Hoch- und Tiefpaß

Man informiere sich über: Übertragungsfunktion, Frequenzgang, Ortskurve, Bode-Diagramm, Eckfrequenz, Grenzfrequenz

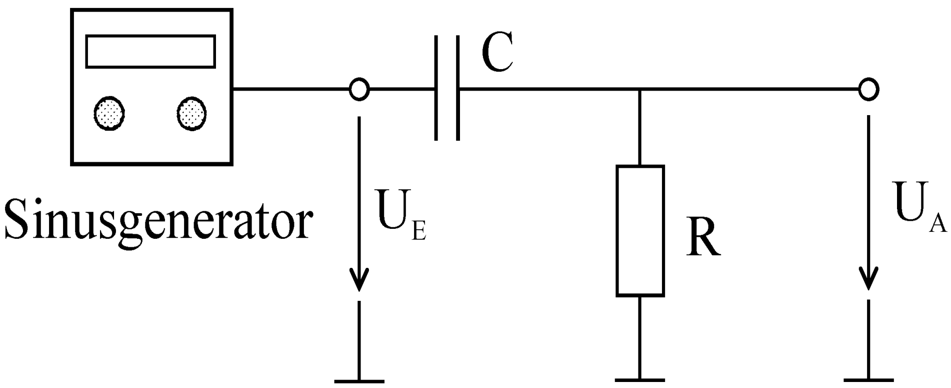
1. Aufgaben

1.1 Nehmen Sie den Amplitudenfrequenzgang $|F(\omega)|$ und Phasenfrequenzgang $\varphi(\omega)$ der Übertragungsfunktion eines RC- und eines CR-Gliedes mit dem vorgegebenen Kondensator (a oder b) auf. Verwenden Sie zunächst den 100Ω -Widerstand.

1.2 Wiederholen Sie den Versuch unter Verwendung des 1kΩ Widerstandes.

Meßaufbau und Hinweise zum Experiment:

Am Meßplatz befinden sich ein Sinusgenerator, ein Zweikanal-Oszillograph, zwei Digitalmultimeter, ein 100Ω und ein 1kΩ-Widerstand sowie zwei Kondensatoren.



Das Sinussignal vom Generator wird auf den Eingang des Hoch-(Tief)paß sowie auf den Eingang (Kanal 1) des Oszilloskops gegeben. Achten Sie darauf, dass mit der Eingangsspannung das Oszilloskop getriggert wird. Das Ausgangssignal wird dem zweiten Kanal zugeführt.
Nutzen Sie aus, dass Amplitudenverhältnisse sich mit Hilfe verschieden eingestellter Teilerfaktoren am Oszilloskop leicht bestimmen lassen. Machen Sie also auf dem Oszillographenschirm die Eingangsspannung U_E , von Spitze zu Spitze am besten 8cm groß und suchen Sie die Frequenzen, für die U_A , bei einer höheren Empfindlichkeit von Kanal 2 ebenfalls 8cm mißt.

Die Phasenverschiebung der beiden harmonischen Signale ist am leichtesten zu messen, wenn man eine halbe Schwingung gerade 9cm lang macht. Machen Sie sich klar, welche Schwingung vorauseilt.

2. Auswertung

1. Amplituden- und Phasengang sind für beide Schaltungen und für beide Widerstände sowohl als Bode-Diagramm als auch als Ortskurve darzustellen.

2. Bestimmen Sie die Eckfrequenzen.

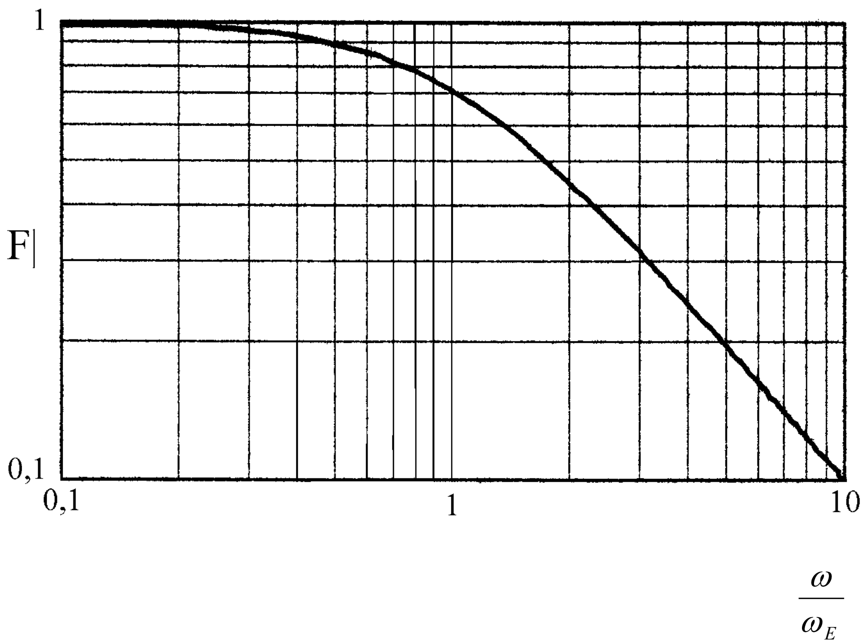
3. Wie groß war die Kapazität des verwendeten Kondensators?

4. Bei welchen Frequenzen beträgt die Ausgangsspannung 1/10 der Eingangsspannung?

Der Frequenzgang F(ω) ist definiert als das Verhältnis der Ausgangsgröße zur Eingangsgröße im eingeschwungenen Zustand.

$$F(\omega) = \frac{U_A}{U_E}$$

Da diese komplexwertige Funktion im allgemeinen aus Polynomen von $j \cdot m$ besteht, ist es zweckmäßig, den Betrag |F(ω)| gegen die Frequenz doppeltlogarithmisch aufzutragen. Man erhält das sogenannte Bode-Diagramm. Die Übertragungsfunktion besteht dann i.a. abschnittsweise aus Geradenstücken, deren Steigungen bestimmten Potenzen der Frequenz entsprechen. Die Frequenzen, bei denen sich solche Geradenstücke schneiden, nennt man Eckfrequenzen.



Beim Hoch- und Tiefpaß ist die Eckfrequenz ω_E durch folgende Beziehung gegeben:

$$\omega_E = \frac{1}{RC}$$

Bei der Darstellung der F(ω) zugeordneten Phasenkurve φ (ω) gegen log (ω) wird die Skala für die Phasenverschiebung φ linear geteilt, wegen:

$$F(\omega) = |F(\omega)| \cdot e^{j\varphi}$$

Amplitudenverhältnisse werden gerne in Dezibel-Werten (dB) angegeben:

$$dB = 20 \cdot \log \frac{U_A}{U_E}$$

Der dB -Wert von |F(ω)| ist bei der Eckfrequenz ω_E demnach:

$$20 \cdot \log \frac{1}{\sqrt{2}} = -10 \cdot \log 2 = -3dB$$

Man nennt diesen Punkt der Frequenzkurve deshalb auch (-)3 dB-Punkt.

Lineares Spannungsverhältnis	Logarithmisches Spannungsverhältnis
0,5	-6 dB
$1/\sqrt{2}$	-3 dB
1	0 dB
$\sqrt{2}$	3 dB
2	6 dB
10	20 dB
100	40 dB
1000	60 dB