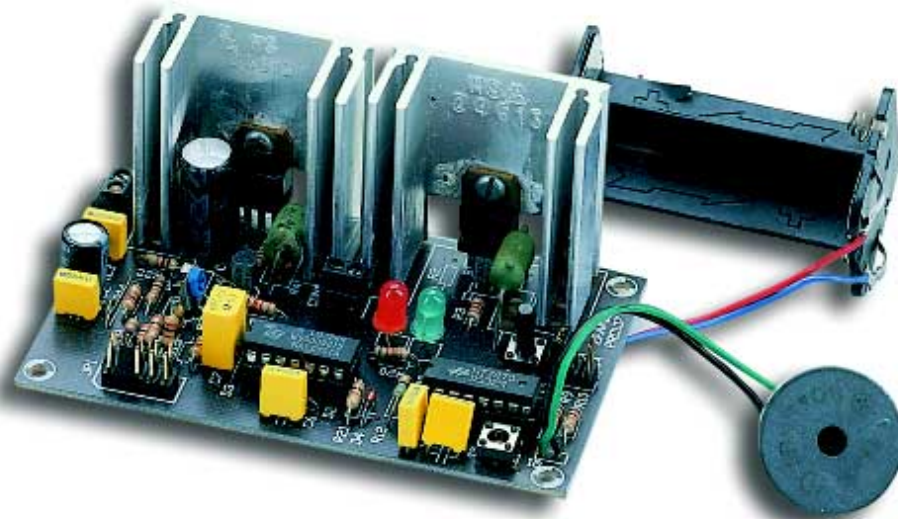


Ładowarka akumulatorów NiCd z układem HT7470

AVT-826

Nieustający postęp technologii produkcji układów półprzewodnikowych spowodował, że produkowane obecnie urządzenia elektroniczne pobierają coraz mniej prądu i coraz częściej stosujemy w nich zasilanie bateryjne. Jest to trend jak najbardziej słuszny, zwiększający użyteczność tych układów, uniezależniający użytkowników od dostępu do sieci energetycznej i zwiększający komfort korzystania z tych urządzeń. Nie ma jednak róży bez kolców, a kolcem zasilania bateryjnego jest szybkie wyczerpywanie się ogniw i konieczność ich wymiany.



Niesie to za sobą nie tylko spore wydatki, ale powoduje także zanieczyszczanie środowiska zużytymi bateriami. Alternatywą dla zasilania baterijnego jest zastosowanie akumulatorów, które za względu na swe gabaryty i charakterystykę elektryczną mogą być najczęściej ściśle zamiennikami baterii. Tu jednak pojawia się kolejny problem: konieczność częstego ładowania akumulatorów. Pozornie nie jest to sprawa trudna: na rynku oferowana jest ogromna ilość ładowarek najróżniejszych typów, nie raz w atrakcyjnej cenie. Niestety, wartość użytkowa tych ładowarek często pozostawia wiele do życzenia. Są to nieraz urządzenia sprowadzane z Tajwanu, krajów WNT, czasami nawet celnicy nie wiedzą skąd. Ładowarki te często bardziej niszczą kosztowne akumulatory NiCd, niż je ładują i konserwują. Z drugiej strony samodzielna budowa ładowarki o przyzwoitych parametrach nie jest zadaniem trudnym, nawet dla średnio zaawansowanego hobbysty.

Wielką pomocą w budowie ładowarek jest opracowanie przez wielu producentów układów scalonych - wyspecjalizowanych procesorów, które po dołączeniu za ledwie kilku dodatkowych elementów dyskretnych mogą pełnić

funkcję ładowarki wysokiej klasy. Takim układem jest produkt tajwańskiej firmy HOLTEK - układ HT7470, wykorzystany przy budowie opisanej niżej ładowarki.

Proponowane urządzenie jest raczej proste do wykonania i uruchomienia. Jednak nie polecałbym jego budowy zupełnie początkującym elektronikom, chyba że zapewnią sobie pomoc i konsultacje bardziej doświadczonych kolegów.

Opis działania układu

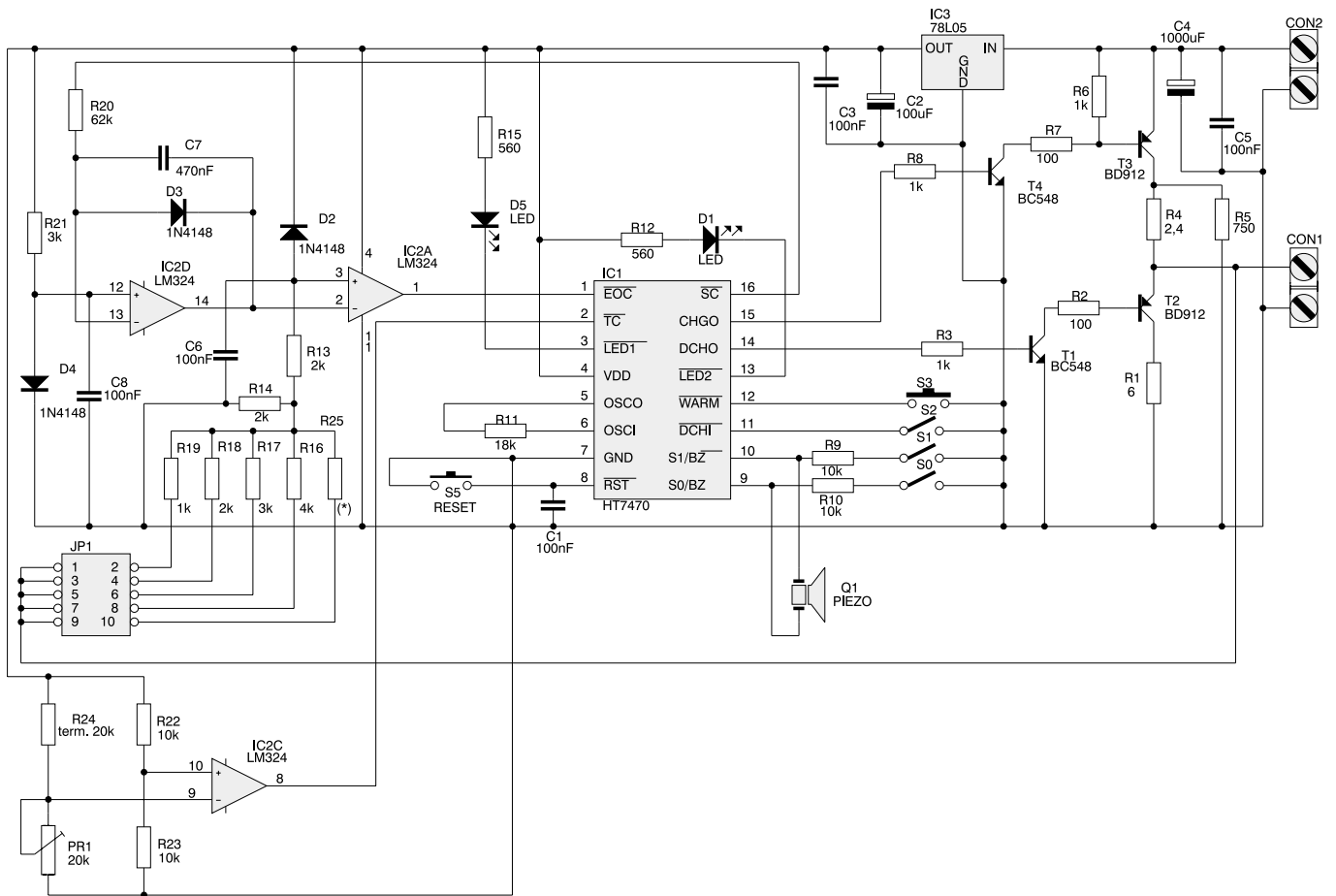
Schemat elektryczny proponowanego układu pokazano na rys. 1. Jak widać, sercem układu, a właściwie jego „mózgiem” odpowiedzialnym za realizację wszystkich funkcji ładowarki jest wspomniany już wyspecjalizowany układ scalony HT7470. Dlatego też opis ładowarki rozpoczniemy od podania charakterystyki tego układu, co da nam pojęcie o jej możliwościach i zasadzie działania.

Podstawowe możliwości układu HT7470

Ładowanie

Podczas ładowania akumulatorów układ HT7470 realizuje narazem dwa procesy:

1. Ładowanie akumulatora prądem określonym wartością rezystora pomiarowego R4 i napięcia zasilania.



Rys. 1. Schemat elektryczny ładowarki.

2. Kontrolę stanu akumulatora polegającą na pomiarze jego napięcia, temperatury i ewentualnego zwarcia lub przerwy w obwodzie. Ładowanie zostanie przerwane po stwierdzeniu pełnego napięcia na akumulatorze, chwilowym obniżeniu się napięcia świadczącym o początku procesu przeładowania lub po stwierdzeniu wystąpienia zwarcia lub przerwy w obwodzie ładowania.

Doładowywanie

Po stwierdzeniu stanu naładowania akumulatora układ HT7470 przechodzi do fazy jego doładowywania, która trwa aż do momentu odłączenia akumulatora od układu ładowarki. Doładowywanie ma na celu utrzymanie akumulatora przez dowolnie długi

okres czasu w stanie pełnego naładowania i realizowane jest za pomocą krótkich impulsów prądowych, czyli w sposób najlepiej wpływający na trwałość akumulatorów NiCd.

Rozładowywanie

Jest to funkcja opcjonalna uruchamiana stałym zwarciem wyprowadzenia !DCHI do masy. Wstępne rozładowywanie nie do końca wyładowanych akumulatorów zabezpiecza je przed powstawaniem tzw. efektu pamięciowego i zapewnia zawsze pełne ich naładowanie.

Nagrzewanie

Jest to także funkcja opcjonalna, włączana przez zwarcie styku !WARM do masy układu. Nagrzewanie poprzedzające ładowanie bądź rozładowywanie trwa w zależności od ustawienia styków S1 i S0 od 3,5 min (przy ładowaniu prądem 4C) do 28 min (przy ładowaniu prądem 1/2C). Nagrzewanie wstępne stosujemy najczęściej przed ładowaniem akumula-

torów, które trzymane były bezpośrednio przed ładowaniem w niskiej temperaturze.

Wykrywanie spadku napięcia podczas ładowania akumulatora

Oznaką pełnego naładowania i dojścia do stanu, w którym dalsze ładowanie mogłoby spowodować uszkodzenie akumulatora jest nagły, niewielki spadek napięcia na ładowanych ogniwach. Układ HT7470 wyposażony jest w funkcję „DV DETECT“ umożliwiającą natychmiastowe przerwanie ładowania przy wykryciu nawet nieznacznego spadku napięcia na ładowanym akumulatorze.

Układ HT7470 można zaprogramować do pracy w czterech różnych trybach ładowania i rozładowywania. Programowania dokonujemy za pomocą dwóch wejść S0 i S1, zwierając je do masy lub pozostawiając nie podłączone. W **tab. 1** przedstawiono sposób programowania układu.

Tak więc nasza ładowarka umożliwi w najszybszym trybie

Tab. 1.				
Współczynnik ładowania	4C	2C	1C	0,5C
S1, S0	11	10	01	00
Czas ładowania (min)	28	56	112	224
Gdzie C = pojemność akumulatorów wyrażona w Ah				

Tab. 2.

Tryb pracy	LED1	LED2	Piezo
Ładowanie	Włączona	Wyłączona	Wyłączone
Nagrzewanie	Włączona	wyłączona	Wyłączone
Rozładowywanie	Włączona	Włączona	Wyłączone
Pełne naładowanie	Powolne błyski	Wyłączona	Wyłączone
Wstępne badanie akumulatora - nagrzewanie	Szybkie migotania	Wyłączona	Wyłączone
Sytuacja nienormalna (zwarcie, rozwarcie obwodu ładowania, przegrzanie)	Szybkie migotania	Szybkie migotania	Przerywany ton przez 1 min.
Oczekiwanie	Wyłączona	Wyłączona	Wyłączone

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1: 6Ω/5W
 R7, R2: 100Ω/0,5W
 R3, R6, R8, R19: 1kΩ
 R4: 2,4Ω/0,5W
 R5: 750Ω
 R9, R10, R22, R23: : 10kΩ
 R11: 18kΩ
 R15, R12: 560Ω
 R13, R14, R18: 2kΩ
 R16: 4kΩ (2x2kΩ)
 R21, R17: 3kΩ
 R20: 62kΩ
 R24: termistor 20kΩ/20°C
 R25: rezystor opcjonalny do ustawiania napięć nietypowych , zwykle zwora
 PR1: potencjometr montażowy miniaturowy 20kΩ

Kondensatory

C1, C3, C5, C6, C8: 100nF
 C2: 100μF/16V
 C4: 1000μF/16V
 C7: 470nF

Półprzewodniki

D1, D5: LED
 D2, D3, D4: 1N4148
 IC1: HT7470
 IC2: LM324
 IC3: 78L05
 T4, T1: BC548
 T3, T2: BD912

Różne

CON1, CON2: ARK2
 JP1: goldpin 5X2 + jumper
 Q1: membranka piezo
 S0, S1 i S3: goldpin 3x2 + 3 jumpery
 S5 przycisk RESET lutowany w płytkę
 2 radiatory typ "3"

pracy naładowanie akumulatorów w czasie niecałej pół godziny, co w większości zastosowań jest zupełnie wystarczające.

Układ HT7470 posiada rozbudowany system sygnalizacji stanu pracy i ewentualnego wystąpienia problemów z ładowaniem akumulatorów. Do sygnalizacji służą dwie diody LED (D1 i D2) oraz przetwornik piezoelektryczny Q1. Sygnalizacja realizowana jest w sposób przedstawiony w tab. 2.

I tak, omawiając zasadę działania układu HT7470 omówiliśmy także zasadę działania naszej ładowarki. Pozostały nam jeszcze do wyjaśnienia dwie sprawy.

Pewną wadą prawie idealnego układu sterującego ładowaniem

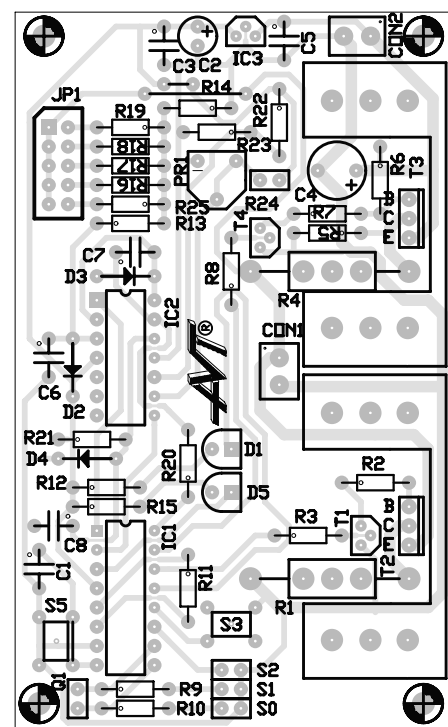
akumulatorów jakim jest HT7470 jest to, że nie posiada on wejścia analogowego służącego detekcji zbyt wysokiej temperatury ładowanych ogniw. Dlatego też konieczne było dobudowanie do układu ładowarki prostego komparatora napięcia zrealizowanego na wzmacniaczu operacyjnym IC2C. Porównuje on napięcie uzyskiwane z dzielnika złożonego z termistora R24 z napięciem zadanym za pomocą potencjometru montażowego PR1. Jeżeli napięcie na wyprowadzeniu 9 IC2C wzrośnie powyżej ustalonego poziomu (oznacza to nadmierny wzrost temperatury), to „stan niski“ (trudno mówić o logicznym stanie niskim w kontekście wzmacniacza operacyjnego) podany na wejście !TC IC1 spowoduje przerwanie ładowania i oczekiwanie na spadek temperatury.

Układu z wzmacniaczami operacyjnymi IC2D i IC2A nie ma sensu szczegółowo opisywać. Służy on pomiarowi napięcia na ładowanych akumulatorach i podaje wyniki tego pomiaru na wejście sterowania konwersją analogowo na cyfrową IC1. Istotną jest jedynie rola, jaką pełnią dzielniki napięcia zbudowane z rezystorów R14 i R16..R19. Omówimy ją jednak w części artykułu poświęconej regulacji ładowarki.

Montaż i uruchomienie

Na rys. 2 pokazano rozmieszczenie elementów na płytce ładowarki. Widok mozaiki ścieżek znajduje się na wkładce wewnątrz numeru.

Montaż wykonujemy w typowy sposób, rozpoczynając od elementów o najmniejszych gabarytach a kończąc na wlutowaniu kondensatorów elektrolitycznych



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

i tranzystorów mocy wraz z chłodzącymi je radiatorami. W przypadku tych tranzystorów kolejność postępowania będzie następująca:

1. Przykręcamy lekko tranzystor do radiatora, nie zapominając o zastosowaniu pasty silikonowej polepszającej odprowadzanie ciepła z tranzystora.

2. Wkładamy wyprowadzenia tranzystorów w przeznaczone dla nich punkty lutownicze i lutujemy.

3. Lutujemy do płytki kołki ustalające radiatora.

4. Na koniec przekręcamy tranzystor mocno do radiatora.

Pozostały nam jeszcze tylko proste czynności regulacyjne do wykonania. Pierwszą z nich będzie dostosowanie ładowarki do ilości ładowanych ogniw. Dokonujemy tego za wybierając za pomocą przełącznika JP1 jeden z rezystorów R16..R19, R25. W **tab. 3** podano wartości rezystorów odpowiadające ilości ogniw w baterii akumulatorów NiCd.

W układzie modelowym jako przełącznik JP1 zastosowano szereg goldpinów i jumper. W przypadku częstej zmiany ilości ładowanych akumulatorów można jako JP2 zastosować zwykły przełącznik, np. obrotowy.

Kolejną czynnością będzie regulacja układu zabezpieczającego przed przegrzaniem akumulatorów (o ile taki układ będziemy wykorzystywać). Regulacji dokonujemy

w następujący sposób:

1. Podgrzewamy termistor R24 do temperatury ok. 60..80°C (np. umieszczając go w wodzie o tej temperaturze).

2. Dołączamy woltomierz na zakresie 10V do wyjścia wzmacniacza operacyjnego.

3. Pokręcając potencjometrem montażowym PR1 staramy się „złapać” punkt, w którym napięcie na wyjściu komparatora będzie zmieniać się z prawie równego napięciu zasilania na bliskie zero.

Po wykonaniu powyższych czynności umieszczamy termistor w bezpośrednim sąsiedztwie ładowanych akumulatorów i uznajemy nasze urządzenie za gotowe do eksploatacji. Układ wymaga dołączenia źródła zasilania o napięciu +12..+9VDC i wydajności prądowej ok. 2A.

Tab. 3.

Liczba ogniw	Nominalne napięcie baterii	Rezystor
2	2,4V	0Ω (zwora zamiast R25)
3	3,6V	1kΩ
4	4,8V	2kΩ
5	6,0V	3kΩ
6	7,2V	4kΩ

Ważna uwaga: może się zdarzyć, że po wymianie naładowanych akumulatorów na kolejne przeznaczone do ładowania układ pozostanie w stanie oczekiwania i nie rozpocznie normalnej pracy. Naciśnięcie przycisku RESET spowoduje w każdym wypadku powrót układu do normalnej pracy.

Andrzej Gawryluk, AVT