

Spannungsregelung

Projektlabor 2015

Lutz Schüle

Technische Universität Berlin

17. November 2015

- 1 Übersicht
- 2 Lineare Spannungsregler
- 3 Schaltregler
- 4 Vergleich
- 5 Referenzen

- 1 Übersicht
- 2 Lineare Spannungsregler
- 3 Schaltregler
- 4 Vergleich
- 5 Referenzen

Warum?

Angenommen wir wollen einen Verbraucher betreiben, haben aber keine Spannungsquelle verfügbar, die die Eingangsspannung des Verbrauchers herstellen kann.

Warum?

Angenommen wir wollen einen Verbraucher betreiben, haben aber keine Spannungsquelle verfügbar, die die Eingangsspannung des Verbrauchers herstellen kann.

Ein Beispiel

- Versorgung: 12V Akku
- Verbraucher: 5V

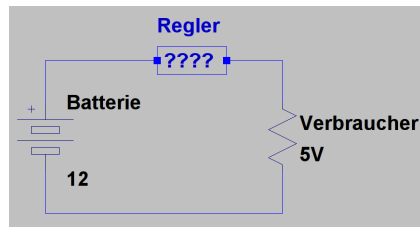


Abbildung: Beispielschaltung

Warum?

Angenommen wir wollen einen Verbraucher betreiben, haben aber keine Spannungsquelle verfügbar, die die Eingangsspannung des Verbrauchers herstellen kann.

Ein Beispiel

- Versorgung: 12V Akku
- Verbraucher: 5V
- **ACHTUNG:**
Versorgungsspannung ist nicht konstant!

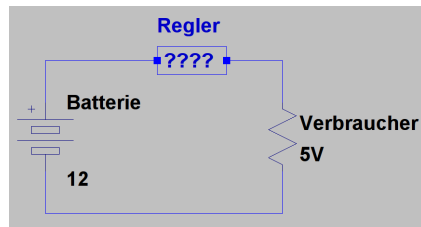


Abbildung: Beispielschaltung

- 1 Übersicht
- 2 Lineare Spannungsregler**
- 3 Schaltregler
- 4 Vergleich
- 5 Referenzen

Funktionsweise am Beispiel vom LM317

- Bipolartransistor wird angesteuert
- Im Prinzip: variabler Widerstand
- hat 3 Pins: IN, OUT, ADJUST
- ADJUST wird über das Verhältnis des Spannungsteilers eingeregelt



Abbildung: Linearer Regler: LM317 [1]

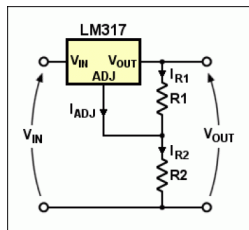


Abbildung: Grundbeschaltung vom LM317 [2]

Verlustleistung

- Der LM317 dient als variabler Widerstand
- Angenommen: der Verbraucher zieht einen Strom von 1A

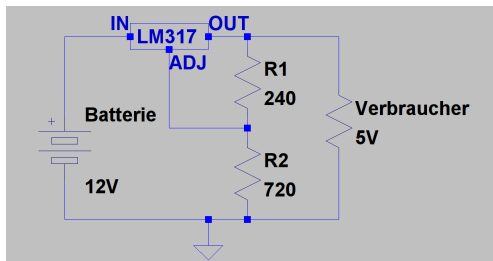


Abbildung: Schaltbild zum Beispiel

Verlustleistung

- Der LM317 dient als variabler Widerstand
- Angenommen: der Verbraucher zieht einen Strom von 1A
- $P = U \cdot I$

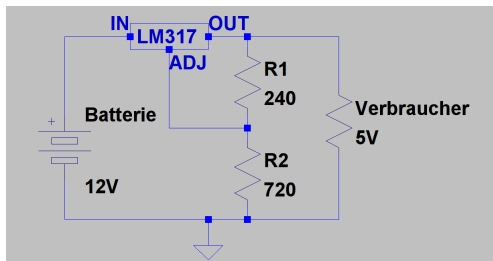


Abbildung: Schaltbild zum Beispiel

Verlustleistung

- Der LM317 dient als variabler Widerstand
- Angenommen: der Verbraucher zieht einen Strom von 1A
- $P = U \cdot I$
- $P_{\text{Verlust}} = 7V \cdot 1A = 7W$

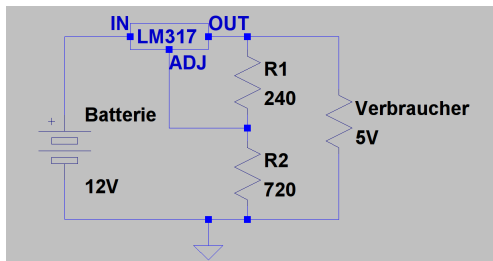


Abbildung: Schaltbild zum Beispiel

Verlustleistung

- Der LM317 dient als variabler Widerstand
- Angenommen: der Verbraucher zieht einen Strom von 1A
- $P = U \cdot I$
- $P_{\text{Verlust}} = 7V \cdot 1A = 7W$
- Das sind 7 Watt Wärmeleistung!

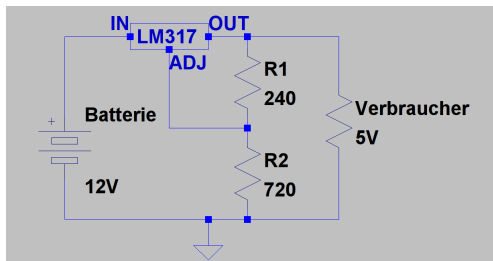


Abbildung: Schaltbild zum Beispiel

- 1 Übersicht
- 2 Lineare Spannungsregler
- 3 Schaltregler**
- 4 Vergleich
- 5 Referenzen

Funktionsweise

- Nicht linear
- Besitzen Energiespeicher und einen Schalter
- Durch gezieltes schalten des Schalters kann Ausgangsspannung geändert werden
- mehrere hundert bis Millionen Schaltzyklen je Sekunde

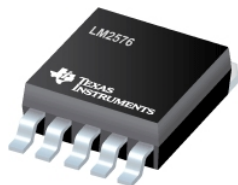


Abbildung: LM2576 [3]

Funktionsweise

- Nicht linear
- Besitzen Energiespeicher und einen Schalter
- Durch gezieltes schalten des Schalters kann Ausgangsspannung geändert werden
- mehrere hundert bis Millionen Schaltzyklen je Sekunde

Arten von Schaltreglern

- Abwärtsregler
- Aufwärtsregler
- Ladungspumpen

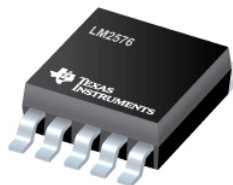


Abbildung: LM2576 [3]

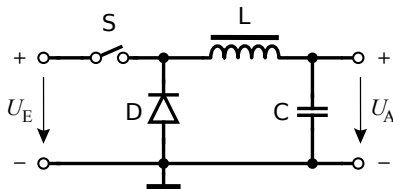


Abbildung: Schaltbild eines Step-Down Reglers [4]

Aufbau

- Serienschaltung von Schalter, Spule, Last
- Diode und Glättungskondensator parallel geschaltet
- Diode ist während der OFF-Phase offen
- Kondensator dient sowohl als Energiespeicher, als auch Glättungselement

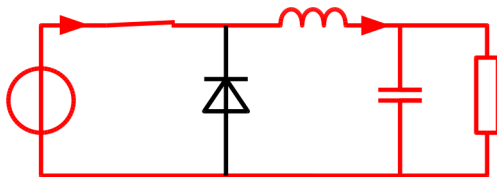


Abbildung: Step-Down Schaltung ON [5]

ON-Phase

- Spannung fällt ueber der Drossel ab
- $U_{out} < U_{in}$
- Magnetfeld in der Spule baut sich auf
- Widerstand der Spule faellt $\rightarrow U_{out}$ teigt

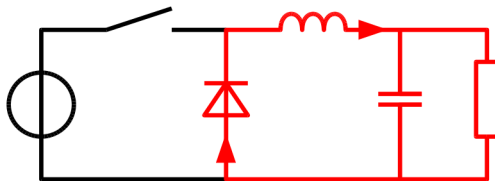


Abbildung: Step-Down Schaltung OFF [5]

OFF-Phase

- Das Magnetfeld der Drossel baut sich ab
- Es fließt ein Strom durch den Verbraucher und Diode
- Sinkt U_{out} unter einen bestimmten Wert, wird der Schalter wieder geschlossen

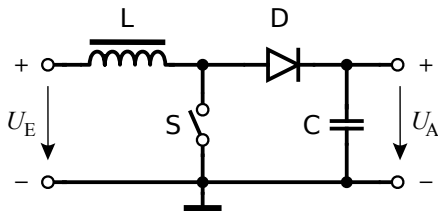


Abbildung: Schaltbild eines Step-Up Reglers [6]

Aufbau

- Serienschaltung von Spule, Diode und Last
- Schalter und Glättungskondensator parallel geschaltet
- Diode leitet während der OFF-Phase
- Kondensator dient sowohl als Energiespeicher, als auch Glättungselement

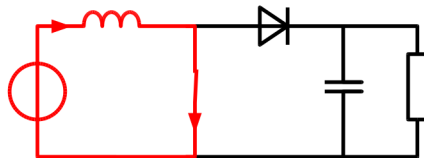


Abbildung: Step-Up Schaltung ON [7]

ON-Phase

- Es fließt ein Strom durch die Spule und den Schalter
- In der Spule baut sich ein Magnetfeld auf
- Die Gespeicherte Energie in der Spule steigt an

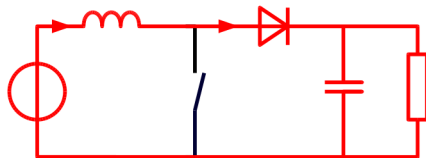


Abbildung: Step-Up Schaltung OFF [7]

OFF-Phase

- Das Magnetfeld der Spule baut sich ab
- Es baut sich sehr schnell eine Spannung U_{out} auf
- Die Diode leitet
- Der Strom fließt über die Last

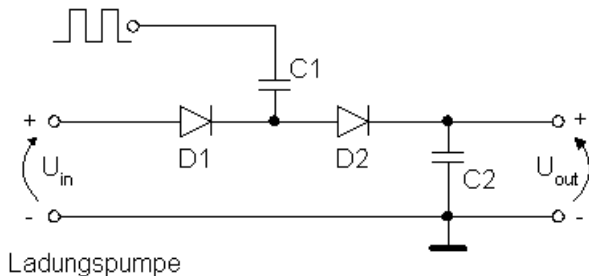


Abbildung: Schaltbild einer Ladungspumpe [8]

Aufbau

- Keine (teuren) Spulen
- Besteht allein aus Kondensatoren und Dioden
- Benötigt Rechteck Wechselspannung

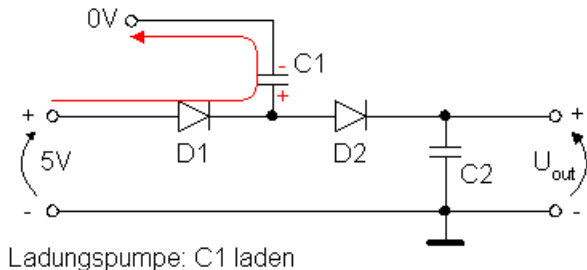


Abbildung: Ladungspumpe Schaltung OFF [8]

OFF-Phase

- Rechteckspannung: 0V
- C_1 wird durch 5V Versorgung auf 4,3V geladen
- C_2 wird durch 5V Versorgung auf 3,6V geladen

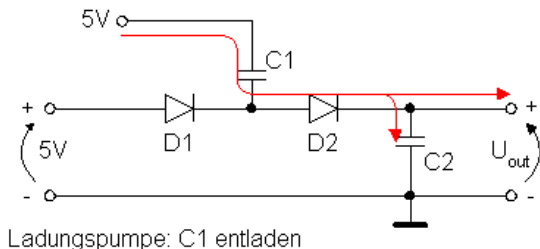


Abbildung: Ladungspumpe Schaltung ON [8]

ON-Phase

- Rechteckspannung: 5V
- D_2 leitet, sobald $U_{D_1 D_2} > U_{C_2}$, also 4,3V ist
- C_1 entlädt sich
- $U_{out_{max}} = 3,6V + 4,3V = 7,9V$

- 1 Übersicht
- 2 Lineare Spannungsregler
- 3 Schaltregler
- 4 Vergleich**
- 5 Referenzen

Vorteile



Abbildung: LM317 [1]

- Preis: $0,20 < X < 1,00$ EUR
- Leicht zu beschalten
- Leicht zu dimensionieren
- Relativ stabile Ausgangsspannung

Nachteile

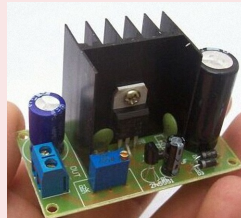


Abbildung: Gekühlter LM317 [9]

- Schlechter Wirkungsgrad
- Hohe Wärmeentwicklung
- Müssen gekühlt werden
- Keine Spannungshochregelung

Vorteile



Abbildung: LM2576 [3]

- Hoher Wirkungsgrad: über 80% möglich
- Hoch- und Runterreglung
- Können ohne Induktivitäten umgesetzt werden → Ladungspumpen

Nachteile

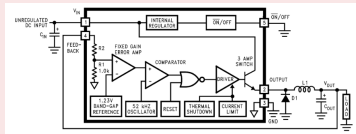


Abbildung: LM2576 Blockdiagram [10]

- Hohe Preise:
 $2,00 < X < 10,00$ EUR
- Komplizierter zu schalten
- Ausgangsspannung kann bei Laständerung stark schwanken

- 1 Übersicht
- 2 Lineare Spannungsregler
- 3 Schaltregler
- 4 Vergleich
- 5 Referenzen**



[website.](#)

Online abrufbar unter: url = <http://usercontent2.hubimg.com/5136369.jpg>.



[website.](#)

Online abrufbar unter: url =
http://www.hqew.net/files/Images/Article/Circuit_Diagram/lm317.thumbnail.gif.



[website.](#)

Online abrufbar unter: url =
<http://www.ti.com/graphics/folders/partimages/LM2576.jpg>.



[website.](#)

Online abrufbar unter: url = https://de.wikipedia.org/wiki/Abw%C3%A4rtswandler#/media/File:Buck_converter.svg.



[website.](#)

Online abrufbar unter: url =
https://en.wikipedia.org/wiki/Buck_converter#/media/File:Buck_operating.svg.



[website.](#)

Online abrufbar unter: url = https://de.wikipedia.org/wiki/Aufw%C3%A4rtswandler#/media/File:Boost_converter.svg



[website.](#)

Online abrufbar unter: url =

https://en.wikipedia.org/wiki/Boost_converter#/media/File:Boost_operating.svg.



[website.](#)

Online abrufbar unter: url =

<http://sprut.de/electronic/switch/schalt.html#pumpe>.



[website.](#)

Online abrufbar unter: url =

<http://www.365otoshop.com/media/catalog/product/cache/1/image/350x/9df78eab3>



[LM2576/LM2576HV Series SIMPLE SWITCHER 3A Step-Down Voltage Regulator.](#)