

Gleichstromsteller–Schaltungen (Gleichspannungswandler)

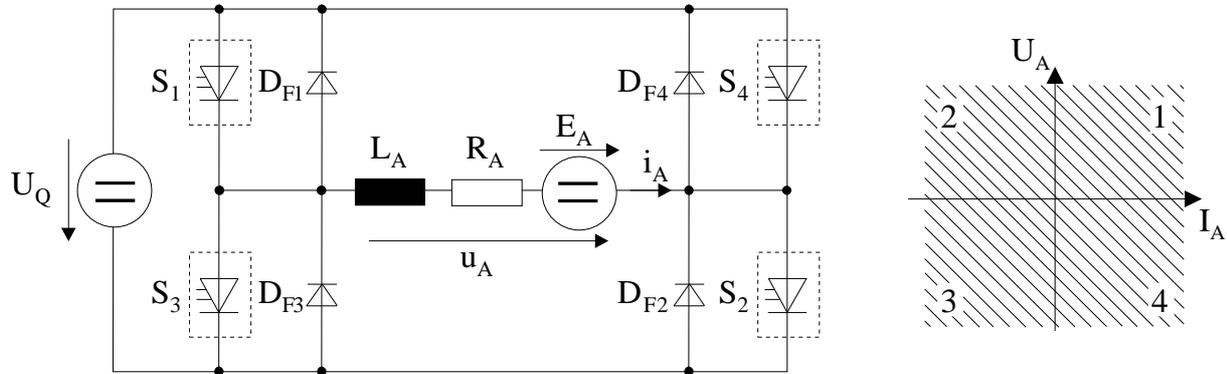


Bild 1: Vier-Quadrant-Schaltung

1. Leiten Sie aus der gegebenen Vier-Quadrant-Schaltung die folgenden Ein- und Zwei-Quadrant-Schaltungen ab:

- a) Ein-Quadrant-Schaltung mit $U_A > 0$, $I_A > 0$ (Quadrant 1),
- b) Ein-Quadrant-Schaltung mit $U_A > 0$, $I_A < 0$ (Quadrant 2),
- c) Zwei-Quadrant-Schaltung mit Stromumkehr (Quadrant 1, 2),
- d) Zwei-Quadrant-Schaltung mit Spannungsumkehr (Quadrant 1, 4).

2. Skizzieren Sie für alle Schaltungen jeweils die Zeitverläufe

- a) der Ausgangsspannung $u_A(t)$,
- b) des Quellenstroms $i_Q(t)$,
- c) aller Ventilströme $i_S(t)$ und $i_{DF}(t)$,
- d) der Steuersignale für die Schalter S

für Pulsweitenmodulation (PWM) und den Arbeitspunkt:

$$\frac{U_A}{U_Q} = 0,5 \quad \text{und} \quad \text{Laststrom } I_A = \text{konstant (glatter Strom).}$$

Gleichstrommaschine

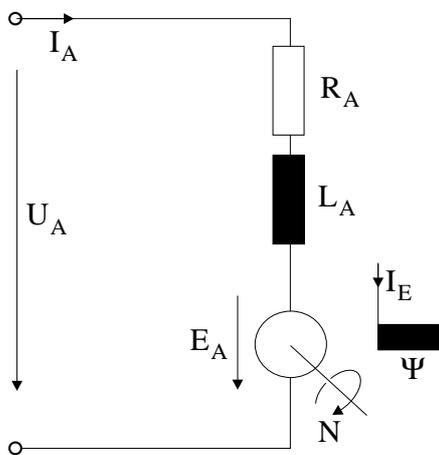


Bild 2: ESB der Gleichstrommaschine

Grundgleichungen des Ankerkreis:

$$U_A = E_A + I_A \cdot R_A + L_A \cdot \frac{dI_A}{dt}$$

$$E_A = C_E \cdot N \cdot \Psi$$

$$M_{Mi} = C_M \cdot I_A \cdot \Psi$$

$$\Theta \cdot \frac{d\Omega}{dt} = M_{Mi} - M_W \quad (\Theta = \text{const.})$$

$$C_M = \frac{C_E}{2\pi} \quad (\text{Maschinenkonstante})$$

$$\Omega = 2\pi \cdot N$$

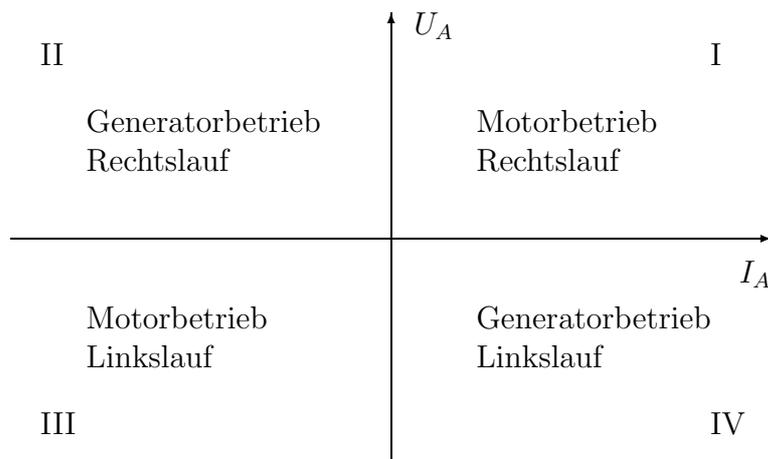


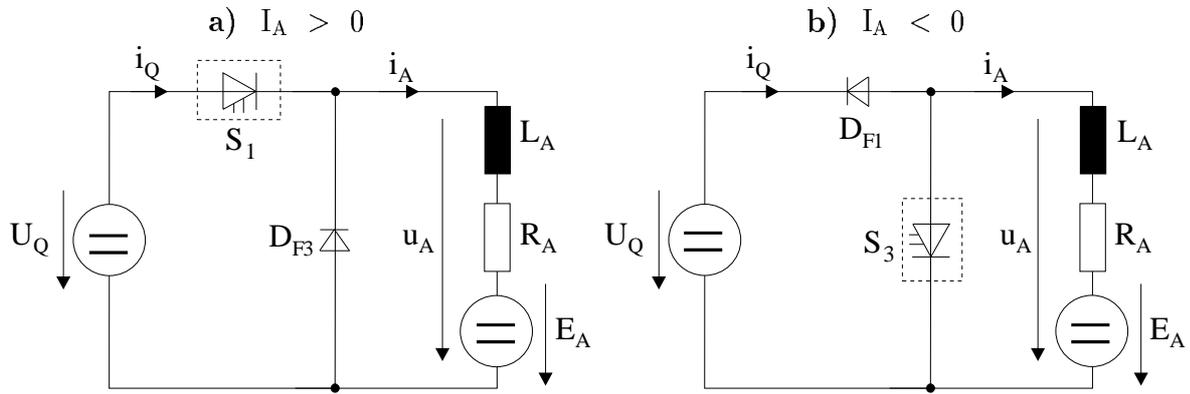
Bild 3: Betriebsbereiche (Quadranten) der Gleichstrommaschine

Literatur

Kapitel aus "Elektrische Antriebe 4: Leistungselektronische Schaltungen":

- 7 Gleichspannungswandler (Gleichstromsteller)
- 7.5 Gleichstromstellerschaltungen für Ein- und Mehr-Quadrant-Betrieb von Gleichstrommaschinen

Ein-Quadrant-Schaltungen



$$I_A = \frac{U_A - E_A}{R_A} > 0$$

$$a = t_e/T$$

$$U_A = a \cdot U_Q > 0$$

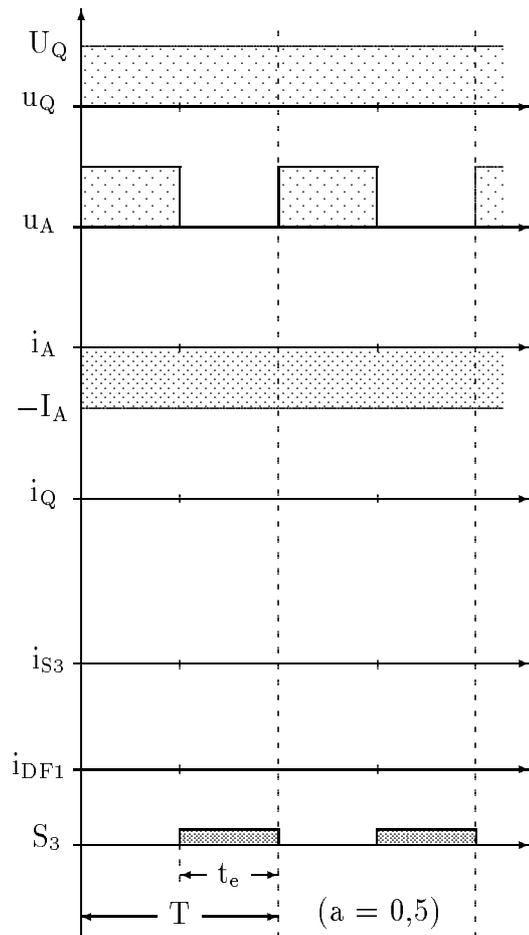
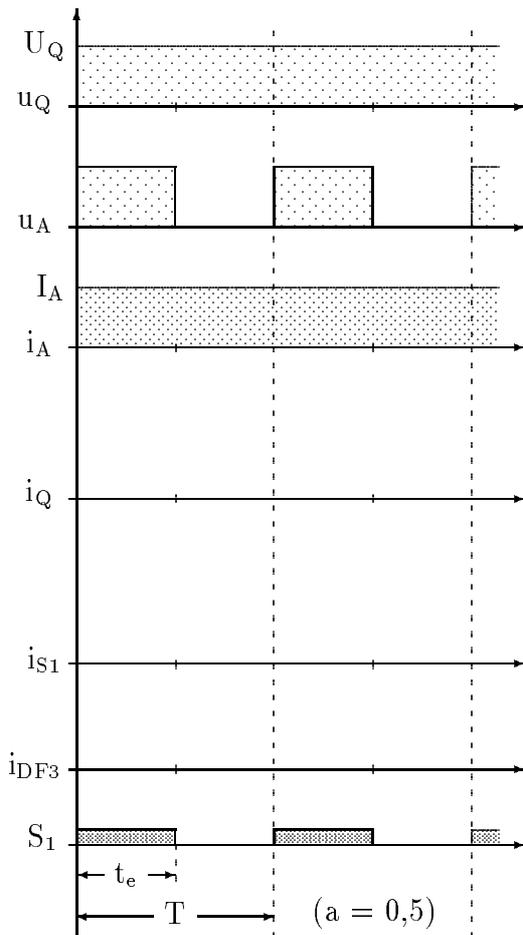
$$E_A < U_A$$

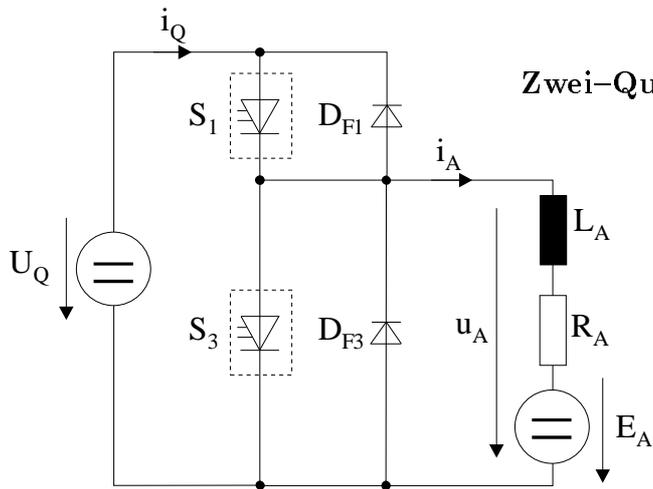
$$I_A = \frac{U_A - E_A}{R_A} < 0$$

$$a = t_e/T$$

$$U_A = (1 - a) \cdot U_Q > 0$$

$$E_A > U_A$$



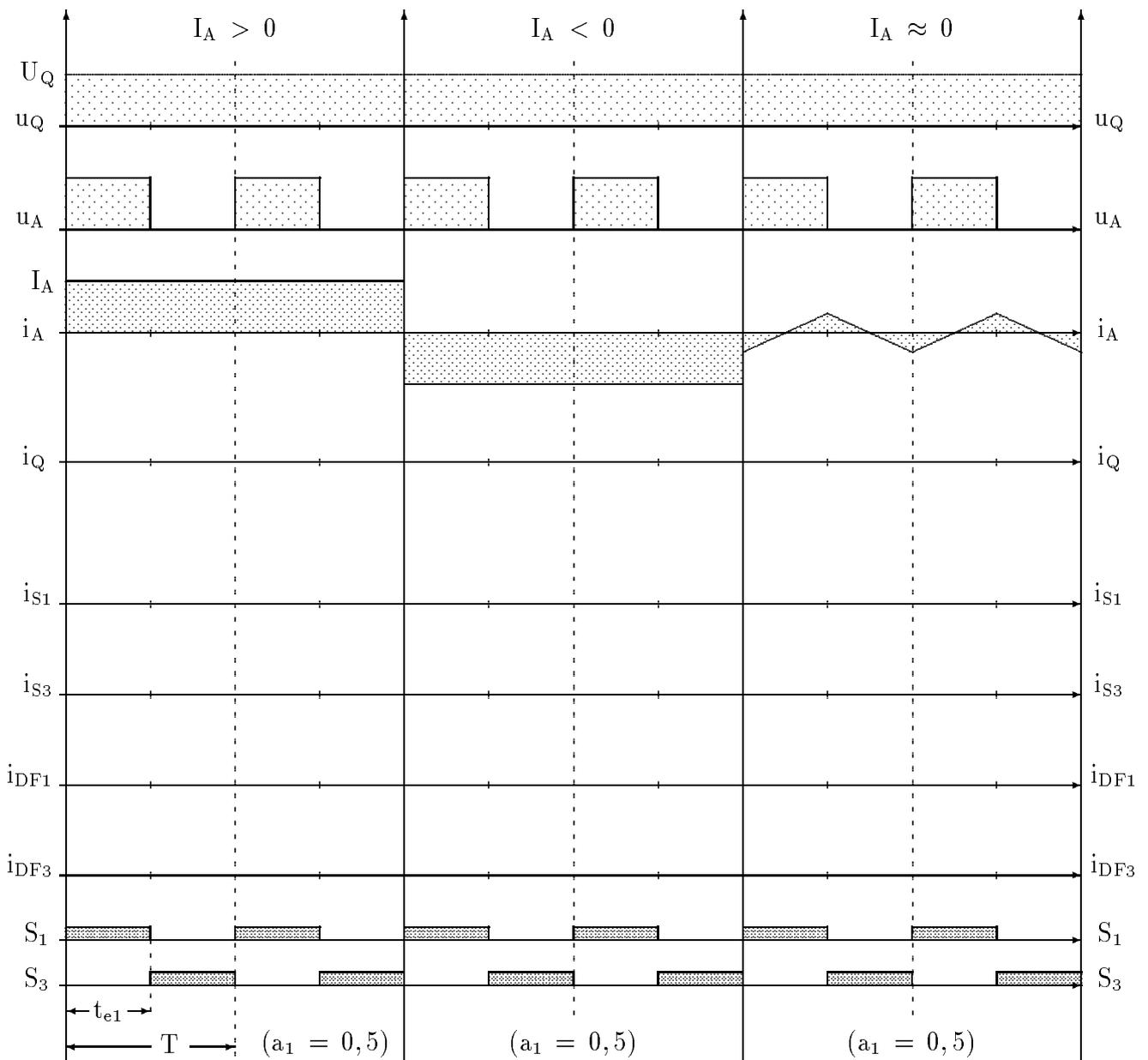


Zwei-Quadrant-Schaltung mit Stromumkehr

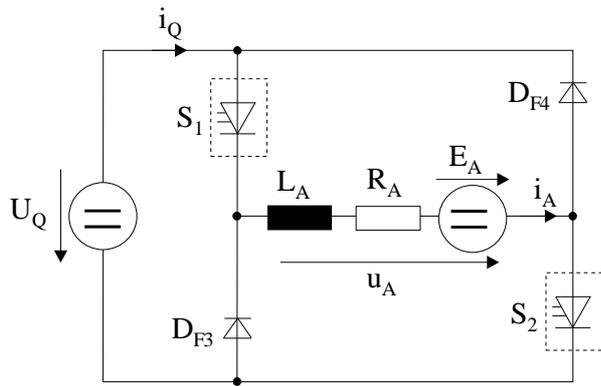
S_1, S_3 entgegengesetzt getaktet

$$a_1 = t_{e1}/T; \quad a_3 = 1 - a_1$$

$$U_A = a_1 \cdot U_Q \geq 0$$



Zwei-Quadrant-Schaltung mit Spannungsumkehr (1)



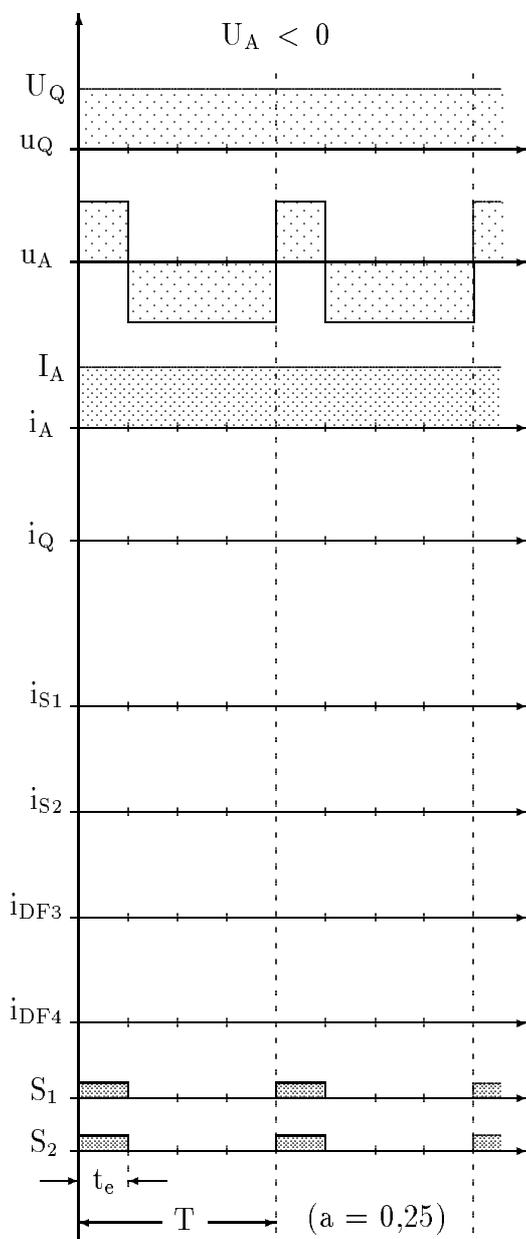
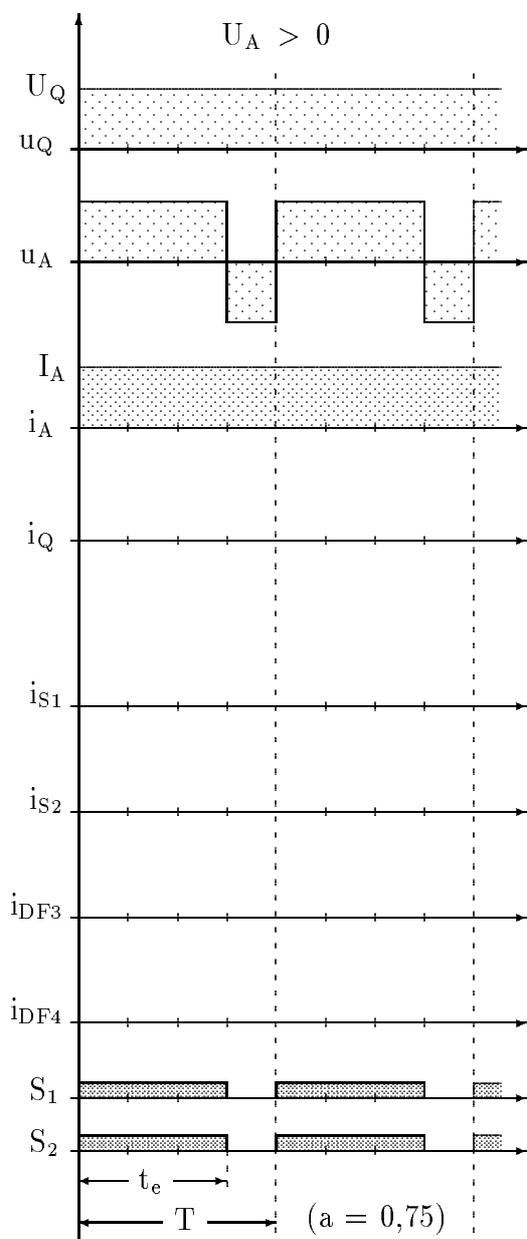
S_1, S_2 synchron getaktet

(kein Freilauf)

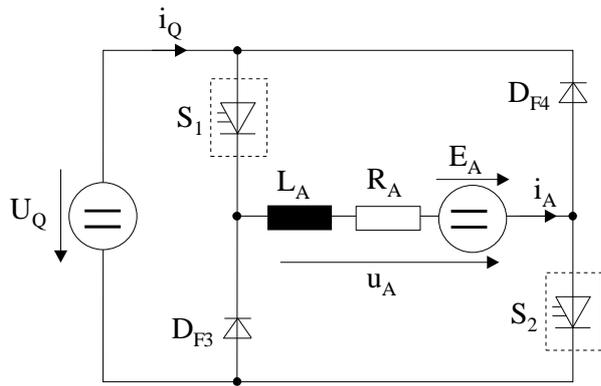
$$a = t_e / T$$

$$U_A = a \cdot U_Q - (1 - a) \cdot U_Q$$

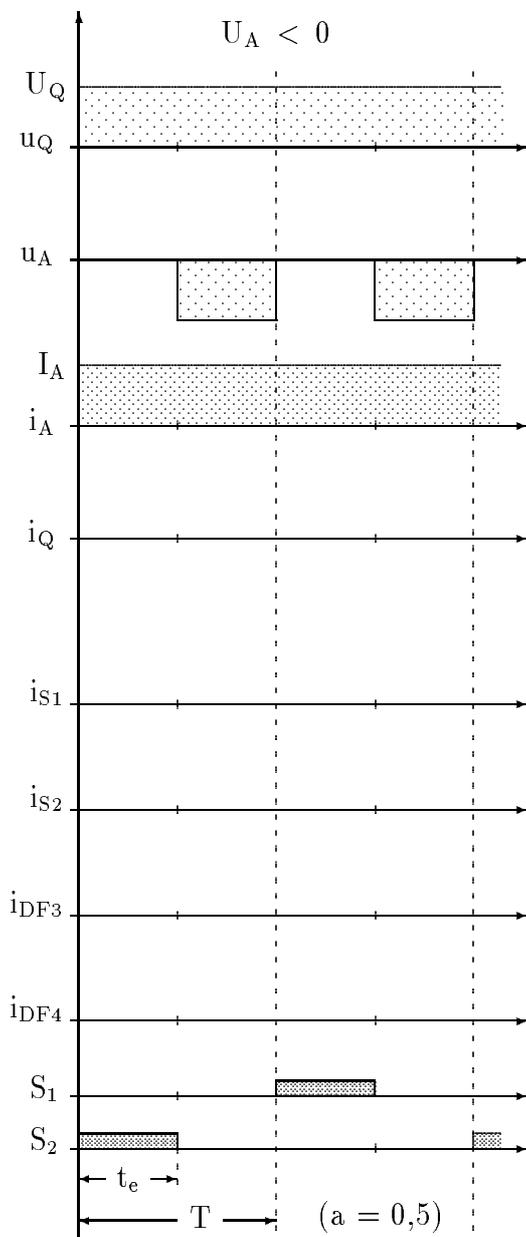
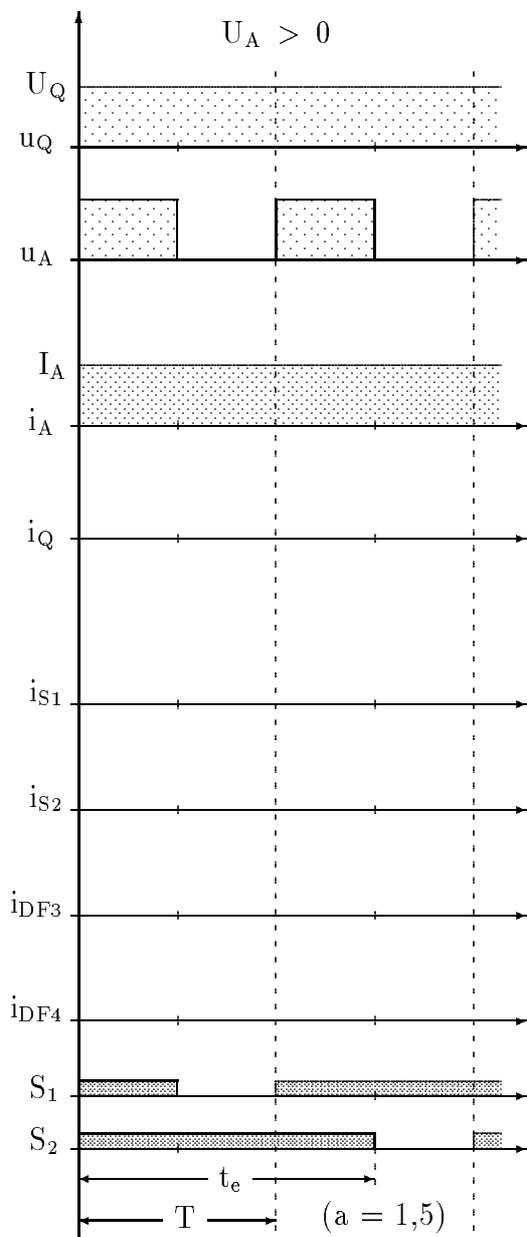
$$= (2a - 1) \cdot U_Q$$



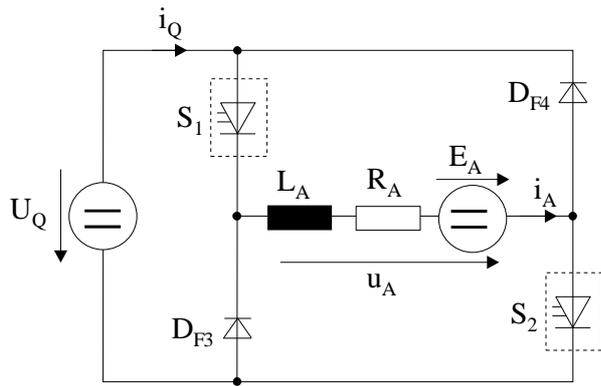
Zwei-Quadrant-Schaltung mit Spannungsumkehr (2)



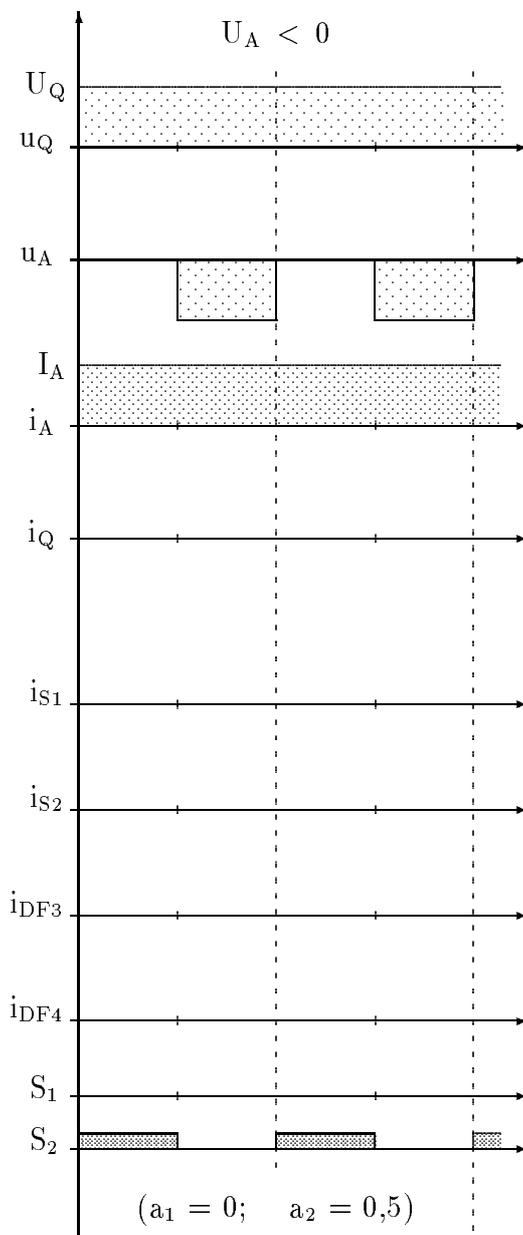
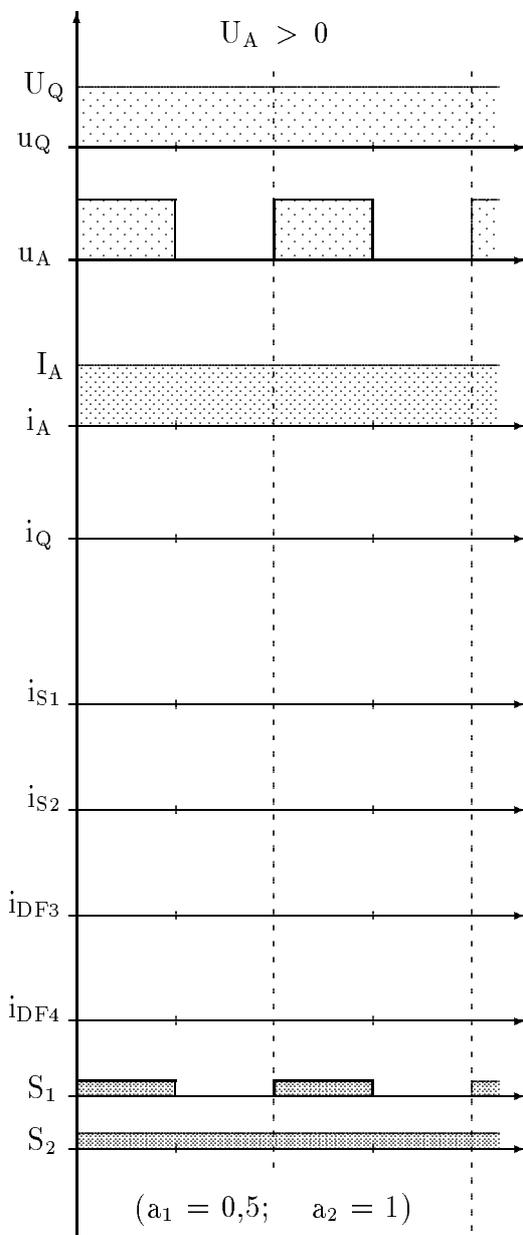
S_1, S_2 versetzt getaktet
 (Freilauf oben/unten)
 $a = t_e/T \quad (0 \leq a \leq 2)$
 $U_A = (a - 1) \cdot U_Q$



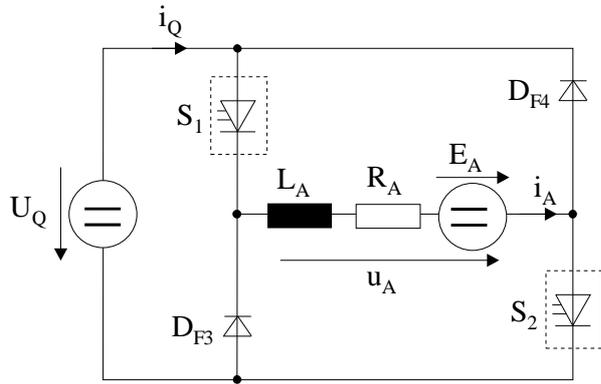
Zwei-Quadrant-Schaltung mit Spannungsumkehr (3)



S_2 immer EIN bei $U_A > 0$
 S_1 immer AUS bei $U_A < 0$
 (Freilauf nur unten)
 $a_1 = t_{e1}/T; \quad a_2 = t_{e2}/T$
 $U_A = (a_1 + a_2 - 1) \cdot U_Q$



Zwei-Quadrant-Schaltung mit Spannungsumkehr (4)



S_1 immer EIN bei $U_A > 0$

S_2 immer AUS bei $U_A < 0$

(Freilauf nur oben)

$a_1 = t_{e1}/T$; $a_2 = t_{e2}/T$

$U_A = (a_1 + a_2 - 1) \cdot U_Q$

