

1 Auslegung und Aufbau

1. Dimensionieren Sie die Leistungsdrossel des Wandlers.

- Bestimmen Sie den Drosselwert.

– Angaben: $U_{in} = 12V$, $U_{out,max} = 24V$, $I_{out,max} = 2A$, $f_s = 62745.1Hz$.

a) **Berechnung** mit Annahme: $\eta = 1$

* Wirkungsgrad:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{I_{out} \cdot U_{out}}{I_{in} \cdot U_{in}}$$

Daraus folgt:

$$I_{in} = \frac{I_{out} \cdot U_{out}}{U_{in}} = \frac{2A \cdot 24V}{12V} = 4A$$

* Welligkeit des Stroms:

$$r = 0.3 \rightarrow \text{mit } I_L = I_{in} \quad \Delta I_L = 0.3 \cdot I_L = 1.2A$$

* Ausgangsspannung und Tastverhältnis:

$$U_{out} = \frac{U_{in}}{1-D} \Leftrightarrow D = 1 - \frac{U_{in}}{U_{out}} = 0.5$$

* Einschaltzeit:

$$t_{on} = D \cdot T = 0.5 \cdot \frac{1}{f_s} = 7.9687 \mu s$$

* Induktivität der Drossel:

$$\Delta I_L = \frac{U_e \cdot t_{on}}{L} \Leftrightarrow L = \frac{U_e \cdot t_{on}}{\Delta I_L}$$

Einsetzen:

$$L = \frac{12V \cdot 7.9687 \mu s}{1.2A} \approx 80 \mu H$$

- Bestimmen Sie das minimale Luftspaltvolumen.

b) **Berechnung** mit Annahme $B_{max} = 0.3T$

–

$$\begin{aligned} V_{luft} &= \frac{L \cdot \hat{i}_L^2 \cdot \mu_0}{B_{max}^2} \\ &= \frac{80 \mu H \cdot (4 + 0.6)^2 \cdot \mu_0}{(0.3T)^2} \\ &= 23.6 \cdot 10^{-9} m^3 \end{aligned}$$

– Berechnung der Luftspalthöhe:

$$L_{luft} = \frac{V_{luft}}{A_{min}}$$

mit $A_{min} = 71.0 mm^2 = 71.0 \cdot 10^{-4} m^2$ (aus dem Datenblatt), ergibt sich:

$$L_{luft} = \frac{23.6 \cdot 10^{-9} m^3}{71.0 \cdot 10^{-4} m^2} = 0.33 mm$$

- Wählen Sie einen geeigneten Kern und bestimmen Sie die benötigte Anzahl der Windungen.

c) **Berechnung:**

– Wahl geeigneten Kerns:

– Berechnung der Windungszahl:

$$\begin{aligned} N &= \sqrt{\frac{L}{A_L}} \\ &= \sqrt{\frac{80 \mu H}{201 nH}} = 20 \end{aligned}$$

- Dimensionieren Sie den Draht der Wicklung.

d) Berechnung:

- Berechnung des Drahtdurchmessers mit Annahme von $S \approx 6 \frac{A}{mm^2}$:

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{\frac{4 \cdot I_{L(RMS)}}{\pi \cdot S}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \cdot 4 A}{\pi \cdot 6 \frac{A}{mm^2}}} = 0.92 mm \approx 1 mm \end{aligned}$$

- Berechnung des Skin-Effekts mit Annahme von $\mu_{r(Cu)} \approx 1$, $\kappa_{Cu} = 56 \frac{MS}{m}$:

$$\begin{aligned} \delta &= \sqrt{\frac{1}{\pi \cdot f_s \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \kappa_{Cu}}} \\ &= \sqrt{\frac{1}{\pi \cdot 62745.1 \text{ Hz} \cdot \mu_0 \cdot 56 \frac{MS}{m}}} = 0.268 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Berechnung der Anzahl der Leiterstränge für Litzendraht:

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_{ges}}{A(d)} = \frac{\pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2}{\pi \cdot \delta^2} \\ &= \frac{\pi \cdot \left(\frac{0.92 \text{ mm}}{2}\right)^2}{\pi \cdot (0.268 \text{ mm})^2} \approx 3 \end{aligned}$$

es werden $n = 3$ Stränge benötigt.

- Bauen Sie anhand Ihrer Auslegung eine Drossel für Ihren Wandler.

d) Simulation:

- Als Transistortreiber soll ein Emitterfolger verwendet werden.
 - Informieren Sie sich vorab über den Aufbau sowie die Funktionsweise der Treiberstufe und simulieren Sie diese in LT-Spice. Als Ansteuerspannung des Transistors werden die 12V Eingangsspannung verwendet.
 - Das benötigte PWM-Signal zur Ansteuerung des Wandlers wird von einem Arduino-Mikrocontroller erzeugt. Da dieses Signal lediglich ein Spannungsniveau von 5V aufweist, muss dieses Signal noch an das Potential des Emitterfolgers angepasst werden. Überlegen Sie sich eine geeignete Schaltung und ergänzen Sie Ihre Simulation entsprechend.
- Berechnen Sie den Wert der Ausgangskapazität. Als Eingangskapazität kann ein Wert von $1 \times 680 \mu F$ verwendet werden.
- Zeichnen Sie den Stromlaufplan Ihrer Schaltung.
 - Der Tastgrad des Wandlers soll wahlweise fest oder mittels eines Potentiometers vorgegeben werden. Zusätzlich soll jede Sekunde die aktuelle Ausgangsspannung ausgegeben werden. Wählen Sie für diese Aufgabe geeignete Eingänge des Controllers und dimensionieren Sie die Schaltung zur Sollwertvorgabe sowie die Ausgangsspannungsmessung.
- Bauen Sie anhand Ihrer Auslegung einen Aufwärtswandler auf einer Lochrasterleiterplatte.
 - Informieren Sie sich hierfür im Voraus über den Begriff Kommutierungskreis und versuchen Sie diesen soweit wie möglich zu optimieren.

2 Versuchsdurchführung