



Grundlagen der Elektrischen Energietechnik (SoSe2024)

2. Übung Leistungselektronik

Gesteuerte Gleichrichter

1: Gesteuerte M2-Schaltung (M2C)

Die M2-Gleichrichterschaltung kann neben der ungesteuerten Ausführung auch als gesteuerter Gleichrichter aufgebaut werden.

Aufgabe 1:

- a) **Modifizieren Sie das Schaltbild in Abb.1, so dass mittels Thyristoren der gesteuerte Betrieb des Gleichrichters ermöglicht wird.**

Durch die Thyristoren ist es möglich, den Kommutierungszeitpunkt zu beeinflussen und damit die Ausgangsspannung des Gleichrichters zu verändern.

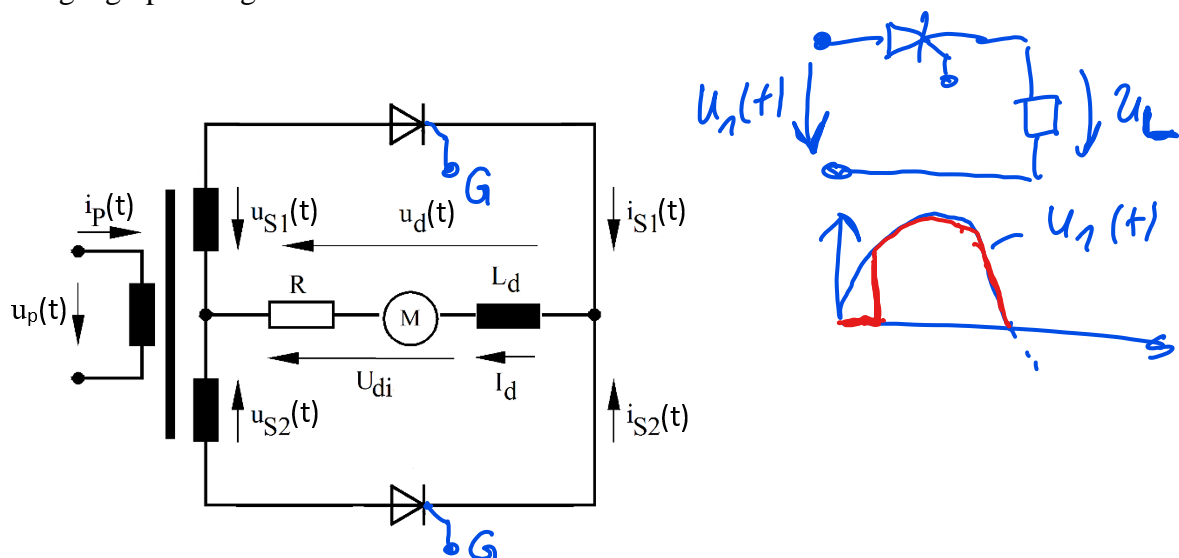


Abb. 1: Anwendungsschaltung mit Transformator zum Betrieb eines Gleichstrommotors

Nehmen Sie für die folgenden Aufgabenteile folgende Werte an:

$$U_p = 230 \text{ V}, 50 \text{ Hz}$$

$$U_M = 80 \text{ V}$$

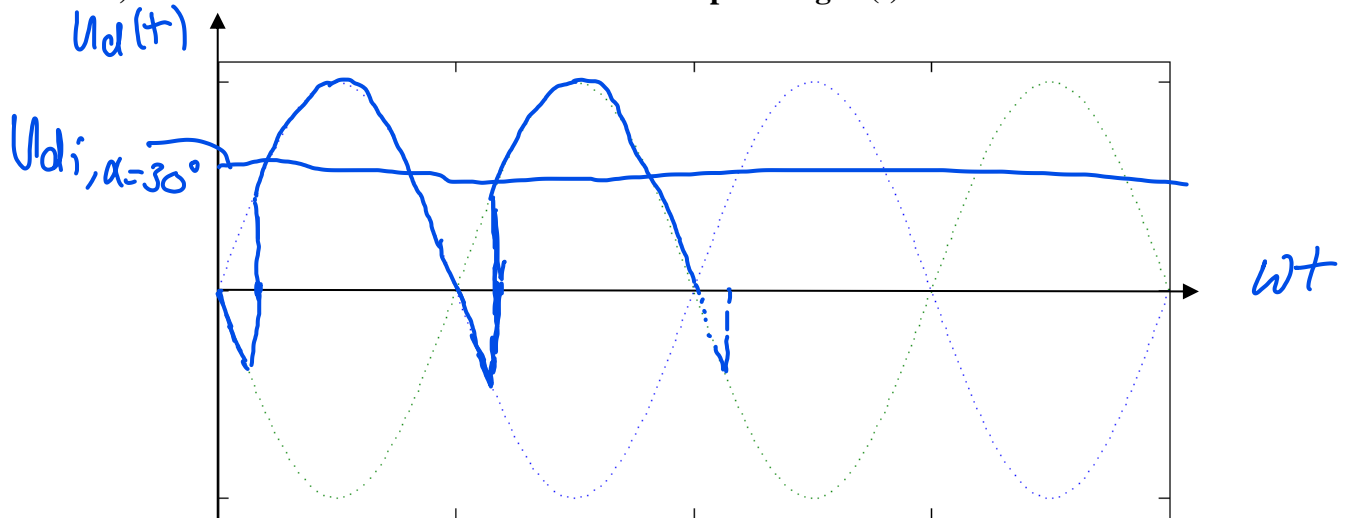
$$\ddot{u} = N_P/N_S = 2$$

$$R = 0,4 \, \Omega$$

$$L_d \rightarrow \infty$$

$$\text{Zündwinkel } \alpha = 30^\circ$$

b) Zeichnen Sie den zeitlichen Verlauf der Spannung $u_d(t)$. Annahme: Zündwinkel $\alpha = 30^\circ$



c) Berechnen Sie die Gleichspannung $U_{d\alpha}$ und den zugehörigen Gleichstrom I_d .

$$\begin{aligned}
 U_{d\alpha} &= \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\alpha+\pi} \hat{U}_s \cdot \sin(\omega t) d\omega t \\
 &= \frac{\hat{U}_s}{\pi} \left[-\cos(\omega t) \right]_{\alpha}^{\pi+\alpha} \\
 &= \frac{\hat{U}_s}{\pi} \left[-\cos(\pi + \alpha) - (-\cos(\alpha)) \right]
 \end{aligned}$$

Theorem:

$$\cos(x \pm y) = \cos(x) \cdot \cos(y) \mp \sin(x) \cdot \sin(y)$$

$$\text{hier } \rightarrow \cos(\pi + \alpha) = -\cos(\alpha)$$

$$= \frac{\hat{U}_s}{\pi} \left[-(-\cos(\alpha)) - (-\cos(\alpha)) \right]$$

$$U_{di\alpha} = \frac{2 \hat{U}_s}{\pi} \cdot \cos(\alpha)$$

$$U_{di\alpha=30^\circ} = \frac{2 \sqrt{2}}{\pi} \cdot \frac{1}{2} \cdot 230V \cdot \cos(30^\circ)$$

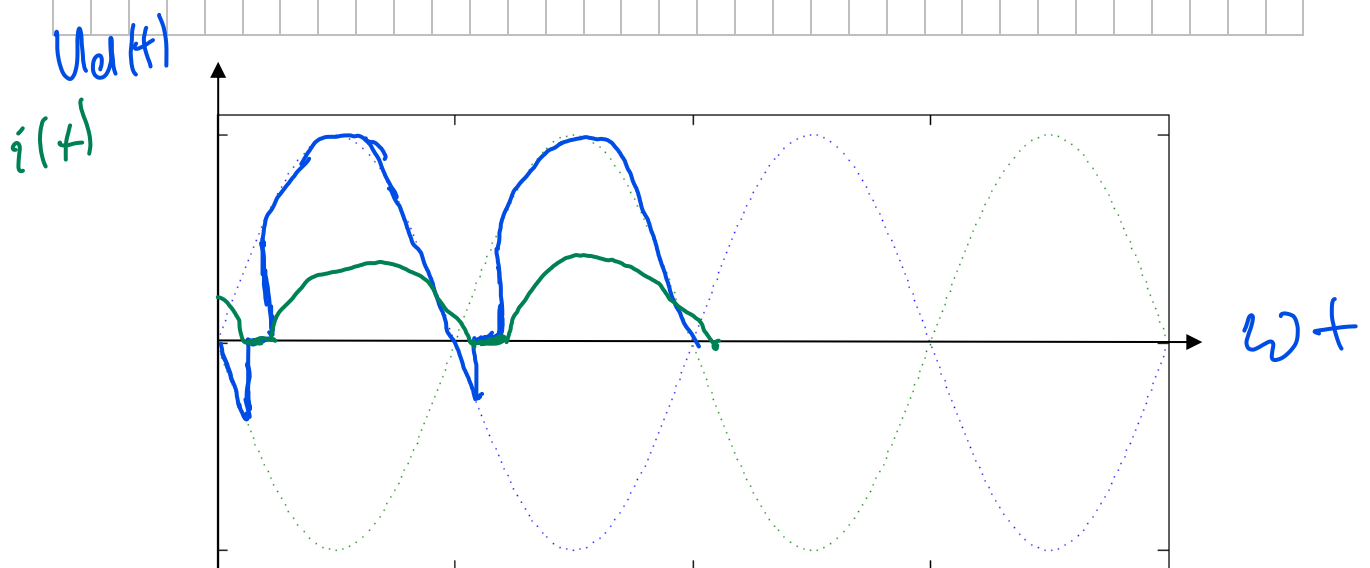
$$= 89,7V$$

$$I_{di\alpha=30^\circ} = \frac{89,7V - 80V}{0,4\Omega} = 24,25A$$

d) Skizzieren Sie die Verläufe der Spannung $u_d(t)$ und des Stroms $i_d(t)$. Annahme: $L_d < \infty$

Lückbetrieb (Strom lückt um 30°)

Lückbetrieb: Strom durch Induktivität
wird null!



2: Gesteuerte M3-Schaltung

Wie für die M2-Schaltung gezeigt, kann die Steuerung per Thyristoren auch für die M3-Schaltung angewendet werden.

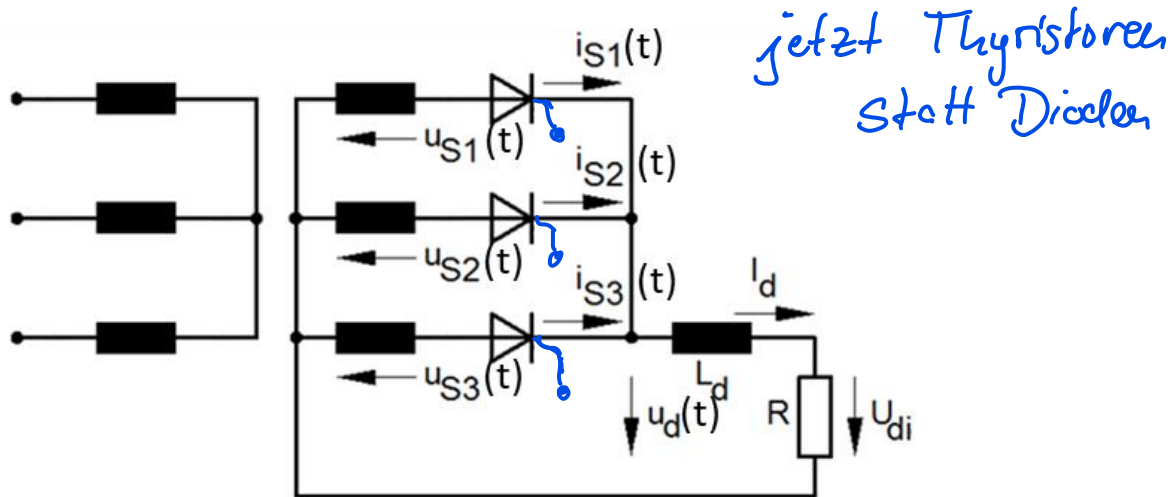


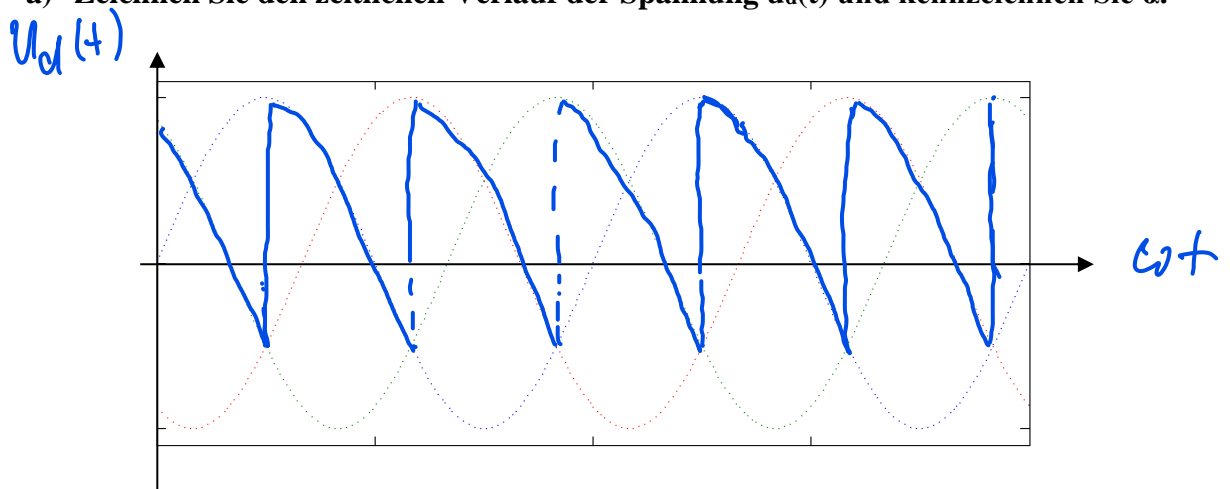
Abb. 2: Gesteuerte M3-Schaltung mit Thyristoren

Aufgabe 2:

Nehmen Sie für die in Abb.2 gezeigte Schaltung folgende Werte an:

$$U_A = 400 \text{ V}, 50 \text{ Hz}; \quad \dot{u} = N_P/N_S = 1; \quad R = 13,5 \, \Omega; \quad \alpha = 60^\circ; \quad L_d \rightarrow \infty$$

a) Zeichnen Sie den zeitlichen Verlauf der Spannung $u_d(t)$ und kennzeichnen Sie α .



b) Berechnen Sie die Gleichspannung U_{dia} und den zugehörigen Gleichstrom I_a .

$$U_{\text{dia}} = \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} \cdot \sqrt{2} \cdot U_s \cdot \cos(\alpha)$$

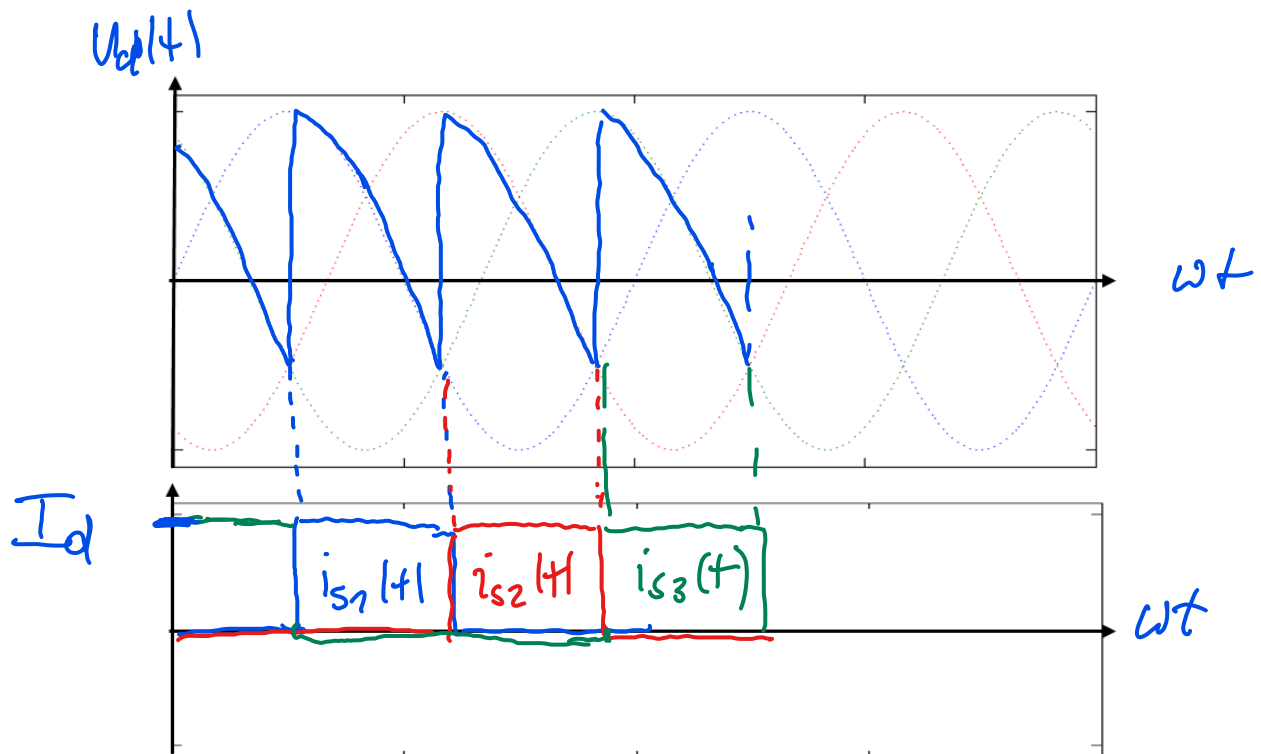
$$U_{p_{1,2,3}} = \frac{U_\Delta}{\sqrt{3}} = \frac{400V}{\sqrt{3}} = 230,9V$$

$$U_{s_{1,2,3}} = U_{p_{1,2,3}} \cdot \frac{1}{\cancel{j\sqrt{3}}} = 230,9V$$

$$\begin{aligned} U_{\text{dia}} &= \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} \sqrt{2} \cdot 230,9V \cdot \cos(60^\circ) \\ &= 135V \end{aligned}$$

$$I_a = \frac{U_{\text{dia}}}{R} = \frac{135V}{13,5\Omega} = 10A$$

c) Zeichnen Sie den zeitlichen Verlauf der Ströme $i_{s1}(t)$, $i_{s2}(t)$ und $i_{s3}(t)$.



d) Zeichnen Sie den zeitlichen Verlauf der Ströme $i_{p1}(t)$, $i_{p2}(t)$ und $i_{p3}(t)$.

