

POLITECHNIKA GDAŃSKA

Piotr Musznicki Szymon Racewicz Marek Turzyński

Przekształtniki energoelektroniczne DC-DC



Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

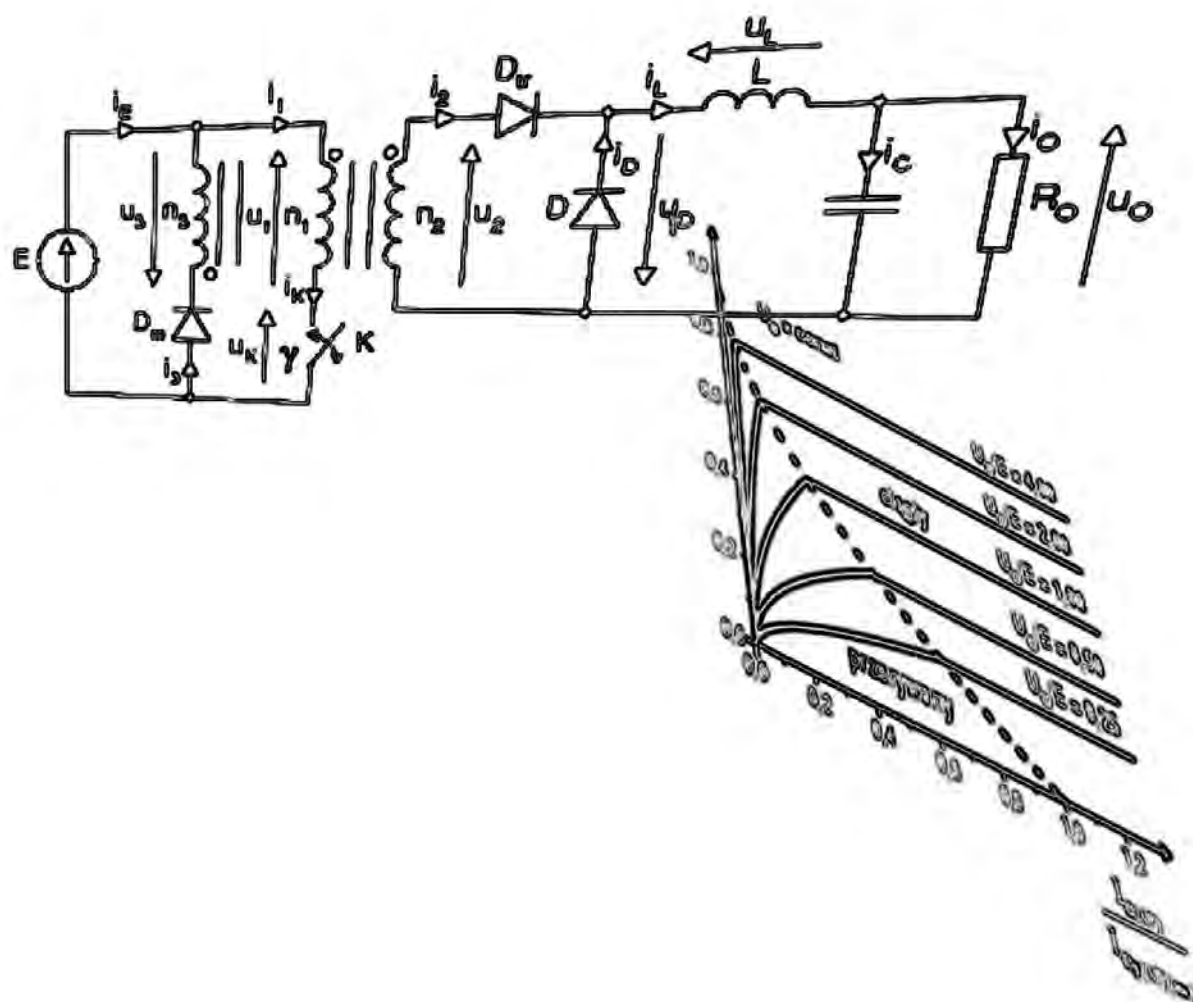
UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Materiały zostały przygotowane w związku z realizacją projektu pt. „Zamawianie kształcenia na kierunkach technicznych, matematycznych i przyrodniczych – pilotaż” współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego nr umowy: 46/DSW/4.1.2/2008 – zadanie 018240 w okresie od 21.08.2008–15.03.2012

Piotr Musznicki Szymon Racewicz Marek Turzyński

Przekształtniki energoelektroniczne DC-DC



Gdańsk 2012

PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO
WYDAWNICTWA POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

Janusz T. Cieśliński

RECENZENT

dr hab. inż. Bogusław Grzesik

Projekt okładki jest nawiązaniem do skryptu dra inż. Andrzeja Opolskiego
Zadania z energoelektroniki. Część I – Prostowniki, Gdańsk 1994

Wydano za zgodą
Rektora Politechniki Gdańskiej

Publikacja dostępna tylko w wersji elektronicznej

Oferta wydawnicza Politechniki Gdańskiej jest dostępna pod adresem
<http://www.pg.gda.pl/WydawnictwoPG>

© Copyright by Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej
Gdańsk 2012

ISBN 978–83–7348–446–7

WYDAWNICTWO POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

Wydanie I. Ark. wyd. 3,0, ark. druku 11,0, 1003/704

Przedmowa	1
1 Określenia i definicje	3
1.1 Symbole	3
1.2 Definicje	4
2 Beztransfornatorowe przekształtniki DC-DC	7
2.1 Układ impulsowy z odbiornikiem R	7
2.2 <i>Buck</i>	8
2.2.1 Tryb pracy ciągłej	9
2.2.2 Tryb graniczny	12
2.2.3 Tryb pracy przerywanej	14
2.2.4 Zadania	18
2.3 Boost	20
2.3.1 Tryb pracy ciągłej	21
2.3.2 Tryb graniczny	24
2.3.3 Tryb przerywany	26
2.3.4 Tętnienia napięcia wyjściowego	29
2.3.5 Zadania	29
2.4 Buck-Boost	31
2.4.1 Tryb pracy ciągłej	32
2.4.2 Tryb graniczny	35
2.4.3 Tryb pracy przerywanej	37
2.4.4 Zadania	39
2.5 Układ mostkowy	42
2.5.1 Strategia bipolarna	43
2.5.2 Strategia unipolarna	46
2.5.3 Zadania	50
3 Transfornatorowe przekształtniki DC-DC	59
3.1 Flyback	59
3.1.1 Tryb pracy ciągłej	61
3.1.2 Tryb graniczny	65
3.1.3 Tryb pracy przerywanej	68
3.2 Forward	72
3.2.1 Zasada działania	72
3.2.2 Charakterystyczne parametry układu typu <i>Forward</i>	75
Literatura	78



Przedmowa

Niniejsze opracowanie zawiera opis sześciu wybranych typów przekształtników energoelektronicznych DC-DC, które znajdują szerokie zastosowanie również w układach odnawialnych źródeł energii. Założeniem do analizy przekształtników energoelektronicznych jest, że wszystkie elementy przekształtników, R , L , C , L _sprężone oraz dioda i łącznik są elementami idealnymi. Oznacza to, że ich modele opisywane są za pomocą stałych skupionych, a ich wartości, nie zależą od napięcia/prądu na zaciskach. Dioda i łącznik energoelektroniczny są idealne, tj. takie, jak zostały opisane w podrozdziale 1.2.

Zasadę działania układów opisano za pomocą prostych zależności matematycznych i zobrazowano przejrzystymi rysunkami. W większości przypadków przedstawiono możliwie jak najdokładniej przekształcenia tak, aby czytelnik mógł z łatwością przyswoić sobie prezentowane zagadnienia. Jednakże w kilku przypadkach podano tylko wynik, aby – w ramach indywidualnych ćwiczeń – czytelnik mógł wykonać samodzielną analizę.

Autorzy – zainspirowani opracowaniem dr inż. Andrzeja Opolskiego *Zadania z Energoelektroniki. Część I – Prostowniki*, do której nie powstały dalsze części – postanowili stworzyć podręcznik dla studentów studiujących energoelektronikę. Opracowanie przeznaczone jest dla osób posiadających elementarną znajomość analizy matematycznej oraz geometrii, które chciałyby zgłębić wiedzę o przekształtnikach energoelektronicznych. W treści zawarto także szereg wytycznych odnośnie projektowania tego typu układów.

Autorzy

1.1 Symbole

E	–	wartość napięcia źródła napięcia stałego
$e(t)$	–	wartość chwilowa napięcia wejściowego
$u(t), i(t)$	–	wartości chwilowe napięcia i prądu
$U_{(AV)}, I_{(AV)}$	–	wartości średnie napięcia i prądu (definicja w podrozdziale 1.2)
$U_{(RMS)}, I_{(RMS)}$	–	wartości skuteczne napięcia i prądu (definicja w podrozdziale 1.2)
$U_{(max)}, I_{(max)}$	–	wartości maksymalne napięcia i prądu (np. $U_{L(max)}$ – wartość maksymalna napięcia na dławiku)
$U_{(min)}, I_{(min)}$	–	wartości minimalne napięcia i prądu (np. $U_{L(min)}$ – wartość minimalna napięcia na dławiku)
$\Delta u, \Delta i$	–	przyrost napięcia i prądu (np. Δu_L – przyrost napięcia na dławiku)
γ	–	współczynnik wypełnienia
γ_{gr}	–	graniczny współczynnik wypełnienia
T	–	okres przebiegów periodycznych
v	–	przekładnia transformatora



Literatura

- [1] A. Borkowski. *Zasilanie urządzeń elektronicznych*. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1990.
- [2] J.P. Ferrieux and F. Forest. *Alimentations à découpage, convertisseurs à résonance: principes, composants, modélisation*. Dunod, 1999.
- [3] K. Iwan, P. Musznicki, J. Guziński, and J. Łuszcz. *Laboratorium Podstaw Energoelektroniki*. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2011.
- [4] N.Mohan, T. M. Undeland, and W. P. Robbins. *Power Electronics: Converters, Applications, and Design*. Wiley, 3 edition, 2002.
- [5] R. Nowak and M. Barlik. *Poradnik inżyniera energoelektronika*. WNT, Warszawa 1998.
- [6] M H. Rashid. *Power Electronics Handbook: Devices, Circuits and Applications; electronic version*. Elsevier, Amsterdam 2001.
- [7] J.N. Ross. *The essence of power electronics*. Prentice Hall, 1997.
- [8] K H. Sueker. *Power Electronics Design: A Practitioner's Guide*. Newnes, 2005.
- [9] B W. Williams. *Power Electronics: Devices, Drivers, Applications and Passive Components*. Mcgraw-Hill, 2006.