

# Układy do ładowarek TI

## Ładowarki impulsowe, USB i bezprzewodowe

Nowa generacja urządzeń przenośnych, takich jak telefony komórkowe, odtwarzacze muzyki i filmów, PDA oraz osobiste zestawy do nawigacji, stawiają coraz wyższe wymagania bateriom. Dla każdego z użytkowników istotne jest, aby bateria „trzymała” jak najdłużej. Oczywistym sposobem jest rozwój technologiczny i zwiększanie pojemności baterii przy jednoczesnym zmniejszaniu jej rozmiarów. Ale z drugiej strony – przecież nikt z przeciętnych użytkowników telefonu komórkowego nie ma zamiaru (jeszcze...) z taką baterią lecieć w kosmos. Zapraszamy do zapoznania się z najnowszymi rozwiązaniami ładowarek akumulatorów urządzeń mobilnych proponowanymi przez firmę Texas Instruments.

### Problemy zasilania z akumulatora lub baterii

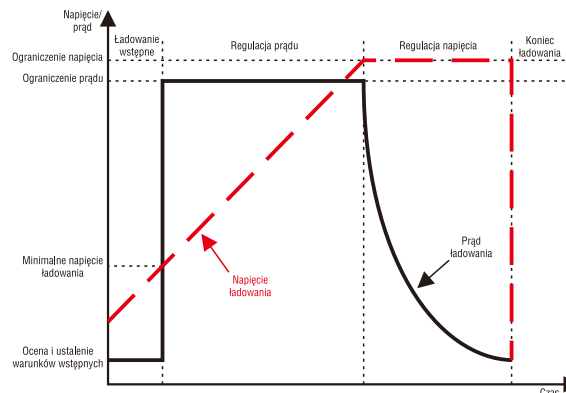
Zasilanie urządzeń przenośnych to wyzwanie dla elektronika konstruktora, ponieważ zasoby energii są bardzo ograniczone i trzeba z nich racjonalnie korzystać. Oczywiście można zwiększać pojemność źródła zasilania, jednak wraz z nią rosną też wymiary geometryczne i ciężar baterii, i co bardzo ważne, a często niedoceniane – wydłuża się również czas ładowania.

O ile ładowanie akumulatora można zostawić na noc, gdy przeważnie urządzenie nie jest potrzebne, o tyle z wymiarami geometrycznymi akumulatora jest pewien problem. Przychodzi bowiem taki moment, w którym użytkownik stwierdza pogardliwie np. w odniesieniu do telefonu komórkowego – „cegła” i nic nie przekona go do noszenia czegoś takiego w kieszeni. Inny sposób to ograniczanie poboru mocy, ale praw fizyki nie da się ominąć. Posługując się przykładem telefonu komórkowego – pamięć, procesor, układy interfejsowe mogą pobierać bardzo mało energii, dosłownie mikroampery, ale stopnia mocy nadajnika wielkiej częstotliwości nie da się oszukać.

### Punkt krytyczny: algorytm ładowania akumulatora

Stosowane są różne techniki ładowania zależne od rodzaju akumulatora i jego pojemności. Techniki te, zwane czasami algorytmami ładowania, upewniają, że akumulator zostaje naładowany do maksymalnej pojemności bez narażania na szwank bezpieczeństwa użytkownika czy skracania czasu funkcjonowania baterii.

Niektóre typy akumulatorów Li-Ion muszą być ocenione i odpowiednio zakwalifikowane przez algorytm ładowania. Nie każdy akumulator może być ładowany metodą szybką a stosowanie jej pomimo przeciwwskazań, skończy się uszkodzeniem akumulatora lub wręcz jego wybuchem. Szybkie ładowanie jest dozwolone tylko wówczas, gdy napięcie baterii i jej temperatura mieszczą się w określonych limitach. Dla bezpieczeństwa użytkownika ładowanie akumulatora Li-Ion, który jest gorący (typowo ma temperaturę powyżej 45°C) jest zatrzymywane do momentu, aż osiągnie on temperaturę normalną. Z drugiej strony, jeśli akumulator jest zimny (typowo, ma temperaturę poniżej 10°C) lub rozładowany (zwykle to napięcie poniżej 3 V na ogniwo), to przed jego ładowaniem metodą szybką aplikowany jest prąd,



Rys. 1. Profil ładowania akumulatora Litowo-Jonowego (Li-Ion)

który wstępnie go podgrzewa i ładuje. Dopiero po osiągnięciu warunków normalnych załączone jest ładowanie szybkie.

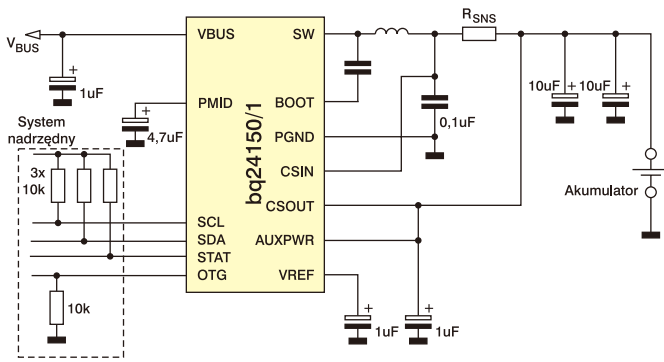
Na rys. 1 zamieszczono wykres służący do określenia profilu ładowania akumulatora Li-Ion. Początkowo tego typu akumulator ładowany jest prądem 1 C lub mniejszym do momentu, aż zostanie osiągnięty jego limit napięcia. Typowo ten stan oznacza, że akumulator jest naładowany w 30%. Następnie bateria ładowana jest napięciem 4,1 lub 4,2 V. Napięcie stałe jest różne zależnie od wytwórcy akumulatora i materiału anody.

### Impulsowa ładowarka do akumulatorów

Tradycyjnie już urządzenia przenośne wyposażane są w stabilizator liniowy typu LDO, czyli do poprawnej pracy wymagający niewielkiej różnicy napięcia pomiędzy wejściem a wyjściem. Taka metoda zasilania ma szereg zalet, jak niski koszt implementacji, prosta aplikacja używająca niewielu elementów, a czasami również „cicha praca” ze względu na brak elementów ferrytowych pracujących przy wysokiej częstotliwości, a tym samym brak zjawiska magnetostrykcji niekiedy powodującego nieprzyjemny pisk. Ale coś za coś – liniowe przetwarzanie pociąga za sobą straty mocy zamieniane następnie w ciepło. Stabilizator liniowy jest również znacznym ograniczeniem wtedy, gdy do ładowania baterii używany jest port USB komputera (jest to możliwe dla wielu urządzeń przenośnych, jak chociażby odtwarzacze MP3). Typowo USB może dostarczyć około 0,5 A przy napięciu 5 V, jednak ze względu na niską sprawność stabilizatora liniowego, moc pobierana z PC jest mocno ograniczana, co skutkuje znacznym wydłużeniem czasu ładowania. Z zasilaniem układów za pomocą USB związane są jeszcze inne problemy techniczne. Będzie o nich mowa dalej.

I tu w sukurs konstruktorom przychodzą stabilizatory impulsowe. Ich główną zaletą jest bardzo wysoka sprawność. Współczesne przetwornice używane w tego typu układach oferują sprawność lepszą niż 95%!

Pewnym problemem jest to, że wielu konstruktorów elektroników myśli o zasilaczach z przetwarzaniem jako o wymagających wielkich elementach przełączających, dużych cewkach, rdzeni, specjalnych kondensatorów i tak dalej. Wiele elementów, takich jak dioda usprawniająca i tranzystory kluczujące wbudowanych jest w strukturę układu tak, że potrzebna jest minimalna liczba elementów zewnętrznych. Do tego pracują one z wysokimi częstotliwościami przełączania i mogą używać cewek powietrznych bezrdzeniowych. Powyższe jest prawdą, jeśli mówimy o przetwornicach dostar-



**Rys. 2. Układ bq24150/1 do ładowarki impulsowej akumulatorów Li-Ion**

czających do obciążenia prądu rzędu setek miliamperów. Zasilacze mające prądy wyjściowe rzędu dziesiątek amperów i większe nadal budowane są przy użyciu sporej liczby komponentów zewnętrznych. Są przy tym bardzo skomplikowane układowo.

Na rys. 2 przedstawiono schemat aplikacji układu scalonego bq24150/1 produkcji Texas Instruments. Jest to reprezentant nowej generacji przetwornic przeznaczonych do ładowania akumulatorów Li-Ion. Pracuje z częstotliwością przełączania równą 3 MHz. Wszystkie elementy przetwornicy zintegrowane są w niewielkim układzie scalonym. Na zewnątrz podłączane są tylko duże pojemności oraz element indukcyjny, który jest typowym dławikiem o wymiarach 2×2,5×1,2 mm.

### Ładowanie z użyciem portu USB

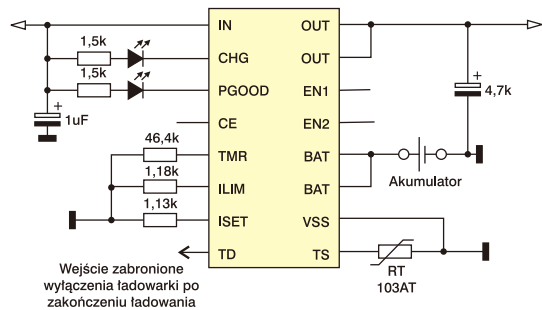
Większość urządzeń wieloportowych USB, tzw. hubów, jest w stanie dostarczać prąd o wartości 0,5 A do każdego portu USB. Można go użyć do ładowania baterii podłączonego urządzenia przenośnego. Jednak w związku z tym, że dystrybucja zasilania przez USB jest nadzorowana przez mikrokontroler lub komputer, to ładowarka podłączana do USB musi spełniać pewne wymagania. Po pierwsze, musi mieć możliwość zasilania prądem 0,1 A w trybie ograniczonego poboru energii lub 0,5 A w trybie pełnego zasilania.

Gdy akumulator jest kompletnie rozładowany, wtedy ma bardzo małą rezystancję wewnętrzną i w momencie podłączenia może pobierać zbyt duży prąd. Wówczas to elektronika nadzorująca pobierany z portu USB prąd w reakcji obronnej odłączy zasilanie. Dlatego też, po drugie, taka ładowarka musi ograniczać pobór prądu i kontrolować jego wartość, jednocześnie dystrybuując jego ograniczone zasoby z jednej strony na własne potrzeby, z drugiej do ładowania akumulatora, któremu osiągnięcie stanu choćby częściowego naładowania zajmie od kilku do kilkunastu minut. Jeśli dodamy do tego ochronę akumulatora przed źle skonstruowanym lub uszkodzonym portem USB, który może spowodować różne bliżej nieokreślone stany pracy ładowarki, to wykorzystanie USB jako źródła zasilania nie wydaje się sprawą tak łatwą i oczywistą. Większość elektroników traktuje port USB jako rodzaj zasilacza dostarczającego napięcie stałe 5 V. Okazuje się jednak, że nie zawsze sprawa jest tak trywialna.

Ładowarkę przeznaczoną do podłączenia do portu USB można zbudować z użyciem układu bq24073 firmy Texas Instruments. Schemat ideowy takiego urządzenia przedstawiono na rys. 3. Układ przeznaczony jest nie tylko do sterowania ładowaniem akumulatora, ale również realizuje funkcję dystrybucji zasilania pobieranego z portu USB.

### Ładowanie bezkontaktowe

Ciekawym trendem są ładowarki bezprzewodowe. Nie jest to idea nowa. W tego typu ładowarki wyposażane są niewielkie urządzenia AGD. Skoro idea jest tak dobrze znana, to dlaczego dopiero teraz zaczyna się o niej mówić w odniesieniu do przenośnych urządzeń elektronicznych? Zasadniczy powód był taki, że dopiero teraz postęp technologiczny umożliwił optymalizację tej metody w sposób zapewniający wysoką sprawność, a co za tym idzie – dużą szybkość ładowania. Pomyślmy, na ile czasu możemy zostawić do ładowania szczoteczke, a jakiego czasu ładowania oczekujemy jako użytkownicy od urządzeń przenośnych. Norma określa, że bateria dowolnego,



**Rys. 3. Układ bq24073 do dystrybucji zasilania pobieranego z portu USB**

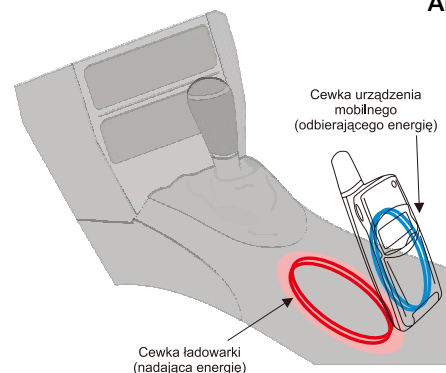
elektronicznego urządzenia przenośnego powinna się naładować do 70% swojej znamionowej pojemności w czasie nie dłuższym niż 1 godzina.

Na rys. 4 przedstawiono ideę funkcjonowania ładowarki bezprzewodowej. Może ona być elementem schowka, półki czy uchwytu w samochodzie, blatu stolika w domu lub zupełnie niezależnym urządzeniem. Powierzchnia, na której kładzie się telefon, odtwarzacz MP3 lub inne urządzenie, wyposażona jest w cewkę. Druga cewka znajduje się w urządzeniu przenośnym. Cewka w blacie zasilana jest energią stacjonarną i przewodzi zmodulowany w amplitudzie prąd przemienny. Zbliżenie urządzenia przenośnego (położenie go na stole, półce itp.) powoduje, że przez cewkę zaczyna płynąć prąd o podwyższonej amplitudzie. Tworzy się transformator mający uzwojenie pierwotne w blacie, a wtórne w urządzeniu przenośnym.

Jedno z rozwiązań tego typu zaproponowane przez firmę Fulton Innovation nosi nazwę eCoupled™. W rozwiązaniu tym układ, w który wyposażona jest ładowarka, dynamicznie przeszukuje swoje otoczenie, poszukując rezonansu. Po pierwsze, pozwala to na wykrycie obecności urządzenia w zasięgu ładowarki, a po drugie, na zaadaptowanie się do potrzeb urządzenia ładowanego oraz maksymalizację ilości przekazywanej energii. Ważne w tej metodzie jest to, że każde ładowane urządzenie traktowane jest indywidualnie, a określanie jego potrzeb wykonywane jest w czasie rzeczywistym.

Wróćmy jednak na chwilę do początku. Aby dobrze wytłumaczyć ideę, powiedzmy, że producenci próbują wytworzyć ładowarkę uniwersalną przeznaczoną do każdego typu akumulatorów. Wymóg, który wspomniano wcześniej, dotyczący szybkości ładowania w korelacji z różnymi pojemnościami akumulatorów o różnych prądach ładowania, nie jest łatwy do spełnienia. Bardzo ważna jest też zgodność ładowarki z normami kompatybilności elektromagnetycznej. Ładowarka mimo emisji pola elektromagnetycznego nie może zakłócać pracy telefonu, radioodbiornika ani żadnego innego urządzenia elektrycznego w swoim otoczeniu. Dochodzi jeszcze jeden czynnik – konsument jest bardziej skłonny zapłacić w tym przypadku raczej za wygodę użytkowania niż za modny gadżet. W związku z tym ładowarka bezprzewodowa musi być znacznie wygodniejsza w obsłudze od tradycyjnej. Jeden plus jest oczywisty – żadnych kabli, żadnych złączy, jeden wspólny standard. Urządzenie ładowane jest w momencie spoczynku, gdy nie jest potrzebne, gdy o nim nie pamiętamy i nie myślimy. Mało tego, ładowarka bez zmian będzie pasować do każdego rodzaju urządzenia przenośnego. To wszystko jednak na nic, jeśli nie będzie zapewniać ładowania akumulatora w rozsądnie krótkim czasie.

**Andrzej Maj**



**Rys. 4. Koncepcja funkcjonowania ładowarki bezprzewodowej**