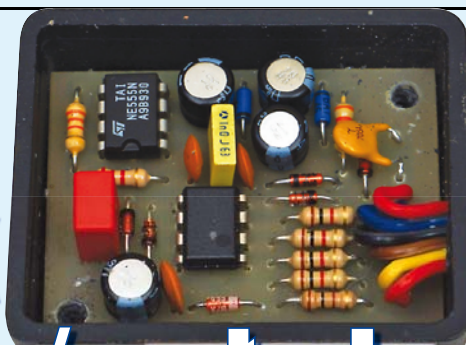




Wskaźnik ładowania/rozładowywania akumulatora



Prosty wskaźnik kierunku prądu do monitorowania bilansu prądowego w starszych pojazdach samochodowych, ładowarkach akumulatorów, zasilaczach buforowych UPS i nie tylko.

Do czego to służy?

Jak wiadomo, do pomiaru prądu służy amperomierz. Jednak w wielu przypadkach, zamiast dokładnej wartości analogowej, potrzebna jest tylko informacja o kierunku przepływu prądu lub o jego braku. Zastosowanie amperomierza (z zerem pośrodku) zwiększa koszty i nie jest celowe. Do monitorowania kierunku prądu doskonale nadaje się dwukolorowa dioda LED (R/G), gdzie przepływ prądu w jedną stronę zaświeca strukturę LED w kolorze zielonym, przepływ w drugą stronę – czerwonym. Brak przepływu prądu sygnalizowany jest zaświeceniem obu struktur LED, czyli świeceniem w kolorze pomarańczowym. Taki prosty wskaźnik może być pomocny do szacowania bilansu prądowego w pojazdach samochodowych, gdzie konsekwencją braku informacji o ładowaniu/rozładowywaniu mogą być problemy z rozruchem pojazdu. Może być to spowodowane ślizganiem się paska napędzającego alternator, zużyciem akumulatora, uszkodzeniem diod alternatora itp. Wskaźnik można też zastosować w ładowarkach akumulatorów w zasilaczach buforowych UPS do wizualnego monitorowania stanu pracy.

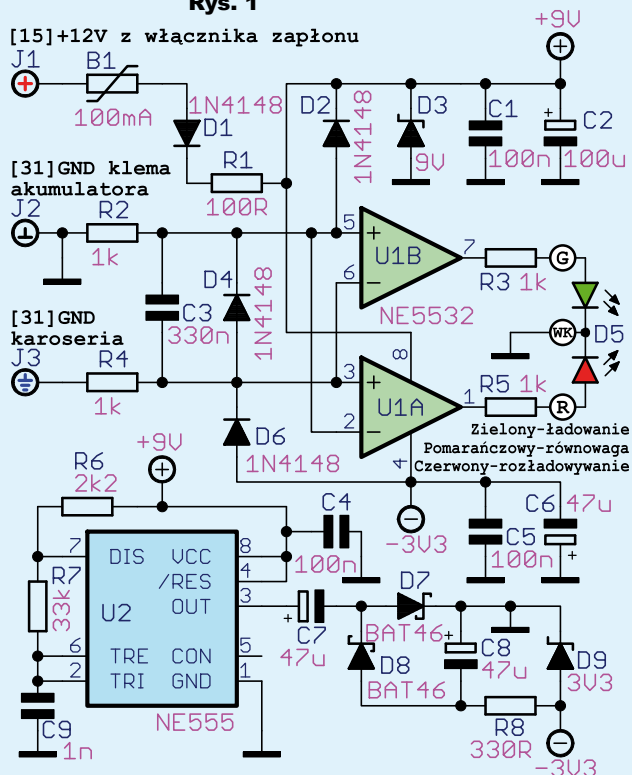
Bocznik (rezystancja pomiarowa) musi być włączony w obwód masy (minusa). Przy dużych prądach bocznikiem może być odcinek przewodu, np. przewód łączący ujemną klemę akumulatora z karoserią pojazdu. Zwykle jest to przewód o dużym przekroju, na którym przy przepływie prądu odkłada się niewielkie napięcie (spadek napięcia wynosi około 1...3mV na 1A prądu akumulatora). Podczas ładowania akumulatora jego ujemna klemma ma potencjał nieco wyższy od karoserii pojazdu. Natomiast podczas rozładowywania ujemna klemma akumulatora ma potencjał niższy (!) od potencjału karoserii.

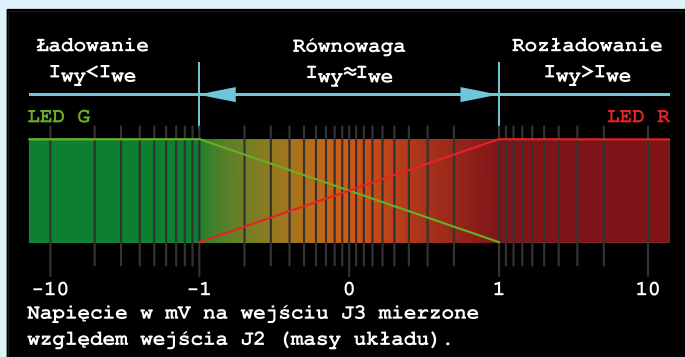
Jak to działa?

Schemat układu przedstawiono na rysunku 1. Plus zasilania jest dołączony do punktu J1, masa do punktu J2. Dioda D1 zabezpiecza układ przed odwrotną polaryzacją zasilania. R1 i D3 ograniczają napięcie do +9V. Aby zapewnić pracę wzmacniacza operacyjnego w zakresie napięć wejściowych, niższych od potencjału od masy, zastosowano prostą przetwornicę napięcia ujemnego na układzie NE555 (U2), pracującym jako generator o częstotliwości około 20kHz i wypełnieniu około 50% ($f=1,44/(R6[\Omega]+2*R7[\Omega])*C9[F]$). Elementy C7, C8, D8 i D7 tworzą pompę ładunkową, a obwód R8, D9 stabilizuje napięcie ujemne -3,3V. Rezystor pomiarowy, np. odcinek przewodu w obwodzie masy akumulatora, jest dołączony przewodami do punktów lutowniczych J2, J3 układu i dalej przez R2, R4, do wejść wzmacniaczy operacyjnych NE5532 U1, które pracują jako komparatory napięcia z otwartą pętlą sprzężenia zwrotnego, czyli bez histerezy. Wzmacniacz U1 ma na wejściach diody zabezpieczające, jednak w układzie zastosowano diody D2, D4, D6 dodatkowo zabezpieczające przed ewentualnymi szpicami o amplitudzie większej od napięć zasilania. Jeżeli napięcie na wejściu nieodwracającym jest wyższe niż na odwracającym, to napięcie na wyjściu jest zbliżone do plusa zasilania. W sytuacji odwrotnej napięcie na wyjściu jest zbliżone do minusa zasilania. Wejścia pomiarowe J2, J3 są tak dołączone do wejść wzmacniaczy, że powstaje „komparator różnicowy”.

Gdy napięcie na J2 jest większe od napięcia na J3, świeci zielona struktura LED. W sytuacji odwrotnej, gdy napięcie na J2 jest mniejsze od napięcia na J3, świeci czerwona struktura LED D5. W sytuacji, gdy napięcia na J2 i J3 są w przybliżeniu równe, LED będzie świecić w kolorze pomarańczowym, ponieważ obie struktury LED zostaną zaświecone. Podczas eksperymentów z różnymi typami wzmacniaczy operacyjnych (TL082, LM358, NE5532) okazało się, że najlepszy efekt daje ten ostatni. Duże wzmocnienie układu NE5532 powoduje, że przy małych napięciach stałych z bocznika, nieuniknione szумы i zakłócenia są wzmacniane i dają na wyjściu przebieg prostokątny. Zazwyczaj jest to zjawisko szkodliwe, jednak tu jest pożądane i przypomina nieco przebieg PWM, co można zaobserwować, poruszając LED D5 w zaciemnionym pomieszczeniu. Rysunek 2 obrazuje zależność koloru świecenia LED D5 od spadku napięcia na boczniku. W modelu przejście ze stanu zaświecenia obu struktur LED do zaświecenia jednej ze struktur

Rys. 1





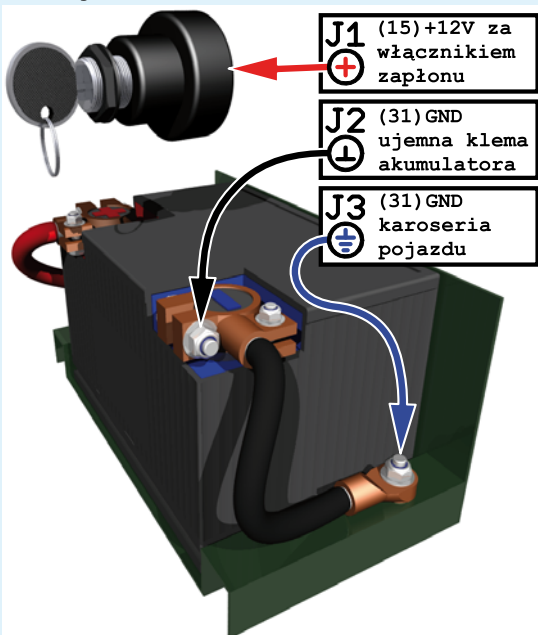
Rys. 2

jest płynne dla zakresu napięć wejściowych około $\pm 1\text{mV}$. Wadą jest brak kontroli nad szerokością tego zakresu płynnej zmiany barwy, bo zależy on od amplitudy szumów i zakłóceń (np. przy zasilaniu z zasilacza sieciowego zjawisko jest „bardziej intensywne”).

Montaż i uruchomienie

Obwód drukowany jednostronny, pokazany na rysunku 3, został zwymiarowany dla obudowy Z-47. Montaż części elektronicznej warto rozpocząć od sprawdzenia obwodu drukowanego na występowanie zwarcie i pęknięć w połączeniach. W pierwszej kolejności należy wlutować dwie zwory pod układami scalonymi, a następnie lutować elementy od najmniejszych do największych. LED D5 montowana będzie w okolicy deski wskaźników pojazdu, przy pomocy przewodów o dobranej długości. Podstawki pod układy scalone nie są zalecane. Wartość rezystorów R3, R5 należy dobrać zależnie od typu LED D5. Uruchomienie układu sprowadza się do podłączenia układu według rysunku 4. W pierwszej kolejności należy sprawdzić napięcia zasilające: na katodzie diody D3 (około +9V)

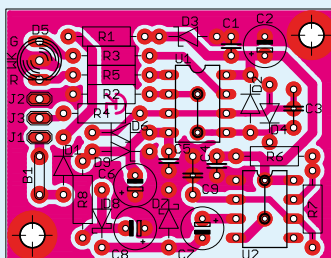
Rys. 5



Wykaz elementów

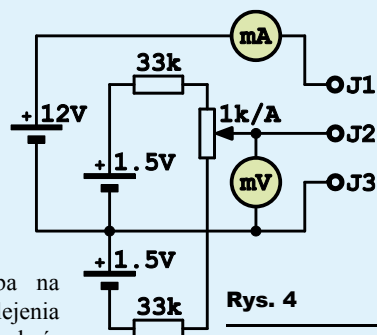
R1	.....	100Ω 1/4W
R8	.....	330Ω 1/4W
R2, R3, R4, R5	.....	1kΩ 1/4W
R6	.....	2.2kΩ 1/4W
R7	.....	33kΩ 1/4W
D1, D2, D4, D6	.....	1N4148
D9	.....	3V3
D3	.....	9V
D7, D8	.....	BAT46 Schottky'ego
D5	.....	LED R/G 5mm
U2	.....	NE555
U1	.....	NE5532
C9	.....	1n foliowy
C1, C4, C5	.....	100n ceramiczny
C3	.....	330n foliowy
C6, C7, C8	.....	47u/16V
C2	.....	100u/16V
B1	.....	100mA polimerowy
Z-47	.....	Obudowa

Komplet podzespołów z płytą jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-3039.



Rys. 3

i anodzie D9 (około -3,3V). Jeżeli napięcia zasilające są poprawne, to potencjometrem precyzyjnym 1kΩ należy ustawić wartość 0V na miliwoltomierzu. Następnie należy zmieniać położenie suwaka potencjometru 1kΩ, obserwując zmiany świecenia LED, które powinny być zgodne z rysunkiem 2. Pobór prądu nie powinien przekraczać 30mA przy zaświeconych obu strukturach LED. Przewody pomiarowe dołączone do punktów lutowniczych J2, J3 powinny być możliwie krótkie, więc zalecany jest montaż układu blisko akumulatora. Podłączenie do instalacji elektrycznej pojazdu zobrazowano na rysunku 5, gdzie bocznikiem jest przewód łączący ujemną kłemę akumulatora z karoserią pojazdu. Masa zasilania układu, czyli złącze J2, powinno być połączone z ujemną kłemą akumulatora (31). Natomiast wejście pomiarowe J3 należy połączyć z karoserią pojazdu. Zamiana połączeń J2, J3 skutkować będzie tylko odwrotną sygnalizacją LED. W najprostszym przypadku do złącza J1 doprowadzony będzie plus zasilania z włącznika zapłonu (15) tzw. plus po stacyjce. Aby mieć możliwość diagnostyki usterek na postoju, gdy kluczyki nie są w stacyjce, plus zasilania można doprowadzić ze skrzynki bezpieczników tzw. stały plus (30) przez przełącznik odłączający jednocześnie „plus po stacyjce (15)”. Takie zasilanie układu umożliwi wykrycie „prądów uciekających do masy” (np. grzejąca



Rys. 4

tylna szyba na skutek „sklejania styków przekaźnika”, co prowadzi do rozładowania akumulatora na postoju). Sprawdzenie działania układu w samochodzie dla stanu równowagi najprościej przeprowadzić, zasilając układ nie z przełącznika zapłonu (15), a ze skrzynki bezpieczników z tzw. stałego plusa (30). Po wyjęciu kluczyka ze stacyjki, zamknięciu drzwi i uzbrojeniu ewentualnego alarmu LED powinna zaświecić się kolorem pomarańczowym (w rzadkich przypadkach może świecić się na czerwono, zależy to od prądu pobieranego przez układy pojazdu w czuwaniu). Przy włączeniu zapłonu ustawionym w położenie „akcesoria” i po uruchomieniu silnika, LED powinna świecić się kolorem czerwonym, sygnalizując rozładowywanie akumulatora. Po zwiększeniu obrotów silnika, LED powinna zmienić kolor świecenia na zielony, sygnalizując ładowanie akumulatora.

Ze względu na możliwość powstania zwarcia i w konsekwencji pożaru nie wolno plusa zasilania układu (J1) łączyć bezpośrednio z dodatnią kłemą akumulatora. Plus zasilania należy dołączyć jedynie do obwodów pojazdu zabezpieczonych bezpiecznikami.

Sprawdzony układ należy zabezpieczyć przed wpływem wilgoci, np. sklejając jej obie części, a wyjście przewodów, otwór w obudowie uszczelnić np. silikonem sanitarnym.

W zastosowaniach gdzie płyną niższe prądy akumulatora zamiast przewodu „masowego” jako bocznika można zastosować rezystor o odpowiedniej obciążalności ($P=I_{MAX}^2 \cdot R$). Warto pamiętać że spadek napięcia mniejszy od około 1mV interpretowany jest przez układ jako brak przepływu prądu. Przy rezystancji bocznika równej 1Ω przepływ prądu w zakresie $\pm 1\text{mA}$ interpretowany będzie jako brak przepływu prądu.

$$\text{Abs}(I_{\min}[\text{A}])=0,001/R_b[\Omega]$$

gdzie I_{\min} – prąd, przy przepływie którego następuje sygnalizacja przepływu prądu, R_b – rezystancja bocznika.

Cyprian Kamil Kowalski
c4v2@o2.pl

