

Ładowarka do akumulatora Li-ION 8.4V (2 cell)

Szymon SQ50VK

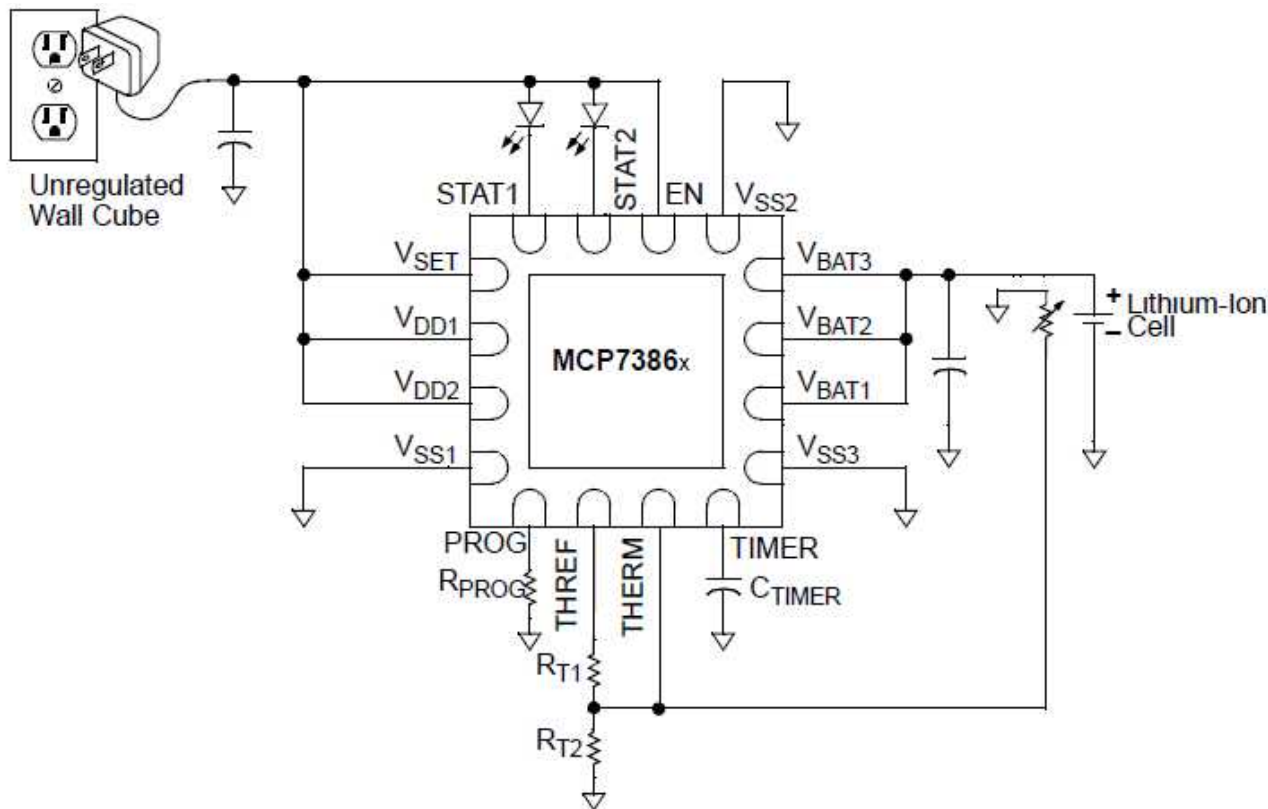
Po zakupie używanego Kenwooda **TH-D7E**, stanąłem jak większość użytkowników podobnych urządzeń, przed problemem źródła zasilania. Oryginalnie producent wyposażał te radia w pakiet akumulatorów nikowo-kadmowych BP-38 (6V, 650mAh). Mając na uwadze wiek radia oraz właściwości i trwałość akumulatorów Ni-Cd, nawet nie traciłem czasu na sprawdzenie, czy pakiet zakupiony z radiem jeszcze się do czegoś nadaje.

Poszukując czegoś nowego, znalazłem w pewnym sklepie internetowym (<http://409shop.com>) zamiennik dedykowany do mojego TH-D7E za atrakcyjną kwotę 18USD wraz z kosztem przesyłki do Polski. Zasadniczą różnicą w stosunku do oryginału było to, że jest to pakiet litowo-jonowy (Li-ION) o napięciu 8.4V oraz pojemności 2500mAh. Mimo ponad cztery razy większej pojemności, wymiary pakietu pozostały takie same. Wyższe napięcie zasilania zwiększyło moc maksymalną z 2.5W (6V) do 4W. Oczywiście są również inne zalety takiego zasilania: brak efektu pamięciowego czy mniejsza waga (105g). W trakcie testów nowego pakietu akumulatorów mój TH-D7E na jednym ładowaniu wysłał (w ciągu doby) około 1200 pakietów APRS z pełną mocą nadawania.

Jedyną wadą nowego akumulatora jest to, że nie nadaje się on do ładowania przy pomocy dostępnych w TH-D7E rozwiązań. Próba ładowania akumulatora Li-ION po przez radio lub ładowarką biurkową **BC-19** może się skończyć w najlepszym razie trwałym uszkodzeniem ogniw w pakiecie, a w najgorszym – efektownym wybuchem lub pożarem. Niestety ogniwa Li-ION wymagają bardzo dokładnego i zupełnie odmiennego (w porównaniu do ogniw Ni-Cd) sposobu ładowania.

Po szybkim przeglądzie sytuacji, czym można by ładować nowy pakiet, postanowiłem we własnym zakresie wykonać odpowiednią ładowarkę. Z racji dużej popularności ogniw Li-ION, wielu producentów części elektronicznych oferuje szeroką gamę kontrolerów ładowania, zarówno dedykowanych jak i uniwersalnych. Po przejrzaniu kilkunastu rozwiązań, mój wybór padł na kontroler Micorchip'a **MCP7386x** z powodu niskiej ceny (ca 9PLN), minimalnej ilości elementów dodatkowych, wysokiego prądu ładowania (1.2A), zabezpieczeń termicznych i zwarciovych, monitoringu temperatury ładowanych ogniw oraz zabezpieczeniu przeciw odwrotnemu podłączeniu pakietu.

Microchip oferuje cztery bliźniacze kontrolery **MCP73861/2/3/4**. Różnią się one sposobem sygnalizacji przebiegu procesu ładowania oraz ilością obsługiwanych ogniw. Z racji tego, że mamy do czynienia w tym przypadku z pakietem akumulatorów składającym się z dwóch ogniw (2 cell), do budowy ładowarki potrzebny jest nam układ **MCP73862** lub **MCP73864**. Gdyby ktoś chciał wykorzystać układ ładowarki do pojedynczych ogniw Li-ION, to w miejsce ww. należy użyć układów MCP73861 lub MCP73863. Schemat pozostaje bez zmian, skorygować trzeba wtedy jedynie niektóre wartości rezystorów wg noty katalogowej.



Jak widać, schemat ładowarki opartej o **MCP7386x** jest banalnie prosty i wymaga naprawdę minimalnej ilości dodatkowych elementów. Na swoje potrzeby wprowadziłem jednak kilka drobnych zmian, ale w zasadniczy sposób nie wpływających na działanie całego układu. Z powodu, że kontrolery z serii MCP7386x są dostępne wyłącznie w obudowach do montażu powierzchniowego, postanowiłem użyć pozostałych elementów również w wersji SMD. Jedynie diody LED (5mm, lutowane od strony druku) oraz gniazdo zasilania pozostały w technologii przewlekanej, bo akurat nie miałem pod ręką wersji SMD. Rezystory i kondensatory ceramiczne są w obudowach 0805, kondensatory tantalowe w obudowie CAP A.

Napięcie zasilania doprowadzone jest poprzez gniazdo **PC-GK1.3** – dla wygody takie samo, jakie jest użyte w radiu. Dalej mamy (nie zaznaczone na schemacie) dwie diody krzemowe **FR2J** (obudowa DO213). Ich zadaniem, oprócz zabezpieczenia układu przed odwrotnym podłączeniem zasilania, jest chęć przesunięcia zakresu napięcia zasilania. Według noty katalogowej **MCP73862** i **MCP73864** mogą być zasilane maksymalnym napięciem 13.5V. Dzięki dwóm diodom, na których występuje spadek około 2.4-2.5V, uzyskałem możliwość zasilania całego układu napięciem do 16V (w niektórych instalacjach samochodowych w trakcie pracy silnika występuje napięcie 14.4V). Oczywiście w związku z tym zmieniała się również dolna granica napięcia zasilania. Przy bezpośrednim zasilaniu wynosi ona 8.7V (napięcie akumulatorów + 0.3V), a po zastosowaniu diod zwiększa się do 11.3V. Można w miejsce diod FR2J użyć innych diod krzemowych o prądzie przewodzenia powyżej 1.5A. Można też w zależności od własnych potrzeb zastąpić jedną lub obie diody zwrami. Ostatnimi dodatkowymi elementami nie zaznaczonymi na podstawowym schemacie, jest dioda LED sygnalizująca podłączenie zasilania wraz z rezystorem 680R ograniczającym jej prąd oraz dwa kondensatory filtrujące: tantalowy 10uF/16V oraz ceramiczny 100nF.

Rezystor **R_{PROG}**, podłączony do końcówki **PROG** kontrolera, ogranicza nam maksymalny prąd ładowania. Przy zwarcie tego wyprowadzenia do masy,

akumulator będzie ładowany maksymalnym prądem dla MCP7386x, czyli 1.2A. W przypadku konieczności ograniczenia tej wartości, na przykład w przypadku mniejszych akumulatorów czy mniej wydajnego źródła zasilania, zwiększając oporność do 200R ograniczymy prąd do 1A, a przy wartości 520R prądu będzie ograniczony do wartości 0.8A. Przyjmuje się, że dla zachowania długiej żywotności akumulatorów LI-ION, prąd ładowania nie powinien przekraczać wartości 1C (gdzie C to pojemność akumulatora). W przypadku akumulatora do TH-D7E, który ma pojemność 2.5Ah, ograniczenie takie nie jest konieczne i w miejsce rezystora R_{PROG} została wstawiona zwora.

Rezystory **RT1** i **RT2** zostały obliczone dla termistora NTC 15k, znajdującego się wewnątrz pakietu akumulatorów, dla zakresu temperatur od -5°C do $+55^{\circ}\text{C}$. Dodatkowe rezystory **RT1`** oraz **RT2`** ułatwiają dokładniejsze dobranie wartości rezystancji z poza standardowego szeregu E24. Monitorowanie temperatury akumulatorów ma na celu zabezpieczenie układu przed groźbą przegrzania i pożaru ogni. Wpływa również na żywotność ogni. W przypadku innej wartości termistora NTC, należy dobrać wartości RT1 i RT2 według wzorów z noty katalogowej kontrolera.

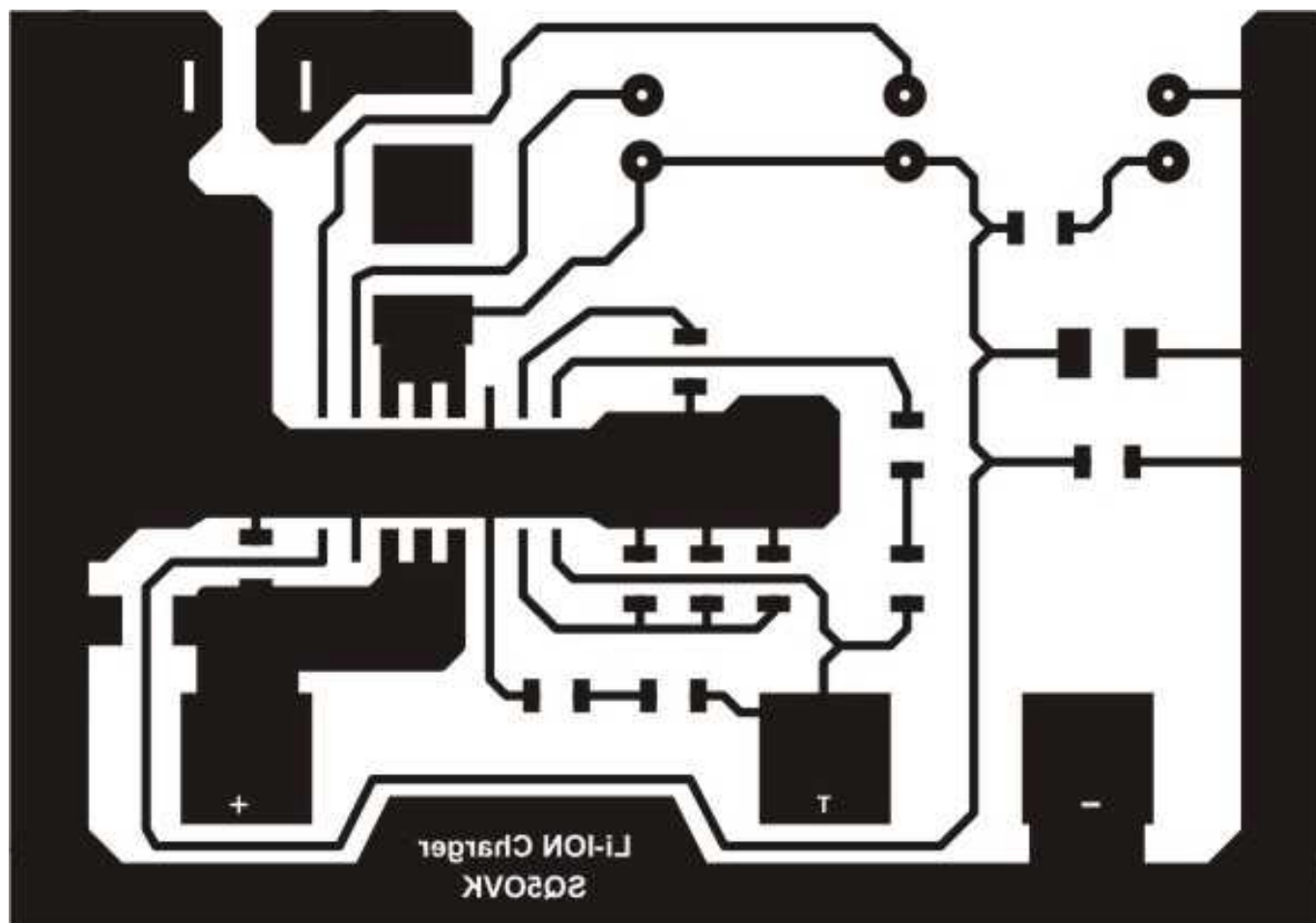
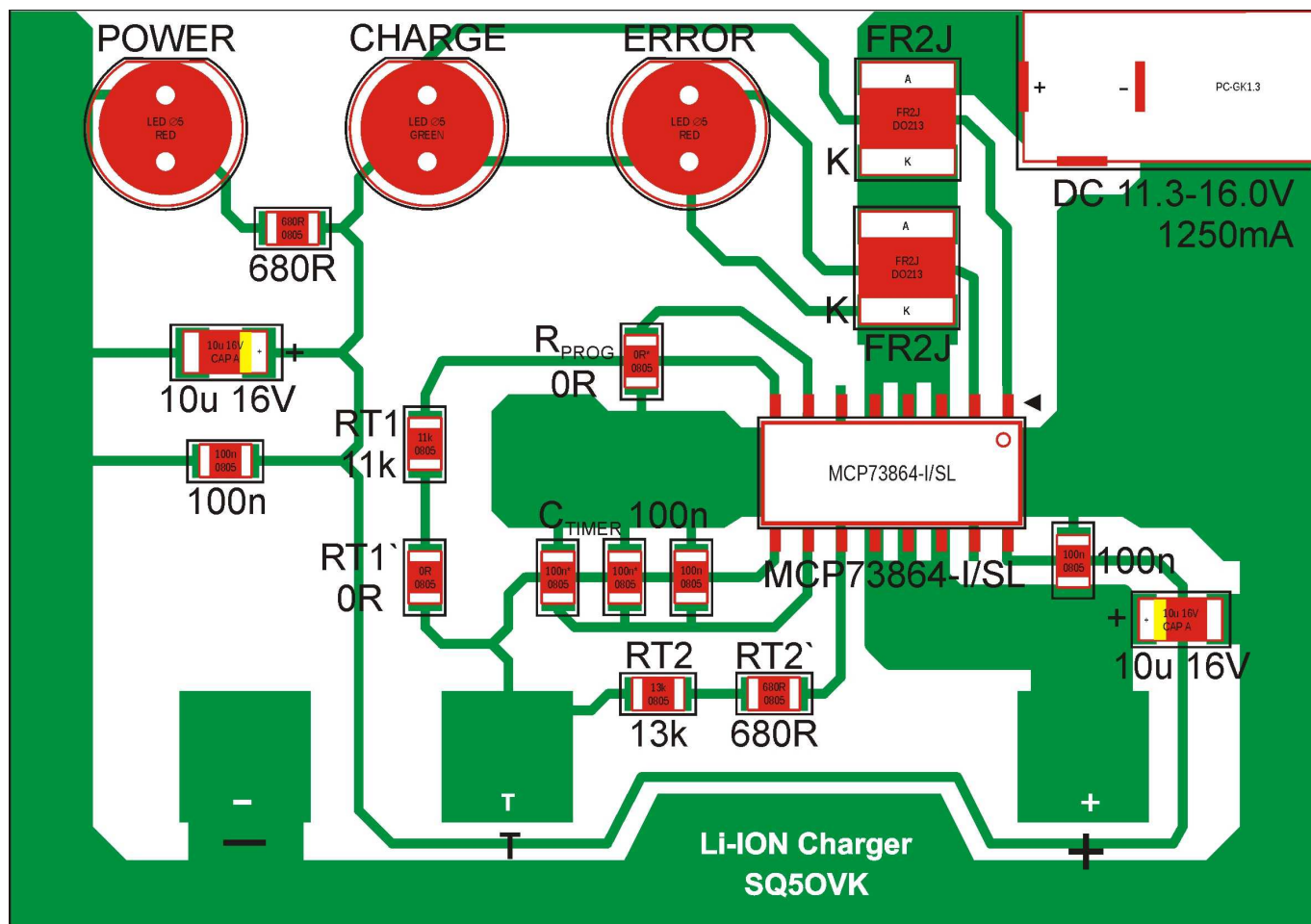
Kondensator **C_{TIME}** ustala nam czas, po którym kontroler przerywa ładowanie akumulatora bez względu na jego stopień naładowania. Każde 100nF daje nam wydłużenie czasu o 1.5 godziny. Tak więc zastosowanie tutaj wartości 300nF ($3 \cdot 100\text{nF}$) daje nam maksymalny czas głównego ładowania 4.5 godziny. Oczywiście można zastosować inne wartości. Umieszczenie tu trzech kondensatorów było spowodowane tym, że minimalna ilość zakupu kondensatorów SMD to przeważnie 100 sztuk i nie ma potrzeby kupować dodatkowej wartości dla jednej sztuki.

Chcąc ładować przy pomocy wyżej opisanego układu ogniwa o napięciu 8.2V lub 3.6V (MCP73861 lub MCP73863) należy końcówkę **V_{SET}** (nr 3) zewrzeć do masy. Gdy ładujemy akumulatory o napięciu 8.4V (3.7V dla MPC73861 lub MCP73863), końcówkę **V_{SET}** podłączamy tak jak na projekcie – do plusa zasilania.

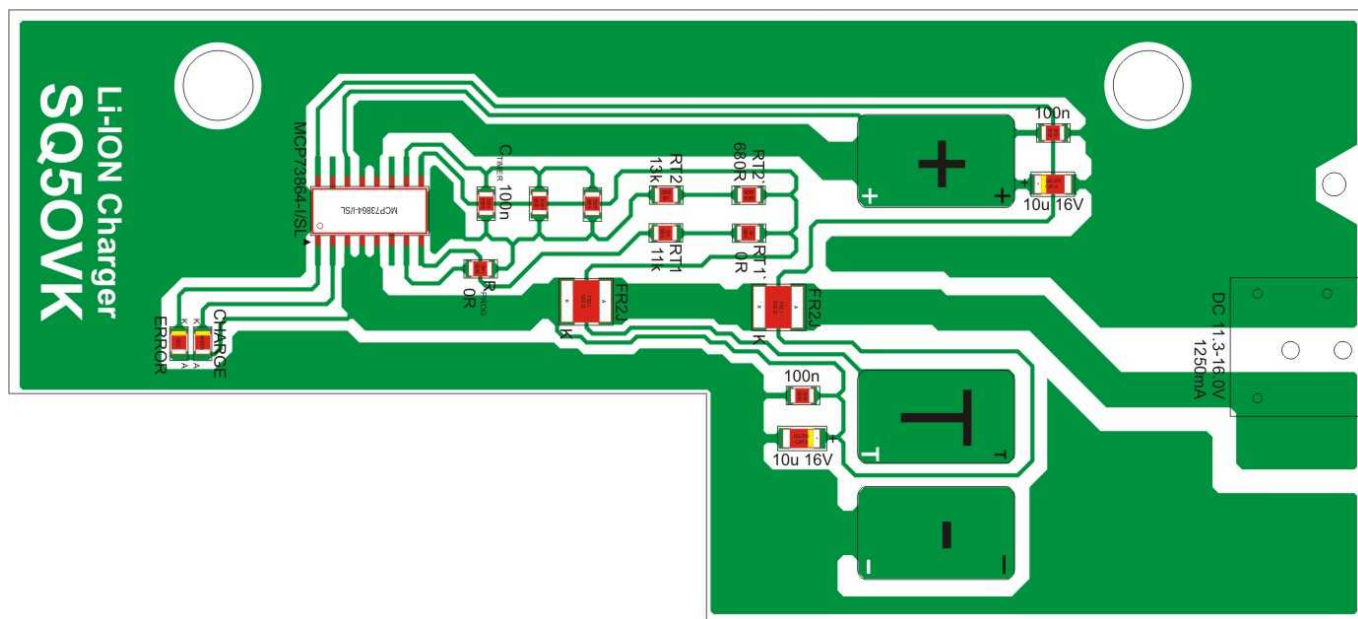
Diody LED sygnalizują nam stan ładowania: dioda **ERROR** sygnalizuje nam ciągłym świeceniem niezakończenie z jakiś powodów całej procedury ładowania, migając - przegrzanie akumulatorów. Natomiast dioda **CHARGE** działa różnie w zależności od zastosowanego kontrolera. W trakcie całego procesu ładowania świeci się ona ciągłym światłem. W przypadku układów MCP73861 i MCP73862, po zakończeniu ładowania dioda ta zacznie migać, natomiast w przypadku MCP73863 i MCP73864 - dioda zgaśnie.

Płytką PCB została zaprojektowana pod kątem zgodności rozstawu pól kontaktowych z rozstawem styków w akumulatorze do TH-D7E. Pole masy jest powiększone dla lepszego chłodzenia kontrolera, a zasilania i ładowania maksymalnie poszerzone i skrócone dla jak najmniejszych spadków napięcia przy wysokim prądzie ładowania. Przy zmianach w ułożeniu elementów na PCB ważne jest też, żeby końcówka kontrolera do pomiaru napięcia **V_{BAT3}** (nr 14) była połączona osobną ścieżką, jak najbliżej fizycznego styku z akumulatorem. Ma to na celu uwzględnienie przez kontroler ewentualnego spadku napięcia na ścieżkach doprowadzających napięcie do akumulatora. Dzięki temu napięcie to jest ustawiane z dokładnością 0.5% (0.042V) i przez to możliwe jest dokładne i precyzyjne naładowanie akumulatora bez obawy jego uszkodzenia.

Schemat PCB z elementami (bez zachowanej skali):



Na prośbę jednego z Kolegów opracowałem jeszcze jeden projekt PCB. Ma on w założeniu pasować mechanicznie do bliżej nie określonego modelu ładowarki Motoroli (być może do serii GP3xx). Okazało się, że będąca w posiadaniu Kolegi ładowarka praktycznie bez przeróbek, mechanicznie pasuje do akumulatora TH-D7E. Tak więc w tym momencie pozostało tylko zaprojektowanie nowej płytki w miejsce oryginalnej.



Pliki do pobrania:

[Ładowarka – PCB](#)

[Ładowarka - schemat montażowy](#)

[Ładowarka wer. Motorola – PCB](#)

[Ładowarka wer. Motorola – schemat montażowy](#)

[Nota katalogowa MCP7386x](#)