

Kommutierung bei der M3-Schaltung

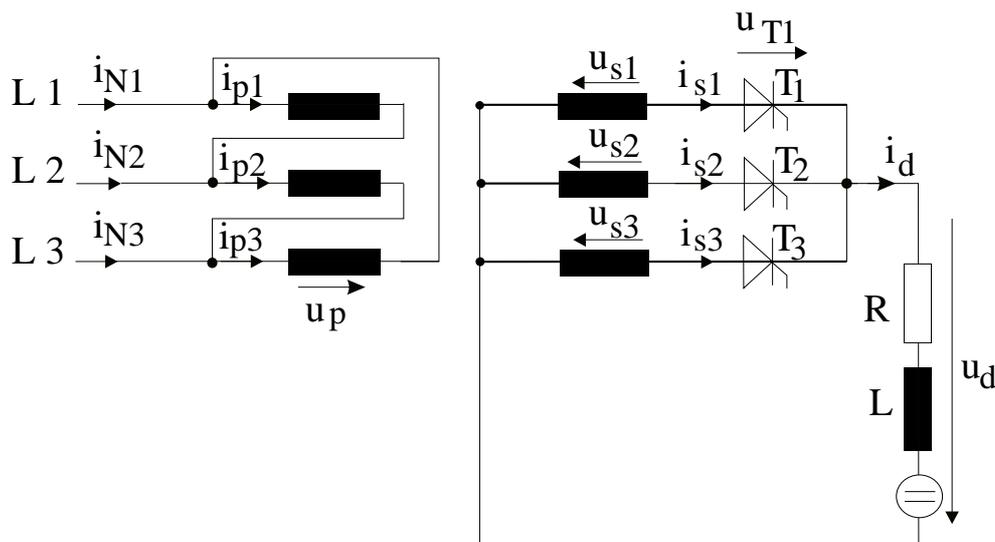


Bild 1: Dreipuls-Mittelpunktschaltung (M3) mit Netztrafo in Dy-Schaltung

Bedingungen: nichtlückender Strom und ideale Glättung ($L \rightarrow \infty \Rightarrow I_d = \text{konst.}$)

Pulszahl: $p = 3$

Stromflußwinkel: $\delta = \frac{360^\circ}{p} = 120^\circ \quad \left(= \frac{2\pi}{p} = \frac{2\pi}{3} \right)$

Natürlicher Zündzeitpunkt: $\omega_N t = 1/6 \cdot \pi = 30^\circ$ (Thyristor T₁)

$\omega_N t = 5/6 \cdot \pi = 150^\circ$ (Thyristor T₂)

$\omega_N t = 9/6 \cdot \pi = 270^\circ$ (Thyristor T₃)

Ideeller Gleichspannungsmittelwert: $U_{di0} = \frac{3\sqrt{6}}{2\pi} \cdot U_s = 1,17 \cdot U_s$
 $= \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} \cdot \hat{U}_s = 0,83 \cdot \hat{U}_s$

Steuerkennlinie: $U_{di\alpha} = U_{di0} \cdot \cos \alpha$

Gleichrichterbetrieb: $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$

Wechselrichterbetrieb: $90^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$ (ideal)

$U_0 \leq U_{di\alpha} \leq 0$

$90^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ - (\ddot{u} + \gamma) \approx 150^\circ$ (real, Trittgrenze)

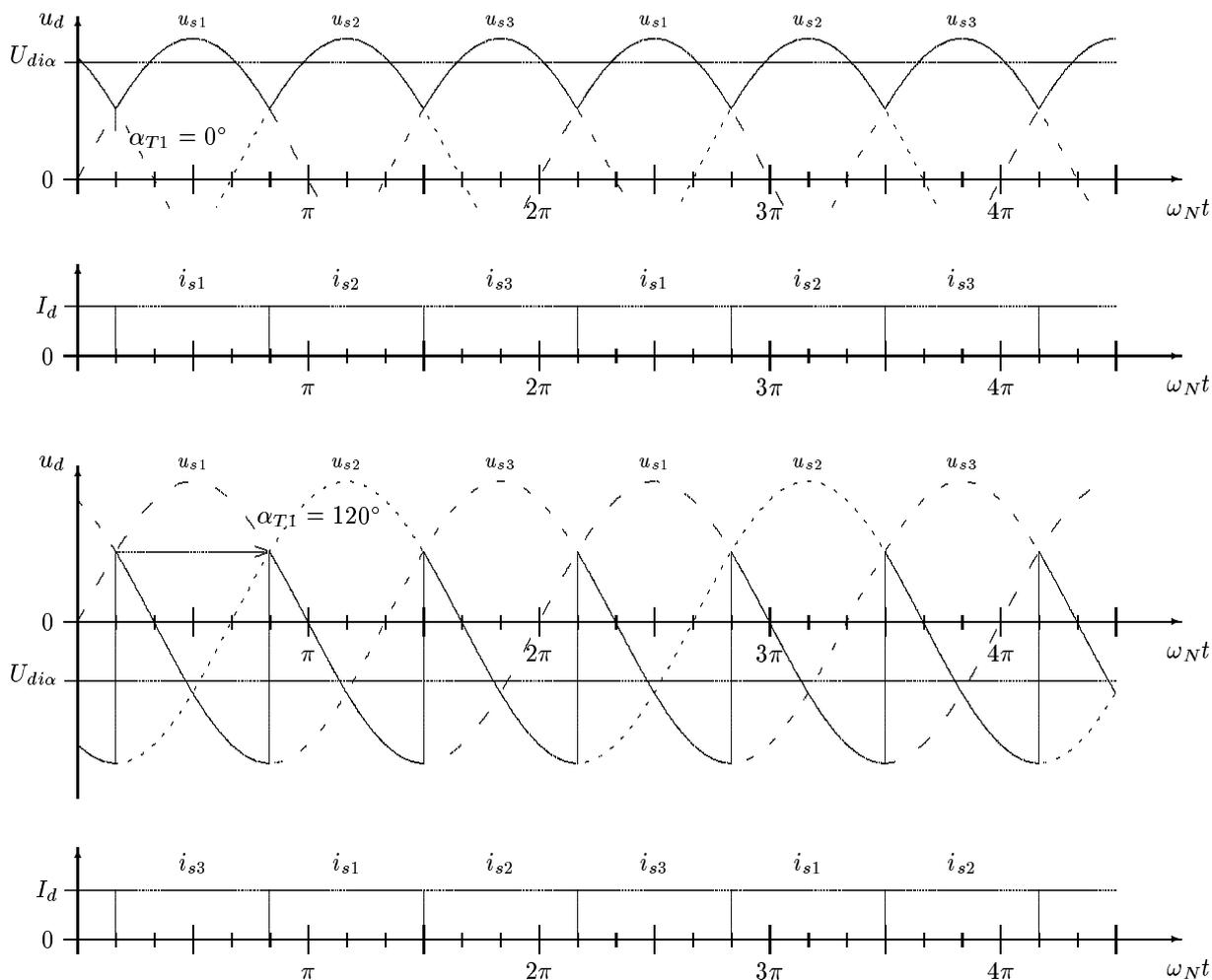


Bild 2: Strom- und Spannungsverläufe an der M3-Schaltung

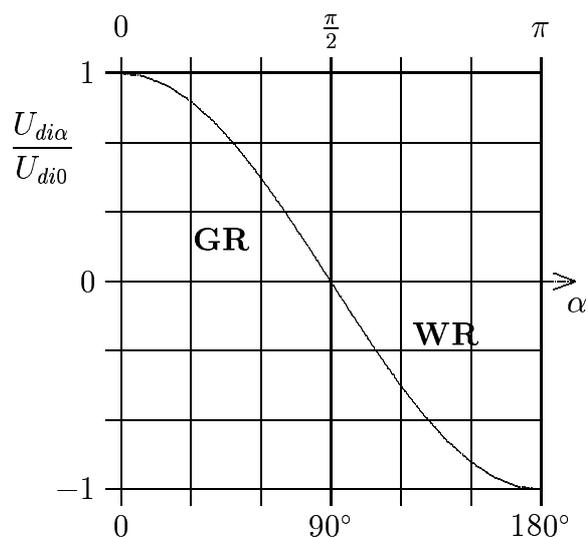
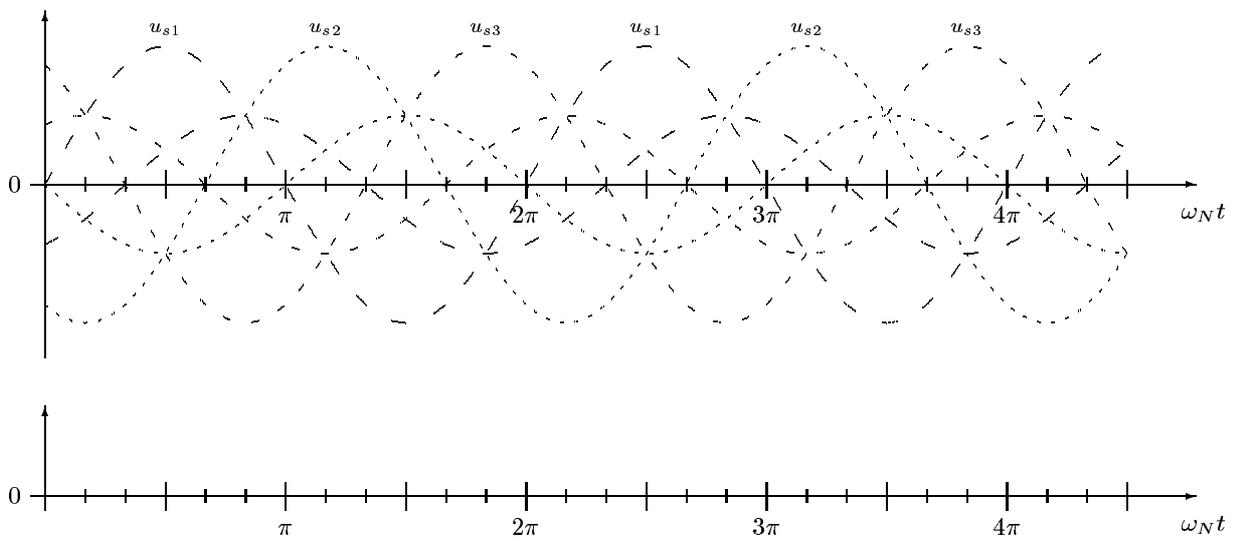


Bild 3: Steuerkennlinie der M3-Schaltung bei nichtlückendem Strom und idealer Glättung

Kommutierung bei der M3-Schaltung



Ursache der Kommutierung:

Zulässige Vereinfachung:

Spannungsgleichungen: $u_{s1} =$

$u_{s2} =$

Knotenpunktgleichungen: $i_d =$

Kommutierungsspannung: $u_K =$

Lastspannung: $u_d =$

Laststrom: $I_d =$

Überlappungswinkel: $\ddot{u} = \omega_N t_K = \arccos\left(\cos\alpha - \frac{2\omega_N L_K}{\sqrt{6} U_s} \cdot I_d\right) - \alpha$

Spannungszeitfläche: $A_{\ddot{u}} = \frac{\sqrt{6} U_s}{2\omega_N} \cdot (\cos\alpha - \cos(\alpha + \ddot{u})) = L_K \cdot I_d$

Spannungsverlust: $D_x = \frac{p}{T_N} \cdot A_{\ddot{u}} = \frac{3}{2\pi} \cdot \omega_N L_K \cdot I_d \quad \left(d_x = \frac{D_x}{U_{di0}}\right)$

Steuerkennlinie des ESB: $U_d =$

Kommutierung bei der M3-Schaltung

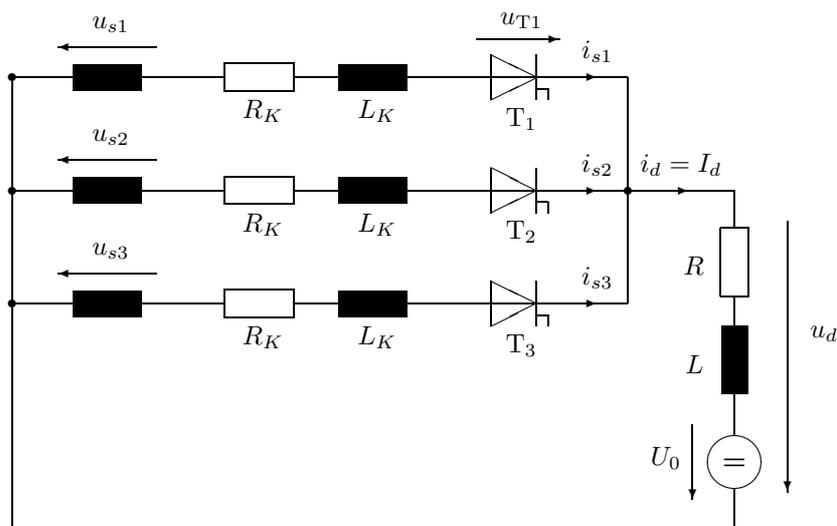


Bild 4: Dreipuls-Mittelpunktschaltung (M3) mit Kommutierungswiderständen R_K und Kommutierungsinduktivitäten L_K (sekundärseitig)

Anlagendaten: $U_s = 400 \text{ V}$ $u_k = 0,04$
 $I_{dN} = 100 \text{ A}$ $f_N = 50 \text{ Hz}$

Fragen:

1. Berechnen Sie den ideellen Gleichspannungs-Mittelwert U_{di0} .
2. Berechnen Sie die Kommutierungsinduktivität L_K und die Impedanz X_K eines Zweiges.
3. Geben Sie die Gleichung für den Überlappungswinkel \ddot{u} an.
4. Welche Tendenzen lassen sich für \ddot{u} in Abhängigkeit von U_s , I_d und L_K angeben?
5. Berechnen Sie den maximalen und minimalen Überlappungswinkel \ddot{u} ($I_d = I_{dN}$).
6. Berechnen Sie den Spannungsabfall $D_x = f(I_d/I_{dN})$ allgemein und für Nennstrom.
7. Geben Sie die Gleichung für die um D_x verminderte resultierende Gleichspannung U_d an.
8. Zeichnen Sie die Kennlinie für U_d und das Ersatzschaltbild (ESB) des Stromrichters als ideale Gleichspannungsquelle mit Innenwiderstand R_i . Wie groß ist R_i ?
9. Wie machen sich der Kommutierungswiderstand R_K und die Durchlaßspannung U_F der Thyristoren in der Kennlinie für U_d bemerkbar.