

# Przetwornica 12(24)/220V, część 1

## Zestaw Velleman K3507/K3509

*W ramach prezentacji  
Czytelnikom Elektroniki  
Praktycznej najbardziej  
interesujących kitów  
Vellemana zajmiemy się  
dzisiaj wyjątkowo ciekawym  
układem, który na pewno  
spotka się z żywym  
zainteresowaniem Czytelników.*

*Układem tym jest  
przetwornica napięcia 12VDC  
lub 24VDC na 220VAC  
o niebagatelnej mocy  
wyjściowej 200W.*

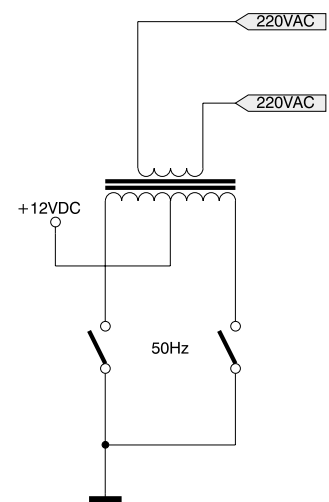
Zakres zastosowań urządzenia umożliwiającego zasilanie z akumulatora odbiorników energii elektrycznej normalnie zaopatrywanych w prąd z sieci energetycznej jest bardzo szeroki. Mam ty na myśli przede wszystkim prosty sprzęt AGD, który posiadając przetwornicę możemy, aczkolwiek z pewnymi ograniczeniami używać na biwakach czy kempingach. Także posiadacze nie zelektryfikowanych działek rekreacyjnych mogą stać się potencjalnymi użytkownikami proponowanego układu. Nie będą wtedy zmuszeni zaopatrywać się w specjalny sprzęt zasilany z akumulatorów, a posiadane przetwornica może umożliwić im np. oglądanie telewizji na ekranie zwykłego odbiornika TV.

Roli przetwornicy jako awaryjnego źródła zasilania nie sposób przecenić. Wszyscy znamy kłopoty, z jakimi możemy się spotkać podczas niespodziewanych wyłączeń sieci energetycznej, które zdarzają się w naszym kraju jeszcze stanowczo zbyt często. Wiemy też, że wyłączenie prądu np. podczas wykonywania pilnej pracy na komputerze może każdego doprowadzić do białej gorączki. W budynku, w którym zlokalizowana jest Pracownia Konstrukcyjna AVT także kiedyś zdarzały się wyłączenia prądu. Przetwornica, prawie identyczna z przetwornicą Vellemana służyła mi wtedy do... zasilania stacji lutowniczej i oscyloskopu. Mogłem zakończyć w ten sposób pilną pracę, nie bacząc na zawistne spojrzenia chwilowo bezrobotnych Kolegów.

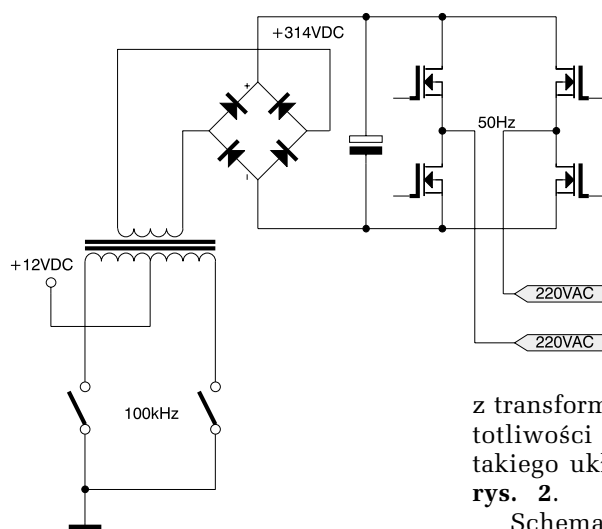
Szczerze więc namawiam wszystkich do wykonania układu, który za chwilę opiszę. Podobnie jak większość kitów Vellemana przetwornica nie sprawia jakichkolwiek kłopotów podczas uruchamiania. Natomiast tym razem

częściowo odstąpiłem tym od wprowadzonego przez siebie zwyczaju, polegającego na tym, że opisywane przeze mnie kity Vellemana w celu udowodnienia ich wysokiej jakości i poprawnego zredagowania instrukcji, są montowane przez 13 letnie dziecko. Basia zmontowała wprowadzając układ przetwornicy, nie napotykając przy tym jakiegokolwiek problemów, ale uruchomienie układu i stosowne pomiary wykonaliśmy już wspólnie. Powód tej zmiany był oczywisty: pracująca przetwornica może być, w przypadku nieprawidłowego obchodzenia się z nią, równie niebezpieczna dla zdrowia i życia jak sieć energetyczna 220V, i nie sędzę aby 13 letnie dziecko mogło bez nadzoru wykonywać jakichkolwiek manipulacji w takim układzie!

Przetwornica może być wykonana w dwóch wersjach: 12VDC/220VAC i 24VDC/220VAC. Kompletowane są dwa różne zestawy elementów do wykonania tych wersji układu. napięcie wyjściowe każdej wersji przetwornicy może być ustawione także na 110VAC,



Rys. 1. Budowa klasycznej przetwornicy napięcia DC/AC.



Rys. 2. Schemat blokowy udoskonalonej przetwornicy DC/AC.

co jednak na terenie Polski nie ma większego zastosowania.

### Opis działania układu

Zanim przejdziemy do opisu układu, powiedzmy sobie parę słów na temat przetwornic DC/AC stosowanych jako urządzenia powszechnego użytku. W sposób bardzo uproszczony możemy podzielić je na dwa rodzaje, zróżnicowane pod względem sposobu dokonywania transformacji napięcia. Najprostsze i najbardziej niegdyś rozpowszechnione są przetwornice, których uproszczony schemat pokazano na rys. 1. Transformacja napięcia odbywa się w takiej przetwornicy przy częstotliwości 50Hz. Upraszcza to bardzo budowę układu, ale powoduje konieczność stosowania transformatora o bardzo dużych rozmiarach, co z kolei wiąże się z wysokimi kosztami wykonania urządzenia. Transformator toroidalny potrzebny do wykonania przetwornicy o mocy 200W kosztuje kilkakrotnie więcej, niż wszystkie pozostałe elementy potrzebne do budowy układu.

Obecnie najbardziej rozpowszechnione są przetwornice, w których transformacja napięcia odbywa się przy znacznie większej częstotliwości, a przebieg sinusoidalny 220V/50Hz kształtowany jest z napięcia stałego 314VDC na drodze elektronicznej. Do niedawna budowa takiego układu była dość trudna i kosztowna, ze względu na konieczność stosowania tranzystorów wy-

sokonapięciowych dużej mocy. Obecnie elementy te są tanie i powszechnie dostępne. Transformator potrzebny do budowy takiej przetwornicy może mieć stosunkowo małe wymiary i masę, a sprawność układu jest z zasady wyższa niż przetwornicy z transformacją napięcia przy częstotliwości 50Hz. Schemat blokowy takiego układu pokazany został na rys. 2.

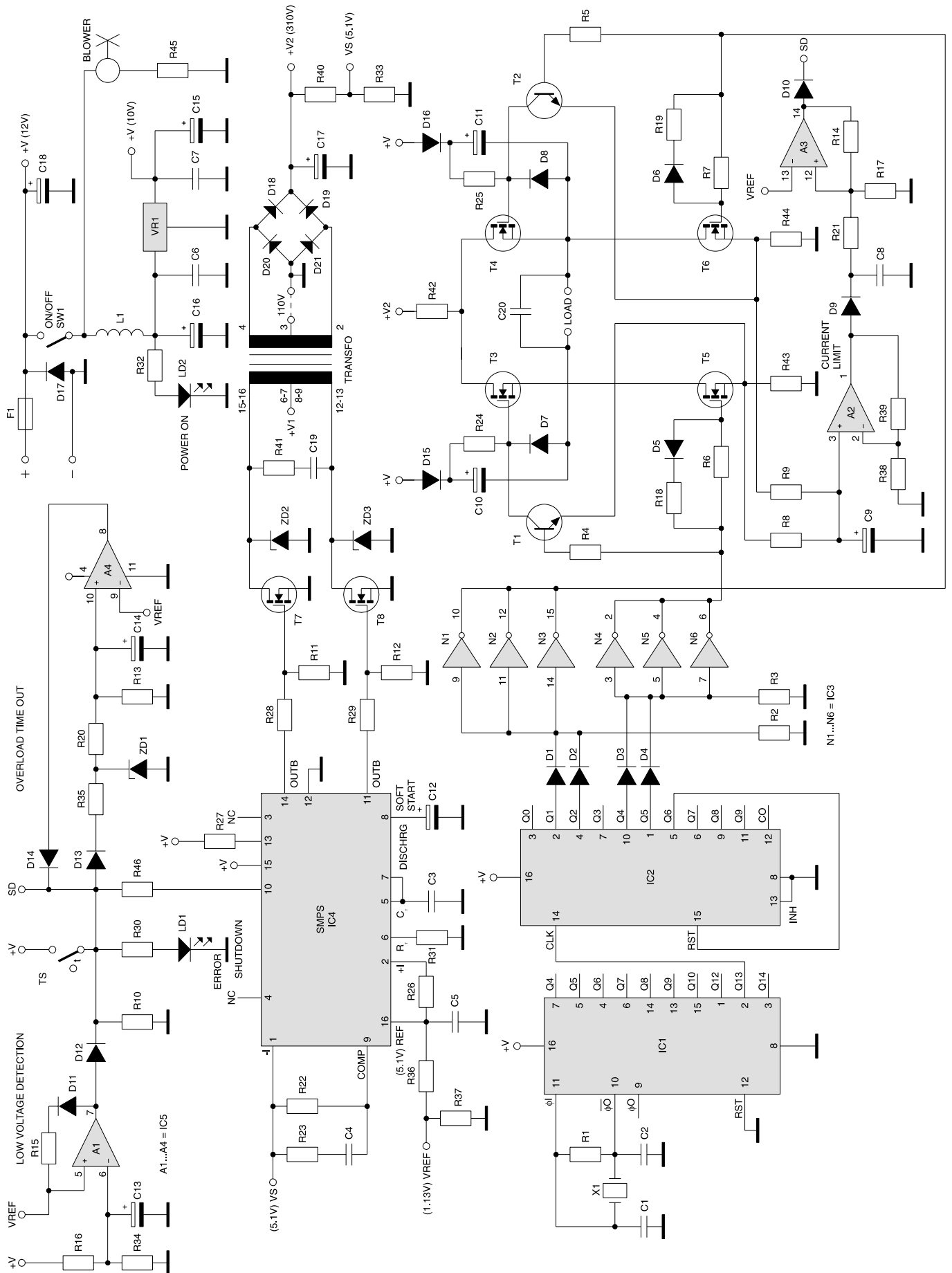
Schemat elektryczny przetwornicy proponowanej nam przez Vellemana pokazano na rys. 3. Aby ułatwić sobie zrozumienie zasady działania układu podzielimy schemat na dwa bloki funkcjonalne: część podwyższającą napięcie z 12 do 314VDC i blok przetwarzający napięcie stałe na przebieg sinusoidalny prądu przemiennego. Osobnego omówienia wymagać będą układy zabezpieczeń przeciw przeciążeniowym.

Fragment układu, którego zadaniem jest podwyższanie napięcia 12V do poziomu ok. 314V został zrealizowany z wykorzystaniem wyspecjalizowanego, opracowanego specjalnie do pracy w tego typu przetwornicach układu scalonego typu 3528 - IC4. Układ ten jest kompletnym sterownikiem przetwornicy DC/DC posiadającym wbudowane liczne funkcje usprawniające pracę układu. Dzięki jego zastosowaniu konstrukcja przetwornicy DC - DC dużej mocy została maksymalnie uproszczona, bez konieczności rezygnacji z bardziej zaawansowanych funkcji, takich jak np. stabilizacja napięcia wyjściowego czy też Soft Start, chroniący akumulator przed chwilowym przeciążeniem. Układ IC4 steruje bezpośrednio dwoma tranzystorami mocy MOSFET - T7 i T8, które zasilają uzwojenia pierwotne transformatora. Na wyjściu transformatora otrzymujemy przebieg prostokątny o amplitudzie ok. 314V i częstotliwości ok. 120kHz, który następnie prostowany jest za pomocą prostownika pełnookresowego zbudowanego z diod D18...D21 i wygładzany na kondensatorze C17.

Równoległe do kondensatora C17 dołączony został dzielnik napięcia zbudowany z rezystorów R40 i R33. Wartości tych rezystorów zostały dobrane tak, że jeżeli napięcie na kondensatorze osiągnie wartość 310V, to napięcie na wyjściu dzielnika będzie wynosiło dokładnie 5,1V. Napięcie to doprowadzane jest do wejścia 1 układu IC4, będącego wejściem wzmacniacza błędów wbudowanego w strukturę tego układu stabilizatora napięcia. Rozwiązanie takie pozwala na dokładną stabilizację napięcia na kondensatorze C1, a tym samym napięcia wyjściowego.

Doprowadzenie dodatniego potencjału napięcia zasilania do wejścia 10 IC4 powoduje zatrzymanie pracy tego układu. Zostało to wykorzystane do ochrony akumulatora przed przeciążeniem i nadmiernym rozładowaniem oraz do zabezpieczenia układu przetwornicy przed zniszczeniem na skutek przepływu prądu o zbyt dużej wartości.

Wejście 5 wzmacniacza operacyjnego A1 zostało dołączone do źródła napięcia odniesienia wprowadzonego z struktury układu IC4. Wartość tego napięcia została zredukowana do poziomu 1,13V za pomocą dzielnika rezystancyjnego R36+R37. Do wejścia 6 tego samego wzmacniacza doprowadzone zostało z kolei napięcie zasilania, zredukowane za pomocą dzielnika R16+R34 i wygładzone przez kondensator C13. Jeżeli napięcie zasilania, a tym samym napięcie na zaciskach akumulatora zasilającego przetwornicę spadnie poniżej określonego poziomu, to na wyjściu wzmacniacza operacyjnego A1 pojawi się „stan wysoki“ doprowadzony następnie do wejścia 10 IC4, co jak wiemy spowoduje zatrzymanie pracy tego układu. Jednocześnie naładowany zostanie kondensator C14 i moment wstrzymania pracy przetwornicy zostanie przedłużony o czas określony pojemnością C14 i rezystancją R13. Włączenie diody LED LD1 ostrzeże użytkownika, że napięcie na zaciskach akumulatora osiągnęło niebezpiecznie niski poziom, lub że przetwornica została przeciążona.



Rys. 3. Schemat elektryczny przetwornicy.

Wykrywaniu faktu przeciążenia przetwornicy lub zwarcia jej wyjścia do masy służy wzmacniacz operacyjny A2 i komparator napięcia zbudowany z wykorzystaniem wzmacniacza A3. Pobór prądu przez przetwornicę, a właściwie przez układ formowania przebiegu sinusoidalnego 220VAC, mierzony jest za pomocą dwóch rezystorów R43 i R44. Napięcie odkładające się na tych rezystorach, będące wprost proporcjonalne do prądu płynącego do wyjścia przetwornicy, doprowadzane zostaje do wejścia 3 A2, wzmacniane i następnie kierowane na wejście 12 komparatora napięcia. Układ ten dokonuje porównania napięcia proporcjonalnego do prądu obciążenia z napięciem odniesienia (5,1V) doprowadzonym do jego wejścia 13. Jeżeli prąd pobierany z układu przetwornicy jest zbyt duży, to na wyjściu A3 pojawia się potencjał bliski napięciu zasilania, doprowadzony następnie do wejścia 10 IC4. Powoduje to skutki identyczne z wywołanymi przez nadmierny spadek napięcia na akumulatorze zasilającym przetwornicę.

Pozostała nam jeszcze do omówienia część układu wytwarzająca przebieg sinusoidalny 220VAC. Do wytworzenia częstotliwości 50 Hz konstruktorzy Vellemana zastosowali tu generator kwarcowy zbudowany z wykorzystaniem popularnego układu 4060 - IC1. Częstotliwość stabilizowana za pomocą oscylatora kwarcowego X1 ulega podziałowi przez  $2^{14}$  dokonywanemu za pomocą licznika binarnego zawartego w strukturze układu 4060 i następnie doprowadzana do wejścia zegarowego licznika Johnsona IC2, pracującego jako licznik modulo 5.

Tranzystory MOSFET T3...T6 tworzą mostek, umożliwiając przepływ prądu do obciążenia LOAD w dwóch kierunkach. Mostek sterowany jest impulsami prostokątnymi pobieranymi z wyjść Q1, Q2 i Q4, Q5 licznika IC2. tak więc na wyjściu mostka powinniśmy otrzymać napięcie przemienne o amplitudzie 314V i o kształcie prostokątnym. Jednakże wiele urządzeń przeznaczonych do zasilania napięciem o kształcie sinusoidalnym mogłyby nie pracować

#### Podstawowe dane techniczne (dane w nawiasach dotyczą wersji 24V):

Napięcie zasilania: .....	10,5...15VDC (20...28VDC)
Maksymalny prąd pobierany z akumulatora: .....	25A (13A)
Napięcie wyjściowe: .....	230VAC $\pm 10\%$
Ciągła moc wyjściowa .....	250W (150W)
Chwilowa maksymalna moc wyjściowa .....	500W
Częstotliwość napięcia wyjściowego .....	50Hz
Prąd biegu jałowego .....	0,2A (0,15A)
Zabezpieczenie przed przeciążeniem i nadmiernym rozładowaniem akumulatora	
Wymiary: .....	270x60x85mm
Waga: .....	1,4kg

poprawnie przy zasilaniu przebiegiem prostokątnym. Dlatego też zastosowano kondensatory C10 i C11, których zadaniem jest „wygładzanie“ prostokątów i nadanie im kształtu zbliżonego do sinusoidy.

Pomimo wysokiej sprawności, jak każde urządzenie pobierające energię, nasza przetwornica, a właściwie niektóre jej elementy nagrzewa się podczas pracy. Odprowadzeniu ciepła służy radiator, skutecznie wspomagany wentylatorem oznaczonym na schemacie jako BLOWER. Wentylator ten pracuje bez przerwy, przez cały czas dołączenia przetwornicy do akumulatora. Do tego właśnie fragmentu układu miałbym pewne zastrzeżenia: wszyscy wiemy, jak dokuczliwy może być szum wentylatora chłodzącego zasilacz i procesor komputera PC. szkoda więc, że konstruktorzy Vellemana nie zastosowali w przetwornicy prostego układu, włączającego wentylator dopiero wtedy, kiedy stosowania aktywnego systemu chłodzenia jest naprawdę potrzebne. Przeprowadziłem stosowne testy, które wykazały że przy mocy oddawanej do obciążenia nie przekraczającej 150W wentylator w ogóle nie jest potrzebny, a przy większych obciążeniach mógłby pracować sporadycznie, lub na znacznie zmniejszonych obrotach.

#### Zbigniew Raabe, AVT

*Zestawy firmy Velleman są dostępne w ofercie handlowej AVT - szczegóły w Internecie [www.sklep.avt.com.pl](http://www.sklep.avt.com.pl) oraz pod numerami telefonów opublikowanych na str. 111.*