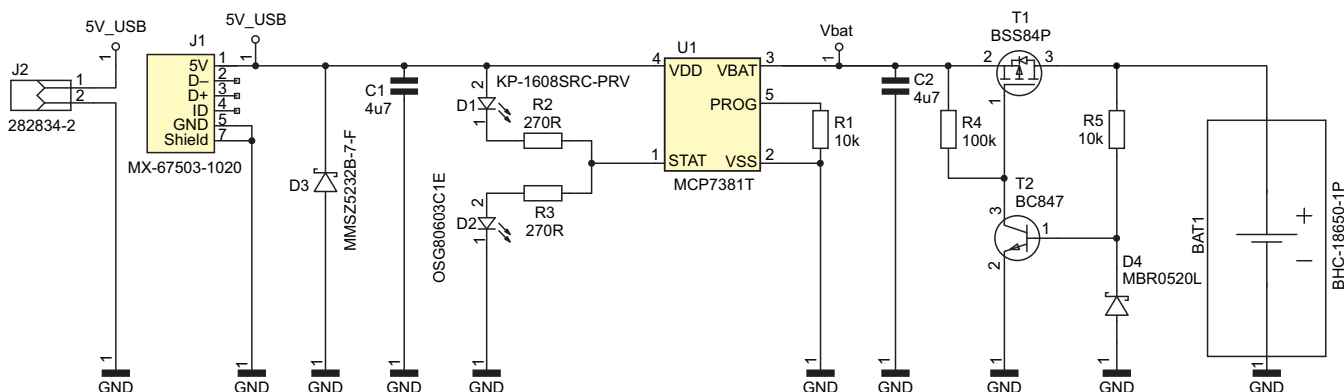
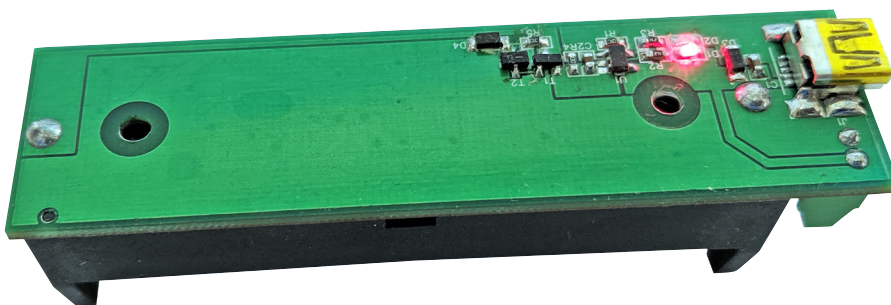


# Ładowarka akumulatorów 18650 z USB

Akumularki w rozmiarze 18650 stały się bardzo popularne. Popularne są także ładowarki sieciowe do takich akumulatorów. Jednak gdy nie ma w zasięgu gniazda zasilającego, trzeba szukać innych rozwiązań. Stąd powstał pomysł stworzenia ładowarki zasilanej z portu USB.



Rysunek 1. Schemat ładowarki

Głównym założeniem projektu było to, by ładowarka była bezpieczna. Aby nie trzeba było obawiać się zostawić ją w trybie ładowania np. przez całą noc lub działającą

bez nadzoru w pomieszczeniu mieszkalnym. Dlatego prąd ładowania pojedynczego ogniwa został ograniczony do 100 mA, godząc się równocześnie na wydłużony czas całkowitego naładowania.

Jako źródło zasilania wybrałem port USB. Jego parametry elektryczne są całkowicie wystarczające a dodatkowo popularny i łatwo dostępny. Do zasilania układu można użyć ładowarki sieciowej od telefonu komórkowego z gniazdem USB, powerbank lub ogniwa fotowoltaicznego.

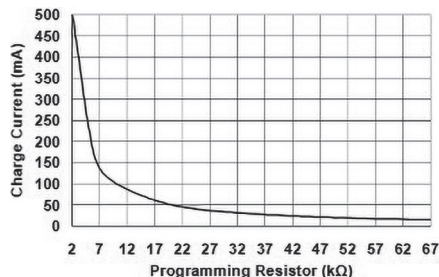
Tabela 1. Stany pracy ładowarki

Sygnalizacja	Stan ładowarki
Dioda D1 (czerwony kolor)	Ładowanie akumulatora
Dioda D2 (zielony kolor)	Naładowany akumulator
Dioda D1+D2 (czerwony i zielony kolor)	Brak akumulatora w ładowarce lub odwrrotnie włożony

można wyznaczyć albo z poniższego wzoru, albo z wykresu na rysunku 2.

$$I_{REG} [mA] = \frac{1000V}{R_{PROG} [k\Omega]}$$

Ja zastosowałem rezystor 10 kΩ, co oznacza, że prąd ładujący ogniwo będzie wynosił 1000 V/10=100 mA. Uznałem, że to bezpieczna



Rysunek 2. Wykres służący do wyznaczenia wartości rezystancji rezystora ustalającego prąd ładowania ogniwa

## Budowa i działanie

Schemat ładowarki znajduje się na rysunku 1. Złącze J1 jest złączem typu USB mini i służy do zasilania układu. Złącze J2 służy do podłączenia dowolnego zasilania, np. ogniwa fotowoltaicznego. BAT1 to gniazdo na akumulator 18650. Dioda Zenera D3 służy jako zabezpieczenie ponadnapięciowe o wartości 5,6 V, w szczególności przy zasilaniu ze złącza J2. Sercem ładowarki jest układ U1: MCP7381T-2ATI/OT. Jest to układ polecany do obwodów ładowania ogniw litowo-jonowych i litowo-polimerowych. Przyjmuje na wejściu VIN napięcia z zakresu 3,75...6 V. Sygnał STAT za pomocą diod D1 i D2 sygnalizuje stan pracy ładowarki, zgodnie z tabelą 1.

Do wyprowadzenia PROG podłączamy rezystor, za pomocą którego ustalamy prąd ładowania ogniwa. Prąd można programować w zakresie 15...500 mA. Wartość rezystora

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony [www.media.avt.pl](http://www.media.avt.pl)

**W ofercie AVT\* AVT-5694**

**Podstawowe parametry:**

- prąd ładowania 100 mA,
- gniazdo na akumulator 18650,
- zasilanie z portu USB o wydajności 100 mA.

**Wykaz elementów:**

- R1, R5: 10 kΩ SMD0603
- R2, R3: 270 Ω SMD0603
- R4: 100 kΩ SMD0603
- C1, C2: 4,7 µF SMD0603
- D1: led czerwona SMD0603
- D2: led zielona SMD0603
- D3: MMS25232
- D4: MBR0520
- T1: BSS84
- T2: BC847
- U1: MCP7381
- J1: Gniazdo mini USB SMD
- J2: DG381-2
- BAT1: Koszyk na akum. 18650

**Uwaga!** Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania!

Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] - jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wzlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podłączona w opisie kitu. Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:

- wersja [C] - zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wzlutowane w płytkę PCB)
- wersja [A] - płytkę drukowaną bez elementów i dokumentacji

Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:

- wersja [A\*] - płytkę drukowaną [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja
- wersja [UK] - zaprogramowany układ

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! <http://sklep.avt.pl>. W przypadku braku dostępności na <http://sklep.avt.pl>, osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: [kity@avt.pl](mailto:kity@avt.pl).

wartość do ładowania ogniwa bez monitorowania jego temperatury. Oczywiście jeżeli ktoś chciałby ładować ogniwa większym prądem, wystarczy, że zmieni wartość tego rezystora. Układ ładuje akumulator do napięcia 4,20 V.

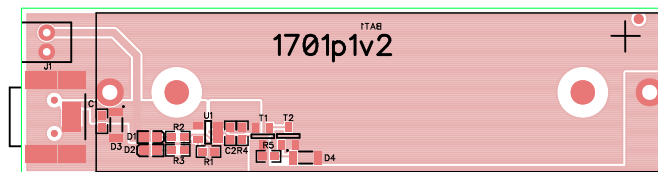
Obwód złożony z elementów R4, T1, T2, R5, D4 to obwód zabezpieczający przed odwrotnym włożeniem ogniwa do ładowarki. Przy poprawnym włożeniu ogniwa rezystor R5 i dioda D4 polaryzują bazę tranzystora T2, umożliwiając jego pracę. Tranzystor T2 zostaje włączony. To skutkuje obniżeniem potencjału bramki tranzystora P-MOSFET T1 do potencjału GND, co powoduje jego otwarcie i przewodzenie. Przy odwrotnym podłączeniu ogniwa prąd będzie płynął przez diodę Schottky'ego D4 i rezystor R5. Wartość tego prądu to około 420  $\mu$ A. Prąd ten powoduje spadek napięcia na diodzie D4 o wartości około 0,11 V. Jest to również napięcie VBE tranzystora T2. Jest to za mała wartość, aby

tranzystor przewodził. Dlatego T2 pozostaje zatkany. Tym samym potencjał bramki tranzystora T1 jest zbliżony do potencjału drenu.

A to oznacza, że tranzystor T1 nie przewodzi i ochrania ogniwo przed uszkodzeniem.

### Montaż i uruchomienie

Schemat płytki PCB wraz z rozmieszczeniem elementów pokazuje **rysunek 3**. Montaż najlepiej zacząć od najmniejszych elementów. Wpierw warto przylutować układ U1, następnie rezystory i kondensatory w obudowach 0603. Później diody i tranzystory. Na samym końcu przylutować złączki i gniazdo na akumulator 18650.



Rysunek 3. Schemat płytki PCB

Układ po zlutowaniu jest gotowy do pracy. Przed podłączeniem ładowarki do gniazda USB należy sprawdzić, czy nie ma zwarcia na liniach zasilających portu USB. W przypadku zasilania przez ogniwo fotowoltaiczne trzeba się upewnić, czy panel fotowoltaiczny nie wytwarza zbyt dużego napięcia oraz czy jest odpowiedniej mocy. **Nie należy zasilac ładowarki z portu USB i panelu fotowoltaicznego równocześnie.** Może to uszkodzić ogniwo. Zaleca się zasilanie ładowarki z jednego źródła.

**Stawomir Kabat**