

Zasilanie urządzeń przenośnych

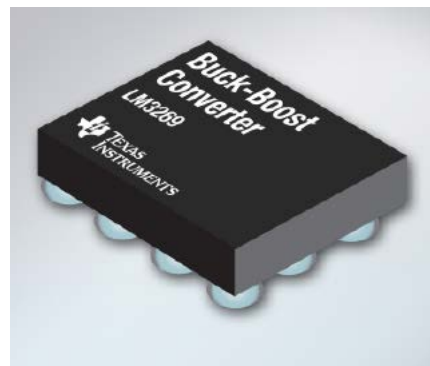
Wymagania stawiane przetwornicom montowanym w urządzeniach przenośnych są istotnie inne niż w przypadku sprzętu zasilanego z sieci elektrycznej. O ile nie ma konieczności zapewnienia izolacji galwanicznej układów zasilanych od źródła prądu, to ważne jest ograniczenie wymiarów i ciężaru urządzenia. Niemalże znaczenie ma też specyfika baterii i akumulatorów, których napięcie nieco zmienia się, w zależności od stopnia naładowania. W artykule omawiamy różne konfiguracje zasilaczy oraz ich cechy.

Sposób magazynowania energii

Przed rozpoczęciem prac nad układem zasilającym do urządzenia przenośnego należy określić, jakie napięcie będą miały zastosowane w nim akumulatory lub baterie. Jego wartość zazwyczaj dobiera się w zależności od zastosowania i od rodzaju akumulatorów lub baterii, które będą stosowane. W przypadku, gdy źródłem napięcia mają być typowe baterie alkaliczne, napięcie podawane na przetwornicę zasilania będzie raczej nieduże. Wynika to z faktu, że używanie dużej liczby szeregowo połączonych baterii jest niewygodne i negatywnie wpływa na wielkość i ciężar urządzenia. Dodatkowym problemem jest fakt, że wielu użytkowników preferuje korzystanie z akumulatorów np. niklowo-wodorkowych, których napięcie znamionowe wynosi 1,2 V, a nie 1,5 V, jak w wypadku zwykłych baterii. Zestawienie w szereg kilku akumulatorów tego typu, zamiast odpowiadających im rozmiarami baterii powoduje znaczący spadek dostępnego napięcia. Dla 4 ogniw w szeregu różnica wynosi 1,2 V ($4 \times 0,3$ V), a dla 6 już 1,8 V. Do tego trzeba uwzględnić spadek napięć na ogniwach, wynikający z ich rozładowywania się. W efekcie prowadzi to do konieczności doboru przetwornicy w taki sposób, by pracowała poprawnie przy szerokim zakresie napięć wejściowych, co nie jest optymalne pod względem uzyskiwanej sprawności całego układu.

Z opisanych dotąd powodów, w przypadku urządzeń przenośnych, w których planuje się zastosowanie napięcia zasilania powyżej 6 V, zdecydowanie korzystniejsze będzie użycie specjalnych akumulatorów litowo-jonowych lub litowo-polimerowych, złożonych z wybranej liczby ogniw i wyposażonych w stosowny kontroler. Ponadto, te ogniwa mają znacznie korzystniejsze parametry, jeśli chodzi o gęstość energii i gęstość mocy, niż ogniwa niklowo-wodorkowe. Oznacza to, że będą też lepszym, choć niestety droższym rozwiązaniem w przypadku urządzeń zasilanych napięciem rzędu 3,6...3,8 V. Ze względu na względnie dużą swobodę w ich kształtowaniu (szczególnie w przypadku ogniw litowo-polimerowych), pozwalają też tworzyć urządzenia mniejsze, lepiej wykorzystujące znajdującą się wewnątrz obudowy przestrzeń.

Akumulatory litowo-jonowe są też chętnie używane w sytuacjach, gdy napięcie w źródle ładującym je wynosi 5 V. Napięcie o tej wartości stało się w ostatnim czasie powszechnie dostępne i używane, ze względu na popularność złączy USB jako metod podłączania urządzeń przenośnych do prądu. Można wręcz powiedzieć, że obecnie do dobrej praktyki inżynierskiej należy stosowanie złączy microUSB do ładowania urządzeń przenośnych, o ile tylko jest to możliwe. Pewne ograniczenie może stanowić dopuszczalny prąd pobierany z gniazda USB, który dla złączy w standardzie USB 1.1 i 2.0 wynosi jedynie 500 mA, a w przypadku USB 3.0 – 900 mA. Jednakże zupełnie powszechne są ładowarki sieciowe ze złączem USB o prądzie wyjściowym do 1 A, który powinien okazać się

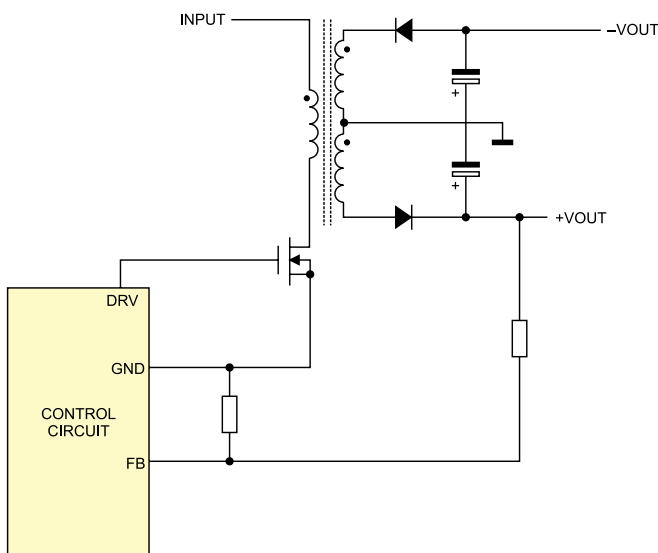


wystarczający w przypadku większości niedużych urządzeń przenośnych.

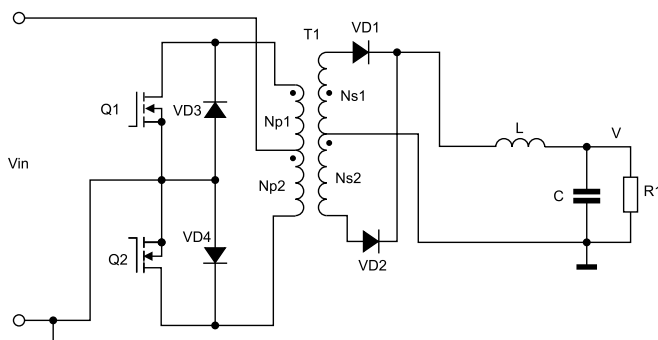
Przetwornice liniowe i impulsowe

Zgromadzona w urządzeniu przenośnym energia dostępna jest z akumulatora (lub baterii) o konkretnej, ustalonej wartości napięcia. Wartość ta będzie podlegała pewnym zmianom w zależności od stopnia naładowania ogniw, dlatego przydatne jest jej ustabilizowanie za pomocą dodatkowego układu. Oprócz stabilizacji układ ten powinien zapewniać zabezpieczenie przed podłączeniem zasilania o odwrotnej polaryzacji oraz przed wszelkiego rodzaju skokami napięć,

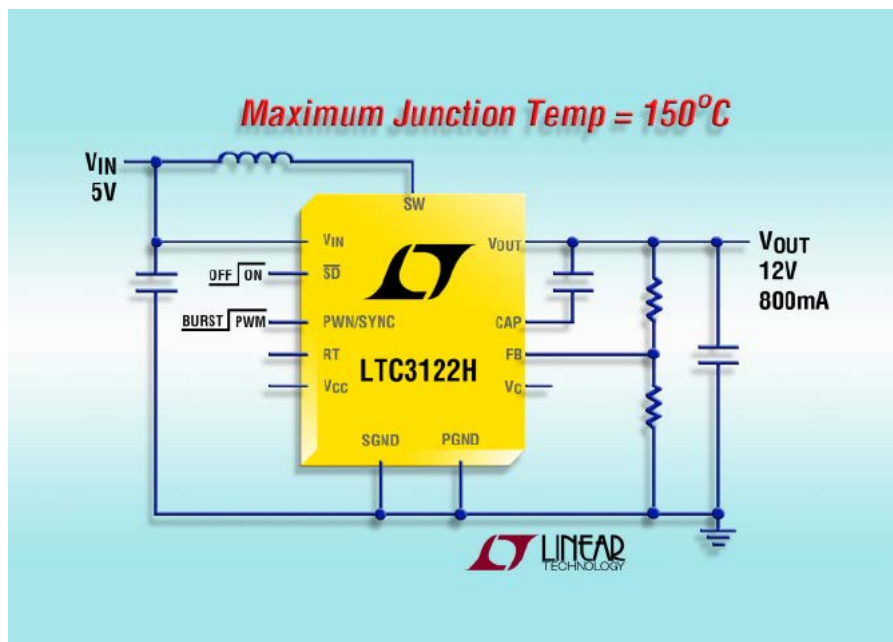
które mogą pojawić się w momencie podłączania i odłączania ogniw. To jednak nie wszystko. Poszczególne komponenty będą wymagać różnych napięć zasilania, które również należy „przygotować” w oparciu o napięcie dostępne z akumulatora. Co prawda, aktualna tendencja jest taka, by różnego rodzaju układy cyfrowe dało się zasilać jednym, tym samym napięciem, a wszelkie dodatkowe napięcia wytwarzane są we wbudowanych w nich, własnych przetwornicach. Mimo to bardzo często istnieje potrzeba użycia kilku komponentów o zupełnie różnych napięciach zasilających, czego świetnym przykładem będą mikrokontroler i sterowany z niego wyświetlacz. Ten drugi nierzadko będzie potrzebował wyższego



Rysunek 1. Przetwornica typu Flyback



Rysunek 2. Przetwornica typu Push-Pull



napięcia do podświetlenia, niż mikrokontroler do normalnej pracy.

Najtańszym sposobem przygotowania dodatkowych napięć zasilających, ale tylko niższych niż napięcie z akumulatora, będzie użycie stabilizatora liniowego. Niestety, stabilizatory tego typu mają małą sprawność. Choć mają najczęściej tylko 3 wyprowadza-

nie, więc są proste w użyciu i niedrogie, przy większych prądach konieczne jest zapewnienie im odpowiedniego chłodzenia, które może zająć dużo miejsca i znacząco zwiększyć masę całego urządzenia. Są też bardziej wrażliwe na nawet bardzo krótkie, kilkudziesięcio-milisekundowe zaniki napięcia zasilania. Z tych względów, a przede wszystkim

z powodu lepszej sprawności, a więc możliwości utrzymania pracy urządzenia przenośnego przez dłuższy czas, obecnie zdecydowanie popularniejsze są przetwornice impulsowe.

Przetwornice impulsowe

Układy zasilania wykonane w oparciu o przetwornice impulsowe, jeszcze kilka lat temu uznawano za drogie i trudne w implementacji. Jednakże trend do minimalizacji zużycia energii wymusił na producentach sprzętu elektronicznego ich powszechne stosowanie, co zachęciło twórców układów scalonych przetwornic do zwiększenia budżetów badawczo-rozwojowych. W efekcie, na rynku pojawiło się mnóstwo nowoczesnych, miniaturowych przetwornic o bardzo dużym prądzie znamionowym i wysokiej sprawności. Mają one cechy idealnie predestynujące przetwornice tego typu do używania w urządzeniach przenośnych.

Wśród omawianych konwerterów stało-prądowych wyróżnić można układy o różnych topologiach i podzielić je według kategorii. Podstawowy podział obejmuje przetwornice izolowane i nieizolowane. Jeśli konstruktor zdecyduje się na zastosowanie topologii z izolacją galwaniczną, prawdopodobnie skorzysta z jednej z dwóch wersji przetwornic: flyback

REKLAMA

Altium Designer 2013

jeszcze lepszy

„Kiedyś musieliśmy poprawiać projekt kilka razy, zanim udało się uzyskać finalną wersję elektroniki i dopasować mechanikę do niej – teraz wszystko odbywa się w jednym cyklu i pasuje idealnie.”

- Scott Gemmell, Szef Działu Projektowego w Leica Geosystems Agriculture, Użytkownik Altium



Altium Designer

EVATRONIX S.A.
ul. Przybyły 2, 43-300 Bielsko-Biała, tel. 33 499 59 12
eda@evatronix.com.pl; www.evatronix.com.pl/eda

lub push-pull z odczepem. Ta pierwsza będzie użyteczna przy mniejszych prądach znamionowych, najczęściej nieprzekraczających 0,5 A.

Przetwornice izolowane

Przetwornica o topologii flyback jest jedną z najprostszych w implementacji – pokazano ją na **rysunku 1**. Dostaje się dobrze sprawuje się, gdy konieczne jest przygotowanie urządzenia do pracy z szerokim zakresem napięć wejściowych.

Dla większych prądów warto jednak sięgnąć po przetwornicę typu push-pull z odczepem. Jej schemat został pokazany na **rysunku 2**. Jest wciąż prosta w sterowaniu, ale ze względu na sposób pracy dwóch tranzystorów kluczujących, generuje mniejsze straty w obwodzie pierwotnym niż przetwornica typu flyback.

Przetwornice nieizolowane

W ramach tej grupy można wyróżnić cztery podstawowe, popularne topologie o względnie prostej budowie. Różnią się one stosunkiem napięcia wejściowego do wyjściowego.

Przetwornica obniżająca (buck) jest najczęściej stosowana jako wysokosprawny zamiennik tradycyjnego regulatora liniowego, gdyż pozwala jedynie na uzyskanie napięcia wyjściowego niższego, niż wejściowe. Jej prosty schemat został przedstawiony na **rysunku 3**. W zależności od współczynnika wypełnienia sygnału sterującego tranzystorem kluczującym, przetwornica buck może pracować w trybie ciągłym lub przerywanym. Ten drugi występuje, gdy energia magazynowana w cewce zasilacza jest na tyle mała, że zdąży się ona rozładować, zanim tranzystor kluczujący znowu wejdzie w stan przewodzenia. Zastosowanie większej cewki pozwala zwiększyć stabilność napięcia na wyjściu, ale zwiększa też wagę i wymiary całego urządzenia. Zwiększenie częstotliwości przełączania tranzystora pozwala zmniejszyć wymiary cewki, ale prowadzi do zwiększenia strat po stronie pierwotnej, wynikających bezpośrednio z otwierania się i zatykania kanału tranzystora.

Nierzadko konieczne jest otrzymanie napięcia wyższego niż dostępne wprost z akumulatorów. Wtedy można użyć przetwornicy podwyższającej (boost), która uzyskuje się poprzez zamianę miejsc tranzystora kluczującego, cewki i diody prostowniczej przetwornicy obniżającej. Topologia ta (**rysunek 4**) również może zostać wprowadzona w tryb pracy ciągłej lub przerywanej. W trybie ciągłym, gdy współczynnik wypełnienia sygnału sterującego bramką tranzystora kluczującego jest duży na tyle, by prąd płynący przez cewkę nie spadał do zera, napięcie wyjściowe bezpośrednio zależy od współczynnika wypełniania wspomnianego sygnału i wartości napięcia wejściowego. W trybie przerywanym, napięcie wyjściowe będzie zależało też od obciążenia. Wpływy wielkości cewki i częstotliwości przełączania tranzystora na stabilność napięcia i straty są takie same jak

w przypadku przetwornicy obniżającej. Trzeba jednak zaznaczyć, że konwertery typu boost wymagają dodatkowego zabezpieczenia przed zwarciami na wyjściu.

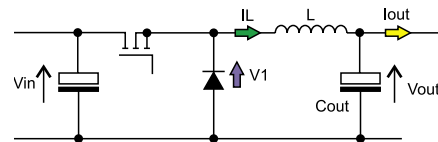
Przetwornice uniwersalne

Trzecim rodzajem popularnych przetwornic są układy buck-boost, czyli obniżająco-podwyższające. Topologia ta została przedstawiona na **rysunku 5**. Ich zaletą jest fakt, że napięcie wyjściowe może być zarówno wyższe, jak i niższe niż wejściowe, z tym że zawsze będzie ono miało odwrotną polaryzację. W przypadku układów zasilanych bateryjnie nie ma to jednak większego znaczenia, gdyż tranzystor kluczujący i diodę można umieścić w linii zasilania o niższym potencjale.

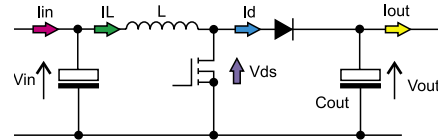
Zasada działania przetwornicy buck-boost jest całkiem prosta. W trakcie przewodzenia tranzystora, napięcie wejściowe bezpośrednio ładuje cewkę, a obciążenie pobiera prąd z kondensatora wyjściowego. W trakcie, gdy tranzystor jest zatkany, cewka rozładowuje zgromadzoną energię, oddając ją do kondensatora i do obciążenia. Znów możliwe jest rozróżnienie trybu ciągłego i przerywanego. W ciągłym napięcie wyjściowe wynika z iloczynu napięcia wejściowego i ilorazu czasu przewodzenia oraz odcięcia tranzystora.

Ulepszoną wersją przetwornicy buck-boost jest SEPIC (Single-Ended Primary-Inductor Converter). Jej schemat został przedstawiony na **rysunku 6**. Do licznych zalet tego układu należy możliwość wytwarzania napięcia wyjściowego większego lub mniejszego od napięcia wejściowego, a jednocześnie mającego tę samą polaryzację. Korzystna jest też możliwość wyłączenia przetwornicy poprzez zatkanie tranzystora kluczującego. Do wad należy większa złożoność układu oraz konieczność użycia odpowiednio pojemnego i wytrzymałego kondensatora umieszczonego szeregowo w stosunku do wyjścia układu.

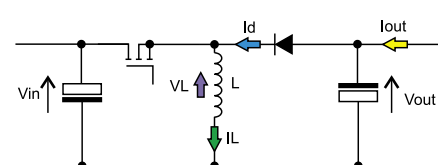
Sterowanie napięciem wyjściowym przetwornic uniwersalnych jest łatwe do realizacji, co pozwala reagować na zmianę napięcia wejściowego. Wystarczy regulować współczynnik



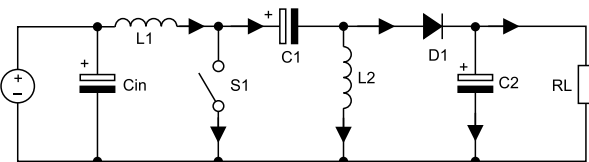
Rysunek 3. Przetwornica typu Buck



Rysunek 4. Przetwornica typu Boost



Rysunek 5. Przetwornica typu Buck-Boost



Rysunek 6. Przetwornica typu SEPIC

wypełnienia sygnału sterującego tranzystorem kluczującym, by zmienić stosunek napięcia wyjściowego do wejściowego. Umożliwia to np. na utrzymanie odpowiedniego i stabilnego napięcia na wyjściu wraz z spadkiem napięcia wejściowego na rozładowującym się akumulatorze.

Alternatywne konstrukcje

Opisane powyżej topologie obwodów zasilających to tylko część z możliwych do realizacji. Wprowadzanie dodatkowych elementów pozwala bardziej precyzyjnie utrzymywać stabilne napięcie wyjściowe, lepiej reagować na zmiany w obciążeniu lub minimalizować straty występujące w układzie. W przypadku nowoczesnych konstrukcji warto najczęściej korzystać ze scalonych układów zasilających, do których uruchomienia wystarczy tylko kilka dodatkowych elementów, a które zapewniają wysoką sprawność, przy zachowaniu minimalnych wymiarów urządzenia.

Marcin Karbowiczek, EP

