

# 1 Leistungsanpassung

Es ist eine Last mit  $\underline{Z}_L(f = 50 \text{ Hz}) = 3 \Omega \exp(j \frac{\pi}{6})$  gegeben. Welchen Wert muss die Innenimpedanz  $\underline{Z}_i$  der Quelle annehmen, dass an  $\underline{Z}_L$

- a) die maximale Wirkleistung
- b) die maximale Scheinleistung

umgesetzt wird. Geben Sie  $\underline{Z}_i$  jeweils in algebraischer Form und Exponentialform an. Um was für eine Last handelt es sich? Geben Sie die Werte der Induktivität bzw. Kapazität an.

Berechnen Sie alle Leistungen wenn  $\underline{U}_q = 230 \text{ V}$  und  $f = 50 \text{ Hz}$  ist.

# 2 Frequenzabhängigkeit

Vor den Aufgaben eine kleine Ergänzung zu Dämpfungs- und Pegelangaben.

## 2.1 Dämpfungsangaben

Für die Darstellung des Phasengangs ist es sinnvoll, die  $f$ -Achse logarithmisch zu skalieren. Für den Amplitudengang ist eine doppellogarithmische Skalierung sehr sinnvoll. Eine gängige Einheit ist Dezibel (dB), nach Alexander Graham Bell. Neben dem dB gibt es noch Neper (wird mit  $\ln$  berechnet).

Bel (Formelzeichen B) ist eine Pseudoeinheit für den Zehnerlogarithmus des Verhältnisses zweier Leistungs- bzw. Energiegrößen:  $a = \log \frac{P_2}{P_1} \text{ B}$ .

In der Elektrotechnik ist das Dezibel gebräuchlicher:  $10 \text{ dB} = 1 \text{ B}$  also  $\frac{a}{\text{dB}} = 10 \log \left( \frac{P_2}{P_1} \right)$ .

Etwas anders geschrieben:  $\frac{a}{\text{dB}} = \log \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{10}$  und mit  $P \sim u^2$ :

$$\frac{a}{\text{dB}} = \log \left( \frac{u_2^2}{u_1^2} \right)^{10} = \log \left( \frac{u_2}{u_1} \right)^{20}$$

$$a = 20 \log \left( \frac{u_2}{u_1} \right) \text{ dB} \quad \text{oder} \quad u_2 = u_1 10^{(0.05 \frac{a}{\text{dB}})}$$

Ist  $u_2 < u_1$  spricht man von Dämpfung ( $a < 0$ ). Für  $u_2 = u_1$  ist  $a = 0$ . Für die Bandbreite eines Signals werden die Frequenzen betrachtet für die gilt:  $P_2 = \frac{1}{2} P_1$  bzw.  $u_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} u_1$ .

$$a = 10 \log \left( \frac{1}{2} \right) \text{ dB} = 20 \log \left( \frac{1}{\sqrt{2}} \right) \text{ dB} = -3,0103 \text{ dB}$$

## 2.2 Aufgaben

Es soll eine Schaltung mit einer Übertragungsfunktion wie in Abb. 1 erstellt werden. Es

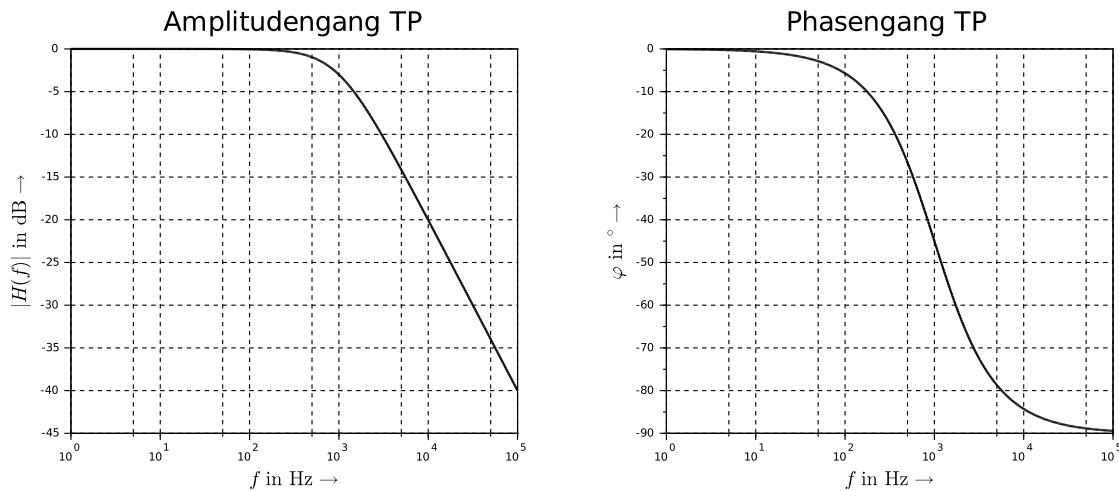


Abbildung 1: Bode-Diagramm

sind zahlreiche Kondensatoren mit einer Kapazität von  $C = 4,7 \mu\text{F}$  vorhanden. Darüber hinaus stehen unzählige Widerstände zur Verfügung.

Skizzieren Sie den Schaltplan der notwendigen Schaltung und geben Sie die Werte der Bauteile an.

Wie muss die Schaltung aussehen, wenn Sie den gleichen Widerstand verwenden wollen und statt des Kondensators eine Luftspule verwendet werden soll? Skizzieren Sie den Schaltplan und berechnen Sie die nötige Induktivität der Luftspule.

Es soll nun zusätzlich eine Schaltung entworfen werden, die den Anforderungen aus Abb. 2 gerecht wird.

Entwerfen Sie eine RC-Schaltung, die den Anforderungen gerecht wird, Skizzieren Sie den Schaltplan und geben Sie die Werte der Bauteile an. (Verwenden Sie dafür wieder oben genannte Kondensatoren)

Wie muss die Schaltung aussehen, wenn Sie den gleichen Widerstand verwenden wollen und statt des Kondensators eine Luftspule verwendet werden soll? Skizzieren Sie den Schaltplan und berechnen Sie die nötige Induktivität der Luftspule.

Weil große Induktivitäten teuer sind, solle eine um den Faktor 1000 kleinere Induktivität verwendet werden. Wie groß muss dann der neue Widerstand gewählt werden?

Wie würde der Amplituden- und Phasengang aussehen, wenn Sie je einen der entworfenen Tief- und einen der Hochpässe, getrennt durch einen idealen OPV mit der Verstärkung 1, in Reihe schalten? Skizzieren Sie die Anordnung, den Amplituden- und Phasengang.

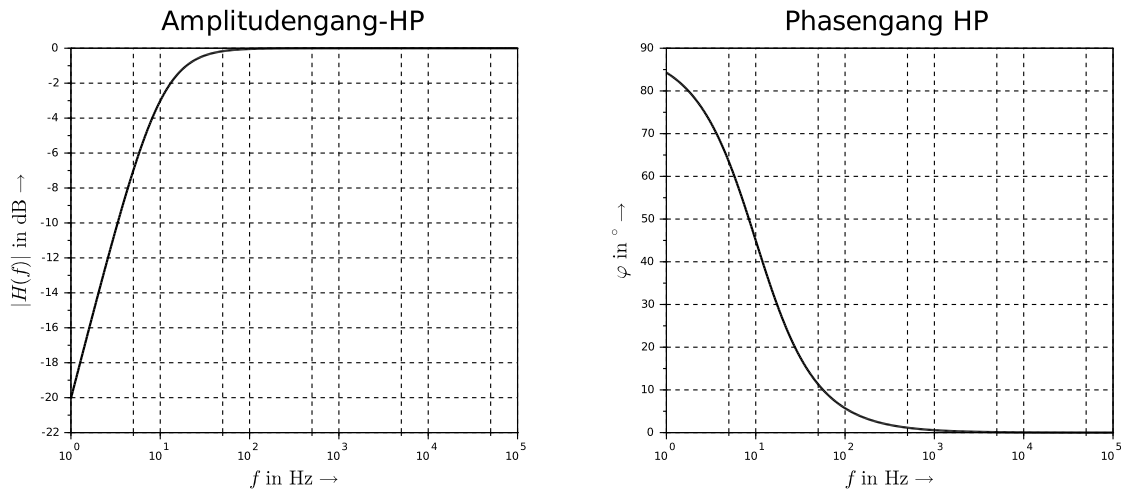


Abbildung 2: Bode-Diagramm

### 3 Frequenzkompensierter Spannungsteiler

Gegeben ist ein Oszilloskop mit einem Eingangswiderstand von  $R_E = 998,6 \text{ k}\Omega$  und einer Eingangskapazität von  $C_E = 25 \text{ pF}$ . Dazu gab es einen Tastkopf an den zwischen 1-facher und 10-facher Abschwächung umgeschaltet werden kann. Der Widerstand für 10-fache Abschwächung beträgt  $R_{10} = 8,978 \text{ M}\Omega$ . Ohne Abschwächung beträgt der Widerstand noch  $R_1 = 245,23 \text{ }\Omega$ .

Skizzieren Sie einen Schaltplan für angeschlossenen Tastkopf (der tastkopf ist mit einer einstellbaren Kompensationskapazität ausgestattet).

Auf welchen Wert muss die Kompensationskapazität  $C_K$  eingestellt werden, um einen Frequenzunabhängigen Spannungsteiler zu erhalten?

Berechnen Sie das Teilverhältnis wenn keine Abschwächung gewählt ist für:

$f = \{0; 10^3; 10^5; 2 \cdot 10^7\}$  Hz. Kommt es auch zu einer Phasenverschiebung? Wenn ja, berechnen Sie diese für die gleichen Frequenzen  $f$ .

Berechnen Sie die Leistungen an den Widerständen und Kapazitäten, wenn eine Spannung von  $\underline{U} = 230 \text{ V}$  an der Spitze des Tastkopfes anliegt.