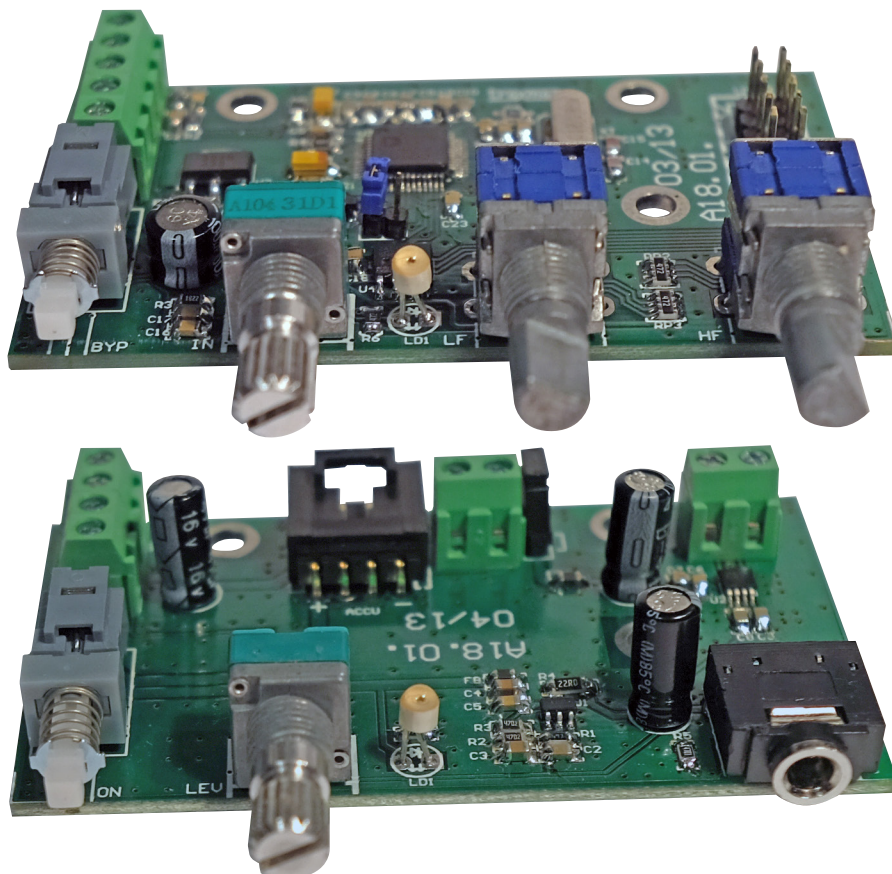


Głośnik aktywny z filtrem DSP

Tym razem przedstawiam projekt audio, ale zdecydowanie nie dla audiofilów, którzy na widok korekt, jakim jest poddawany sygnał, narażeni by byli co najmniej na atak serca... Opiswany projekt to aktywny głośnik z regulowanym filtrem pasmowo – przepustowym DSP, przeznaczony do torów odbiorczych amatorskich odbiorników KF. Dzięki dużej sro- mości zboczy, kilku częstotliwościom odcięcia oraz wbudowanemu kom- presorowi-limiterowi, układ pozwala zwiększyć zrozumiałość odbieranych sygnałów SSB/AM/FM.

Rekomendacje: urządzenie jest przeznaczone do zastoso- wania w amatorskich odbiorni- kach krótkofalarskich.



DODATKOWE MATERIAŁY DO POBRANIA ZE STRONY:

www.media.avt.pl

W ofercie AVT*

AVT

Podstawowe informacje:

- Napięcie zasilające 3,6...5,5 V/150 mA.
- Zasilanie z zestawu baterii LiPo lub NiMH.
- Procesor sygnałowy ADAU1701.
- Wzmacniacz głośnikowy z układem SSM2305, słuchawkowy z AD8531.

Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:

AVT-5558	Trójdrożna zwrotnica aktywna (EP 12/2016)
AVT-5514	DSP1701_SUB cyfrowy filtr do subwoofera aktywnego (EP 10/2015)
AVT-5501	DSP1701_3WCERSV – trójdrożna cyfrowa stereofoniczna zwrotnica głośnikowa (EP 5/2015)
AVT-5404	Dwudrożna zwrotnica aktywna (EP 7/2013)
AVT-1687	Filtr do subwoofera (EP 8/2012)

* Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu.

Wymagana umiejętność lutowania!

Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie Kitem (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu. Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:

- wersja [C] zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wlutowane w płytkę PCB)
- wersja [A] płytkę drukowaną bez elementów i dokumentacja
- Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, posiadają następujące dodatkowe wersje:
 - wersja [A+] płytkę drukowaną [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja
 - wersja [UK] zaprogramowany układ

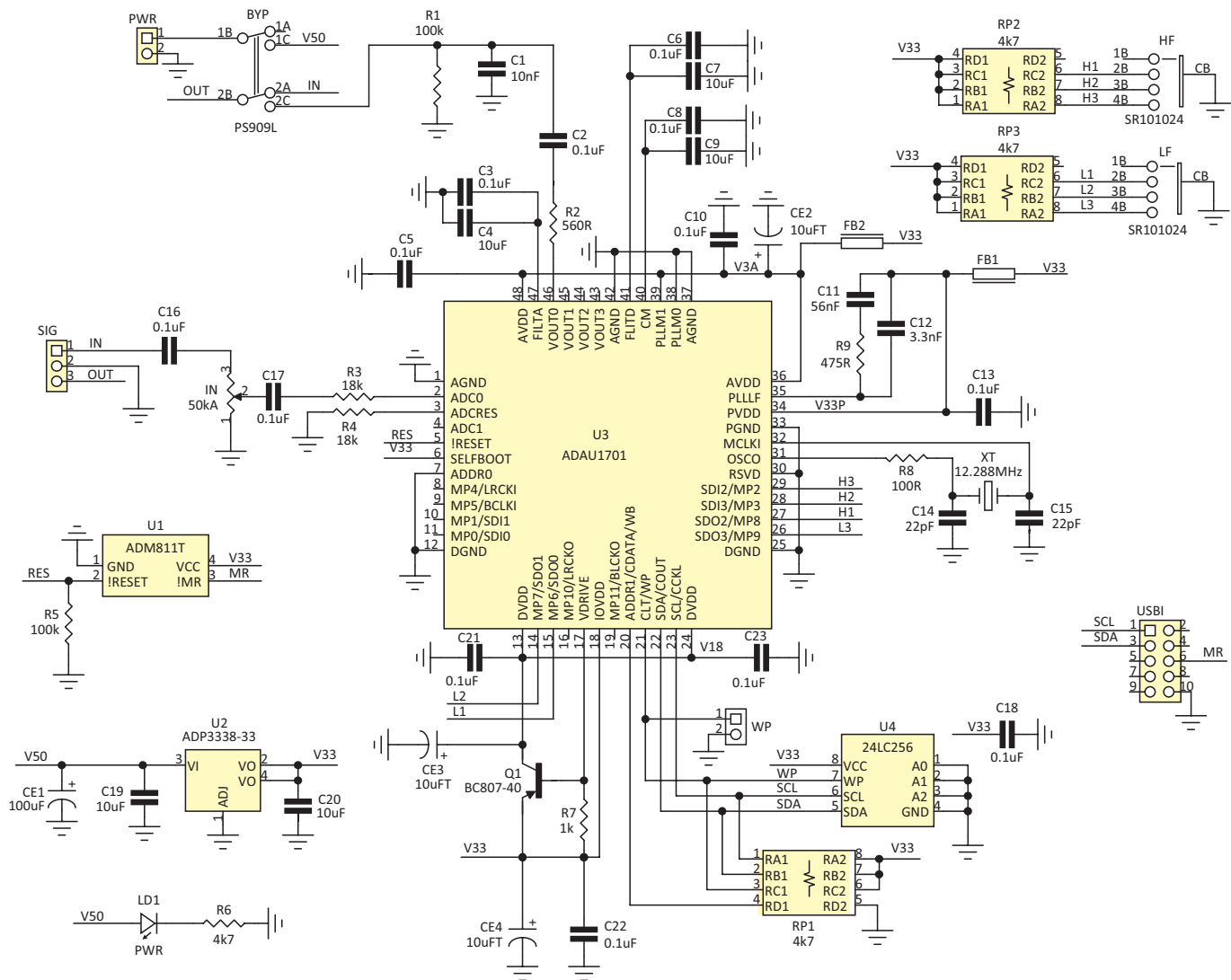
Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! <http://shlep.avt.pl>

W urządzeniu zastosowano procesor sygnałowy z rodziny Sigma DSP typu ADAU1701. Niezależny tor wzmacniający jest oparty na wzmacniaczu SSM2305 dla głośnika oraz AD8531 dla słuchawek. Układ może być zasilany napięciem 3,6...5,5 V, co umożliwia zasilanie stacjonarne z ładowarki/zasilacza +5 V lub „przenośne”, z zespołu baterii lub akumulatorów NiMH lub LiPo.

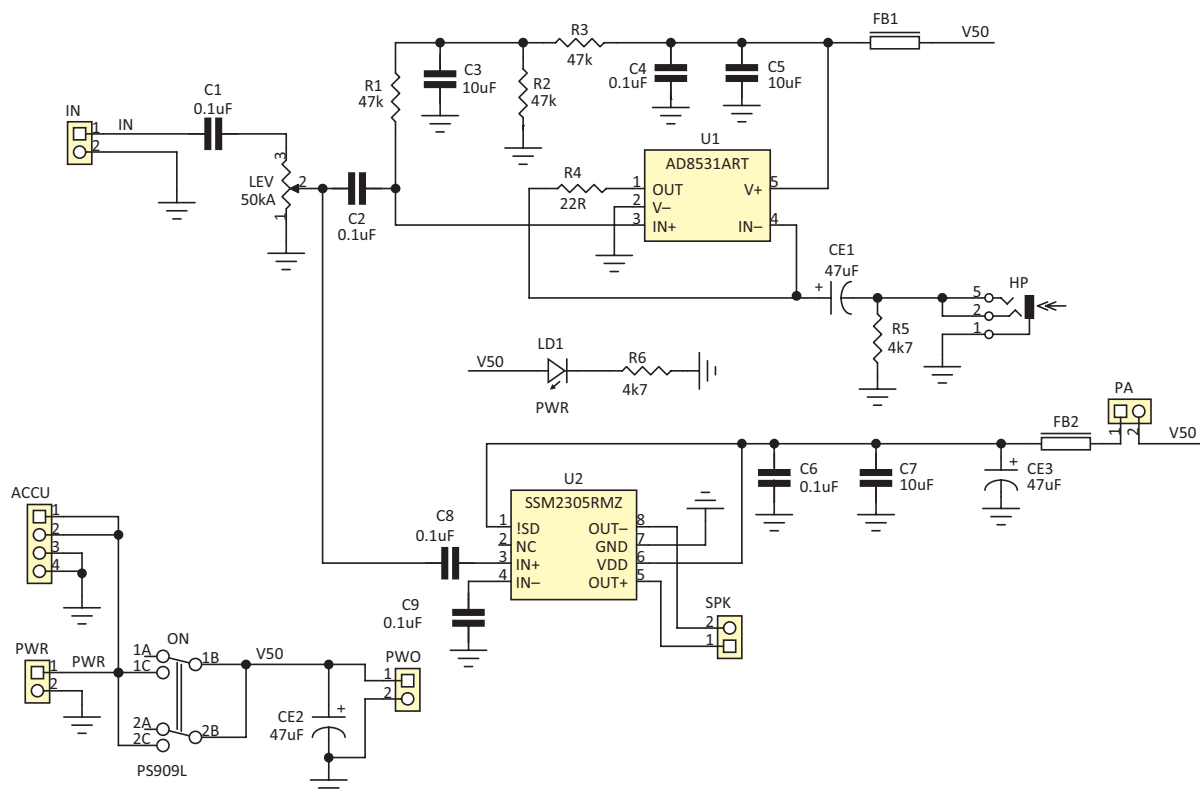
Schemat płytki filtra DSP_FPP pokazano na **rysunku 1**. „Sercem” urządzenia jest wspomniany wcześniej ADAU1701 (U3) z rodziny procesorów SigmaDSP oferowanej przez Analog Devices. Jego rolą jest obróbka wejściowego sygnału (48 kHz/16 bit) doprowadzonego do zacisku 1 złącza SIG. Poziom sygnału wejściowego jest regulowany potencjometrem IN. Przełącznik BYP służy do ominięcia filtra DSP oraz jednoczesnego wyłączenia zasilania, co jest szczególnie istotne przy zasilaniu bateryjnym. Do konwersji sygnału audio na postać cyfrową służą przetworniki wbudowane w ADAU1701. Odfiltrowany sygnał wyjściowy jest doprowadzony do zacisku 3 złącza SIG. Ze generowanie sygnału zegara taktującego

odpowiada oscylator na rezonatorze kwarcowym XT (12,288 MHz). Poprawny restart układu po włączeniu zasilania zapewnia U1 (ADM811T). Program jest przechowywany w pamięci U4 typu 24LC256. Zasilanie 3,3 V układu DSP_FPP jest stabilizowane za pomocą stabilizatora LDO typu ADP3338 (U2), wymagającym do poprawnej pracy tylko 0,2 V różnicy pomiędzy wejściem a wyjściem. Zasilanie jest pobierane przez złącze PWR z płytki wzmacniacza lub w przypadku pracy samodzielnej z zewnętrznego źródła 3,6...5,5 V/150 mA. Dioda LD1 sygnalizuje obecność napięcia zasilania. Do zmiany częstotliwości filtrów służą przełączniki obrotowe HF/LF podłączone do wyprowadzeń GPIO U3. Złącze USBi służy do zaprogramowania pamięci programu U4 (programator USBi).

Schemat płytki wzmacniacza DSP_PA pokazano na **rysunku 2**. Sygnał ze złącza IN jest doprowadzony do potencjometru LEV ustalającego poziom głośności, a stąd do wzmacniacza słuchawkowego U1 i mocy U2. Jako wzmacniacz słuchawkowy pracuje niskonapięciowy wzmacniacz operacyjny



Rysunek 1. Schemat ideowy płytki DSP_FPP



Rysunek 2. Schemat ideowy płytki wzmacniacza DSP_PA

AD8351 o zwiększonym prądzie wyjściowym. Rezystor R4 zabezpiecza go przed przeciążeniem w przypadku zwarcia w kablu lub gnieździe słuchawkowym. Słuchawki są dołączane do typowego gniazda HP Mini Jack 3,5 mm. Jako wzmacniacz głośnikowy

Wykaz elementów: Płytki DSP_FPP

Rezystory: (SMD 0805, 1%)

R1, R5: 100 k Ω

R2: 560 Ω

R3, R4: 18 k Ω

R6: 4,7 k Ω

R7: 1 k Ω

R8: 100 Ω

R9: 475 Ω

RP1...RP3: 4,7 k Ω (drabinka rez. CRA06S08)

IN: 50 k Ω (PTD90, pot. log 22-100 k Ω /A)

Kondensatory: (SMD 0805)

C1: 10 nF

C2, C3, C5, C6, C8, C10, C13, C16...C18, C21...

C23: 100 nF

C4, C7, C9, C19, C20: 10 μ F/10 V

C11: 56 nF

C12: 3,3 nF

C14, C15: 22 pF

CE1: 100 μ F/10 V (elektrolit. D=5 mm)

CE2...CE4: 10 μ F (SMD „A”)

Półprzewodniki:

Q1: BC807-40 (SOT-23)

U1: ADM811T (SOT-143)

U2: ADP3338-33 (SOT-223)

U3: ADAU1701 (VQFP48)

U4: 24LC256 (SO8)

LD1: LED 3 mm

Inne:

BYP: przełącznik z nakładką PS909L

FB1, FB2: perełka ferrytowa

600 Ω /100 MHz/250 mA

HF/LF: przełącznik obrotowy 4 pozycje

SR101024

PWR: złącze śrubowe DG381-3.5-2, 2 pin

SIG: złącze śrubowe DG381-3.5-3, 3 pin

USB1: złącze IDC10

WP: złącze SIP-2, R=2 mm + zwora

XT: rezonator kwarcowy 12,288 MHz

(HC49SMD, niski)

Płytki DSP_PA

Rezystory: (SMD 0805, 1%)

R1...R3: 47 k Ω

R4: 22 Ω /1% (SMD 1206)

R5, R6: 4,7 k Ω

LEV: 50 k Ω /A (PTD90, pot. log

22-100 k Ω /A)

Kondensatory: (SMD 0805)

C1, C2, C4, C6, C8, C9: 100 nF

C3, C5, C7: 10 μ F/10 V

CE1...CE3: 47 μ F/10 V (D=5 mm)

Półprzewodniki:

LD1: LED 3 mm

U1: AD8531ART (SOT-23-5)

U2: SSM2305RMZ (MSOP8)

Inne:

ACCU: EH4, złącze baterii

FB1, FB2: perełka ferrytowa

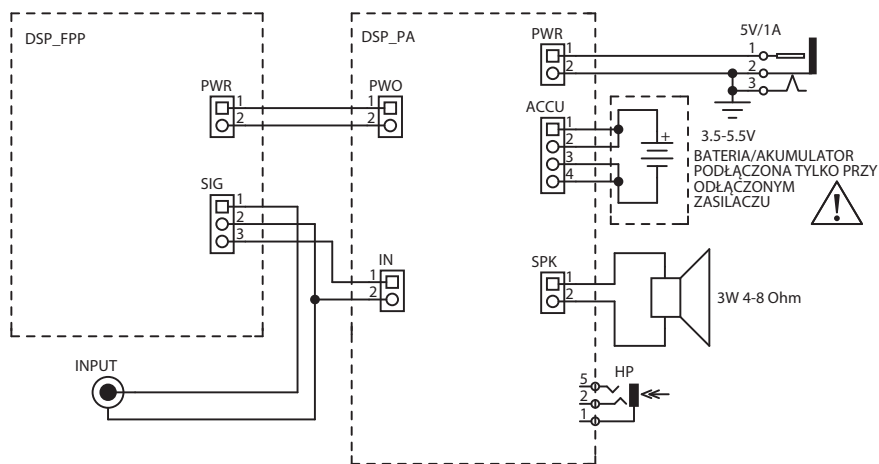
600 Ω /100 MHz 250 mA

HP: FC68131, gniazdo słuchawkowe Mini Jack

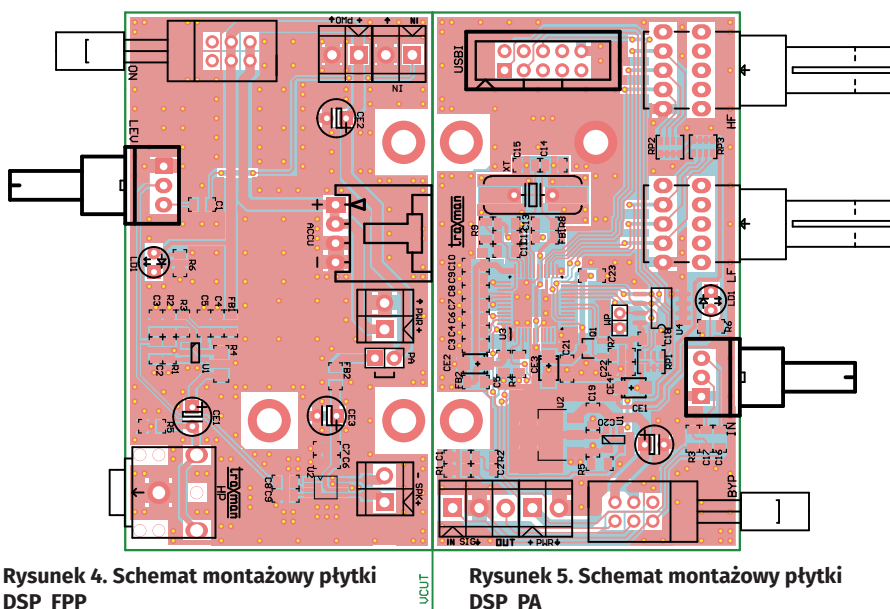
IN, PWR, PWO, SPK: złącze śrubowe DG381-3.5-2, 2 pin

ON: przełącznik PS909L z nakładką

PA: złącze SIP-2 + zwora



Rysunek 3. Połączenia płytek głośnika aktywnego



Rysunek 4. Schemat montażowy płytki DSP_FPP

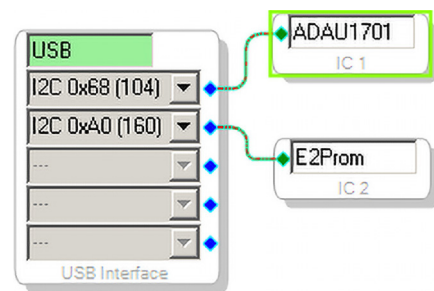
Rysunek 5. Schemat montażowy płytki DSP_PA

zastosowano niskonapięciowy wzmacniacz mocy pracujący w klasie D, typu SSM2305 (U2), który przy zasilaniu 5 V może dostarczyć do 4-omowego głośnika moc ponad 2 W.

Głośnik jest przyłączany do złącza SPK. Zwora PA umożliwia odłączenie zasilania wzmacniacza mocy, gdy nie jest używany. Zasilanie układu jest pobierane ze złącza PWR, gdy układ pracuje stacjonarnie lub z ACCU (złącze typu EH4), gdy jest zasilany z akumulatora. Należy pamiętać, aby nie podłączać baterii lub akumulatora, gdy układ jest zasilany stacjonarnie. Wyłącznik ON wyłącza zasilanie całości układu (wzmacniacz + DSP). Dioda świecąca LD1 sygnalizuje obecność zasilania. Złącze PWO służy do doprowadzenia zasilania płytki DSP_FPP. Schemat połączenia pomiędzy płytkami i elementami zewnętrznymi przedstawia rysunek 3.

Montaż i uruchomienie

Oba moduły zmontowane są na niewielkich dwustronnych płytkach drukowanych – ich schematy montażowe pokazano na rysunkach 4 i 5. Montaż jest typowy i nie wymaga opisywania. Otwory mocujące umożliwiają złożenie płytek w „kanapki”. Ze względu



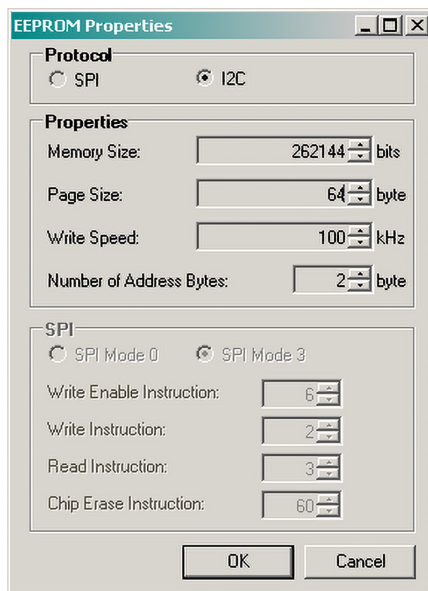
Rysunek 6. Konfiguracja systemu zwrotnicy

na niewielki ciężar można je przykręcić do frontu obudowy za pomocą nakrętek przełączników i potencjometrów.

Poprawnie zmontowane moduły nie wymagają uruchamiania. Moduł DSP_FPP wymaga zaprogramowania przy pomocy Sigma Studio. W materiałach dodatkowych udostępniony jest kompletny projekt możliwy do modyfikacji i dostosowania do własnych potrzeb.

Programowanie procesora DSP

Po uruchomieniu SigmaStudio odczytaniu projektu DSP_FppPrj.dspproj, konieczna jest konfiguracja sprzętowa ADAU1701 i ustalenie

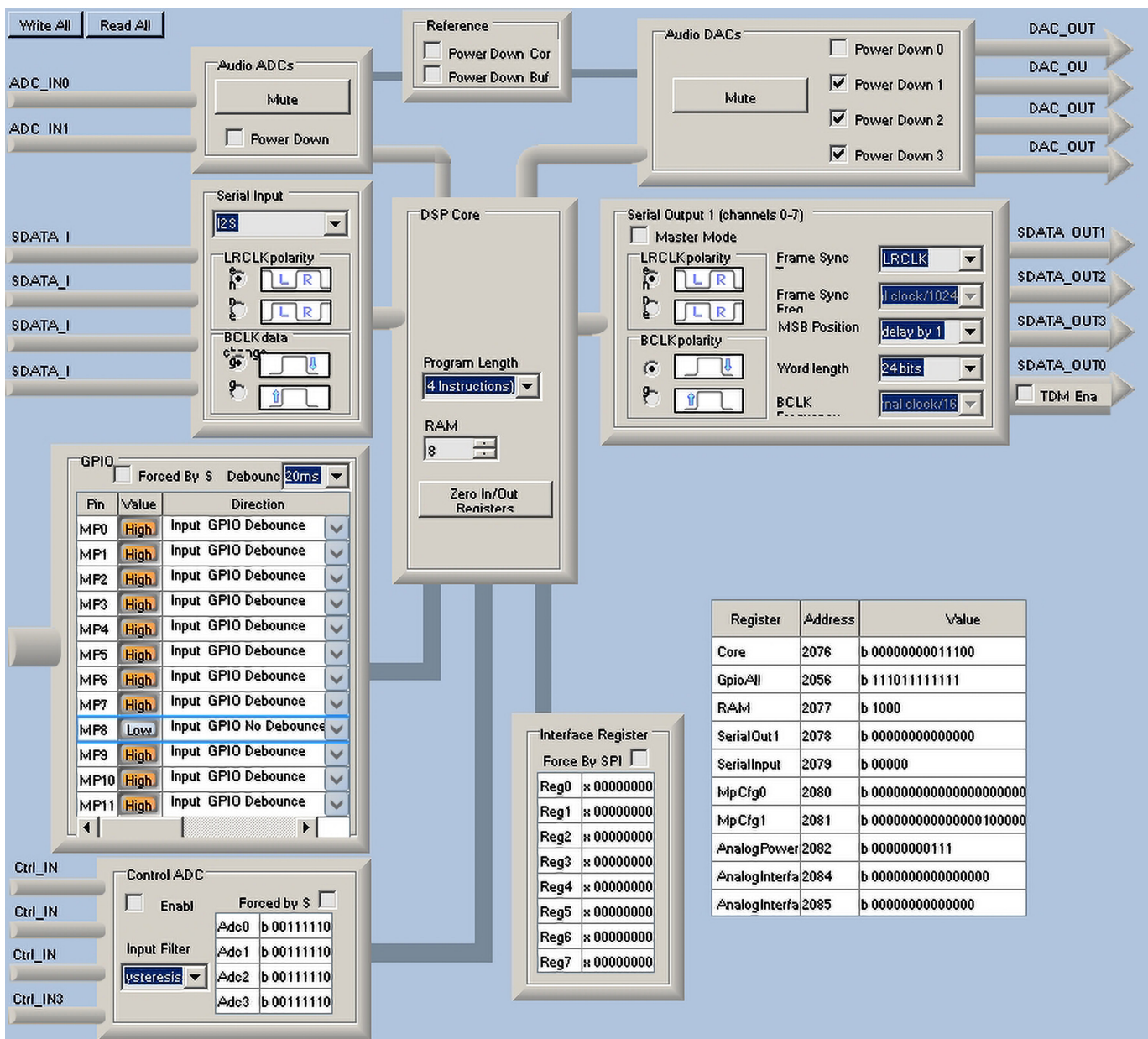


Rysunek 7. Konfiguracja EEPROM (24LC256)

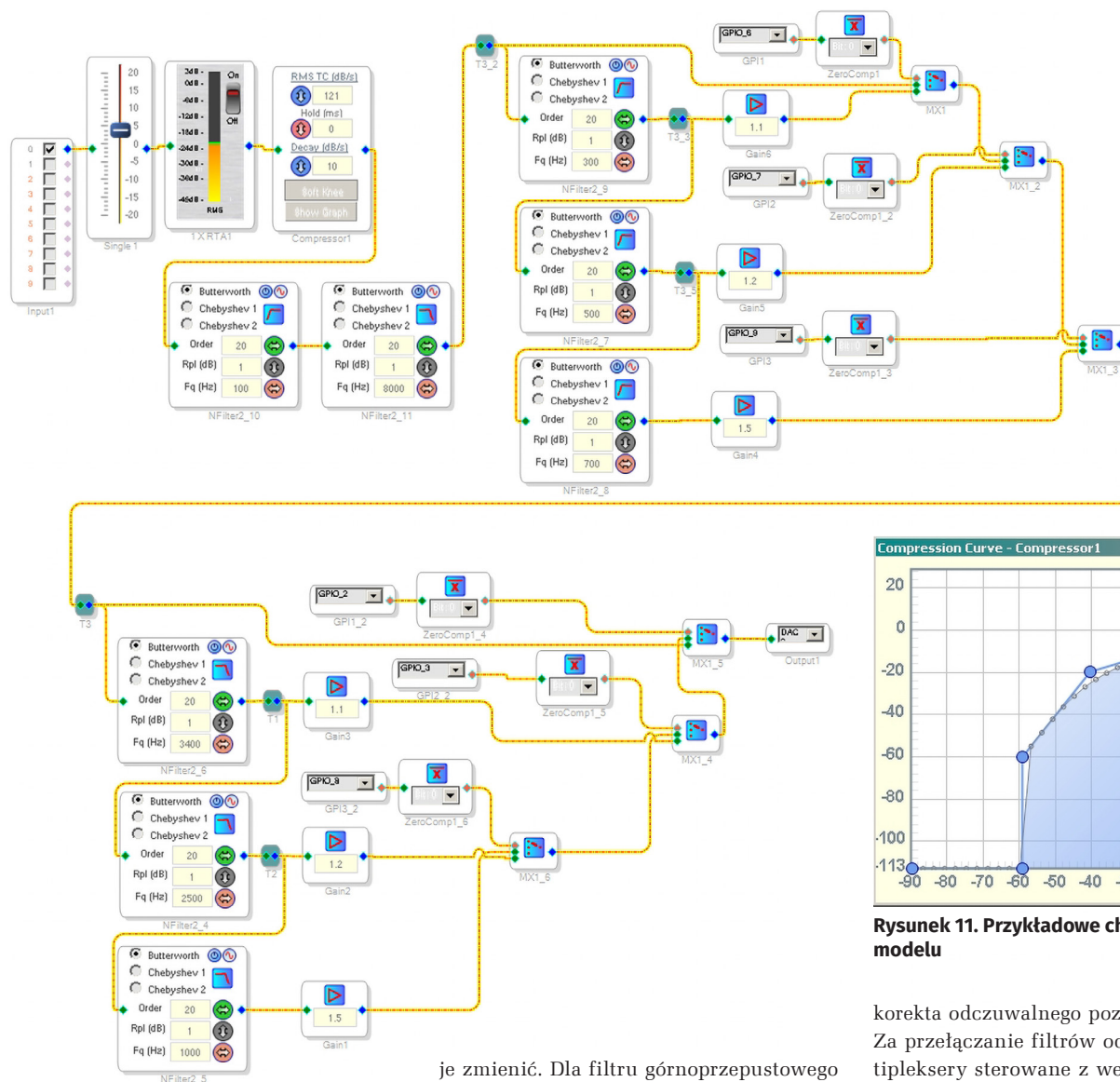
organizacji pamięci EEPROM. W tym celu klikamy prawym przyciskiem myszy na ikonę IC2 i wybieramy opcję właściwości. Ustawiamy parametry zgodnie z organizacją zastosowanej pamięci, dla 24LC256 konfigurację pokazano na **rysunkach 6 i 7**.

Po przyłączeniu programatora USBi ustawiamy konfigurację wewnętrzną ADAU zgodnie z **rysunkiem 8** (należy pamiętać o zdjęciu zwory WP). Zgodnie z projektem wyłączamy przetworniki DAC1...DAC3, wyłączamy interfejsy szeregowo, wprowadzenia GPIO ustawiamy jako wejścia z tłumieniem zakłóceń *Input GPIO Debounce* z wyjątkiem MP8, które ustawiamy jako *Input GPIO No Debounce* (błąd w rdzeniu ADAU, ustawione inaczej nie będzie działać poprawnie) oraz aktywujemy wewnętrzny ADC. Po zapisaniu konfiguracji ADAU przełączamy się na okno aplikacji konfigurując filtr wg własnych potrzeb i zapisując program w pamięci EEPROM (zwarta zwora WP).

Po opisie części sprzętowej najwyższy czas przejść do opisu aplikacji realizowanej przez DSP (**rysunek 9**). Sygnał wejściowy z ADC0 poprzez regulator poziomu i wskaźnik wysterowania (zastosowany tylko przy uruchomieniu do oceny poziomów wejściowych) jest doprowadzony do kompresora sygnału. Ze względu na znaczną elastyczność bloku funkcjonalnego, kompresor realizuje równocześnie funkcję bramki szumów, kompresora oraz limitera sygnału wg charakterystyki z **rysunku 10**. Sygnały o amplitudzie poniżej -60 dB są wyciszane, powyżej -6db podlegają wzmocnieniu i obciążeniu do amplitudy maksymalnej. Sygnały pośrednie wzmocniane są z dwoma wartościami wzmocnienia. Kompresor ma charakterystykę miękką, tj. poszczególne progi nie zmieniają skokowo wzmocnienia układu. Z wyjścia kompresora sygnał jest doprowadzony do bloku nieprzestrzanego filtra pasmowo przepustowego o paśmie 100 Hz...8 kHz przydatnego przy

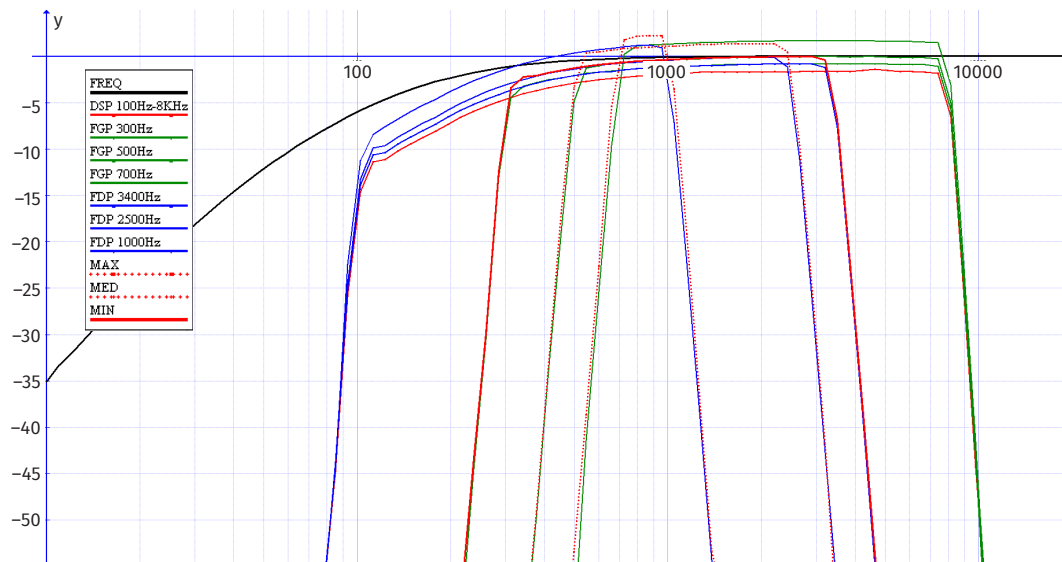


Rysunek 8. Konfiguracja sprzętowa ADAU1701

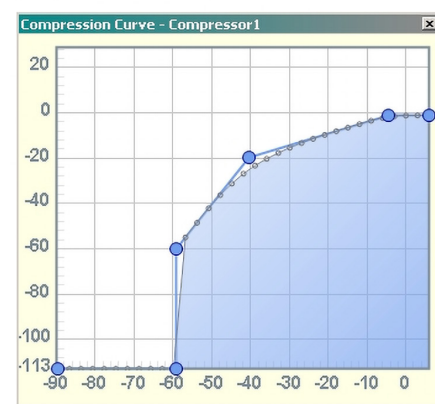


Rysunek 9. Aplikacja DSP_FPP

odbiorze FM i kolejno na blok filtrów górno-
przepustowych i dolno przepustowych. Czę-
stotliwości dobrane są arbitralnie i można



Rysunek 10. Charakterystyka przejściowa kompresora



Rysunek 11. Przykładowe charakterystyki modelu

je zmienić. Dla filtru górnoprzepustowego są to 300/500/700 Hz, dla dolnoprzepustowego 1/2,5/3,4 kHz. Poszczególne filtry połączone są kaskadowo, co dodatkowo zwiększa ich dobroć (rzęd każdego bloku filtru to 20). Wyjście każdego bloku filtru wyprowadzone jest poprzez wzmacniacz o ustalonym wzmacnieniu (możliwa indywidualna

korekta odczuwalnego poziomu głośności). Za przełączanie filtrów odpowiadają multipleksery sterowane z wejść GPIO procesora ADAU1701. Kolejność przełączania filtrów to dla (LF) górnoprzepustowego 100/300/500/700 Hz, a dla (HF) dolnoprzepustowego 8/3,4/2,5/1 kHz zgodnie z ruchem wskazówek zegara. Odfiltrowany sygnał doprowadzony jest do przetwornika DAC0, a stąd do wzmacniacza mocy.

Przykładowe charakterystyki przenoszenia DSP_FPP uzyskane w aplikacji modelowej przedstawia rysunek 11. „Najszerza” charakterystyka odpowiada pasmu przenoszenia samej płytki wzmacniacza, gdzie dolne pasmo ograniczone jest tylko pojemnościami sprzęgającymi. Po zaprogramowaniu pamięci DSP_FPP można podać testom dostosowując nastawy kompresji i filtracji wg własnych preferencji, a po dołączeniu do transceivera próbować odebrać sygnały z drugiego końca świata!

Adam Tatuś, EP