

Przetwornica i ładowarka do akumulatorów litowych



W pierwszej części artykułu opisane były akumulatory litowe i przedstawiona była samodzielnie zrobiona ładowarka. W drugiej części opisana jest...

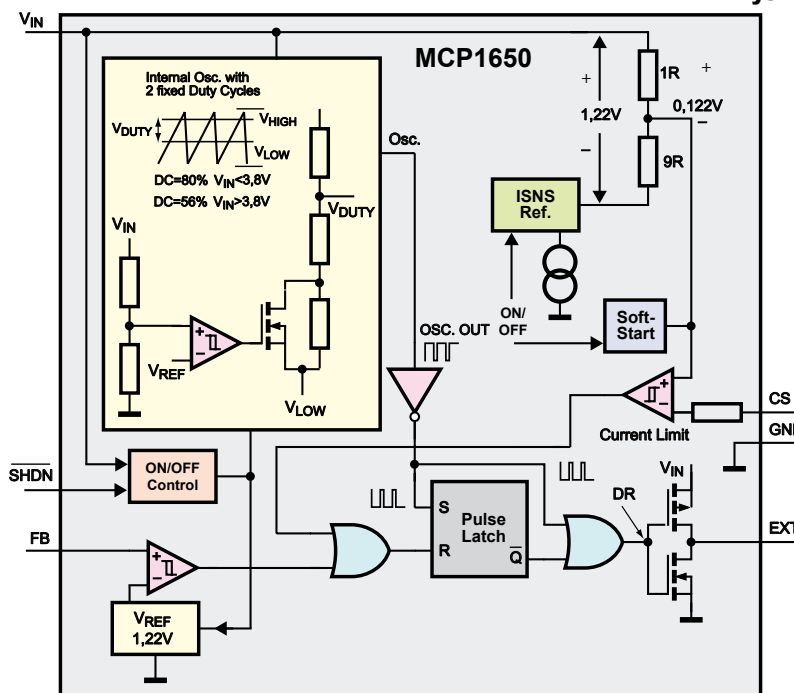
Przetwornica

W modelu tym użyłem układów firmy Microchip: przetwornicy MCP1651 oraz układu kontrolującego napięcie akumulatora MCP1322-29. Koszt zastosowanych układów nie przekracza 3zł za sztukę. Układ MCP1322 wykonywany jest w wersjach o różnych napięciach detekcji – należy wybrać wersję z zakresu 2,9 do 3,1V. Wyjście układu MCP1322 podłączone jest do wejścia 5 układu MCP1651, blokującego pracę przetwornicy (*shut down*). Warto zwrócić uwagę na wysoką wartość rezystancji zastosowanego opornika podłączonego do wyprowadzenia 5 układu MCP1651. Ogranicza on prąd płynący w stanie wykrycia rozładowania akumulatora. W przypadku gdy napięcie akumulatora spadnie poniżej 2,9V, na wyjściu układu MCP1322 pojawi się stan niski, co powoduje zablokowanie pracy przetwornicy. Pobór prądu przez układ detekcji poziomu napięcia akumulatora wynosi maksymalnie 10µA. Schemat blokowy układu MCP1650 pokazano na rysunku 4, różni się on od układu MCP1651 tylko brakiem dodatkowego komparatora. Główną zaletą użytej przetwornicy jest

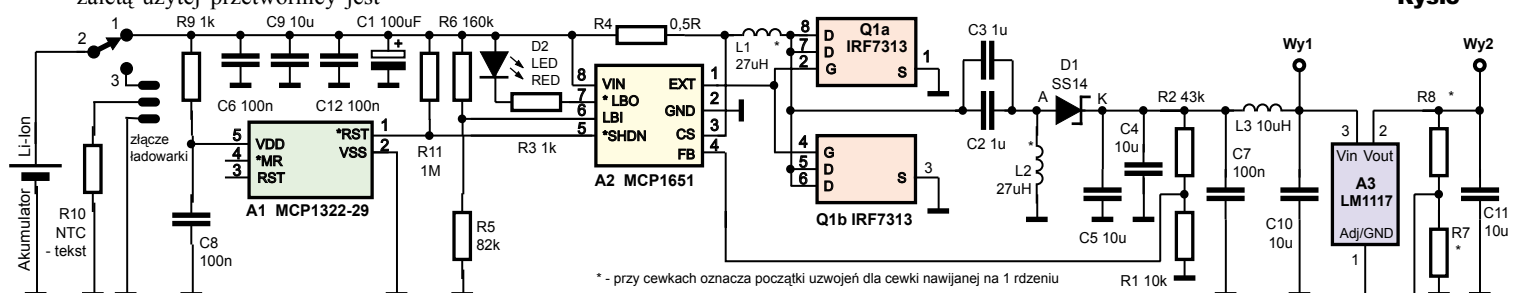
wysoka częstotliwość pracy wynosząca 750kHz, dzięki czemu w układzie można zastosować elementy o stosunkowo małych pojemnościach i indukcyjnościach, a tym samym małych wymiarach. Opisana przetwornica pracuje standardowo w konfiguracji przetwornicy podwyższającej z dławikiem zwieranym do masy przez tranzystor kluczujący (przetwornica typu boost). W konfiguracji boost zwarcie wyjścia przetwornicy do masy może spowodować uszkodzenie diody Schottky'ego, gdyż nie jest ona izolowana od napięcia zasilającego przetwornicę (akumulatora). W celu zwiększenia niezawodności przetwornicy wybrano konfigurację typu SEPIC -Single Ended Primere Inductor Converter. Zaletą tej konfiguracji, oprócz większej odporności na uszkodzenia, jest również możliwość obniżania napięcia, a nie tylko jego podwyższania. Sprawność przetwornicy w konfiguracji SEPIC dochodzi do 90 procent i zależy od napięcia wejściowego i wyjściowego przetwornicy oraz strat na elementach przetwornicy. Opisany układ może również służyć jako zamiennik np. dwóch baterii AA (paluszków) połączonych szeregowo, jak i zastępować baterię 9V zasilającą miernik. Układ MCP1651 posiada układ miękkiego startu i może być zasilany maksymalnie napięciem 5,5V, a wyższe napięcie może spowodować uszkodzenie. Schemat przetwornicy pokazany jest na rysunku 5. Zastosowany układ scalony IRF7313 to nic innego, jak dwa tranzystory MOSFET w jednej obudowie, pełniące funkcję zewnętrznego klucza, zwiększającego obciążalność przetwornicy. W opisanym układzie tranzystory zawarte w układzie IRF7313 połączone równolegle. Wartości elementów LC przetwornicy

wodności przetwornicy wybrano konfigurację typu SEPIC -Single Ended Primere Inductor Converter. Zaletą tej konfiguracji, oprócz większej odporności na uszkodzenia, jest również możliwość obniżania napięcia, a nie tylko jego podwyższania. Sprawność przetwornicy w konfiguracji SEPIC dochodzi do 90 procent i zależy od napięcia wejściowego i wyjściowego przetwornicy oraz strat na elementach przetwornicy. Opisany układ może również służyć jako zamiennik np. dwóch baterii AA (paluszków) połączonych szeregowo, jak i zastępować baterię 9V zasilającą miernik. Układ MCP1651 posiada układ miękkiego startu i może być zasilany maksymalnie napięciem 5,5V, a wyższe napięcie może spowodować uszkodzenie. Schemat przetwornicy pokazany jest na rysunku 5. Zastosowany układ scalony IRF7313 to nic innego, jak dwa tranzystory MOSFET w jednej obudowie, pełniące funkcję zewnętrznego klucza, zwiększającego obciążalność przetwornicy. W opisanym układzie tranzystory zawarte w układzie IRF7313 połączone równolegle. Wartości elementów LC przetwornicy

Rys. 4

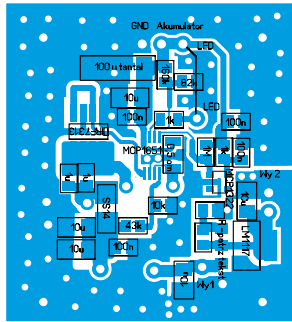


Rys.5

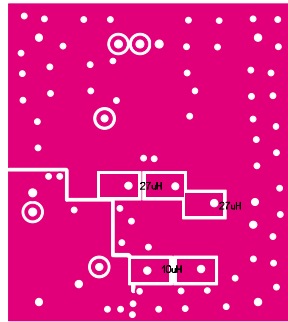


* - przy cewkach oznacza początki uzwojeń dla cewki nawijanej na 1 rdzeniu

można obliczyć za pomocą zakładki **SEPIC** arkusza kalkulacyjnego. Arkusz ten pozwala wyliczyć wartości elementów LC przetwornicy w konfiguracji SEPIC dla układów innych niż MCP1651. Cewki pracujące w układzie SEPIC można nawinąć na wspólnym rdzeniu lub można wykorzystać dwie osobne cewki. Zaletą cewek na wspólnym rdzeniu jest możliwość zastosowania cewek o indukcyjnościach mniejszych o połowę od wyliczonych przez arkusz, a tym samym o mniejszych wymiarach i stratach. W przypadku stosowania cewek na wspólnym rdzeniu należy zachować kolejność wyprowadzeń uzwojeń cewki, krzyżyki na schemacie oznaczają początki uzwojeń. Napięcie wyjściowe przetwornicy ustala się za pomocą dzielnika oporowego podłączonego do pinu 4 układu MCP1651. Wartości oporników ustalających napięcie wyjściowe przetwornicy wyliczamy za pomocą zakładki **Dzielnik napięcia** arkusza kalkulacyjnego. Zabezpieczenie przeciwzwarciowe realizowane jest przez pomiar spadku napięcia na rezystorze podłączonym do wejścia 3 układu MCP1651. Spadek napięcia większy niż 122mV powoduje blokadę pracy przetwornicy. Ponieważ z chwilą, gdy przetwornica jest blokadowana, spadek napięcia zmniejsza się, przetwornica próbuje znowu pracować, co powoduje pojawienie się napięcia na wyjściu przetwornicy. Napięcie na wyjściu przetwornicy pojawia się i znika, jednak nie przekracza wartości napięcia wyjściowego, a sam układ nie ulega uszkodzeniu. Takie zachowanie w stanie zwarcia lub przeciążenia wyjścia jest charakterystyczne dla przetwornic impulsowych. Prąd zadziałania zabezpieczenia przeciwzwarciowego zależy silnie od stopnia naładowania akumulatora. Wartość opornika ograniczającego prąd zwarcia wyznacza się za pomocą zakładki **Zabezpieczenie przeciwzwarciowe**, uwzględniając zmiany napięcia zasilającego układ. Dodatkowy komparator, zawarty w strukturze układu MCP1651, pozwala ustawić inny próg detekcji napięcia niż układ MCP1322. Dioda LED na wyjściu komparatora zaświeci się, gdy napięcie na akumulatorze spadnie poniżej wartości zadanej elementami podłączonymi do pinu 6 układu MCP1651 (w naszym wypadku 3,7V), informując o konieczności ładowania akumulatora. Oporniki ustalające próg zadziałania komparatora muszą mieć dużą wartość, by nie powodować niepotrzebnego rozładowania akumulatora. Komparator ten nie musi być



Rys. 6, 7



wykorzystany, pozwala jednak wykryć rozładowanie akumulatora wcześniej niż zastosowany układ MCP1322. Zablockowanie pracy przetwornicy przez układ MCP1322 wyłącza również dodatkowy komparator, zapobiegając rozładowaniu akumulatora przez diodę LED. Dławik 10µH i kondensator 10µF na wyjściu przetwornicy działają jako dodatkowy filtr, zmniejszają napięcie tętnień na wyjściu układu. Za układem przetwornicy można dodać stabilizator typu *low drop* (LDO), który będzie działał jak dodatkowy filtr i poprawi stabilność napięcia wyjściowego z przetwornicy w szczególnie wrażliwych aplikacjach. Na płytce jest przewidziane miejsce na stabilizator typu LM1117 w obudowie SOT223. Trzeba pamiętać, że stabilizator ten wymaga różnicy między napięciem zasilania a wyjściowym równej lub większej niż 1,2V. W układzie tym można zastosować stabilizator o regulowanym jak i nieregulowanym napięciu wyjściowym. W przypadku stosowania stabilizatora w wersji nieregulowanej należy zewrzeć wejście 1 układu LM1117 do masy za pomocą rezystora 0Ω (zwora). W wersji regulowanej napięcie wyjściowe należy ustalić za pomocą oporników podłączonych do wyprowadzenia 1 układu LM1117. W celu zmniejszenia poziomu zakłóceń, na wyjściu stabilizatora LM1117 zastosowano połączenie mas przetwornicy i stabilizatora tylko w jednym punkcie płytki. Stabilizator ten jest opcjonalny. Z podanymi na schematach wartościami elementów przetwornica daje napięcie wyjściowe na poziomie 6,5V i prąd 100mA. Zmontowany układ w wersji prototypowej pokazany jest na **fotografii tytułowej**. Schemat montażowy pokazano na **rysunkach 6 i 7**. Dławiki montowane są na drugiej stronie druku. Zastosowane cewki powinny mieć odpowiedni prąd pracy. W układzie należy wykorzystać kondensatory ceramiczne typu X7R. Kondensatory elektrolityczne, a szczególnie aluminiowe, nie sprawdzają się w tym układzie. Przełącznikiem wybiera się tryb: praca (załączenie przetwor-

nicy) lub ładowanie (wyłączenie przetwornicy). Układ zmontowany ze sprawnych i prawidłowo wyliczonych elementów działa od pierwszego włączenia.

Na zakończenie chciałbym podziękować kolegom Michałowi SP2IQW i Waldkowi 3Z6AEF za cenne uwagi, które przyczyniły się do powstania tego tekstu.

Rafał Orodziński
sq4avs@gmail.com

Literatura:

Application Note 1484 Designing A SEPIC Converter – karta katalogowa firmy Texas Instruments

Karty katalogowe układów: MCP1651, MCP1322, MCP73833

Wykaz elementów

Ładowarka

R1, R2, R5	560Ω, obudowa 0805
R3	3,3kΩ, obudowa 0805
R4	RT1 1,5kΩ, obudowa 0805, dla termistora NTC 10k, 25°C, β=4000, patrz tekst
R6	RT2 68kΩ, obudowa 0805, dla termistora NTC 10k, 25°C, β=4000, patrz tekst
C2, C4, C7, C8	100nF, obudowa 0805
C1, C3, C6, C9	10µF/16V, obudowa 1206 materiał X7R
C5	22µF/16V, tantalowy
D1, D2	SS14 dioda Schottky'ego 1A
D3, D4, D5	LED 5mm, kolory według uznania
U1	7805
U2	MCP73833, patrz tekst, obudowa MSOP10

Przetwornica

R4	0,5Ω, obudowa 1206
R3, R9	1kΩ, obudowa 0805
R11	1MΩ, obudowa 0805
R1	10kΩ, obudowa 0805
R2	43kΩ, obudowa 0805
R5	82kΩ, obudowa 0805
R6	160kΩ, obudowa 0805
R10	termistor zintegrowany z akumulatorem, patrz tekst
R7, R8	patrz tekst
C2, C3	1µF/25V, ceramiczny X7R, obudowa 0805
C4, C5, C9, C10, C11	10µF/16V, obudowa 1206, kondensator ceramiczny typu X7R
C1	100µF/6,3V tantalowy
C6, C7, C8, C12	100nF, obudowa 0805
L1, L2	27µH, patrz tekst
L3	10µH
D1	SS14, dioda Schottky'ego 1A
D2	LED 5mm, obudowa przewlekana, czerwona
Q1	IRF7313, obudowa S08
A3	LM1117, obudowa SOT223
A1	MCP1322-29, obudowa SOT23-5
A2	MCP1651, obudowa MSOP8

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-3034.

