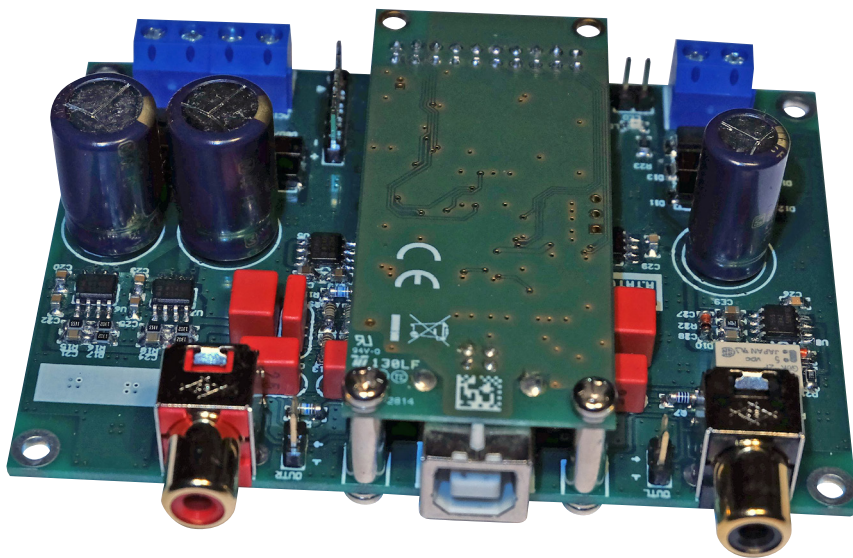


# Przetwornik audio DAC z interfejsem USB i układem scalonym AD1852

Opisywane urządzenie jest alternatywą dla DAC USB z PCM5102 dla bardziej wymagających użytkowników. Dzięki zastosowaniu wysokiej jakości elementów oraz „wysokonapięciowego” toru analogowego, może z powodzeniem konkurować z najlepszymi urządzeniami komercyjnymi. **Rekomendacje: wysokiej jakości DAC USB dla amatorów PC-audio ze znanym i cenionym przetwornikiem AD1852 firmy Analog Devices.**



Prezentowany projekt przetwornika audio zbudowano w oparciu o dwa główne bloki funkcjonalne: popularnego modułu konwertera USB/I<sup>2</sup>S Amanero Combo384 oraz układu scalonego przetwornika cyfrowo – analogowego firmy Analog Devices typu AD1852. Szczególną uwagę przy konstruowaniu urządzenia zwrócono na poprawę jakości i separację zasilania. Układy cyfrowe mają osobne zasilacze oparte o niskoszumne stabilizatory ADP710x. Całość uzupełnia układ CPLD odpowiedzialny za konfigurację sprzętową AD1852.

Schemat ideowy urządzenia zamieszczono na **rysunku 1**. Moduł M1 (Combo384) jest odpowiedzialny za wydzielenie ze strumienia danych audio przysyłanego poprzez USB sygnału audio i jego transkodowanie na sygnał w standardzie I<sup>2</sup>S. Moduł składa się z procesora ARM SAM3U, współpracującego z nim układu CPLD X2C64 oraz precyzyjnych generatorów zegarowych. Wysoki koszt zakupu modułu rekompensuje wyjątkowa łatwość zastosowania, co jest nie do przecenienia, jeżeli przeanalizuje się nakład czasu, który jest potrzebny wykonanie własnego rozwiązania, zarówno od strony sprzętowej jak i programowej.

Wydzielony w module M1 sygnał I<sup>2</sup>S wraz z sygnałami sterującymi jest doprowadzony do CPLD typu XC9536XL (U1). Układ U1 jest odpowiedzialny za konfigurację

przetwornika U3, w zależności od częstotliwości próbkowania sygnału z modułu M1 oraz za wyciszenie i zerowanie po włączeniu zasilania. Sercem układu jest oczywiście U3, czyli przetwornik D/A typu AD1852 o rozdzielczości 24 bitów i maksymalnej częstotliwości próbkowania 192 kHz. Schemat blokowy AD1852 pokazano na **rysunku 2**.

Układ U3 wymaga sprzętowej konfiguracji częstotliwości próbkowania, w zależności od fs, moduł M1 wystawia na wyjściach F3...F0 informację o jej wartości w zakresie 32...384 kHz. Dodatkowe informacje pomocne w konfiguracji U3 to sygnał PLUG informujący o przyłączeniu modułu do USB, MUTE aktywujący wyciszenie oraz DSD o transmisji audio w standardzie DSD (nieobsługiwanej przez moduł). Sygnały F3...F0 dekodowane są na sterowanie wejść F192/F96 konfiguracji przetwornika. Jeżeli fs > 192 kHz, jest aktywowany sygnał wyciszenia MUTE. Sygnał wyciszenia jest także aktywny, gdy Amanero nie jest przyłączone lub sygnalizuje wyciszenie oraz podczas restartu wymuszanego przez U2 typu MCP100T-3.0 po włączeniu zasilania. Sygnał MUTE nie tylko aktywuje odpowiednie wejście, ale wycisza sygnał SDATA (wyjście SDATA jest zerowane).

Moduł M1 jest także źródłem sygnału zegarowego UMCLK dla układu U3

## DODATKOWE MATERIAŁY NA FTP:

<ftp://ep.com.pl>

USER: 86118, PASS: 8655327a

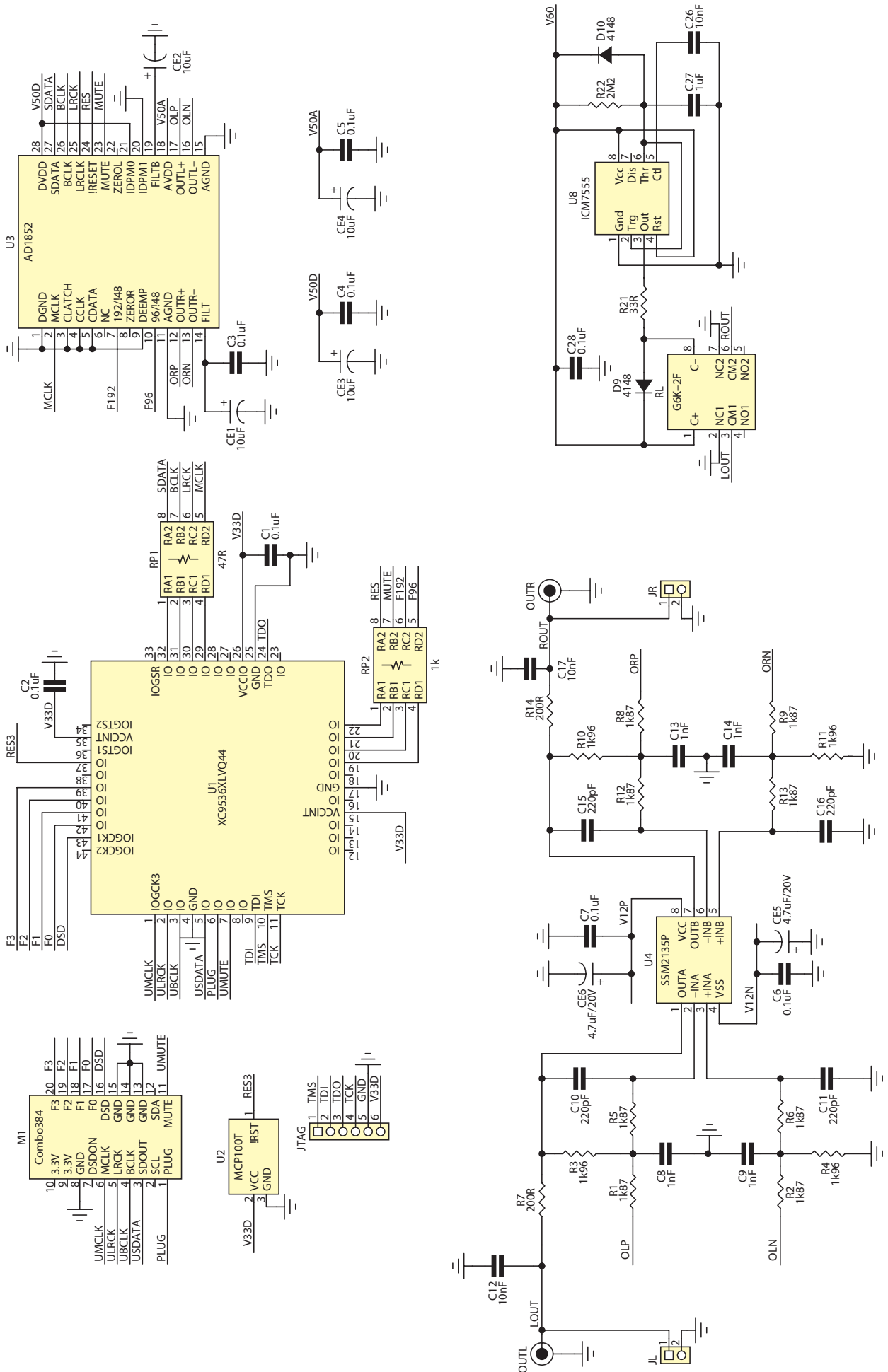
Projekty pokrewne na FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na FTP)

AVT-5531	Przetwornik A/C audio z układem PCM5102A (EP 3/2016)
AVT-5524	Przetwornik audio DAC z AD1955 (EP 1/2016)
AVT-5492	HUB USB + USB Audio DAC (EP 2/2015)
AVT-5463	Przetwornik A/C audio z układem PCM1803 (EP 8/2014)
AVT-5449	USB Audio DAC – karta muzyczna z interfejsem USB (EP 5/2014)

\* 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 wyraźnie zaznaczono), bez elementów dodatkowych.  
AVT xxxx A+ 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 wymienionych w załączniku pdf  
AVT xxxx C to nic innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wmontowane 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 pobrać, 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+, B lub C). <http://sMep.avt.pl>

pracującego w trybie slave I<sup>2</sup>S. Przetworzony sygnał audio jest filtrowany i buforowany przez U4 typu SSM2135, niskoszumny wzmacniacz przeznaczony do zastosowania w torach audio o wysokiej jakości. Wartości elementów powinny być dobrane (szczególnie dotyczy to kondensatorów filtru) ze względu na wartość, jak i zgodność pomiędzy kanałami. W prototypie zastosowano dobrane rezystory



Rysunek 1. Schemat ideowy przetwornika audio DAC z interfejsem USB i AD1852

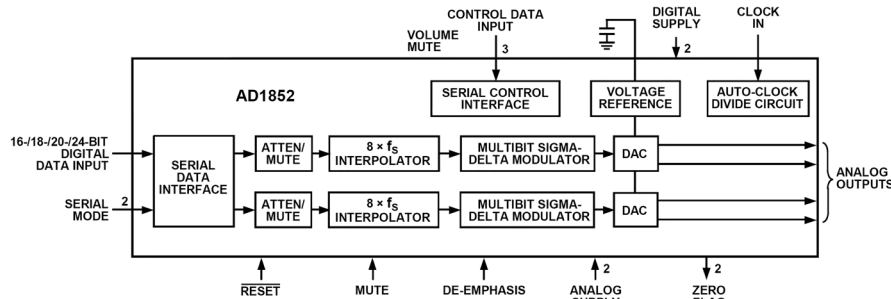
MMA0204 Beyschlag oraz kondensatory FKP2 Wima.

Wyjściowy sygnał audio jest doprowadzony do złącz RCA OUTL/R oraz powielony

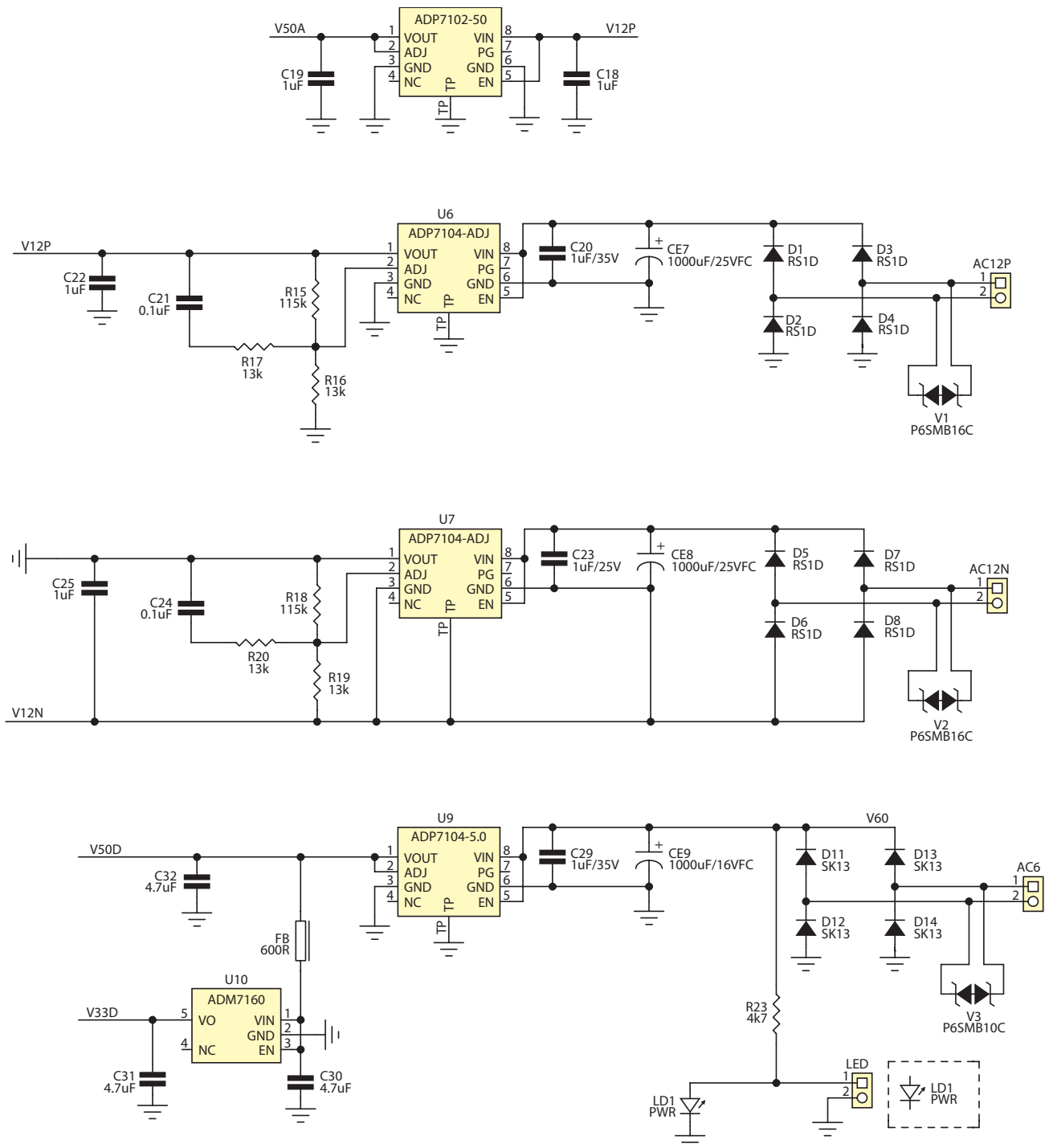
na listwach szpilkowych. Każdy z układów ma odpowiednie filtry napięcia zasilającego zbudowane z zestawu kondensatora ceramicznego i tantalowego. Złącze JTAG

służy do zaprogramowania U1. Układ U8 jest odpowiedzialny za generowanie kilkusekundowej zwłoki po włączeniu zasilania dla uniknięcia zakłóceń na wyjściu (zwieranym do masy przezkażnikiem RL).

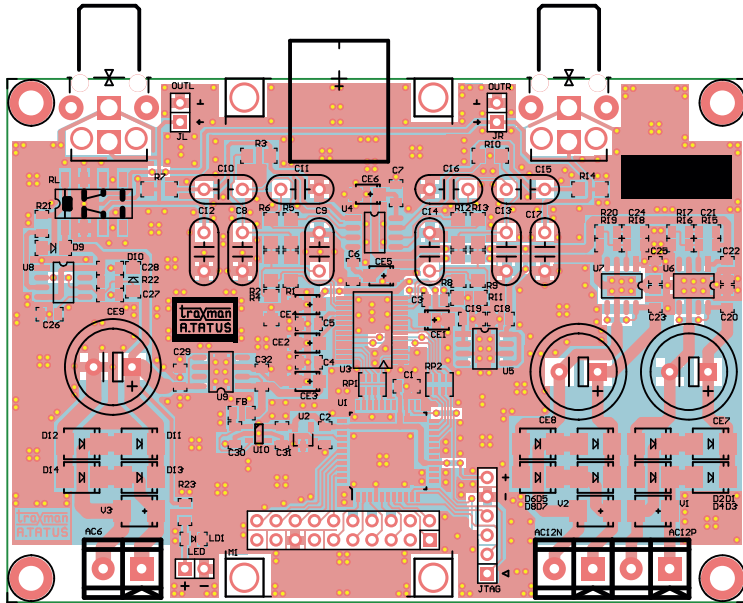
Przetwornik audio uzupełnia zasilacz, którego schemat pokazano na rysunku 3. Dostarcza on napięć  $\pm 12\text{ V}$  i  $+5\text{ V}$  dla części analogowej oraz  $5\text{ V}/3,3\text{ V}$  dla części cyfrowej. Zasilacz wykorzystuje niskoszumne stabilizatory LDO w rodzinie ADP710x. Do zbudowania zasilacza dostarczającego napięć symetrycznych  $\pm 12\text{ V}$  wykorzystano układy scalone w wersji o regulowanym napięciu, ustalonym dzielnikami rezystorowymi R15 i R16, R18 i R19, a dla pozostałych w wersji



Rysunek 2. Schemat blokowy układu scalonego przetwornika AD1852



Rysunek 3. Schemat ideowy zasilacza



Rysunek 4. Schemat montażowy przetwornika audio DAC z interfejsem USB i AD1852

o ustalonym napięciu wyjściowym. Napięcie 3,3 V dla części cyfrowej jest otrzymywane – ze względu na niewielki pobór prądu – stabilizatorem typu ADM7160.

Za dostarczenie odpowiednio odfiltrowanych napięć odpowiadają typowe układy mostków Graetza z filtrami pojemnościowymi. W torze analogowym zastosowano szybkie diody, w torze cyfrowym diody Schottky. Każde z wejść zasilania AC jest zabezpieczone transilem przed skutkami przepięcia. Do zasilania układu zastosowano dwa transformatory toroidalne: dla toru analogowego 12 V/0,5 A+12 V/0,5 A, dla toru cyfrowego 6 V/0,5 A. Dioda LD1 sygnalizuje załączenie napięcia zasilania. Jeżeli to konieczne, można sygnalizację wyprowadzić poza płytę korzystając ze złącza LED i nie montować diody LD1.

Układ zamontowano na dwustronnej płycie drukarskiej, której schemat montażowy zamieszczono na **rysunku 4**. Montaż jest typowy i nie wymaga opisywania. Przed uruchomieniem należy sprawdzić poprawność montażu i lutowania padów termicznych stabilizatorów LDO. Moduł M1 jest montowany w gnieździe IDC20. Cztery otwory mocujące M2,5 zapewniają odpowiednią stabilność montażu. Po włączeniu zasilania, należy sprawdzić obecność napięć zasilających i jeśli wszystko jest w porządku, należy zaprogramować plikiem *main.jed* układ U1.

Po poprawnym montażu modułu, konieczne jest zainstalowanie odpowiednich driverów (do pobrania ze strony <http://goo.gl/vW1UzU>), w zależności od posiadanego systemu operacyjnego oraz sterowników ASIO (Windows). Poprawnie zainstalowany moduł powinien być widoczny w Menedżerze Urządzeń, jak pokazano na **rysunku 5**. Następnie za pomocą oprogramowania Oem-tool (<http://goo.gl/xXnu8i>) należy aktywować obwód wyciszania i sygnalizacji fs oraz ustawić sygnał wyjściowy w standardzie I<sup>2</sup>S (**rysunek 6**). Domyślna wersja oprogramowania modułu to 1.080 i nie należy jej zmieniać.

### Wykaz elementów

#### Moduł z mikrokontrolerem

#### Rezystory: (metalizowane, tolerancja 1%)

R1, R2, R5, R6, R8, R9, R12, R13: 1,87 k $\Omega$  (1206)

R3, R4, R10, R11: 1,96 k $\Omega$  (1206)

R7, R14: 200  $\Omega$  (1206)

R15, R18: 115 k $\Omega$  (0805)

R16, R17, R19, R20: 13 k $\Omega$  (0805)

R21: 33  $\Omega$  (0805)

R22: 2,2 M $\Omega$  (0805)

R23: 4,7 k $\Omega$  (0805)

RP1: 47  $\Omega$  (drabinka rezystorowa CRA06S08)

RP2: 1 k $\Omega$  (drabinka rezystorowa CRA06S08)

#### Kondensatory:

C1...C7, C21, C24, C28: 0,1  $\mu$ F (0805)

C8, C9, C13, C14: 1 nF/5% (foliowy)

C10, C11, C15, C16: 220 pF/5% (foliowy)

C12, C17: 10 nF/5% (foliowy)

C18, C19, C22, C25, C27: 1  $\mu$ F (0805)

C20, C29: 1  $\mu$ F/35 V (0805)

C23: 1  $\mu$ F/25 V (0805)

C26: 10 nF (0805)

C30...C32: 4,7  $\mu$ F (0805)

CE1...CE4: 10  $\mu$ F/10 V (SMD „A”)

CE5, CE6: 4,7  $\mu$ F/20 V (SMD „A”)

CE7, CE8: 1000  $\mu$ F/25 V (elektrolit. LOW ESR R=5 mm)

CE9: 1000  $\mu$ F/16 V (elektrolit. LOW ESR R=5 mm)

#### Półprzewodniki:

D1...D8: RS1D (dioda szybka)

D9, D10: LL4148 (SMD 1206)

D11...D14: SK13 (dioda Schottky)

LD1: dioda LED SMD

U1: XC9536XLVQ44 (VQFP44)

U2: MCP100T (SOT-23)

U3: AD1852JRSZ (SSOP28)

U4: SSM2135P (SO8)

U5: ADP7102-50 (SO8TP)

U6, U7: ADP7104-ADJ (SO8TP)

U8: ICM7555 (SO8)

U9: ADP7104-5.0 (SO8TP)

U10: ADP7160-3.3AUJZ (SOT-23-5)

V1, V2: P6SMB16C (transil, SMB)

V3: P6SMB10C (transil, SMB)

#### Inne:

AC6, AC12N, AC12P: złącze ARK/5 mm

FB: dławik ferrytowy PBY201209T-601Y

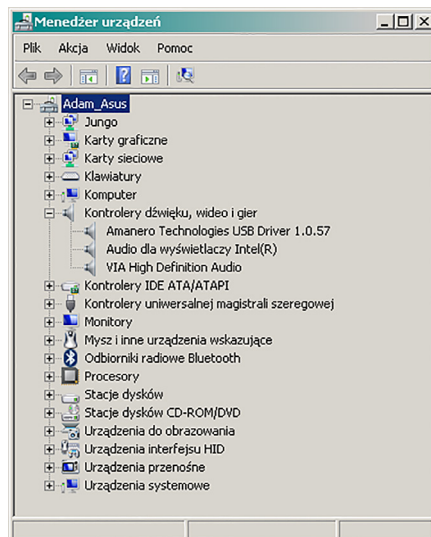
JL, JR, LED: złącze SIP2, szpilkowe, męskie, R=2,54 mm

JTAG: złącze SIP2, szpilkowe, męskie, R=2,54

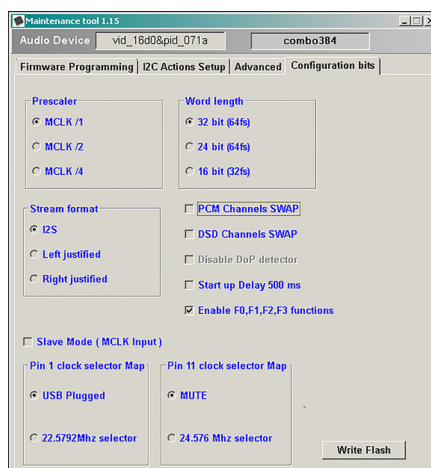
M1: moduł Amanero Combo384 + złącze

OUTL, OUTR: złącze RCA CC134, para

G6K-2F-5V: przekaźnik G6K z cewką 5 V



Rysunek 5. Poprawnie zainstalowane oprogramowanie modułu Amanero



Rysunek 6. Konfiguracja Amanero

W zależności od preferowanego programu do odtwarzania muzyki, należy skonfigurować go do współpracy z Amanero zgodnie z obsługą programu (min. wybierając domyślne urządzenie audio w systemie). Używając np. Foobar, po zainstalowaniu bibliotek ASIO i DSD, jest możliwe programowe odtwarzanie plików w standardzie PCM, ale także coraz popularniejszych plików DSD (dekodowanych programowo do standardu PCM).

Życzę miłego słuchania!

**Adam Tatuś, EP**