

Uniwersalny tester baterii i akumulatorów

Do czego to służy?

Opisany dalej prosty układzik sprawdza stopień naładowania baterii lub akumulatora w niecodzienny sposób. Nie mierzy napięcia danej baterii, tylko jej rezystancję wewnętrzną. Napięcie nominalne badanej baterii (akumulatora) nie gra żadnej roli - tester może pracować z bateriami o dowolnym napięciu w zakresie 1...50V. Jako wskaźnik służy... woltomierz napięcia zmiennego! Czym większe napięcie odczytane na tym woltomierzu, tym większa rezystancja badanej baterii czy akumulatora. Jak słusznie można się spodziewać, rezystancja wewnętrzna takich źródeł rośnie wraz z wyczerpywaniem się energii. Opór rośnie też stopniowo wskutek procesów starzenia.

Inne proste sposoby sprawdzania stanu baterii (akumulatora) nie dają dobrych rezultatów. Na przykład sam pomiar napięcia stałego baterii nie daje praktycznie żadnej informacji o ilości zgromadzonej tam energii i możliwościach jej praktycznego wykorzystania. Z kolei pomiar prądu zwarcia, choć rzeczywiście wskazuje na właściwości baterii, nie zawsze może być stosowany (akumulatory kwasowe, bloki baterii z wbudowanym bezpiecznikiem). Opisany dalej prosty układ nadaje się do sprawdzania wszelkich baterii i akumulatorów.

Poszczególne Czytelnicy będą używać testera do badania jednego lub co najwyżej kilku typów źródeł napięcia - w zależności od właściwości badanej baterii w prosty sposób dobrać optymalny prąd pomiarowy (obciążenia). Wskazówki podane są w dalszej części artykułu.

Układ nadaje się nie tylko do sprawdzenia stopnia naładowania, ale także pozwoli określić stopień zużycia różnych akumulatorów przez porównanie rezystancji wewnętrznej poszczególnych (świeżo naładowanych) egzemplarzy.

Jak to działa?

Zasada pomiaru pokazana jest w uproszczeniu na **rysunku 1a**. Badana bateria obciążana jest w sposób impulsowy. Cykliczne dołączanie i odłączanie obciążenia powoduje cykliczne zmiany napięcia na

zaciskach baterii, czyli pojawienie się składowej zmiennej. Czym większa rezystancja wewnętrzna, tym większa składowa zmienna. Aby uniezależnić wielkość składowej zmiennej od napięcia baterii, zamiast rezystora obciążenia zastosowano źródło prądowe według **rysunku 1b**. Napięcie na zaciskach baterii pokazane jest na **rysunku 1c**. Amplituda składowej zmiennej zależy tylko od rezystancji wewnętrznej badanej baterii. Przyjmując uproszczony schemat zastępczy akumulatora wg **rysunku 1**:

$$U_{zm} = I \cdot R_w$$

stąd:

$$R_w = U_{zm} / I$$

Woltomierz napięcia zmiennego mierzy tylko tę składową zmienną.

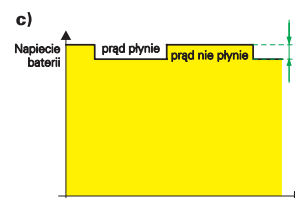
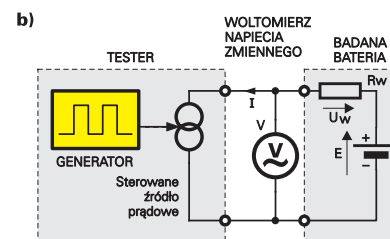
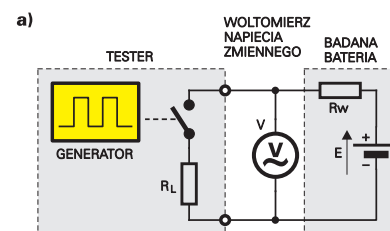
Przy dokładnych pomiarach okaże się, iż należałoby przyjąć bardziej złożony schemat zastępczy akumulatora, jednak w praktyce wcale nie jest to potrzebne. Wystarczy ogólna zależność: wartość składowej zmiennej jest proporcjonalna do rezystancji wewnętrznej.

Schemat ideowy układu pomiarowego pokazany jest na **rysunku 2**. Urządzenie zasilane jest 9-woltową baterią 6F22. Na bramce U1A zbudowany jest generator o częstotliwości około 50...100Hz. Taka częstotliwość jest właściwa z co najmniej dwóch względów:

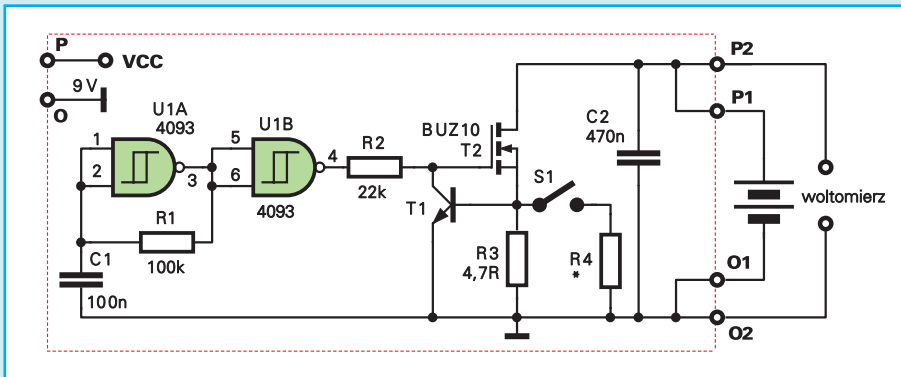
1. Popularne woltomierze napięć zmiennych często mają bardzo wąski zakres częstotliwości mierzonych, ale zawsze pracują w podanym zakresie częstotliwości.

2. Częstotliwość przebiegu powinna być możliwie mała - przy większych częstotliwościach akumulator może się zachowywać jak kondensator i wyniki będą inne.

Blok T1, T2, R3 tworzy proste źródło prądowe. Dzięki obecności tego źródła prądowego, prąd pomiarowy (obciążenia) jest zawsze taki sam, niezależnie od napięcia badanej baterii.



Rys. 1.



Rys. 2. Schemat ideowy

Bramka U1B jest buforem, włączającym cyklicznie tranzystor polowy T2. W układzie źródła prądowego zastosowano tranzystor polowy MOSFET ze względu na łatwość jegoysterowania. Co prawda z tego powodu konieczne jest zasilanie układu napięciem zapewniającym całkowite otwarcie tranzystora (powyżej 6V), jednak pobór prądu z 9-woltowej baterii zasilającej jest bardzo mały i bateria wystarczy na wiele miesięcy pracy. Przy zastosowaniu tranzystora bipolarnego wymagany byłby znacznie większy prąd sterujący, a układ i tak nie mógłby być zasilany z badanej baterii, która w skrajnym przypadku może mieć napięcie tylko 1V.

Tranzystor T1 wraz z rezystorem R3 wyznaczają prąd źródła prądowego, czyli płynący przez tranzystor T1. Jego wartość wynosi mniej więcej:

$$I = 0,6V / R3$$

Dodatkowy przełącznik (lub jumper) S1 i rezystor R4 pozwalają szybko zwiększyć prąd pomiarowy, co umożliwi zarówno dokładniejsze sprawdzenie w pełni naładowanych akumulatorów, jak i testowanie źródeł napięcia o innych właściwościach. Wartość rezystora R4 powinna być kilkakrotnie (2...10-krotnie) mniejsza od wartości R3.

Jak widać, w układzie generatora nie zastosowano kondensatorów filtrujących zasilanie - ze względu na bardzo mały pobór prądu nie jest to konieczne - rolę pojemności filtrującej pełni 9-woltowa bateria zasilająca.

W trakcie badań modelu okazało się, że warto dodać kondensator C2 równoległe do tranzystora T2. Bez tego kondensatora układ też poprawnie mierzy rezystancję wewnętrzną dołączonego akumulatora (baterii). Jednak przy braku kondensatora C2, po odłączeniu baterii, współpracujący woltomierz wykazuje obecność napięcia zmiennego o wartości kilkudziesięciu miliwoltów. Związane to jest z przenoszeniem "szpilek" z wyjścia bramki U1B na dren tranzystora przez pojemność wewnętrzną między bramką a drenem MOSFET-a T2 (dotyczy to tylko sytuacji, gdy badana bateria nie jest

podłączona). Dołączenie kondensatora C2 o pojemności 0,22...1μF równoległe do tranzystora T2 radykalnie zmniejsza poziom takich "śmieci".

Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na niewielkiej płytce drukowanej, pokazanej na rysunku 3. Montaż jest klasyczny. Najpierw należy zmontować elementy bierne, potem półprzewodniki. Układ scalony na wszelki wypadek należy wlutować (lub włożyć do podstawki) na samym końcu.

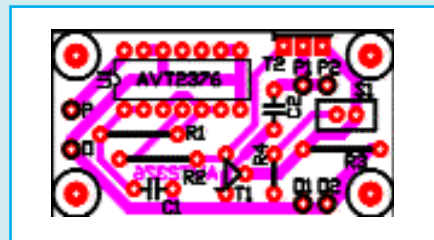
Układ zbudowany ze sprawnych elementów nie wymaga uruchamiania i od razu będzie pracował poprawnie.

Przy wartości rezystora R3 jak w modelu (4,7Ω), prąd obciążenia wynosi około 100...120mA

Ponieważ Czytelnicy zechcą wykorzystać ten pożyteczny układ do sprawdzania akumulatorów i baterii różnych rodzajów, o różnej pojemności, w większości przypadków trzeba będzie samodzielnie dobrać prąd obciążenia, by uzyskać sensowny zakres wskazań woltomierza.

Nie ma tu żadnych ścisłych reguł - wartość R3 można zmieniać w bardzo szerokich granicach, od 0,1Ω do 100Ω. Trzeba wziąć pod uwagę, iż generalnie baterie jednorazowe (w szczególności zwykłe węglowe, nie alkaliczne) mają większą rezystancję wewnętrzną niż akumulatory. Akumulatory, zarówno zasadowe, a jeszcze bardziej kwasowe, mają rezystancję wewnętrzną zdecydowanie mniejszą niż jakiegokolwiek baterie.

Chodzi o to, by nie przesadzić z wartością prądu obciążenia. Z jednej strony w przypadku baterii nie powinno się przekraczać prądu tzw. jednogodzinnego (równego liczbowo pojemności - dla baterii o pojemności



Rys. 3. Schemat montażowy

450mAh wynosi on 450mA, dla pojemności 1,2Ah wynosi 1,2A, itd.). Z drugiej strony prąd obciążenia nie powinien być zbyt mały, bo zmiany napięcia będą małe i pomiar będzie obciążony błędem.

W przypadku akumulatorów, zwłaszcza kwasowych (w tym żelowych) prąd obciążenia może być większy, nawet do 5C (czyli liczbowo pięciokrotna wartość pojemności - np.: dla akumulatora 700mAh będzie to 5 x 700mA = 3,5A).

W przypadku znacznego prądu obciążenia i znacznego napięcia badanej baterii, tranzystor T2 będzie się grzał. Trzeba go wyposażyć w radiator. Wielkość radiatora będzie zależna od prądu, napięcia badanej baterii oraz czasu pomiaru. Ponieważ czas pomiaru zazwyczaj będzie krótki - kilka czy kilkanaście sekund, więc nie musi być duży radiator, wystarczy kawałek blachy aluminiowej o powierzchni kilkudziesięciu centymetrów kwadratowych.

W tym artykule nie sposób zamieścić informacji o rezystancji wewnętrznej typowych źródeł. Zresztą informacja o dokładnych wartościach tej rezystancji wcale nie jest potrzebna. W praktyce chodzi o porównanie ze sobą właściwości różnych egzemplarzy danego typu. Przykładowo posiadacz kilkunastu akumulator(k)ów zechce określić, które z nich są najlepsze, a które najgorsze. Aby to sprawdzić, musi jedynie porównać zmierzone napięcia (odpowiadające rezystancji wewnętrznej). Jak z tego widać, wartość prądu obciążenia nie jest krytyczna.

Wartość R3 można z powodzeniem dobrać eksperymentalnie, by przy dołączeniu świeżej baterii (w pełni naładowanego akumulatora), napięcie zmienne na woltomierzu wynosiło kilkanaście...kilkadziesiąt miliwoltów. Gdy bateria (akumulator) będzie częściowo rozładowana, napięcie to będzie większe.

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

Wykaz elementów

Rezystory

R1	.....	100kΩ
R2	.....	22kΩ
R3	.....	4,7Ω
R4	.....*	(patrz tekst)

Półprzewodniki

C1	.....	100nF
C2	.....	470nF
T2	.....	BUZ10
T1	.....	BC548B
U1	.....	4093
S1	.....	jumper

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit AVT-2376