Musterlösung zum Test 3 (GET-B)

Aufgabe 1: Elementare Begriffe der Elektrotechnik

Welche Aussagen sind richtig:

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

Aufgabe 2: Tiefsetzsteller

2.1 Zwei Möglichkeiten, die Stromschwankung Δi_L zu verkleinern:

a) Höhere Schaltfrequenz f_s

b) Größere Induktivität der Glättungsdrossel L

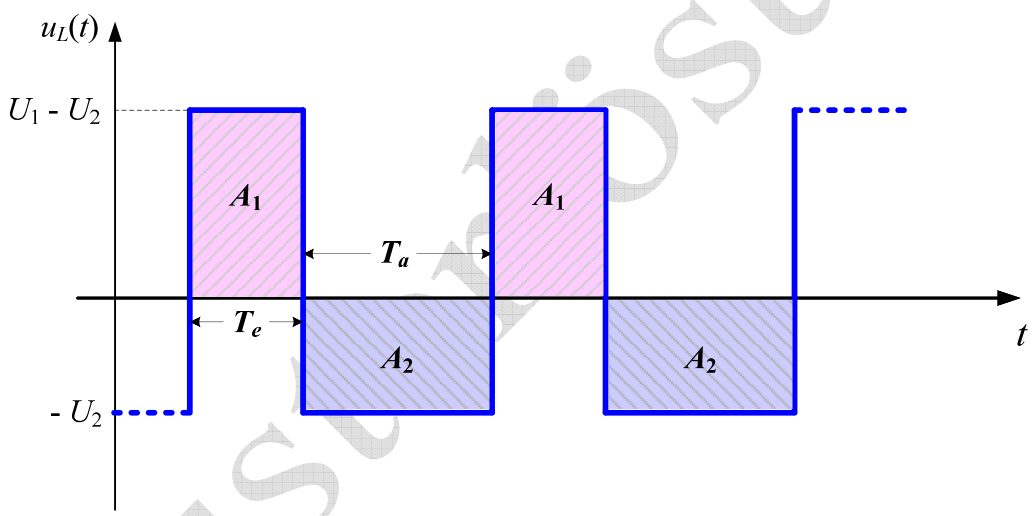
2.2 Die Schwankungsbreite des Stroms i_L bestimmt sich zu

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

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

2.3

a)



Beim Einschalzustand des Transistors: $\quad u_L(t) = U_1 - U_2$

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

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

Die Schwankungsbreite des Stroms i_L :

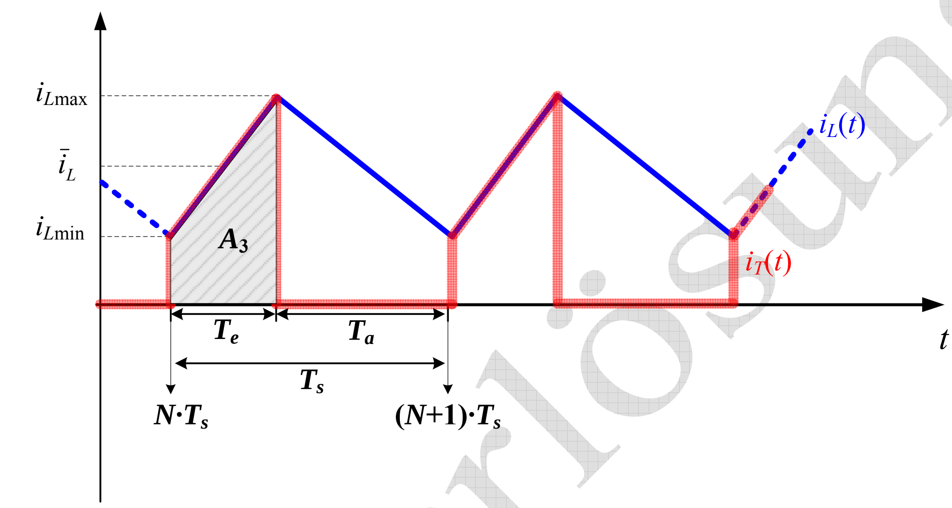
$$\Delta i_L = i_{L\max} - i_{L\min} = \frac{D(1-D)\,T_s\,U_1}{L} = \frac{0{,}4\cdot(1-0{,}4)\cdot 10\ \text{V}}{15\ \mu\text{H}\cdot 160\ \text{kHz}} = 1\ \text{A}$$

Maximaler Wert des Drosselstroms: $i_{L\max} = \bar{i}_L + \dfrac{\Delta i_L}{2} = 2{,}5\ \text{A}$

Minimaler Wert des Drosselstroms: $i_{L\min} = \bar{i}_L - \dfrac{\Delta i_L}{2} = 1{,}5\ \text{A}$

Arithmetische Mittelwert des Transistorstroms:

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



2.5 Effektivwert des Transistorstroms I_T bei Lückengrenzebetrieb:

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

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

$$I_T = \sqrt{\frac{1}{T_s}\int_0^{Te}\left[i_{L\min} + \frac{\Delta i_L}{T_e}\cdot\tau\right]^2 d\tau}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{T_s}\int_0^{Te}\left[i_{L\min}^{\;2} + 2\cdot i_{L\min}\cdot\frac{\Delta i_L}{T_e}\cdot\tau + +\left(\frac{\Delta i_L}{T_e}\right)^2\cdot\tau^2\right]d\tau}$$

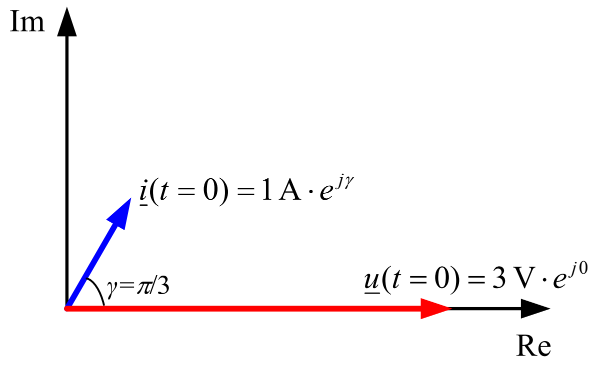
$$= \sqrt{\frac{1}{T_s}\left[i_{L\min}^{\;2}\cdot\tau + i_{L\min}\cdot\frac{\Delta i_L}{T_e}\cdot\tau^2 + \frac{1}{3}\left(\frac{\Delta i_L}{T_e}\right)^2\cdot\tau^3\right]_{\tau=0}^{Te}}$$

$$= \sqrt{D\left[i_{L\min}^{\;2} + i_{L\min}\cdot\Delta i_L + \frac{1}{3}\Delta i_L^{\;2}\right]}$$

$$= \sqrt{\frac{49}{30}}\ \text{A} = 1{,}278\ \text{A}$$

Aufgabe 3: Sinusförmige Größen

3.1



3.2 a)

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

$$\underline{Z}=\frac{\underline{U}}{\underline{I}}=\frac{\hat{u}}{\hat{i}}\cdot e^{-j\gamma}=\frac{3\,\mathrm{V}}{1\,\mathrm{A}}\cdot e^{-j\cdot\pi/3}=3e^{-j\cdot\pi/3}\,\Omega=(1{,}5-j2{,}598)\,\Omega$$

b)

Realteil: Ohmscher Anteil → Wirkleistung

Imaginärteil: Kapazitiver Anteil (Phasenwinkel kleiner als Null) → Blindleistung

3.3

$$\frac{1}{\underline{Z}}=\frac{1}{(1{,}5-j2{,}598)\,\Omega}=(0{,}167+j\cdot 0{,}289)\frac{1}{\Omega}$$

$$\frac{1}{R}=\mathrm{Re}(\frac{1}{\underline{Z}})=0{,}167\frac{1}{\Omega} \quad\Rightarrow\quad R=6\,\Omega$$

$$\omega C=\mathrm{Im}(\frac{1}{\underline{Z}})=0{,}289\frac{1}{\Omega} \quad\Rightarrow\quad \mathrm{C}=912\,\mu\mathrm{F}$$