



Monitor baterii 1

Pobór prądu w stanie czuwania około $2\mu\text{A}$!



Do czego to służy

Opisany układ sygnalizuje dźwiękiem wyczerpywanie się baterii zasilającej, a dokładnie obniżenie jej napięcia poniżej założonej wartości. Przy napięciach powyżej ustalonego progu układ milczy i monitoruje napięcie, pobierając tylko około $2\mu\text{A}$ prądu.

W wielu urządzeniach jedynym wskaźnikiem, że bateria lub akumulator ulega wyczerpaniu jest nieprawidłowe działanie urządzenia. W przypadku zabawek i niektórych innych przyrządów sytuacja jest dopuszczalna. Niemniej, są układy, gdzie obniżenie się napięcia baterii może spowodować niedopuszczalne błędy. Dotyczy to przede wszystkim różnych przyrządów pomiarowych. Przy zbyt małym napięciu zasilania urządzenie jeszcze pracuje, ale wskazania są obciążone poważnym błędem.

Problem powstaje też w układach zasilanych z baterii, które pobierają niewielki prąd, cały czas są w stanie czuwania czy gotowości i mają zadziałać niezawodnie w razie potrzeby. Sytuacje takie mają miejsce np. w systemach sygnalizacyjnych i alarmowych, gdzie układ stoi pod napięciem cały czas i nie pobiera prądu, a włącza się tylko w rzadkich przypadkach. Zapomniane baterie po dwóch czy trzech latach nie spełnią swej roli, a ich zużycie nie jest niczym sygnalizowane. Potem, gdy urządzenie powinno zadziałać, zużyta bateria zawiedzie.

Opisywany układ przeznaczony jest do kontroli napięcia baterii w dowolnym urządzeniu elektronicznym. Monitor baterii będzie niezmiernie pomocny także w przypadku innych urządzeń, gdzie napięcie zasilania nie może obniżyć się poniżej zadanego progu.

Jak pokazuje schemat ideowy, układ zawiera kilka popularnych elementów. Droga do opracowania tego prościutkiego układu była jednak długa i trudna. Już na początku założono bowiem, że układ powinien być nad wyraz oszczędny i w spoczynku pobierać znikomy

prąd, co najwyżej rzędu pojedynczych mikroamperów. Cóż to bowiem byłby za monitor, który sam pobierałby znaczny prąd i tym samym znacząco obciążał niewielką baterię?

Opracowanie tego prostego układu poprzedzone było licznymi próbami i powstaniem kilku różnych monitorów, z których jeszcze jeden zostanie opisany w jednym z następnych numerów EdW. Fotografia w artykule pokazuje próbną wersję zmontowaną na płytce stykowej.

Jak to działa

Schemat ideowy monitora pokazany jest na rysunku 1. Funkcja spełniana przez układ jest bardzo prosta. Obniżenie napięcia zasilania poniżej ustalonego poziomu spowoduje pojawienie się przerywanego dźwięku brzęczyka. Głównym zadaniem układu jest porównanie napięcia baterii z napięciem wzorcowym. Rolę komparatora pełni tu... tranzystor T1. Porównuje on „napięcie odniesienia” z diody świecącej D1 z napięciem na rezystorze R3. Napięcie na diodzie LED niewiele zmienia się przy zmianach napięcia baterii, natomiast napięcie na R3 jest wprost proporcjonalne do napięcia zasilania.

Jeśli napięcie baterii jest duże, napięcie na R3 też jest znaczne i tranzystor T1 nie przewodzi. Nie przewodzą też tranzystory T2, T3.

Gdy napięcie zasilające obniży się, zacznie przewodzić tranzystor T1. Otworzy on też tranzystory T2, T3 i uruchomi sygnalizator piezo. Kondensator C1 włączony równoległe do brzęczyka jest konieczny, bo niektóre brzęczyki nie chcą pracować, jeśli są zasilane ze źródła o dużej rezystancji wyjściowej.

Migająca dioda LED 2 powoduje, że dźwięk brzęczyka jest przerywany. Rezystor R5 dodatkowo zmniejsza pobór prądu, a głośność brzęczyka jest zupełnie wystarczająca.

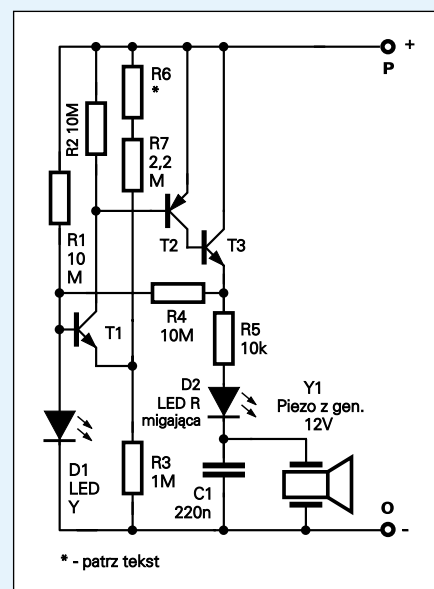
Pobór prądu w czasie działania sygnalizatora nie przekracza wtedy $1\mu\text{A}$, co nawet w przypadku małej, częściowo zużytej baterii nie jest znaczącym obciążeniem.

Ważną rolę pełni rezystor R4. Wprowadza on dodatnie sprzężenie zwrotne i niewielką histerezę. Dzięki temu nawet przy bardzo wolnym spadku napięcia zasilania sygnalizator włącza się w sposób zdecydowany.

Dzięki zadziwiająco dużym wartościom rezystorów R1, R3, R6, R7 pobór prądu jest znikomy, a monitor nie obciąża baterii. **Układ w stanie czuwania pobiera około 2mA prądu.** Oznacza to, że nawet gdyby był podłączony do baterii nieprzerwanie przez rok, pobierze z niej mniej niż $17,5\text{mAh}$ ($2\mu\text{A} \times 365\text{dni} \times 24\text{h}$), zapewne nieporównanie mniej, niż główny układ zasilany z tej baterii.

Oczywiście, jak wspomniano na wstępie, może być dołączony do baterii i monitorować jej stan, niezależnie od tego, czy jakieś obciążenie jest do niej dołączone, czy nie. W zdecydowanej większości przypadków opisywany monitor będzie dołączony do obciążenia razem z jakimś głównym obciążeniem.

Rys. 1 Schemat ideowy



Aby radykalnie zmniejszyć pobór prądu, wykorzystano diodę LED w roli źródła napięcia wzorcowego. Co prawda napięcie na diodzie LED zmienia się z temperaturą, ale w tym wypadku nie jest to wadą. Wprost przeciwnie! Zmiany napięcia na diodzie świecącej są zbliżone do zmian napięcia na złączu baza-emiter tranzystora T1, dzięki czemu zmiany napięć zostają w znacznym stopniu skompensowane i napięcie zadziałania sygnalizatora pozostaje w miarę stabilne.

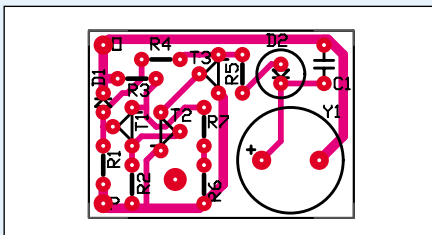
Podczas opracowywania tego projektu przebadano diody LED pod kątem zastosowania ich jako źródła napięcia odniesienia przy bardzo małych prądach. Ostatecznie wybrano diody żółte, choć diody zielone też dobrze pełniłyby taką rolę. Z diodami czerwonymi jest pewien kłopot. Są on wytwarzane z różnych materiałów i napięcia przewodzenia poszczególnych egzemplarzy znacznie się różnią, nawet o 0,5V, co wymagałoby dodatkowego dobierania wartości elementów. Zastosowanie układu scalonego, np. LM385 w roli źródła napięcia wzorcowego nie jest dobrym pomysłem. Kostki LM385 wymagają do pracy prądu o wartości co najmniej 15...20μA.

Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na małej płytce drukowanej pokazanej na rysunku 2. Układ może współpracować z bateriami o napięciu nominalnym 4,5V...18V, a po drobnej modyfikacji nawet poniżej 3V. Montaż jest klasyczny i nie powinien sprawić kłopotów. Jedyną czynnością, wymagającą więcej uwagi będzie dobranie napięcia progowego sygnalizatora. Przy niższych napięciach brzęczyk wyda przerywany dźwięk. O napięciu progowym sygnalizatora decyduje sumaryczna rezystancja R6 i R7. Układ modelowy przy wartości R6+R7 równej 10MΩ odzywał się przy napięciach niższych niż 12,45V. Przy sumarycznej wartości R6+R7 równej 4,7MΩ próg wynosił 6,36V, przy 3,2MΩ (2,2MΩ+1MΩ) - 4,40V, przy 2,2MΩ - 3,25V. Nie ma sensu obniżać progu poniżej 3V, bo i tak przy napięciach w zakresie 0...2,65V układ milczy ze względu na wymagane spadki napięcia na T3, R5, D2, Y1.

Dlatego w układzie przewidziano R7 o wartości 2,2MΩ, natomiast dobierany rezystor R6 może mieć wartość w zakresie

Rys. 2 Schemat montażowy



0...10MΩ. Ostatecznie próg zadziałania należy więc ustawić, dobierając wartość rezystora R6.

W modelu pokazanym na fotografii wstępnej dobrano R6, by układ pełnił rolę monitora baterii 9-woltowej. Sumaryczna wartość R6+R7 wynosi 5,4MΩ (R7=2,2MΩ i R6=3,2MΩ=2,2MΩ+1MΩ), co dało próg zadziałania równy 7,1V. Oznacza to, że przy napięciu zasilania powyżej 7,1V układ milczy. W zakresie napięć zasilania 2,7...7,1V wydaje przerywany dźwięk i milczy przy napięciu w zakresie 0...2,7V. Przy napięciu 9V układ pobiera prąd spoczynkowy równy 2,48μA.

Uwaga! W roli brzęczyka piezo Y1 powinien pracować element pokazany na fotografii wstępnej. Podczas prób przetestowano współpracę z brzęczkami różnego typu, w tym z popularnymi HCM1203..1212, które okazały się nieporównanie gorsze, bo pobierają więcej prądu i przy proponowanej wartości R5 układ nie będzie pełnił swej roli przy niższych napięciach. Przykładowo układ z brzęczykiem HCM1206 i zwartym rezystorem R5 wydawał głos dopiero przy napięciach większych niż 4,4V, a dopiero przy zwarciu zarówno R5 jak i D2 wydawał (ciągly) dźwięk przy napięciach powyżej 2,7V.

Uwaga! Ze względu na duże wartości rezystancji prądy w układzie są wyjątkowo małe. Jeśli monitor ma długo i niezawodnie pracować, płytkę trzeba starannie zabezpieczyć dobrym lakierem izolacyjnym! Chodzi o to, by kurz i wilgoć nie spowodowały przepływu prądów, które zakłócać pracę urządzenia. W przypadkach, gdy układ będzie częścią większego urządzenia, umieszczoną na wspólnej płytce drukowanej, też trzeba uwzględnić problem kurzu i wilgoci.

Możliwości zmian

Układ generalnie przewidziany jest do pracy ciągłej. Będzie wtedy na stałe włączony równolegle do obciążenia. W niektórych przypadkach trzeba sprawdzać możliwości baterii, by nie dać się zaskoczyć jej wyczerpaniem. Wtedy można dodać przycisk TEST włączający rezystor obciążenia i ewentualną kontrolkę LED.

Układ zaprojektowany jest tak, by pobierał jak najmniejszy prąd także w stanie aktywnym. Kto chce zwiększyć głośność brzęczyka i jasność diody D2, może dowolnie zmniejszyć R5 (0...10kΩ). Trzeba jednak rozważyć, czy ma to sens, bo dodatkowo wyczerpuje baterię, która niekiedy po odpoczynku mogłaby jeszcze trochę popracować.

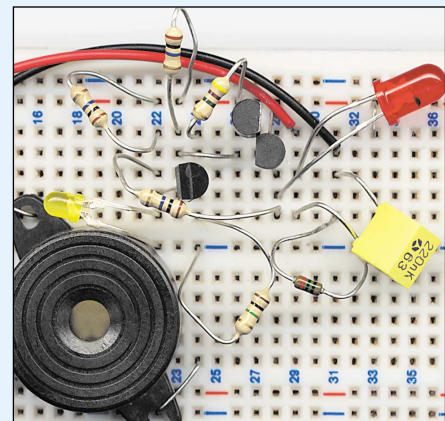
Jak wspomniano wcześniej, próg zadziałania wersji podstawowej nie powinien być niższy niż 3V, bo napięcie poniżej 2,7V okaże się za małe do zadziałania szeregowo połączonych brzęczyka i migającej diody LED.

Układ można jednak w prosty sposób dostosować do napięć znacznie niższych. Wy-

starczy zewrzeć diodę D2. Wtedy układ wydaje (ciągły) dźwięk już dla napięć powyżej 1,3V. Zwarcie D2 i R5 oznacza pracę dla napięć powyżej 1,15V. Można wtedy obniżyć wartość R6+R7 i obniżyć próg zadziałania nawet do 2,5V. Układ modelowy z żółtą diodą D1, ze zwartymi D2, R5 pracuje przy wartościach R6+R7 powyżej 1,5MΩ (co daje najniższe napięcie progowe 2,5V). Jeśli układ miałby służyć do monitorowania baterii 3-woltowej, należy zamiast żółtej diody D1, zastosować czerwoną lub dwie zwykłe diody krzemowe. Można też zmniejszyć wartość R1 do 1MΩ...4,7MΩ. Mniejsze napięcie z diody D1 i odpowiednio dobrane rezystory R6+R7 umożliwią niezawodną pracę także przy napięciach zasilania mniejszych niż 3V.

Piotr Górecki

Uwaga! Układ może być wykorzystany wyłącznie do własnych potrzeb. Wykorzystanie go do celów komercyjnych wymaga pisemnej zgody Redakcji i Autora.



Wykaz elementów

Rezystory

R1,R2,R410MΩE
R31MΩ
R510kΩ
R63,3MΩ (0...10MΩ, patrz tekst)
R72,2MΩ

Kondensatory

C1220nF
----	------------

Inne

D1LED żółta
D2LED 5mm czerwona migająca
T1-T3BC548
Y1Piezo z generatorem

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT-2616