

Leistungselektronik

# Klausur - Gedächtnisprotokoll

28.02.2018

---

Dieses Gedächtnisprotokoll kann wie auch immer Fehler und Unvollständigkeiten enthalten. Die genauen Lösungen findet man in den Vorlesungsfolien bzw. Übungen.

## 1 Aufgabe - Hochsetzsteller - 21 Punkte

Gegeben ist eine Schaltung - Hochsetzsteller: <sup>1</sup>

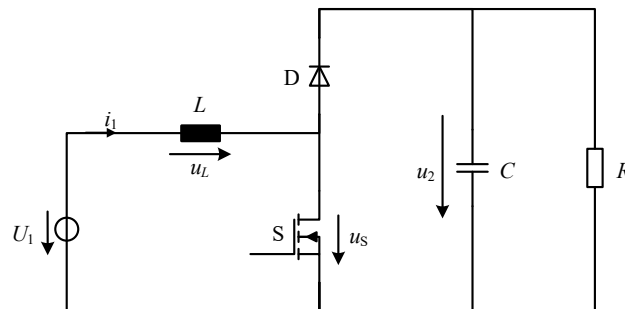


Abbildung 1: Hochsetzsteller

1. Steuergesetz herleiten

*Lösung:*

*Nutze  $\bar{u}_L = 0$  im stationären Betrieb*

$$\frac{1}{T}(u_1DT - (u_1 - u_2)(1 - D)T) = 0$$

$$\frac{u_2}{u_1} = \frac{1}{1 - D}$$

2. Verläufe von Strom und Spannung an der Spule, an dem Schalter und an der Diode zeichnen (drei davon)

*Lösung:*

*Spannungen sind rechteckförmig, Strom steigt und fällt linear. Wenn das jeweilige Bauteil leitet, ist die zugehörige Spannung gleich Null, wenn es sperrt ist der Strom gleich Null - siehe VL-Folien und Übung*

---

<sup>1</sup>Quelle der Abbildung: Hausaufgabe 2, Leistungselektronik, WS 2017/18

3. Berechnung der Leistung im verlustlosen Fall

*Lösung:*

*Beachte  $P_1 = P_2$ , das Steuergesetz und das ohmsche Gesetz. Nach Umformung konnte man die gesuchte Größe berechnen.*

## 2 Aufgabe - Brückenschaltung - 22 Punkte

Gegeben ist eine einphasige Gleichrichterschaltung mit vier Thyristoren:<sup>2</sup>

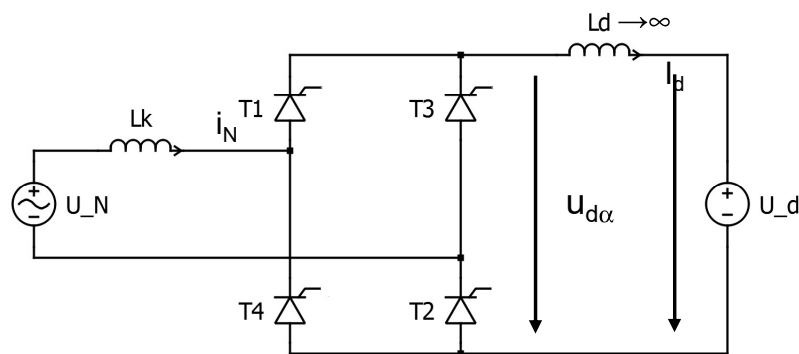


Abbildung 2: einphasiger Gleichrichter

1. Spannungsverlauf  $u_{d,\alpha}$  und Stromverlauf zeichnen für  $\alpha = 120^\circ$  und den Kommutierungswinkel  $u = 30^\circ$

*Lösung:*

$$0^\circ < \omega t \leq 120^\circ \quad \text{---} \quad u_{d,\alpha} = -\hat{u}_N \sin(\omega t), \quad i_N = -I_d$$

$$120^\circ < \omega t \leq 150^\circ \quad \text{---} \quad u_{d,\alpha} = 0, \quad i_N \text{ - ansteigend}$$

$$150^\circ < \omega t \leq 300^\circ \quad \text{---} \quad u_{d,\alpha} = \hat{u}_N \sin(\omega t), \quad i_N = I_d$$

$$300^\circ < \omega t \leq 330^\circ \quad \text{---} \quad u_{d,\alpha} = 0, \quad i_N \text{ - abfallend}$$

$$330^\circ < \omega t \leq 360^\circ \quad \text{---} \quad u_{d,\alpha} = -\hat{u}_N \sin(\omega t), \quad i_N = -I_d$$

<sup>2</sup> Quelle der Abbildung: Vorlesungsfolien Netzgeführte Stromrichter, Prof. Dr.-Ing. Sibylle Dieckerhoff, WS 2017/18

- 
2. Kommutierungsinduktivität berechnen

*Lösung:*

*Herleitung ist in der VL-Folien zu finden, am Ende kommt man auf:*

$$\cos(\alpha) - \cos(\alpha + u) = \frac{2I_d\omega L}{\hat{u}_N}$$

*Daraus berechnet man L.*

3. Es wird eine dreimal größere Induktivität verwendet. Wie verändert sich die Ausgangsspannung?

*Lösung:*

*Die richtige Antwort war Wechselrichterkippen, das bedeutet die Ausgangsspannung fällt zu Null <sup>3</sup>*

### 3 Aufgabe - Schaltvorgang - 27 Punkte

Gegeben ist eine Tiefsetzstellerschaltung mit einem IGBT.

1. Verläufe von  $u_{CE}$ ,  $u_{GE}$ ,  $i_C$  für den Einschaltvorgang und Ausschaltvorgang zeichnen.

*Lösung:*

*Zu beachten sind folgende Effekte: reverse recovery der PIN-Diode bedeutet beim Einschalten eine Spannungsabsenkung von  $u_{CE}$  und eine Stromspitze von  $i_C$ , forward recovery der PIN-Diode bedeutet beim Ausschalten eine Spannungsüberhöhung von  $u_{CE}$ , Tailstrom beim Ausschalten markieren*

2. Die Wirkung von der Streuinduktivität in der obigen Aufgabe einzeichnen

*Lösung:*

*Beim Einschalten wird die Spannungsabsenkung größer, beim Ausschalten wird die Spannungsüberhöhung größer und dauert so lange, bis der Strom auf 0 abgesunken ist (wegen  $u_{L\sigma} = L_\sigma \frac{di}{dt}$ )*

3. Einfluss einer schnelleren Diode auf die Schaltvorgänge des IGBTs beschreiben

*Lösung:*

*Das Verhalten der Diode beeinflusst vor allem der Einschaltvorgang, Ausschaltvorgang kaum verändert.*

---

<sup>3</sup>Man sollte den Kommutierungswinkel rechnerisch ermitteln. Qualitative Aussage ergab keine Punkte, wenn das Wechselrichterkippen nicht erkannt wurde.

---

*Die Rückstromspitze und die Spannungsüberhöhung an der Diode werden größer. Der Einschaltvorgang passiert schneller, die Verluste werden kleiner.*

4. Es werden in dem Halbleiter durch ein spezielles Material zusätzliche Rekombinationsstellen erzeugt. Wie verändert sich der Schaltvorgang?

*Lösung:*

*Durch die Rekombination wird die Lebensdauer der Ladungsträger verkürzt, die gespeicherte Ladung wird schneller abgebaut und der Schaltvorgang findet schneller statt.*