

Uniwersalna ładowarka akumulatorów LiFePO4

Przedstawiony w artykule układ ładowarki przystosowany jest do ładowania szeregowej baterii LiFePO4 1...4S prądem do 1,5 A.

DODATKOWE MATERIAŁY NA FTP:

<ftp://ep.com.pl>

USER: 33948, PASS: 5gcckdmq

W ofercie AVT*

AVT-1942

Wykaz elementów:

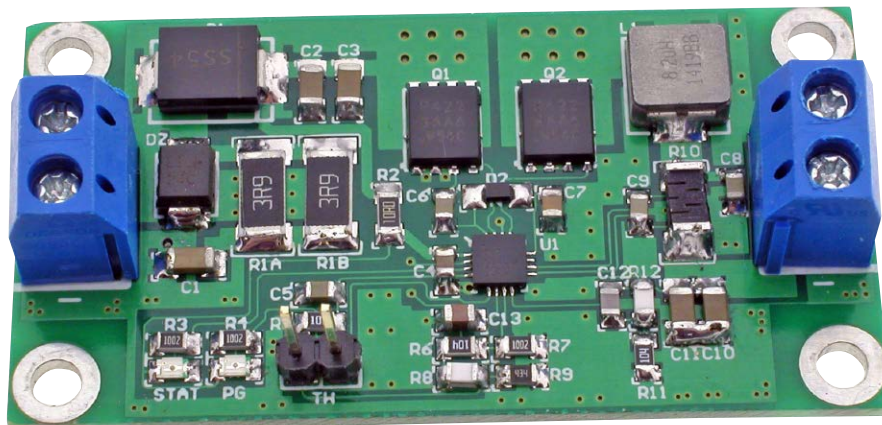
R2: 10 Ω /0,5 W (SMD 1206)
 R3, R4, R7, R8A: 10 k Ω /1% (SMD 0805)
 R5: 100 Ω /1% (SMD 0805)
 R6, R11: 100 k Ω /1% (SMD 0805)
 R8: 120 k Ω /1% (SMD 0805)
 R9: 430 k Ω /1% (SMD 0805)
 R10: 10 m Ω /1%, 1 W (SMD 2010)
 R12*, R12A*: 692 k Ω /1% (SMD 0805)
 R1A, R1B: 3,9 Ω /1 W (SMD 2512)
 C1: 2,2 μ F (SMD 1206)
 C2, C3, C10, C11: 10 μ F (SMD 1206)
 C4, C7, C13: 1 μ F (SMD 0805)
 C5, C6, C8, C9: 0,1 μ F (SMD 0805)
 C12: 22 pF (SMD 0805)
 D1: MBR5540T3 (dioda Schottky)
 D2: BAT54 (dioda Schottky)
 DZ: 24A (Transil P6 jednodokierunkowy 24 V)
 PG, STAT: LED SMD 0805
 Q1, Q2: SIR422DP (PowerPAKSO-8)
 U1: BQ24620RVA (VQFN16)
 L1: 8,2 μ H (dławik IHLP2525CZER8R2M01 – 8,2 μ H/75 A)
 LiFePo, DC: złącze ARK2/5 mm
 TH: złącze SIP2
 THS: termistor 103AT, w pakiecie kondensatorów

Projekty pokrewne na FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na FTP)

AVT-1903	Balanser do pakietów akumulatorów Li-Po (EP 3/2016)
AVT-1866	Zabezpieczenie akumulatora Li-Ion lub Li-Po (EP 8/2015)
AVT-1803	LiPo_833 – miniaturowa ładowarka Li-Po zasilana z USB (EP 6/2014)
AVT-1757	Miniaturowa ładowarka akumulatorów Li-Po zasilana z USB (EP 8/2013)
AVT-3056	Ładowarka Li-Ion z pomiarem pojemności (EdW 4/2013)
AVT-1732	Ładowarka akumulatorów Li-Ion i Li-Poly (EP 3/2013)

* Uwaga:
 Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach:
 AVT xxxx UK to zaprogramowany układ. Tylko i wyłącznie. Bez elementów dodatkowych.
 AVT xxxx A płytka drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wyrażenie zaznaczono), bez elementów dodatkowych.
 AVT xxxx B płytka drukowana i zaprogramowany układ (czyli połączenie wersji A i wersji UK) bez elementów dodatkowych.
 AVT xxxx C płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymienionych w zestawieniu pdf.
 AVT xxxx D to nie innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wmontowane w PCB. Należy mieć na uwadze, że o ile nie zaznaczono wyraźnie w opisie, zestaw ten nie ma obudowy ani elementów dodatkowych, które nie zostały wymienione w załączniku pdf.
 AVT xxxx CD oprogramowanie (nieczęsto spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można ściągnąć, klikając w link umieszczony w opisie kitu).
 Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf. Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! (UK, A, A+, B lub C) <http://sklep.avt.pl>



Schemat ideowy ładowarki pokazany na rysunku 1. Układ U1 BQ24620RVA, jest sterownikiem obniżającej przetwornicy impulsowej, przystosowanej do ładowania akumulatorów LiFePO4. Zasilanie ładowarki doprowadzone jest do złącza DC i powinno zawierać się w zakresie 17-22 V, przy obciążalności 1,5 A (dla pakietu 4S), wymagania doskonale spełniają zasilacz impulsowy z laptopa lub prosty prostownik mostkowy z filtrem, zasilany z typowego napięcia przemiennego 16-18VAC, jakie stosowane jest w ładowarkach i zasilaczach systemów alarmowych. Dioda D1 zapobiega odwrotnemu doprowadzeniu zasilania oraz chroni przed rozładowaniem akumulatora przy zaniku zasilania sieciowego. Elementy R1A/B, C1, DZ, R2, C4 stanowią filtr przebiegów, zabezpieczający U1 przed przekroczeniem dopuszczalnego napięcia zasilania, podczas podłączania zasilania i mocnych wystąpić na długich doprowadzeniach oscylacji i przepięć. C2, C3 filtrują napięcie wejściowe, C10, C11 napięcie wyjściowe ładowarki.

Tranzystory Q1, Q2 są elementami kluczującymi przetwornicy, C6, C7, D2 wchodzi w skład obwodu polaryzacji tranzystorów kluczujących. Napięcie końcowe ładowania ustalane jest dzielnikiem R12/R12A/R13, dokładną wartość określa wzór $V_{acc} = 1,8 \times (1 + (R12 || R12A) / R11)$ [V]. W modelu V_{acc} ustalono na 14,35 V (LiFePo4 4S), nieco poniżej standardowego 3,6 V dla jednego akumulatora. Napięcie może zostać skorygowane poprzez zmianę rezystorów R12||R12A dla dostosowania napięcia ładowarki do ilości szeregowo połączonych cel. Należy zwrócić uwagę na poprawny dobór napięcia ładowania, gdyż jest to czynnik krytyczny, nie tylko dla trwałości ale i bezpieczeństwa eksploatacji, typowo akumulatory LiFePO4

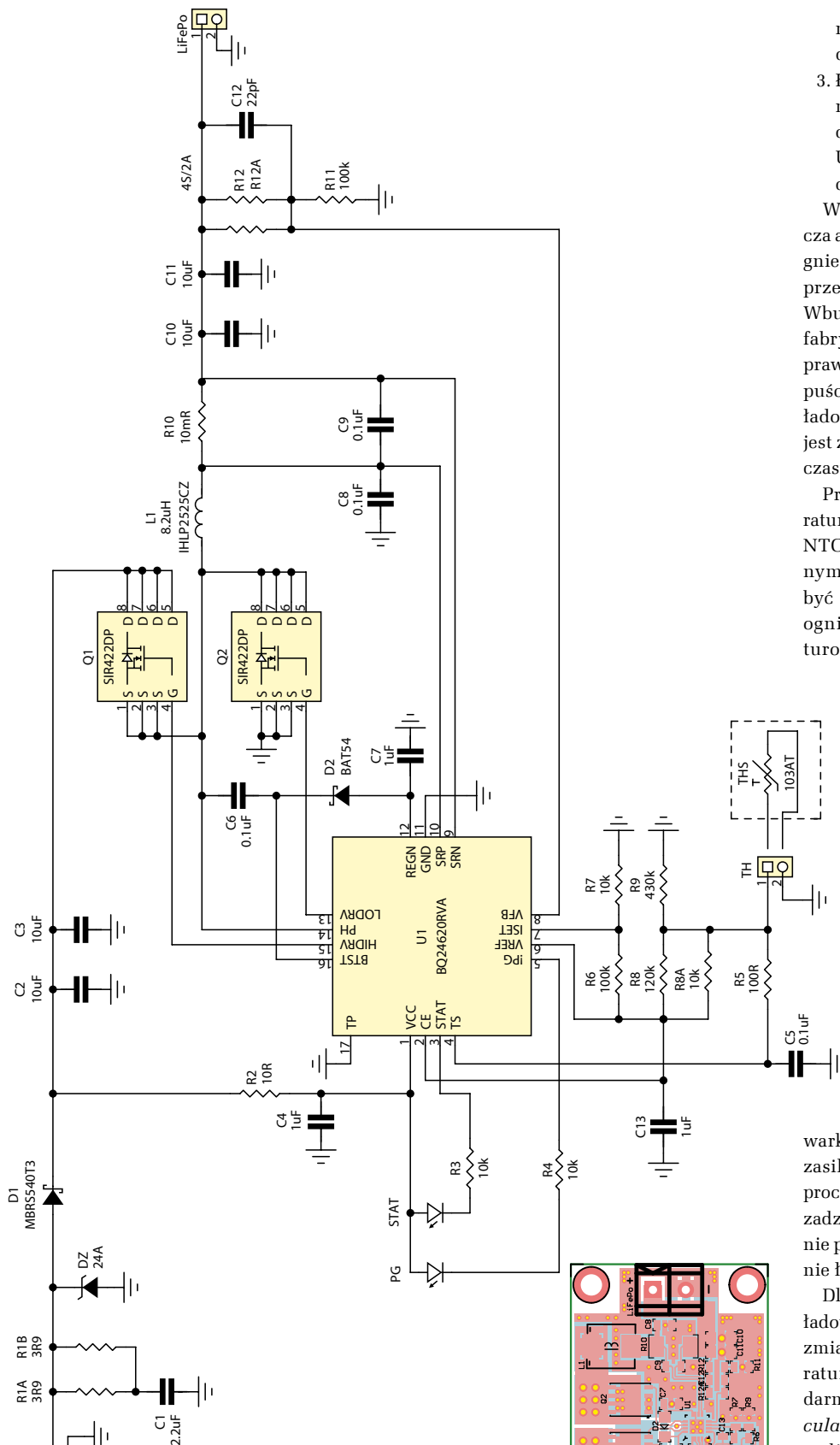
mają ustalone napięcie ładowania na 3,6 V dla jednej celi. Jako R12/R12A/R11 (W modelu R12=692 k Ω , R12=NC, R11=100 k Ω). Należy zastosować rezystory o tolerancji 1%.

Wbudowane zabezpieczenie wyłącza sterowanie tranzystorów, gdy napięcie wyjściowe przekroczy 108% ustalonego napięcia V_{acc} . W przypadku przekroczenia napięcia zasilania 32 V, aktywowany zostaje układ zabezpieczający OVP wyłączający układ U1, w modelu nie dopuszcza do takiego wzrostu napięcia V_{acc}. U1 posiada także zabezpieczenie podnapięciowe VLO działające przy napięciu zasilania <3,85 V. Bocznik R10 jest elementem obwodu pomiaru i stabilizacji prądu ładowania, C8, C9 filtrują pomiar. Sugerowana wartość bocznika to 0,01 Ω /1 W, jako kompromis pomiędzy stratami mocy, a dokładnością układu pomiaru. Za ustalenie dokładnej maksymalnej wartości prądu ładowania odpowiada dzielnik R6/R7 dołączony do wyprowadzenia ISET, zgodnie ze wzorem $I_{acc} = V_{iset} / (20 \times R10)$ [A]. Gdzie: V_{iset} , napięcie na wyprowadzeniu ISET pochodzące z dzielnika R6/R7, dzielnik zasilany jest z wyprowadzenia VREF, typowa wartość napięcia VREF to 3,3 V. Napięcie $V_{iset} = V_{ref} \times R7 / (R6 + R7)$ [A]. W modelu, odpowiednio: R6=100 k Ω , R7=10 k Ω , V_{iset} =0,3 V, I_{acc} =1,5 A.

Wbudowane zabezpieczenie wyłączy tranzystory kluczujące, gdy prąd przekroczy 160% prądu I_{acc} , np. w przypadku uszkodzenia akumulatora lub zwarcia wyjścia.

Proces ładowania przebiega w trzech fazach:

1. Detekcja akumulatora, U1 testuje obecność akumulatora obciążając go i mierząc napięcie, w zależności od wyniku pomiaru, ładowanie zostaje wyłączone lub ładowarka przechodzi do drugiego kroku.



Rysunek 1. Schemat montażowy ładowarki LiFePo

2. Ładowanie prądem wstępnym $I_{acc}/10$, jeżeli napięcie U_{vfb} jest mniejsze od $0,35\text{ V}$, proces trwa 30 minut, jeżeli po tym czasie napięcie nie wzrośnie, akumulator uznawany jest za uszkodzony i proces jest zakończony, jeżeli

napięcie wzrośnie $>0,35\text{ V}$, U1 przechodzi do trzeciego kroku.

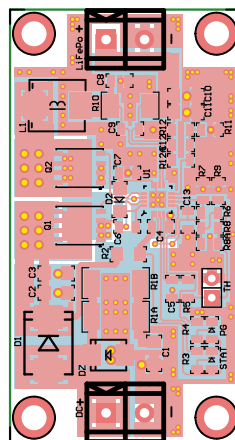
3. Ładowanie szybkie CC/CV, prądem znamionowym I_{acc} odbywa się, gdy zakończy się krok wcześniejszy lub napięcie U_{vfb} jest większe od $0,35\text{ V}$ po detekcji akumulatora.

Wbudowany timer (5 godzin) zabezpiecza akumulator, jeżeli w tym czasie nie osiągnie on napięcia końcowego, ładowanie jest przerywane i sygnalizowana jest awaria. Wbudowane timery mają czasy określone fabrycznie, należy zwrócić uwagę na poprawny dobór prądu ładowania, aby nie dopuścić do sytuacji, gdy sprawny akumulator ładowany zbyt małym prądem uznawany jest za uszkodzony z powodu przekroczenia czasu ładowania.

Proces ładowania zależny jest od temperatury, pomiar dokonywany jest termistorem NTC o charakterystyce 103AT-2 podłączonym do złącza TH. Termistor powinien być umieszczony bezpośrednio pomiędzy ogniwami akumulatora. Progi temperatury określa dzielnik $R8/R8A$, $R9$ dołączony do wyprowadzenia TS. Jeżeli temperatura mieści się w ustalonym przedziale, utrzymywane są parametry znamionowe procesu ładowania, jeżeli temperatura przekroczy progi ($73,5\%$ V_{ref} dla „niskiej” i 37% V_{ref} dla „wysokiej” temperatury), ładowarka wyłącza się i czeka do powrotu temperatury do zadanego zakresu. Progi mają histerezę zapobiegającą przypadkowemu przełączeniu. BQ24620 posiada wbudowany czujnik temperatury struktury, wyłączającej układ przy przekroczeniu 145°C . Wejście CE aktywuje ładowanie, w modelu aktywne jest stale. Diody PG i STAT sygnalizują status ładowarki. PG sygnalizuje poprawność napięcia zasilania ($DC > LVO$), dioda STAT aktywny proces ładowania, miganie STAT sygnalizuje zadziałanie zabezpieczeń ładowarki, zgaszenie przy świecącej PG sygnalizuje zakończenie ładowania.

Dla osób, które chcą dostosować parametry ładowarki do własnego układu, np.: poprzez zmianę napięcia, prądu lub progów temperatury, Texas Instruments dostarcza darmowy arkusz kalkulacyjny *bq24620 calculation tools_V1.5.xls* ułatwiający szybkie wyliczenie wymaganych wartości elementów. Arkusz zostanie dołączony do materiałów źródłowych.

Układ zmontowany jest na niewielkiej dwustronnej płytce drukowanej – rozmieszczenie elementów przedstawia rysunek 2. Montaż układu nie wymaga opisu. Należy zwrócić uwagę na poprawne przyłutowanie padów termicznych U1, Q1,2.



Rysunek 2. Schemat montażowy ładowarki LiFePo

Adam Tatuś, EP