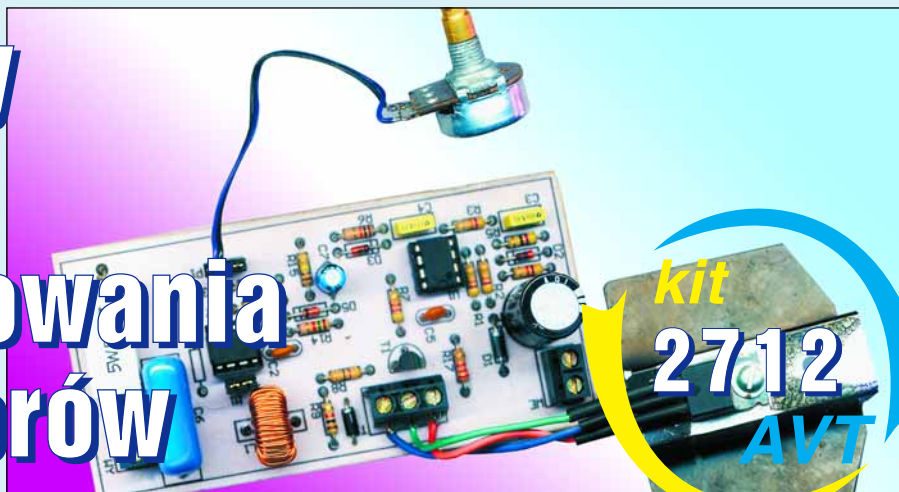




# Impulsowy regulator prądu ładowania akumulatorów



## Do czego to służy?

Prawie każdy właściciel samochodu ma w garażu tak zwany prostownik. O tym niezwykle przydatnym urządzeniu szczególnie często przypominamy sobie zimą. Z koniecznością ładowania różnych akumulatorów spotykamy się także na co dzień. Wiąże się to ze zmianą prądu ładowania, a niestety nie każdy prostownik ma możliwość płynnej regulacji prądu. Co zrobić, gdy chcemy doładować niewielki akumulator żelowy i mamy do dyspozycji tylko prostowniki przeznaczone do ładowania dużych akumulatorów samochodowych? Ładowanie przez żarówkę jest tylko półśrodkiem. Można w tym wypadku zastosować prezentowany regulator prądu ładowania.

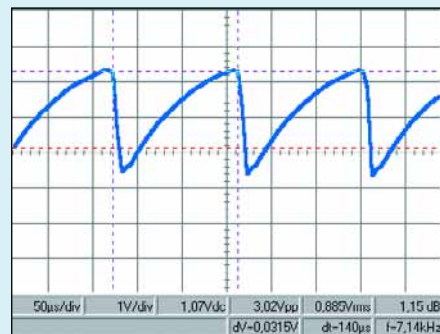
## Jak to działa?

Regulator działa na zasadzie impulsowej, zmniejsza to zdecydowanie straty mocy w regulatorze. Mniejsze straty mocy to mniejsze wymiary urządzenia przy prądzie

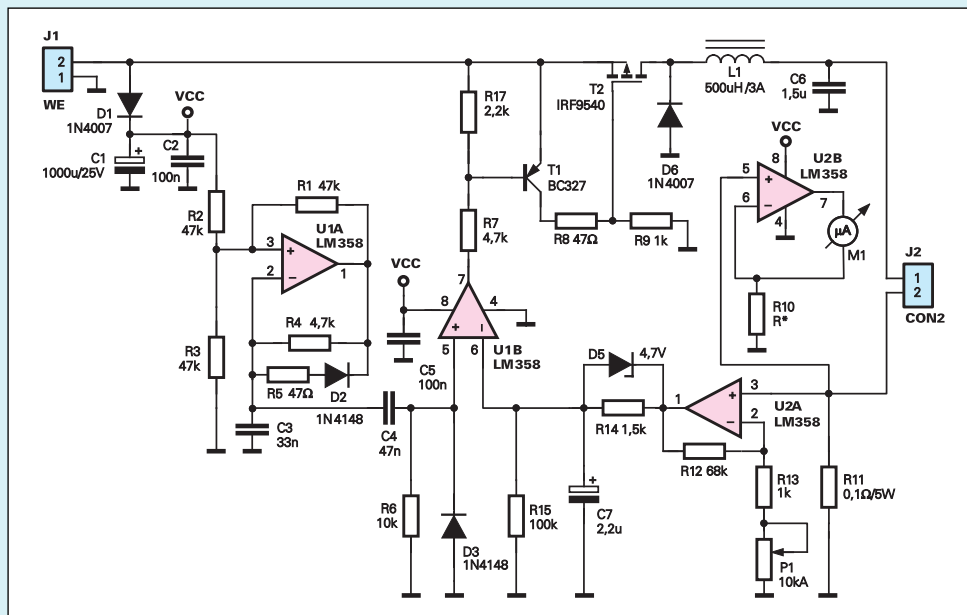
regulowanym do 3A. Maksymalny prąd równy 2,5...3A wybrany został po analizie pojemności dostępnych w handlu akumulatorów żelowych. W ofercie firmy Yuasa, największy akumulator (czytaj o największej pojemności) ma 24Ah. Rzut okiem do artykułu z EdW 09/2002 na temat ładowania akumulatorów kwasowych i już wiemy, że prąd ładowania dla akumulatora 24Ah powinien wynosić 2,4A. Po analizie założeń przejdźmy do opisu budowy.

Schemat ideowy zaprezentowany został na **rysunku 1**. Układ U1A jest generatorem piły o częstotliwości około 8kHz. Z taką częstotliwością pracuje całe urządzenie. Nie jest to zbyt wysoka częstotliwość i dobrze by było ją zwiększyć dla ograniczenia wymiarów dławika, ale niestety układy LM358 są dosyć wolne i dalsze zwiększanie częstotliwości prowadzi do zniekształcania przebiegów. Wymiana wzmacniacza na szybszy np. TL074 wiąże się z rezygnacją z zalet układu LM358, w tym przypadku pracy przy sygna-

łach bliskich ujemnemu zasilaniu. Sygnał piłokształtny jest „podkradany” przez kondensator C4 i został doprowadzony do wejścia nieodwracającego układu U1B pracującego w roli komparatora. Dioda D3 przesuwą przebieg w stronę napięć dodatnich. Bez tej diody przebieg piłokształtny byłby symetryczny względem masy, co powodowałoby błędną pracę komparatora U1B. Przebieg na wejściu nieodwracającym komparatora U1B pokazuje **rysunek 2**.



Rys. 1 Schemat ideowy

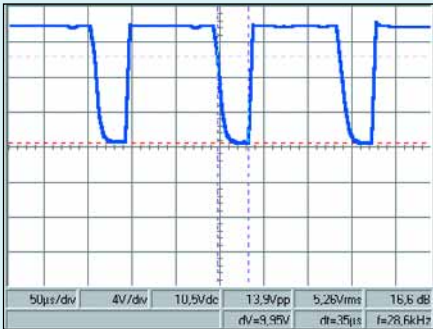


Rys. 2 Przebieg piłokształtny na wejściu nieodwracającym komparatora.

Na wejście odwracające komparatora podawany jest sygnał z obwodu pomiaru prądu odbiornika. Prąd płynący przez obciążenie przepływa przez rezystor pomiarowy R11. Odkładające się na nim napięcie jest wzmacniane w układzie wzmacniacza nieodwracającego. Układ ten był konieczny ze względu na niewielką oporność R11 minimalizującą straty mocy. Wzmacniacz U2A ma możliwość regulacji wzmocnienia, co przekłada się na regulację prądu ładowania. Przebieg piłokształtny i sygnał odpowiadający przepływającemu prądowi są porównywane w komparatorze i sterują MOSFET-em typu P. W obwodzie sterowania tranzystora wykonawczego pojawił się dodatkowo tranzystor

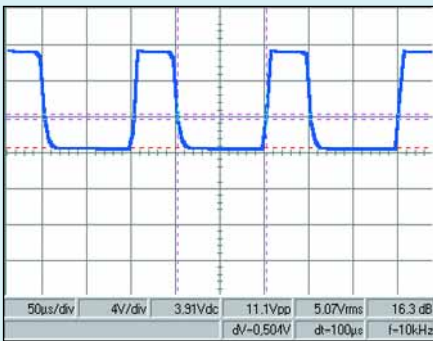
BC327, jego celem jest dopasowanie poziomów. Niestety mimo swoich zalet układ LM358 nie może wystawić na wyjściu pełnego napięcia zasilania. Napięcie wyjściowe będzie niższe o około 2V od VCC i mogłoby to doprowadzić w niektórych warunkach do niekontrolowanego otwierania MOSFET-a. Drugim zadaniem T1 jest przyspieszenie zamykania MOSFET-a.

Rysunki 3 i 4 pokazują przebieg na bramce MOSFET-a przy małym i dużym prądzie odbiornika.



Rys. 3 Przebiegi na bramce T2 przy małym obciążeniu.

Rys. 4 Przebiegi przy dużym obciążeniu.



Analizując przebiegi, nie można zapomnieć, że mamy do czynienia z MOSFET-em z kanałem typu P, czyli otwieranym stanem niskim. Elementy L1 i C6 są typowymi elementami układów impulsowych, a ich celem jest gromadzenie energii oraz filtracja napięcia wyjściowego. Na koniec należy wspomnieć o układzie U2B. Jest on źródłem prądowym dla wskaźnika wychyłowego. W zależności od zamontowanego mikroamperomierza, należy tak dobrać wartość R10, aby wskazania odpowiadały rzeczywistej wartości prądu. Np. dla wskaźnika potrzebującego do pełnego wychyłu 100µA pracującego na zakresie 10µA - rezystor ten wynosi 10kΩ. Można go obliczyć, posługując się wzorem:

## Montaż i uruchomienie

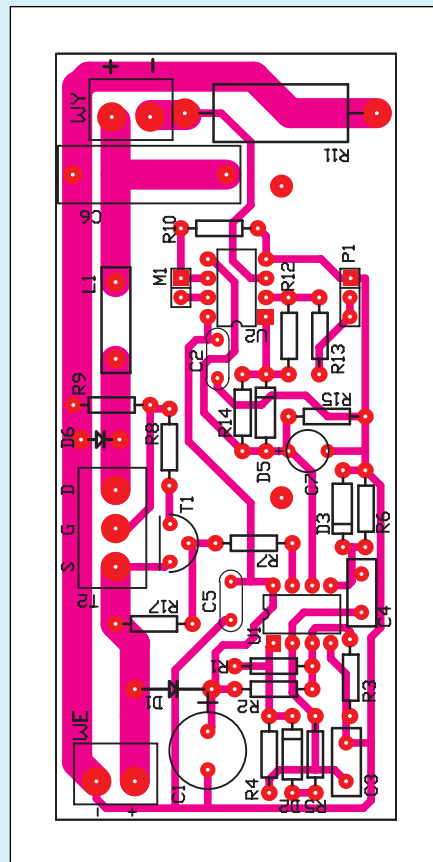
Układ można zmontować na płycie drukowanej pokazanej na rysunku 5. Montaż jest klasyczny, rozpoczynamy od elementów najmniejszych, a kończymy na tranzystorze i dławiku. Zastosowany dławik musi mieć odpowiedni prąd pracy. W razie problemów ze zdobyciem odpowiedniego elementu można zastosować dławik o mniejszym prądzie (np. 1,5A), zmniejszając jednocześnie zakres regulacji prądu, np. korygując elementy w obwodzie wzmacniacza U2A. Tranzystor mocujemy na niewielkim radiatorze, np. blaszka aluminiowa 5cm\*15cm.

Po zmontowaniu przechodzimy do uruchomienia. Potrzebny będzie zasilacz, najlepiej z odcięciem prądowym, zastępujący chwilowo prawdziwy prostownik. Podłączamy zasilanie (około 15...16 V) i obciążenie (rezystor 100Ω/2W). Jeżeli wszystko jest w porządku, usłyszymy lekki pisk pracującego klucza. Następnie należy sprawdzić zakres regulacji prądu. W tym celu włączamy amperomierz, a rezystor obciążeniowy zastępujemy żarówką 12V/40...45W, kręcąc potencjometrem P1, sprawdzamy zakres zmian. Za poprawny można uznać zakres 0...0,3A do 2,5...3A. W prezentowanym modelu zastosowany został dławik o maksymalnym prądzie 1,5A, dlatego też zakres regulacji prądu ograniczony został do 1,5...1,7A. Okazało się także, że zastosowa-

ny radiator był dobrany ze sporym zapasem i podczas pracy był co najwyżej lekko ciepły. Uruchomiony układ należy zabezpieczyć lakierem przed wpływem wilgoci, jej wpływ w układach impulsowych jest silniej zauważalny niż w układach liniowych. Zalecane jest także zabezpieczenie układu wkładką bezpiecznikową rzędu 5A.

Michał Stach  
michal.stach@edw.com.pl

Rys. 5 Schemat montażowy



### Wykaz elementów

#### Rezystory

R1,R2,R3	.....	47kΩ
R4,R7	.....	4,7kΩ
R5,R8	.....	47Ω
R6	.....	10kΩ
R9,R13	.....	1kΩ
R10	.....	patrz tekst
R11	.....	0,1Ω 5W
R12	.....	68kΩ
R14	.....	1,5kΩ
R15	.....	100kΩ
R17	.....	2,2kΩ
P1	.....	10kΩA potencjometr

#### Kondensatory

C1	.....	1000µF/25V
C2,C5	.....	100nF ceramiczny
C3	.....	33nF
C4	.....	47nF
C6	.....	1,5µF
C7	.....	2,2µF/16V

#### Półprzewodniki

D1,D6	.....	1N4007
D2,D3	.....	1N4148
D5	.....	4V7 dioda Zenera
T1	.....	BC327
T2	.....	IRF9540
U1,U2	.....	LM358

#### Pozostałe

J1,J2	.....	ARK2
L1	.....	500µH/3A
M1	.....	mikroamperomierz

Komplet podzespołów z płytka jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2712