

Impulsowe przekształtniki napięcia stałego

Włodzimierz Janke

Katedra Elektroniki, Zespół

Energoelektroniki

1. Wstęp

2. Urządzenia do przetwarzanie energii elektrycznej

3. Problemy symulacji i projektowania

4. Przykłady tematów badawczych

1. Wstęp

- Cele prezentacji:
 - Pobieżny przegląd problematyki przekształtników napięcia,
 - Informacja o tematyce prac badawczych Zespołu.

1. Wstęp

Zespół Energoelektroniki w Katedrze Elektroniki

Profesor: W. Janke

Adiunkci: A. Hapka,

K. Jagodzińska,

J. Kraśniewski

Asystent: M. Walczak

Doktorant: M. Bączek.

Problematyka badawcza:

- 1) Badanie i modelowanie właściwości elementów elektronicznych (głównie właściwości cieplnych),
- 2) Badanie, symulacja i projektowanie impulsowych przekształtników (przetwornic) napięcia stałego,
- 3) Projektowanie anten małych elektrycznie.

2. Urządzenia do przetwarzania energii elektrycznej

Przetwarzanie energii elektrycznej:

- Źródła energii elektrycznej,
- Odbiorniki energii elektrycznej,
- Przekształtniki energoelektroniczne.

Znaczenie technik przetwarzania energii elektrycznej:

- Konieczność oszczędzania energii,
- Rozwój alternatywnych źródeł energii elektrycznej,
- Wzrost liczby i zróżnicowania odbiorników energii elektrycznej.

2. Urządzenia do przetwarzania energii elektrycznej

Współczesne przekształtniki energoelektroniczne pracują najczęściej w trybie PWM.

Możliwy podział: Przekształtniki DC-DC;

Przekształtniki AC-DC;

Przekształtniki DC-AC;

Przekształtniki AC-AC.

2. Urządzenia do przetwarzania energii elektrycznej

Szczególne znaczenie przekształtników DC-DC:

- Bardzo duża liczba typowych zastosowań,
- Zastosowania poza typowym przetwarzaniem napięć stałych (PFC, MPPT),
- Techniki modelowania i sterowania adoptowane do innych typów przekształtników.

Możliwe klasyfikacje:

- Jednokierunkowe i dwukierunkowe;
- Z jednym wejściem (wyjściem) lub z wieloma;
- Obniżające, podwyższające, odwracające lub nie;
- Podział ze względu na rodzaj i liczbę użytych elementów;
- Ze względu na sposób sterowania (analogowe, cyfrowe)

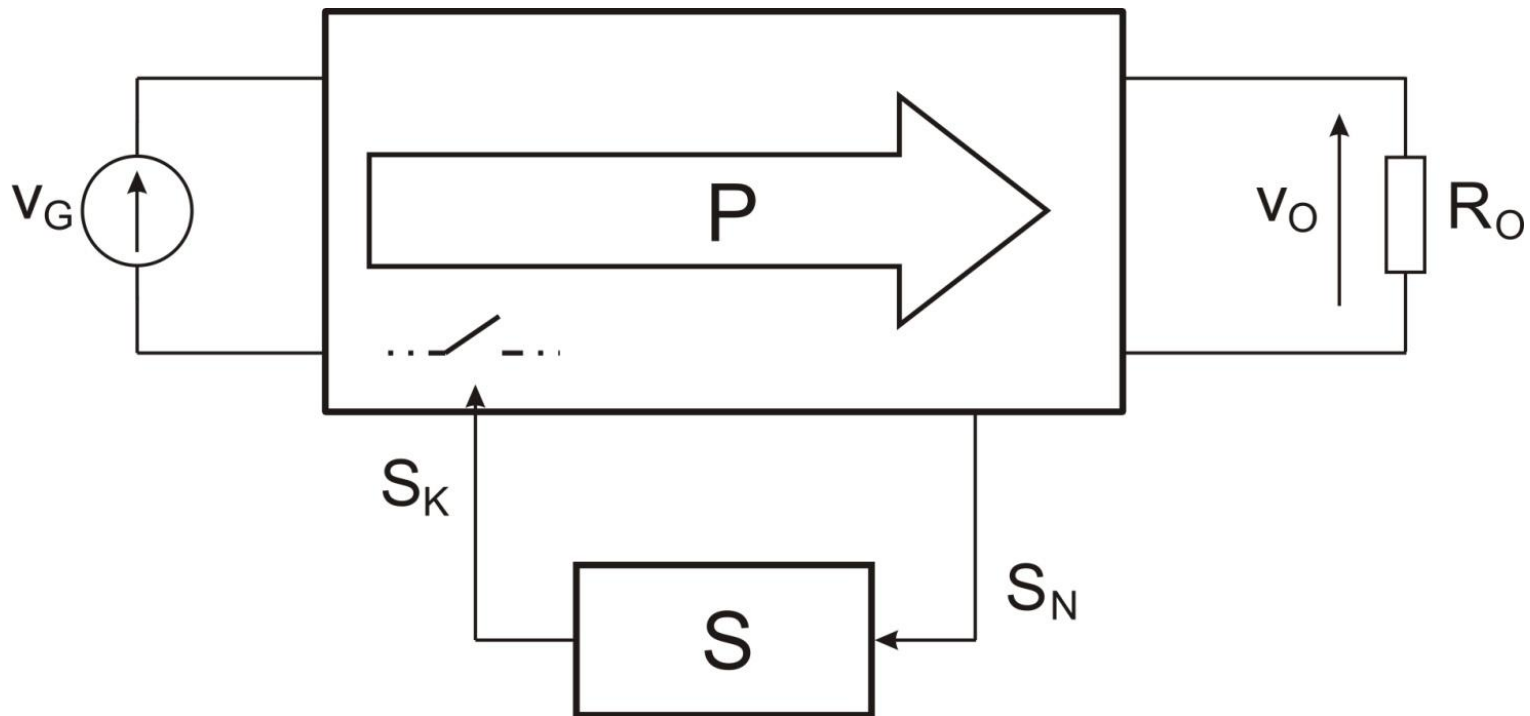
2. Urządzenia do przetwarzania energii elektrycznej

Podstawowa grupa: jednokierunkowe, jedno wejście, jedno wyjście; PWM ze stałą częstotliwością kluczowania, zawierające dwa przełączniki (jeden traktowany jako główny), cewkę i kondensator. Obniżające (BUCK), podwyższające (BOOST), mieszane (BUCK-BOOST).

3. Problemy symulacji i projektowania

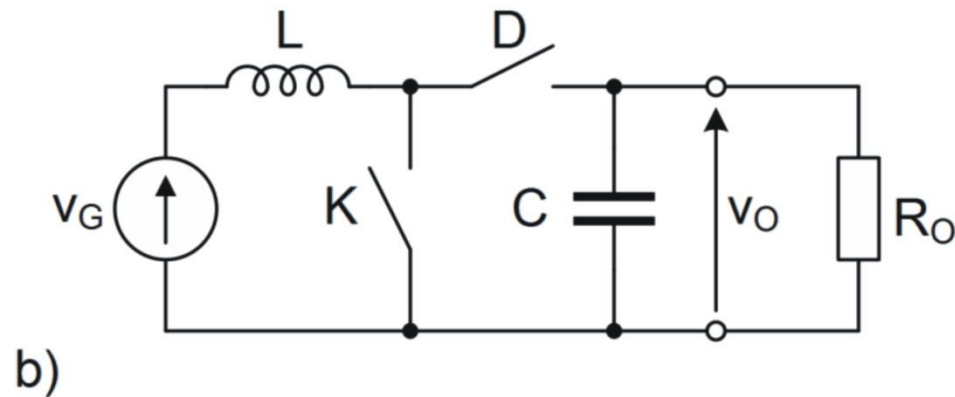
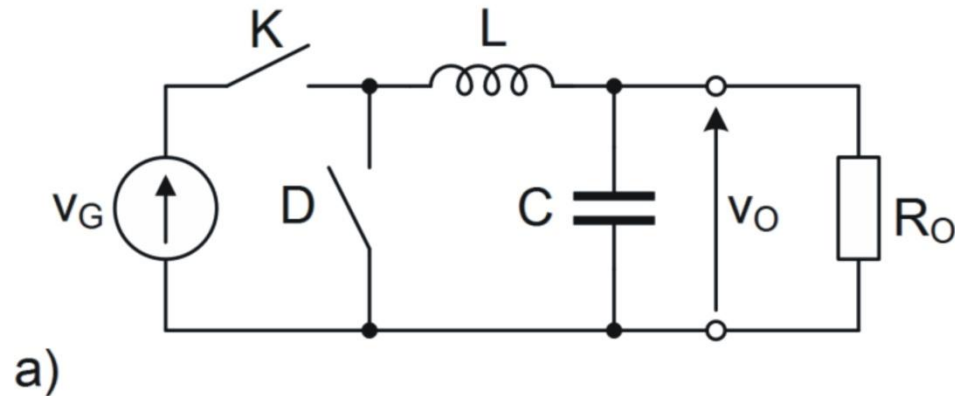
3.1. Budowa

Ogólna struktura:

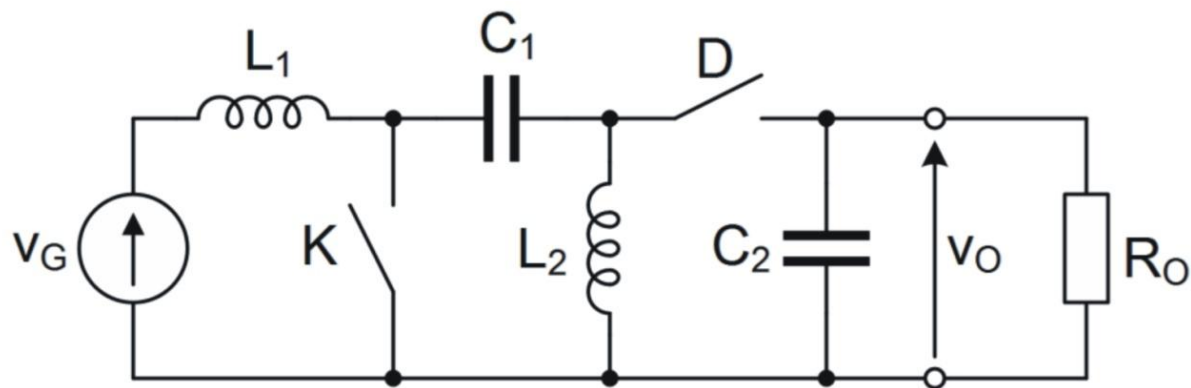


3. Problemy symulacji i projektowania

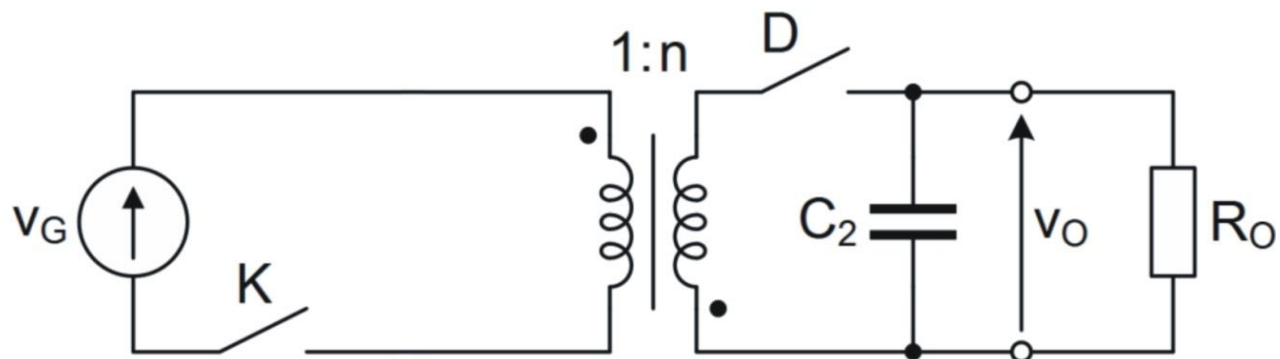
Przykłady bloków głównych (wersje podstawowe)



3. Problemy symulacji i projektowania



c)



d)

3. Problemy symulacji i projektowania

3.2. Specyfika właściwości elektrycznych:

- Silna nieliniowość bloków składowych,
- Przetwarzanie przebiegów o bardzo szerokim widmie: częstotliwości „własne” bloków głównych – rzędu 1 kHz; częstotliwości przełączania – rzędu 1 MHz.

3. Problemy symulacji i projektowania

Tryby pracy:

- Tryb ciągłego przewodzenia (CCM),
- Tryb nieciągłego przewodzenia (DCM).

3.3. Modele uśrednione

Związki między wielkościami prądów i napięć uśrednionymi na okres przełączania.

Wielkości uśrednione: wolnozmiennie.

Modele uśrednione: wielkosygnałowe, stałoprądowe, małosygnałowe.

3. Problemy symulacji i projektowania

Tworzenie modeli uśrednionych:

- Metoda uśredniania równań stanu,
- Wykorzystanie uśrednionych modeli par przełączników,
- Metoda separacji zmiennych.

3. Problemy symulacji i projektowania

Uśrednianie równań stanu

Wartość średnia w_S wielkości w za okres przełączania (CCM):

$$w_S = d_A \cdot w_1 + (1 - d_A) \cdot w_2$$

Uśrednione równania stanu:

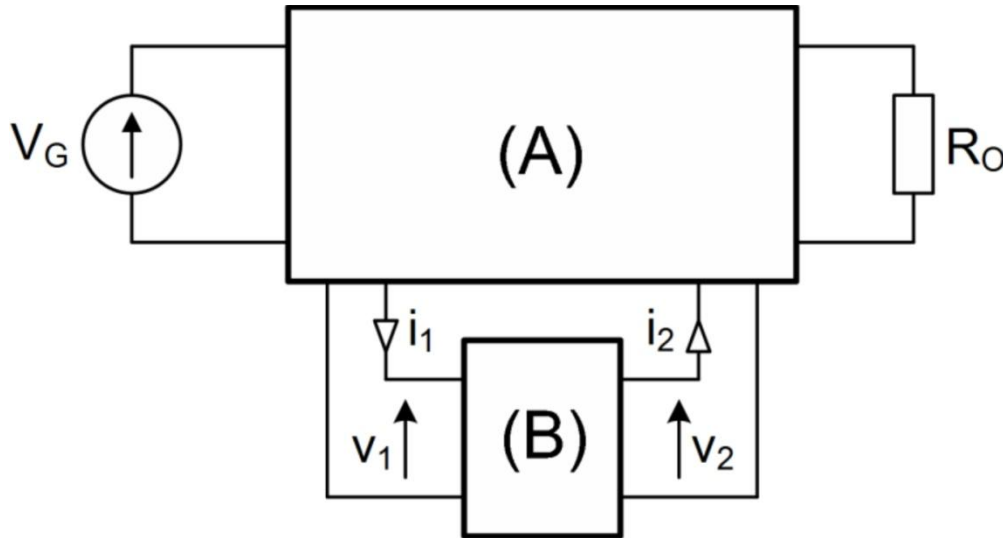
$$\dot{\mathbf{x}}_S = \mathbf{A}_S \cdot \mathbf{x}_S + \mathbf{B}_S \cdot \mathbf{u}_S$$

$$\mathbf{y}_S = \mathbf{D}_S \cdot \mathbf{x}_S + \mathbf{E}_S \cdot \mathbf{u}_S$$

3. Problemy symulacji i projektowania

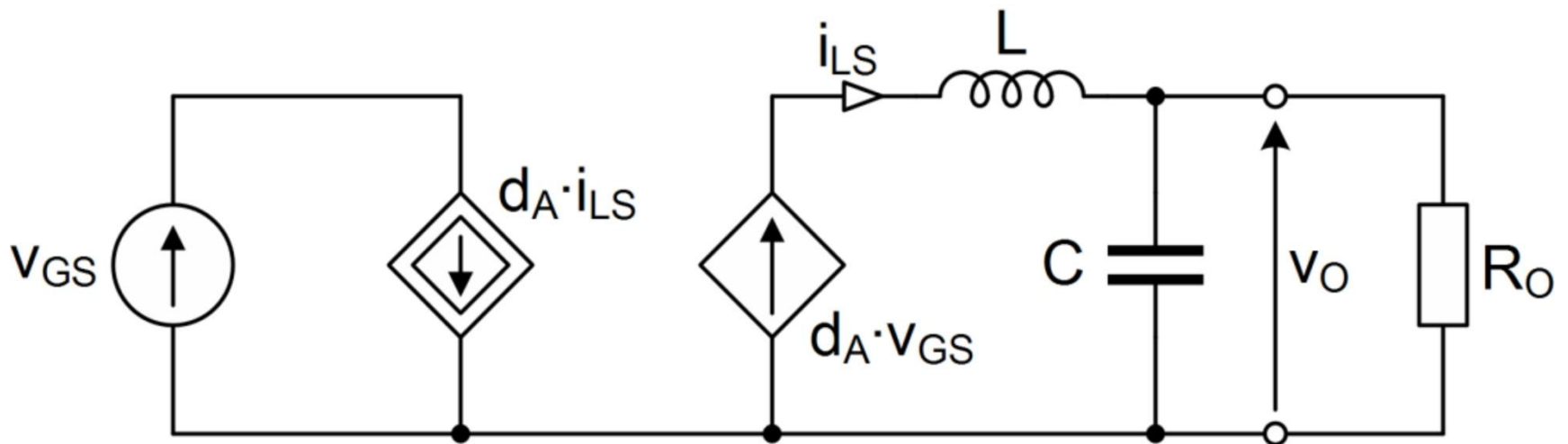
Uśrednione modele pary przełączników

Podział bloku głównego:



3. Problemy symulacji i projektowania

Przykładowy model uśredniony (BUCK, CCM):



3. Problemy symulacji i projektowania

- Modele uśrednione idealnych przetwornic w trybie CCM – niezależne od metody wyznaczania. Dla trybu DCM lub przy uwzględnieniu efektów pasożytniczych, wynikowe modele zależą od metody tworzenia.

3. Problemy symulacji i projektowania

Z nieliniowego, dynamicznego modelu uśrednionego można utworzyć model stałoprądowy oraz małosygnałowy. Z modelu małosygnałowego – wyznacza się między innymi transmitancje potrzebne przy projektowaniu bloku sterowania.

4. Przykłady tematów badawczych

- Tworzenie i zastosowanie nowych wersji modeli uśrednionych;
- Opisy efektów pasożytniczych w elementach i ocena ich wpływu na charakterystyki przekształtników;
- Badania szczegółowe charakterystyk wejściowych i wyjściowych;
- Badanie i sposoby ograniczania pasożytniczych oscylacji w przekształtnikach;

4. Przykłady tematów badawczych

- Nowe opisy transmitancji dostosowane do różnych technik sterowania;
- Techniki symulacji przydatne w projektowaniu bloków sterujących;
- Badanie specyficznych właściwości przekształtników w trybie DCM.