



ANALOGOWE I MIESZANE STEROWNIKI PRZETWORNIC

# Ćwiczenie 3

## Przetwornica podwyższająca napięcie Symulacje analogowego układu sterowania

Ramowy plan pracy

15'	30'	45'	1 <sup>h</sup>	1 <sup>h</sup> 15'	1 <sup>h</sup> 30'	po zajęciach

Opracowanie ćwiczenia i instrukcji:  
Bartosz Pękosławski, Łukasz Starzak

Łódź 2019

wer. 1.0.0. 9.03.2019



## Spis treści

<b>B Wprowadzenie do ćwiczenia .....</b>	<b>5</b>
1. Cel i przebieg ćwiczenia .....	5
2. Podstawy teoretyczne .....	6
2.1. Wprowadzenie .....	6
<b>C Doświadczenie.....</b>	<b>8</b>
3. Symulacje .....	8
3.1. Wykonanie symulacji.....	8
<b>D Wyniki.....</b>	<b>13</b>
4. Opracowanie i analiza wyników .....	13
<b>E Informacje.....</b>	<b>15</b>
5. Literatura .....	15



## Wprowadzenie do ćwiczenia

---

### 1. Cel i przebieg ćwiczenia

---

Celem ćwiczenia jest poznanie budowy i zasady działania analogowego układu sterowania przetwornicą podwyższająca napięcie. Układ ten jest zamodelowany w programie PSpice i symulowany w celu wyznaczenia przebiegu napięcia wyjściowego i prądu dławika w czasie dla różnych warunków pracy przetwornicy. W szczególności weryfikowane jest czy przetwornica pracuje w trybie CCM (ciągłego prądu dławika), czy napięcie wyjściowe ma określony poziom oraz czy zaburzenia napięcia wejściowego nie powodują niestabilnej pracy układu.

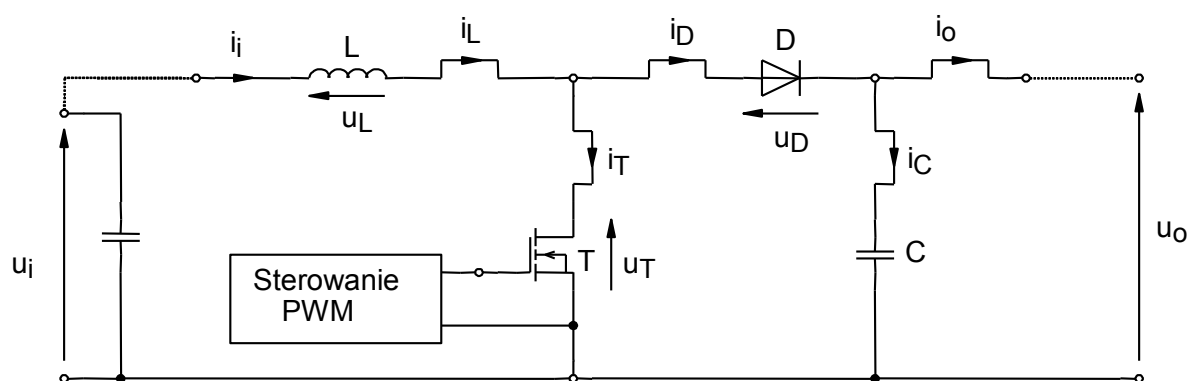
## 2. Podstawy teoretyczne

---

### 2.1. Wprowadzenie

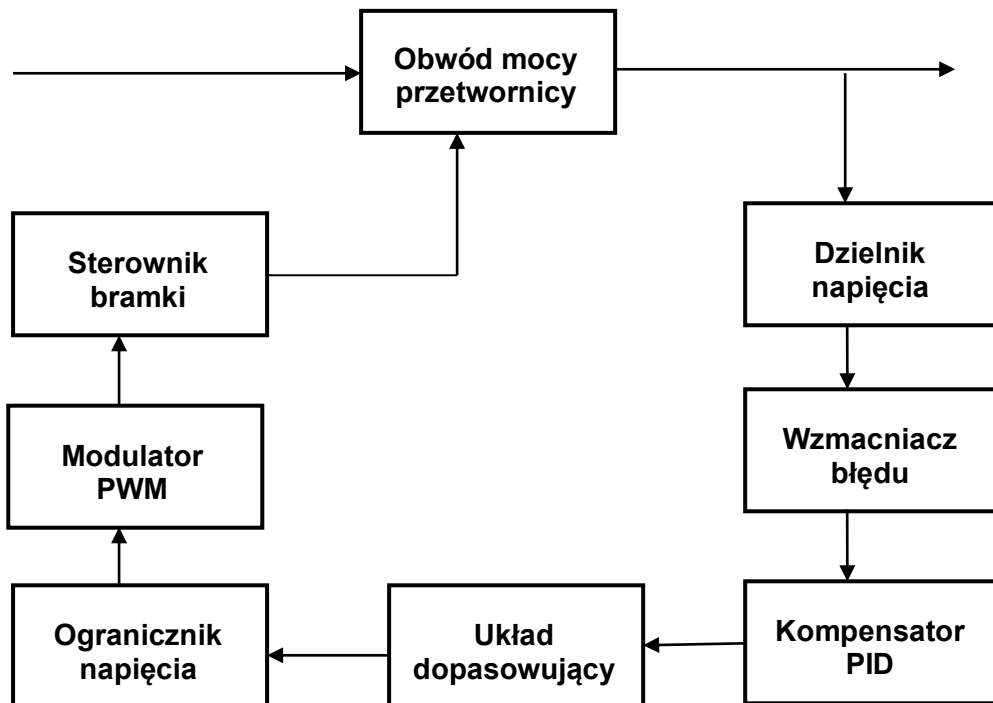
Wiadomości dotyczące przetwornic niezbędne do wykonania ćwiczenia zostały podane na wykładzie oraz w instrukcji [2].

Schemat obwodu mocy przetwornicy podwyższającej napięcie ilustruje rys. 1. Układ sterowania jest oznaczony na nim jako blok „Sterowanie PWM”.



Rys. 1. Schemat obwodu mocy przetwornicy podwyższającej napięcie

Schemat blokowy układu sterowania jest przedstawiony na rys. 2.



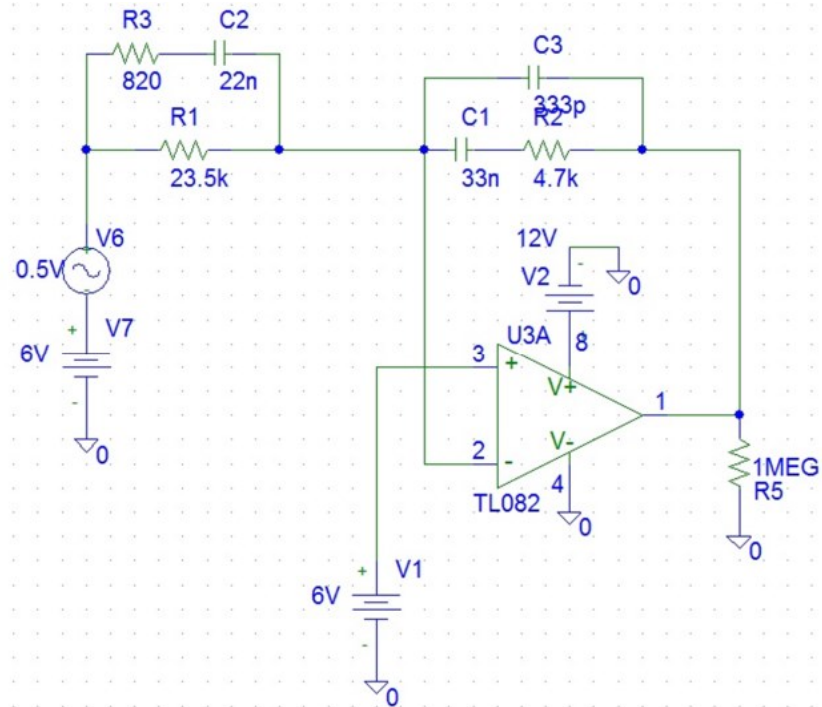
Rys. 2. Schemat blokowy układu sterowania przetwornicą

Napięcie wyjściowe przetwornicy jest dzielone w dzielniku napięcia i porównane z wartością zadaną. Wzmacniacz błędu odejmuje te napięcia i przekazuje ich różnicę do układu kompensatora PID. Po kompensacji zwiększony zostaje zapas fazy sygnału sprzężenia zwrotnego. Układ dopasowujący dostosowuje zakres napięć wyjściowych kompensatora PID do zakresu napięć wejściowych modulatora PWM. Ogranicznik napięcia ma za zadanie ograniczyć współczynnik wypełnienia generowanego przez modulator sygnału PWM do określonej wartości maksymalnej. Sygnał generowany przez modulator trafia do sterownika bramki i następnie po wzmacnieniu jest podawany na bramkę tranzystora MOS w obwodzie mocy przetwornicy. Układ sterowania może być zasilany z napięcia wejściowego lub z dodatkowego, zewnętrznego źródła napięcia.





- Przeprowadzić analizę DC Sweep dla napięcia wejściowego (v6) układu od zera do 12 V, w celu uzyskania charakterystyki  $D(U_{we})$ .
- Narysować poniższy schemat w programie PSpice (użyć modelu TL082, napięcie zasilania 12V) :



- Przeprowadzić analizę AC Sweep dla napięcia wejściowego AC (v6) w celu uzyskania wykresu częstotliwościowego modułu (skala logarytmiczna) i fazy transmitancji układu.
- Połączyć schematy z punktów 1 i 3, dorysować obwód mocy i pozostałe bloki układu sterowania zgodnie ze schematem:



6. Przeprowadzić analizę Transient przy nominalnej rezystancji obciążenia wynoszącej  $72 \Omega$ , dla trzech wartości napięcia wejściowego:

- 18 V,
- 12,5 V,
- 23,5 V.

Zapisać uzyskane przebiegi czasowe (napięcie wyjściowe, prąd dławika).

7. Powtórzyć punkt 6 dla dwukrotnie większej rezystancji obciążenia.

8. Dodać źródło napięcia AC (amplituda 1 V) w szeregu z napięciem wejściowym obwodu mocy.

9. Przeprowadzić analizę Transient przy nominalnej rezystancji obciążenia wynoszącej  $72 \Omega$ , dla napięcia wejściowego 18 V i następujących częstotliwości sinusoidalnego źródła AC:

- 100 Hz,
- 1 kHz,
- 10 kHz.



### 4. Opracowanie i analiza wyników

---

1. Określić równanie otrzymanej w punkcie 2 charakterystyki  $D(U_{we})$  dla modulatora PWM i zakresy napięć  $U_{we}$  oraz wartości współczynnika wypełnienia  $D$ .
2. Określić maksymalny zarejestrowany w punktach 6 i 7 czas stabilizacji napięcia wyjściowego po włączeniu zasilania.
3. Określić maksymalną zarejestrowaną w punktach 6 i 7 wartość przeregulowania napięcia wyjściowego oraz maksymalną zarejestrowaną wartość prądu dławika.
4. Określić czy przetwornica we wszystkich z badanych w punktach 6 i 7 scenariuszy pracuje w trybie CCM (po ustabilizowaniu napięcia wyjściowego).
5. Określić i wyjaśnić jaki jest najbardziej niekorzystny scenariusz przetwornicy z punktu widzenia sterowania.
6. Określić wpływ zaburzeń napięcia wejściowego na pracę przetwornicy (maksymalne wahania napięcia wyjściowego, która z badanych w punkcie 8 częstotliwości zaburzeń generuje największe wahania tego napięcia).
7. Podać zalety wynikające z użycia kompensatora PID.



### 5. Literatura

---

- [1] Nowak M., Barlik R.: *Poradnik inżyniera energoelektronika*. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1998.
- [2] Starzak Ł.: *Laboratorium przyrządów i układów mocy. Ćwiczenie 3B. Przetwornica dławikowa podwyższająca napięcie. Wer. 5.4*. Łódź: Politechnika Łódzka, 2009.
- [3] Starzak Ł.: *Przekształtniki elektroniczne. Ćwiczenie B3. Przepięcia łączeniowe*. Łódź: Politechnika Łódzka, 2010.
- [4] Mohan N., Undeland T.M., Robbins W.P.: *Power electronics: Converters, applications and design*. Wiley, 2003.