



DSPfactory (2)

Profesjonalny efekt dźwiękowy dla muzyków

Odtworzenie brzmienia efektów opartych na celowym opóźnieniu sygnału (zwłaszcza typu: chorus, reverb i echo) jest dość łatwe w realizacji. A skoro tak, to zrodził się pomysł zbudowania profesjonalnego efektu muzycznego pozwalającego na symulowanie analogowych kamer pogłosowych oraz realizację innego rodzaju efektów muzycznych. W ten sposób powstał DSPfactory – cyfrowy procesor muzycznych efektów przestrzennych, który postawiony na półce obok urządzeń ze stajni Rolanda czy Yamahy nie wygląda jak ich „ubogi kuzyn”, zarówno pod względem montażowym, jak i użytkowym!

Rekomendacje: urządzenie pozwala na zapoznanie się z programowaniem efektów muzyczny oraz na uzyskanie nowego, atrakcyjnego brzmienia instrumentów. W związku z tym, może on służyć zarówno muzykom jak i programistom – twórcom nowych, ciekawych algorytmów przetwarzających dźwięk.

Montaż

W związku z tym, że poszczególne moduły urządzenia DSPfactory charakteryzują się nieco odmienną budową mechaniczną oraz złożonością montażową, szczegóły dotyczące ich montażu zostaną przedstawione oddzielnie. Zaczniemy, więc od modułu płyty głównej audio, który to jest modulem o największym stopniu komplikacji. Schemat montażowy płyty głównej pokazano na **rysunku 7**, natomiast zdjęcie zmontowanego modułu w wersji prototypowej na **fotografii 8**.

Montaż modułu płyty głównej audio rozpoczynamy od wlutowania wszystkich półprzewodników SMD, następnie elementów biernych SMD, rezonatora kwarcowego procesora FV-1, kondensatorów

elektrolitycznych – przewlekanych, a na samym końcu złącza, gniazda JACK, przełączniki miniaturowe i potencjometry obrotowe. Z uwagi na zagęszczenie i liczbę elementów przed pierwszym podłączeniem układu należy jeszcze raz sprawdzić jakość wykonanych połączeń by nie dopuścić

do ewentualnych zwarców. Wspomniana kontrola będzie znacznie łatwiejsza, jeśli zmontowana płytkę sterownika przemyjemy alkoholem izopropylowym w celu wypłukania nadmiaru kalafonii lutowniczej.

Schemat montażowy modułu panelu sterującego pokazano na **rysunku 9**, a zdjęcie

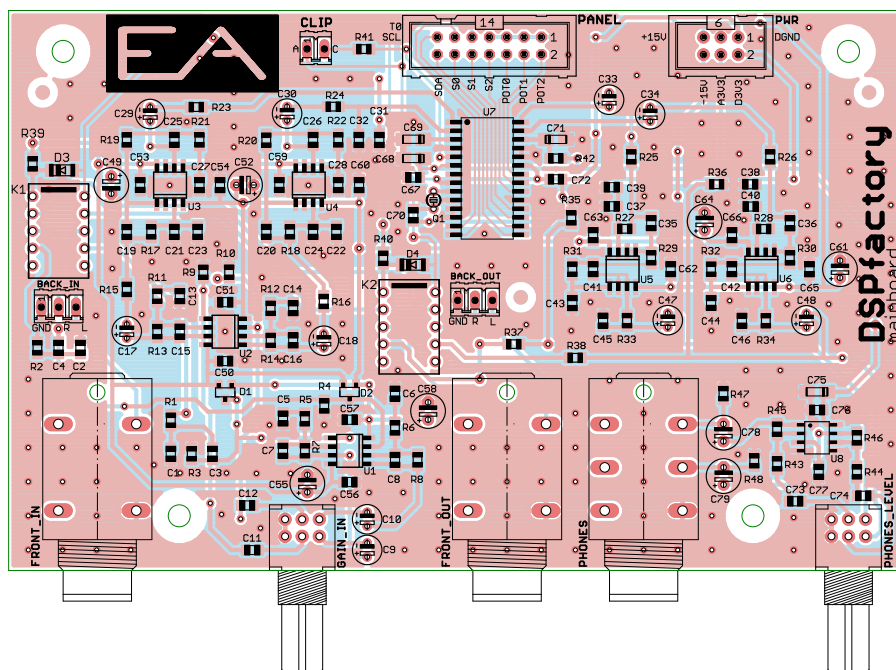


zmontowanego modułu na **fotografii 10**. Montaż rozpoczynamy od wlutowania wszystkich półprzewodników SMD, następnie lutujemy elementów biernych SMD, a na samym końcu złącza PWR/INTERFACE i AUDIO (uwaga: lutujemy je od spodu płytki), miniaturowe switchy podświetlane PREV/NO, NEXT/YES, BANK/UPLOAD i STORE oraz enkodery obrotowe POT1/EDIT, POT2 i POT3. Elementy P1 i R15 montujemy wyłącznie, jeśli zamiast przewidzianego wyświetlacza OLED stosujemy wyświetlacz LCD. Wtedy potencjometr P1 służy do regulowania kontrastu wbudowanego wyświetlacza LCD. Sam wyświetlacz dołączamy do płytki modułu za pomocą

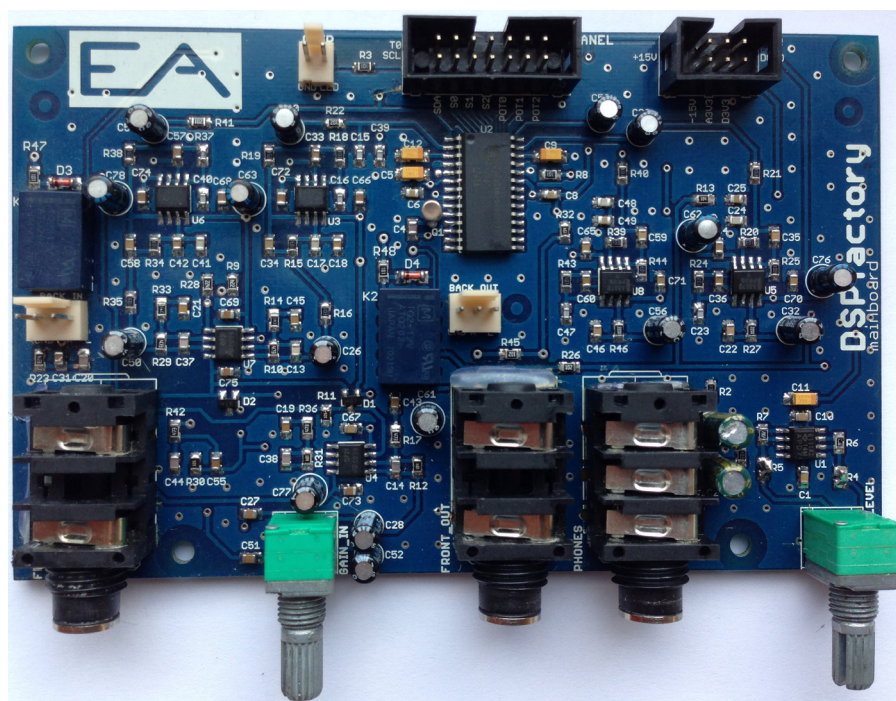
2-rzędowej listwy goldpin (2×8 pinów), po czym stosujemy 3 tulejki dystansowe w celu mechanicznego zespolenia płytki wyświetlacza z płytką modułu. Zworka oznaczona PGM musi pozostać rozwarta podczas programowania mikrokontrolera (jeśli programowany jest w systemie docelowym), zaś podczas normalnej pracy musi być zwarta.

Schemat montażowy modułu zasilacza pokazano na **rysunku 11**, zaś zdjęcie zmontowanego modułu na **fotografii 12**. Jego komponenty są zamontowane na jednostronnym obwodzie drukowanym, a sam zasilacz jest nieskomplikowany w budowie i złożony z niewielkiej liczby podzespołów

ze zdecydowaną przewagą elementów przebiegających. Jego montaż zaczynamy od wlutowania wszystkich zworek, następnie po stronie wyprowadzeń montujemy 4 elementy SMD: U6 i C16...C18, kolejno elementy bierne zaczynając od rezystorów



Rysunek 7. Schemat montażowy modułu płyty głównej (modułu audio) DSPfactory



Fotografia 8. Zdjęcie zmontowanego modułu płyty głównej (modułu audio) DSPfactory

DODATKOWE MATERIAŁY NA FTP:

<ftp://ep.com.pl>

USER: 22118, PASS: 07764433

Podstawowe informacje:

- Zbudowany w oparciu o procesor DSP typu FV-1.
- Efekty programowane, zapamiętywane w banku pamięci.
- Możliwość tworzenia własnych efektów lub wykorzystania dostępnych między innymi na stronie internetowej producenta procesora DSP.
- Efekty ograniczone jedynie wyobraźnią twórcy.
- Możliwość współpracy ze źródłami monofooniznymi i stereofonicznymi.
- Nowoczesny design (wyświetlacz OLED, obsługa za pomocą enkoderek).
- Budowa modułowa: płyta główna, zasilacz, płyta interfejsu użytkownika, płyta wejść/wyjść.
- Napięcie zasilające: 230 V AC.

Ustawienia fusebitów:

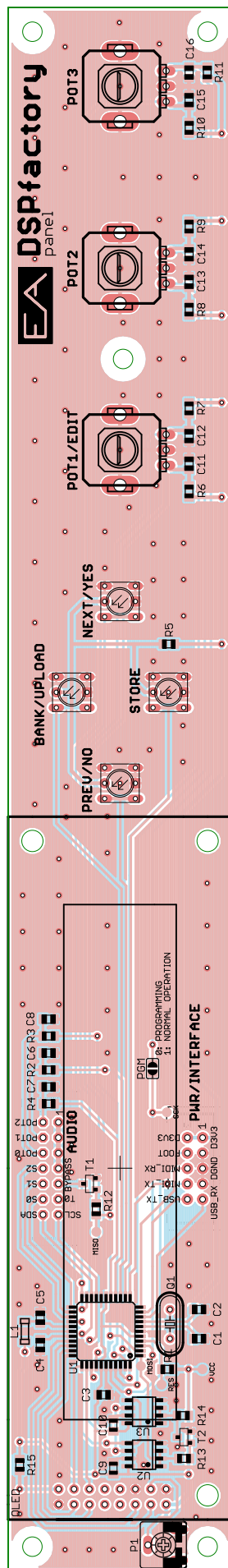
CKSEL3...0: 1111
SUT1...0: 11
CKOUT: 1
CKDIV8: 1
JTAGEN: 1
EESAVE: 0

Projekty pokrewne na FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na FTP)

- | | |
|-------------|---|
| AVT-5531 | DSPfactory. Profesjonalny efekt dźwiękowy dla muzyków (EP3/2016) |
| --- | Efekt „Reverb” do gitary lub instrumentu klawiszowego (EP 3/2015) |
| Projekt 220 | Zasilacz do efektów gitarowych (EP 2/2015) |
| AVT-5484 | Delay – efekt do instrumentu muzycznego (EP 1/2015) |
| AVT-1768 | Efekt gitarowo-basowy Fuzz (EP 08/2013) |
| AVT-1767 | Efekt gitarowo-basowy Distortion (EP 08/2013) |
| AVT-1766 | Efekt gitarowo-basowy Overdrive (EP 08/2013) |
| AVT-1765 | Efekt gitarowo-basowy Crunch Drive (EP 08/2013) |
| AVT-3049 | AVRSYN2 – syntezator muzyczny na ośmiobitowym mikrokontrolerze (EdW 1/2013) |
| AVT-5344 | Efekt gitarowy Fazer (EP 5/2012) |
| AVT-5215 | Cyfrowy efekt gitarowy (EP 12/2009) |
| AVT-1466 | Echo cyfrowe (EP 6/2008) |
| AVT-435 | Prosty wzmacniacz do ćwiczeń gry na gitarze (EP 7/2005) |
| AVT-314 | Efekt tremolo-vibrato (EP 12/1996) |
| AVT-313 | „Kaczka” gitarowa (EP 11/1996) |
| AVT-303 | Przystawka do gitary „Distortion” (EP 6/1996) |
| AVT-302 | Kompresor do gitary i basu (EP 5/1996) |
| AVT-306 | Chorus gitarowy (EP 5/1996) |
| AVT-304 | Gitarowa bramka szumów (EP 5/1996) |

* Uwaga:
Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach:
AVT xxxx UK to zaprogramowany układ. Tylko i wyłącznie. Bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx A płyta drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wyraźnie zaznaczono), bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx A+ płyta drukowana i zaprogramowany układ (czyli połączenie wersji A i wersji UK) bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx B płyta drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymienionych w załączniku pdf to nic innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wlutowane 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 oprogramowanie (niezestaw spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można pobrać, klikając w link umieszczony w opisie kitu)
AVT xxxx CD 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://silkep.avt.pl>



Rysunek 9. Schemat montażowy modułu panelu sterującego DSPfactory

i kondensatorów ceramicznych, a kończąc na kondensatorach elektrolitycznych. Następnie montujemy wszystkie elementy półprzewodnikowe przeznaczone do montażu przewlekanego, a na samym końcu złącza POWER, PANEL i FOOT, gniazda MIDI-IN, MIDI-OUT oraz USB jak i transformatory miniaturowe do druku TR1 i TR2.

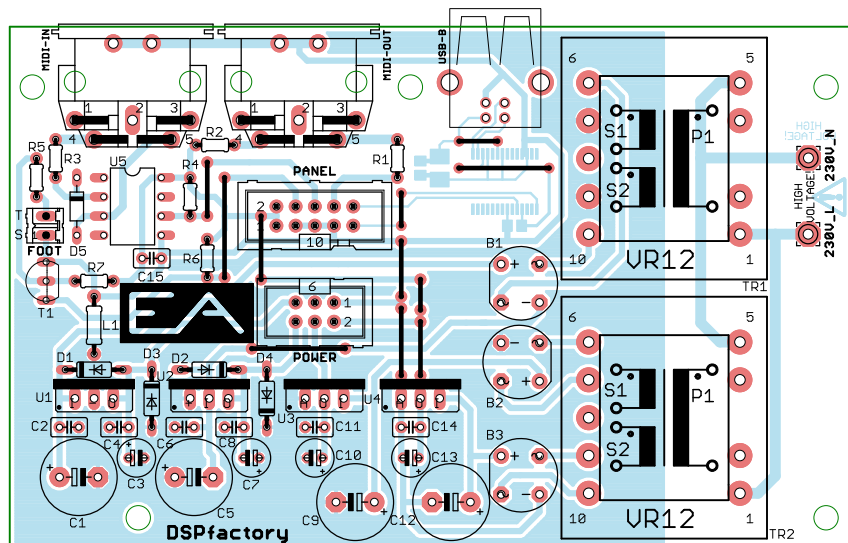
Z uwagi na fakt, iż na płycie modułu zasilacza i interfejsów wejścia/wyjścia zbudowano kompletne układy zasilające napięciem sieciowym 230 V istnieje niebezpieczeństwo porażenia prądem elektrycznym o napięciu 230 V, co może być zagrożeniem dla życia i zdrowia użytkowników. W związku z tym, montaż modułu powierzyć należy osobie posiadającej uprawnienia elektryczne w zakresie eksploatacji urządzeń o napięciu do 1 kV.

Miejsca na płycie drukowanej, gdzie występuje wysokie napięcie groźne dla życia i zdrowia oznaczone zostały odpowiednimi opisami.

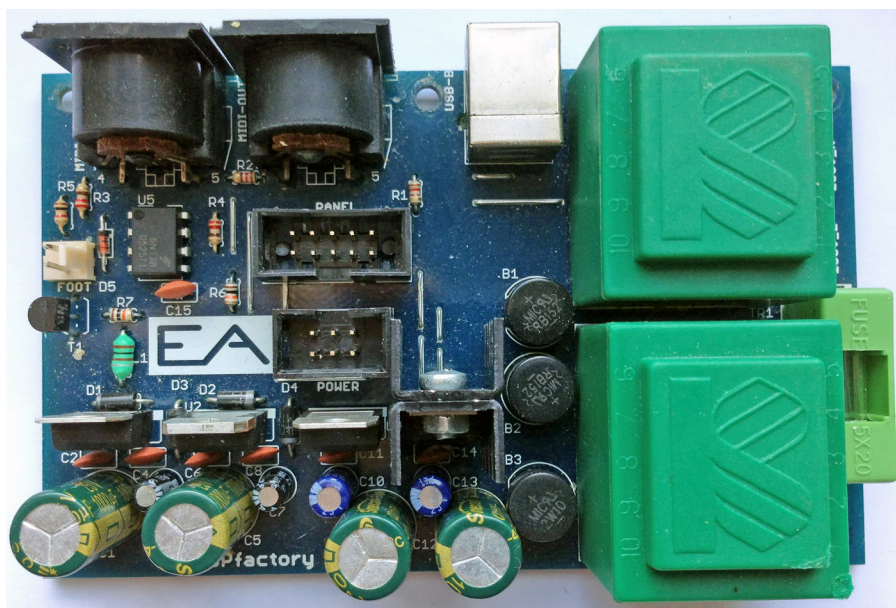
Ostatnim modulem naszego urządzenia jest uniwersalny moduł gniazd wejścia/wyjścia, którego schemat montażowy pokazano na rysunku 13, zaś zdjęcie zmontowanego modułu na fotografii 14. Uniwersalność tego modułu wynika z faktu, że jego obwód drukowany tak zaprojektowano, aby po przecięciu w przygotowanym do tego celu miejscu (otwory na środku płytki) można było go użyć jako modułu monofonicznego gniazda FOOTSWITCH. Jeśli w module używamy stereofonicznych, tylnych gniazd wejściowych lub wyjściowych, to dzięki zworze L-MONO lub R-MONO możemy zdecydować, które z gniazd będzie pełniło rolę



Fotografia 10. Zdjęcie zmontowanego modułu panelu sterującego DSPfactory



Rysunek 11. Schemat montażowy modułu zasilacza i interfejsów wejścia/wyjścia DSPfactory



Fotografia 12. Zdjęcie zmontowanego modułu zasilacza i interfejsów wejścia/wyjścia DSPfactory

gniazda monofonicznego dla dołączenia instrumentów monofonicznych, takich jak gitara. Co do montażu tego modułu to trudno tu cokolwiek napisać, gdyż umieszczono na nim wyłącznie dwa gniazda typu JACK.

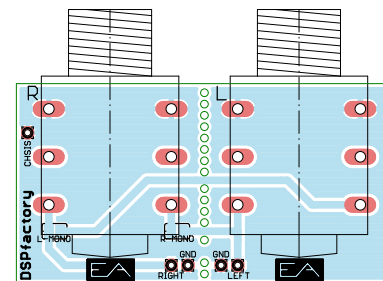
Montaż całości

Zmontowane urządzenie DSPfactory po usunięciu górnej pokrywy obudowy pokazano na **fotografii 15**, natomiast na **rysunku 16** przedstawiono rysunki techniczne panelu przedniego i tylnego.

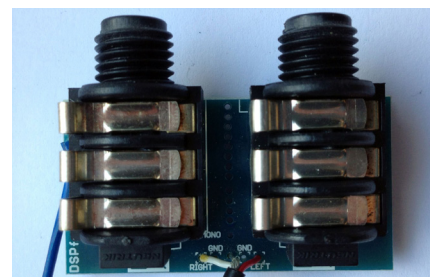
DSPFactory jest systemem składającym się z kilku modułów. Co ważne, prawidłowo zmontowane działa od razu po włączeniu zasilania, jednak z powodu jego skomplikowania możliwe jest popełnienie błędów montażowych, które to należy usunąć przed ostatecznym uruchomieniem systemu. Aby to zweryfikować, najlepiej upewnić się przed finalnym montażem efektu w obudowie,

że wszystkie moduły poprawnie współdziałają ze sobą. Najprostszą metodą takiego sprawdzenia jest uruchomienie urządzenia bez obudowy. Aby to uczynić należy zamontować tymczasowo moduły na słupkach montażowych, zabezpieczyć fragment zasilacza połączony z siecią energetyczną, aby uniemożliwić dotknięcie tego fragmentu płytką ręką i uruchomić w pierwszej kolejności sam zasilacz, a później wszystkie pozostałe moduły razem. Przed ostatecznym uruchomieniem całości należy sprawdzić poprawność montażu taśm przewodów, gdyż odwrotne połączenie wtyczek może spowodować zwarcie zasilacza lub uszkodzenie panelu sterującego. Prosty testem w takim przypadku jest sprawdzenie, czy piny numer 1 w obu wtyczkach danej taśmy przewodów są ze sobą połączone.

Jeśli po włączeniu efektu na panelu sterującym pojawiają się najpierw napis



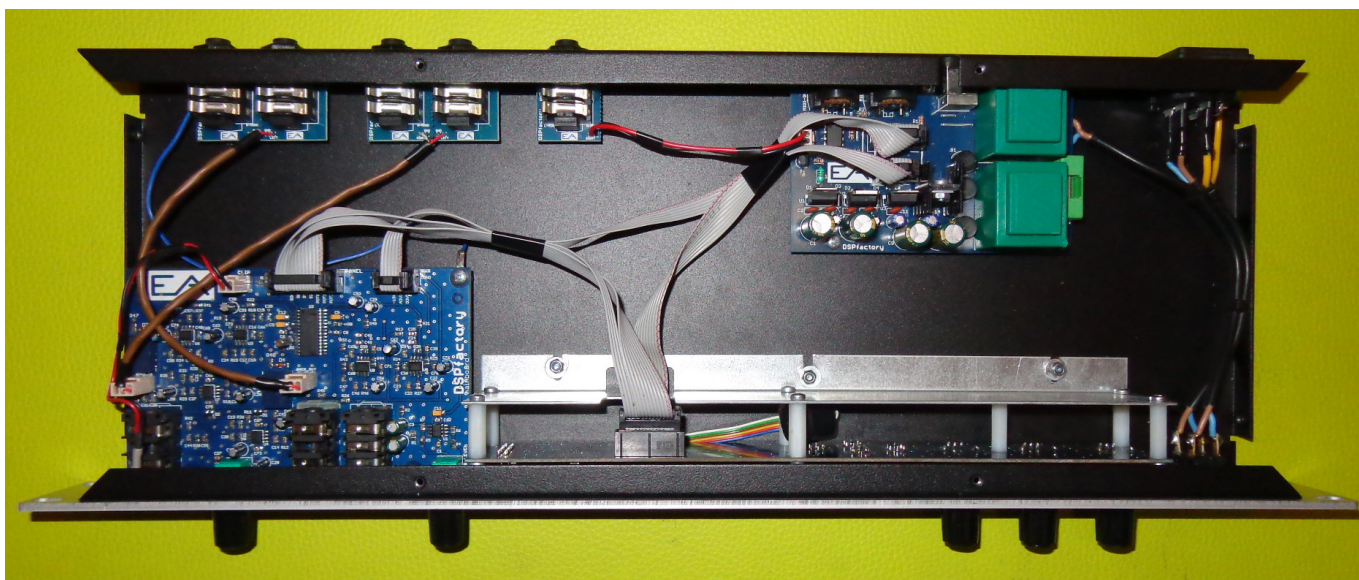
Rysunek 13. Schemat montażowy uniwersalnego modułu gniazd wejściowych/wyjściowych DSPfactory



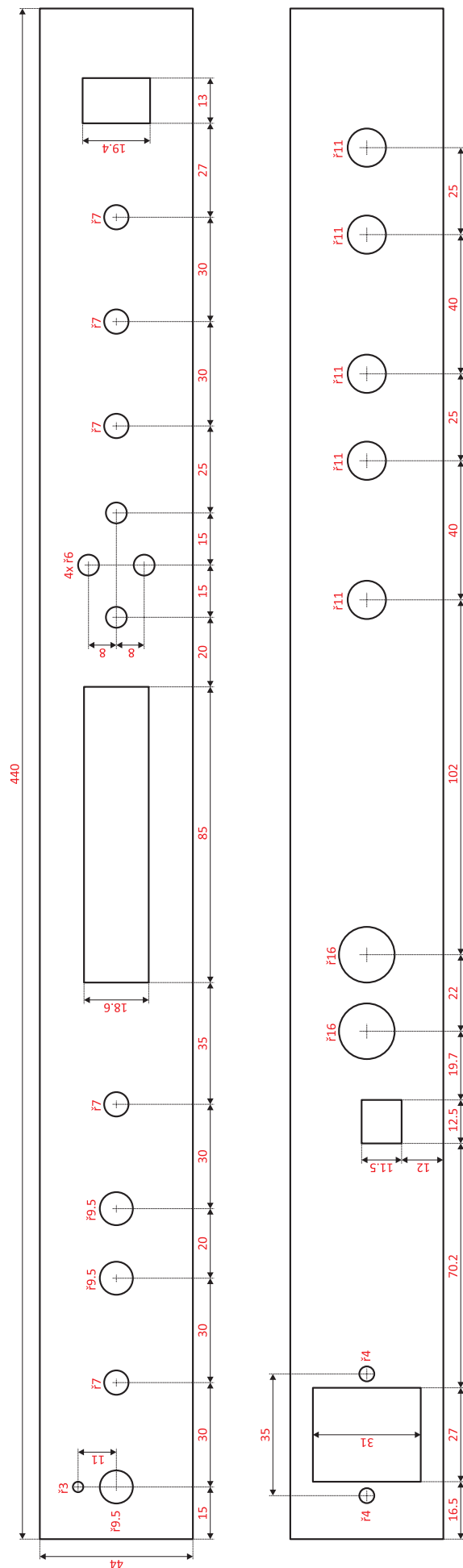
Fotografia 14. Zdjęcie zmontowanego uniwersalnego modułu gniazd wejściowych/wyjściowych DSPfactory

startowy, a następnie informacja o aktywnym efekcie, to ostatecznym testem urządzenia będzie podłączenie źródła sygnału do wejścia (może być gitara) i wyjścia urządzenia do wzmacniacza. Słyszalny przetworzony sygnał będzie dowodem, że przy montażu nie popełniono błędów. W takim wypadku sprawdzamy czy efekt reaguje na przyciski na panelu przednim (choćby wybranie następnego brzmienia). Jeśli nie wystąpiły żadne problemy, to można przystąpić do ostatecznego montażu efektu w obudowie.

Montaż ten rozpoczynamy od zebrania elementów mechanicznych potrzebnych w tym celu tj. gniazd typu Jack, gniazda do kabla sieciowego, słupków montażowych i specjalnego kątownika



Fotografia 15. Zdjęcie zmontowanego urządzenia DSPfactory po usunięciu górnej części obudowy


Rysunek 16. Rysunki wykonawcze panelu przedniego i tylnego DSPfactory

do mocowania panelu sterującego oraz wyłącznika sieciowego. Na wstępie rozłączamy wszystkie, poprzednio połączone ze sobą moduły, odkręcamy tymczasowo zamontowane słupki montażowe i rozpoczynamy ostateczny montaż zaczynając od modułu zasilacza, gniazda kabla sieciowego, wyłącznika sieciowego oraz gniazd wyjściowych na tylnym panelu obudowy. Same gniazda mocujemy do tylnego panelu obudowy dzięki zintegrowanym w nich nakrętkom zwracając jednocześnie uwagę na poziome położenie obwodów drukowanych, do których je przyłutowano. Przewód ochronny gniazda IEC łączymy do obudowy w sposób gwarantujący pewny kontakt elektryczny. W dalszej kolejności należy zamontować moduł audio i przewody łączące go z gniazdami Jack na tylnym panelu urządzenia. Jest to bardzo ważne, gdyż niektóre, istotne połączenia sygnałów audio dokonywane są przy pomocy odpowiednio połączonych gniazd Jack i bez tego urządzenie nie będzie działać prawidłowo. W tym momencie można wstępnie zamontować diodę CLIP. Ostatecznie powinna ona być przyklejona do panelu przedniego (silikonem).

Ostatnim montowanym modulem jest moduł panelu sterującego. W tym przypadku w pierwszej kolejności przykręcamy słupki montażowe do płytki tegoż panelu a następnie wkładamy moduł do obudowy dosuwając go do szybki zabezpieczającej wyświetlacz. Kolejno do obudowy wkładamy specjalny wspornik (kątownik), do którego mocowany jest panel, następnie przykręcamy panel do tegoż wspornika by ostatecznie zamocować sam wspornik do dolnej powierzchni obudowy (tak aby przełączniki i enkodery mogły się swobodnie poruszać w odpowiednich otworach ozdobnego panelu sterującego). Ośki enkoderów i potencjometrów stabilizujemy dodatkowo poprzez przykręcenie ich za pomocą nakrętek do stalowego panelu przedniego urządzenia. Na koniec, do wspomnianego, stalowego panelu przedniego przykręcamy przy pomocy 4 śrub, ozdobny aluminiowy panel przedni stanowiący element interfejsu użytkownika (na panel ten metodą sitodruku naniesiono wszystkie, niezbędne opisy). Ostatnią czynnością jest podłączenie masy układu do obudowy. Można to zrobić poprzez połączenie masy zasilacza poprzez oczko lutownicze do jednego ze słupów montażowych modułu audio. Jeśli wszystkie opisane czynności zostały wykonane prawidłowo to efekt jest gotowy do użycia. Można przystąpić do wgrania indywidualnych ustawień (banku brzmień) i testów przy użyciu instrumentu.

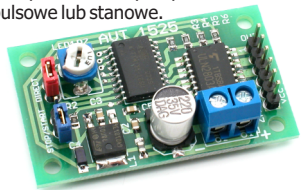
Robert Wołgajew, EP

AVT 1525 Sterownik unipolarnego silnika krokowego

Moduł przeznaczony do sterowania pracą silnika unipolarnego (5, 6 lub 8 przewodów) z maksymalnym obciążeniem do 1 A na kanał (cewkę). Dzięki zastosowaniu mikrokontrolera moduł pozwala na pracę krokową lub pół-krokową. Dodatkową funkcjonalnością jest możliwość wyboru zakresu regulacji prędkości obrotowej, wybór stanu zatrzymania: statyczny lub dynamiczny oraz wybór sposobu sterowania: impulsowe lub stanowe.

Wybrane parametry:

- sterowanie silnikiem krokowym unipolarnym (5 lub 6 przewodów)
- potencjometr do regulacji prędkości obrotowej
- obciążalność: do 1 A / kanał (cewkę)
- zasilanie: 5...30 VDC
- wymiary płytki: 60x30 mm



AVT 1725 Mikro krokowy sterownik silnika krokowego

Moduł uniwersalnego sterownika silnika krokowego. Dzięki sterowaniu mikroprocesorowemu dostępnych jest kilka funkcji. Podstawową z nich jest sterowanie wbudowanym potencjometrem prędkością obrotową silnika oraz kierunkiem jego wirowania.

Wybrane parametry:

- płynna regulacja prędkości obrotowej i kierunku obrotów (tym samym potencjometrem)
- regulacja prędkości obrotowej podzielona na dwa zakresy (1...10 i 7...100 gykl na sekundę)
- sterowanie mikro krokowe o rozdzielczości 1/64 lub 1/8 kroku
- odpowiedni do silników bipolarnych (4 przewody) i unipolarnych (5 lub 6 przewodów)
- funkcja pracy czasowej, czas płynnie regulowany w zakresie 0,5...70 sek.
- obciążalność: do 2 A / kanał (cewkę)
- zasilanie: (napięcie znamionowe silnika) 8...25 V
- wymiary płytki: 69x30 mm



AVT 1314 Najprostszy sterownik silnika krokowego

Moduł najprostszego sterownika silnika krokowego unipolarnego pozwala na pracę z silnikami o 5, 6 lub 8 wyprowadzeniach. Wbudowany potencjometr umożliwia płynną regulację prędkości obrotowej w szerokim jej zakresie. Za pomocą zewnętrznych elementów zwierznych np. przycisków można sterować kierunkiem wirowania (lewo-prawo), a także zatrzymaniem wirnika (start/stop).

Wybrane parametry:

- układ steruje 4-fazowym silnikiem krokowym, cyklicznie włączając prąd w jego cewkach
- umożliwia płynną regulację szybkości obrotowej silnika
- umożliwia zmianę kierunku wirowania
- obciążalność do 1 A / kanał (cewkę)
- zasilanie: 12 VDC
- wymiary płytki: 69x29 mm



AVT 1585 Sterownik bipolarnego silnika krokowego

Moduł jest bliźniaczym sterownikiem zestawu AVT1525 przystosowanym do pracy z silnikami krokowymi bipolarnymi (4-przewodowe). Zastosowany układ wyjściowy L293 pozwala na pracę z obciążeniami do 0,6 A na kanał (cewkę). Moduł pozwala na pracę pełno-krokową lub pół-krokową oraz możliwość wyboru sposobu zatrzymania statycznego lub dynamicznego.

Wybrane parametry:

- do silników krokowych czteroprzewodowych
- wbudowany potencjometr do płynnej regulacji obrotów
- tryb pracy krokowej lub półkrokowej
- zatrzymanie statyczne lub dynamiczne
- obciążalność: do 0,6 A / kanał (cewkę)
- zasilanie 5...24 VDC
- wymiary płytki: 50x30 mm



AVT 1682 Sterownik bipolarnego silnika krokowego

Prezentowany moduł został zaprojektowany z myślą o zastosowaniach w maszynach CNC. Jest to stopień mocy obsługujący napędy zbudowane w oparciu o silniki krokowe bipolarnie. Do poprawnej pracy wymaga sterownika nadrzędnego, który dostarcza sygnałów CLK, DIR, ENABLE.

Wybrane parametry:

- możliwość sterowania silnikami bipolarnymi 4 przewodowymi
- unipolarnymi 6 przewodowymi i uniwersalnymi 8 przewodowymi
- podział kroku 1/1 lub 1/2
- zewnętrzne sygnały sterujące CLK, DIR i ENABLE
- możliwość równoległego połączenia dwóch sterowników
- obciążalność: do 2 A / kanał (cewkę)
- zasilanie: 5 VDC (sterowanie), 24 VDC (silnik)
- wymiary płytki: 75x56 mm

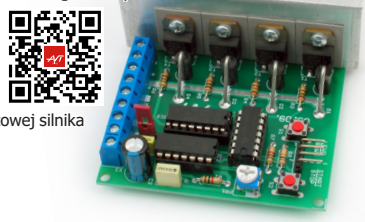


AVT 1814 Sterownik unipolarnego silnika krokowego

Moduł jest rozwojową wersją zestawu AVT1314. Najważniejszą zmianą jest umieszczenie tranzystorów mocy na radiatorze, a co za tym idzie możliwość obciążenia prądami do 5A na kanał (cewkę). W sterowniku dodatkową funkcjonalnością jest możliwość rozdzielienia zasilania układu sterującego od wykonawczego co pozwala na zasilanie silników krokowych napięciem mniejszym niż 5V.

Wybrane parametry:

- steruje 4-fazowym silnikiem krokowym
- umożliwia płynną regulację prędkości obrotowej silnika
- umożliwia zmianę kierunku obrotów
- umożliwia zatrzymanie silnika
- obciążalność: do 5 A / kanał (cewkę)
- zasilanie: 5...15 VDC
- wymiary płytki: 60x71 mm

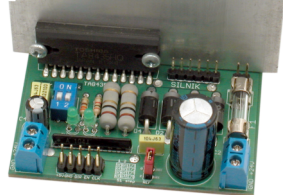


AVT 5358/1 Sterownik silnika krokowego do CNC

Moduł stopnia mocy zbudowany w oparciu o specjalizowany układ scalony TA8435 firmy Toshiba. Umożliwia on sterowanie silnikiem krokowym w trybie pełnego kroku oraz w tzw. trybie microstep 1/2, 1/4 oraz 1/8 podstawowego kroku silnika. Do prawidłowej pracy wymaga zewnętrznego sygnału CLK, DIR oraz ENABLE.

Wybrane parametry:

- zasilanie stopnia mocy 24 VDC
- zasilanie części cyfrowej 5 VDC
- ciągły prąd wyjściowy 1,5 A
- chwilowy prąd wyjściowy 2,5 A
- podział kroku silnika: 1/1, 1/2, 1/4 i 1/8
- wymiary płytki: 68x48 mm



AVT 1724 Przekaznik czasowy start-stop

Moduł jest stopniem mocy zawierającym dwa mostki H. Umożliwia sterowanie dwoma silnikami prądu stałego lub jednym (bipolarnym) 4-przewodowym silnikiem krokowym. Dużą zaletą jest szeroki przedział napięć zasilania dołączanych silników (<46 V) oraz maksymalny prąd obciążenia: do 2 A ciągle, do 3 A chwilowy.

Wybrane parametry:

- możliwość sterowania dwoma silnikami prądu stałego lub jednym bipolarnym 4 przewodowym
- obciążalność: do 2 A / kanał (cewkę)
- zasilanie: 5 VDC (sterowanie), max. 46 VDC (silnik)
- wymiary płytki: 46x42 mm

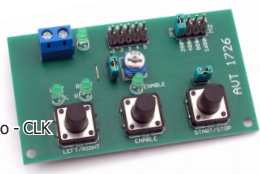


AVT 1726 Generator do sterownika silnika krokowego

Moduł 1-osiowego generatora dla sterowników silników krokowych współpracujący ze stopniami mocy AVT1618 oraz AVT5358/1. Dzięki niemu można sterować prędkością obrotową i kierunkiem wirowania sterowanego silnika krokowego maszyny CNC bez konieczności używania nadrzędnego sterownika czy komputera PC.

Wybrane parametry:

- obsługa za pomocą przycisków
- sterowanie: start/stop oraz lewo/prawo
- płynny i skokowy wybór częstotliwości sygnału zegarowego - CLK
- zasilanie: 12 VDC
- wymiary płytki: 43x74 mm



AVT 5422 3-osiowy generator CNC

Moduł generatora przebiegu prostokątnego pozwalający na sterowanie stopniami mocy AVT5358/1, AVT1682 bądź innymi zgodnymi ze specyfikacją wyprowadzeń CLK, DIR, ENABLE. Wbudowane przyciski pozwalają sterować prędkością oraz kierunkiem wirowania silników krokowych. Moduł idealnie sprawdzi się podczas uruchamiania i testowania maszyn CNC.

Wybrane parametry:

- obsługa za pomocą przycisków
- generowanie przebiegów sterujących silnikiem krokowym
- sterowanie przekazywaniem zasilania w zależności od kierunku wirowania
- skokowy wybór częstotliwości sygnału zegarowego - CLK
- zasilanie: 12 VDC
- wymiary płytki: 55x118 mm

