

Name, Vorname	Signum	Datum:	
1.		Studiengang:	B2ET
2.		Gruppe:	
3.			
Anlagenverzeichnis:		Note:	

1. Lernziele

Aufbau von Messschaltungen, Umgang mit Funktionsgenerator und Oszilloskop, Einstellen von Sinussignalen (Frequenz und Amplitude) am Funktionsgenerator und Messen von Amplitude, Phase und Frequenz am Oszilloskop, Aufnahme und Darstellung von Bodediagramm (Amplituden- und Phasengang) und Ortskurve, Ermitteln der wichtigsten Kennwerte von RC-Gliedern (Übertragungskonstante, Grenzfrequenz, Zeitkonstante), Umgang mit Mathematikprogrammen (*Mathcad*) und Schaltungsanalyse- und -simulationsprogrammen (NI Multisim, LTSpice, Micro-Cap).

2. Vorbereitung

- 2.1. Berechnen Sie das Übertragungsverhalten eines **Hoch- und eines Tiefpasses** mit $R = 1\text{k}\Omega$ und $C = 10\text{nF}$ und stellen Sie das Übertragungsverhalten in Form eines Bodediagramms und einer Ortskurve dar. Nutzen Sie dazu das Programm *Mathcad*.
- 2.2. Simulieren Sie beide Netzwerke mit einem Schaltungsanalyse- und -simulationsprogramm. Drucken Sie das Bodediagramm aus (bei *Micro-Cap* → Menü „Analysis/AC ...“ (Alt+2); bei *NI Multisim* → Menü „Simulieren/Simulieren/AC-Analyse“ oder „Bode-Plotter“ verwenden).
- 2.3. Beantworten Sie die folgende Frage:
Wie verhalten sich die Phasenverschiebung in grd und die zeitliche Verschiebung zwischen der Ein- und Ausgangsspannung zueinander?

Anmerkungen:

Die Vorbereitung und deren Ergebnisse sind Bestandteil des Laborberichts, werden also am Ende der Laborübung zusammen mit dem Messprotokoll abgegeben und sind im Anlagenverzeichnis (oben) einzutragen.

Die Programme *Mathcad* und *Micro-Cap* laden Sie bitte von der Internetseite der Laborübungen <http://htw-berlin.applicad-atit.de/b2et/labor/index.html> oder vom ftp-Server <ftp://htw-berlin.applicad-atit.de> herunter. Eine Anleitung zum Herunterladen vom ftp-Server finden Sie unter <http://htw-berlin.applicad-atit.de/>. Zusätzlich finden Sie zur Erleichterung der Einarbeitung in die Programme Beispiele (Examples) unter <http://htw-berlin.applicad-atit.de/b2et/labor/index.html>.

Bitte beachten Sie, dass es sich bei den Programmen um Evaluationsversionen handelt, die ausschließlich für die eigene Ausbildung verwendet werden dürfen, nicht jedoch für kommerzielle Zwecke.

3. Versuchsdurchführung

- 3.1. Ermittlung der wichtigsten Kennwerten der beiden RC-Glieder Hochpass und Tiefpass

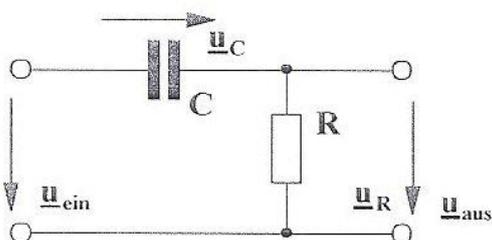


Abb. 1 Hochpass

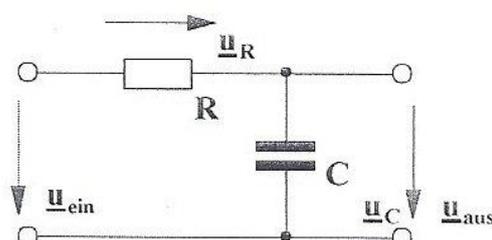


Abb. 2 Tiefpass

Ermitteln Sie die Kennwerten der beiden RC-Glieder Hochpass und Tiefpass rechnerisch

Die Übertragungskonstante $|\underline{H}|$ beschreibt den Betrag des Frequenzgangs $\underline{H}(j\omega)$ bei der Frequenz $\omega \gg \omega_g$ beim Hochpass bzw. $\omega \ll \omega_g$ beim Tiefpass.

Der Verlauf des Betrages über der Frequenz $|\underline{H}|(\omega)$ wird auch als Amplitudengang bezeichnet und ist wie der Phasengang $\varphi(\omega)$ Bestandteil des Bodediagramms.

Der Frequenzgang berechnet sich wie folgt: $\underline{H}(j\omega) = \frac{u_{aus}}{u_{ein}}$.

Daraus ergibt sich die Zeitkonstante eines RC-Netzwerkes aus $\tau = R \cdot C$ und die

Grenzkreisfrequenz aus $\omega_g = \frac{1}{\tau}$.

Berechnung der wichtigsten Kennwerte:

Übertragen Sie die Ergebnisse Ihrer Berechnungen in die Tabelle.

Ermittelte Kennwerte:

Übertragungskonstante $|\underline{H}|$
(stationärer Endwert)

Zeitkonstante τ

Grenzkreisfrequenz ω_g

Grenzfrequenz f_g

Hochpass

$|\underline{H}| = \dots\dots\dots$

$\tau = \dots\dots\dots$

$\omega_g = \dots\dots\dots$

$f_g = \dots\dots\dots$

Tiefpass

$|\underline{H}| = \dots\dots\dots$

$\tau = \dots\dots\dots$

$\omega_g = \dots\dots\dots$

$f_g = \dots\dots\dots$

3.2. Messtechnische Aufnahme des Bodediagramms (Amplituden- und Phasengang und der Ortskurve)

Messen Sie in einem Frequenzbereich von mehr als **einer Dekade unterhalb und oberhalb der Grenzfrequenz** die Amplituden- und Phasenwerte [$|H(\omega)$ und $\varphi(\omega)$]; $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$.

Wählen Sie höchstens 10 Frequenzen f so, dass eine möglichst gute grafische Darstellung des Amplituden- und Phasengangs möglich ist. Beginnen Sie mit den „runden“ Frequenzen, also 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz, 1 MHz. Tragen Sie die Messwerte sofort auch in die Diagramme ein. Nun wählen Sie nach Bedarf weitere Frequenzen zwischen den „runden“ Frequenzen, um die Kennlinien vervollständigen und vollenden zu können.

Den Amplitudengang zu messen heißt, die Ausgangsspannungen mit den Eingangsspannungen des RC-Netzwerkes zu vergleichen.

Den Phasengang zu messen heißt, die Phasenlage zwischen Ausgangsspannung und Eingangsspannung zu bestimmen.

Machen Sie sich rechtzeitig vor dem Termin der Laborübung Gedanken darüber, wie mit Hilfe eines Oszilloskops Wechselspannungen und Phasenverschiebungen gemessen werden können.

Tragen Sie Ihre Messwerte (Eingangsspannung, Ausgangsspannung, Phasenverschiebung) und die daraus errechneten Werte für die Amplituden, die Real- und die Imaginäranteile in die für das jeweilige RC-Glied vorgesehene Tabelle ein.

Übertragen Sie die Werte in die grafischen Darstellungen Bodediagramm und Ortskurve.

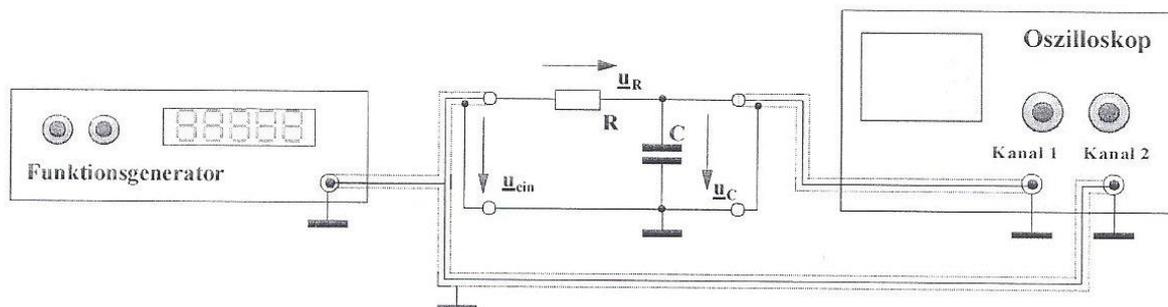
Messschaltung:

Abb. 3 Versuchsaufbau

Hinweise:

- Die jeweilige Messfrequenz stellen Sie am Generator ein.
- Messen Sie alle Signale in der **Stellung AC des Oszilloskops**. Damit vermeiden Sie einen Messfehler durch einen eventuell vorhandenen Gleichspannungsoffset vom Generator.
- Überprüfen Sie vor der Messung die Kalibrierungen am Oszilloskop (Amplitude der Kanäle I u. II, Zeitablenkung).
- Legen Sie die beiden Ablenklinien der Kanäle I u. II in die Mitte der Darstellung. Schalten Sie dabei die Eingangsschalter auf „GND“.
- Legen Sie den Generatorausgang an Kanal I und stellen Sie die Ausgangsamplitude des Generators auf einen sinnvollen Wert (z.B. 1,0 V oder 10,0 V) ein. Die Sinuskurve wird bei der richtigen Wahl des Messbereiches genau zwischen den beiden punktierten Linien (+2,5 und -2,5) dargestellt.
- Messen Sie die Spannungen immer zwischen den Scheitelwerten, also U_{SS} (U-Spitze-Spitze).
- Bei der Messung der Phasenverschiebung „ziehen“ Sie die Zeitachse möglichst breit (eine Bildschirmseite stellt nur eine oder eine halbe Periode dar). Achtung! Hierbei handelt es sich um eine relative Messung, d.h. die Kalibrierung der Zeitachse kann aufgegeben werden.

3.2.1. Messung am Hochpass

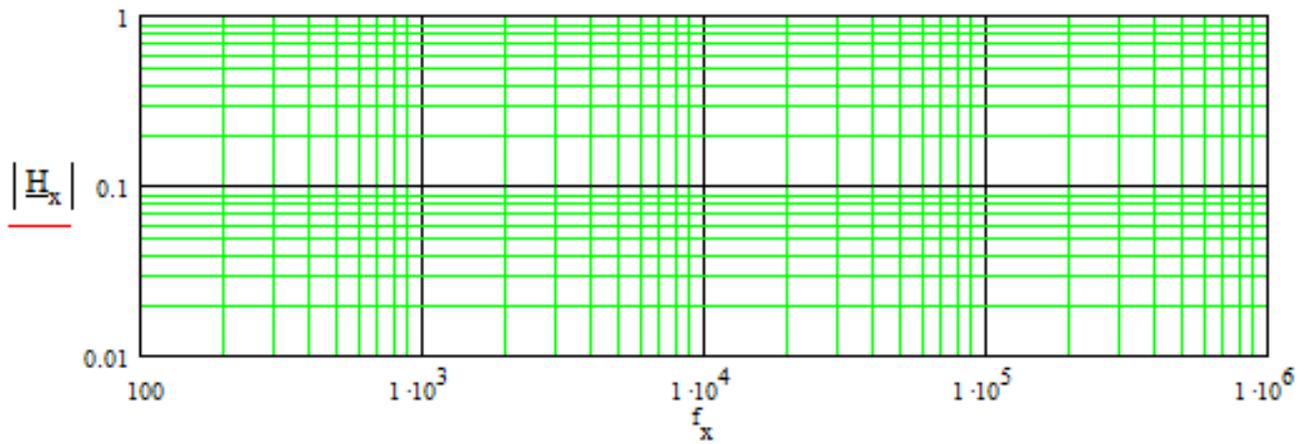
Tabelle

Frequenz f [kHz]	0,1	1	10	100	1.000					
u_{eSS} [V]										
u_{aSS} [V]										
φ [°]										
$H = u_{aSS}/u_{eSS}$										
$\text{Re}\{\underline{H}(j\omega)\}$										
$\text{Im}\{\underline{H}(j\omega)\}$										

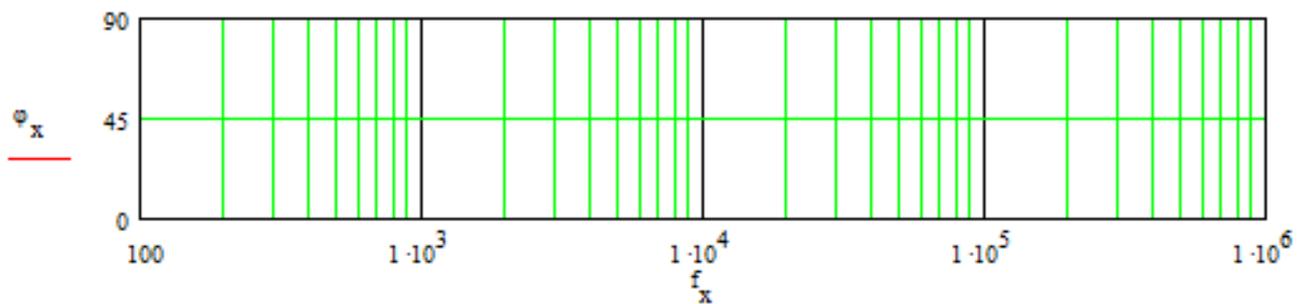
Platz für Berechnungen:

Kennlinien vom Hochpass

Bodediagramm

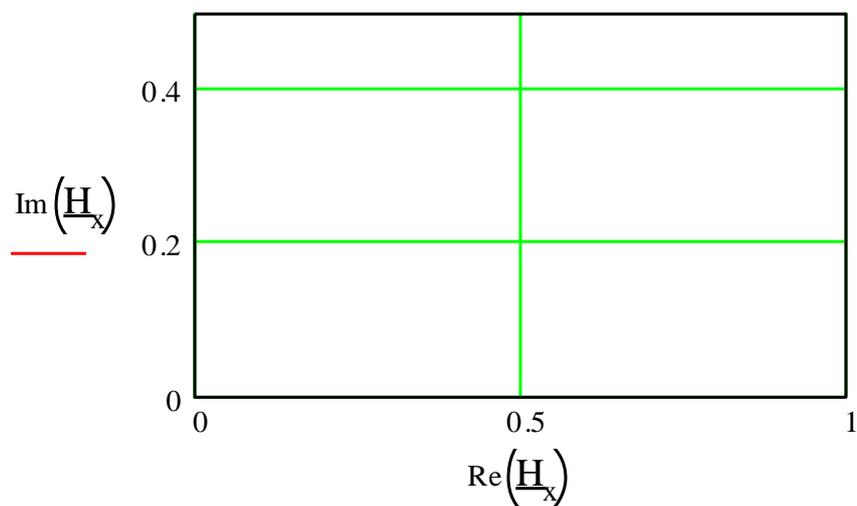


Der Amplitudengang



Der Phasengang

Ortskurve:



3.2.2. Messung am Tiefpass

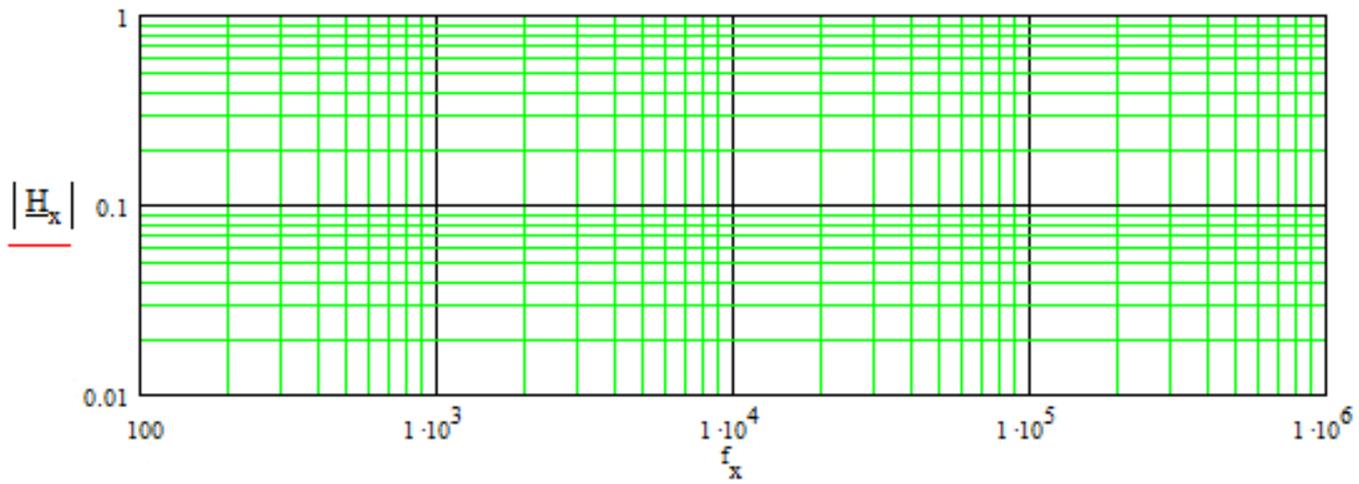
Tabelle

Frequenz f [kHz]	0,1	1	10	100	1.000					
u_{eSS} [V]										
u_{aSS} [V]										
φ [°]										
$H = u_{\text{aSS}}/u_{\text{eSS}}$										
$\text{Re}\{\underline{H}(j\omega)\}$										
$\text{Im}\{\underline{H}(j\omega)\}$										

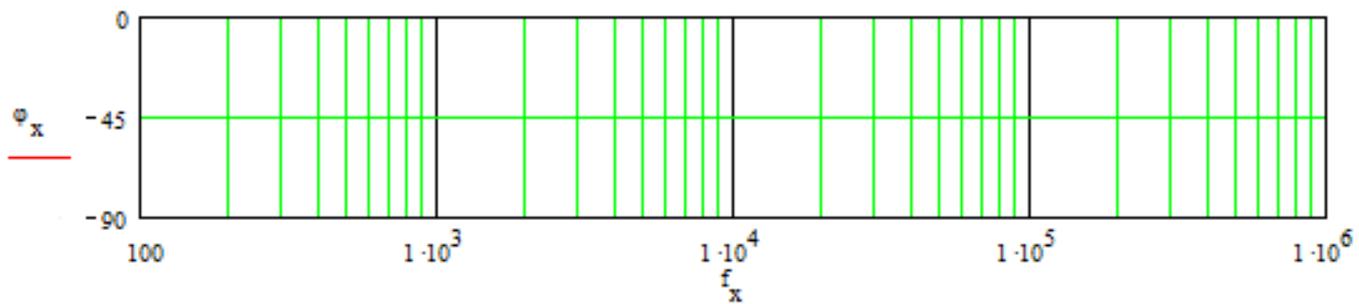
Platz für Berechnungen:

Kennlinien vom Tiefpass

Bodediagramm



Der Amplitudengang



Der Phasengang

Ortskurve:

