der Steigung:



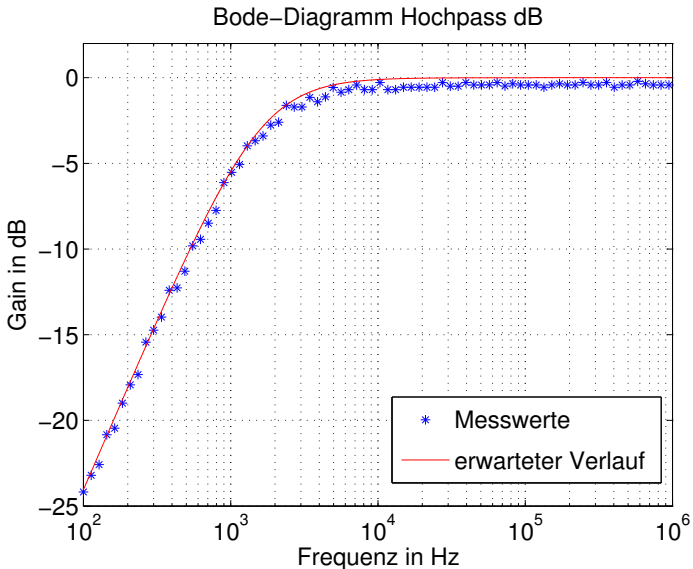
Aufgabe 2

Tiefpass 1. Ordnung

- Fit Wert: $-19.12 \frac{dB}{Dekade} = -5.74 \frac{dB}{Oktave}$
- Theoretischer Wert: $-20 \frac{dB}{Dekade} = -6 \frac{dB}{Oktave}$

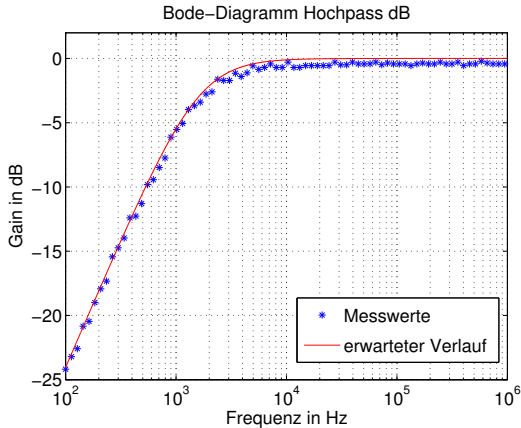
Aufgabe 2

Hochpass 1. Ordnung



Aufgabe 2

Hochpass 1. Ordnung

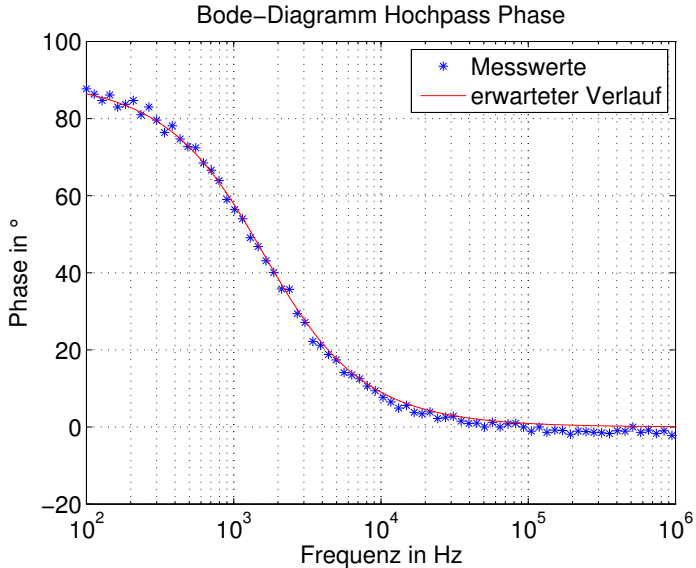


- Erwarteter Verlauf:

$$V = 20 \log_{10} \left(\frac{\omega CR}{\sqrt{1 + (\omega CR)^2}} \right)$$

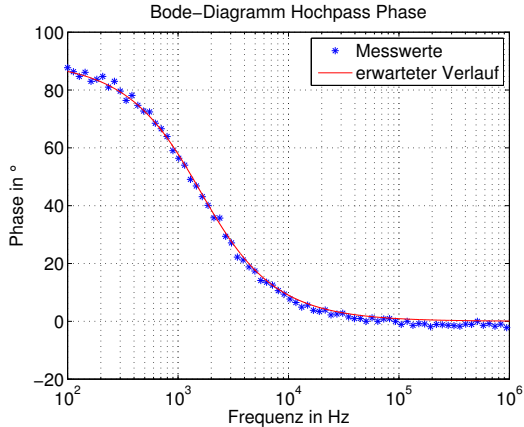
Aufgabe 2

Hochpass 1. Ordnung



Aufgabe 2

Hochpass 1. Ordnung

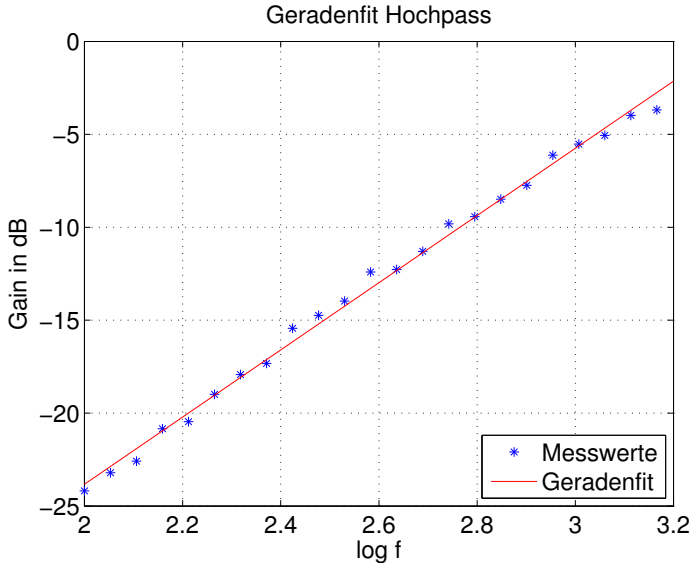


- Erwarteter Verlauf:

$$\varphi = \arctan\left(\frac{1}{\omega CR}\right)$$

Aufgabe 2

Hochpass 1. Ordnung



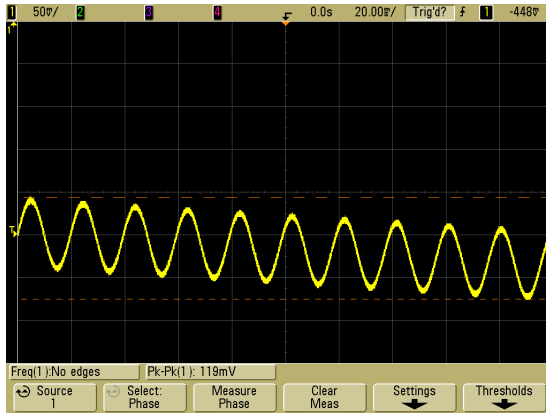
Aufgabe 2

Hochpass 1. Ordnung

- Theoretische Grenzfrequenz: $f_{c_T} = \frac{1}{2\pi CR} = 1591.55\text{Hz}$
- Aus Bode Diagramm bei $\text{dB} = -3.398500$: $f_{c_T} \approx 1656\text{Hz}$
- Fit Wert: $18.08 \frac{\text{dB}}{\text{Dekade}} = 5.42 \frac{\text{dB}}{\text{Oktave}}$
- Theoretischer Wert: $20 \frac{\text{dB}}{\text{Dekade}} = 6 \frac{\text{dB}}{\text{Oktave}}$

Aufgabe 2

AC-Modus des Oszilloskops



- Testsignal: Dreiecksspannung + Sinussignal
- Problem: Schwierigkeit bei automatischer Bestimmung der Amplitude - Sinus ist "schräg" und wandert

Aufgabe 2

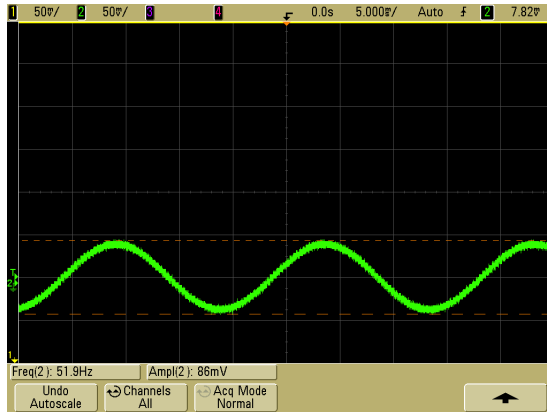
AC-Modus des Oszilloskops

- Lösung 1: Vorschaltung eines Hochpassfilters
- Dreiecksspannung ist niedrigfrequentes Signal → wird herausgefiltert



Aufgabe 2

AC-Modus des Oszilloskops

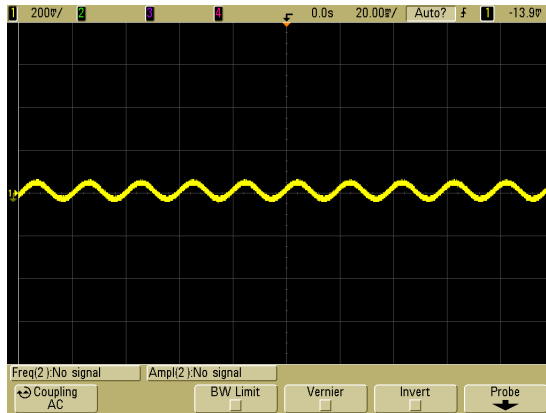


- Frequenz: $f = 51.9\text{Hz}$
- Amplitude: $\hat{U} = 86\text{mV}$

Aufgabe 2

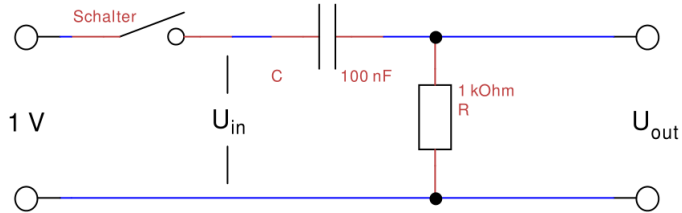
AC-Modus des Oszilloskops

- Lösung 2: Eingang auf AC-Modus
- eingebauter Hochpassfilter
- Verwendung zum Filtern niedrigfrequenter Störungen



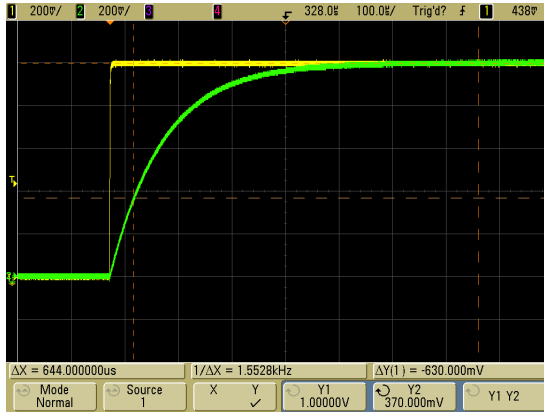
Aufgabe 3

Sprungantwort des Hochpassfilters



Aufgabe 3

Sprungantwort des Hochpassfilters

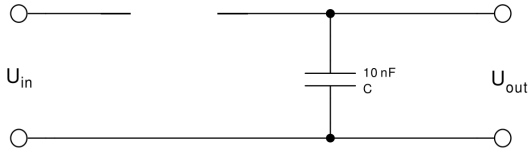


- Klassische Aufladekurve des Kondensators
- Charakteristische Zeit: $\tau = R \cdot C = 0.1ms$
- gemessene Zeit: $\tau = -\frac{t}{\ln\left(1 - \frac{U(t)}{U_0}\right)} = 0.096ms$

- Durch kompliziertere Schaltungen können schärfere Frequenztrennungen erreicht werden
- Beim Tiefpass wurde fälschlicherweise eine Spule mit $L = 100mH$ verwendet

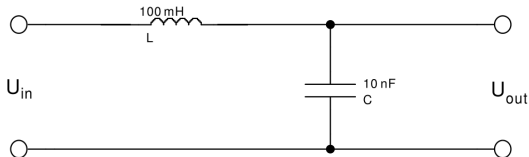
Aufgabe 4

Tiefpass 2. Ordnung



Aufgabe 4

Tiefpass 2.Ordnung

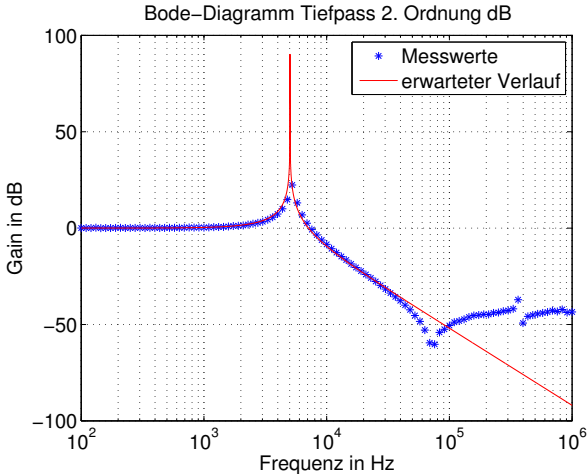


- Einbau von Spule
- Erwarteter Verlauf

$$\frac{U_{out}}{U_{in}} = \frac{1}{1 - \omega^2 LC}$$

Aufgabe 4

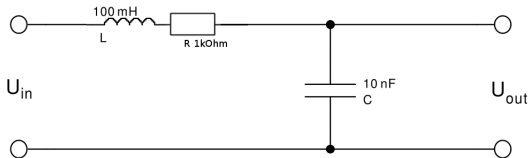
Tiefpass Bode-Diagramm



- Unerwünschte Asymptote bei $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$
- Schwingkreis ohne Dämpfung

Aufgabe 4

Tiefpass mit Widerstand

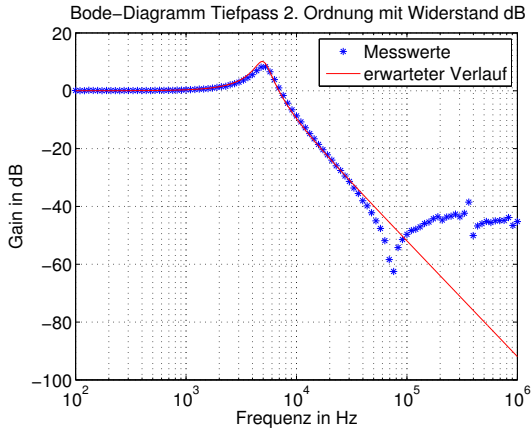


- Zusätzlicher Widerstand
- Erwarteter Verlauf

$$\frac{U_{out}}{U_{in}} = \frac{Z_C}{Z_C + Z_L + R} = \frac{1}{\sqrt{\omega^4 L^2 C^2 + \omega^2 R^2 C^2 - 2\omega^2 LC + 1}}$$

Aufgabe 4

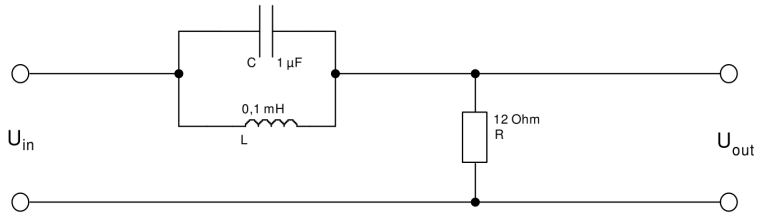
Tiefpass mit Widerstand



- keine Asymptote
- Peak vor Abfall ist deutlich kleiner
- R dämpft den Schwingkreis

Aufgabe 4

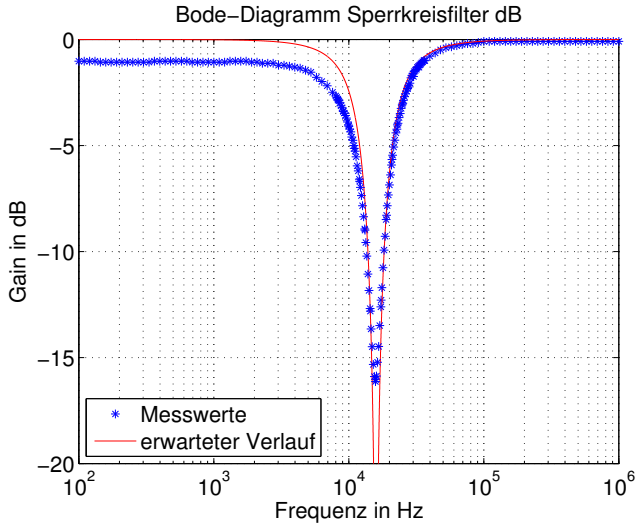
Sperrkreisfilter



$$\frac{U_{out}}{U_{in}} = \frac{|Z_R|}{\left| \frac{1}{\frac{1}{Z_C} + \frac{1}{Z_L}} + Z_R \right|} = \frac{R}{\sqrt{\left(\frac{\omega L}{\omega^2 CL + 1} \right)^2 + R^2}}$$

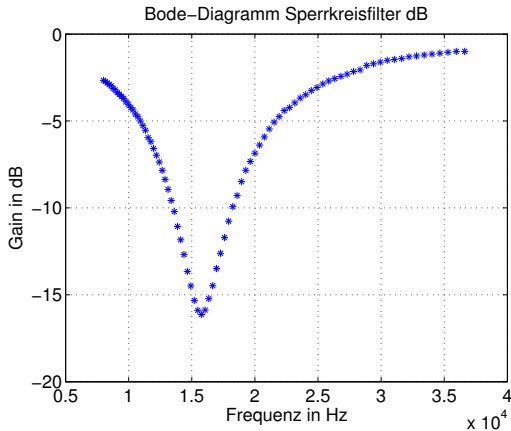
Aufgabe 4

Bode-Diagramm Sperrkreisfilter



Aufgabe 4

Bode-Diagramm Sperrkreisfilter



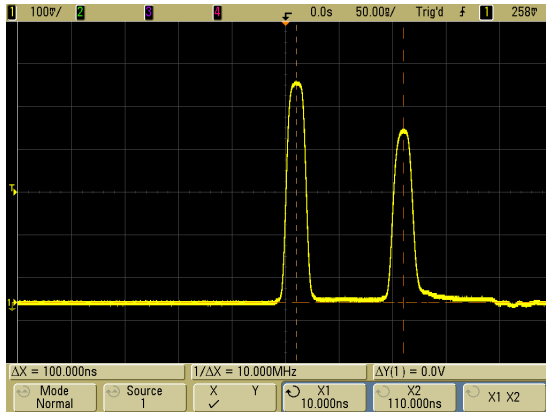
- Filtert einzelne Frequenz raus: $f \approx 16\text{kHz}$
- Theorie: $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 15.91\text{kHz}$

- Untersuchung des Signalverhaltens bei Koaxialkabeln

Aufgabe 5

Signalgeschwindigkeit

- Kabelende wird offen gelassen
- Beobachtung: Zwei Pulse hintereinander durch Signalreflexion am offenen Kabelende



Aufgabe 5

Signalgeschwindigkeit

- Signal wird am offenen Kabelende reflektiert
- Signalgeschwindigkeit: $v = \frac{20m}{100ns} = 2 \cdot 10^8 ms^{-1}$

Aufgabe 5

Abschlusswiderstand

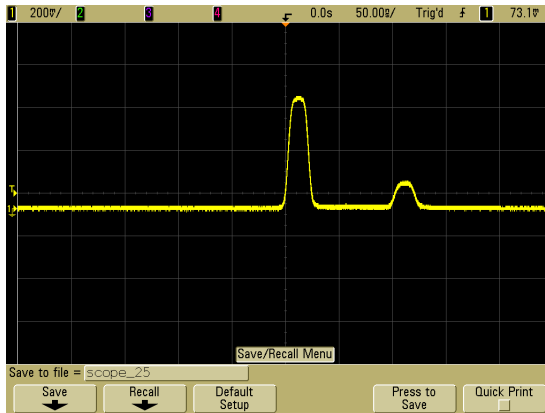
- Kabelende wird mit Potentiometer abgeschlossen
- Widerstand wird variiert



Aufgabe 5

Abschlusswiderstand

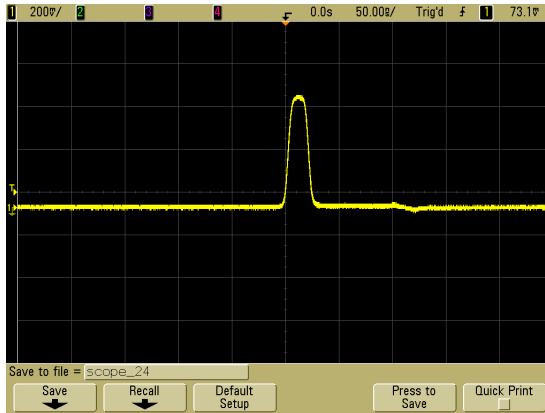
- Kabelende wird mit Potentiometer abgeschlossen
- Widerstand wird variiert



Aufgabe 5

Abschlusswiderstand

- Kabelende wird mit Potentiometer abgeschlossen
- Widerstand wird variiert

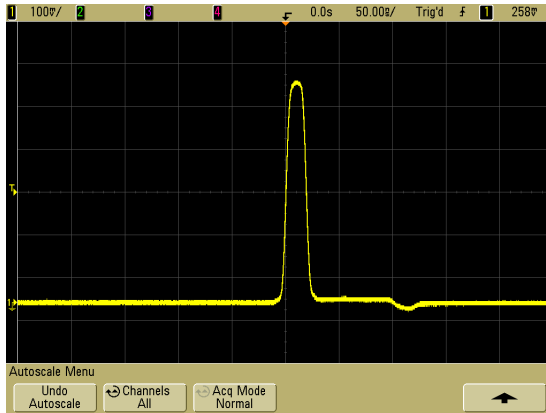


- Auslöschung des Signals bei $R = 53.62\Omega$

Aufgabe 5

Abschlusswiderstand

- Kabel wird mit 50Ω abgeschlossen \rightarrow Auslöschung des Signals



Aufgabe 5

Abschlusswiderstand

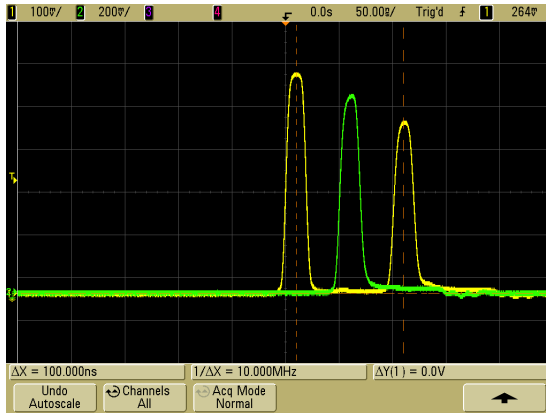
- Abschlusswiderstand kann Signal abdämpfen und auslöschen
- längere Impulssignale können sich überlagern

	Messwerte	Datenblatt
v	$2 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$	$2 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$
C'	93.249 pFm^{-1}	100.7 pFm^{-1}
L'	268.1 nHm^{-1}	keine Angabe
R	53.62Ω	50Ω

Aufgabe 5

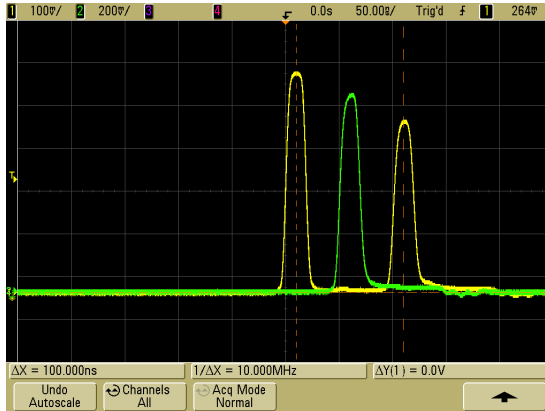
Einfache Laufzeit

- Kabel wird an Kanal des Oszilloskops angeschlossen



Aufgabe 5

Einfache Laufzeit



- Erklärung:
 - Kabel kommt an Kanal 1 an (gelb)
 - Kabel kommt an Kanal 2 an (grün)
 - Kabel wird an Kanal 2 reflektiert und wird in Kanal 1 (gelb) gemessen

Aufgabe 5

Einfache Laufzeit

- Kanal 2 wird mit Abschlusswiderstand abgeschlossen



- Abschlusswiderstand löscht Signal aus → keine Reflexion

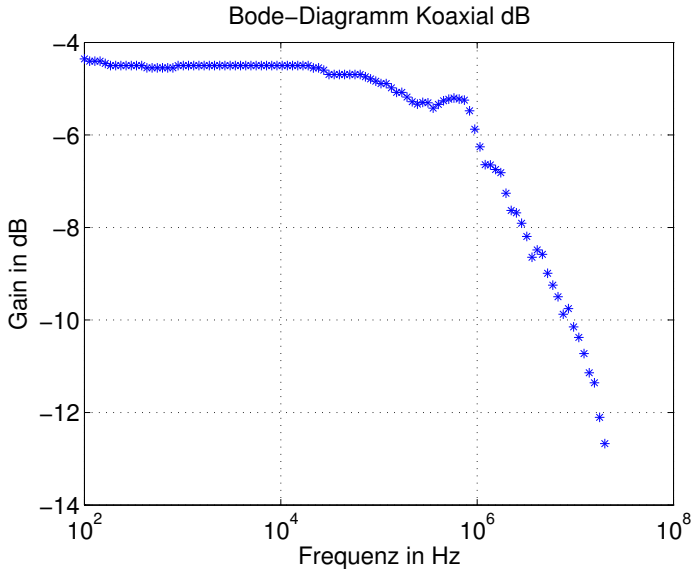
Aufgabe 5

Dämpfung

- 100m Kabel wird mit Sinusspannung untersucht

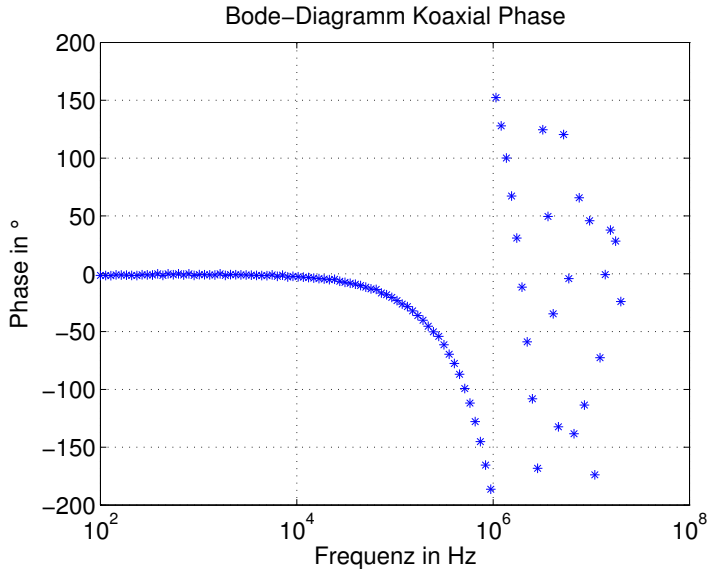
Aufgabe 5

Dämpfung



Aufgabe 5

Dämpfung



Aufgabe 5

Dämpfung

- Kabel wirkt wie Tiefpassfilter
- Phase oszilliert stark ab 10^6 Hz