

Mittkran: Kapitel 1-3 (Aufgabe 21)

Aufgabe 12 Fortsetzung

1). a) ...

b) Phasengang

$$\varphi = \arg(\underline{H}(j\omega)) = \arctan\left(\frac{\operatorname{Im}\{\cdot\}}{\operatorname{Re}\{\cdot\}}\right)$$

(da re. Halbebene)

$\underline{H}(j\omega)$ in Real- u. Imaginärteil aufteilen:

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{1}{1+j\omega RC} \cdot \frac{(1-j\omega RC)}{(1-j\omega RC)} \quad \text{konj. komplex ergänzen}$$

z. ...

$$\begin{aligned} \underline{\text{oder:}} \quad \varphi &= \varphi_{\text{Zähler}} - \varphi_{\text{Nenner}} = 0 - \arctan\left(\frac{\omega RC}{1}\right) \\ &= -\arctan(\omega RC) \end{aligned}$$

$$\frac{\varphi}{^\circ} = \begin{cases} 0 & \text{für } RC=0 \\ -90 & \text{für } \omega RC \rightarrow \infty \\ -45 & \text{für } \omega RC = 1 \end{cases}$$

2. $f = 1 \text{ kHz}$
 $R = 1 \text{ k}\Omega$

+20 dB Dämpfung $\hat{=}$ -20 dB Verstärkung

a) Näherung ($\omega RC \gg 1$)
 (aus Amplitudengang)

$$\Rightarrow -20 \text{ dB} \hat{=} -20 \text{ dB} \cdot \lg(\omega RC)$$

$$1 = \lg(\omega RC)$$

$$10 = \omega RC$$

$$\Rightarrow C = \frac{10}{\omega R} = \frac{10}{2\pi \cdot 1 \text{ kHz} \cdot 1 \text{ k}\Omega} = \underline{\underline{1,59 \mu\text{F}}}$$

b) exakt

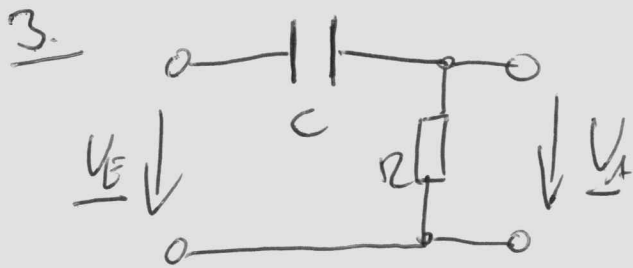
$$\Rightarrow -20 \text{ dB} \hat{=} -20 \text{ dB} \cdot \lg(\sqrt{1 + (\omega RC)^2})$$

$$10 = \sqrt{1 + (\omega RC)^2}$$

$$100 = 1 + (\omega RC)^2$$

$$\sqrt{99} = \omega RC$$

$$\Rightarrow C = \frac{\sqrt{99}}{\omega R} = \underline{\underline{1,58 \mu\text{F}}}$$



$$\underline{H}(j\omega) = \frac{\underline{U}_A}{\underline{U}_E} = \frac{R}{\frac{1}{j\omega C} + R} = \frac{j\omega RC}{1 + j\omega RC}$$

a) Betragsgang

$$|\underline{H}(j\omega)| = \left| \frac{j\omega RC}{1 + j\omega RC} \right| = \frac{\omega RC}{1 + (\omega RC)^2}$$

$$\frac{a(\omega)}{\text{dB}} = 20 \cdot \lg |\underline{H}(j\omega)| = 20 \cdot \lg \left(\frac{\omega RC}{1 + (\omega RC)^2} \right)$$

$$\frac{a(\omega)}{\text{dB}} = \begin{cases} 20 \lg(\omega RC) & ; \omega RC \ll 1 \\ 0 = 20 \cdot \lg(1) & ; \omega RC \gg 1 \\ -3 & ; \omega RC = 1 \end{cases}$$

mit $\lg(1/2) = -0,5$

b) Phasengang

$$\varphi = \arg(H(j\omega)) = \arctan\left(\frac{\text{Im.}}{\text{Re.}}\right)$$

= ... konj. komplex
erweitern

oder:

$$\varphi = \varphi_{\text{Zähler}} - \varphi_{\text{Nenner}}$$
$$= 90^\circ - \arctan\left(\frac{\omega RC}{1}\right)$$

~~oder~~

i), Näherung (Annahme $\omega RC \ll 1$)

$$\Rightarrow -20 \text{ dB} = 20 \text{ dB} \cdot \lg(\omega RC)$$

$$10^{-1} = \omega RC$$

$$\omega = \frac{0,1}{RC}$$

$$\Rightarrow f = \frac{0,1}{2\pi \cdot 1,58 \mu\text{F} \cdot 1 \text{ k}\Omega} = 10,1 \text{ Hz}$$

$$\text{ii)} -20 \text{ dB} = 20 \text{ dB} \cdot \lg\left(\frac{\omega RC}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}}\right)$$

$$10^{-1} = \frac{\omega RC}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}}$$

$$10^{-2} \cdot (1 + (\omega RC)^2) = (\omega RC)^2$$

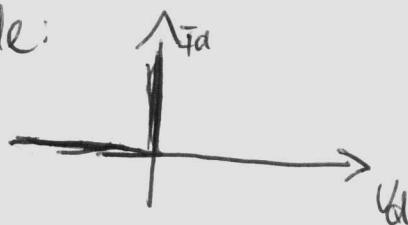
$$\sqrt{\frac{10^{-2}}{1-10^{-2}}} = \omega RC$$

$$\Rightarrow f = \frac{1}{2\pi RC} \sqrt{\frac{10^{-2}}{1-10^{-2}}} = 10,1 \text{ Hz}$$

(10,12)

A7:

1) Ideale Diode:



$t < 0$: stat. Zustand für $t = 0_-$ erreicht

$$\Rightarrow u_L(t) = L \cdot \frac{di}{dt} = 0$$

$\Rightarrow V_0$ fällt vollst. über R , ab

$$\Rightarrow i_L(0) = \frac{1}{L} \int_{-\infty}^0 u dt = \frac{V_0}{R} = I_0 = \frac{200V}{200\Omega} = 1A$$

1A
Anfangsstrom

$u_s(t) = 0$ (Schalter geschlossen)

($u_D = -V_0 \Rightarrow$ Diode sperrt)

$t=0$: I kann an L nicht springen

L treibt I_0 weiter

$$\Rightarrow v_L < 0$$

$\Rightarrow$ Diode leitet und übernimmt Strom

$$i_L(t=0) = I_0 = 1A$$

$$v_D = 0$$

$$\Rightarrow v_S(0) = v_D = \underline{\underline{220V}}$$

$t > 0$: L entmagnetisiert sich vollständig
über D und R mit τ

$$\tau = \frac{L}{R_L} = \frac{110 \text{ mH}}{220 \Omega} = \underline{\underline{0,5 \text{ ms}}}$$

Endwert: $i_L(t \rightarrow \infty) = 0$

AEM: ...

$$i_L(t) = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = 1A \cdot e^{-\frac{t}{0,5 \text{ ms}}}$$

Da D für $t > 0$ stets leitet
(asymptotische Entmagnetisierung)

$$\Rightarrow v_D = 0$$

$$\Rightarrow v_S(t) = v_D = \underline{\underline{220V}}$$

2) Öffnung des Schalters

→ schlagartige Unterbrechung des Stroms

→ ∞ hohe Spannung über Schalter

→ Lichtbogen (weiterhin leitend)

3) „Strom fließt kontinuierlich“

⇒ hier: $i(t) > 0$ für alle $t > 0$

* $C \rightarrow \infty$, d.h. $u_C = \text{const.}$

⇒ DC-Spannungsquelle U_A

$0 \leq t \leq aT$: S geschlossen

$$\Rightarrow u_L(t) = V_E - U_A$$

$$\Rightarrow i_L(t) = \frac{1}{L} \int_0^{aT} \underbrace{(V_E - U_A)}_{u_L} dt + i_L(t=0)$$

⇒ linearer Anstieg Δi_{auf}

$$\Delta i_{\text{auf}} = \frac{V_E - U_A}{L} (aT - 0)$$

$$(\text{auch aus } \frac{di}{dt} = L \cdot u_L \rightarrow \frac{\Delta i}{\Delta t} = L \cdot u_L)$$

$aT \leq t \leq T$: S geöffnet

$$u_L(t) = -V_A$$

$$\Rightarrow i_L(t) = \frac{1}{L} \int_{aT}^T (-V_A) dt + i_L(t - aT)$$

$\Rightarrow$ linearer Abfall Δi_{ab}

$$\Delta i_{ab} = \frac{-V_A}{L} (T - aT)$$

"Stat. Betrieb" hier auf Gleichanteile der betrachteten Größen bezogen!

V_E und V_A sind gleichgroß. (V_A wegen $(- \rightarrow \infty)$)

i_E und i_A : Kurzzeitmittelwerte über eine Periode T

$\rightarrow \bar{I}_E$ und $\bar{I}_A$

Stat. Betrieb $\rightarrow \bar{I}_A = \text{const.}$

sonst noch Änderungen $\rightarrow$ transient ..

$$\bar{I}_A = \text{const.} \rightarrow \bar{u}_L = \frac{1}{T} \int_0^T u_L(t) dt \stackrel{!}{=} 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{T} \cdot \int_0^{aT} (u_E - V_A) dt + \frac{1}{T} \int_{aT}^T (-V_A) dt = 0$$

(9)

$$\Leftrightarrow \frac{1}{T} aT (V_E - V_A) - \frac{1}{T} V_A (T - aT) = 0$$

$$a \cdot V_E - \cancel{a \cdot V_A} - V_A + \cancel{a V_A} = 0$$

$$a \cdot V_E - V_A = 0$$

$$\boxed{a = \frac{V_A}{V_E}} \quad 0 \leq a \leq 1$$

Alternativer Ansatz statt Mittelwerte

$$\Delta i_{auf} \stackrel{!}{=} - \Delta i_{ab}$$

$$|\Delta i_{auf}| \stackrel{!}{=} |\Delta i_{ab}|$$

$$\frac{V_E - V_A}{L} aT - \frac{V_A}{L} (T - aT) = 0$$

$$\Leftrightarrow aV_E - aV_A - V_A + aV_A = 0 \Rightarrow \dots$$

$$\frac{\bar{I}_A}{\bar{I}_E} = ?$$

zwischen V_E und V_A liegen keine menschlichen Verbraucher!

$$\Rightarrow P_A = P_E$$

$$V_A \cdot \bar{I}_A = V_E \cdot \bar{I}_E$$

$$\Rightarrow \frac{\bar{I}_A}{\bar{I}_E} = \frac{V_E}{V_A} = \frac{1}{a}$$