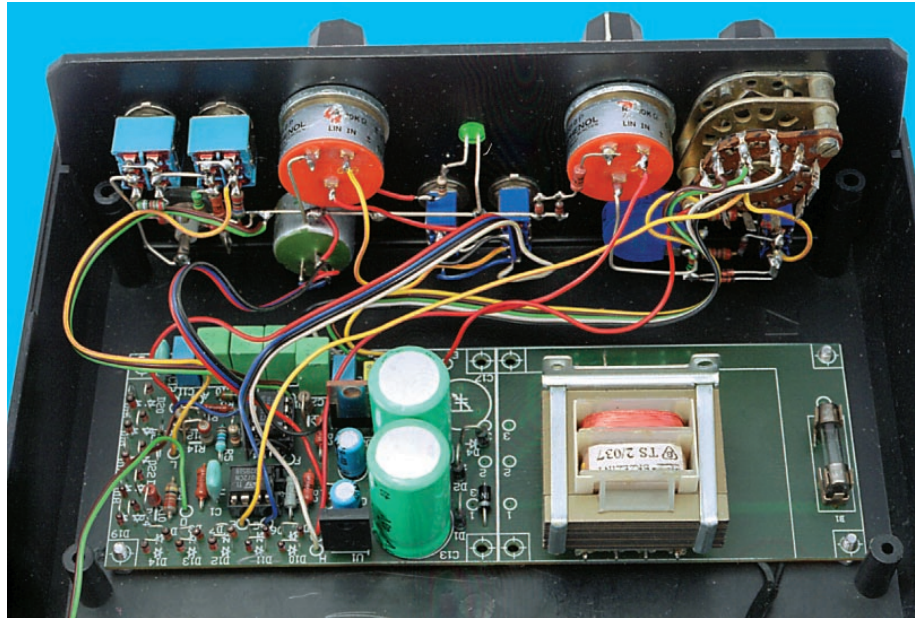


Generator funkcji, część 2



Montaż i uruchomienie

Model opisywanego urządzenia pokazano na fotografiach. Układ z rysunku 3 można zmontować na płytce drukowanej, przedstawionej na **rysunku 7**. Montaż jest klasyczny, nie wymaga komentarza.

W wersji standardowej nie montuje się rezystora R15.

Części można zdobyć we własnym zakresie. W praktyce najwięcej kłopotów sprawia zdobycie wielopozycyjnego przełącznika obrotowego. Zestaw AVT-2114 zawiera także komplet elementów montowanych na płycie czołowej, w tym 12-pozycyjny przełącznik obrotowy.

Osoby, które nie zdecydują się na zakup zestawu AVT-2114 i zechcą skompletować części samodzielnie, powinny zwrócić uwagę na wartości elementów

R7...R10, które powinny mieć tolerancję 1...2%. Warto uzyskać podane wartości (stosując połączenie dwóch lub więcej elementów), bowiem przy zastosowaniu elementów o tolerancji 10%, lub co gorsza 20%, zniekształcenia przebiegu sinusoidalnego mogą sięgnąć 5%.

Dla zmniejszenia zakłóceń, część płytki zawierającą transformator (lub też sam transformator wyposażony w nóżki) można zamontować z dala od pozostałej części układu.

W modelu z małym transformatorem TS2/037 nie stwierdzono negatywnego wpływu (pola rozproszenia) transformatora na pracę układu.

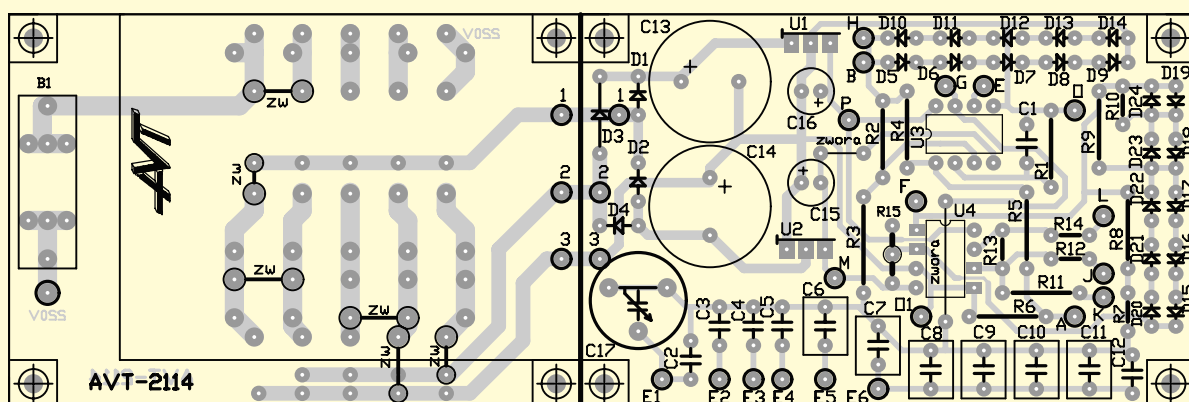
Na płycie przewidziano otwory pod różne typy transformatorów sieciowych. Niekoniecznie musi to transformator z dzielonym uzwojeniem – można wyko-

rzystać jakkolwiek transformator o napięciu wyjściowym (zmiennym) w zakresie 11...15V i prostownik jednopółkowy (w tzw. układzie podwajacza).

Przy wykorzystaniu transformatora TS2/037 należy wykonać zwory zaznaczone na rysunku 7. Trzeba zwrócić uwagę na sposób wlutowania transformatora, aby nie pomylić uzwojeń (coś takiego zdarzyło się przy montażu modelu).

Montaż elementów na płycie jest typowy. Tym razem można zastosować podstawki. Choć autor jest zadeklarowanym przeciwnikiem tanich podstawek, tym razem dopuszcza taką możliwość, a to ze względu na możliwość późniejszej wymiany wzmacniaczy operacyjnych.

Na płycie czołowej należy zamocować wszystkie elementy, które na rysunku 3 znajdują się poza zaznaczonym obry-



Rys. 7. Schemat montażowy.

Projekty AVT

sem. Należy po prostu zastosować montaż przestrzenny.

Model został umieszczony w taniej, plastikowej obudowie. W trakcie prób stwierdzono, że wszystkie metalowe elementy umieszczone na płycie czołowej powinny być połączone z masą – w przeciwnym wypadku w skrajnym lewym położeniu potencjometru płynnej regulacji częstotliwości, dotknięcie ręką metalowych części przełączników powodowało szkodliwą modulację częstotliwością sieci energetycznej. W praktyce należy po prostu tylną stroną płyty czołowej (jeszcze przed zamontowaniem potencjometrów i przełączników) wykleić kuchenną folią aluminiową lub po prostu folią z tabliczki czekolady. Folia ta musi być połączona z masą układu.

Innym dobrym rozwiązaniem jest wykorzystanie metalowej obudowy typu T-82 (również dostępna w ofercie AVT).

Na **rysunku 8** pokazano projekt opisu płyty czołowej dla plastikowej obudowy Kradex o wymiarach 188×197×70mm, natomiast na wkładce umieszczono rysunek płyty czołowej dla metalowej obudowy T-82. W każdym przypadku trzeba rysunek skserować na papierze samoprzylepnym.

Nie przewidziano szczegółowego opisu płyty czołowej, ponieważ aby opis zgadzał się z rzeczywistością, należałoby zastosować elementy o bardzo wąskiej tolerancji, co jest bardzo trudne, zwłaszcza jeśli chodzi o kondensatory stałe C2...C12. Użytkownik może nanieść orientacyjne wartości częstotliwości, napięć i wypełnienia po uruchomieniu układu i sprawdzeniu poszczególnych zakresów regulacji (a przed polakierowaniem lub zafoliowaniem płyty czołowej).

Połączenia przewodowe należy wykonać na podstawie schematu ideowego (rysunek 3), pomocą będą fotografie modelu.

Urządzenie, zbudowane ze sprawnych elementów nie wymaga uruchomienia i od razu powinno pracować poprawnie.

W każdym razie należy sprawdzić, dołączając oscyloskop do wyjścia, czy generator rzeczywiście dostarcza przebiegi o właściwym kształcie (i współczynniku wypełnienia).

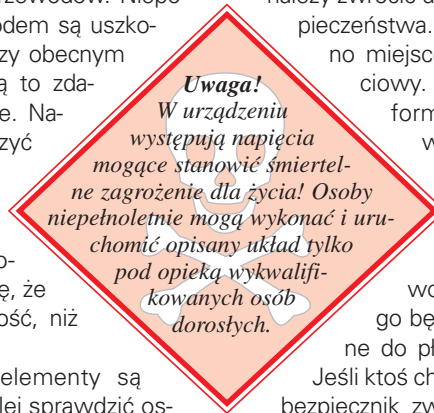
W praktyce, przy znacznej ilości elementów i połączeń przewodowych łatwo o pomyłkę, dlatego w przypadku braku na wyjściu sygnałów należy najpierw dokładnie sprawdzić poprawność montażu. Najczęstszą przyczyną niesprawności są właśnie błędy w montażu: zamiana elementów, niewłaściwe łączenie przewodów. Nieporównanie rzadziej powodem są uszkodzenia elementów – przy obecnym poziomie technologii są to zdarzenia naprawdę rzadkie. Należy się natomiast liczyć z możliwością pomyłek, jeśli chodzi o wartości elementów, łatwo pomylić paski rezystorów, a czasem zdarza się, że element ma inną wartość, niż wynika z nadruku.

Jeśli połączenia i elementy są właściwe, należy po kolei sprawdzić oscyloskopem sygnały w poszczególnych punktach układu. Jeśli generator nie pracuje, przede wszystkim należy sprawdzić, czy występują prawidłowe napięcia zasilające (±12V). Następnie trzeba sprawdzić z pomocą oscyloskopu, czy w punktach G i H występują odpowiednio przebiegi trójkątny i prostokątny. Jeśli nie, należy oscyloskopem lub woltomierzem zmierzyć napięcia w poszczególnych punktach układu i na podstawie podanego wcześniej opisu i rysunku 2 określić przyczynę niesprawności.

W dalszej kolejności trzeba sprawdzić pracę przetwornika trójkąt/sinus, oraz bufora wyjściowego U4B. W sumie układ nie jest wcale skomplikowany i nie powinno być kłopotów z odszukaniem ewentualnej pomyłki. W razie kłopotów warto poprosić o pomoc kogoś, kto „świeżym okiem” spojrzy na problem, i łatwiej odnajdzie pomyłkę.

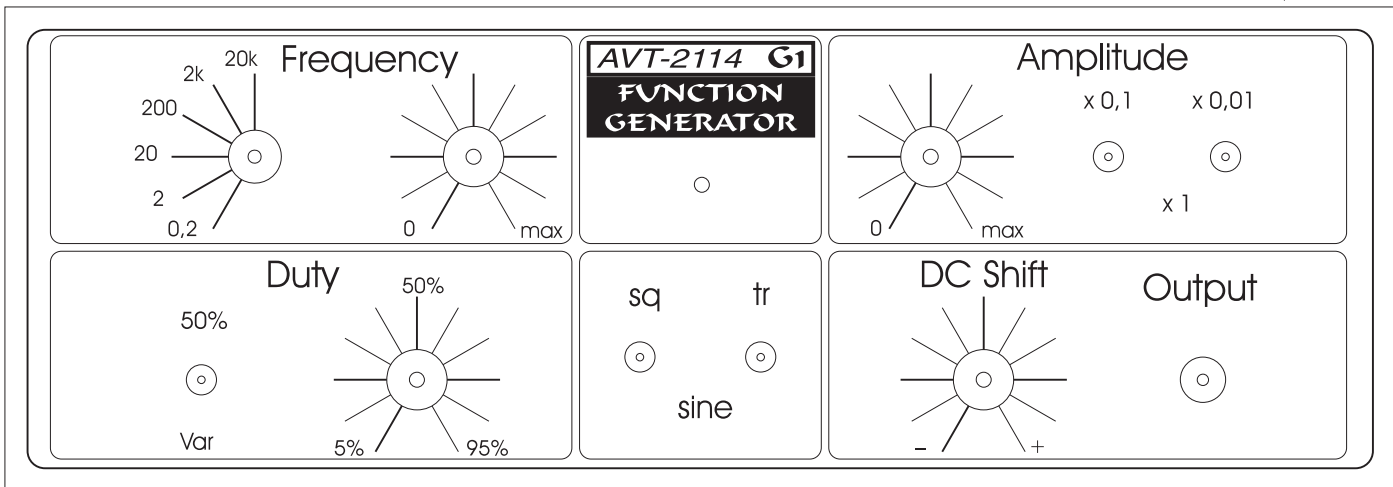
Z podanych względów osoby, które nie czują się mocne w elektronice, mogą przez zmontowaniem, sprawdzić z pomocą miernika uniwersalnego rzeczywiste wartości rezystorów i ewentualnie kondensatorów.

Przy umieszczaniu układu w obudowie należy zwrócić uwagę na kwestie bezpieczeństwa. Na płycie przewidziano miejsce na bezpiecznik sieciowy. Zastosowany transformator nie wymaga w zasadzie takiego bezpiecznika, dlatego go w wykazie elementów został pominięty. Przewody sznura sieciowego będą wtedy przyłutowane do płytki od strony druku. Jeśli ktoś chce, może zastosować bezpiecznik zwłoczny (WTAT) o jak najmniejszym prądzie: 35...100mA. Wtedy należałoby jednak zabezpieczyć obwód bezpiecznika przez przypadkowym dotknięciem (przy zdjętej górnej pokrywie).



Opis regulatorów i obsługa przyrządu

Jak wszystkie urządzenia z tej serii, generator nie ma wyłącznika sieciowego – będzie zasilany ze wspólnej listwy sieciowej. Włączenie do sieci sygnalizuje dioda LED umieszczona na płycie czołowej.



Rys. 8. Projekt opisu płyty czołowej.

Na rysunku 8 pokazano projekt płyty czołowej, wyróżnione są na niej grupy regulatorów.

Przełącznik i potencjometr opisane FREQUENCY służą do ustawienia potrzebnej częstotliwości.

Wielkość sygnału wyjściowego można dokładnie ustawić z pomocą regulatorów z grupy AMPLITUDE. W dolnym położeniu przełączników tej grupy sygnał jest największy (x1). Z pomocą przełączników można go stłumić dziesięć-, sto- i tysiącrotnie.

Grupa DUTY (CYCLE) pozwala zmieniać wypełnienie generowanych przebiegów. W większości przypadków wykorzystywane będą przebiegi o wypełnieniu 50%, dlatego typowo przełącznik powinien być ustawiony w górnym położeniu (50%). W tym położeniu przełącznika ustawienie potencjometru nie ma znaczenia.

Dwa przełączniki umieszczone pod diodą LED umożliwiają wybór kształtu przebiegu. W dolnym położeniu obu przełączników, na wyjściu pojawi się przebieg sinusoidalny (sine). Dla uzyskania przebiegu trójkątnego (triangle) lub prostokątnego (square) należy przestawić w górne położenie jeden z przełączników.

Zazwyczaj potrzebny jest przebieg zmienny bez składowej stałej. Dlatego potencjometr DC SHIFT powinien być ustawiony w środkowym położeniu. Dokładnie można ustawić ten potencjometr na zero woltów, dołączając do wyjścia woltomierz napięcia stałego, ustawiając potencjometr amplitudy na zero (wskręcony w lewo) i wyłączając tłumiki (x1).

Jak widać z podanego opisu, najczęściej wykorzystywane będą regulatory częstotliwości i amplitudy.

Możliwości zmian (dla zaawansowanych)

Przedstawiony przed miesiącem wyczerpujący opis działania generatora

Wykaz elementów

Rezystory

R1: 1,5kΩ
 R2, R3: 15...22kΩ
 R4, R24: 1kΩ
 R5, R8, R11: 10kΩ
 R6, R18: 100kΩ
 R7: 9,09kΩ 1%
 R9: 40,2 kΩ 1%
 R10: 24,3 kΩ 1%
 R12: 33kΩ
 R13: 5,6kΩ
 R14, R20, R22: 590Ω
 R15: nie stosować (patrz tekst)
 R16, R17: 1,2kΩ
 R19: 130Ω (120...150Ω)
 R21: 5,9kΩ
 R23: 59kΩ
 P1, P3, P4: 10kΩ liniowy
 P2: 220 kΩ liniowy

Kondensatory

C1, C12: 220nF foliowe MKT
 C2: 82pF
 C3: 1nF foliowy
 C4: 10nF foliowy
 C5: 100nF foliowy
 C6, C11: 1μF foliowy
 C7...C10: 2,2μF foliowy

C13, C14: 470μF/40V
 C15, C16: 100μ/16V
 C17: nie stosować

Półprzewodniki

D1 ... D4: 1N4001...7
 D5...D30: 1N4148
 D31: LED 5mm ziel. lub czerw.
 U1: LM7812
 U2: LM7912
 U3: TL082 (072)
 U4: NE5532
 TS 2/037

Pozostałe

S1: przełącznik obrotowy 12-pozycyjny
 S2...S4: przełącznik dwupozycyjny jednoobwodowy
 S5, S6: przełącznik dwupozycyjny dwuobwodowy pokrętła do potencjometrów i przełącznika S1
 płytka drukowana
 naklejka na płytę czołową
 obudowa plastikowa KRADEX 188x197x70mm
 przewód sieciowy

umożliwi bardziej doświadczonym elektronikom wprowadzić pewne zmiany.

Na pewno generator można uprościć, usuwając elementy służące do zmiany współczynnika wypełnienia przebiegu, oraz do regulacji składowej stałej. Wtedy generator można umieścić w mniejszej obudowie (i być może zasilać z dwóch baterii 9V). W przypadku zasilania baterijnego warto dla zmniejszenia poboru prądu zastosować obie kostki typu TL082 lub TL072.

Z drugiej strony, zaawansowani elektronicy mogą spróbować zwiększyć maksymalną częstotliwość generatora.

W opisanym układzie została ona ograniczona do około 20kHz. Przeprowadzone próby wykazały, że z tego typu wzmacniaczami operacyjnymi można uzyskać przyzwoite kształty przebiegów przy częstotliwościach do 50kHz. Ograniczeniem jest tu szybkość zastosowanych wzmacniaczy operacyjnych. Szybkość narastania napięcia wyjściowego (SR) wynosi dla kostek NE5532 – 9V/μs, a dla TL082(072) – 13V/μs. Możliwe jest wykorzystanie innych, szybszych podwójnych wzmacniaczy operacyjnych i wtedy można próbować uzyskać zakres częstotliwości do 100kHz lub 200kHz. W takim wypadku nie należy zmniejszać pojemności C2 poniżej 82pF, trzeba raczej zmniejszać rezystancję R18.

Przewidując możliwość takiej zmiany kostek, warto zastosować podstawki.

Jeśli wykonawca opisywanego generatora ma dostęp do miernika zniekształceń nieliniowych, powinien zmniejszyć zniekształcenia do poziomu 0,4...0,5% przez dokładniejsze dobranie R7 oraz zastosowanie R15. Rezystor R15 pozwala wyeliminować wpływ napięcia nierównoważenia wzmacniacza U4A i rozrzut parametrów zastosowanych diod. Dla konkretnej kostki U4 należy dobrać wartość i punkt dołączenia tego rezystora – zapewne będzie on miał wartość rzędu megaomów.

Piotr Górecki
 Zbigniew Orłowski

