

Wielokanałowy generator sygnałów programowalnych, część 1

AVT-456

Zasilacz, oscyloskop, generator – oto podstawowe wyposażenie warsztatu elektronika. Tym razem prezentujemy interesujący projekt programowanego generatora. Dzięki zastosowaniu procesora sygnałowego autorzy uzyskali dobre parametry użytkowe.

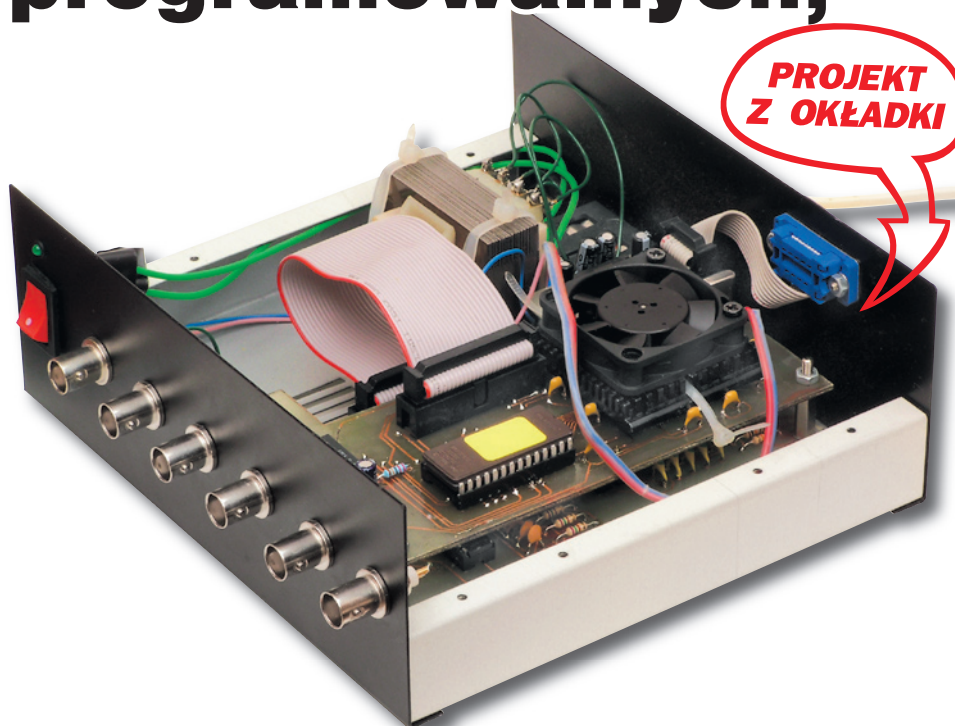
Rekomendacje:

ten projekt należy do grupy takich urządzeń, które każdy elektronik chce mieć. I w tym przypadku owa chęć jest mocno uzasadniona funkcjonalnością przyrządu. A dodatkowo dochodzi przyjemność wykonania układu na nowoczesnym układzie – procesorze DSP.



PODSTAWOWE PARAMETRY

Dwie płytki drukowane:
 ADC 118 x 69 mm
 DSP 118 x 69 mm
 Zasilanie sieciowe
 6 niezależnych wyjść (wspólna jest częstotliwość podstawowa wszystkich przebiegów)
 Maksymalna częstotliwość wyjściowa 1 kHz (1000 próbek na okres)
 Generacja przebiegu o programowanym kształcie
 Sterowanie generatora z poziomu aplikacji na PC
 Interfejs RS232C do komputera PC (DB9)



Konstruowanie urządzeń elektronicznych zawsze składa się z kilku etapów. Poprzez ideę, założenia, realizację schematu i wzorów płytek drukowanych, buduje się prototyp. Niezależnie od funkcji pełnionych przez urządzenie konieczne jest zbadanie, czy wynik pracy konstruktora jest zgodny z wcześniej przyjętymi założeniami. Gdy urządzenie nie spełnia przyjętych wymogów, wprowadzane są do projektu poprawki. Dopiero po testach i próbach zakończonych sukcesem, urządzenie może trafić do seryjnej produkcji. Należy dodać, że na końcu etapu produkcyjnego gotowy wyrób jest również testowany. Filtr, wzmacniacz czy element regulacji posiadają cechy, które można poznać na podstawie odpowiedzi układu na zadany sygnał. Na przykład wzmacniacz charakteryzuje się określonym pasmem przenoszenia, wzmocnieniem, przesunięciem fazy, zniekształceniami, szumem. Na podstawie odpowiedzi układu sterowania możemy określić np. rodzaj regulatora lub nawet wyznaczyć jego transmitancję. Do podłączenia sygnału na wejście badanego obiektu niezbędny jest generator sygnału wzorcowego. W niniejszym artykule, zostanie przedstawiony generator przebiegów programowal-

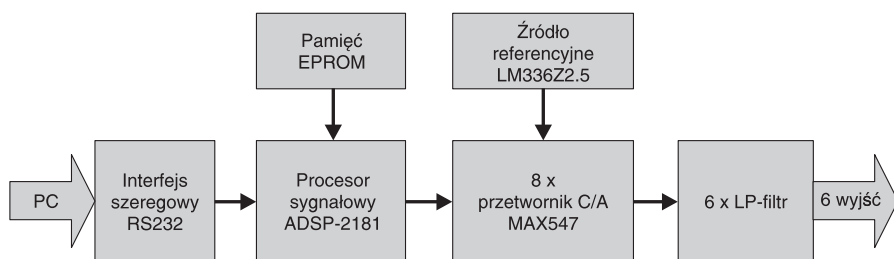
nych o bardzo małych zniekształceniach.

Informacje podstawowe

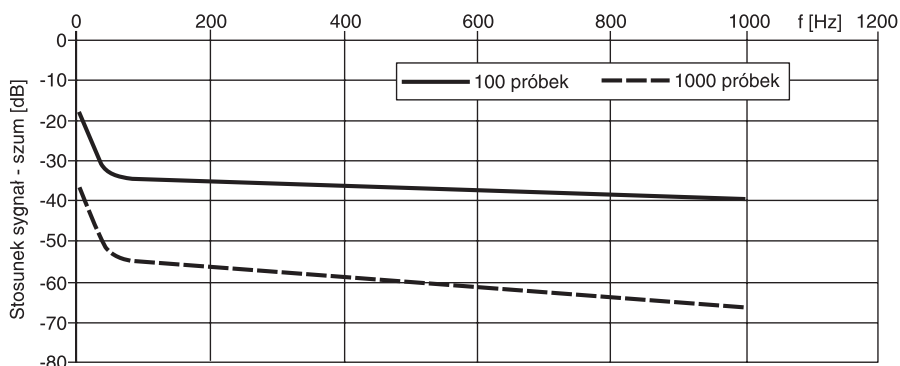
Schemat blokowy prezentowanego generatora jest pokazany na **rys. 1**. Generator ma 6 wyjść. Przebiegi na każdym z nich mogą być definiowane odrębnie i są pod tym względem od siebie niezależne. Wspólna dla wszystkich sześciu wyjść jest tylko częstotliwość podstawowa.

Przy pracy nad projektowanym generatorem przyjęto w założeniach, że maksymalna generowana częstotliwość powinna wynosić 1 kHz przy 1000 próbek na okres. Główny nacisk został położony na poziom zniekształceń sygnału, co zostało w pełni zrealizowane. Dla 1 kHz i 1000 próbek/okres poziom zniekształceń S/N (sygnał/szum) dla sygnału sinusoidalnego wyniósł zaledwie -67 dB (0,04%), co zostało przedstawione na **rys. 2**. Dostępne są jednak znacznie wyższe częstotliwości przy mniejszej liczbie próbek na okres, sięgające dla sygnału sinusoidalnego nawet kilkunastu kHz.

Jak widać ze schematu blokowego, generator składa się z aplikacji na komputer PC oraz urządzenia, którego sercem jest procesor sygnałowy ADSP-2181 firmy Analog De-



Rys. 1. Schemat blokowy sześciokanałowego generatora funkcjonalnego zbudowanego w oparciu o procesor ADSP2181



Rys. 2. Wykres przedstawiający stosunek sygnał-szum w dB w funkcji częstotliwości, dla różnej liczby próbek

vices współpracujący z przetwornikiem cyfrowo-analogowym MAX547. Do komunikacji pomiędzy częścią sprzętową i aplikacją został wykorzystany popularny interfejs RS232.

Procesor sygnałowy ADSP-2181

Obszar zastosowań szesnastobitowego procesora ADSP-2181 firmy Analog Devices to głównie cyfrowe przetwarzanie sygnałów (np. filtry cyfrowe, analiza Fouriera). Trudno ten typ procesora opisać w kilku zdaniach, jednak na próżno szukać w jego strukturze elementów charakterystycznych dla mikrokontrolerów tzn. komparatorów, pamięci EPROM lub Flash, przetworników A/C itp. Nie posiada on nawet standardowego interfejsu UART. W prezentowanym projekcie jest on emulowany za pomocą flag: wejściowej i wyjściowej. Ma on za to inne właściwości, niedostępne w mikrokontrolerach. Należy do nich bardzo duża moc obliczeniowa, która w przypadku ADSP-2181 wynosi 40 MIPS (milionów instrukcji na sekundę) przy częstotliwości kwarcu 20 MHz. Naturalnie wszystkie instrukcje realizowane są w jednym cyklu zegarowym. Program wykonywany jest z wewnętrznej pamięci RAM, do której jest on ładowany z zewnętrznej pamięci stałej po sygnale reset. Pamięć

RAM ma pojemność 80 kB i w stosunku do mikrokontrolerów, dla których 1 kB to już zawrotna wielkość, jest ogromna. Podzielona jest ona na części po 16 kilobajtów dla programu i dla danych, przy czym dane mają długość 16 bitów, a instrukcje kodowane są na 24 bitach. Procesory DSP posiadają jednostkę wspomagającą operacje mnożenia i jest to tzw. MAC (*Multiply Accumulate module*). Pomimo, że ADSP-2181 jest szesnastobitowy, to rezultat mnożenia zapisywany jest w rejestrze czterdziestobitowym. Kolejną cechą omawianego układu jest możliwość wykonywania niektórych instrukcji równolegle. Pamięć zewnętrzna i przestrzeń I/O mają oddzielne sygnały sterujące. Możliwe jest zaadresowanie 2048 urządzeń zewnętrznych i 4 MB zewnętrznej pamięci RAM lub ROM. Omawiany procesor wyposażony jest również w port DMA, dzięki któremu urządzenia zewnętrzne mają dostęp do wewnętrznej pamięci RAM, którą mogą modyfikować.

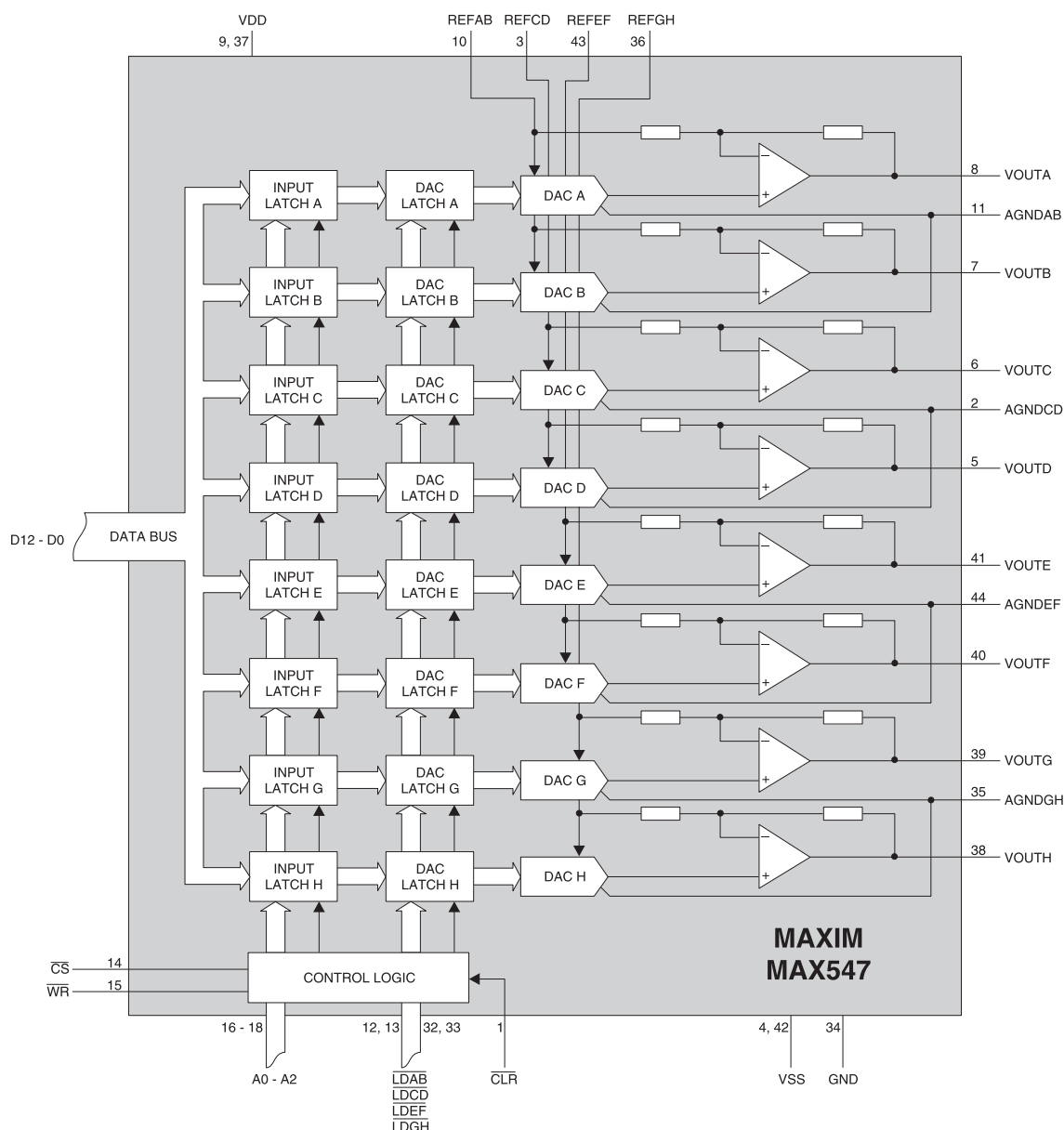
Przetwornik cyfrowo-analogowy MAX547

Schemat blokowy przetwornika pokazany jest na rys. 3. Układ MAX547 jest ośmiokanałowym przetwornikiem C/A o rozdzielczości 13-bitów z równoległym interfejsem.

Podstawowe dane dotyczące układu MAX547:

- 8 kompletnych 13-bitowych przetworników C/A;
- 8 przetworników C/A w jednym układzie scalonym;
- Nie wymaga zewnętrznej regulacji;
- Buforowane wyjścia napięciowe;
- Kalibrowana liniowość przetwarzania;
- Gwarantowana monotoniczność do 13 bitów;
- Napięcie zasilania ± 5 V;
- Unipolarne lub bipolarne wyjścia o wydajności napięciowej $\pm 4,5$ V;
- Szybkość ustalania się wartości na wyjściu 5 μ s z dokładnością 1/2 LSB;
- Podwójnie buforowane wejścia cyfrowe;
- Asynchroniczne buforowanie zatrzaśków wejściowych oraz zatrzaśków par przetworników C/A;
- Asynchroniczne zerowanie wejść przetworników C/A do wartości masy analogowej;
- Automagiczne zerowanie wejść przetworników C/A do wartości masy analogowej po zasileniu układu;
- Kompatybilność z mikroprocesorami oraz układami w technologii TTL/CMOS.

Przetwornik ten cechuje podwójnie buforowany interfejs logiczny z 13-bitową równoległą magistralą danych. Każdy przetwornik C/A posiada zatrzaśk wejściowy oraz zatrzaśk przetwornika. Dane z zatrzaśku przetwornika C/A ustawiają napięcie na wyjściu przetwornika. Osiem zatrzaśków wejściowych jest adresowanych przez trzy linie adresowe. Dane są ładowane do zatrzaśków wejściowych pojedynczą instrukcją zapisu. Informacje z zatrzaśków wejściowych do zatrzaśków przetworników są przesyłane asynchronicznie, za pomocą sygnałów na wejściach \overline{LDx} , stanem aktywnym niskim. Układ ma cztery wejścia \overline{LDx} , każde kontroluje dwa przetworniki C/A, a wszystkie zatrzaśki przetworników można ładować jednocześnie przez zwarcie wszystkich wejść \overline{LDx} . Zerowanie wyjść wszystkich ośmiu przetworników do wartości masy analogowej odbywa się asynchronicznie za pomocą wymuszenia stanu niskiego na wejściu \overline{CLR} . Sygnał \overline{CLR} ustawia także wartość 1000 hex na zatrzaśkach wejściowych. Po zasileniu układu, uruchamiana jest procedura, o funkcji identycznej jak działanie sygnału \overline{CLR} . Przedstawiony przetwornik ma



Rys. 3. Schemat funkcjonalny układu MAX547

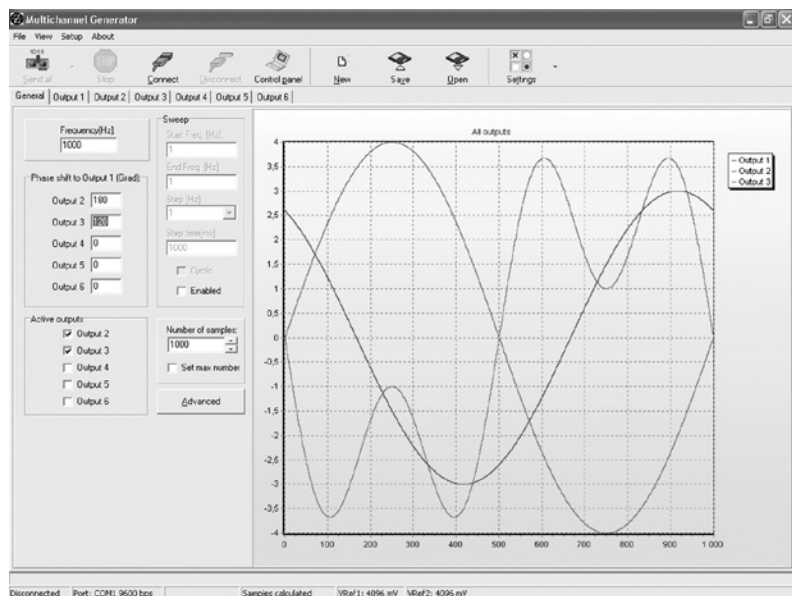
bardzo małe *glitche*, co jest jego bardzo istotną zaletą, gdyż wpływa na zmniejszenie zniekształceń przetwarzanego sygnału. *Glitch* jest to nic innego jak szpilka, przeważnie o znacznej amplitudzie, pojawiająca się w sygnale wyjściowym. Powstaje ona wskutek przełączania kluczy tranzystorowych, zawartych w strukturze układu, w momencie przetwarzania wartości binarnej sygnału na jego reprezentację analogową. Szpilka taka osiąga największą wartość gdy wszystkie bity kodu binarnego zmieniają swoją wartość, np. 0111111111111111 -> 100000000000. W takim przypadku następuje przełączenie wszystkich kluczy tranzystorowych. Każdy tranzystor „zamyka” i „otwiera” się z różną prędkością, dlatego w stanie pośrednim

wartość kodu jest nieustalona (przypadkowa), która następnie jest konwertowana na wartość analogową.

Aplikacja sterująca

Możliwości generatora najlepiej jest przedstawić opisując właściwości i funkcje aplikacji sterującej urządzeniem. Na **rys. 4** przedstawione jest okno główne programu z aktywną zakładką „General”. Parametry sygnału jakie można na niej ustawić to: częstotliwość podstawowa, liczba próbek na okres i faza sygnału. Dodatkowo w zakładce „General” ustala się parametry funkcji sweep, czyli krokowej zmiany częstotliwości. Pola typu *checkbox* w grupie „Active outputs” służą do wybrania kanałów, których próbki mają zostać przesłane do pamięci procesora DSP. W po-

lu wykresu w zakładce „General” wyświetlane są przebiegi wszystkich aktywnych kanałów. Należy pamiętać, że częstotliwość podstawowa oraz liczba próbek na okres jest wspólna dla wszystkich kanałów. Wykres ma dodatkowe funkcje, które są dostępne w podręcznym menu po kliknięciu prawym przyciskiem myszki na jego polu. Są to między innymi analiza FFT oraz możliwość powiększenia lub pomniejszenia wykresu. Dzięki analizie FFT można obejrzeć amplitudę, fazę, część rzeczywistą lub urojoną poszczególnych składowych sygnału. Dostępnych jest pięć rodzajów okien: prostokątne, trójkątne, Hanninga, Hamminga oraz Blackmana. Rozdzielczość analizy FFT można zmieniać w zakresie od 128 do 32768 punktów. Dowolny



Rys. 4. Okno główne aplikacji z aktywną zakładką „General”

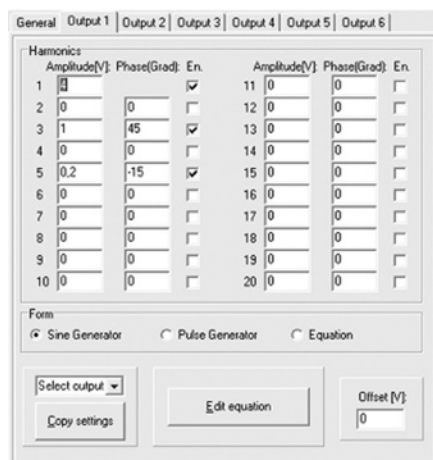
fragment wykresu można również powiększyć przy użyciu myszki zaznaczając prostokąt nad interesującym nas obszarem z góry w dół. Zaznaczenie prostokąta od dołu w górę powoduje pomniejszenie wykresu.

Kolejne zakładki służą do definiowania parametrów poszczególnych przebiegów. Każda przeznaczona jest dla odpowiedniego kanału. Ich zawartość jest taka sama, dlatego zostanie przedstawiona tylko jedna z nich „Output 1”.

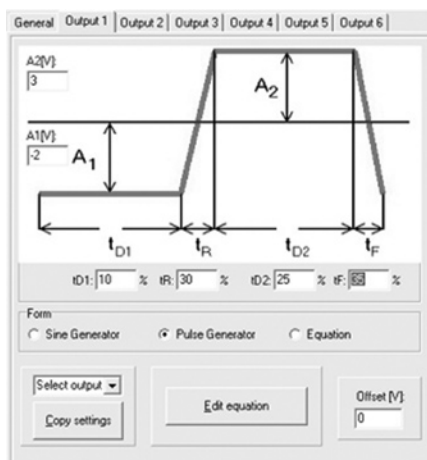
Przebieg można zdefiniować na trzy sposoby:

- określając wartości amplitud i faz poszczególnych harmoniczných (rys. 5),
- podając amplitudę stanu wysokiego i niskiego oraz czas ich trwania, a także czas narastania i opadania zboczy (rys. 6),

- podając formułę matematyczną. Dodatkowo dla pierwszych dwóch sposobów można podać również składową stałą (offset). Przełącznik „Form” na rys. 5 i 6 pozwala dokonać wyboru sposobu definiowania przebiegu. Dla ułatwienia wprowadzania formuł matematycznych przygotowane zostało narzędzie „Equation edit” (rys. 7). Aby przyspieszyć pracę przy wprowadzaniu takich samych ustawień dla kilku kanałów, wprowadzono możliwość szybkiego kopiowania zakładek. Wystarczy przełączyć się na zakładkę w której chcemy wprowadzić zmiany, a następnie wybrać kanał z listy rozwijanej i przycisnąć „Copy settings”. Ustawienia wybranego kanału zostaną skopiowane do aktualnej zakładki. Aplikacja posiada również możliwość zapisu do pliku definicji przebiegów.



Rys. 5. Pole pozwalające zdefiniować właściwości poszczególnych harmoniczných sygnału



Rys. 6. Pole pozwalające zdefiniować właściwości przebiegu prostokątnego (trójkątnego)



Rys. 7. Narzędzie służące do definiowania formuły matematycznej opisującej przebieg

Po określeniu właściwości przebiegów i przesłaniu próbek do urządzenia uaktywniony zostaje „Control panel” (rys. 8). Za jego pomocą możliwe jest włączenie bądź wyłączenie każdego kanału osobno, jak i również zmiana częstotliwości podstawowej.

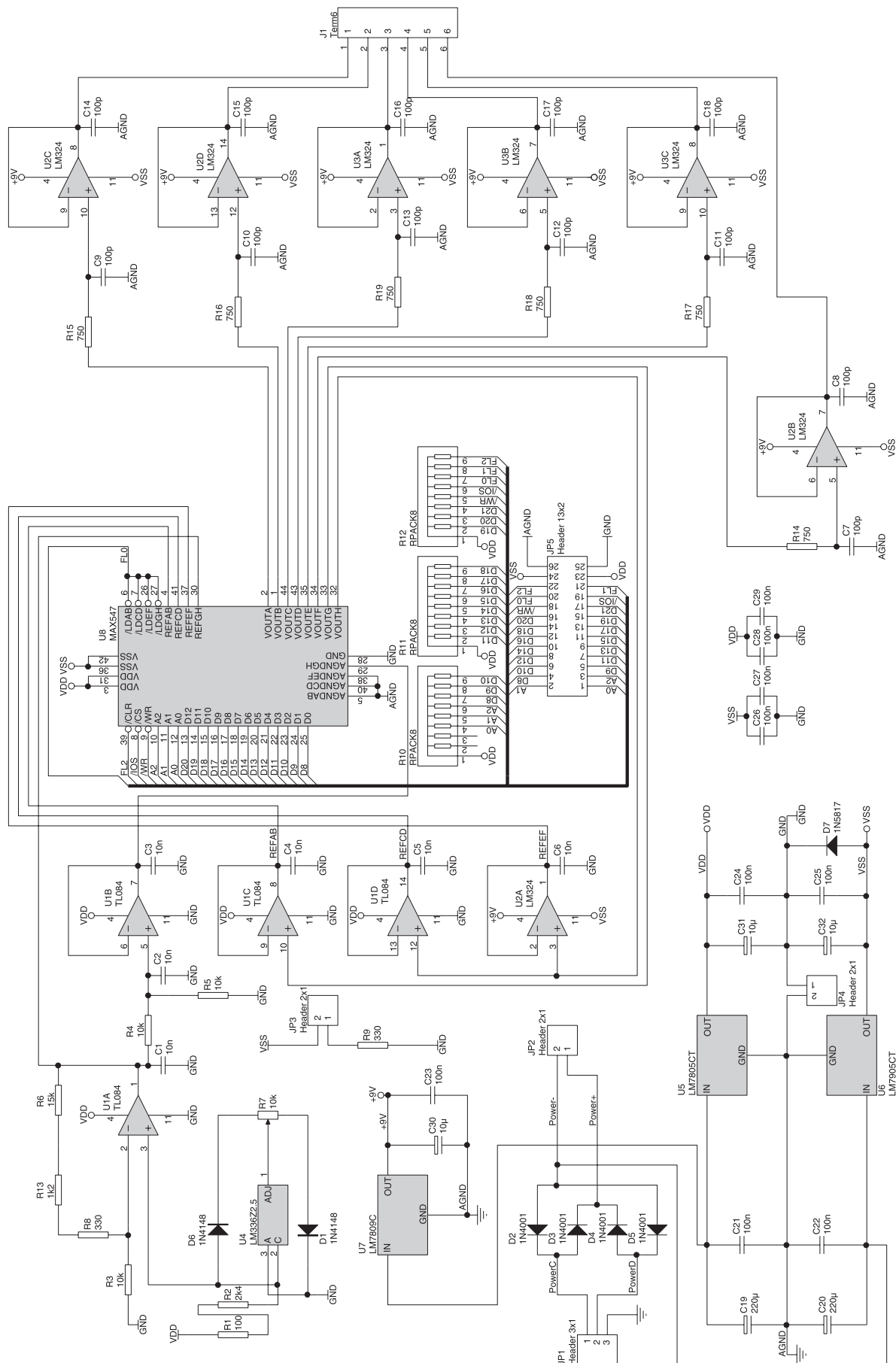
Opis urządzenia

Urządzenie ma budowę modułową, tzn. na osobnej płytce znajduje się procesor wraz z niezbędnymi elementami i na osobnej przetwornik z układem zasilania.

Bardzo ważnym elementem generatora jest przetwornik C/A MAX547 firmy MAXIM oznaczony na schemacie (rys. 9) jako U8. Zasilany jest on napięciami symetrycznymi ± 5 V, których dostarcza układ stabilizacji napięcia złożony z prostownika napięcia: D2, D3, D4 i D5, ze stabilizatorów U5 i U6 oraz kondensatorów C19, C20, C21, C22, C24, C25, C31, C32. Zworka JP4 służy do rozdzielenia masy analogowej AGND i GND podczas procesu auto routingu i przy normalnej generacji pracy musi być zwarta. Dioda D7



Rys. 8. Control panel



Rys. 9. Schemat ideowy modułu z przetwornikiem C/A

jest zastosowana zgodnie z zaleceniami noty katalogowej producenta. Jest to dioda Schottky'ego (szybka), która zabezpiecza układ U8. Jest to bardzo ważne, gdyż przy załączaniu napięcia na bardzo krótką chwilę może się pojawić napięcie dodatnie na „ujemnej” linii zasilania co spowodowałoby z bardzo dużym prawdopodobieństwem uszkodzenie przetwornika

SPIS ELEMENTÓW

plytka przetwornika

Rezystory

R1: 100 Ω
R2: 2,4 kΩ
R3...R5: 10 kΩ
R6: 15 kΩ
R7: 10 kΩ
R8, R9: 330 Ω
R10...R12: RPACK8
R13: 1,2 kΩ
R14...R19: 750 Ω

Kondensatory

C1...C6: 10 nF
C7...C18: 100 pF
C19, C20: 220 μF
C2...C29: 100 nF
C30...C32: 10 μF

Półprzewodniki

D1: 1N4148
D2...D5: 1N4001
D6: 1N4181
D7: 1N5817
U1: TL084
U2, U3: LM324
U4: LM336Z2.5(3)
U5: LM7805CT
U6: LM7905CT
U7: LM7809C
U8: MAX547-QFP44

Inne

J1: 2x Terminal Block 3,5 mm 3 pin
JP1: Terminal Block 5 mm 3 pin
JP2...JP4: Goldpin 2x1
JP5: Goldpin 13x2
Taśma 26 żył
Transformator TS8/10/1

plytka procesora

Rezystory

R1: 10 k

Kondensatory

C1...C4: 1 μF
C5: 4,7 μF
C6...C12: 100 nF
C13, C14: 33 nF
C15: 10 μF

Półprzewodniki

U1: MAX232
U2: ADSP-2181KS-160
U3: 27C512
U4: 4093

Inne

Y1: XTAL 20 MHz
JP1: Goldpin 5x2
JP2: Goldpin 13x2

C/A. Układ źródła napięcia referencyjnego +2,5 V z możliwością precyzyjnej regulacji składa się z diod D1, D6, układu U4, potencjometru wieloobrotowego (helitrim) R7 oraz rezystorów R1 i R2. Ponieważ dla poprawnej pracy przetwornika U8 konieczne jest napięcie referencyjne o wartości +4,096 V, dlatego napięcie ze źródła referencyjnego podawane jest na wzmacniacz nieodwracający U1A o współczynniku wzmocnienia napięciowego równym 1,653 V/V. Rezystory R3, R6, R8, R13 powinny mieć tolerancję 1%..5%, aby za pomocą potencjometru R7 można było nastawić na wyjściu wzmacniacza U1A napięcie +4,096 V, które podawane jest wejście REFGH układu U8 oraz na rezystorowy dzielnik napięcia R4-R5. Napięcie z dzielnika poprzez bufor (wtórnik emiterowy) U1B podawane jest na nóżkę AGNDGH przetwornika C/A. Taka konfiguracja pozwala uzyskać na wyjściach przetworników G i H dodatnie unipolarne napięcia, które stanowią źródło odniesienia dla innych przetworników zawartych w strukturze MAX547. Ponieważ przetworniki są pogrupowane w pary pod względem napięć odniesienia i mas, konieczne było przyporządkowanie wyjścia G przetwornika dwóm przetwornikom A i B jako źródło odniesienia. Natomiast, wyjście H stanowi źródło odniesienia aż dla czterech przetworników C, D, E i F. Wszystkie omawiane sygnały są podawane na U8 poprzez trzy wtórnik emiterowe U1C, U1D i U2A. Kondensatory C1, C2, C3, C4, C5 i C6 zwiernają do masy ewentualne zakłócenia w postaci wyższych harmonicznych.

Ze względu na znane zjawisko nagłego wzrostu prądu pobieranego przez układ CMOS, podczas przełączania tranzystorów zawartych w jego strukturze, zastosowano kondensatory odsprężające C26, C27, C28, C29. Na płytce drukowanej zostały one umieszczone możliwie blisko układu U8, aby rezystancje ścieżek były jak najmniejsze.

Wszystkie linie sterujące i danych są podciągane do napięcia zasilania +5 V poprzez rezystory drabinkowe R10, R11, R12.

Na wszystkich wyjściach przetwornika C/A zastosowano dolno-przepustowe filtry RC o częstotliwości granicznej ok. 2 MHz. Mają one za zadanie eliminowanie niepożądanych wyższych harmonicznych. Za każdym filtrem znajduje się wtórnik emiterowy zbudowany w oparciu

o wzmacniacz operacyjny LM324, który pełni rolę bufora pomiędzy filtrem RC a wyjściem. Zabezpiecza on również wyjścia przetwornika przed przeciążeniem. Układ LM324 może osiągnąć na wyjściu prawie całe ujemne napięcie zasilania, jednak nie jest możliwe uzyskanie na jego wyjściu dodatniego poziomu napięcia zasilania. Przy zasilaniu napięciem +5 V można osiągnąć maksymalne napięcie wyjściowe w granicach ok. +3 V. Takie rozwiązanie powodowałoby „obcinanie” przebiegu wyjściowego, gdy jego amplituda była by większa niż 3 V. Rozwiązaniem byłoby zastosowanie wzmacniacza *Rail-To-Rail* (np. LM6134), lecz cena i dostępność takich układów sprawiła, że konieczne było zastosowanie dodatkowego stabilizatora U7, który zapewnia dodatkowe napięcie zasilania +9 V.

Podczas użytkowania należy pamiętać aby nie obciążać wyjścia generatora prądem większym niż 10 mA, gdyż do takiej maksymalnej wartości prądu producent gwarantuje poprawną pracę układu LM324.

Złącze JP2 służy do podłączenia ewentualnego wentylatora, złącze JP3 jest przeznaczone dla diody sygnalizującej pracę urządzenia.

Na **rys. 10** przedstawiony jest schemat modułu procesorowego, który jest przeznaczony do współpracy z płytką zawierającą przetwornik C/A. Jego zadaniem jest komunikowanie się z komputerem PC, odbiór i zapis do pamięci ustawień, próbek oraz wystawianie danych i sygnałów sterujących dla przetwornika C/A MAX547.

W skład modułu wchodzi:

- Procesor ADSP 2181 KS-160,
- Pamięć EPROM 27C512,
- Konwerter MAX232,
- Bramka NAND z przerzutnikiem Schmitta 4093.

Ponieważ napięcie zasilania podawane jest poprzez złącze JP2 z modułu generatora, nie było konieczności stosowania odrębnego układu zasilającego. W pamięci EPROM zapisany jest program, który podczas załączania zasilania jest ładowany do wewnętrznej pamięci RAM procesora. Układ U1 zapewnia dopasowanie poziomów napięć pomiędzy interfejsem RS232C a napięciami stosowanymi w technologii TTL. Układ U4A wraz z rezystorem R1 i kondensatorem C15 zapewniają odpowiedni sygnał resetu podczas włączania zasilania. Bramka NAND pracuje w konfiguracji inwertera. Przy załączeniu napięcia kondensator C15

jest ładowany przez rezystor R1. Na zwartych wejściach U4A napięcie zaczyna spadać. Ponieważ zastosowana bramka NAND ma wbudowany przetrzutnik Schmitta na jej wyjściu nie występują oscylacje, tylko stan niski. Stan ten musi być utrzymany przynajmniej przez pięć cykli zegarowych procesora, aby wprowadzić procesor w stan początkowy. Zastosowana duża pojemność i rezystancja zapewniają utrzymanie stanu niskiego kilkakrotnie dłużej niż jest wymagany. Gdy

napięcie na kondensatorze wzrośnie do odpowiedniej wartości, bramka U4A zmienia na swym wyjściu stan z niskiego na wysoki i procesor rozpoczyna normalną pracę. Kondensatory C6, C7, C8, C9, C10 i C11 są to kondensatory odsprężające.

W rozwiązaniu modelowym zastosowanie radiatora i wentylatora na procesor okazało się konieczne, gdyż po kilkunastominutowej pracy procesor znacznie się nagrzewał i następowało jego niekontrolowane zerowanie.

Autorzy pragną serdecznie podziękować Panu dr inż. Krzysztofowi Urbańskiemu za cenne rady i wskazówki podczas realizacji projektu.

Bartosz Jakubski
Jacek Wiszniewski

Projekt zrealizowany w ramach pracy dyplomowej na Uniwersytecie Zielonogórskim.

W ofercie AVT są dostępne:
- [AVT-456A] płytką drukowaną



SPRZEDAŻ CZĘŚCI I PODZESPOŁÓW ELEKTRONICZNYCH

HURT:

01-985 Warszawa, ul. Dzierżonowska 9A, tel. (22) 865 30 60, fax (22) 865 30 50

DETAL - nasze SKLEPY:

02-585 Warszawa, Al. Niepodległości 84, tel. (22) 844 44 22, tel./fax (22) 844 09 92
02-620 Warszawa, ul. Puławska 132, tel./fax (22) 848 44 95, tel. (22) 844 44 43
40-032 Katowice, ul. Dąbrowskiego 1, tel. (32) 251 25 25, tel./fax (32) 251 58 44

SPRZEDAŻ WYSYŁKOWA • PEŁNA OFERTA W INTERECIE

www.slawmir.com.pl e-mail: slawmir@slawmir.com.pl

Światowy lider w produkcji bezpieczników topikowych dla przemysłu elektronicznego, energetyki i automatyki oferuje:

- bezpieczniki subminiatury SMD
- bezpieczniki miniatury
- bezpieczniki z końcówkami do wlotowania
- bezpieczniki do ochrony półprzewodników (ultraszybkie)
- bezpieczniki przemysłowe
- bezpieczniki trakcyjne, stałoprądowe
- bezpieczniki w standardach: brytyjskim, amerykańskim, francuskim, europejskim
- gniazda i podstawy bezpiecznikowe



SIBA Polska Sp. z o.o.

01-682 Warszawa, ul. Gombrowicza 19
tel. (22) 83214777, fax: (22) 8339118
GSM 0601241236
e-mail: siba@sibafuses.pl, www.siba.de

Uznanie dla jakości. Radość z ceny.

JAMICON®



Jamicon Kaimei Electronic Corporation to jeden ze światowych potentatów w produkcji wysokiej jakości kondensatorów elektrolitycznych produkowanych na bazie doskonale czystego elektrolitu z Sanyo Chemical. Ropla jako autoryzowany dystrybutor Jamicon oferuje pełny wybór kondensatorów elektrolitycznych - 85°C, 105°C, SMD, Snap-In, kondensatory z wyprowadzeniem śrubowym wraz z obejmą w cenie kondensatora, low ESR m.in. do zasilaczy i płyt głównych, bipolarne, na specjalne zamówienie i wiele innych. Zadzwoń. Spytaj o cenę. Ucieszymy Cię.

AUTORYZOWANY
DYSTRYBUTOR
JAMICON

ROPLA®

► **SZYBKE DOSTAWY**

► **DOBRA CENA**

Przed wszystkim
kondensatory...

Ropla Elektronik Sp. z o.o., 53-011 Wrocław, ul. Wyścigowa 3, tel. +48 (71) 339 7229, fax. +48 (71) 339 7230, info@ropla.pl, www.ropla.pl