

## Kennwerte und Übungsaufgaben zur Wechselstromrechnung

Kennwerte sinusförmiger Ströme und Spannungen:

- Spitzenwert  $\hat{U}, \hat{I}$  in V, A
- Effektivwert  $U, I$  in V, A
- Frequenz  $f$  in Hz
- Kreisfrequenz  $\omega$  in 1/s
- Phasenwinkel (el.)  $\varphi = \omega t_\varphi$  in Bogenmaß oder Grad

Kennwerte einiger Grundschaltungen bei sinusförmigen Strömen und Spannungen:

- Tiefpass  $\omega_{g0} = 2\pi f_g = 2\pi/\tau = 2\pi/RC$
- Hochpass  $\omega_{gu} = 2\pi f_g = 2\pi/\tau = 2\pi L/R$
- Reihenschwingkreis  $\omega_0 = 2\pi f_0 = (LC)^{-1/2}$   $\omega_{\pm 45} = 2\pi f_{\pm 45}$   $\Delta\omega_B = 2\pi\Delta f_B = \omega_0/Q_R$   
 $Q_R = 1/R\sqrt{C/L}$  der Reihenschaltung
- Parallelschwingkreis  $\omega_0 = 2\pi f_0 = (LC)^{-1/2}$   $\omega_{\pm 45} = 2\pi f_{\pm 45}$   $\Delta\omega_B = 2\pi\Delta f_B = \omega_0/Q_P$   
 $Q_P = R\sqrt{C/L}$  der Parallelschaltung

Kennwerte für Leistung bei sinusförmigen Strömen und Spannungen:

- Wirkleistung  $P_W$  in W
- Blindleistung  $P_B$  in var (volt-ampere-reaktiv)
- Scheinleistung  $P_S$  in VA
- Leistungsfaktor  $\cos\varphi$

### Aufgabe 2.1.1

Ein Tiefpass soll für  $R = 2 \text{ k}\Omega$ ,  $C = 1 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $f = 100 \text{ Hz}$  und  $U = 5 \text{ V}$  analysiert werden.

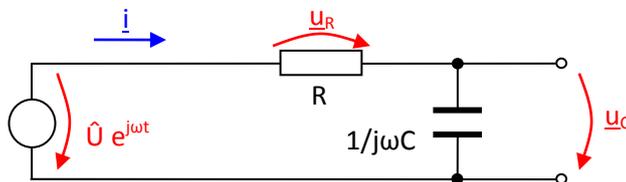


Abb.: Tiefpass ohne Last

Frage 1: Wie arbeitet diese Schaltung physikalisch?

Frage 2: Wie sieht das maßstäbliche Zeigerbild aller Ströme und Spannungen aus?

Frage 3: Wie wären Betrag und Phase von  $u_C$  aus den Dreiecksbeziehungen zu bestimmen?

Frage 4: Wie groß ist die obere Grenzfrequenz  $f_{g0}$ ?

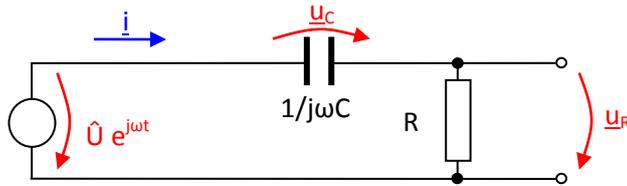
Frage 5: Wie sieht die Ortskurve  $\underline{u}_C(\omega)$  für  $0 \leq f \leq 10 \text{ kHz}$  aus, wie der Frequenz- und Phasengang von  $u_C$ ?

Hinweis: Tabelle für  $f$ ,  $\omega$ ,  $U_C$  und  $\varphi_C$  mit ca. 5 Punkten anlegen (2 vor, 2 nach  $f_{g0}$ ).

Zusatzfrage: Wie sieht die Schaltung eines Tiefpasses mit  $R$  und  $L$  aus?

### Aufgabe 2.1.2

Ein Hochpass soll für  $R = 2 \text{ k}\Omega$ ,  $C = 1 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $f = 100 \text{ Hz}$  und  $U = 5 \text{ V}$  analysiert werden.



**Abb.: Hochpass ohne Last**

Frage 1: Wie arbeitet diese Schaltung physikalisch?

Frage 2: Wie sieht ein qualitatives Zeigerbild aller Ströme und Spannungen aus?

Frage 3: Wie sind Betrag und Phase von  $u_R$  aus den Dreiecksbeziehungen zu bestimmen?

Frage 4: Wie groß ist die untere Grenzfrequenz  $f_{gu}$ ?

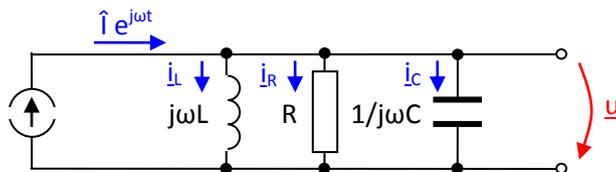
Frage 5: Wie sieht die Ortskurve  $\underline{U}_R(\omega)$  für  $0 \leq f \leq 10$  kHz aus, wie der Frequenz- und Phasengang von  $u_R$ ?

Hinweis: Tabelle für  $f$ ,  $\omega$ ,  $U_R$  und  $\varphi_R$  mit ca. 5 Punkten anlegen (2 vor, 2 nach  $f_{gu}$ ).

Zusatzfrage: Wie sieht die Schaltung eines Hochpasses mit R und L aus?

### Aufgabe 2.1.3

Ein Parallelschwingkreis soll für  $f = 100$  Hz und  $I = 2,5$  mA = const analysiert werden. ( $R = 2$  k $\Omega$ ,  $C = 1$   $\mu$ F und  $L = 40$  mH)



**Abb.: Parallelschwingkreis ohne Last**

Frage 1: Wie sieht das qualitative Zeigerbild aller Ströme und Spannungen aus?

Frage 2: Wie wären Betrag und Phase von  $u$  aus den Dreiecksbeziehungen zu bestimmen?

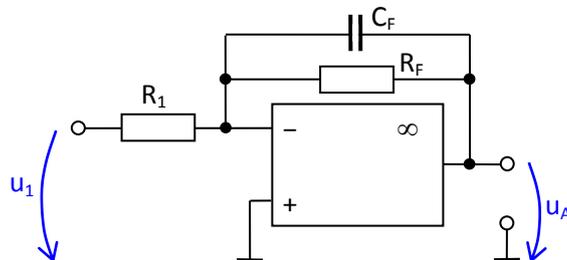
Frage 3: Wie groß sind die Resonanzfrequenz  $f_0$  und die Bandbreite  $\Delta f_B$ ?

Frage 4: Wie sieht die Ortskurve  $\underline{U}(\omega)$  für  $0 \leq f \leq 10$  kHz aus, wie der Frequenz- und Phasengang von  $u$ ?

Hinweis: Tabelle für  $f$ ,  $\omega$ ,  $U$  und  $\varphi_U$  mit ca. 7 Punkten anlegen (2 vor, 2 nach  $f_0$  und  $f_{\pm 45}$ ).

### Aufgabe 2.1.4

Ein Tiefpass wird mit einem Operationsverstärker aufgebaut.



$$\underline{v}_u = -\frac{R_F \| 1/j\omega C}{R_1}$$

$$\underline{u}_A = \underline{v}_u \underline{u}_E \quad \underline{u}_E = \hat{U} e^{j\omega t}$$

$$U_A = |\underline{v}_u| U_E \quad \varphi_A = \varphi_{vu} + \varphi_E$$

**Abb.: Tiefpass mit Operationsverstärker**

Frage 1: Wie kann C bei  $R_1 = 10$  k $\Omega$  und  $R_F = 100$  k $\Omega$  für  $f_{go} = 1$  kHz bestimmt werden?

Frage 2: Wie sehen der Frequenzgang und der Phasengang für  $0 \leq f \leq 10$  kHz aus?

Hinweis: Tabelle für  $f$ ,  $\omega$ ,  $U_A$  und  $\varphi_A$  mit ca. 5 Punkten anlegen (2 vor, 2 nach  $f_{go}$ ).

### Aufgabe 2.1.5

Auf dem Typenschild eines Asynchronmotors sind u.a. folgende Angaben:

Nennspannung : 220/380 V

Nennstrom : 1,6/0,93 A

$\cos\varphi$  : 0,78

Leistung : 0,33 kW

Frage 1: Wie groß sind die Wirkleistung (elektrisch), Blindleistung, Scheinleistung und der Wirkungsgrad?

Frage 2: Als einfaches Ersatzschaltbild ist die Parallelschaltung von R und L möglich. Wie groß sind diese bei Nennbetrieb?

Frage 3: Welche Größe C muss ein paralleler Kompensationskondensator haben, damit keine Blindleistung aus dem Netz entnommen wird?

Hinweis: Die Leistung ist die nutzbare mechanische Leistung, die Rechnung müsste bei 220 bzw. 380 V im Rahmen der Messgenauigkeit gleiche Ergebnisse liefern. Die Frequenz beträgt  $f = 50$  Hz.