

Generator DDS na zakres 1 Hz...40 MHz z wobulatorem (1)

Generatory przestrajane stanowią ważną pozycję w warsztacie każdego konstruktora. Opisany generator pozwala na komfortową pracę m.in. z urządzeniami audio, przetwornicami DC/DC, mikrokontrolerami czy urządzeniami radiokomunikacyjnymi. Jego dodatkowymi atutami są: wbudowana funkcja wobulatora oraz możliwość alternatywnego wykorzystania jednego z dwóch typów dostępnych na rynku modułów generatorów DDS z chipem AD9850.

Rekomendacje: generator przyda się w warsztacie każdego elektronika konstruktora.

Opisany projekt generatora oparto na gotowych modułach z popularnym chipem scalonego syntezy DDS typu AD9850 firmy Analog Devices (fotografie 1 i 2). Moduły te są taktowane przebiegiem o częstotliwości 125 MHz z generatora kwarcowego OCXO umieszczonego na module. Znaczącym atutem tego właśnie projektu jest możliwość alternatywnego zastosowania jednego z dwóch wymienionych modułów DDS.

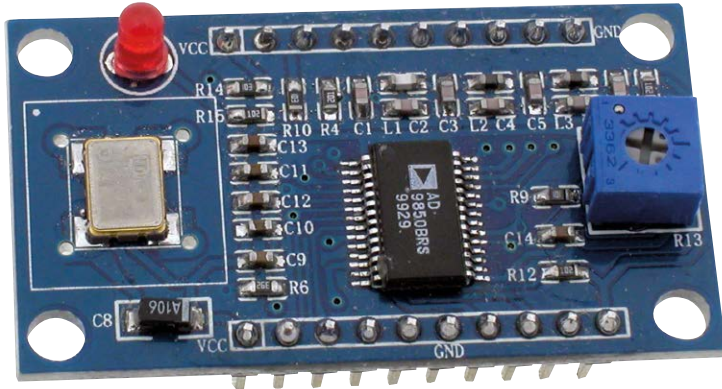
Urządzenie wyposażono we wzmacniacz szerokopasmowy dla analogowego sygnału sinusoidalnego, o wzmacnieniu

napęciowym 12 dB w 3-decybelowym paśmie przynajmniej do 30 MHz i impedancji wyjściowej 50 Ω. Także wyjście sygnału cyfrowego, o poziomach CMOS 0/5 V, wyposażono w bufor o impedancji wyjściowej 50 Ω, z możliwością programowego wyłączenia w celu obniżenia poziomu zaburzeń dla sygnałów analogowych (sinusoidalnych). Zastosowanie zestandaryzowanej impedancji wyjściowej jest nie tylko wygodne we współpracy z innymi urządzeniami (głównie radiokomunikacyjnymi), lecz także umożliwia poprawne przekazywanie

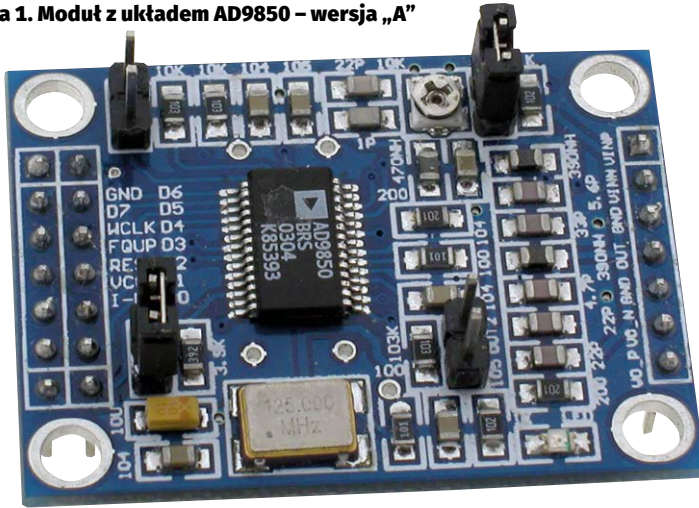
sygnałów na zewnątrz urządzenia za pomocą kabli koncentrycznych o tej samej impedancji falowej.

Opisywany przyrząd może pracować w dwóch trybach. Pierwszy z nich to zwykły tryb generatora (fotografia 3), w którym częstotliwość wyjściową synchronicznych sygnałów: sinusoidalnego i prostokątnego, możemy ustawiać w zakresie od 1 Hz do 40 MHz z minimalnym krokiem 1 Hz (możliwe kroki regulacji to: 1 Hz, 10 Hz, 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz i 1 MHz). Istnieje też możliwość płynnej regulacji poziomu sygnału sinusoidalnego za pomocą potencjometru obrotowego, a jego wartość U (w jednostkach V_{p-p}) jest prezentowana na ekranie LCD 16×2 razem z nastawionymi: częstotliwością F i krokiem strojenia D . Drugi tryb pracy urządzenia to tryb wobulatora (fotografia 4). W tym trybie można ustawiać cztery parametry pracy:

- Częstotliwość minimalną F_{min} .
- Częstotliwość maksymalną F_{max} .
- Krok regulacji częstotliwości D .
- Szybkość (częstotliwość) wobulacji S .



Fotografia 1. Moduł z układem AD9850 – wersja „A”



Fotografia 2. Moduł z układem AD9850 – wersja „B”

Częstotliwości graniczne i krok ich regulacji mogą przyjmować wartości analogiczne, w generatorze, natomiast szybkość (częstotliwość) wobulacji S można regulować w zakresie od 5 do 40 Hz z krokiem 1 Hz.

Wobulator pracuje poprzez generowanie liniowo narastających 256 wartości częstotliwości z przedziału od Fmin do Fmax. Towarzyszy temu wytwarzanie narastającego

liniowo, piłokształtnego sygnału odchylenia dla oscyloskopu z wejściami i trybem pracy „X/Y”, który może też być użyty do wyzwalania kreślenia przebiegu „Y” w oscyloskopach pozbawionych opcji pracy „X/Y”. S jest parametrem o tyle istotnym, że determinuje zarówno częstotliwość odświeżania rysowanej charakterystyki $Y=f(X)$, jak i tempo pobudzania wejścia i skanowania wyjścia

DODATKOWE MATERIAŁY NA FTP:

<ftp://ep.com.pl>

USER: 97325, PASS: 6yfwxr8q

W ofercie AVT*

AVT-5580

Podstawowe informacje:

- Zakres częstotliwości generowanego sygnału: 1 Hz...40 MHz (krok 1 Hz).
- Zakres prędkości wobulacji: 5...40 Hz (krok 1 Hz).
- Wyjście analogowe (sygnał sinusoidalny, regulowana amplituda) i cyfrowe (sygnał prostokątny, CMOS 0/5 V).
- Wyjście sygnału przestrajającego wobulator, które można podać na wejście „X” oscyloskopu.
- Standardowe wejścia/wyjścia o impedancji 50 Ω.
- Złożony z dwóch płytek: sterującej (na panelu czołowym) i głównej.
- Gniazda dla dwóch rodzajów popularnych modułów z AD9850.
- Zasilanie 12...15 V DC/0,25 A.

Projekty pokrewne na FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na FTP)

AVT-5444	Generator DDS (EP 4/2014)
AVT-5418	Cyfrowy generator sygnału prostokątnego (EP 10/2013)
AVT-1728	Generator HF z powielaniem częstotliwości (EP 3/2013)
AVT-5155	Generator DDS (EP 10-11/2008)
AVT-1474	Generator fali prostokątnej o regulowanym współczynniku wypełnienia (EP 8/2008)
AVT-5124	Generator funkcyjny DDS (EP 2/2008)
AVT-2846	Generator funkcyjny 0,1 Hz-20 MHz (EdW 11/2007)

* Uwaga:
Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach:
AVT xxxx UK to zaprogramowany układ. Tylko i wyłącznie. Bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx A płytka drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wyrażenie zaznaczono), bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx AT płytka drukowana i zaprogramowany układ (czyli połączenie wersji A i wersji UK) bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx B płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymiennopłytkowy pdf.
AVT xxxx C to nic innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wlitowane w PCB. Należy mieć na uwadze, że o ile nie zaznaczono wyraźnie w opisie, zestaw ten nie ma obudowy ani elementów dodatkowych, które nie zostały wymienione w załączniku pdf.
AVT xxxx CD oprogramowanie (nieczęsto spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można ściągnąć, klikając w link umieszczony w opisie kitu).
Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf. Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! (UK, A, A+, B lub C). <http://sklep.avt.pl>

REKLAMA

POLECANY PRODUKT

Electronic Water

– uniwersalny preparat do mycia i czyszczenia Redestylowana, dejonizowana, ultra czysta woda dla elektroniki. Woda o ogromnej rezystancji i niezwykle małej przewodności (poniżej 0,1 μS). Idealna do przepłukiwania płytek PCB po myciu w myjkach ultradźwiękowych oraz do mycia elektroniki po różnorodnych, rozpuszczalnych w wodzie zalaniach typu: soki, kawa, herbata itp. Rozpuszcza i wymywa substancje powodujące utlenianie (korozję), w pełni regeneruje świeżo zalany sprzęt. Polecana do rozcieńczania wodnych koncentratów płynów do myjek ultradźwiękowych. **Dostępny w pojemnikach:** 500 ml, 1000 ml, 5000 ml, 20000 ml



Microsonic Clean PCB K2

– płyn do myjek ultradźwiękowych Profesjonalny, wodny, niepalny płyn do szybkiego czyszczenia płytek drukowanych w myjkach ultradźwiękowych. Usuwa różnorodne rodzaje zanieczyszczeń po lutowaniu, doskonały do usuwania zalań nie tylko płynami rozpuszczalnymi w wodzie. Idealnie usuwa zanieczyszczenie eksploatacyjne: kurz, oleje, sadze, zanieczyszczenie organiczne i mineralne. Przy niewielkich zabrudzeniach płyn Microsonic Clean PCB K2 można rozcieńczyć w stosunku 1 część płynu do 1...5 części ultra czystej wody Electronic Water. **Dostępny w pojemnikach:** 500 ml, 1000 ml, 5000 ml, 20000 ml



Platforma handlowa dla firm www.elektronicspray.com



badanego układu (czas ustalania odpowiedzi częstotliwościowej niektórych układów może być znaczny i w związku z tym wymagać bardzo powolnego skanowania wyjścia; podobne zagadnienie dotyczy sond analizujących poziom sygnału wyjściowego badanego układu). Sposób realizacji układowej

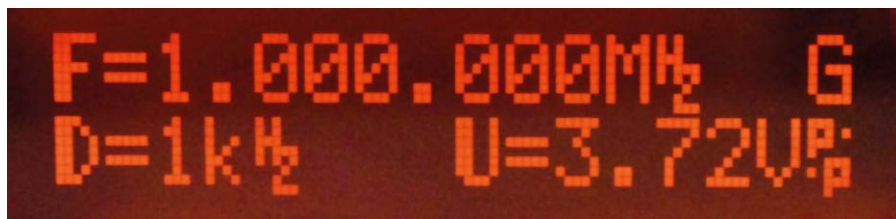
i programowej oraz praktyczną obsługę generatora i wobulatora opisano w dalszej części publikacji.

Syntezer DDS AD9850

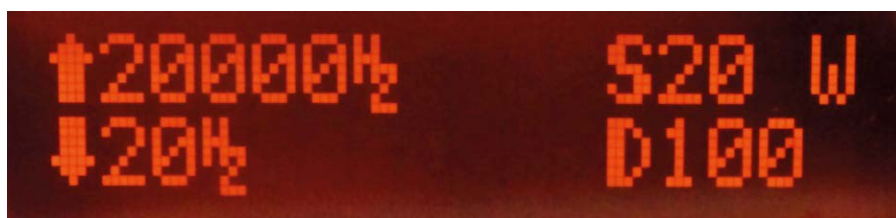
Układ scalony syntezeru DDS typu AD9850, którego schemat blokowy pokazano

na **rysunku 5**, jest powszechnie stosowany m.in. w urządzeniach radiokomunikacyjnych. Swoją popularność zawdzięcza on głównie zastosowaniu w dwóch łatwo dostępnych modułach generatorów, pokazanych na fot. 1 i 2. Układ ten działa w oparciu o zasadę odtwarzania wyliczanych „w locie” próbek sygnału, generowanego za pomocą 10-bitowego przetwornika C/A, taktowanego ze stałą częstotliwością, wytwarzaną przez stabilizowany termicznie generator kwarcowy OCO. Układ scalony AD9850 może pracować z napięciem zasilania V_{dd} z zakresu 3,3...5 V. Maksymalna częstotliwość taktowania F_s oraz moc strat P_{tot} wynoszą wtedy 155 mW przy 110 MHz oraz 380 mW przy 125 MHz (wyczuwa się lekkie grzanie się pracującego układu). Deklarowana przez producenta wartość parametru SFDR oznaczającego stosunek amplitudy użytecznego sygnału wyjściowego do najsilniejszego sygnału zakłócającego (miara dokładności odwzorowania sygnału przez przetwornik DAC), przy częstotliwości generowanego sygnału sinusoidalnego równej F_c=40 MHz, jest lepsza od 50 dB, co można uznać za wartość zadowalającą w większości zastosowań radioamatorskich. Trzeba tu jednak wyraźnie podkreślić, że przy tak małym stosunku częstotliwości generowanej F_c=40 MHz do częstotliwości próbkowania F_s=125 MHz równym 0,32 próbkowanie odbywa się zbyt rzadko, aby jakość odwzorowania sygnału w dziedzinie czasu była wystarczająca dla większości zastosowań. W praktyce, wykorzystując tylko filtry dolno-przepustowe LC, zaimplementowane w opisywanych modułach DDS, jesteśmy w stanie uzyskać przebiegi sinusoidalne i prostokątne o jakości niebudzącej zastrzeżeń tylko w zakresie do kilkunastu MHz. Przy większych wymaganiach na czystość widmową generowanego dla przebiegu sinusoidalnego warto zastosować dodatkowe filtry dolno- lub pasmowoprzepustowe.

Częstotliwość wyjściową F_{out} określa wzór $F_{out} = (\Delta Phase \times F_{clk}) / (2^{32})$, w którym ΔPhase jest wartością 32-bitowego słowa, o które zwiększana jest wartość akumulatora syntezeru w każdym takcie zegara, a F_{clk} jest wejściową częstotliwością referencyjną, taktującą układ (125 MHz). Krok fazy sygnału ΔPhase jest w każdym cyklu zegara taktującego dodawany do zawartości 32-bitowego akumulatora, z którego 10 najstarszych bitów jest podawanych na wejście tablicy LUT, odwzorowującej sygnał sinusoidalny, a następnie na wejście przetwornika cyfrowo-analogowego DAC. Na wyjściu przetwornika DAC w modułach generatorów zaimplementowano eliptyczne filtry dolno- i pasmowoprzepustowe LC 7. rzędu, o paśmie przenoszenia ok. 40 MHz, które eliminują pasożytnicze harmoniczne, pochodzące z próbkowania sygnału wyjściowego



Fotografia 3. Przyrząd pracujący w trybie generatora



Fotografia 4. Przyrząd pracujący w trybie wobulatora

Wykaz elementów:

Rezystory: (0,25W/5%)

R1: 510 Ω
R2: 82 Ω
R3: 51 Ω
R4: 68 Ω
R5: 10k Ω
R6: 15k Ω
R7, R10, R13: 150 Ω
R8: 10 Ω
R9: 240 Ω
R11: 15 Ω
R12: 33 Ω
R14, R20: 2,2 kΩ
R15: 1 kΩ
R17...R19: 10 kΩ
R21: 22 Ω
R22, R23: 22 kΩ
PR1, PR2: 10 kΩ/A (liniowy, w obudowie RM-065)
PR3: 1 kΩ/A (liniowy, obrotowy, przykręcany do panelu)

Kondensatory:

C1: 47 μF/16 V
C2, C4, C5: 470 nF/50 V
C3, C6, C12: 100 μF/16 V
C7: 470 μF/16 V
C8, C10, C13, C14, C19, C22, C24, C36, C37, C38, C41: 100 nF/50 V
C9: 100 pF/50 V
C11: 150 pF
C15, C20, C21: 10 μF/10 V
C16, C34, C42, C43: 10 nF/50 V
C17: 47 pF/50 V
C18: 330 pF/50 V
C23: 10 μF/16 V
C25, C35: 68 nF/50 V
C26: 150 nF/50 V
C32, C33: 1 nF/50 V
C39, C40: 22 pF/50 V

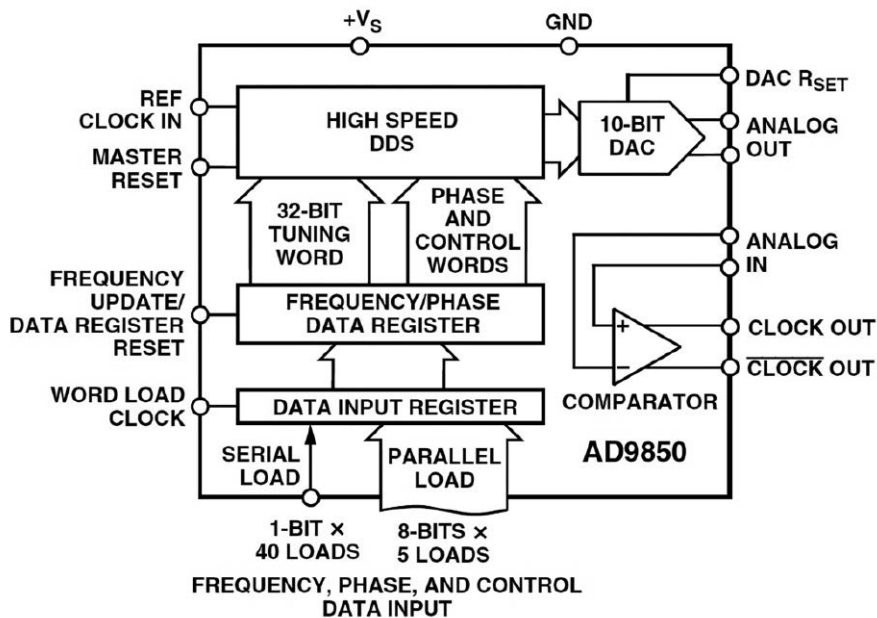
Półprzewodniki:

D1, D2: BAT85 (DO-35)
Q1: 2N3904 (TO-92)
Q2: 2N3906 (TO-92)

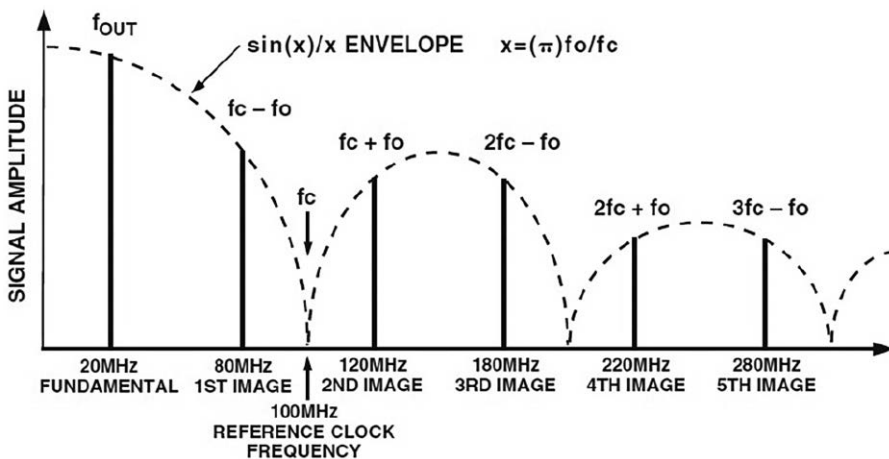
Q3: BC141-16 lub 2N2219A (TO-39)
U1: LM7809 (TO-220)
U2: LM7805 (TO-220)
U3: 74HC00 (DIP-14)
U4: LM358 (DIP-8)
U5*: moduł DDS z AD9850, typu „A” lub
U6* moduł DDS z AD9850, typu „B”
U10: ATmega8A-PU (DIP-28)

Inne:

U11: wyświetlacz LCD 16×2, zgodny z HD44780
L1, L6: 10 μH (osiowy)
L2, L5: 4,7 μH (osiowy)
L3: 2,2 μH (osiowy)
L4: 3,3 μH (osiowy)
X1: 16 MHz rezonator kwarcowy (HC49, niska)
SW1: enkoder obrotowy mechaniczny z przyciskiem (20...24 imp./obr.)
P1: złącze śrubowe ARK2/5 mm
P5+P11: złącze „goldpin” (wtyk/gniazdo) kątowe, męskie, 5 pinów
P6+P10: złącze „goldpin” (wtyk/gniazdo) kątowe, męskie, 6 pinów
P7+P9: złącze „goldpin” (wtyk/gniazdo) kątowe, męskie, 7 pinów
P2, P3, P4: gniazda BNC 50 Ω (mocowane do panelu) + złącza „goldpin” męskie 2 piny
Listwy „goldpin” żeńskie (50 pinów, 2 szt.) do wykonania gniazd do podłączenia U5/ U6 i U11
Podstawki pod układy scalone: U3, U4, U10
Radiatory do obudów TO-220, małe, 2 szt.
Włącznik zasilania 12 V/0,5 A
Gniazdo zasilania np. 5,5/2,1 mm,
Obudowa KM-60 lub podobna
Gałki na PR3 i SW1 (stosownie do wymiarów i rozmieszczenia elementów)
Śruby, nakrętki i podkładki M3 oraz M2,5 (wg opisu w tekście)
Srebrzanka o średnicy 0,5 mm – ok. 0,5 m



Rysunek 5. Schemat blokowy układu AD9850 (na podstawie karty katalogowej)



Rysunek 6. Rozkład widmowy sygnału dla $F_s=F_{clk}=100$ MHz i $F_c=F_{out}=20$ MHz (na podstawie karty katalogowej)

impulsami prostokątnymi. Warto zwrócić uwagę na fakt, że wraz ze wzrostem częstotliwości wyjściowej generatora DDS spada poziom podstawowego sygnału sinusoidalnego, a wzrasta poziom zakłóceń harmoniczných. Rysunek 6, także zaczerpnięty z noty katalogowej układu AD9850, pokazuje rozkład widmowy sygnału dla przykładowego przypadku syntezy z częstotliwością próbkowania $F_s=F_{clk}=100$ MHz i podstawową częstotliwością wyjściową $F_c=F_{out}=20$ MHz. Jak widać, widmo to jest objęte obwiednią wg funkcji $\text{sinc}(x)=\sin(x)/x$ – oprócz podstawowej harmoniczných F_{out} – zawiera także m.in. pasyżnytnyczny sygnał o częstotliwości $F_s-F_c=80$ MHz (efekt tzw. aliasingu). Z wykresu widać jasno to, że poziom tego sygnału pasyżnytnicznego jest tym większy, im większy jest stosunek częstotliwości $F_c/F_s=F_{out}/F_{clk}$.

Odfiltrowany dolnoprzepustowo sygnał sinusoidalny jest podawany także na wejście wbudowanego w układ AD9850 komparatora, na którego wyjściu uzyskiwany jest sygnał prostokątny. W wykorzystywanych

w projekcie modułach generatorów na jedno z wejść komparatora podawany jest stały sygnał referencyjny z potencjometru montażowego. Od jego wartości zależy współczynnik wypełnienia impulsów w sygnale prostokątnym.

Programowanie układu AD9850 może odbywać się metodą szeregową lub równoległą. Przy zastosowaniu szybszej metody równoległej aktywnie wykorzystywane są piny D0...D7 (programowanie odbywa się przez przekazanie do układu AD9850 pięciu 8-bitowych słów sterujących), natomiast przy programowaniu szeregowym do przekazania tych danych (40 bitów) wykorzystywane są tylko wejścia: W_CLK, FQ_UD, DATA oraz RESET. Przy zastosowaniu układu jako zwykłego generatora wolno przestrajanego w zupełności wystarczy powolniejszy transfer szeregowy, wymagający mniejszej ilości połączeń (programowanie równoległe z natury będzie około 8-krotnie szybsze, co może być przydatne, gdy układ DDS chcielibyśmy wykorzystać np. jako element modemu FSK czy PSK).

Budowa generatora

Schemat ideowy generatora pokazano na rysunkach 7 i 8. Rysunek 7 prezentuje część sterującą układu, umieszczoną na dwuwarstwowej płytce drukowanej, zamocowaną do przedniego panelu przyrządu. Znajdują się na niej m.in.: mikrokontroler ATmega8A (U10), alfanumeryczny wyświetlacz LCD 16x2 (U11), mechaniczny enkoder obrotowy (SW1) z przyciskiem, przeznaczony do parametryzacji przyrządu oraz potencjometr obrotowy PR3, wyprowadzony na złącze P11, którym jest ustalany poziom wyjściowego sygnału sinusoidalnego. Rezystor R21 ogranicza prąd podświetlenia wyświetlacza LCD i należy dobrać go zależnie od typu zastosowanego modułu LCD. Kondensator C41 filtruje napięcie zasilania U11, a potencjometr PR2 jest przeznaczony do regulacji kontrastu wyświetlacza. Kondensatory C36, C37, C38 oraz dławik L6 filtrują zasilanie części cyfrowej i analogowej (przetwornika A/C) mikrokontrolera U10. Na port P9 wyprowadzono odfiltrowany wstępnie przez elementy R20 i C35 piłokształtny sygnał PWM z pinu 16 układu U10 przeznaczony do odchylenia „X” w oscyloskopie (dla pracy przyrządu jako wobulator), a także sygnał kluczujący wyjście sygnału cyfrowego (pin 24) oraz wejście przetwornika ADC0 (pin 23), przeznaczonego do pomiaru poziomu wyjściowego sygnału sinusoidalnego. Enkoder obrotowy z przyciskiem, zasilany przez rezystory R17, R18 i R19, podaje sygnały wyjściowe, filtrowane przez kondensatory: C32, C33 i C34 wraz z rezystorami R22 i R23, których wyjścia dodatkowo zablokowano do masy pojemnościami C42 i C43. Z kolei sterowanie modułu DDS zostało wyprowadzone na port P10 (piny 25...28 układu U10), skąd jest dalej kierowane do modułu generującego, zlokalizowanego na głównej płycie przyrządu.

Pokazany na rysunku 8 układ stanowi zasadniczą (wykonawczą) część przyrządu i został umieszczony na dwuwarstwowej płytce drukowanej, zlokalizowanej poziomo i połączonej z panelową płytką kontrolno-sterującą za pomocą kątowych złączy typu „goldpin”. W tej części układu znajduje się

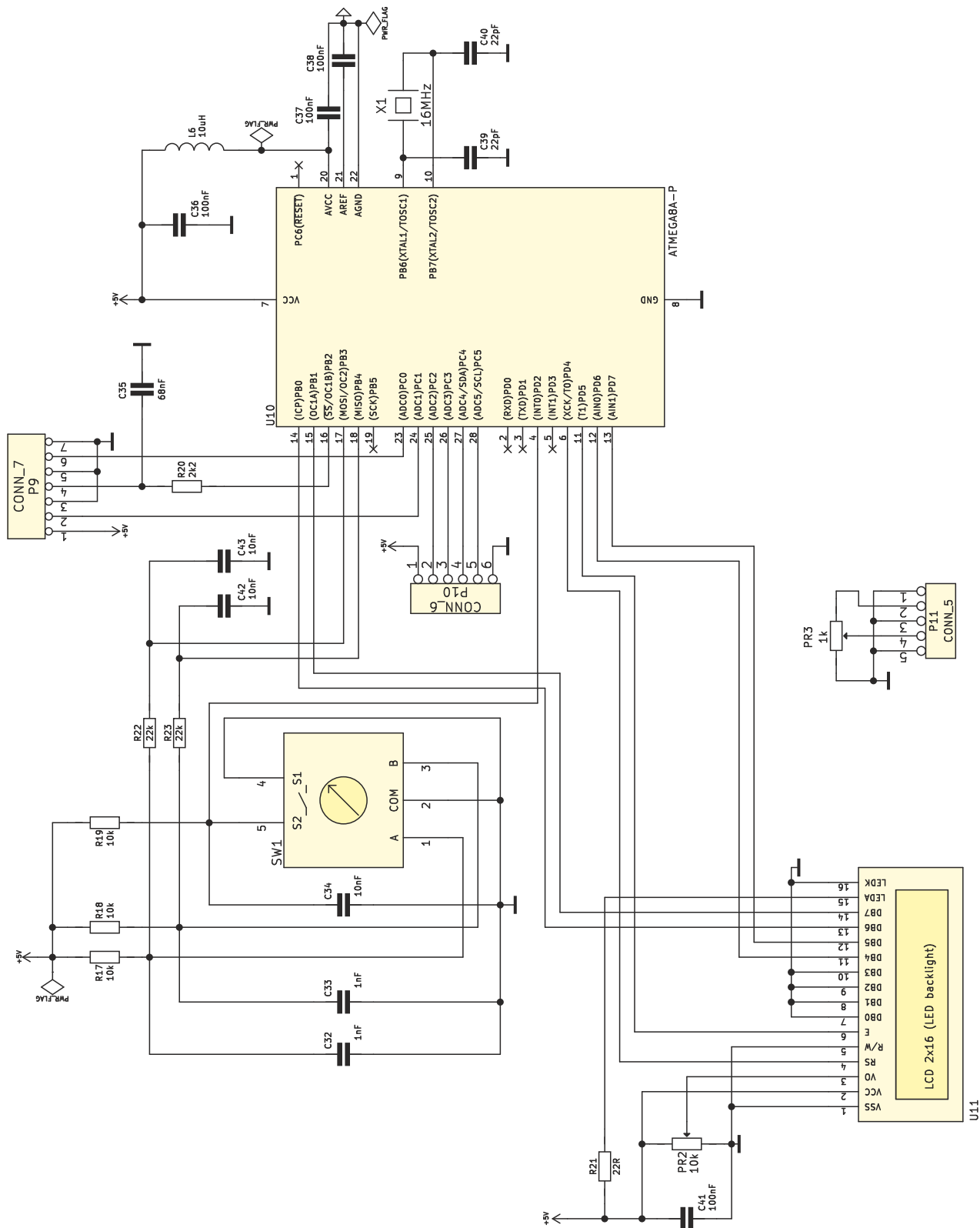
REKLAMA

blok zasilania całego urządzenia z portem P1, stabilizatorami scalonymi: U1 (LM7809) i U2 (LM7805) oraz kondensatorami filtrującymi: C1...C6. Zasilanie +9 V jest przeznaczone dla analogowej części urządzenia: wzmacniacza filtru dla piłokształtnego sygnału odchyleń „X” oraz wzmacniacza wyjściowego dla sygnału sinusoidalnego.

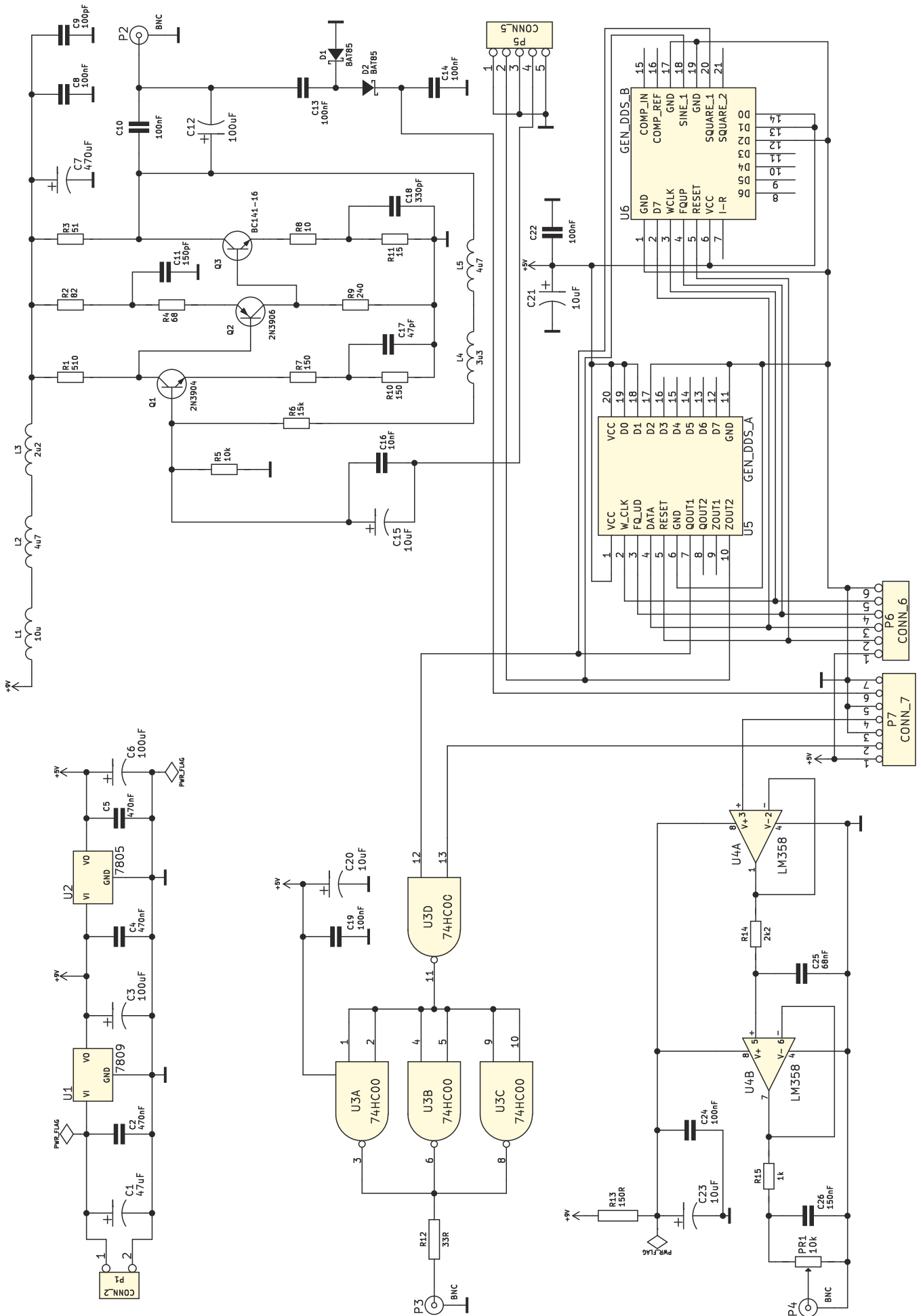
Wzmacniacz filtru dla sygnału odchyleń został oparty na podwójnym

wzmacniaczu operacyjnym U4A i U4B (LM358), zasilany poprzez rezystor R13 oraz kondensatory C23 i C24. Oba wzmacniacze operacyjne pracują w topologii wtórników napięciowych, zapewniających prawidłową realizację trójstopniowego filtra RC z elementami: R20-C35 (na omówionej powyżej panelowej płytce sterowania urządzeniem) oraz R14-C25 i R15-C36. Regulację napięcia wyjściowego, w zakresie 0...5 V, można

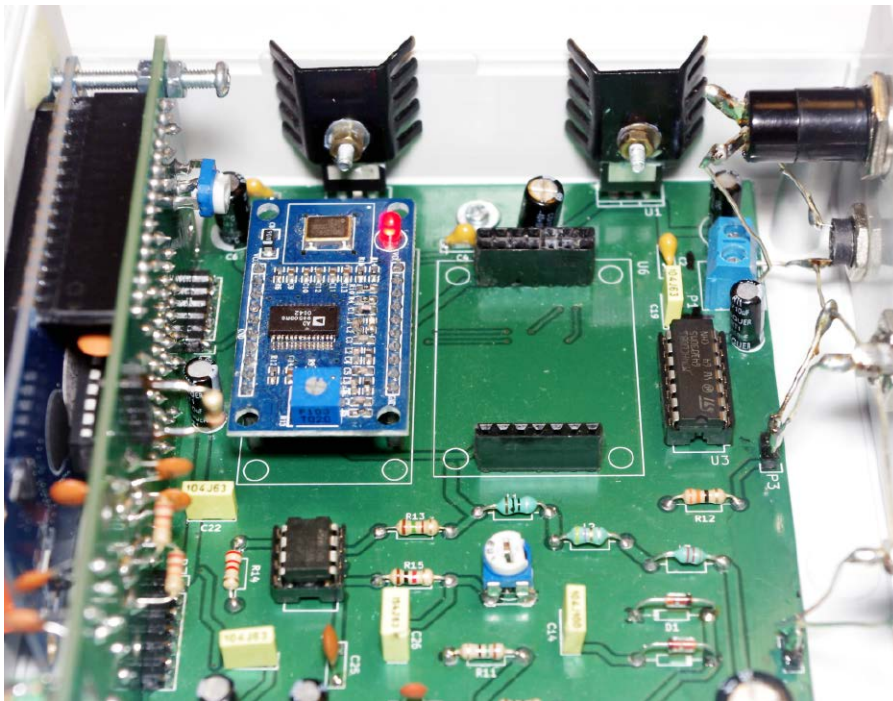
przeprowadzić za pomocą potencjometru montażowego PR1 w celu wstępnego dostosowania go do czułości wejścia „X” wykorzystywanego oscyloskopu. Sygnał ten jest wyprowadzony na port P4 (gniazdo BNC). Wygenerowany sygnał sinusoidalny, regulowany i przekazywany poprzez potencjometr PR3, po dwukrotnym przejściu przez parę portów: P5-P11, trafia do wzmacniacza szerokopasmowego z tranzystorami: Q1...



Rysunek 7. Schemat ideowy części sterującej generatora DDS



Rysunek 8. Schemat ideowy płyty głównej generatora DDS



Fotografia 9. Płyta główna z zamontowanym modułem DDS w wersji „A” (fot. 1)

Q3. Ma on rezystancję wyjściową zbliżoną do 50 Ω i wzmocnienie 12 dB w 3-decybelowym paśmie 40 MHz. Został zaprojektowany z zastosowaniem popularnych tranzystorów (2N3904, 2N3906 i BC141-16) poprzez optymalizację wzmocnienia i pasma przenoszenia każdego ze stopni w taki sposób, by finalne pasmo przenoszenia całego układu odpowiadało oczekiwanym założeniom.

Dławiki L1...L3 z kondensatorami C7...C9 niwelują zakłócenia impulsowe w torze zasilania wzmacniacza oraz ograniczają ich przenikanie do głównego toru zasilania urządzenia. Zastosowanie szeregowo aż trzech dławików o różnych wartościach indukcyjności miało na celu wyeliminowanie selektywnego przenikania zaburzeń w.c.z. z uwagi na pojemności pasożytnicze dławików. Stałoprądowy punkt pracy bloku wzmacniającego jest ustalany przez globalną pętlę ujemnego sprzężenia zwrotnego z elementami: L4, L5 i R6.

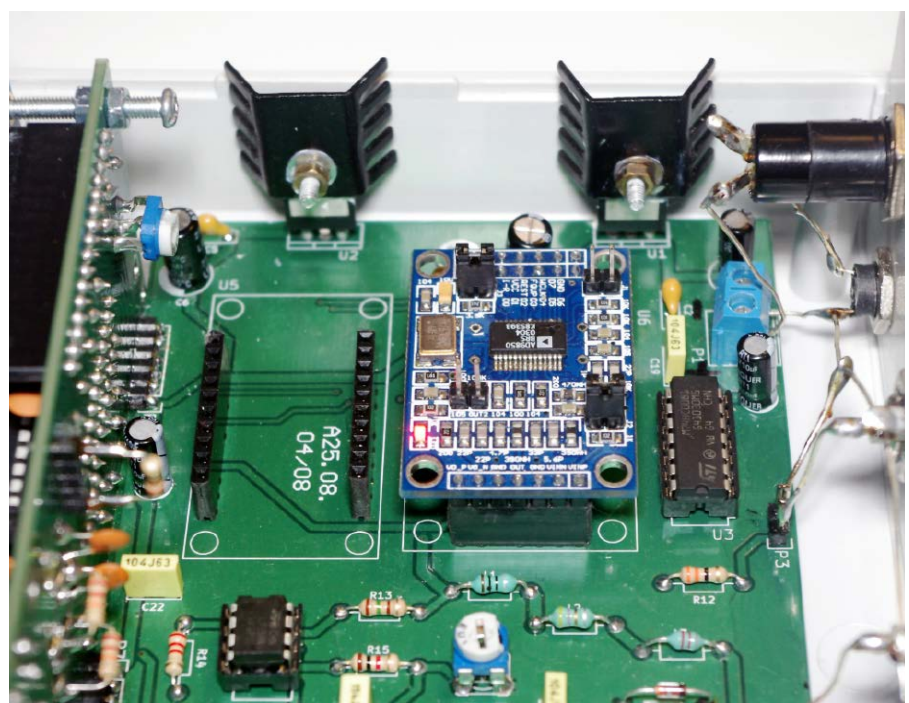
Podobnie jak w obwodzie zasilania wzmacniacza, dławiki L4 i L5 eliminują efekt ich niedoskonałości (działania selektywnego), jednak ich głównym zadaniem jest osłabienie globalnego ujemnego sprzężenia zwrotnego wzmacniacza dla wyższych częstotliwości, dla których wzmocnienie tranzystorów Q1...Q3 jest mniejsze. Z kolei kondensatory C11, C17 i C18 dzielą dla składowej zmiennej rezystancje R7...R10, R2...R4 oraz R8...R11 w stopniu pozwalającym skompensować spadek wzmocnienia poszczególnych stopni tranzystorowych. Należy tu podkreślić, że spadek poziomu sygnału sinusoidalnego, wychodzącego z generatora DDS, wraz ze wzrostem częstotliwości,

nie jest kompensowany w kształcie transmitancji wzmacniacza, ponieważ towarzyszyłoby mu pogorszenie stosunku poziomów: sygnału podstawowego do zakłóceń harmonicznnych, obecnych w sygnale generowanym przez przetwornik C/A w układzie AD9850.

Sygnał sinusoidalny, podawany z modułu DDS do wzmacniacza przez separujące pojemności C15 i C16, trafia na wyjście urządzenia przez port P2 (gniazdo BNC), do którego dołączony jest także detektor szczytowy z podwajaczem napięcia na elementach: D1, D2, C13 i C14. Zadaniem tego detektora jest wytworzenie napięcia stałego,

które z kilkuprocentową dokładnością pozwoli dokonać pomiaru i prezentacji poziomu sygnału wyjściowego sinusoidalnego. Odbywa się to w przetworniku analogowo-cyfrowym w mikrokontrolerze U10 (port ADC0, zlokalizowany na pinie 23). Z kolei wygenerowany sygnał cyfrowy (prostokątny) jest wyprowadzany z urządzenia przez bufor na bramkach NAND U3A...U3D (74HC00) i rezystor dopasowujący impedancję R12 na port BNC P3. Układ U3 jest zasilany napięciem +5 V, zablokowanym do masy dla zaburzeń impulsowych kondensatorami C19 i C20. Ten bufor jestysterowany przez pin 12 i kluczowany (włączany i wyłączany) przez pin 13, dołączony przez port P7 do sygnału sterującego z mikrokontrolera U10 (pin 24). Możliwość wyłączania działania bufora wyjściowego została podyktowana potrzebą redukcji zaburzeń impulsowych w wypadku, gdy chcemy pracować wyłącznie z sygnałem sinusoidalnym. Ostatnie nieomówione dotychczas bloki to serce całego przyrządu, czyli moduły DDS: U5 i U6 z kośćmi AD9850, taktowanymi stabilizowanymi termicznie rezonatorami OCXO. Na głównej płytce drukowanej przyrządu zlokalizowane zostały gniazda dla dwóch alternatywnie stosowanych modułów (fotografia 9, fotografia 10), jednak w praktyce należy użyć tylko jednego z nich. Linie wejściowe (programujące: W_CLK, FQ_UD, DATA oraz RESET) i wyjściowe (analogowy sinus oraz cyfrowy prostokąt) zostały zatem połączone bez ryzyka uszkodzenia urządzenia.

Adam Sobczyk, SQ5RWW
sq5rww@gmail.com
<http://sq5rww.pl>



Fotografia 10. Płyta główna z zamontowanym modułem DDS w wersji „B” (fot. 2)