



Grundlagen elektrische Energietechnik (SoSe2022)

4. Übung Leistungselektronik

Umrichter

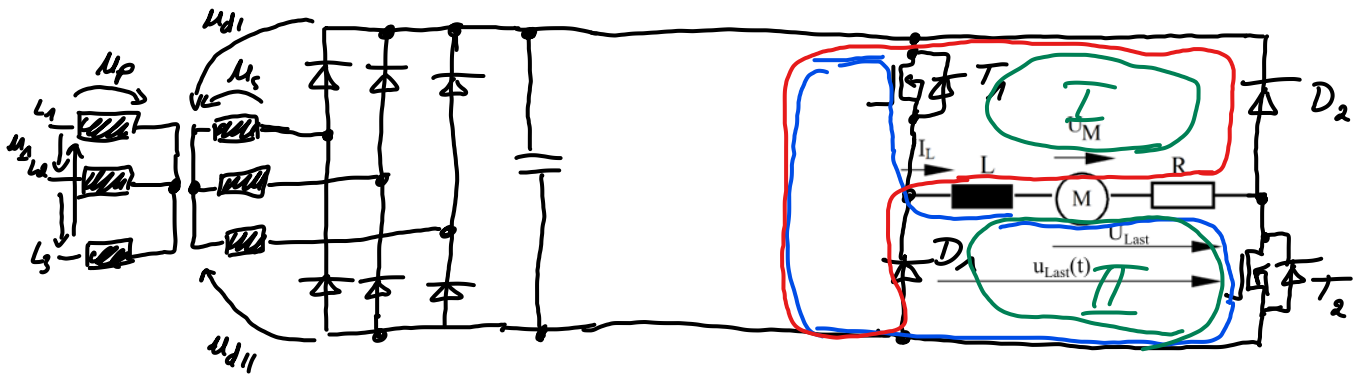
Ein Gleichstrommotor soll über einen Umrichter aus einem dreiphasigen Netz gespeist werden. Der Umrichter besteht aus einem Transformator, einem Gleichrichter, einem Zwischenkreiskondensator und einem Zweiquadrantensteller mit Spannungsumkehr.

Dieser hat folgende Betriebszustände: Treiben, Freilauf und Rückspeisen.

Für alle Aufgaben gelten folgende Werte:

$$U_{\Delta} = 400 \text{ V}, 50 \text{ Hz} \quad L \rightarrow \infty \quad N_S/N_P = 1/0,95$$

	Leitend	Sperrend
Treiben	T_1, T_2	D_1, D_2
Freilauf	$T_2, D_1 / T_1, D_2$	$D_2, T_1 / T_2, D_1$
Rückspeis.	D_2, D_1	T_1, T_2



Skizze: Zweiquadrantensteller mit Netzspeisung

Aufgabe 1:

- Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild einer ungesteuerten B6-Brückenschaltung in die Skizze. Die Primärseite des Transformators soll in Y-Schaltung mit dem dreiphasigen Netz (L_1, L_2, L_3) verbunden werden. Sekundärseitig liegt ebenfalls eine Y-Schaltung vor.
- Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild eines zwei Quadrantenstellers, der an die Last aus Motorinduktivität (L), Gegenspannung (U_M) und Wicklungswiderstand (R) angeschlossen ist.

Aufgabe 2:

Annahme: Die Zwischenkreisspannung U_d sei lastunabhängig und kann als Mittelwert der Spannung $u_d(t)$ angenommen werden.

Berechnen Sie U_d .

$$\begin{aligned}
 u_s &= \bar{u} \cdot u_p & u_p &= \frac{u_\Delta}{\sqrt{3}} \\
 u_s &= \frac{u_\Delta}{\sqrt{3}} \cdot \bar{u} = \frac{400V}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{0,95} = 243,1V \\
 \hat{u}_s &= u_s \cdot \sqrt{2} = 243,1V \cdot \sqrt{2} = 343,8V \\
 |u_d| &= |u_{d1}| + |u_{d11}| = 2 \cdot |u_{d1}| \quad \text{mit } |u_{d1}| = |u_{d11}| \\
 u_d &= 2 \cdot \frac{3}{2\pi} \cdot \int_{\pi/6}^{5\pi/6} \hat{u}_s \cdot \sin(\omega t) d\omega t \\
 &= \frac{3 \cdot \hat{u}_s}{\pi} \cdot \left[-\cos(\omega t) \right] \Big|_{\pi/6}^{5\pi/6} \\
 &= \frac{3 \cdot \hat{u}_s}{\pi} \cdot \left[-\cos\left(\frac{5\pi}{6}\right) + \cos\left(\frac{\pi}{6}\right) \right] \\
 &= \frac{3 \cdot \hat{u}_s}{\pi} \cdot \left[-\left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) + \frac{\sqrt{3}}{2} \right] \\
 &= \frac{3 \cdot \hat{u}_s}{\pi} \cdot 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{3 \cdot \sqrt{3}}{\pi} \cdot 343,8V = \underline{\underline{568,6V}}
 \end{aligned}$$

Aufgabe 3:

Annahme: Betriebszustände des 2Q-Stellers: Treiben $T_e = 30 \mu s$, Freilaufen $T_a = 10 \mu s$

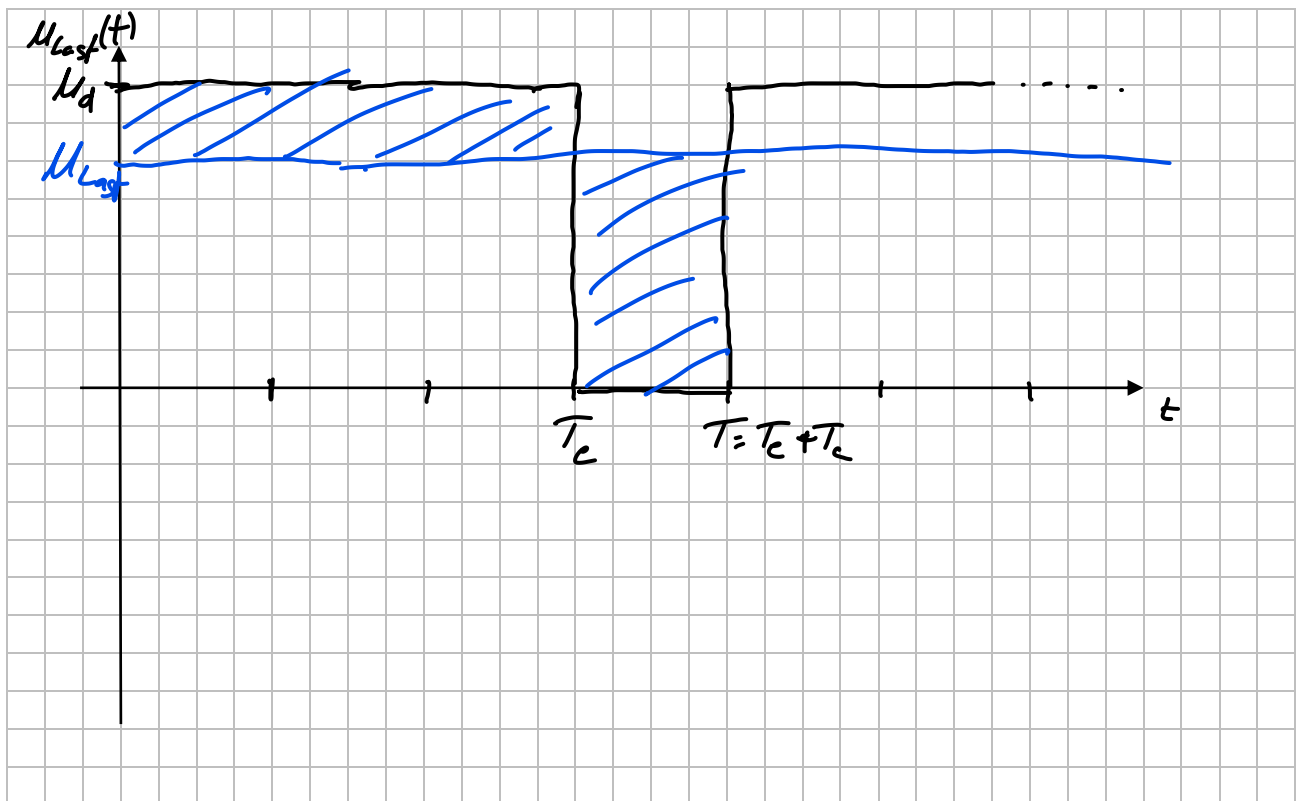
a) Berechnen Sie die Taktfrequenz f_T .

$$T = T_e + T_a = 30 \mu + 10 \mu = 40 \mu$$
$$f_T = \frac{1}{T} = \frac{1}{40 \mu s} = 25 kHz$$

b) Berechnen Sie U_{Last} .

$$U_{Last} = U_d \cdot \frac{T_e}{T} = 568,6 V \cdot \frac{30 \mu s}{40 \mu s} = \underline{\underline{426,5 V}}$$

c) Skizzieren Sie den Verlauf von $u_{\text{Last}}(t)$. Kennzeichnen Sie T_e , T_a und U_{Last} .



Aufgabe 4:

Annahme: Betriebszustände des 2Q-Stellers: Treiben T_e , Rückspeisen T_r , $f_T = \text{const.}$

a) Berechnen Sie T_e und T_r unter der Bedingung, dass U_{Last} den Wert aus 4b) beibehält.

$$U_{\text{Last}} \cdot T = U_d \cdot T_e - U_d \cdot T_r \quad T_r = T - T_e$$

$$U_{\text{Last}} \cdot T = U_d \cdot T_e - U_d \cdot (T - T_e)$$

$$U_{\text{Last}} \cdot T = 2 \cdot U_d \cdot T_e - U_d \cdot T$$

$$\frac{U_{\text{Last}}}{U_d} \cdot T = 2 \cdot T_e - T$$

$$\left(\frac{U_{\text{Last}}}{U_d} + 1 \right) \cdot T = 2 \cdot T_e$$

$$\Rightarrow T_e = \left(\frac{U_{\text{Last}}}{U_d} + 1 \right) \cdot \frac{T}{2} = \left(\frac{486,5\text{V}}{568,6\text{V}} + 1 \right) \cdot \frac{40\mu\text{s}}{2}$$

$$T_e = 35\mu\text{s}$$

$$T_r = T - T_e = 40\mu\text{s} - 35\mu\text{s} = 5\mu\text{s}$$

b) Skizzieren Sie den Verlauf von $u_{\text{Last}}(t)$. Kennzeichnen Sie T_e , T_r und U_{Last} .

