

Leistungselektronik
Entwicklung eines Aufwärtswandlers
Praktikum

EINLEITUNG

Ziel des Praktikums ist es Sie mit möglichst vielen Randaspekten der Leistungselektronik vertraut zu machen. Daher soll im Rahmen des Praktikums ein digital geregelter / gesteuerter Aufwärtswandler diskret auf einer Lochrasterleiterplatte aufgebaut werden. Hierbei soll sowohl die Auslegung der Leistungsdrossel als auch der Aufbau der Schaltung sowie die Programmierung des Wandlers von Ihnen umgesetzt werden.

Das Praktikum findet in Gruppen zu je 3 Personen statt. Das Praktikum gilt als bestanden sobald Sie Ihre Entwicklung abgeschlossen, die wichtigsten Größen messtechnisch nachgewiesen und die untenstehenden Fragen beantwortet haben. Der Nachweis erfolgt schriftlich, wobei eine Ausarbeitung je Gruppe einzureichen ist. Da die Entwicklung eine Teamleistung ist, sollten Sie von Beginn an auf eine klare Aufgabenverteilung achten.

SPEZIFIKATION DES WANDLERS

Leistungsdaten:

Eingangsspannung:	12V \pm 5%
Ausgangsspannung:	12V - 24V (\pm 2%)
Ausgangsstrom:	0 – 2A
Schaltfrequenz:	62745.1 Hz (Arduino Fast PWM)
Betrieb:	gesteuert / ggf. geregelt

VERFÜGBARE MESSMITTEL UND BAUELEMENTE

Die zu verwendenden Bauelemente sind für das Praktikum fest vorgegeben. Neben den Bauelementen stehen jeder Gruppe eine Lötstation, Laborunterlage, Zange, Oszilloskop, Trenntransformator, Multimeter und ein Labornetzteil zur Verfügung.

Bauelemente:

<i>Schalttransistor:</i>	N-CH 50V 30A BUZ11-NR4941
<i>Diode:</i>	SCHOTTKY 100V MBR20100CTTU
<i>Ansteuerung:</i>	Arduino Nano
<i>Strommesswiderstand:</i>	0.1 OHM 1W
<i>Kondensatoren:</i>	<ul style="list-style-type: none">• 680μF 50V Elko• 100nF 50V Keramik Kondensator
<i>Potentiometer:</i>	10K OHM 1/20W
<i>Drosselbauelemente:</i>	<ul style="list-style-type: none">• Kerne: ETD29 / N87 (Luftspalt 0,0mm; 0,1mm; 0,2mm; 0,5mm; 1,0mm)• Spulenkörper
<i>Draht:</i>	<ul style="list-style-type: none">• Silberdraht (zur Verdrahtung des Leistungspfad auf der Leiterplatte)• Schaltdraht (zur Verdrahtung der Signale)• Kupferlackdraht: 1mm; 0,85mm; 0,5mm; 0,15mm; 0,08mm• Litze: 45x0,1mm; 25x0,1mm; 10x0,1mm;
<i>Rest:</i>	<ul style="list-style-type: none">• Kühlkörper• Schrauben• Isolierplättchen

- Kleinsignaltransistoren: BC546; BC556
- Anschlussklemmen (zweipolig)
- Elektronische Last oder Halogenbirnen 20W 12V

AUSLEGUNG UND AUFBAU

1. Dimensionieren Sie die Leistungsdrossel des Wandlers.
 - Bestimmen Sie den Drosselwert
 - Bestimmen Sie das minimale Luftspaltvolumen
 - Wählen Sie einen geeigneten Kern und bestimmen Sie die benötigte Anzahl der Windungen
 - Dimensionieren Sie den Draht der Wicklung
 - Bauen Sie anhand Ihrer Auslegung eine Drossel für Ihren Wandler
2. 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.
3. Berechnen Sie den Wert der Ausgangskapazität. Als Eingangskapazität kann ein Wert von 1x 680µF verwendet werden.
4. 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.
5. 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.

Hilfestellung: Arduino Code zur Ansteuerung

```
#define PWMpin 6
#define set_pin 0
#define ua_pin 1
int PWM_val = 0;
int Ua_val = 0;
unsigned long time_last = 0;

void setup()
{
  pinMode(PWMpin, OUTPUT); // sets the pin as output
  Serial.begin(9600);       // setup serial
  TCCR0A = _BV(COM0A1) | _BV(COM0B1) | _BV(WGM01) | _BV(WGM00); // Set Timer0 to 62.5kHz
  TCCR0B = _BV(CS00);
}

void loop()
{
  PWM_val = 1023 - analogRead(set_pin); // read the input pin
  PWM_val = PWM_val >> 2;
  PWM_val = (PWM_val < 10)?10:PWM_val;
  PWM_val = (PWM_val > 245)?245:PWM_val;
  analogWrite(PWMpin, PWM_val);

  if( (millis()-time_last) > 1000)
  {
    Ua_val = analogRead(ua_pin);
    Serial.print("U out :");
    Serial.println(Ua_val);
    time_last = millis();
  }
}
```

THEORETISCHE FRAGEN

1. Betreiben Sie den Wandler im lückenden Betrieb und messen Sie die Schaltspannung über dem Transistor.
 - Erklären Sie die einzelnen Spannungsniveaus des Transistors.
 - Die Schaltspannung weicht stark vom idealen Verlauf ab. Erklären Sie die Ursache für die Oszillationen, die der Spannung überlagert sind.
2. Messen Sie die Übertragungsfunktion U_a/U_e und erläutern Sie deren Verlauf. Vergleichen Sie hierbei den gemessenen Verlauf mit dem theoretischen Verlauf und erklären Sie eventuelle Unterschiede.
3. Messen Sie den Wechselanteil (die Restwelligkeit) der Ausgangsspannung und vergleichen Sie diesen mit dem theoretischen Verlauf.
 - Stellen Sie nennenswerte Abweichungen fest und falls ja, woher stammen diese?
 - Wodurch werden die einzelnen zeitlichen Abschnitte dieses Spannungsverlaufs geprägt?
4. Überprüfen Sie den Wert Ihrer Induktivität anhand des Stromanstieges in der Leistungsdrossel. (Hinweis: Zur Messung des Drosselstroms ist ein Messwiderstand erforderlich.)