Einführung in die Elektrotechnik für Medienwissenschaftler
Elektrotechnische Grundlagen der Technischen Informatik

Übungsblatt 3 (Lösung)

Aufgabe 1

a) 1. $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{1}{1 + j\omega RC}$

2. $|\underline{H}(j\omega)| = \dfrac{1}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}}$

3. $\Phi(j\omega) = -arctan(\omega RC)$

4.

	$\lvert\underline{H}(j\omega)\rvert$	$\Phi(j\omega)$
$\omega = 0$	1	0
$\omega \longrightarrow \infty$	0	$-\frac{\pi}{2}$

$\omega_0 =?$	$\dfrac{1}{RC}$

5. Tiefpaß

b) 1. $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{j\omega RC}{1 + j\omega RC} = \dfrac{1}{1 - j\frac{1}{\omega RC}}$

2. $|\underline{H}(j\omega)| = \dfrac{\omega RC}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}}$

3. $\Phi(j\omega) = arctan(\dfrac{1}{\omega RC}) = \dfrac{\pi}{2} - arctan(\omega RC)$

4.

	$\lvert\underline{H}(j\omega)\rvert$	$\Phi(j\omega)$
$\omega = 0$	0	$\frac{\pi}{2}$
$\omega \longrightarrow \infty$	1	0

$\omega_0 =?$	$\dfrac{1}{RC}$

5. Hochpaß

c) 1. $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{j\omega L}{R + j\omega L} = \dfrac{1}{1 - j\frac{R}{\omega L}}$

2. $|\underline{H}(j\omega)| = \dfrac{\omega L}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$

3. $\Phi(j\omega) = \dfrac{\pi}{2} - arctan(\dfrac{\omega L}{R})$

4.

	$\lvert\underline{H}(j\omega)\rvert$	$\Phi(j\omega)$
$\omega = 0$	0	$\frac{\pi}{2}$
$\omega \longrightarrow \infty$	1	0

$\omega_0 =?$	$\dfrac{R}{L}$

5. Hochpaß

d) 1. $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{R}{j\omega L + R} = \dfrac{1}{1 + j\omega\frac{L}{R}}$

2. $|\underline{H}(j\omega)| = \dfrac{R}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$

3. $\Phi(j\omega) = -arctan(\dfrac{\omega L}{R})$

4.

	$\lvert\underline{H}(j\omega)\rvert$	$\Phi(j\omega)$
$\omega = 0$	1	0
$\omega \longrightarrow \infty$	0	$-\frac{\pi}{2}$

$\omega_0 =?$	$\dfrac{R}{L}$

5. Tiefpaß

e) 1. $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{C_1}{C_1 + C_2} \cdot \dfrac{1}{1 + j\omega R\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}}$

2. $|\underline{H}(j\omega)| = \dfrac{1}{\sqrt{(1 + \frac{C_2}{C_1})^2 + (\omega R C_2)^2}}$

3. $\Phi(j\omega) = -arctan(\omega\dfrac{RC_1C_2}{C_1 + C_2})$

4.

	$\lvert\underline{H}(j\omega)\rvert$	$\Phi(j\omega)$
$\omega = 0$	$\frac{C_1}{C_1 + C_2}$	0
$\omega \longrightarrow \infty$	0	$-\frac{\pi}{2}$

$\omega_0 =?$	$\dfrac{C_1 + C_2}{RC_1C_2}$

5. Tiefpaß

f) 1. $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{1 + j\omega C R_2}{1 + j\omega C(R_1 + R_2)}$

2. $|\underline{H}(j\omega)| = \dfrac{\sqrt{1 + (\omega C R_2)^2}}{\sqrt{1 + (\omega C(R_1 + R_2))^2}}$

3. $\Phi(j\omega) = arctan(\omega C R_2) - arctan(\omega C(R_1 + R_2)) = \Phi_1(j\omega) - \Phi_2(j\omega)$, wobei $\Phi_1(j\omega) = arctan(\omega C R_2)$ und $\Phi_2(j\omega) = arctan(\omega C(R_1 + R_2))$.

4.

	$\lvert\underline{H}(j\omega)\rvert$	$\Phi_1(j\omega)$	$\Phi_2(j\omega)$
$\omega = 0$	1	0	0
$\omega \longrightarrow \infty$	$\frac{R_2}{R_1+R_2}$	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{2}$

$\omega_{01} = ?$	$\frac{1}{CR_2}$
$\omega_{02} = ?$	$\frac{1}{C(R_1+R_2)}$

5. Tiefpaß

g) 1. $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{j\omega\frac{L}{R_1}}{1 + j\omega L\frac{R_1+R_2}{R_1R_2}} = \dfrac{j\omega T_1}{1+j\omega T}$ wobei: $T = L\dfrac{R_1+R_2}{R_1R_2}$ und $T_1 = \dfrac{L}{R_1}$

2. $\lvert\underline{H}(j\omega)\rvert = \dfrac{\omega T_1}{\sqrt{1+(\omega T)^2}}$

3. $\Phi(j\omega) = \dfrac{\pi}{2} - arctan(\omega T)$

4.

	$\lvert\underline{H}(j\omega)\rvert$	$\Phi(j\omega)$
$\omega = 0$	0	$\frac{\pi}{2}$
$\omega \longrightarrow \infty$	$\frac{T_1}{T}$	0

$\omega_0 = ?$	$\frac{1}{T}$

5. Hochpaß

Aufgabe 2

a) Innenwiederstand $\underline{Z}_i$?
$\underline{Z}_i = j(\omega L - \dfrac{1}{\omega(C_1+C_2)})$

b) Leerlaufspannung $\underline{U}_L$?
$\underline{U}_L = \underline{U}_0 \cdot \dfrac{C_1}{C_1+C_2} = 2\mathrm{V}e^{j0}$

c) Frequenz ω_0?
$\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{L(C_1+C_2)}} = 10\mathrm{MHz}$

d) Spannung $\underline{U}$ zahlenmäßig?
$\underline{U} = \underline{U}_L = 2\mathrm{V}e^{j0}$

e) Zeigerdiagramm?
$\underline{U}_3 = \dfrac{\underline{U}}{R} = j4\mathrm{V}$
$\underline{U}_2 = \underline{U}_3 + \underline{U} = (2+4j)\mathrm{V}$
$\underline{U}_1 = \underline{U}_0 - \underline{U}_2 = (8-4j)\mathrm{V}$

Aufgabe 3

a) Innenwiederstand $\underline{Z}_i$?
$\underline{Z}_i = \frac{\omega^2 L^2 R}{\omega^2 L^2 + R^2} + j\frac{\omega L R^2}{\omega^2 L^2 + R^2} = (\frac{10}{4}\sqrt{3} + j\frac{30}{4})\Omega = \sqrt{75}\Omega \cdot e^{j60^\circ}$

b) Leerlaufspannung $\underline{U}_L$?
$\underline{U}_L = \underline{U}_0 \cdot \frac{R}{R + j\omega L}$
$\underline{U}_L$ nach Betrag und Phase: $\underline{U}_L = \frac{R|\underline{U}_0|}{\sqrt{R^2 + w^2 L^2}} \cdot e^{j(-arctan(\frac{\omega L}{R}))} = 15\text{V} \cdot e^{j(-30^\circ)}$

c) $\underline{Z}_{Last}$?
Bei Leistungsanpassung: $\underline{Z}_{Last} = \underline{Z}_i^* = \sqrt{75}\Omega \cdot e^{j-60^\circ}$

d) $\underline{Z}_{Last} = (\frac{10}{4}\sqrt{3} - j\frac{30}{4})\Omega$ können wir mit einem ohmschen Widerstand R und einer Kapazität C realisieren.

e) $R \doteq Re\{\underline{Z}_{Last}\} = \frac{10}{4}\sqrt{3}\Omega$ und
$C \doteq Im\{\underline{Z}_{Last}\} = \frac{1}{\omega C} = \frac{30}{4}\Omega \Longrightarrow C = 13.\overline{3}\mu\text{F}$