

Projektarbeit: Buckconverter (Step-Down)

Cyril Stoller, Jascha Haldemann, Marcel Bärtschi, Nicola Käser

23. Mai 2013

1 Ziel/Anforderungen

Mithilfe der im Unterricht erarbeiteten Theorie und der Application Note von Infineon sollen alle Berechnungen für die Verluste durchgeführt werden und eine Drossel und ein Kondensator dimensioniert werden. Die Diode und der MOSFET sind vorgegeben. Alle Werte sollen für einen Eingangsspannungsbereich von 12-75 Volt, eine Ausgangsspannung von 10-10 Volt und einen Ausgangsstrom von 0-10 Ampère berechnet werden.

2 Schema

Ein Buckconverter oder Abwärtswandler funktioniert nach folgendem Schema. Die PWM-Ansteuerung des MOSFET wurde hier einfachheitshalber weggelassen.

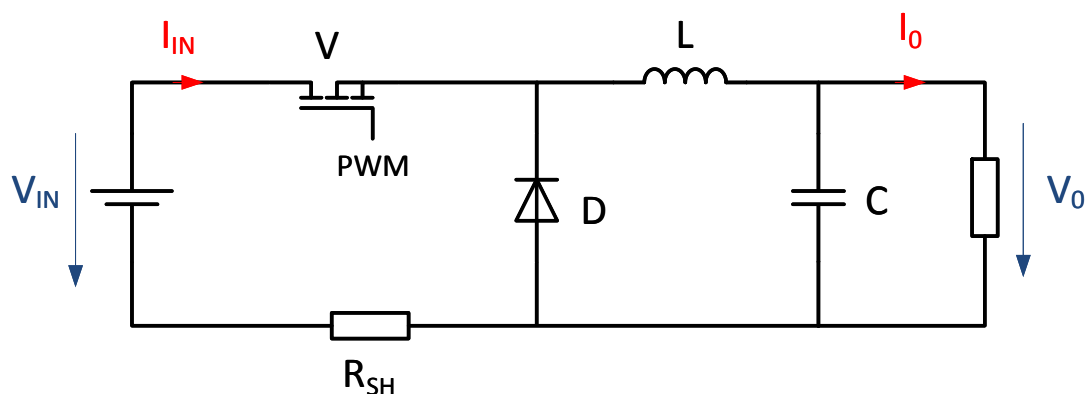


Abbildung 1: Schema Stepdown Converter

3 Duty Cycle

Um den Duty Cycle zu bestimmen sind wir nach folgender Formel vorgegangen. Im Matlabskript haben wir für alle Werte, welche in einem gewissen Bereich variieren Matrizen erstellt. Somit können wir einfach elementweise alle Werte berechnen, ohne mit Loops zu arbeiten. Dies ist viel anschaulicher und besser lesbar.

$$D = \frac{(V_0 + (R_l + R_0) \cdot I_0 + V_{f0})}{(V_{in} - (R_{DSon} + R_{sh} - R_0) \cdot I_0 + V_{f0})} \quad (I)$$

Aus dieser Formel ergibt sich für die Ein- bzw. Ausgangsspannung bei 10 Ampere folgende Grafik:

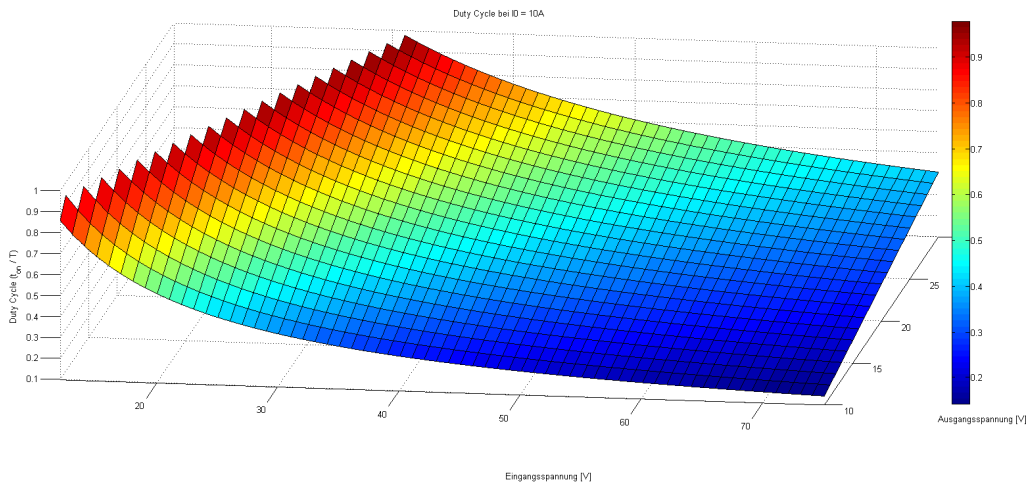


Abbildung 2: Duty Cycle bei 10A

Man erkennt gut, dass dort wo die Ausgangsspannung praktisch gleichgross ist wie die Eingangsspannung der Duty Cycle beinahe eins wird. Dies macht ja auch Sinn, denn in diesem Fall muss der FET immer leiten.

4 Wirkungsgrad

Um den Wirkungsgrad zu bestimmen muss zuerst die gesamte Verlustleistung ausgerechnet werden. Dies enthält die Schalt- und Leitverluste. Die Leckverluste werden vernachlässigt.

4.1 Leitverluste

Die Leitverluste werden mit einfachen Modellen der Bauteile berechnet. Dabei wird z.B. beim MOSFET nur der Drain-Source Widerstand bestimmt und mit dem Quadrat des Effektivwerts des durchfliessenden Stromes multipliziert.

4.2 Schaltverluste

5 Dimensionierung Drossel

Die Spule kann berechnet werden, indem man beim maximalen Ripple Δi (20% von I_{0max} gewählt) die Spannung über der Spule bestimmt.

$$U_L = L \cdot \frac{di}{dt} \quad (\text{II})$$

Diese Formel kann für kleine Δi und kurze Zeiten folgendermassen approximiert werden:

$$U_L = L \cdot \frac{\Delta i}{D \cdot T} \quad (\text{III})$$

Wobei D der Duty Cycle und T die Periodendauer sind. Stellt man die Gleichung nach L um und berechnet die Spannung U_L nach Kirchhofschem Maschensatz, erhält man die Gleichung:

$$\begin{aligned} L &= \frac{(V_{IN} - V_0 - (R_{SH} + R_{DSon}) \cdot I_0) \cdot D \cdot T}{\Delta i} \\ &= \frac{(75V - 30V - (10m\Omega + 2.7m\Omega) \cdot 10A) \cdot 0.4074 \cdot 12.5\mu s}{2A} = 114\mu H \end{aligned} \quad (\text{IV})$$

5.1 Ripple des Stromes Δi

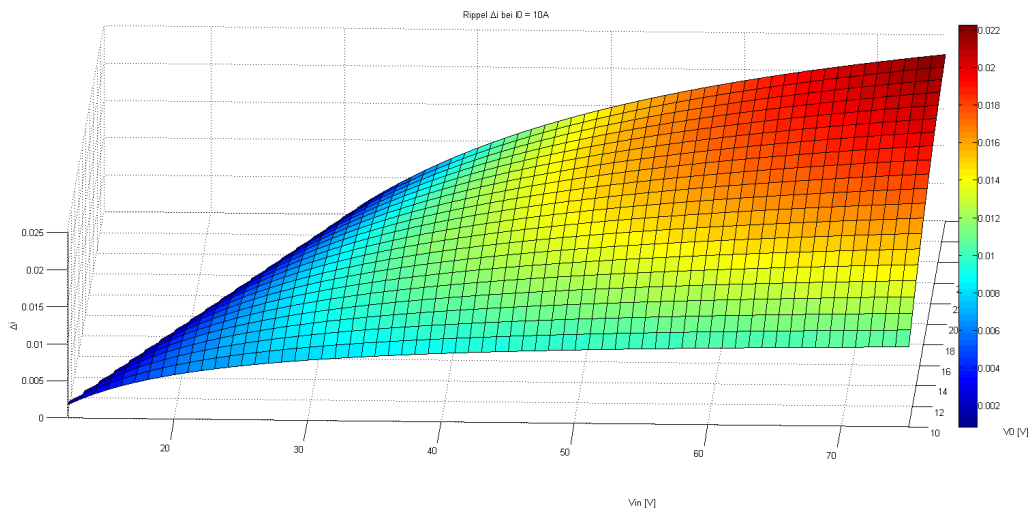


Abbildung 3: Ripple bei 10A

6 Dimensionierung Kondensator