

1 Tiefsetzsteller (Buck-Wandler)

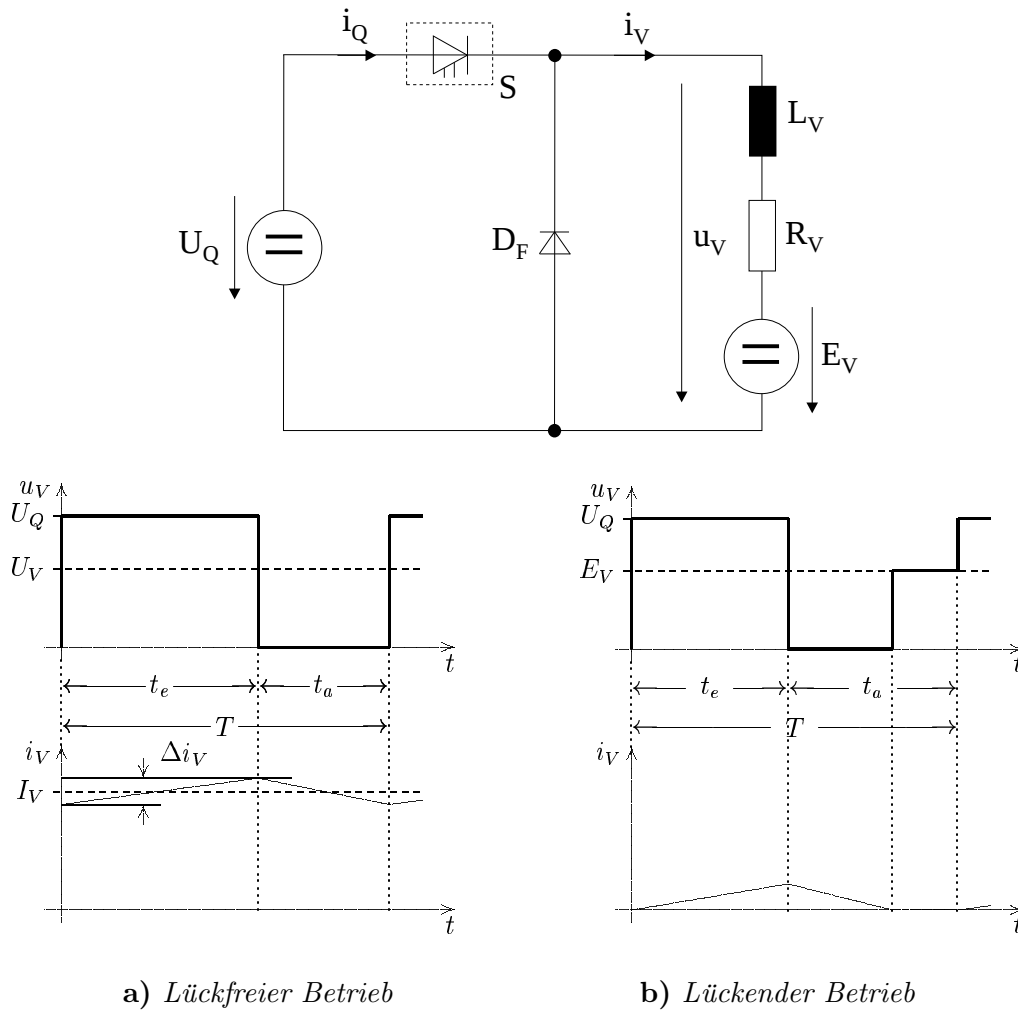


Bild 1: Tiefsetzsteller: Ersatzschaltbild und Strom- und Spannungsverläufe

Schalter S ein: $u_v(t) = U_Q$

Schalter S aus: $u_v(t) = 0$ (lückfreier Betrieb)

$u_v(t) = E_V$ (lückender Betrieb)

Last-Spannungsmittelwert: $U_V = \frac{t_e}{T} \cdot U_Q = a \cdot U_Q$ (lückfreier Betrieb)

Last-Strommittelwert: $I_V = \frac{U_V - E_V}{R_V} = \frac{a \cdot U_Q - E_V}{R_V}$ (lückfreier Betrieb)

Tastverhältnis: $a = \frac{t_e}{T}$

Übersetzungsverhältnis: $m = \frac{U_V}{U_Q} = a$ (lückfreier Betrieb)

2 Hochsetzsteller (Boost-Wandler)

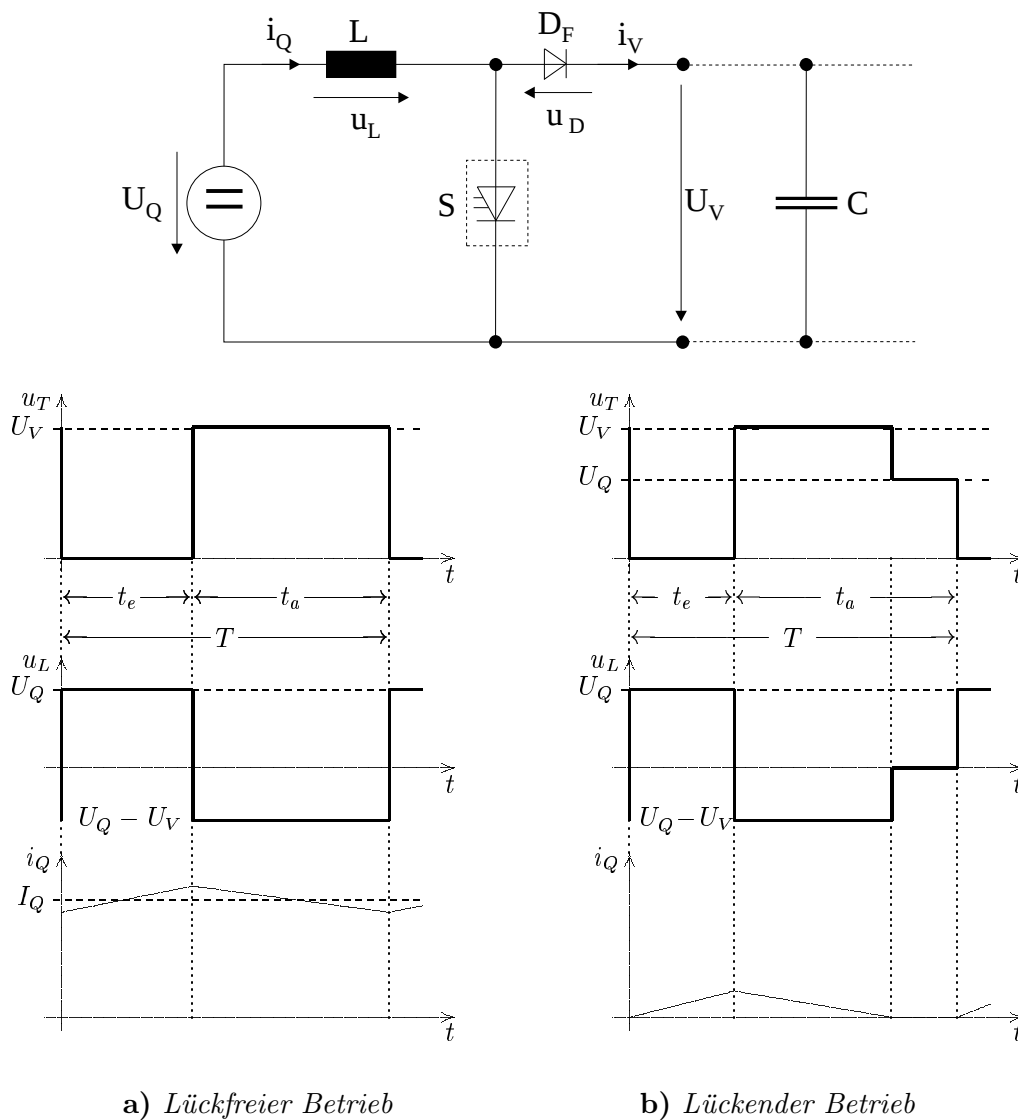


Bild 2: Hochsetzsteller: Ersatzschaltbild und Strom- und Spannungsverläufe

Schalter S ein: $u_D(t) = U_V$

Schalter S aus: $u_D(t) = 0$ (lückfreier Betrieb)

$u_D(t) = U_V - U_Q$ (lückender Betrieb)

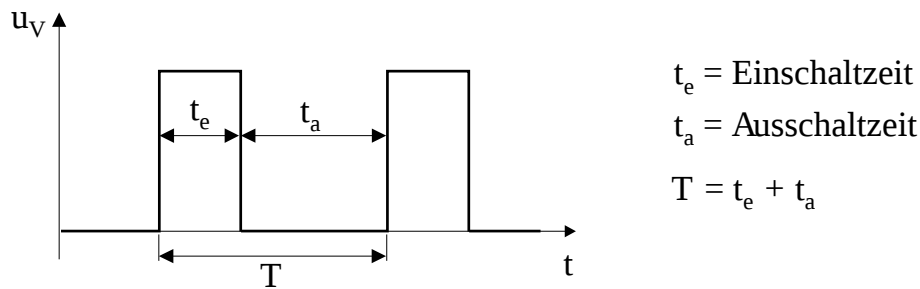
Last-Spannungsmittelwert: $U_V = \frac{1}{1-a} \cdot U_Q = m \cdot U_Q$ (lückfreier Betrieb)

Last-Strommittelwert: $I_V = \frac{U_V - E_V}{R_V} = \frac{m \cdot U_Q - E_V}{R_V}$ (lückfreier Betrieb)

Tastverhältnis: $a = \frac{t_e}{T}$

Übersetzungsverhältnis: $m = \frac{U_V}{U_Q} = \frac{1}{1-a}$ (lückfreier Betrieb)

3 Steuerverfahren



Es gibt grundsätzlich zwei Einflußmöglichkeiten, über das Tastverhältnis

$$a = \frac{t_e}{t_e + t_a} = \frac{t_e}{T}$$

den arithmetischen Mittelwert der Ausgangsspannung U_V zu steuern:

- Veränderung der Pulsweite $t_e \implies$ Pulsweitensteuerung
- Veränderung der Periodendauer $T \implies$ Pulsfolgesteuerung

3.1 Pulsweitensteuerung

Hauptsächlich bei möglichst glattem Laststrom, lückender Strom soll vermieden werden. Großer Vorteil die konstante Schaltfrequenz, da eine Optimierung der Schaltungs-Bauteile an diese Frequenz möglich ist.

Größen: $T = \text{konstant}, \quad t_e = \text{variabel} \implies f_T = \frac{1}{T} = \text{konstant}$

3.2 Pulsfolgesteuerung

Geringer technischer Aufwand bei der Realisierung, aber wegen der variablen Schaltfrequenz ungünstig für die Auslegung der Schaltung und für eventuelle Reglerstrukturen.

Größen: $t_e = \text{konstant}, \quad T = \text{variabel} \implies f_T = \frac{1}{T} = \text{variabel}$

3.3 Zweipunktregelung

Diese Ansteuerart arbeitet sowohl mit variabler Periodendauer T als auch mit variabler Pulsdauer t_e und dient zum Einstellen eines Laststromes, der sich nur innerhalb bestimmter Grenzen ändern darf. Hierzu ist eine Erfassung des Laststromes bzw. der Lastspannung notwendig.

Literatur

Kapitel aus “Elektrische Antriebe 4: Leistungselektronische Schaltungen“:

- 7.1 Prinzip des Gleichstromstellers (Tiefsetzsteller)
- 7.4 Grundlegende Steuerung und Regelung von Gleichstromstellern
- 7.5 Gleichstromstellerschaltungen für Ein- und Mehr-Quadrant-Betrieb von Gleichstrommaschinen

Tiefsetzsteller

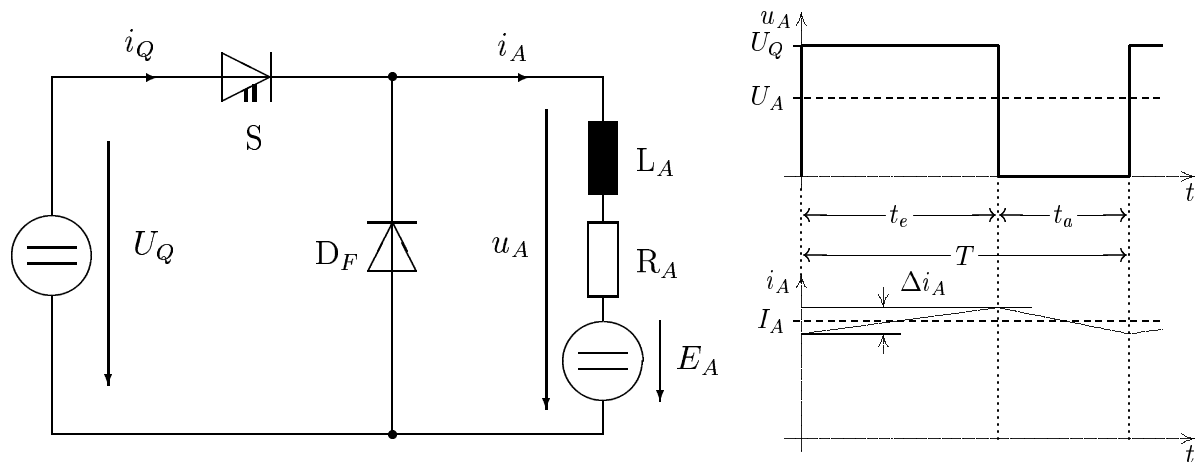


Bild 3: Tiefsetzsteller: Ersatzschaltbild und Strom- und Spannungsverläufe

Anlagendaten:	U_Q	=	24 V		R_A	=	0,1 Ω
	U_{Amax}	=	18 V	(Mittelwert)	L_A	=	10 mH
	E_A	=	17 V	(bei U_{Amax})	t_{emin}	=	0,75 ms

Fragen:

1. Stellen Sie die Spannungsdifferentialgleichung für u_A auf. Wodurch unterscheiden sich die Betriebszustände Schalter S ein (t_e) und Schalter S aus (t_a). Geben Sie die Lösung der DGL an.
2. Berechnen Sie die Ankerzeitkonstante T_A .
3. Berechnen Sie das Übersetzungsverhältnis m für $U_A = U_{Amax}$ bei nichtlückendem Betrieb.
4. Berechnen Sie den maximalen Tastgrad a ($U_A = U_{Amax}$, nichtlückender Betrieb).
5. Geben sie obere und untere Grenze für die Pulsdauer T und die Schaltfrequenz f_T an.
6. Welcher Wert ergibt sich für den Mittelwert des Laststromes I_A bei $U_A = U_{Amax}$?
7. Es werden nun die Verhältnisse an der Lückgrenze untersucht ($T = 10$ ms). Wodurch läßt sich diese Grenze charakterisieren? Vergleichen Sie die Lösungen der Spannungsdifferentialgleichungen für $R_A \neq 0$ und $R_A = 0$.
8. Berechnen Sie für beide Fälle die Schwankungsbreite Δi_A des Laststromes bei Vernachlässigung des Widerstands R_A ? Wie groß ist jeweils der Mittelwert des Laststromes I_A ?
9. Welchen Wert nimmt die Lastspannung u_A im Lückbereich an und in welche Richtung ändert sich damit der Gleichspannungsmittelwert U_A ?
10. Wie kann die Schwankungsbreite Δi_A verringert werden?