

**Temat ćwiczenia: Przetwornica impulsowa DC-DC typu boost pracująca
w zamkniętym układzie regulacji**

1. Pojęcie przekształtników impulsowych

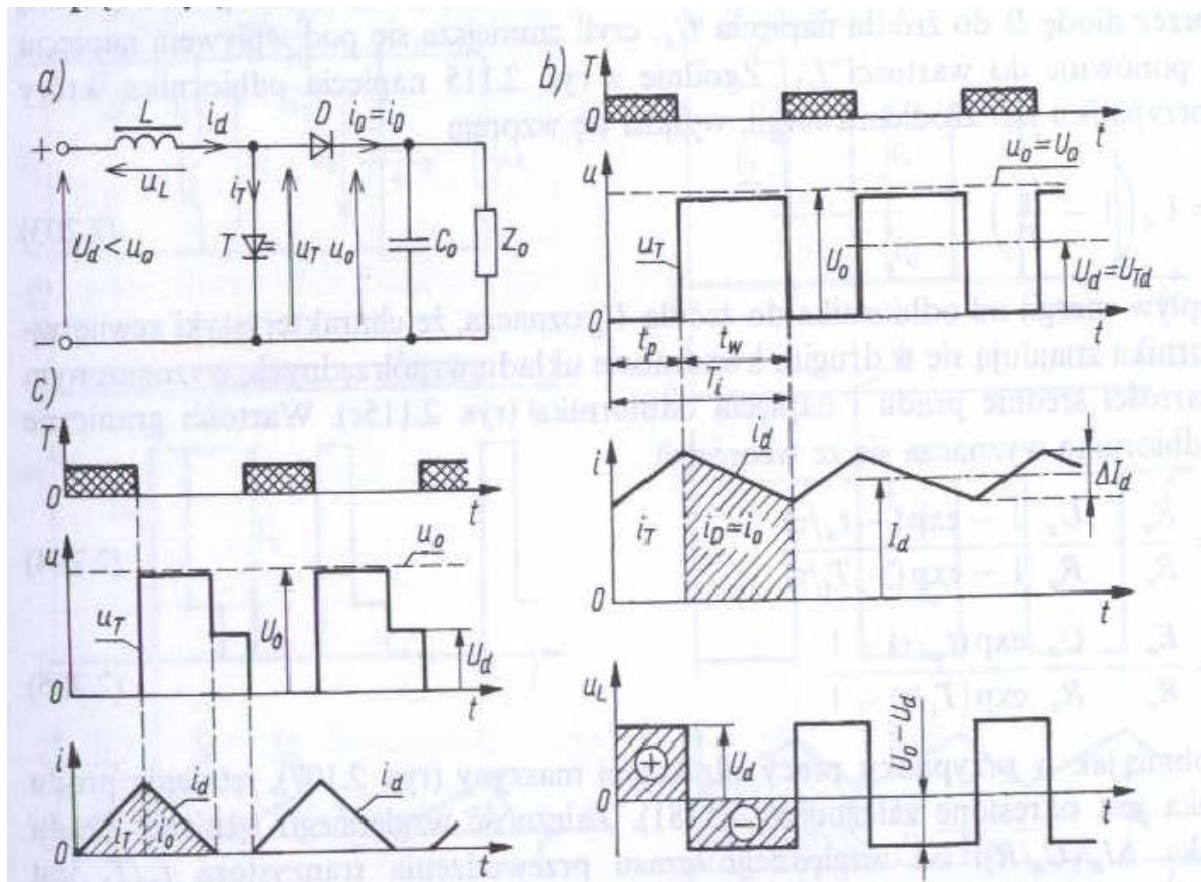
Przekształtniki energii prądu stałego w energię prądu stałego mogą być realizowane jako tzw. układy impulsowe. Ich charakterystyczną cechą jest formowanie przebiegów wielkości wejściowych lub wyjściowych w postaci ciągu impulsów o odpowiednio modulowanej szerokości (czasie trwania) oraz częstotliwości. Zwykle układy te bazują na elementach półprzewodnikowych w pełni sterowalnych (tranzystor, tyrystor wyłączalny) pracujących z częstotliwościami łączeń w granicach 500Hz – 20kHz, a przypadku tranzystorów małej mocy wykonanych w technologii CMOS – nawet kilka Mhz.

Struktura impulsowych przekształtników DC/DC zależy od rodzaju źródła zasilającego (napięciowe lub prądowe), możliwości zmian kierunku przepływu energii, a także od rodzaju zastosowanych łączników półprzewodnikowych. We wszystkich jednak przypadkach należy implementować odpowiednie obwody odciążające łączniki.

2. Przetwornica DC/DC typu boost

Wielokrotnie istnieje konieczność przekazywania energii elektrycznej ze źródła o niskim napięciu stałym do odbiornika wymagającego wyższego napięcia zasilającego. Zadanie to może zostać zrealizowane za pomocą przekształtnika podwyższającego napięcie typu boost.

Na rys. 1 zaprezentowano uproszczony schemat części silnoprądowej opisywanego układu oraz wybrane przebiegi napięć i prądów.



Rys. 1. Przetwornica DC/DC typu boost: a) schemat układu, b) wybrane przebiegi napięć i prądów układu (ciągły prąd dławika), c) wybrane przebiegi napięć i prądów układu (przerwany prąd dławika)

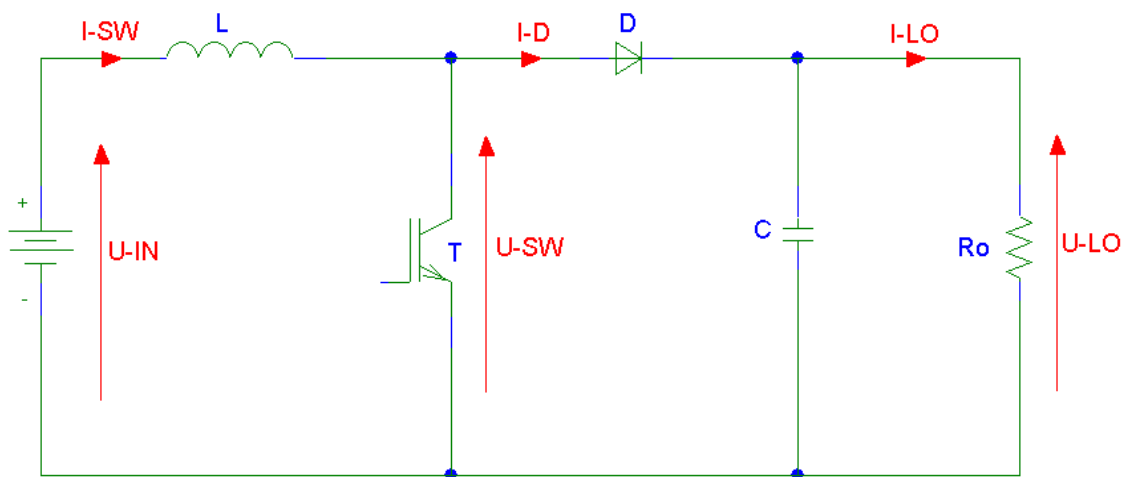
W przedziałach czasu, w których przewodzi klucz (T), prąd dławika (L) i_d zwiększa się pod wpływem napięcia zasilającego U_d . Po wyłączeniu klucza T, prąd i_d nadal płynie przez dławik L, przekazując nagromadzoną energię poprzez diodę (D) do obwodu odbiornika (C_o - Z_o). W czasie przewodzenia diody prąd dławika zmniejsza się pod wpływem napięcia równego różnicy: $U_o - U_d$. W wyniku zastosowania diody D, kondensator filtrujący obwodu wyjściowego może rozładowywać się tylko w obwodzie odbiornika. Wartość średnią napięcia odbiornika (dla przypadku ciągłego prądu dławika) wyraża wzór (1).

$$U_o = \frac{U_d}{1 - \frac{t_p}{T_i}} \quad (1)$$

gdzie: t_p – czas załączenia klucza T, T_i – okres impulsowania klucza,
 U_o – wartość średnia napięcia odbiornika, U_d – napięcie zasilania.

3. Układ laboratoryjny przetwornicy

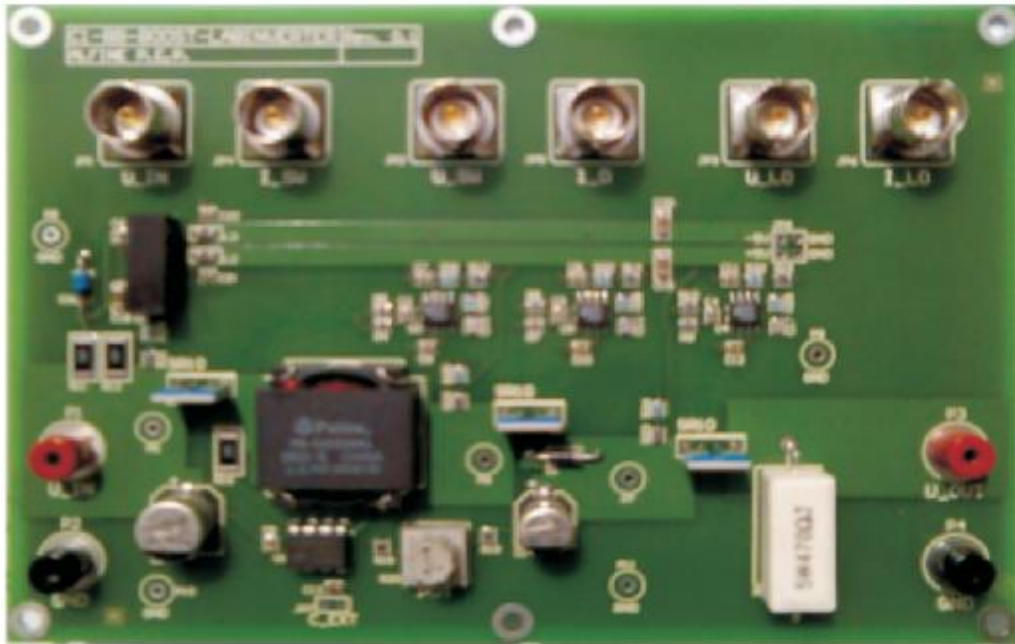
Uproszczony schemat części silnoprądowej układu laboratoryjnego zaprezentowano na rys. 2.



Rys. 2. Uproszczony schemat części silnoprądowej przetwornicy laboratoryjnej

Na rysunku zaznaczono (kolorem czerwonym) sygnały, które zostały wyprowadzone na gniazda BNC układu pomiarowego. Dzięki takiemu rozwiązaniu możliwa jest obserwacja ich przebiegów za pośrednictwem oscyloskopu. Zdjęcie układu przedstawiono na rys. 3.

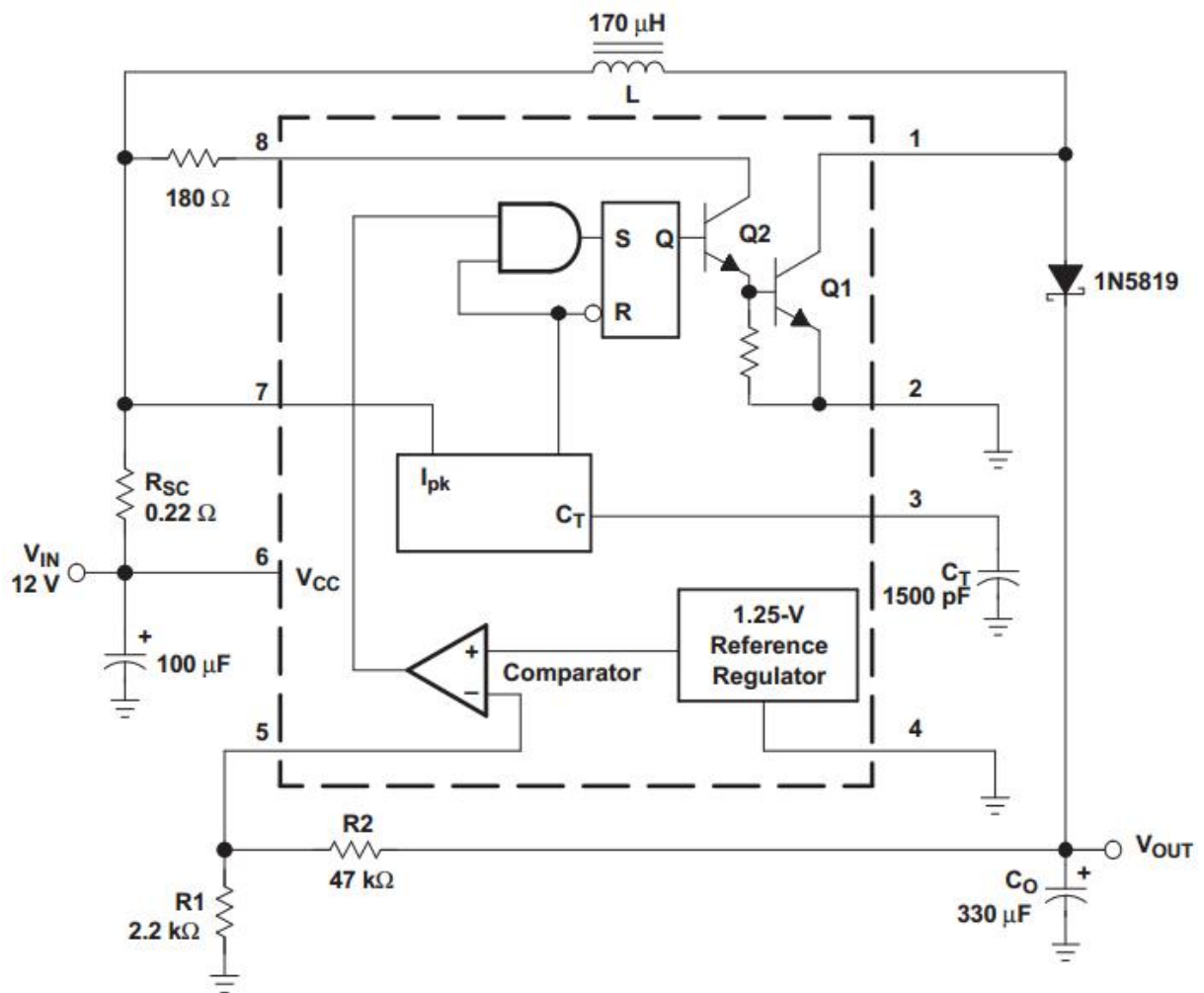
Prezentowana przetwornica pracuje w układzie regulacji zamkniętej – zaimplementowano regulator napięcia typu delta. W konsekwencji system sterowania (bazujący na układzie scalonym MC33063A firmy Texas Instruments) odpowiedzialny jest za utrzymywanie napięcia odbiornika możliwe bliskiemu napięciu zadanemu, przy zmieniających się warunkach zasilania oraz obciążenia przekształtnika.



Rys. 3. Układ eksperymentalny przetwornicy DC/DC typu boost

Regulator typu delta jest zintegrowany w układzie scalonym MC33063A (rys. 4). Konsekwencją jego zastosowania jest brak stałej częstotliwości przełączeń tranzystora części silnoprowądowej przekształtnika. Jednak jego maksymalna częstotliwość pracy określona została przez częstotliwość wewnętrznego oscylatora (rys. 4).

Dyskretny sygnał wyjściowy z komparatora porównującego wartość napięcia zadanego z rzeczywistym napięciem wyjściowym układu jest zapamiętywany w przerzutniku RS z częstotliwością pracy oscylatora. Z kolei wyjście Q przerzutnika RS steruje pracą tranzystora (Q2), który załącza tranzystor (Q1) części silnoprowądowej przekształtnika. Sygnał sterujący pracą tranzystorów nie może zatem zmienić swojego stanu częściej niż wynika to z częstotliwości pracy oscylatora. Zaletą opisywanego regulatora jest łatwy sposób doboru jego parametrów.



Rys. 4. Sposób połączenia układu MC 33063A dla przetwornicy typu boost

4. Specyfikacja techniczna przetwornicy

Podstawowe parametry przetwornicy laboratoryjnej podano poniżej:

- maksymalna chwilowa wartość napięcia zasilania: 15V,
- znamionowa wartość napięcia zasilania: 8-12V,
- wartość średnia napięcia wyjściowego (regulowana): 18,5-22,5V,
- wartość maksymalna prądu wyjściowego: 0,2A,
- wartość progu ograniczania prądu wejściowego: 1,65A,
- wzmacnienie przetworników pomiarowych prądu: 1,0V/A,
- wzmacnienie przetworników pomiarowych napięcia: 0,20V/V.

5. Program ćwiczenia obejmuje m.in.:

- a) analizę wybranych przebiegów napięć i prądów układu dla różnych warunków pracy układu (rejestracja przebiegów za pomocą oscyloskopu cyfrowego),
- b) badanie wpływu zmian parametrów obciążenia ($R_o = \text{var}$) na pracę przekształtnika pracującego w układzie regulacji zamkniętej przy zachowaniu stałej wartości napięcia referencyjnego ($U_{\text{ref}} = \text{const}$),
- c) badanie wpływu zmian wartości napięcia zasilającego na pracę przekształtnika pracującego w układzie regulacji zamkniętej przy zachowaniu stałej wartości napięcia referencyjnego ($U_{\text{ref}} = \text{const}$),
- d) wyznaczenie charakterystyki napięcia wyjściowego w funkcji napięcia wejściowego dla wybranych wartości rezystancji obciążenia,
- e) sformułowanie wniosków na podstawie uzyskanych wyników badań.