

# LTC4054L-4.2

## Układ do ładowania akumulatorów litowo-jonowych

**Producent**  
Linear Technology

### Zastosowanie

- Telefony bezprzewodowe
- Przenośne odtwarzacze MP3
- Telefony komórkowe
- Urządzenia systemu Bluetooth
- Wielofunkcyjne zegarki na rękę
- Urządzenia systemu określania położenia GPS

### Podstawowe właściwości

- Prąd ładowania programowany w zakresie od 10 do 150 mA
- Ładowanie ze stałym prądem lub stałym napięciem, z regulacją termiczną
- Uniknięcie konieczności dołączania zewnętrznego tranzystora MOSFET, rezystora polaryzującego i diody blokującej
- Doładowywanie automatyczne
- Ustalanie napięcia akumulatora równego 4,2 V z dokładnością  $\pm 1\%$
- Wyposażenie w końcówkę sygnału stanu ładowania
- Możliwość ładowania bezpośrednio z portu USB
- Bardzo cienka (1 mm), 5-końcówkowa obudowa typu SOT-23

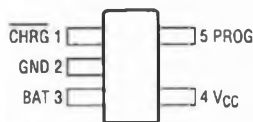
### Parametry graniczne

- Wejściowe napięcie zasilające  $-0,3 \div +10\text{ V}$
- Napięcia na końcówkach:
 

|      |                                     |
|------|-------------------------------------|
| PROG | $-0,3 \div (U_{CC} + 0,3)\text{ V}$ |
| CHRG | $-0,3 \div +10\text{ V}$            |
| BAT  | $-0,3 \div +7\text{ V}$             |
- Czas trwania zwarcia na końcówce BAT nieograniczony
- Maksymalny prąd w końcówce BAT 200 mA
- Maksymalny prąd w końcówce PROG 1,5 mA
- Maksymalna temperatura struktury 125°C
- Zakres temperatury pracy  $-40 \div +85^\circ\text{C}$

### Opis układu

LTC4054L jest kompletnym układem do ładowania pojedynczych pastylkowych akumulatorów litowo-jonowych. Jego małe rozmiary i możliwość nastawiania małych prądów ładowania powodują, że jest szczególnie użyteczny w urządzeniach przenośnych do ładowania akumulatorów o małej pojemności.



Rys. 1. Rozmieszczenie końcówek (widok z góry)

### Opis końcówek

| Numer | Oznaczenie      | Funkcja   |
|-------|-----------------|---|
| 1     | CHRG            | Sygnal stanu ładowania, wyjście z otwartym drenem   |
| 2     | GND             | Masa  |
| 3     | BAT             | Wyjście prądu ładowania akumulatora   |
| 4     | V <sub>CC</sub> | Dodatnie napięcie zasilające. Końcówkę należy odsprzęgać do masy kondensatorem o pojemności co najmniej 1 μF  |
| 5     | PROG            | Końcówka programowania i monitorowania prądu ładowania oraz stanu zablokowania. Wartość prądu ładowania jest ustalana rezystorem R <sub>PROG</sub> dołączonym między tą końcówką a masą |

### Cykl ładowania

Cykl ładowania rozpoczyna się, gdy napięcie na końcówce V<sub>CC</sub> wzrośnie powyżej progowego UVL0 równego 3,8 V, pod warunkiem, że do układu jest dołączony rezystor R<sub>PROG</sub>. Jeśli napięcie na akumulatorze (końcówka BAT) jest mniejsze niż 2,9 V, to układ wchodzi w tryb podładowywania małym prądem (*trickle mode*). W tym trybie układ LTC4054L dostarcza do akumulatora prąd równy ok. 1/10 pełnego zaprogramowanego prądu ładowania, aby doprowadzić napięcie akumulatora do poziomu bezpiecznego dla ładowania pełnym prądem.

Gdy napięcie akumulatora wzrośnie powyżej 2,9 V, ładowarka wchodzi w tryb ładowania pełnym prądem i do akumulatora jest dostarczany zaprogramowany prąd ładowania. Po osiągnięciu na końcówce BAT docelowej wartości napięcia 4,2 V układ wchodzi w stałonapięciowy tryb pracy i prąd ładowania zaczyna się zmniejszać. Gdy prąd zmniejszy się do 1/10 wartości zaprogramowanej, cykl ładowania się kończy. Spełnienie tego warunku jest wykrywane przez wewnętrzny komparator monitorujący napięcie na końcówce PROG. Gdy zmniejszy się ono poniżej wartości 100 mV na czas dłuższy niż 1 ms, wówczas następuje zakończenie ładowania. Prąd ładowania jest odłączany i układ wchodzi w tryb czuwania z prądem zasilającym zredukowanym do 200 μA. Filtr czasowy 1 ms jest niezbędny, gdyż podczas ładowania mogą pojawiać się bardzo krótkotrwałe przerzuty zmniejszające napięcie poniżej 100 mV, mimo że prąd ładowania nie spada poniżej 1/10 zaprogramowanego. Takie przerzuty mogłyby spowodować przedwczesne zakończenia ładowania.

W trybie czuwania układ stale monitoruje napięcie na końcówce BAT. Gdy tylko zmniejszy się ono poniżej progu doładowania 4,05 V, to jest inicjowany następny cykl ładowania.

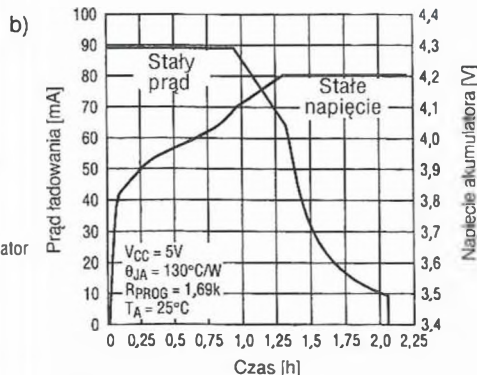
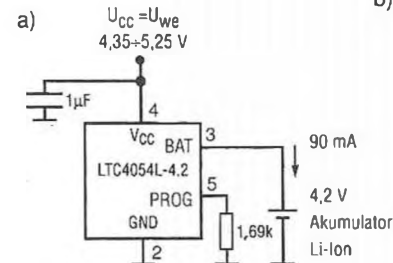
### Programowanie prądu ładowania

Prąd ładowania I<sub>CHRG</sub> programuje się rezystorem R<sub>PROG</sub> dołączonym między końcówką BAT i masą. Korzysta się z wzoru

$$I_{CHRG} = \frac{150\text{ V}}{R_{PROG}}$$

Mierząc napięcie na końcówce PROG można monitorować prąd ładowania pobierany z końcówki BAT obliczając go z wzoru

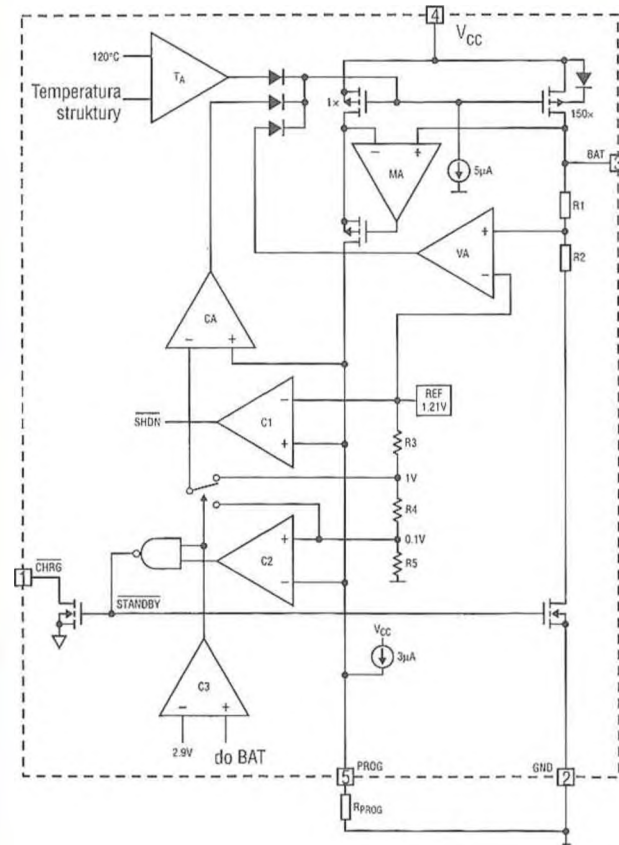
$$I_{BAT} = \frac{U_{PROG}}{R_{PROG}} \cdot 150$$



Rys. 2. Typowe zastosowanie do ładowania pastylkowego akumulatora litowo-jonowego: a – schemat, b – przebieg prądu ładowania i napięcia akumulatora podczas cyklu ładowania

## Wskaźnik stanu ładowania

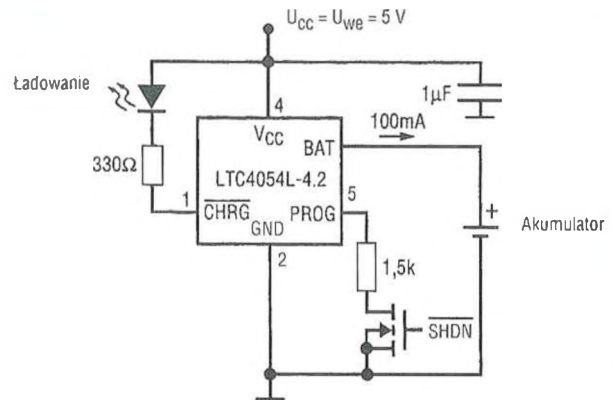
Stan niskoprądowy na wyjściu CHGR wskazuje, że napięcie zasilające jest dołączone i jest większe od wartości progowej UVL0 (3,8 V), a więc układ jest przygotowany do ładowania. Wyjście CHRG jest wtedy źródłem prądowym 20  $\mu\text{A}$ . Podczas ładowania końcówka CHRG jest w stanie wysokoprądowym z poborem prądu 10 mA. Dołączając LED między końcówkami CHRG i  $V_{CC}$  uzyskuje się wskaźnik ładowania. Jeśli wejściowe napięcie zasilające jest odłączone lub jest mniejsze od wartości progowej, to końcówka CHGR jest w stanie wysokiej impedancji. Odróżnianie stanów na końcówce CHGR można zrealizować np. stosując mikroprocesor.



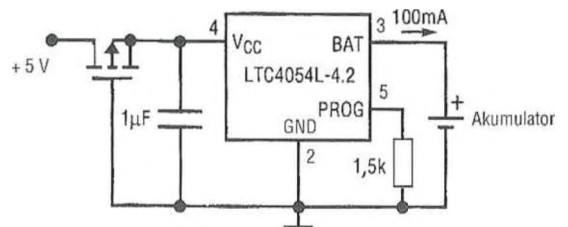
Rys. 3. Schemat blokowy układu LTC4054L

Parametry charakterystyczne (pełny zakres temperatury pracy,  $U_{CC} = 5\text{ V}$ , jeśli nie zaznaczono inaczej)

| Parametr   | Warunki pomiaru  | Wartość  | Jednostki     |
|--|--|----------|---------------|
| Wejściowe napięcie zasilające $U_{CC}$   |  | 4,25 ÷ 6 | V             |
| Prąd zasilający  | Tryb ładowania ( <i>charge mode</i> )                                      | 1200     | $\mu\text{A}$ |
|  | Tryb czuwania ( <i>standby mode</i> )                                      | 200      | $\mu\text{A}$ |
| Napięcie ładowania   | Tryb zablokowania ( <i>shutdown mode</i> ) – rezystor $R_{PROG}$ odłączony | 25       | $\mu\text{A}$ |
|  | $I_{BAT} = 40\text{ mA}$   | 4,2      | V             |
| Prąd w końcówce BAT (ładujący)   | $R_{PROG} = 15\text{ k}\Omega$   | 10       | mA            |
|  | $R_{PROG} = 1\text{ k}\Omega$  | 150      | mA            |
|  | Tryb czuwania, $U_{BAT} = 4,2\text{ V}$                                    | -2,5     | $\mu\text{A}$ |
|  | Tryb zablokowania, $R_{PROG}$ odłączony                                    | $\pm 1$  | $\mu\text{A}$ |
|  | Tryb uśpienia, $U_{CC} = 0$  | $\pm 1$  | $\mu\text{A}$ |
| Prąd ładowania w trybie ładowania małym prądem ( <i>trickle mode</i> )           | $U_{BAT} < 2,9\text{ V}$ , $R_{PROG} = 1\text{ k}\Omega$                   | 5 ÷ 25   | mA            |
| Napięcie progowe baterii w trybie ładowania małym prądem ( <i>trickle mode</i> ) | $R_{PROG} = 15\text{ k}\Omega$ , narastające napięcie $U_{BAT}$            | 2,9      | V             |
| Progowe napięcie zasilające UVL0 (odblokowujące)                                 | $U_{CC}$ zmieniające się od wartości mniejszych do większych               | 3,8      | V             |
| Histerza progowego napięcia odblokowującego                                      |  | 200      | mV            |
| Histerza napięcia doładowania  |  | 150      | mV            |



Rys. 4. Pełny układ do ładowania pastylkowego akumulatora litowo-jonowego



Rys. 5. Układ do ładowania z zabezpieczeniem przed odwróceniem polaryzacji napięcia wejściowego

## Zabezpieczenia termiczne

Wewnętrzna termiczna pętla sprzężenia zwrotnego ogranicza zaprogramowany prąd ładowania, jeśli temperatura struktury monolitycznej zbliża się do ustalonej wartości ok. 120°C. Takie rozwiązania chroni układ LTC4054L przed nadmierną temperaturą i ułatwia użytkownikom projektowanie płytek drukowanych z uwzględnieniem warunków termicznych.

## Blokada przy zbyt niskim napięciu

Napięcie wyjściowe jest monitorowane przez układ wewnętrzny utrzymujący LTC4054L w stanie zablokowania dopóki napięcie  $U_{CC}$  nie wzrośnie powyżej dolnego progu UVL0 (3,8 V). Układ ma histerzę 200 mV.

Szczegółowy opis układu można znaleźć na stronach internetowych firmy Linear Technology: <http://www.linear-tech.com>