



AVT 2999


TRUDNOŚĆ MONTAŻU


Każdy elektronik z czasem osiąga poziom zaawansowania, przy którym przestaje wystarczać do pomiarów zwykły multimetr. Rozpoczyna się wtedy kompletowanie wyposażenia pracowni elektronicznej. Jako pierwszy planujemy oscyloskop, potem generator itd. A gdyby tak spróbować samemu wykonać niektóre z tych urządzeń a może jedno uniwersalne? Baza elementowa jest obecnie tak obszerna, że łatwo można dobrać i zakupić konieczne podzespoły.

Proponujemy zatem budowę Minikombajnu Pomiarowego. To nie tylko oscyloskop i generator ale również zestaw narzędzi pozwalających uruchamiać większość prostych układów elektronicznych. Do dyspozycji otrzymujemy m.in. oscyloskop, generator, analizator widma, multimetr i analizator stanów logicznych.

Właściwości

Zasilanie:

- napięcie: 3V...3,6V,
- pobór prądu: praca 35mA... 40mA, w spoczynku <50μA.

Oscyloskop:

- rozdzielczość pionowa: 12 bitów
- 2 kanały, każdy o paśmie analogowym 300kHz
- próbkowanie: 1 kanał – 2MS/s (bufor 1Ksample), 2 kanały – 1MS/s (bufor 2 x 512sample)
- podstawa czasu: 2us...50ms (2us, 5us z interpolacją sinc)
- wzmocnienie: 50mV – 5V/działkę dla sondy 1x
- zakres mierzonych napięć: ±40V, zabezpieczenie wejść do ok. 1kV, impedancja 1MΩ

Generator arbitralny:

- rozdzielczość pionowa: 12 bitów
- próbkowanie: 1MS/s (bufor 512sample)
- przebiegi domyślne: sinus, prostokąt, piłokształtny, szum różowy, szum biały, arbitralny
- zakres częstotliwości: 1Hz – 500kHz ±1%
- napięcie wyjściowe: 0...2,5Vpp bez obciążenia, dodatkowy tłumik 100x.
- impedancja wyjść: 50Ω, zabezpieczenie od ok. ±8V (±20V przez kilka sekund)

- regulacja wypełnienia: 1%...99%
- regulacja offsetu: max ±1,2V
- modulacja FM i AM, 0...200%
- przemiatanie częstotliwości, stosunek $f_{max}/f_{min} \leq 200$
- możliwość zapisu dowolnego przebiegu i jego edycja

Analizator widma:

- rozdzielczość pionowa: 12 bitów
- próbkowanie: 1Ksample, 512-punktowa Real-FFT, częstotliwość końcowa: 160Hz...1MHz

Analizator stanów logicznych:

- próbkowanie: 8kanałów, 2Ksample, 500S/s - 4MS/s.

Wobuloskop:

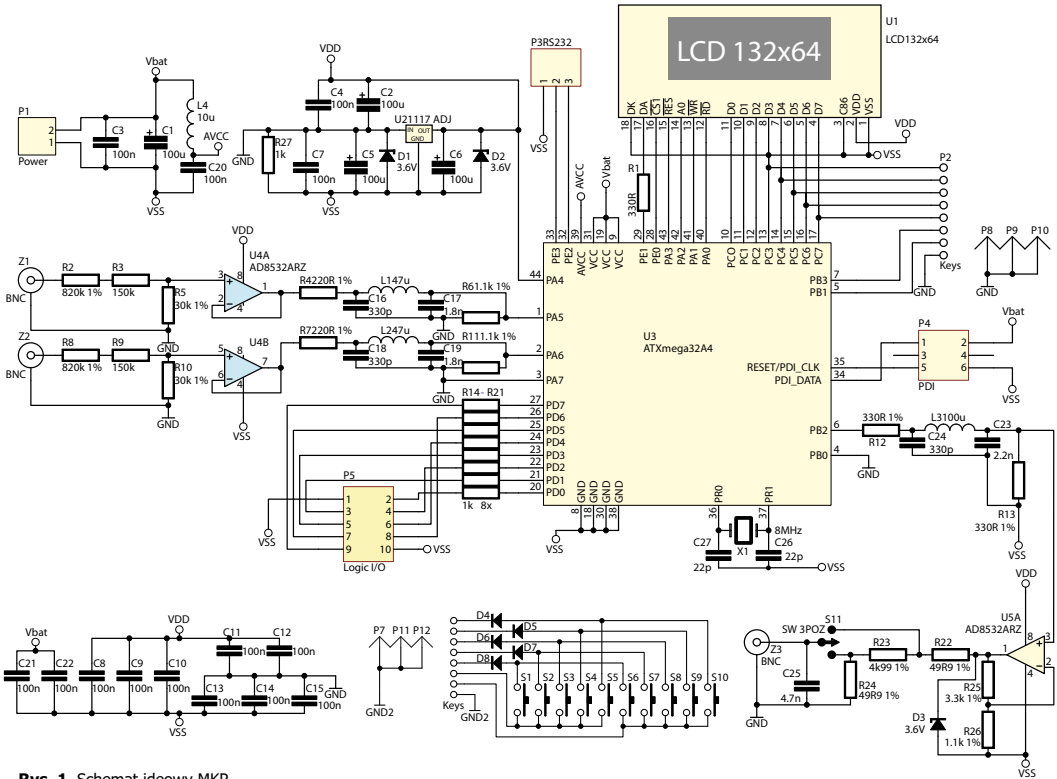
- pomiar charakterystyki metodą przemiatania częstotliwości, impulsem Diraca i szumem białym

Multimetr:

- pomiar napięć: True RMS, wartości średniej, wartości maksymalnej oraz minimalnej
- pomiar częstotliwości

Komunikacja przez RS232:

- prędkość przesyłania danych 19200...1,5Mb/s
- program komputerowy do obsługi urządzenia dla systemów Linux i Windows - <https://bit.ly/3hEZ0hi>



Rys. 1. Schemat ideowy MKP

Opis układu

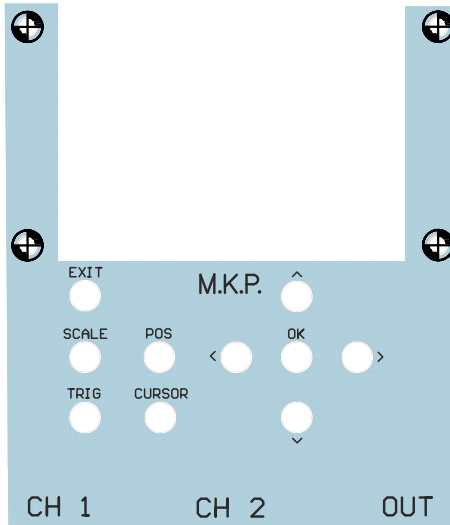
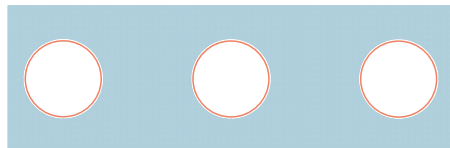
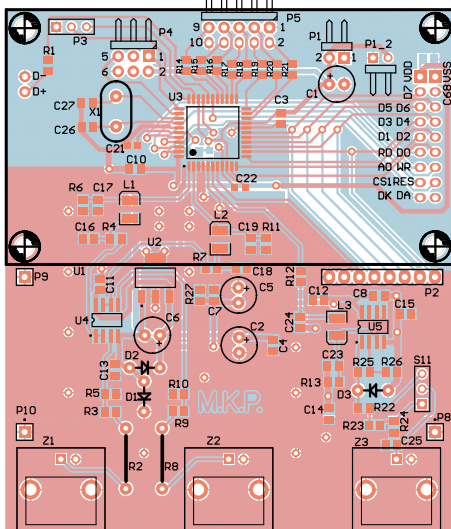
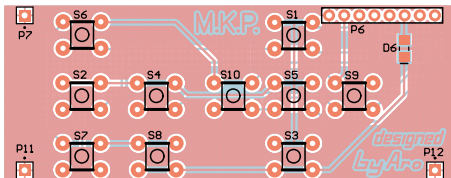
Schemat ideowy przyrządu przedstawiony jest na rysunku 1. Można na nim wyróżnić kilka bloków: zasilanie, układ wejściowy ADC, układ wyjściowy DAC, złącze I/O, interfejs użytkownika oraz klawiatura matrycowa 2x5 z diodami, które zapobiegają zwarciom i pozwalają na poprawny odczyt z kilku klawiszy naciśniętych równocześnie. Całością zarządza mikrokontroler ATXMEGA324A. Wszystkie układy peryferyjne zasilane są z mikrokontrolera, stąd VDD połączone jest z pinem PA4. Pozwala to znacznie ograniczyć prąd, wyłączając urządzenia programowo. Podłączenie masy do wyjścia stabilizatora U2 to sztuczna masa. Takie rozwiązanie ze sztuczną masą znacząco upraszcza cały układ, gdyż nie są potrzebne dodatkowe linie zasilające lub konwertery napięcia ujemnego. Diody Zenera D1 i D2 chronią przed przepięciami, mogącymi pojawić się przy nieprawidłowym wykorzystaniu układu.

Minikomбайn Pomiarowy ma dwa kanały dla badanych sygnałów. Oba są identyczne, sygnał ze złącza Z1 trafia na dzielnik złożony z rezystorów R2, R3 i R5 o impedancji wejściowej 1MΩ. Na wejście wtórnik U4 wędruje napięcie podzielone 33 razy. AD8532 jest wzmacniaczem Rail to Rail, czyli zdolnym do pracy w całym zakresie napięć zasilających. A więc zarówno na wejściu, jak i wyjściu może pojawić się poziom VSS lub VDD. Skoro potencjał między GND a VSS wynosi 1,25V, to można założyć, że maksymalna amplituda sygnału wejściowego nie powinna przekraczać $1,25V \cdot 33 = 41,25V$. Dla pewności przyjmijmy 40V. Z zastosowaniem sondy 10x będzie to odpowiednio 400V. Za wtórnikiem znajduje się 3-biegowy filtr dolnoprzepustowy RLC. Składają się na niego

elementy R4, R6, C16, C17 i L1. Częstotliwość graniczna tego filtru wynosi 330kHz. W ten sposób zredukowane zostaje zjawisko aliuingu dla najwyższych częstotliwości próbkowania. W torze wyjściowym sygnał cyfrowy zostaje przekształcony na analogowy. Napięcie referencyjne DAC pobierane jest z masy układu – pin PB0. W przypadku ADC punktem odniesienia była masa sygnałowa. Tutaj sygnałem odniesienia jest po prostu ujemny biegun zasilania mikrokontrolera VSS. Stąd zakres napięć na wyjściu DAC wynosi 0...+1,25V względem VSS. Sygnał z wyjścia PB2 trafia na filtr dolnoprzepustowy RLC, również 3-biegowy, lecz o częstotliwości granicznej 500kHz. Wzmacniacz U5A wzmacnia sygnał 4-krotnie, a filtr tłumi sygnał dwukrotnie (dzielnik R12–R13). Za wzmacniaczem operacyjnym znajduje się jeszcze rezystor 49,9Ω, co daje wyjściową impedancję około 50Ω. Mamy tam też dodatkowy dzielnik rezystorowy o tłumieniu 100x, który można włączyć przełącznikiem S11. Tuż przed samym złączem znajduje się jeszcze kondensator. Wraz z rezystorem R22 lub R24 tworzy on kolejny filtr dolnoprzepustowy. W skład portu wejść/wyjść logicznych wchodzi złącze P5 oraz rezystory R14–R21 o wartości 1kΩ. Do wyświetlania wszelkich danych wykorzystano popularny graficzny wyświetlacz LCD o rozdzielczości 132x64 ze sterownikiem SPLC510C. Ma podświetlenie LED, które sterowane jest sygnałem PWM na pinie PE1 z włączonym szeregowo rezystorem R1. Do portu wyświetlacza podłączona jest także klawiatura. Jej stan jest odczytywany, gdy LCD jest nieaktywny.

Montaż i uruchomienie

Całość składa się z kilku płytek drukowanych, z czego dwie pełnią funkcję obudowy. Pozostałe dwie to płyta główna i płyta z przyciskami, przedstawione na rysunku 2. Montaż jest typowy i nie powinien przysporzyć kłopotów. Montaż przeprowadzamy w standardowy sposób, zaczynając od elementów najniższych. Kondensatory i cewkę na dolnej stronie płytki lutujemy dopiero po umieszczeniu wszystkich elementów SMD na stronie górnej. Nie jest to oczywiście regułą, ale znacznie poprawia komfort w trakcie montażu, jeśli nie używamy uchwytu do płytki. Z racji tego, że urządzenie jest w sumie proste, całość prac nie powinna sprawić żadnych problemów.



gdyż zniekształceniu ulega charakterystyka częstotliwościowa i fazowa filtru. Wpływa to na amplitudę, a także na kształt przebiegu, jeśli nie jest on falą sinusoidalną. Kolejną ważną rzeczą jest poprawne wlotowanie diod, zgodnie z ich polaryzacją. Warto dla pewności posłużyć się schematem. Kiedy uporamy się już z polutowaniem elementów SMD, nadejdzie czas na części o większych gabarytach. Wprawdzie nie występują tu żadne trudności, jednak przed przyłutowaniem kondensatorów 100uF warto zwrócić uwagę na to, czy nie będą za wysokie. Może się okazać, że będą kolidowały z płytką przycisków. W takim wypadku kondensatory powinny zostać wlotowane na leżącą, co widać też na fotografii 1. Aby w miarę prosto przyłutować pojedyncze goldpiny łączące płytkę przycisków z płytką główną, najlepiej od razu je ze sobą połączyć, tak jak to ma być na gotowo i dopiero wtedy lutować. W podobny sposób można postąpić z wyświetlaczem. Kolejnym krokiem, zanim wszystko zostanie skrócone, jest uruchomienie mikrokontrolera i sprawdzenie obwodów analogowych.

Na płytce klawiatury diody lutujemy zgodnie z polaryzacją jak na schemacie, przyciski i na końcu złącza. W następnej kolejności lutujemy elementy w kolejności od najniższych po najwyższe. Kondensatory i diawki na dolnej stronie płytki najlepiej wlotować na sam koniec. Gdy już płytki będą gotowe, składamy całość, ale jeszcze bez przykręcania śrubami. Podczas montażu szczególną uwagę należy zwrócić na wartości elementów w filtrach antyaliasingowych i dzielnikach. Dla oscyloskopu są to: R2...R11, C16... C19, L1, L2, natomiast dla generatora: R12, R13, R22...R26, C23...C25 oraz L3. Inna wartość elementów w dzielnikach oznacza nieprawidłowe wartości napięć. W przypadku filtrów sprawa wygląda jeszcze gorzej,

Po uruchomieniu prawidłowo zmontowanego modelu powinniśmy ujrzeć menu główne na wyświetlaczu. Jeśli tak się nie stało, to trzeba sprawdzić dokładnie połączenia i napięcie zasilające. Napięcie zasilania nie powinno być niższe niż 3V, gdyż kontrast wyświetlacza staje się bardzo słaby. Można też wykonać prosty test, który pozwala określić, czy program w ogóle jest wykonywany. Naciskamy przycisk „EXIT”. Po każdym naciśnięciu podświetlenie wyświetlacza powinno na przemian zaświecać się i gasnąć. Gdy tak się dzieje, to możemy jednoznacznie stwierdzić problem z wyświetlaczem bądź jego połączeniem. W przeciwnym wypadku należy sprawdzić, czy na nóżce RESET/PD1_CLK jest stan wysoki. Jeśli wciąż nie będzie efektów, to należy wyjąć wyświetlacz i bezpośrednio sprawdzić, czy po naciśnięciu przycisku „EXIT” zmienia się stan na nóżce PE1, odpowiedzialnej za podświetlenie. Należy też dokładnie sprawdzić wszystkie wyprowadzenia mikrokontrolera, czy aby na pewno nie ma nigdzie zwarcia.

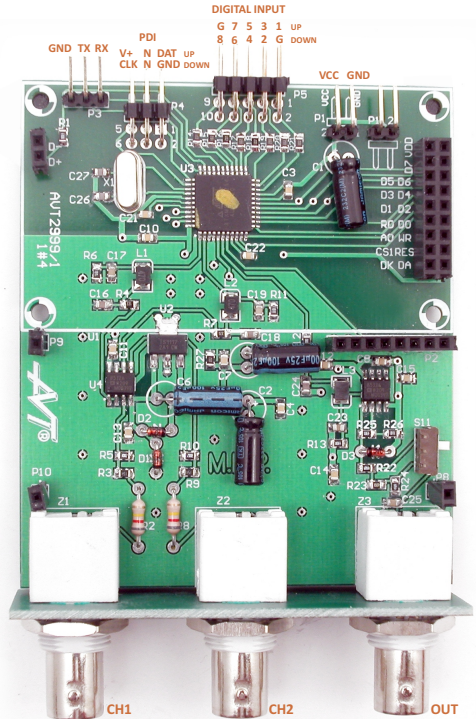


Dostarczany w zestawie mikrokontroler jest już zaprogramowany, nie mniej istnieje możliwość modyfikacji lub aktualizacji oprogramowania urządzenia, służy do tego 6-pinowe złącze wyprowadzone na płytce. Opis wszystkich wyprowadzeń w minikombajnie przedstawia fotografia 1. Mikrokontrolery XMEGA, w przeciwieństwie do starszych AVR-ów, korzystają z interfejsu PDI. W związku z tym należy zaopatrzyć się w jeden z nowszych programatorów, na przykład: AVT5388, AVR ONE, AVRISP MKII (AVRISP2), STK600, AVR Dragon. Do wgrania programu lepiej wykorzystać AVR Studio, gdyż nie występują problemy z kodem powyżej 32KB. Przypominam, że zastosowany mikrokontroler ma 32KB przestrzeni na program oraz dodatkowe 4KB na bootloader. W minikombajnie Pomiarowym nie ma bootloadera, a dodatkowa pamięć przeznaczona jest na główny program. Po zaprogramowaniu i ponownym uruchomieniu prawidłowo zmontowanego modelu powinniśmy ujrzeć menu główne na wyświetlaczu.

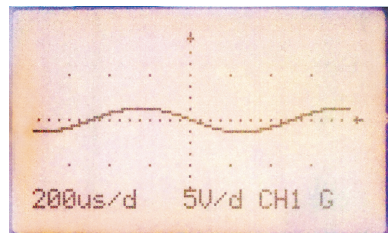
Zakładając, że wszystko działa jak należy, możemy połączyć wyjście generatora z wejściem oscyloskopu, a następnie w menu wybrać „Generator” , nacisnąć przycisk „OK” i potem jeszcze raz „OK” . Jeżeli nic nie było wcześniej ustawione, to zostanie wygenerowany przebieg sinusoidalny o częstotliwości 1kHz. Po tym zabiegu wracamy do menu przyciskiem „EXIT” i wybieramy „Oscyloskop” . Obserwujemy przebieg na ekranie. Powinien być zbliżony do tego na fotografii 2 (przebiegi przedstawione są w negatywie, na ekranie mamy jasny przebieg na ciemnym tle).

Należy zwrócić uwagę na ustawienia 5V/działkę i 200us/działkę. Jeśli efekt jest inny niż na zdjęciu, to przechodzimy do kolejnych testów. Na początek bierzemy pod lupę tor wejściowy. Pozostajemy w trybie oscyloskopu, odłączamy generator i ustawiamy coraz większe wzmocnienie, aż do uzyskania 50mV/działkę. W międzyczasie obserwujemy przebieg na ekranie wyświetlacza. W miarę zwiększania wzmocnienia powinien on zmieniać położenie i wzbogacać się o coraz większe szумы. Tym sposobem sprawdzony został przetwornik ADC, a przy okazji także część toru analogowego. Jeśli dla wzmocnienia 5V/ działkę nic się nie pojawiło na ekranie, to naciskamy „POS” i przesuwamy wykres w pionie w celu znalezienia przebiegu. Jeśli oscyloskopu gdzieś na końcu zakresu, to należy sprawdzić napięcie referencyjne na nóżce PA7 i napięcia na PA5 i PA6. Wszystkie te napięcia powinny wynosić 0V względem masy (1,2V względem ujemnej szyny zasilania – VSS). Gdy jest inaczej, przyczyną mogą być złe luty w torze wejściowym bądź nieprawidłowe umieszczenie wzmacniacza operacyjnego. Jeśli napięcia są prawidłowe, to możemy jeszcze przejść do ustawień, następnie kalibracji i wcisnąć „OK” . Zostanie wykonana automatyczna kalibracja offsetu toru wejściowego. Kolejnym zabiegiem jest doprowadzenie napięcia do wejścia oscyloskopu. Może to być napięcie zasilające układ. Wtedy przy ustawieniu 5V/ działkę przebieg przemieści się o około połowy działki. To samo wykonujemy dla drugiego kanału. Włączamy go przez jednoczesne wciśnięcie „SCALE” i „OK” . Na dolnym pasku ekranu napis zmieni się na „CH2” . Jeśli nic się nie przesuwają, to błąd leży gdzieś w torze analogowym. Pozostaje tylko dokładna analiza poprawności montażu, lutów i wartości elementów.

Usterki wynikają głównie z błędów i pomyłek podczas montażu, bardzo rzadko jakiś element okazuje się niesprawny. Zazwyczaj, gdy układ jest elektrycznie bez zarzutu, to od razu powinien pracować poprawnie. Gdy już stwierdzimy lub sprawimy, że wszystko działa jak należy, przechodzimy do uruchomienia toru wyjściowego. Wchodzimy w tryb generatora i wybieramy na przykład przebieg sinusoidalny o częstotliwości 1kHz. Do testów jest to najlepszy wybór. Następnie łączymy wyjście BNC z oscyloskopem (może być ten w minikombajnie, wtedy mamy taki sam obwód, jak przy pierwszym sprawdzeniu). Dalsze kroki przedstawiam na przykładzie wykorzystania oscyloskopu w minikombajnie. Na ekranie oscyloskopu powinien pojawić się w końcu długo oczekiwany przebieg z fotografii 2. Jeśli nic nie ma, to badamy kolejne części toru, cofając się w stronę wyjścia przetwornika DAC na pinie PB2. Umożliwi to szybką lokalizację usterki. Jeżeli okaże się, że nawet na wyjściu PB2 nic nie ma, to próbujemy jeszcze raz wygenerować przebieg. Może być dla odmiany na przykład prostokąt o częstotliwości 2kHz. Upewniamy się też, czy



Fot. 1



Fot. 2

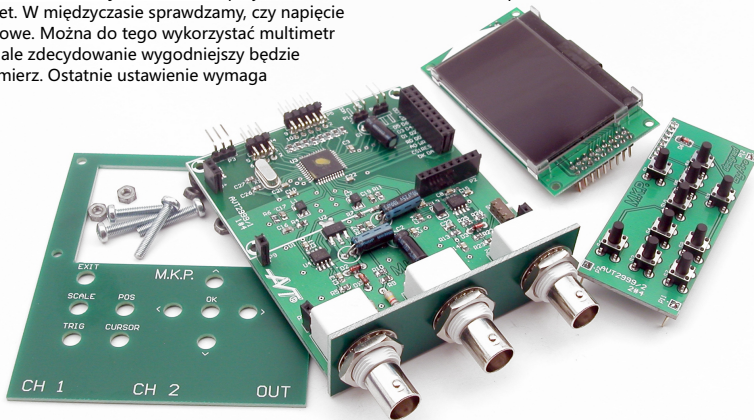
generator na pewno jest włączony, po naciśnięciu „CURSOR” widoczny jest rodzaj przebiegu. Nie może to być „none (off)”. Ostatnim etapem jest przykręcenie płytek obudowujących wyświetlacz, klawiaturę i złącza BNC. Oczywiście nic nie stoi na przeszkodzie, aby wykorzystać dowolną gotową bądź własną obudowę, nadając urządzeniu profesjonalny wygląd.

Kalibracja urządzenia

Po uruchomieniu należy jeszcze skalibrować tor wejściowy i wyjściowy. Odbywa się to całkowicie programowo. W tym celu wchodzimy w Ustawienia->Kalibracja. Zwieramy do masy oba wejścia oscyloskopu (w żadnym wypadku do ujemnego napięcia zasilania!). Naciskamy przycisk „OK” i czekamy, aż pojawi się napis „kal ok”. To wszystko, właśnie został skalibrowany offset przetwornika ADC.

Kolejnym krokiem jest kalibracja przetwornika DAC. W pierwszej kolejności uruchamiamy generator i ustawiamy wzmocnienie na 0mV. Nastaw dokonujemy przyciskami <, > oraz ^, v. Upewniamy się, że składowa stała również jest ustawiona na 0. Wystarczy nacisnąć przycisk „POS” i sprawdzić, czy widnieje napis „DC= 0”. W przeciwnym wypadku przyciskami ^ i v zerujemy składową stałą. Ponownie wchodzimy do ustawień kalibracji. Tam również przyciskami ^ i v korygujemy offset. W międzyczasie sprawdzamy, czy napięcie na wyjściu jest zerowe. Można do tego wykorzystać multimetr w minikombajnie, ale zdecydowanie wygodniejszy będzie zewnętrzny woltomierz. Ostatnie ustawienie wymaga

wygenerowania jakiegoś przebiegu. W generatorze ustawiamy przebieg sinusoidalny o częstotliwości 50Hz i amplitudzie 1V. Z powrotem idziemy do ustawień kalibracji, gdzie tym razem wykorzystujemy przyciski < i >. Teraz potrzebny jest miernik ustawiony na pomiar napięcia AC. Lepszy będzie oczywiście taki z pomiarem RMS. Tu również można wykorzystać multimetr w urządzeniu, lecz tak samo będzie to okupione ciągłym przełączaniem się pomiędzy trybami. Korekcję wzmocnienia ustawiamy tak, aby miernik wskazywał 0,707V. W moim egzemplarzu nie udało się uzyskać dokładnie takiej wartości, ale odchyłka poniżej 1% i tak jest dobrym wynikiem. To samo dotyczy offsetu, który dodatkowo zależy od korekcji wzmocnienia i nie zawsze da się go całkowicie wyzerować. W samo dzieje się też w drugą stronę. Korekcja offsetu wpływa w niewielkim stopniu na wzmocnienie.



Program komputerowy

Korzystając z RS-232, można użyć komputera do obsługi minikombajny. Zwracam uwagę, że z urządzenia wyprowadzony jest sam UART, co oznacza konieczność zastosowania konwertera napięć, na przykład popularnego MAX232, aby zachować zgodność ze standardem RS-232. Nie da się ukryć, że ten interfejs jest już przestarzały, toteż do komunikacji z komputerem lepiej wykorzystać USB. W takim przypadku wystarczy układ FT232 lub jego zamiennik. Można też zastosować rozwiązanie w postaci gotowego modułu AVTMOD09 lub podobnego zestawu do samodzielnego montażu AVT1595 albo AVT1671.

Program zbudowany jest na zasadzie zakładki. Tak samo jak w urządzeniu, wybieramy narzędzie pomiarowe, które nas interesuje. Podczas pierwszego uruchomienia najbardziej interesującą zakładką powinny być ustawienia. Tam wybieramy port i prędkość transmisji RS-232. Odpowiednią prędkość należy wybrać też w minikombajnie. Można tego dokonać w ustawieniach. Program nie oferuje jeszcze pełnej funkcjonalności urządzenia. Brak jest wobuloskopu. Za to pozostałe narzędzia posiadają szerokie możliwości i są wygodniejsze w obsłudze. Nie ma też wprawdzie osobnego multimetru, ale wszystkie wielkości mierzone są w zakładce oscyloskopu. Generator umożliwia łatwe rysowanie przebiegu arbitralnego i dodatkowo możliwość wygenerowania go za pomocą własnego wzoru matematycznego, np.: $2e^{x/64} - (x/8)^2$. Opiszę teraz szerzej, jak wprowadzać takie własne funkcje. Będzie tu trochę matematyki, więc jeżeli nie jesteś zainteresowany wprowadzaniem własnych funkcji, możesz pominąć tę część. Aby wprowadzić jakiś wzór, wybieramy opcję function w typach przebiegu. Po prawej stronie uaktywni się

pole, gdzie można wpisać własną funkcję. Zmienną w tej funkcji jest czas z przedziału jednego okresu. Można ją zapisać jako „x” i wybrać przedział wartości w okresie. Druga możliwość to zapis jako „wt”, co odpowiada wt. Pulsacja w to oczywiście 2pf gdzie f to częstotliwość wybrana w okienku na dole po lewej. Uzyskujemy wtedy przedział (0, 2p) dla jednego okresu przebiegu. Przykładowo, aby wygenerować sinusoidę o częstotliwości 1kHz, należy ustawić w programie 1000Hz, wpisać w okienku po prawej „sin(wt)” i nacisnąć przycisk generate lub po prostu wcisnąć Enter. Na górze pojawi się wprowadzony wzór zapisany w bardziej przejrzystej formie: sin(wt). Interpreter funkcji pozwala również na operację na liczbach zespolonych. Możemy zatem wpisać w okienko „e^(jw)” i wygenerowana zostanie taka sama sinusoida. Nad wprowadzoną funkcją wyświetli się ejwt. Składnia wprowadzanych funkcji jest dosyć elastyczna. Przy zmiennych i funkcjach nie trzeba używać znaku mnożenia, a więc zamiast pisać „2*x”, można po prostu „2x”. To samo dotyczy podnoszenia zmiennej x do potęgi. Zamiast „x^2” wystarczy x2. Wzór można zapisać jako „2x4 + 1/3x3 - x2 + 0.2x - 5”. Spacje we wzorze nie mają znaczenia, za to poprawiają przejrzystość. Wartość napięcia wyjściowego odpowiada ustawieniu w okienku amplitudy pomnożonej przez wartość funkcji. Dla przykładu, domyślne ustawienie amplitudy 1250mV i wpisanie w okienku funkcji „1/2” wygeneruje na wyjściu minikombajny stałe napięcie o wartości 625mV. Dodadni przebieg piłokształtny możemy uzyskać, wpisując „x” i wybrać przedział (0,1). Wartość funkcji rośnie od zera do 1. Znak „p” oznacza p. Spis wszystkich skrótów i funkcji można znaleźć w pomocy programu.



Połączenie urządzenia z komputerem PC z wykorzystaniem konwertera USB <->UART AVTMOD09:

Podłączamy do PC konwerter AVTMOD09, instalujemy sterowniki, ustawiamy jako port COM o niskim numerze np. COM5. Uruchamiamy AVT2999, wybieramy Ustawienia, RS232-PC, wybieramy rozsądną prędkość, np. 115200. Dołączamy AVT2999 do konwertera, uruchamiamy program na PC, wybieramy Ustawienia, wybieramy prędkość identyczną jak poprzednio (115200), w drugim polu wpisujemy wybrany wcześniej port com (COM5). Przechodzimy do zakładki Oscyloskop i wciskamy Open Port. W AVT2999, w menu wybieramy RS232->PC. Jeśli wszystko jest ok, w oknie oscyloskopu pojawi się przebieg.

Obsługa urządzenia

OSCYSKOP

Do poruszania się po jego ustawieniach służą 4 przyciski oznaczone na płycie „SCALE”, „POS”, „TRIG” oraz „CURSOR”. Po naciśnięciu „SCALE” ukazuje się nam podstawa czasu i czułość dla wybranego kanału. Aby włączyć drugi kanał, należy jednocześnie nacisnąć „SCALE” i „OK”. Przelączenie pomiędzy kanałami wymaga naciśnięcia równocześnie „POS” i „OK”. Nastaw dokonujemy przyciskami po prawej stronie. Poprzez przytrzymanie „OK” można przyspieszyć zmianę wartości. Takie przyspieszenie jest pomocne na przykład przy wyborze pozycji XY. Wejście do tych ustawień umożliwia przycisk „POS”. Kolejny panel znajduje się pod klawiszem „TRIG”. Znajdują się tam opcje wyzwalania. Do dyspozycji są tryby Normal, Auto, Single i praca ciągła. Wyboru dokonujemy przyciskiem „OK”. Następną pozycją to reakcja na zbocze opadające lub rosnące. Ostatnia odpowiada za wyzwalanie łagodnym zboczem 'LF' lub ostrym 'HF'. Pionowymi „strzałkami” (będę tak określał przyciski po prawej stronie) ustawiamy poziom wyzwolenia. Tylko kanał 1 może służyć jako źródło wyzwolenia. Dodatkowo przycisk „TRIG” pozwala zatrzymać lub wznowić wyzwalanie, tak samo jak RUN/STOP w oscyloskopach. Panel kryjący się za przyciskiem „CURSOR” umożliwia korzystanie z kursorów. Aby wybrać kursor 1, naciskamy ^, dla kursora 2, przycisk v. Klawisze < i > służą do zmiany położenia. Do dyspozycji są tylko kursory czasu i jedyny pomiar, jaki dokonuje się za ich pomocą, to różnica czasu pomiędzy nimi. Wygodną funkcją w oscyloskopach jest autose. Tutaj również mamy taką możliwość, aby użyć jej dla kanału 1. Wystarczy nacisnąć „OK”, będąc w panelu SCALE. Przycisk „OK” auktywnia funkcję autose.

GENERATOR

Obsługa generatora jest podobna. Tutaj do dyspozycji również mamy 4 panele ustawień. Pod przyciskiem „SCALE” znajdują się nastawy częstotliwości i amplitudy. W stosunku do pierwszej wersji programu zmianie uległ sposób ustawiania tych parametrów. Strzałkami poziomymi wybieramy pozycję cyfry, którą chcemy zmienić. Modyfikacji dokonujemy pionowymi strzałkami. W trakcie zmian nad ustawianą właśnie częstotliwością pokazuje się rzeczywista wartość częstotliwości, jaka jest na wyjściu generatora. Można też przytrzymać przycisk „OK”, aby ją zobaczyć. Kolejny panel odpowiada za ustawienie składowej stałej – przyciski ^, v i wypełnienia (symetrii) przebiegu – przyciski <, >. Po naciśnięciu „TRIG” ukażą nam się opcje związane z modulacją i przemiataniem. Poziomymi strzałkami wybieramy modulację FM, AM lub przemiatanie. Dla dwóch pierwszych należy podać sygnał modulujący na kanał 1 oscyloskopu. Pionowymi strzałkami regulujemy głębokość modulacji lub pasmo przemiatania. Ostatni panel pozwala na wybór przebiegu – strzałki pionowe, oraz liczby półokresów wyświetlanych na ekranie – strzałki poziome. Ostatnie ustawienie nie wpływa w żaden sposób na generowany sygnał, a jedynie pomaga lepiej go sobie wyobrazić. Wybór przebiegu należy zatwierdzić przyciskiem „OK”. W przypadku wyboru przebiegu arbitralnego panel konfiguracji wypełnienia i offsetu zamienia się na edytor, gdzie można ustawić każdą próbkę sygnału oddzielnie. Długość bufora przebiegu zależy od częstotliwości, poniżej 2kHz mamy do dyspozycji całe 512 próbek. X oznacza numer próbki, V jej wartość. Sterowanie odbywa się oczywiście przyciskami po prawej stronie. Przy przemieszczaniu się po wykresie z

przytrzymanym przyciskiem „OK” każda kolejna próbka przyjmuje wartość poprzedniej i w efekcie tworzy się pozioma linia. Tak utworzony przebieg można zapisać do pamięci EEPROM jednoczesnym naciśnięciem „POS” i „OK”. Działa to także dla każdego innego przebiegu, oprócz szumu, który jest generowany na bieżąco, bez zapisu do bufora. W trybie arbitralnym odczyt z EEPROM odbywa się przez przyciśnięcie „SCALE” i „OK”. Na koniec jeszcze mała uwaga dotycząca wspomnianej już generacji szumu różowego lub białego. Otóż ze względu na to, że jest on tworzony na bieżąco, działa tylko w trybie generatora. Szum jest przebiegiem nieokresowym i umieszczenie próbek w buforze ograniczyłoby jego zastosowanie.

ANALIZATOR WIDMA

Analizator widma jest zdecydowanie mniej rozbudowany niż poprzednie narzędzia. Przycisk „SCALE” prowadzi do panelu ustawień zakresu częstotliwości oraz poziomu referencyjnego. Nastawy prezentowane są jako częstotliwość na działkę oraz napięcie referencyjne. Jeśli prążek widmowy dochodzi do górnej części ekranu, to jego amplituda wynosi tyle, ile napięcie referencyjne, o ile wykres nie jest przesunięty w osi pionowej. Można tego dokonać po naciśnięciu przycisku „POS”. Pozwala to przesunąć wykres zarówno w pionie, jak i w poziomie. Przycisk „TRIG” służy tutaj do zamrożenia wykresu. Po naciśnięciu „CURSOR” mamy do dyspozycji kursor pionowy, gdzie można odczytać wartość amplitudy w stosunku do napięcia referencyjnego.

ANALIZATOR STANÓW LOGICZNYCH

Naciśnięcie SCALE pozwala na wybranie częstotliwości próbkowania. Kolejne przyciśnięcie SCALE uruchamia tryb odczytu. Urządzenie czeka na spełnienie warunków wyzwolenia i zaczyna próbkować. Następnie po zakończeniu odczytu automatycznie ustawia drugi rodzaj parametrów, czyli przesuwanie i skalowanie sygnału w poziomie. Można go również uruchomić poprzez naciśnięcie POS. Ze względu na ograniczone rozmiary wyświetlacza, napisy nakładają się na ostatni kanał. Po chwili nieuzywania znikają. Pozycja TRIG pozwala ustalić warunki wyzwalania. 'X' oznacza dowolny stan. Jeśli wybierzemy 'X' na wszystkich kanałach, to sygnał będzie próbkowany od razu po naciśnięciu SCALE. Możemy także wybrać stan niski '0' lub wysoki '1'. A także zbocze narastające '/' lub opadające '\'. W przypadku wyboru stanów warunki wyzwalania zostaną spełnione, jeśli na wszystkich wejściach jednocześnie pojawi się wybrana przez nas kombinacja. Natomiast takie podejście nie ma sensu dla zboczy. Dlatego jeśli wybierzemy wyzwalanie zboczem na kilku kanałach, to warunki zostaną spełnione, jeśli na jednym z tych kanałów pojawi się wybrane przez nas zbocze. Oczywiście można ustawić dowolną kombinację, na przykład XX10//0X. Należy rozumieć to w następujący sposób. Zaczniemy próbkowanie, jeśli pojawi się zbocze narastające na kanale 5 lub 6 oraz na kanale 3 będzie stan wysoki, na kanale 4 i 7 będzie stan niski. Dzięki temu możemy sprawdzać dowolne fragmenty przebiegów skomplikowanych interfejsów. Jeśli analizator podłączony jest do magistrali, to w szybkim oszacowaniu wartości liczbowej pomoże kursor. Naciskamy przycisk CURSOR i możemy teraz odczytać 8-bitową wartość wszystkich kanałów dla każdej próbki.

WOBULOSKOP

Pierwsze, co ukaże się naszym oczom po wejściu do tego narzędzia, to tryb przemiatania częstotliwości. Naciskamy

SCALE, aby móc ustawić częstotliwość początkową i końcową. Tak naprawdę jest to jej mnożnik, czyli jak ustawimy powiedzmy 1000Hz x 20, to uzyskamy zakres 1kHz – 200kHz. Następnie znowu wciskamy SCALE i w tym momencie rozpoczyna się pomiar. Po jego zakończeniu dostajemy kursor, którym możemy poruszać się po całej charakterystyce. Na dole wyświetlona zostaje częstotliwość i odpowiadające jej wzmocnienie / tłumienie wyrażone w dB. Kolejnym sposobem pomiaru charakterystyki jest wykorzystanie impulsu Diraca. W tym celu naciskamy POS. Tutaj nie ma nic do ustawiania, po prostu obserwujemy charakterystykę w czasie rzeczywistym. Parametry, takie jak wzmocnienie czy podstawa częstotliwości, musimy ustawić w innym narzędziu, na przykład w analizatorze. Tak samo wygląda sprawa pomiaru szumem

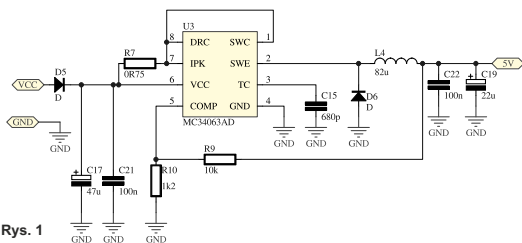
białym, po wciśnięciu przycisku TRIG. Tu również możemy tylko obserwować na bieżąco charakterystykę częstotliwościową.

MULTIMETR

Po wejściu do tego narzędzia, naszym oczom ukaże się kilka danych: wartość skuteczna napięcia (True RMS), wartość średnia napięcia (Average), wartość maksymalna i minimalna napięcia, dla sygnałów sinusoidalnych będzie to wartość amplitudy, a różnica tych wartości da nam napięcie międzyszczytowe. Ostatnią mierzoną wielkością jest częstotliwość. Pomiar odbywa się całkowicie automatycznie i nie ma tu nic do ustawiania. Dodatkowo, naciśnięcie przycisku „TRIG” pozwala zatrzymać pomiar. Po prostu podłączamy sygnał do wejścia CH1 i obserwujemy interesujące nas wielkości.

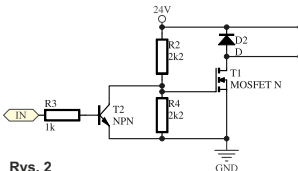
Przykładowe pomiary

Pomiar napięcia na wyjściu przetwornicy z układem MC34063 przedstawiono na rysunku 1. Napięcie to powinno wynosić 5V, zwykły multimetr wskazuje 5,7V, co budzi już pewne podejrzenia.



Rys. 1

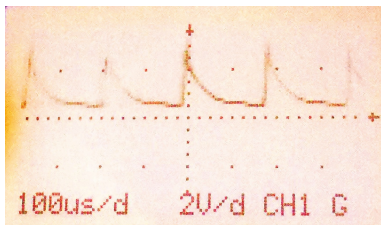
No to podłączamy nasz oscyloskop i oglądamy, co się dzieje na wyjściu przetwornicy. Wykorzystałem sondę 1:10 podłączoną do kanału 1. W oscyloskopie ustawiamy na przykład 100us/działkę oraz 500mV/działkę, co przy zastosowanej sondzie odpowiada 5V/działkę. Jak się okazuje, szpilki napięcia w badanym układzie są tak duże, że przebieg nie mieści się na ekranie! Po naciśnięciu autosek (przycisk „OK”) czułość zmniejsza się do 2V/działkę, a podstawa czasu ustawia się na 200us/działkę. Jako że funkcja autosek doбира tylko podstawę czasu i czułość, należy jeszcze ustawić wyzwalanie. Tutaj standardowo można wybrać tryb auto, zobcze dowolnie, filtr także, choć warto poeksperymentować, dla którego przypadku będzie lepiej wyzalać. Wybrałem najwyższy poziom, jaki zapewniał wyzwalanie, dzięki czemu od razu widać największą szpilkę. Przyciskiem „TRIG” można zatrzymać przebieg i odczytać wartości. Szpilki sięgają kilkusetwoltów. Przebieg jest praktycznie taki sam, jak na wyjściu układu przed dławikiem, czyli nie ma prawie żadnej filtracji napięcia. W ten sposób można



Rys. 2

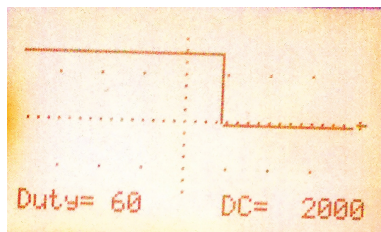
połączenia). Powyższy pomiar przedstawia fotografia 4. W kolejnym przykładzie wykorzystamy generator i oscyloskop. Przetestowane zostanie proste sterowanie silnika sygnałem PWM przez tranzystor MOSFET. Schemat układu przedstawia rysunek 2. Amplituda sygnału na wyjściu generatora jest zbyt mała, żebyysterować taki tranzystor, nawet dla MOSFET-ów Logic Level. Musimy się więc posiłkować zwykłym tranzystorem bipolarnym NPN. Oczywiście wyjście generatora łączymy z bazą tranzystora poprzez rezystor. Nie polecam używania

sondy oscyloskopowej jako wyjście generatora. Najlepszy jest zwykły kabel 50W, zakończony z jednej strony złączem BNC, a z drugiej goldpinami bądź chwytakami. Po podłączeniu wszystkiego przechodzimy do trybu generatora. Należy nacisnąć „CURSOR” i wybrać przebieg prostokątny. Następnie przejść do panelu pod przyciskiem „SCALE” i wybrać na początek częstotliwość 500Hz. Na koniec przechodzimy do panelu, gdzie będziemy regulować wypełnienie. Ustawiamy też składawą stałą na najwyższy poziom. Fotografia 5 pokazuje ustawiony generator. Pamiętajmy, że układ jest podłączony przez dodatkowy tranzystor, który odwraca przebieg, tak więc na przykład 90% wypełnienia odpowiada 10%. Startujemy



Fot. 4

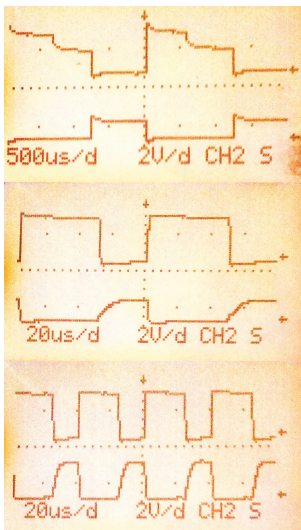
zatem od 99% i sprawdzamy, jak zachowuje się układ oraz czy tranzystor się nie grzeje. Możemy przejść do oscyloskopu i zbadać przebiegi na wyjściu i wyjściu tranzystora MOSFET. Dla prezentowanego układu przy wypełnieniu 40% wygląda to tak



Fot. 5

jak u góry na fotografii 6. Natomiast środek przedstawia to samo, tylko dla częstotliwości 10kHz. Jak widać, daje już o sobie znać pojemność bramki tranzystora. Przy 20kHz tranzystor już nie nadąża się otwierać, dopiero po zmianie rezystorów na 470Ω układ znów pracuje poprawnie, co widać na dole fotografii.

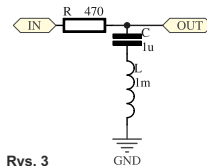
Wobuloskop przetestujemy na przykładzie prostego filtra RLC. Schemat filtru przedstawia rysunek 3. Po ustawieniu czułości na 100mV/działkę w oscyloskopie przechodzimy do wobuloskopu i wybieramy tryb SW przyciskiem „SCALE” .



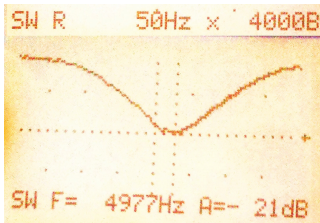
Fot. 6

Następnie, zakładając, że wartości filtra są znane, ustawiamy szeroki zakres przemiatania, dla przykładu 50Hz–200kHz. Wprowadzamy częstotliwość początkową i jej wielokrotność, która będzie częstotliwością końcową $200\text{kHz}/50\text{Hz} = 4000$. Przedstawia to też górna część fotografii 7. Na dolnej części widać efekty pomiaru. Ustawienie kursora w najniższym punkcie pozwala odczytać częstotliwość rezonansową. Teraz, już znając jej orientacyjną wartość, możemy zawęzić zakres przemiatania.

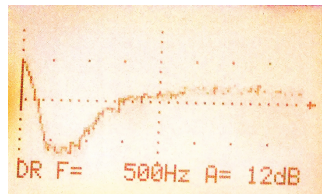
Rys. 3



Fotografia 8 pokazuje pomiar z wykorzystaniem impulsu Diraca. Tutaj zakres jest stały i wynosi 0–500kHz, ponadto skala częstotliwości jest liniowa. Utrudnia to pomiar dla małych częstotliwości. Dlatego powyższy pomiar wykonano dla kondensatora na 47nF, gdzie częstotliwość rezonansowa jest dużo wyższa.



Fot. 7



Fot. 8

Wykaz elementów

Rezystory:

R1:	330Ω SMD
R2, R8:	820kΩ 1%
R3, R9:	150kΩ SMD
R4, R7:	220Ω 1% SMD
R5, R10:	30kΩ 1% SMD
R6, R11, R26:	1,1kΩ 1% SMD
R12, R13:	330Ω 1% SMD
R14–R21, R27:	1kΩ SMD
R22, R24:	49,9Ω 1% SMD
R23:	4,99kΩ 1% SMD
R25:	3.3kΩ 1% SMD

Kondensatory:

C1, C2, C5, C6:	100uF/16V
C3, C4, C7–C15, C20–C22:	100n SMD
C16, C18, C24:	330p SMD
C17, C19:	1,5–,8n SMD
C23:	2,2n SMD
C25:	4,7n SMD
C26, C27:	22pF SMD

Półprzewodniki:

D1–D3:	dioda Zenera 3.6V
D4–D8:	1N4148 SMD

U1:	LCD132x64 SPLC501 C
U2:	1117ADJ SOT223
U3:	ATXmega32A4 TQFP44
U4,U5:	AD8532ARZ SO-8

Pozostałe:

L1, L2:	47uH SMD
L3:	100uH SMD
L4:	10uH SMD
P1:	2×goldpin 1×2M
P2:	goldpin 1×8Z
P6:	goldpin 1×8M
P3:	goldpin 1×3M kątowne
P4:	goldpin 2×3M kątowne
P5:	goldpin 2×5M kątowne
P8, P9, P10:	goldpin 1×1Z
P7, P11, P12:	goldpin 1×1M
S1–S10:	mikroprzełącznik
S11:	przełącznik suwakowy
X1:	kwarc 8MHz
Z1, Z2, Z3:	gniazdo BNC do PCB
U1–złącze płytka:	gniazdo goldpin 2×9
U1–złącze LCD:	szpilki goldpin 2×9

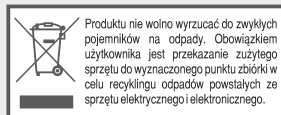


AVT SPV Sp. z o.o.

ul. Leszczyńska 11
03-197 Warszawa
kity@avt.pl

Wsparcie:

servis@avt.pl



AVT SPV zastrzega sobie prawo do wprowadzania zmian bez uprzedniego powiadomienia.

Montaż i podłączenie urządzenia niezgodny z instrukcją, samowolna zmiana części składowych oraz jakiegokolwiek przeróbki konstrukcyjne mogą spowodować uszkodzenie urządzenia oraz narazić na szkodę osoby z niego korzystające. W takim przypadku producent i jego autorzyzowani przedstawiciele nie ponosi odpowiedzialności za jakiegokolwiek szkody powstałe bezpośrednio lub pośrednio w wyniku użycia lub nieprawidłowego działania produktu.

Zestawy do samodzielnego montażu są przeznaczone wyłącznie do celów edukacyjnych i demonstracyjnych. Nie są przeznaczone do użytku w zastosowaniach komercyjnych. Jeśli są one używane w takich zastosowaniach, nabywca przyjmuje całą odpowiedzialność za zapewnienie zgodności ze wszystkimi przepisami.