



Podstawowe parametry:

- jako źródło zasilania zastosowano 3 typowe ogniwa cylindryczne Li-Ion 18650,
- pozwala uzyskać napięcie 12,6 V, zbliżone do typowego akumulatora kwasowego/żelowego,
- przeznaczony jest do pracy z prądami do kilku amperów,
- układ uzupełnia prosty wskaźnik napięcia wyjściowego.

* **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 podlinkowana w opisie kitu. Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:

- wersja [C] – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wlotowane 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.

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.ulubionykiosk.pl/media

- AVT5931 Zasilacz buforowy 5 V z uniwersalną ładowarką (EP 11/2022)
- AVT5834 Akumulator z ogniwami LiFePO₄ (EP 5/2022)
- Ultralekki powerbank (EP 3/2019)
- AVT5568 Power Bank 14,4 V – nowoczesny moduł zasilania bezprzewodowego z superkondensatorami (EP 1/2017)
- AVT5519 PWR_SolarCAP Power bank zasilany przez słońce (EP 11/2015)
- AVT2309 Ładowarka akumulatorów żelowych. Zasilacz buforowy (EdW 10/1998)

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 stronie sklepu osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: kity@avt.pl.

Akumulator Li-Ion 3S DIY

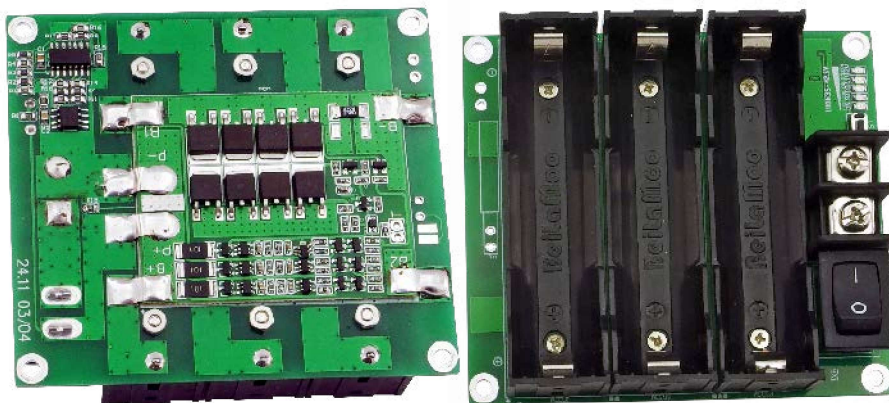
Wiele urządzeń elektronicznych wymaga zapewnienia zasilania bezprzewodowego. Podstawowym elementem takiego układu jest magazyn energii, najczęściej w postaci akumulatora. Zaprezentowany moduł akumulatora Li-Ion usprawnia projektowanie i testowanie obwodów zasilania.

Jako źródło zasilania wybrano typowe ogniwo cylindryczne Li-Ion 18650. Połączenie ich w szeregowy pakiet 3S1 pozwala uzyskać napięcie 12,6 V. Magazynowanie energii przy wyższym i standardowym napięciu 12 V ułatwia użycie gotowych modułów ładowarek oraz przetwornic dla napięć zasilających projektowanego układu.

Budowa i działanie

Akumulator wykonany jest w formie modułu. Składa się z dwóch bloków funkcjonalnych: akumulatora z układem zabezpieczeń, którego schemat pokazano na rysunku 1 oraz wskaźnika napięcia, którego schemat znajduje się na rysunku 2. Użytkowanie akumulatorów Li-Ion związane jest z koniecznością spełnienia kilku warunków dotyczących bezpiecznej eksploatacji. Niezbędne jest ich zabezpieczenie przed zwarcieniem, nadmiernym rozładowaniem i przekroczeniem napięcia ładowania. W przypadku pakietów szeregowych dodatkowo trzeba balansować ładunek ogniw składowych. Za realizację wszystkich funkcji odpowiada układ BMS/PCM.

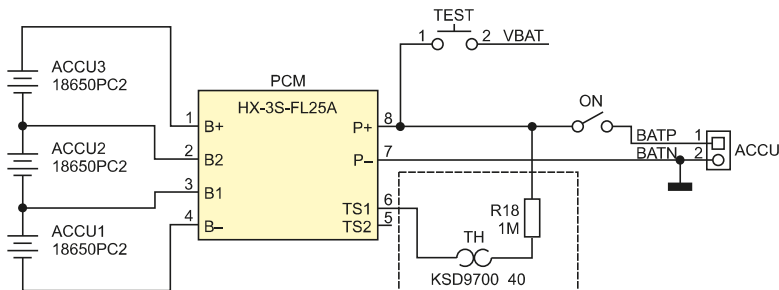
W modelu zdecydowano się na zastosowanie gotowego modułu PCM typu HX-3S-FL25A. Zaprojektowanie modułu PCM nie jest zadaniem niemożliwym, lecz ze względu



na problematyczną dostępność jednostkowych ilości układów scalonych do zabezpieczeń i balansowania ogniw, zdecydowałem się na zastosowanie gotowego rozwiązania. Moduł HX-3S-FL25A dostosowany jest do obsługi pakietu 3S, dopuszcza maksymalny prąd obciążenia do 25 A, który poprzez zmianę rezystorów pomiarowych może zostać dopasowany do charakterystyki zastosowanych ogniw. Moduł zabezpiecza ogniwa przed przeładowaniem powyżej 4,3 V, nadmiernym rozładowaniem poniżej 2,5 V, a prąd balansowania ustalony jest na ok. 100 mA.

Niektóre wersje obsługują wejście zabezpieczenia termicznego pakietu, zaznaczone na schemacie przerywaną linią. Układ współpracuje z opcjonalnym termostatem, który po przekroczeniu temperatury 40°C odcina ogniwo.

W modelu należy używać ogniw 18650, które w płytce umieszczone są w koszykach, co pozwala na szybką i bezpieczną ich wymianę, bez konieczności zgrzewania lub lutowania ogniw. Należy mieć świadomość faktu, że ze względu na rezystancję styków koszyków, ścieżek drukowanych i wyłącznika,



Rysunek 1. Schemat bloku akumulatora

Wykaz elementów, kupuj na stronie sklep.avt.pl (Warszawa, ul. Leszczyńska 11, tel. +48222578451, e-mail: handlowy@avt.pl)

Rezystory: (SMD0805, 1%)

- R1, R2, R3, R4, R5: 4,7 kΩ
- R6: 20 kΩ
- R7: 10 kΩ
- R8, R9: 330 Ω
- R10, R11: 12 kΩ
- R12: 33 kΩ
- R13: 3 kΩ
- R14, R15, R16: 300 Ω

R17: 910 Ω

R18: 1 MΩ

Kondensatory:

- C1, C2: 1 μF ceramiczny 25 V (SMD0805)

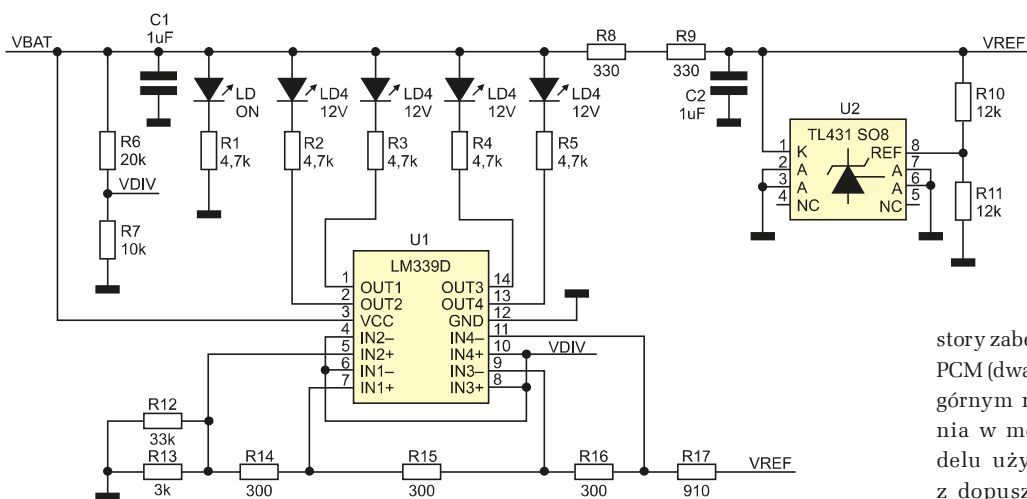
Półprzewodniki:

- LD, LD1, LD2, LD3, LD4: dioda LED zielona (SMD0805)
- U1: LM339D (SO14)

U2: TL431 (SO8)

Pozostałe:

- ACCU1, ACCU2, ACCU3: koszyk na akumulator 18650
- ACCU: złącze śrubowe DG 10 mm
- ON: wyłącznik ON/OFF rocker 24 V/8 A
- PCM: moduł PCM HX-3S-FL25A
- TEST: mikroprzełącznik chwilowy 6x3 mm
- TH: wyłącznik termiczny KSD970040 (opcja)



Rysunek 2. Schemat układu wskaźnika napięcia

moduł przeznaczony jest do pracy z prądami do kilku amperów.

Dla uproszczenia obsługi wszystkie ogniwa skierowane są wyprowadzeniem + w jednym kierunku, co wydłuża ścieżki połączeniowe, ale zmniejsza ryzyko pomyłki przy użytkowaniu. Zastosowanie ogniw wysokoprądowych jest oczywiście możliwe, ale nie pozwoli wykorzystać ich pełnego potencjału przy dużych prądach rozładowania, w porównaniu z pakietem z połączeniami zgrzewanymi o minimalnej długości. Moduł wyposażony jest w wyłącznik akumulatora ON, napięcie wyjściowe dostępne jest na złączu śrubowym ACCU.

Układ uzupełnia prosty wskaźnik napięcia wyjściowego, aktywowany przyciskiem TEST. Składa się on z komparatorów układu U1 typu LM339 sygnalizujących cztery progi napięcia. Napięcie z akumulatora poprzez dzielnik R6/R5 doprowadzone jest do wejść odwracających komparatorów. Układ U2 typu TL431 dostarcza napięcia odniesienia do dzielnika wejść nieodwracających. Dioda LD ON sygnalizuje obecność zasilania, diody LD1...LD4,

sygnalizują przekroczenie progów 9/10/11/12 V, pozwalając orientacyjnie ocenić stan naładowania akumulatora. Rezystorem R12 można skorygować dokładność wskazań związaną z rozrzutem elementów.

Montaż i uruchomienie

Układ zmontowany jest na dwustronnej płytce drukowanej, której schemat został pokazany na **rysunku 3**. Montaż układu należy rozpocząć od wlotowania elementów układu wskaźnika napięcia, przycisku Test oraz złącza ACCU. Po wlotowaniu i sprawdzeniu połączeń, do złącza ACCU doprowadzamy napięcie z zasilacza laboratoryjnego. Przy naciśnięciu przycisku Test, zmieniając napięcie 8...14 V, sprawdzamy sygnalizację progów. Ewentualnej korekty progów dokonujemy zmianą rezystora R12 lub dzielnika R10/R11.

Następnie za pomocą dwustronnej taśmy klejącej montujemy układ PCM, wyprowadzenia układu lutujemy do płytki, wykorzystując odcinki taśmy niklowej lub srebrzanki. Przed wlotowaniem koszyków 18650, przykręcamy je do płytki za pomocą śrubek M2,5,

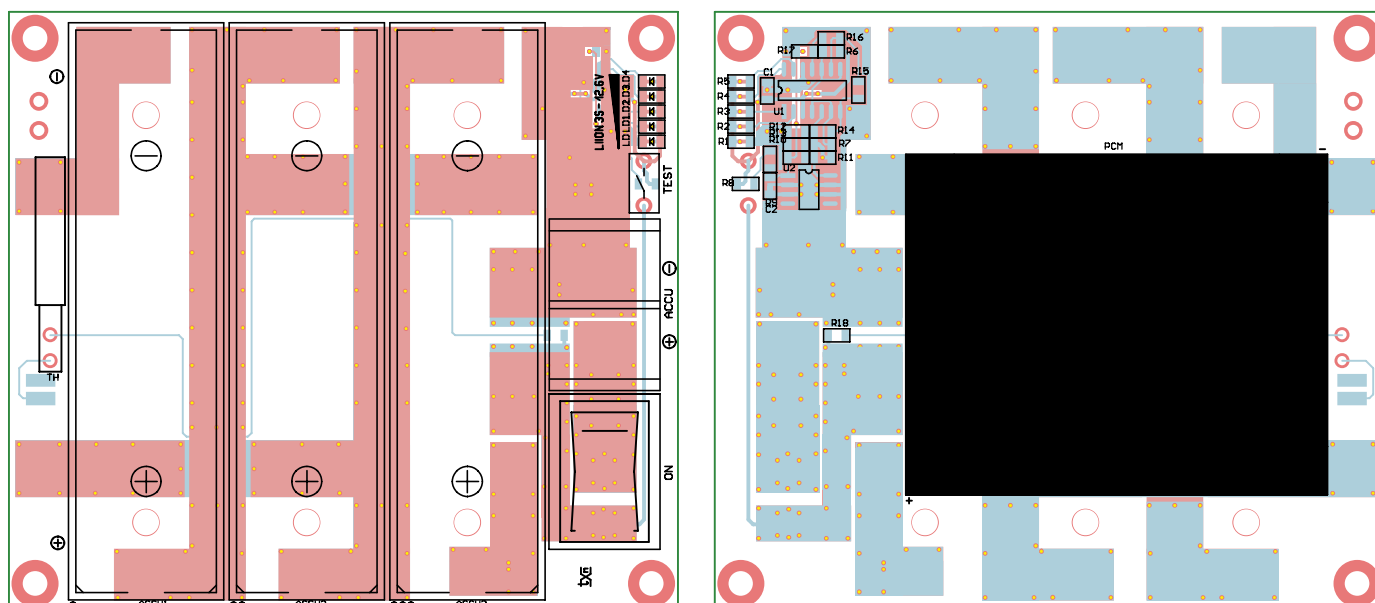
zakładając podkładki izolacyjne pod nakrętki. W otwory mocujące płytki wkręcamy tulejki dystansowe, docelowo na spód płytki warto przyciąć osłonę z materiału izolacyjnego, aby nie dopuścić do przypadkowych zwarcia podczas eksperymentów.

W zależności od zastosowanych ogniw należy dobrać rezystory zabezpieczenia zwarciovego na płytce PCM (dwa rezystory SMD2512 5 mΩ w lewym górnym rogu), próg odcięcia zabezpieczenia w module HX to ok. 150 mV. W modelu używane są ogniwa ICR18650-26H z dopuszczalnym prądem 5,2 A, ale nie są użytkowane forsownie, więc próg zabezpieczenia zwarciovego ustalono bezpiecznie na ok. 3,75 A, zmieniając rezystor na 40 mΩ.

Jeżeli wszystko jest zmontowane i sprawdzone, należy przygotować ogniwa. W przypadku zastosowania ogniw używanych lub pochodzących z demontażu należy zadbać, aby nadawały się do pracy w pakiecie, tj. miały zbliżone pojemności i rezystancje wewnętrzne. Przed pierwszym umieszczeniem w płytce każde z ogniw należy naładować w zewnętrznej ładowarce i skontrolować, czy napięcia naładowanych ogniw nie różnią się o więcej niż 50 mV. Jeżeli wszystko jest sprawdzone, ogniwa umieszczamy w koszykach w kolejności od ACCU1 do ACCU3 (wyjmowanie ogniw odbywa się w kolejności odwrotnej). Kolejne cykle ładowania i rozładowania odbywają się już pod kontrolą modułu PCM, a akumulator DIY jest gotowy do eksperymentów.

Uwaga: podczas użytkowania ogniw Li-Ion należy zachować odpowiednie warunki eksploatacji zgodne z kartą katalogową, nieprzestrzeganie ich może spowodować zagrożenia dla zdrowia i otoczenia użytkownika.

Adam Tatuś, EP



Rysunek 3. Schemat płytki PCB