

Musterlösung zum Test 3 (GET-B)

Aufgabe 1: Elementare Begriffe der Elektrotechnik

Welche Aussagen sind richtig:

- | | ja | nein |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1.1 In einer Parallelschaltung ist der Effektivwert des Gesamtstroms stets kleiner oder gleich der Summe der Effektivwerte der Teilströme.
(2 Punkte) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1.2 Ist der Phasenwinkel zweier Impedanzen größer Null, so ist auch der Phasenwinkel der Parallelschaltung beider Impedanzen größer Null.
(2 Punkte) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1.3 Der Scheinleitwert eines Kondensators steigt mit sinkender Frequenz.
(2 Punkte) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 1.4 Angenommen sei ein Hochsetzsteller mit Kondensator zur Glättung der Ausgangsspannung. Während der Transistor eingeschaltet ist, steigt die Kondensatorspannung an.
(2 Punkte) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 1.5 Beim Hochsetzsteller muss der Transistor völlig ausgeschaltet bleiben, um ein Spannungsverhältnis von 1 zu erreichen.
(2 Punkte) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Aufgabe 2: Tiefsetzsteller

2.1 Zwei Möglichkeiten, die Stromschwankung Δi_L zu verkleinern:

- Höhere Schaltfrequenz f_s
- Größere Induktivität der Glättungsdrossel L

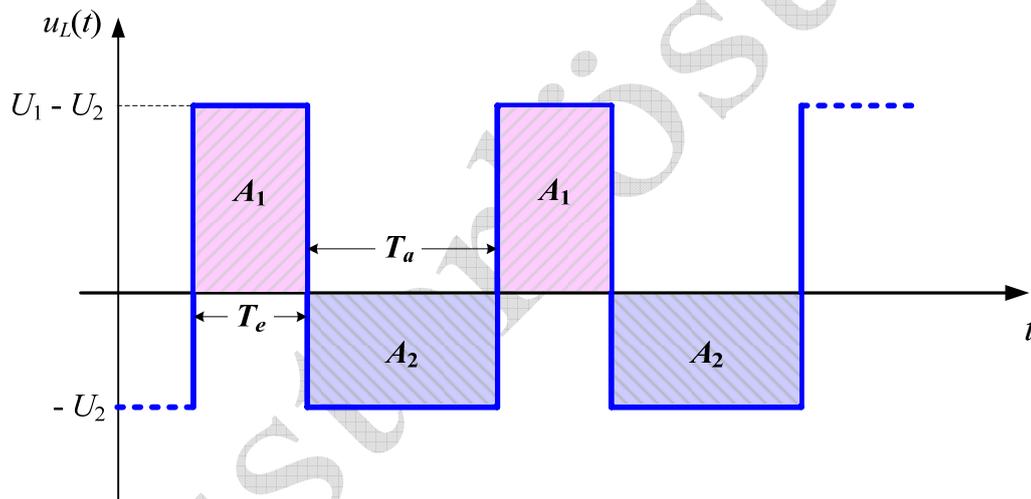
2.2 Die Schwankungsbreite des Stroms i_L bestimmt sich zu

$$\Delta i_L = i_{L\max} - i_{L\min} = \frac{D(1-D) T_s U_1}{L},$$

$$\text{Bei max. } \Delta i_L: \frac{d\Delta i_L}{dD} = 0 \Rightarrow (1-2D) \cdot \frac{T_s U_1}{L} = 0 \Rightarrow D = \frac{U_2}{U_1} = 0,5$$

2.3

a)



Beim Einschaltzustand des Transistors: $u_L(t) = U_1 - U_2$

Beim Ausschaltzustand des Transistors: $u_L(t) = -U_2$

b) Mittelwert von u_L :

$$A_1 = (U_1 - U_2) \cdot T_e = (U_1 - D \cdot U_1) \cdot D \cdot T_s = (1-D) \cdot D \cdot U_1 \cdot T_s$$

$$A_2 = U_2 \cdot T_a = D \cdot U_1 \cdot (1-D) \cdot T_s = (1-D) \cdot D \cdot U_1 \cdot T_s$$

$$A_1 = A_2 \Rightarrow \bar{u}_L = 0.$$

2.4
$$D = \frac{U_2}{U_1} = \frac{4 \text{ V}}{10 \text{ V}} = 0,4$$

Die Schwankungsbreite des Stroms i_L :

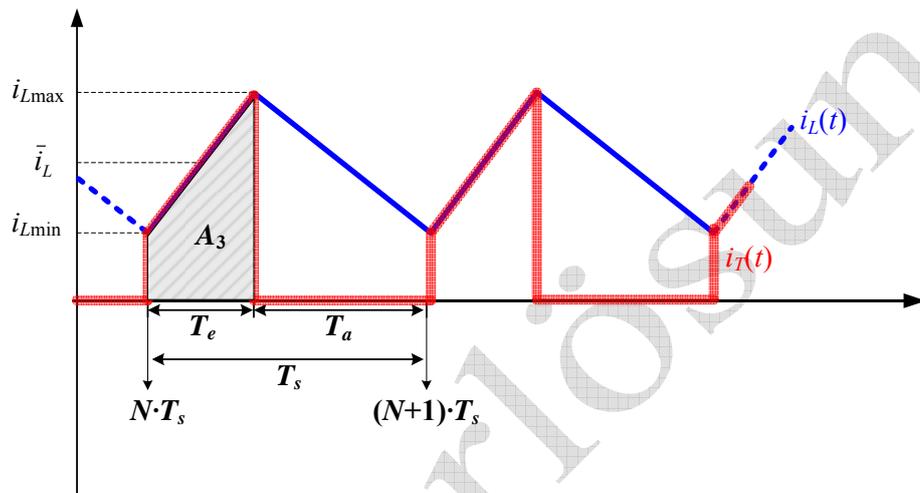
$$\Delta i_L = i_{L\max} - i_{L\min} = \frac{D(1-D)T_s U_1}{L} = \frac{0,4 \cdot (1-0,4) \cdot 10 \text{ V}}{15 \mu\text{H} \cdot 80 \text{ kHz}} = 2 \text{ A}$$

$$\text{Maximaler Wert des Drosselstroms: } i_{L\max} = \bar{i}_L + \frac{\Delta i_L}{2} = 3 \text{ A}$$

$$\text{Minimaler Wert des Drosselstroms: } i_{L\min} = \bar{i}_L - \frac{\Delta i_L}{2} = 1 \text{ A}$$

Arithmetische Mittelwert des Transistorstroms:

$$\bar{i}_T = \frac{1}{T_s} \int_{N \cdot T_s}^{N \cdot T_s + T_s} i_T(t) dt = \frac{1}{T_s} \cdot A_3 = \frac{1}{T_s} \cdot \frac{(i_{L\min} + i_{L\max}) \cdot T_e}{2} = \frac{(i_{L\min} + i_{L\max}) \cdot D}{2} = 0,8 \text{ A}$$



2.5 Effektivwert des Transistorstroms I_T bei Lückengrenzebetrieb:

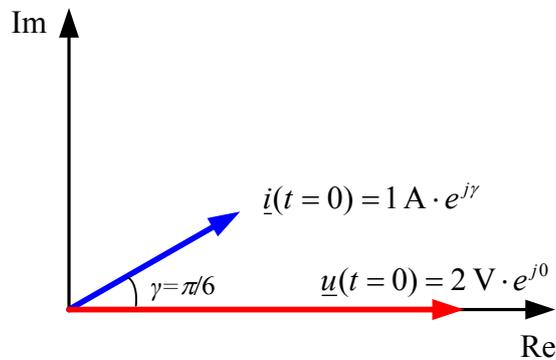
$$I_T = \sqrt{\frac{1}{T_s} \int_{N \cdot T_s}^{N \cdot T_s + T_s} i_T^2(t) dt} = \sqrt{\frac{1}{T_s} \int_{N \cdot T_s}^{N \cdot T_s + T_e} \left[i_{L\min} + \frac{\Delta i_L}{T_e} \cdot (t - N \cdot T_s) \right]^2 dt}$$

Nehmen wir $\tau = t - N \cdot T_s$ an, dann gilt: $t = \tau + N \cdot T_s$ und $dt = d\tau$.

$$\begin{aligned} I_T &= \sqrt{\frac{1}{T_s} \int_0^{T_e} \left[i_{L\min} + \frac{\Delta i_L}{T_e} \cdot \tau \right]^2 d\tau} \\ &= \sqrt{\frac{1}{T_s} \int_0^{T_e} \left[i_{L\min}^2 + 2 \cdot i_{L\min} \cdot \frac{\Delta i_L}{T_e} \cdot \tau + \left(\frac{\Delta i_L}{T_e} \right)^2 \cdot \tau^2 \right] d\tau} \\ &= \sqrt{\frac{1}{T_s} \left[i_{L\min}^2 \cdot \tau + i_{L\min} \cdot \frac{\Delta i_L}{T_e} \cdot \tau^2 + \frac{1}{3} \left(\frac{\Delta i_L}{T_e} \right)^2 \cdot \tau^3 \right]_{\tau=0}^{T_e}} \\ &= \sqrt{D \left[i_{L\min}^2 + i_{L\min} \cdot \Delta i_L + \frac{1}{3} \Delta i_L^2 \right]} \\ &= \sqrt{\frac{26}{15}} \text{ A} = 1,32 \text{ A} \end{aligned}$$

Aufgabe 3: Sinusförmige Größen

3.1



3.2 a)

$$\underline{U} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} e^{j0}, \quad \underline{I} = \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}} e^{j\gamma}$$

$$\underline{Z} = \frac{\underline{U}}{\underline{I}} = \frac{\hat{u}}{\hat{i}} \cdot e^{-j\gamma} = \frac{2 \text{ V}}{1 \text{ A}} \cdot e^{-j\pi/6} = e^{-j\pi/6} \Omega = (1,732 - j) \Omega$$

b)

Realteil: Ohmscher Anteil \rightarrow Wirkleistung

Imaginärteil: Kapazitiver Anteil (Phasenwinkel kleiner als Null) \rightarrow Blindleistung

3.3

$$\frac{1}{\underline{Z}} = \frac{1}{(1,732 - j) \Omega} = (0,433 + j \cdot 0,25) \frac{1}{\Omega}$$

$$\frac{1}{R} = \operatorname{Re}\left(\frac{1}{\underline{Z}}\right) = 0,433 \frac{1}{\Omega} \Rightarrow R = 2,309 \Omega$$

$$\omega C = \operatorname{Im}\left(\frac{1}{\underline{Z}}\right) = 0,25 \frac{1}{\Omega} \Rightarrow C = 795,8 \mu\text{F}$$