

# Przetwornica 12VDC - 24VDC

## Do czego to służy?

Proponowany układ jest kolejnym z serii urządzeń projektowanych i wykonywanych na zamówienie określonej grupy odbiorców - modelarzy. Nie oznacza to bynajmniej, że nie może on okazać się użyteczny dla innych użytkowników. Wprost przeciwnie, układ, który za chwilę pozwolę sobie opisać, może znaleźć zastosowanie wszędzie tam, gdzie potrzebujemy nieco podwyższyć napięcie stałe z zakresu 12 ... 15V, które mamy do dyspozycji i użyć go np. do ładowania baterii akumulatorów.

Modelarze zajmujący się budową modeli RC, a w szczególności specjaliści od modeli z napędem elektrycznym są dość specyficzną i wymagającą grupą odbiorców. Nie dość, że wciąż żądają nowych i coraz doskonalszych ładowarek do akumulatorów, regulatorów obrotów i układów zdalnego sterowania, to w dodatku są wyjątkowo niecierpliwi i chcą, aby ich akumulatory można było ładować w terenie, np. na lotnisku. Trudno się im zresztą dziwić: jazda na lotnisko aby wykonać jeden lot i następnie powrót do domu w celu naładowania akumulatorów, mogłoby każdemu obrzydzić to piękne hobby. Najczęściej żądania modelarzy są dość łatwe do spełnienia, ponieważ odbiorniki zdalnego sterowania zasilane są z baterii akumulatorów o napięciu 4,8V, a małe silniki elektryczne stosowane do napędu modeli latających

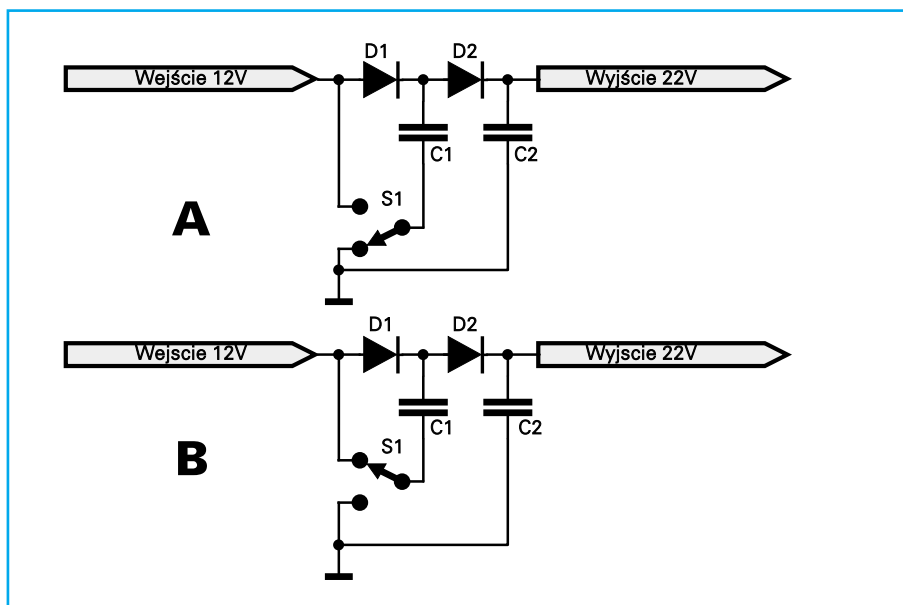


czerpią energię z baterii akumulatorów 7,2V. Baterie o takim napięciu można bez większego problemu naładować z akumulatora samochodowego 12V. Kłopoty zaczynają się dopiero przy ładowaniu baterii akumulatorów o wyższym napięciu, a więc źródła zasilania nadajników aparatury RC i wyczynowych modeli z napędem elektrycznym. W typowym nadajniku RC sto-

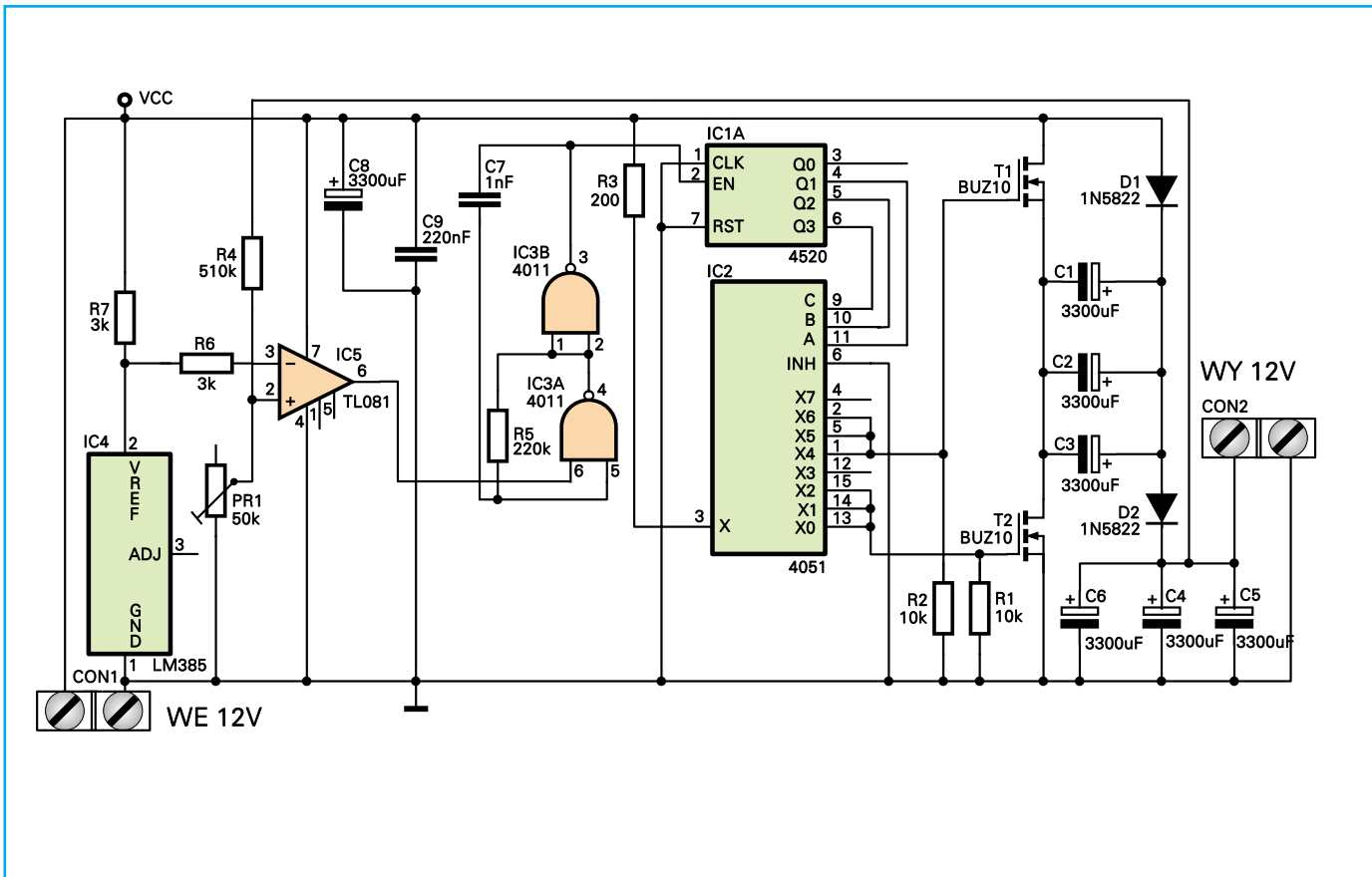
sowana jest bateria złożona z ośmiu ogniw 1,2V, co daje napięcie robocze 9,6V, a napięcie pełnego naładowania najczęściej 11,04V. Już w tym przypadku regulacja prądu ładowania pobieranego z akumulatora samochodowego o napięciu 12,6V byłaby niezwykle kłopotliwa, a przecież stosowane są także baterie akumulatorów o napięciu pełnego naładowania 13,8V (dziesięć ogniw) i większym.

Najprostszym wyjściem z sytuacji jest zbudowanie prostej przetwornicy, podwyższającej napięcie pobierane z akumulatora samochodowego do 16 ... 20V i dostarczającej prądu o wartości do 3A. Do przetwornicy moglibyśmy dołączyć typową ładowarkę do akumulatorów i już bez przeszkód ładować nawet dziesięć ogniw NiCd połączonych szeregowo. Urządzenie takie zostało przeze mnie zaprojektowane i wykonane, przeszło stosowne testy w Pracowni Konstrukcyjnej AVT i obecnie jego opis przekazuję Czytelnikom EdW.

Jeszcze raz zaznaczam, że zastosowanie proponowanego układu w modelarstwie, to tylko jeden z wielu możliwych przykładów. Układ przetwornicy okaże się użyteczny dla każdego, kto potrzebuje ładować „w terenie” większą liczbę ogniw akumulatorowych je-



Rys. 1 Zasada działania przetwornicy



Rys. 2 Schemat ideowy

dnocześnie, a także w każdym przypadku, kiedy będziemy chcieli podwyższyć o kilkadziesiąt procent napięcie stałe, jakie mamy do dyspozycji.

Proponowany układ odznacza się dużą prostotą i zaprojektowany został z wykorzystaniem wyłącznie tanich i łatwo dostępnych podzespołów elektronicznych. Jego wykonanie nie przekracza możliwości nawet mało zaawansowanego konstruktora.

### Jak to działa?

Schemat elektryczny proponowanego układu został pokazany na rysunku 2. Zanim jednak przejdziemy do jego szczegółowej analizy, zapoznajmy się bliżej z zasadą działania przetwornicy pojemnościowej, zwanej także „pompą ładunku elektrycznego”.

Przeciwnie do łatwości, z jaką możemy podwyższyć napięcie przemienne, zwiększenie napięcia stałego jest dość skomplikowane. Jedną z metod jest indukcyjna przetwornica podwyższająca napięcie, inną - pompa ładunku. Jakichkolwiek jednak środków użyjemy, zawsze musimy zamienić napięcie stałe na przemienne, ponieważ tylko wówczas możemy zwiększyć jego poziom. Podstawowym fragmentem naszego układu jest pompa ładunku, pokazana schematycznie na rysunku 1. Pompa, mająca dwie fazy pracy, jest

zbudowana z dwóch diod, dwóch kondensatorów oraz przełącznika, z zasady półprzewodnikowego. Przełącznik na zmianę łączy jeden z kondensatorów z dodatnią szyną zasilania albo z masą.

#### Ładowanie kondensatora

Gdy pompa jest w trybie ładowania (czyli, gdy kondensator jest połączony z masą), to kondensatory są w układzie prawie równoległym, rozdzielone tylko przez diodę D2. Kondensator C1 ładuje się niemal do poziomu napięcia zasilania poprzez diodę D1. W tym samym czasie kondensator C2 utrzymuje ładunek, który zgromadził poprzednio. W trakcie normalnej pracy napięcie na tym kondensatorze jest wyższe, niż na C1, zatem dioda D2 jest spolaryzowana zaporowo.

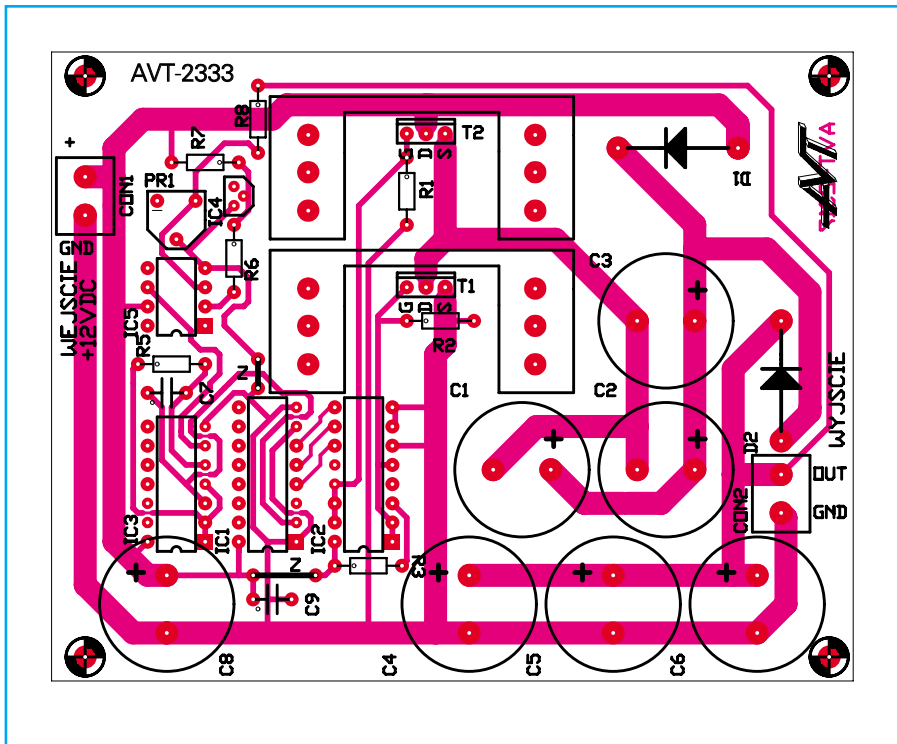
#### Pompowanie

W trybie pompowania elektroda kondensatora C1, która poprzednio była połączona z masą, teraz jest połączona poprzez przełącznik z potencjałem szyny zasilania. Ładunek z C1 przepływa do C2, przez co napięcie na tym drugim kondensatorze prawie się podwaja. Prawie, ponieważ zawsze musimy się liczyć z stratą napięcia na diodach, skończoną pojemnością kondensatorów, a także z małą, lecz zauważalną rezystancją tranzystorów MOSFET w stanie włączenia.

Wróćmy teraz do analizy schematu naszej przetwornicy. W układzie praktycznym, pokazanym na rysunku 2, rolę przełącznika S1 pełnią tranzystory MOSFET T1 i T2. T1 łączy kondensatory „pompujące” C1, C2 i C3 z dodatnim napięciem zasilania, natomiast T2 zwiiera je do masy.

Bramki tranzystorów sterowane są z wyjść multiplexera IC2 - 4051, którego wejścia adresowe dołączone są do wyjść licznika binarnego IC1A - 4520. Na wejście tego licznika impulsów prostokątnych wytwarzanych przez prosty generator zbudowany z bramek IC3A i IC3B, którego częstotliwość pracy określona jest pojemnością C7 i rezystancją R5. W miarę przychodzenia na wejście licznika impulsów zegarowych kolejne wyjścia multiplexera łączone są za pośrednictwem rezystora R3 z dodatnim poten-

Takt	Tranzystor T1	Tranzystor T2
1	Włączony	Wyłączony
2	Włączony	Wyłączony
3	Włączony	Wyłączony
4	Wyłączony	Wyłączony
5	Wyłączony	Włączony
6	Wyłączony	Włączony
7	Wyłączony	Włączony
8	Wyłączony	Wyłączony



Rys. 3 Schemat montażowy

cjałem zasilania. Tak więc tranzystory T1 i T2 włączane są w sposób podany w tabeli.

Łatwo zauważyć, że w cyklu pracy przetwornicy występują dwa „martwe okresy”, w których żaden z tranzystorów nie przewodzi. Dlaczego? Należy pamiętać, jak istotne znaczenie mają czasy przełączania tranzystorów. W przypadku tranzystorów MOSFET typu BUZ10 lub BUZ11, które zastosowaliśmy w układzie, są to pojedyncze mikrosekundy. Dla zapobieżenia jednoczesnemu otwarciu obydwu tranzystorów, co mogłoby spowodować zwarcie o dużym prądzie, zapewniony został czas martwy w momencie przełączania z jednego tranzystora na drugi.

„Na wszelki wypadek” układ został wyposażony w prosty stabilizator napięcia, zbudowany w oparciu o scalony wzmacniacz operacyjny typu TL081 - IC5. Wzmacniacz ten, pracujący w naszym układzie jako komparator, porównuje ze sobą wysokostabilne napięcie odniesienia pobierane z wyjścia układu IC4 - LM385 z napięciem proporcjonalnym do napięcia panującego na wyjściu przetwornicy, uzyskiwanym z dzielnika napięciowego R4 + PR1. Jeżeli napięcie wyjściowe wzrasta ponad poziom określony ustawieniem potencjometru montażowego PR1, to „stan niski” pojawiający się na wyjściu

komparatora powoduje chwilowe wstrzymanie pracy generatora zegarowego i obniżenie napięcia do ustalonego poziomu.

## Montaż i uruchomienie

Na rysunku 3 została pokazana mozaika ścieżek płytki obwodu drukowanego wykonanego na laminacie jednostronnym oraz rozmieszczenie na nim elementów. Montaż wykonujemy w całkowicie typowy sposób, rozpoczynając od wlutowania zworek (oznaczonych na stronie opisowej płytki grubymi kreskami) i rezystorów a kończąc na kondensatorach elektrolitycznych. Pomimo użycia w układzie tranzystorów MOSFET, wydzielana na nich ilość ciepła okazała się dość duża, co spowodowało konieczność zastosowania niewielkich radiatorów. Musimy pamiętać o zalecanej kolejności montażu tych elementów: najpierw przykręcamy tranzystory do radiatorów (nie zapominając o zastosowaniu pasty term-

Prąd wyjściowy	Napięcie wyjściowe
0	23,6V
300mA	22,8V
500mA	22,3V
1000mA	21,2V
1500mA	20,4V
2A	18,9V
3A	16,7V

moprzewodzącej), a dopiero później lutujemy tranzystory do płytki. W radiatorach umieszczone są specjalne kołki, zapewniające po przylutowaniu do płytki pewne połączenie mechaniczne tych elementów. Próby praktyczne wykazały, że diody Schottky'ego D1 i D2 nie nagrzewają się zbyt mocno i nie wymagają dodatkowego chłodzenia.

Zbudowany w Pracowni Konstrukcyjnej AVT układ został poddany stosownym testom na obciążenie, których wyniki przedstawiamy w poniższej tabeli.

Zmontowany ze sprawnych elementów układ nie wymaga jakiegokolwiek regulacji ani uruchamiania. Jedynie w wyjątkowych sytuacjach, kiedy będzie nam zależało na obniżeniu napięcia wyjściowego, możemy dokonać jego regulacji za pomocą potencjometru montażowego PR1. W każdym innym przypadku potencjometr ten ustawiamy w skrajnym położeniu (suwak zwarty z masą).

Zbigniew Raabe

### Wykaz elementów:

#### Kondensatory

C1, C2, C3, C4, C5, C6, C8	3300µF/25
C7	1nF
C9	220nF

#### Rezystory

PR1	potencjometr montażowy miniatury 50kΩ
R2, R1	10kΩ
R3	200Ω
R4	510kΩ
R5	220kΩ
R7, R6	3kΩ

#### Półprzewodniki

D1, D2	1N5822
IC1	4520
IC2	4051
IC3	4011
IC4	LM385
IC5	TL081 lub odpowiednik
T1, T2	BUZ10, BUZ11

#### Pozostałe

2 radiatory typ 3	
CON1, CON2	ARK2

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit AVT-2333