

Prototyp przetwornicy impulsowej

Projekt grupy laboratorium prototypowania wspomaganego komputerowo

Jarosław Guziński, Patryk Strankowski

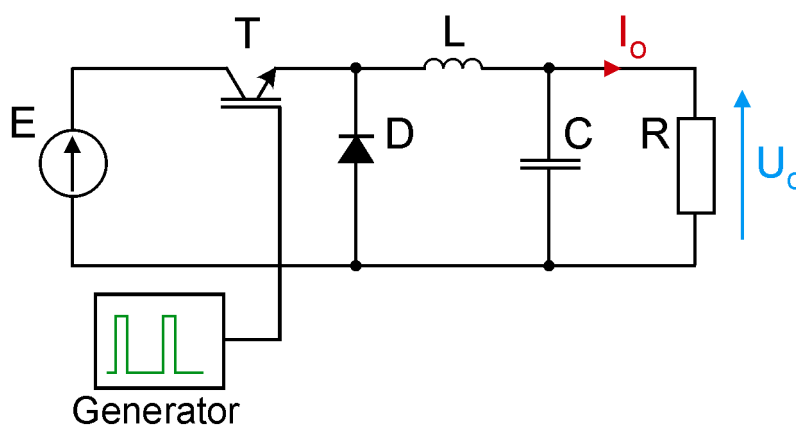
wer. 19.02.2018

1. Cel projektu

Celem projektu jest przygotowanie prototypu komputerowego i fizycznego przetwornicy impulsowej wraz z dokumentacją.

2. Opis i dane przetwornicy

Struktura projektowanego układu została pokazana na rys. 1.



Rys. 1. Przerwywacz tranzystorowy w układzie obniżającym napięcie (ang. *buck converter*)

Dane do obliczeń określone są w tab. 1.

Tab. 1. Dane projektowe przetwornicy impulsowej

Wielkość	Oznaczenie [jednostka]	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	P-11	P-12
Napięcie zasilania	E [V]	28	26	24	24	26	28	26	24	28	24	28	26
Maksymalny prąd obciążenia	$I_{o,max}$ [A]	2	2	3	3.5	1.5	2.5	2	1	3	2.5	3	1.5
Częstotliwość przełączeń tranzystora	f_s [kHz]	35	40	30	50	45	40	33	39	48	45	35	45
Materiał rdzenia													
Typ rdzenia	AL [nH]												
Indukcyjność dławika	L [μ H]	200	600	400	300	250	100	500	650	450	150	550	350

3. Organizacja pracy

Grupa laboratoryjna ma podzielić się na dwa zespoły robocze ZR_A i ZR_B. Każdy zespół roboczy ma podzielić się ponadto na 3 podzespoły robocze (PR_1, PR_2) i PR_3) odpowiedzialne za poszczególne składniki prototypu przetwornicy impulsowej.

Każdy z ZR ma wykonać jeden prototyp przetwornicy. Wymagana jest praca zespołowa - każdy z podzespołów roboczych PR_1, PR_2, PR_3 wykonuje zadania, które zostały mu przydzielone. Podział na ZR oraz na PR i przydział odpowiedzialności za realizację składników projektu odbywa się na pierwszych zajęciach. Na zajęciach laboratoryjnych będzie lista do zapisów.

Wszystkie części i materiały będą dostępne na laboratorium. Każdy ZR musi zapoznać się z tym, które elementy są dostępne w laboratorium.

4. Zakres projektu i podział na zadania

Wykonanie prototypu przetwornicy impulsowej obejmuje:

Podzespół roboczy **PR_1**:

- Przygotowanie modelu symulacyjnego w programie LTSpice
- Dopasowanie symulacji, tak aby otrzymać model rzeczywistego układu (m.in. przez wprowadzenie elementów pasożytniczych i dobór ich wartości).
- Opracowanie układu do sterowania z modulacją szerokości impulsów PWM tranzystorem przetwornicy. Zadawanie współczynnika wypełnienia impulsów ma odbywać się potencjometrem. Jako generator impulsów wykorzystać należy układ scalony NE555. Sterowanie bramki tranzystora ma być realizowane przez własny zaprojektowany obwód, który odpowiednio musi być dopasowany do zastosowanego tranzystora MOSFET.
- Montaż oraz testy układu sterowania tranzystorem na płycie uniwersalnej.
- Zebranie pomiarów oscyloskopowych do dokumentacji.
- Przygotowanie dokumentacji części projektu

Podzespół roboczy **PR_2**:

- Zamontowanie (lutowanie) elementów przetwornicy na zaprojektowanej płycie drukowanej.
- Projekt obwodu drukowanego przetwornicy w programie EAGLE.
- Przygotowanie plików wynikowych do wykonania obwodu drukowanego. Wydrukowanie na folii przezroczystej widoku miedzi do naświetlania płytki drukowanej. Płytkę drukowaną będzie wytrawiana chemicznie na zajęciach.
- Przygotowanie programu w G-kodzie do wiercenia otworów w płycie drukowanej i wykonanie otworów.
- Demontaż elementów z prototypowej płytki, sprawdzenie czy są sprawne oraz montaż elementów na obwodzie drukowanym (na zajęciach, narzędzia będą dostępne).
- Nadzór nad uruchomieniem prototypu przetwornicy.
- Przygotowanie dokumentacji części projektu

Podzespół roboczy **PR_3**:

- Model symulacyjny dławika w programie FEMM

- Projekt korpusu cewki przetwornicy w programie 3D (np. Google SketchUp, Autodesk 123D Design) i wygenerowanie pliku w formacie STL.
- Generacja pliku BFB dla drukarki 3D w programie AXON.
- Wykonanie korpusu cewki na drukarce 3D (Drukowanie musi odbyć się na zajęciach. Czas drukowania jednego korpusu to od 10 do 20 minut. Należy uzgodnić termin wykonania z drugim ZR).
- Wykonanie cewki: złożenie, elementów, nawinięcie uzwojenia, pomiar indukcyjności.
- Przygotowanie programu w G-kodzie do wykonania rysunku elementów i opisów na płycie drukowanej. Opisy zostaną wykonane pisakiem zamontowanym na obrabiarce – frezarce pionowej CNC.
- Przygotowanie dokumentacji części projektu
- Zebranie dokumentacji cząstkowych, ujednoczenie formatu dokumentacji całościowej projektu. Podzespół ten jest odpowiedzialny za dokumentację.

5. Warunki zaliczenia

Zaliczenie projektu wymaga wykonania i uruchomienia prototypu oraz przygotowania kompletnej dokumentacji. Działający prototyp i gotowa dokumentacja muszą być dostarczone do sprawdzenia na ostatnie zajęcia laboratoryjne. Ma być też przygotowana kompletna i prawidłowa dokumentacja projektowa.

Ocena jest wystawiana dla całego ZR. Najwyższe oceny M_{AX} to:

- $M_{AX}=5.0$ – układ zmontowany na zaprojektowanej płycie PCB
- $M_{AX}=4.5$ – układ zmontowany na uniwersalnej płycie PCB

Ocena wyznaczana na podstawie dwóch składników A oraz B wyrażanych w punktach podanych w tabeli 1 oraz tabeli 2, przy uwzględnieniu odpowiednich wag składników, zgodnie ze wzorem:

$$O_{CE} = M_{AX} \left(\frac{A}{21} \cdot 0.75 + \frac{B}{26} \cdot 0.25 \right)$$

a następnie ustalana z tabelki:

Przedział	Ocena projektu
$O_{CE} < 2.5$	2
$2.5 \leq O_{CE} < 3.0$	3
$3.0 \leq O_{CE} < 3.5$	3.5
$3.5 \leq O_{CE} < 4.0$	4
$4.0 \leq O_{CE} < 4.5$	4.5
$4.5 \leq O_{CE}$	5

Ponadto:

1. Prowadzący może podnieść ocenę o 0.5 jeśli prototyp i dokumentacja zostały przygotowane w terminie (prototyp na ostatnich zajęciach a dokumentacja w ciągu tygodnia, przy zachowaniu warunku dostarczenia całości przed końcem semestru).

2. Dodatkowo prowadzący może również podnieść ocenę o kolejne 0.5 dla grupy lub osób które pracowały ze szczególnym zaangażowaniem i nie mają żadnych braków ze wcześniejszych zajęć laboratoryjnych.
3. Ocena może zostać obniżona o 0.5 przy opóźnieniu terminu (oddanie dokumentacji w sesji).
4. Ocena może być obniżona w przypadku osób, które mają zaległości z wcześniejszych ćwiczeń laboratoryjnych.

6. Zawartość dokumentacji

Tabela 1 Zawartość dokumentacji
(Składnik A oceny, maksymalnie 21 pkt., waga składnika 0,75)

Lp	Zawartość projektu Każda pozycja wyceniana jest na 1 punkt
PR1	1. Opis funkcji obwodu 2. Schemat modelu symulacyjnego 3. Wyniki symulacji 4. Opis funkcji układu sterowania 5. Schemat układu generatora impulsów PWM 6. Wzory i obliczenia obliczenia dla NE555 7. Pomiary sygnału sterującego PWM 8. Pomiary oscyloskopowe przetwornicy 9. Wnioski
PR2	10. Schematy ideowe obwodu 11. Obwód drukowany: rysunek ścieżek, wymiary, rozmieszczenie elementów, obliczenie obciążalności ścieżek części silnoprowodowej 12. Lista części 13. Program w G-kodzie do wierceń otworów. 14. Opis czynności projektowania i wykonania obwodu drukowanego
PR3	15. Schemat modelu symulacyjnego w programie FEMM 16. Wzory i obliczenia charakterystyki magnesowania rdzenia dławika 17. Model 3D karkasu dławika 18. Wyniki symulacji 19. Pomiary indukcyjności 20. Program w G-kodzie rysunku elementów i opisów na płycie 21. Wnioski

PR3 odpowiedzialny jest za przygotowanie dokumentacji całości projektu. Musi zebrać dokumentację od poszczególnych podgrup roboczy i zebrać w jednolicie sformatowany dokument. PR3 musi sprawdzić i zweryfikować dokumentację zgodnie tabelą 2, **którą należy dołączyć do dokumentacji projektu.**

Tabela 2 Lista sprawdzająca dokumentacji
(składnik B oceny, maksymalnie 26 pkt., waga składnika 0,25)

Lp	Każda pozycja wyceniana jest na 1 punkt	Weryfikacja studenta	Weryfikacja nauczyciela
	<u>Ogólna dokumentacja</u>		
1.	Strona tytułowa		
2.	Uczestnicy (Nr. indeksu)		
3.	Numer projektu i dane		
4.	Spis treści		
5.	Numeracja stron		
	<u>Rysunki</u>		
6.	Numeracja		
7.	Opis		
8.	Opis symboli		
9.	Odpowiednia wielkość i jakość		
	<u>Wykresy (pomiar)</u>		
10.	Numeracja		
11.	Opis		
12.	Oznaczenia współrzędnych		
13.	Sensowność przebiegów		
14.	Wyjaśnienie do każdego przebiegu		
	<u>Tablice</u>		
15.	Numeracja		
16.	Opis		
17.	Jednostki		
18.	Przykładowe obliczenia		
	<u>Wzory</u>		
19.	Numeracja		
20.	Jednostki		
21.	Opis wielkości, zmiennych		
	<u>Schematy i rysunki</u>		
22.	Schematy modeli symulacyjnych		
23.	Schemat ideowy		
24.	Obwód drukowany		
25.	Rysunki techniczne rdzenia i korpusu		
	<u>Pozostałe</u>		
26.	Wnioski		

7. Zespoły robocze

Grupa laboratoryjna			
Dzień tygodnia		godzina	
Zespół roboczy	Podzespół Roboczy	Skrócony opis zakres	Nazwisko i imię
ZR_A	Projekt P-.....		
	PR_1	Model symulacyjny LTSpice. Opracowanie układu do sterowania z PWM z wykorzystaniem NE555. Montaż oraz testy układu sterowania tranzystorem na płycie uniwersalnej. Zebranie pomiarów oscyloskopowych do dokumentacji. Przygotowanie dokumentacji części projektu.	1.
			2.
	PR_2	Projekt obwodu drukowanego przetwornicy w programie EAGLE. Przygotowanie plików wynikowych PCB. Przygotowanie folii do naświetlania PCB. Lutowanie elementów PCB. Program w G-kodzie do wiercenia otworów i wykonanie otworów. Demontaż elementów z prototypowej płytki i ich sprawdzenie oraz montaż elementów na PCB. Nadzór nad uruchomieniem przetwornicy. Przygotowanie części dokumentacji projektu	1.
			2.
	PR_3	Model dławika w FEMM. Projekt 3D korpusu cewki i przygotowanie pliku STL. Generacja pliku BFB dla drukarki 3D. Drukowanie 3D korpusu cewki. Budowa cewki, pomiar indukcyjności. Program w G-kodzie do wykonania rysunku elementów i opisów na PCB. Przygotowanie dokumentacji części projektu. Zebranie dokumentacji cząstkowych, ujednolicenie formatu dokumentacji całościowej projektu.	1.
			2.
ZR_B	Projekt P-.....		
	PR_1	Model symulacyjny LTSpice. Opracowanie układu do sterowania z PWM z wykorzystaniem NE555. Montaż oraz testy układu sterowania tranzystorem na płycie uniwersalnej. Zebranie pomiarów oscyloskopowych do dokumentacji. Przygotowanie dokumentacji części projektu.	1.
			2.
	PR_2	Projekt obwodu drukowanego przetwornicy w programie EAGLE. Przygotowanie plików wynikowych PCB. Przygotowanie folii do naświetlania PCB. Lutowanie elementów PCB. Program w G-kodzie do wiercenia otworów i wykonanie otworów. Demontaż elementów z prototypowej płytki i ich sprawdzenie oraz montaż elementów na PCB. Nadzór nad uruchomieniem przetwornicy. Przygotowanie części dokumentacji projektu	1.
			2.
	PR_3	Model dławika w FEMM. Projekt 3D korpusu cewki i przygotowanie pliku STL. Generacja pliku BFB dla drukarki 3D. Drukowanie 3D korpusu cewki. Budowa cewki, pomiar indukcyjności. Program w G-kodzie do wykonania rysunku elementów i opisów na PCB. Przygotowanie dokumentacji części projektu. Zebranie dokumentacji cząstkowych, ujednolicenie formatu dokumentacji całościowej projektu.	1.
			2.