

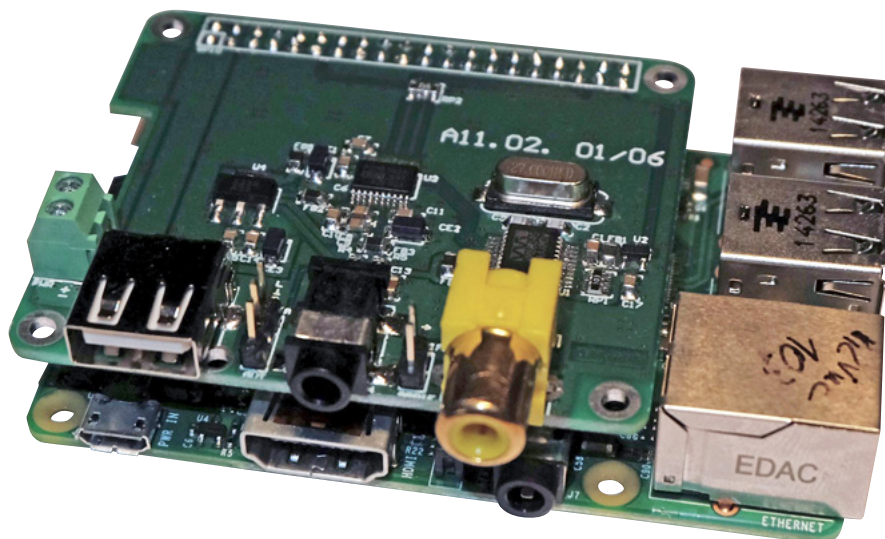
# Combo Audio DAC dla Raspberry Pi

W większości aplikacji multimedialnych Raspberry Pi dobrze jest mieć dwa rodzaje wyjść sygnału audio: analogowe i cyfrowe. To ułatwia elastyczne dołączenie do domowego systemu AV. Nie są dostępne takie rozwiązania komercyjne – za każdym razem trzeba składać HAT DAC i S/PDIF, co niepotrzebnie podnosi koszty. Przedstawione rozwiązanie integruje dwa układy na jednej płytce i zgodne jest z dostępnym oprogramowaniem.

Schemat ideowy Combo DAC pokazano na rysunku 1. Sygnał wyjściowy I<sup>2</sup>S ze złącza GPIO przez rezystor dopasowujący RP2 jest doprowadzony do nadajnika/odbiorcy S/PDIF typu WM8804 oraz do układu przetwornika C/A typu PCM5102A.

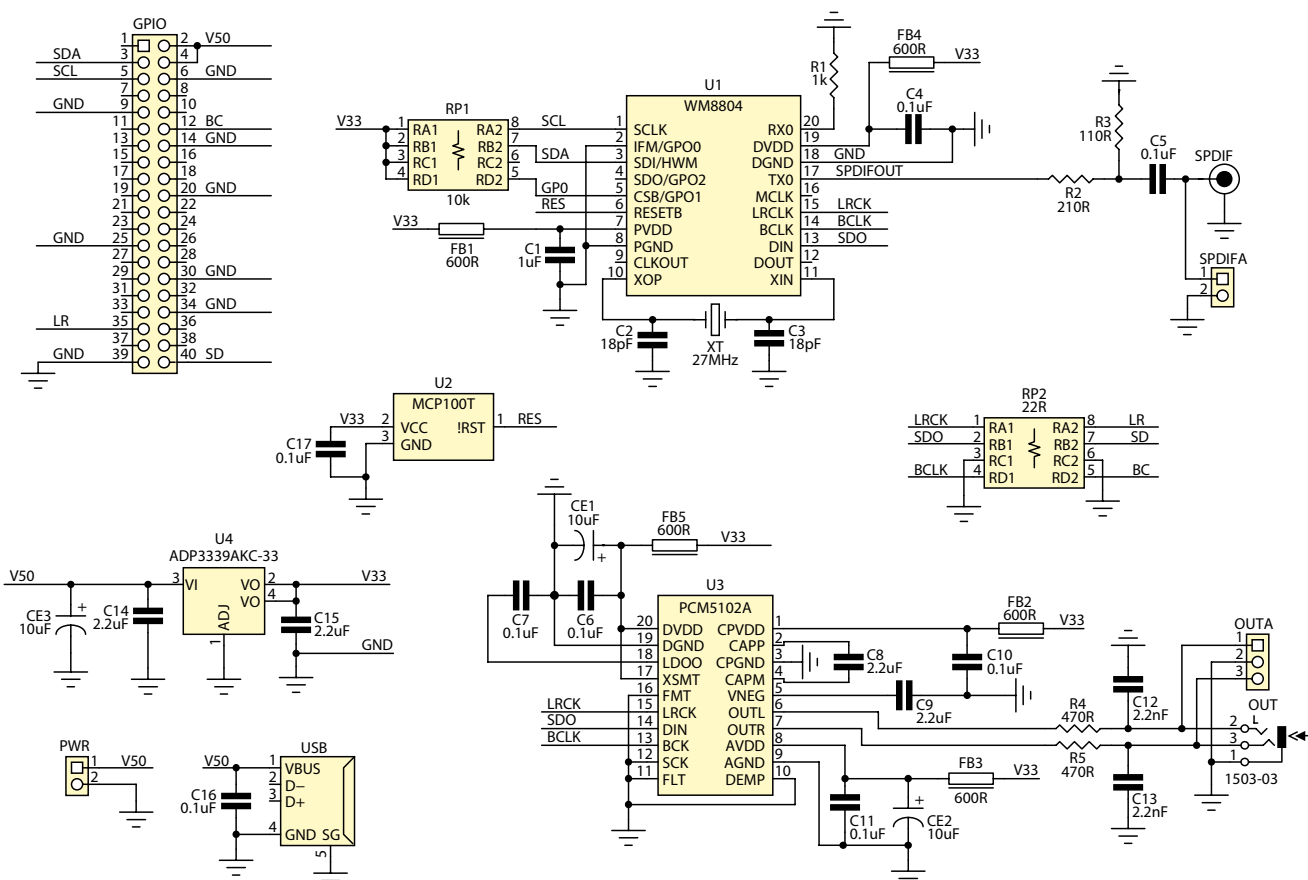
Układ PCM5102A ma zintegrowany przetwornik C/A, układ PLL odtwarzający częstotliwość MCLK z BCLK, wyjściowe filtry i stopnie analogowe, przetwornicę zasilającą, czyli wszystko, co wymagane do budowy przetwornika. Dzięki temu może korzystać z sygnału I<sup>2</sup>S równoległe do WM8804 bez dodatkowych konfiguracji.

Transceiver WM8804 jest konfigurowany za pomocą I<sup>2</sup>S dostępnymi w systemie Raspbian driverami. Sygnał analogowy po odfiltrowaniu (rezystory R4 i R5, kondensatory C12 i C13) jest dostępny na złączu OUT mini Jack3.5 oraz OUTA typu SIP3. Sygnał cyfrowy S/PDIF jest dostępny na RCA S/PDIF oraz S/PDIFA typu SIP2. Powielenie złącz ułatwia

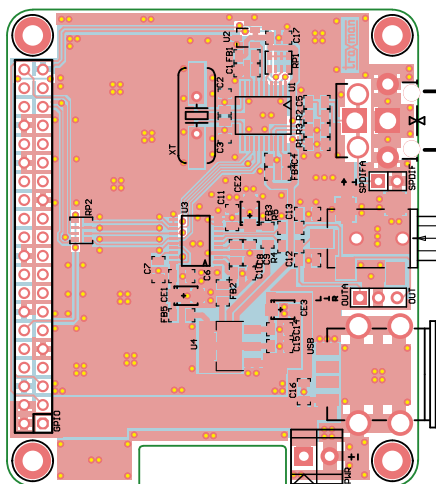


okablowanie w aplikacjach wbudowanych. Zasilanie toru analogowego, cyfrowego i pompy ładunkowej jest rozdzielone, i filtrowane przez osobne obwody LC dla

minimalizowania zakłóceń. Zasilanie jest zapewniane przez niskoszumny stabilizator LDO – U4. Układ U2 typu MCP100T3.0 zapewnia sygnał zerowania dla WM8804.



Rysunek 1. Schemat ideowy modułu przetwornika Combo Audio DAC



**Rysunek 2. Schemat montażowy modułu przetwornika Combo Audio DAC**

Dodatkowe złącze śrubowe PWR umożliwia zasilanie z zasilacza zewnętrznego Combo Audio DAC i Raspberry PI (z pominięciem gniazda MicroUSB). Gniazdo USB zapewnia zasilanie dla zewnętrznego Huba USB lub konwertera USB/SATA, często używanego w aplikacjach multimedialnych.

Moduł zmontowano na niewielkiej, dwustronnej płytce drukowanej. Sposób montażu jest typowy i nie wymaga omawiania. Schemat montażowy pokazano na **rysunku 2**. Prawidłowo zmontowany moduł nie wymaga uruchamiania. Konieczne jest tylko skonfigurowanie systemu operacyjnego. Najlepszym wyborem jest Raspbian, ponieważ ma wbudowaną obsługę programową (zgodną z Hifi-Berry-Digi). Po pierwsze, Na wszelki wypadek należy zaktualizować system:

```
sudo rpi-update
sync
sudo reboot
```

Następnie należy usunąć z pliku `/etc/modprobe.d/raspi-blacklist.conf` linie:

```
blacklist i2c-bcm2708
blacklist snd-soc-pcm512x
blacklist snd-soc-wm8804.
```

Załączyć obsługę modułu dodając następujące wpisy w pliku `/etc/modules`:

```
snd_soc_bcm2708
bcm2708_dmaengine
snd_soc_hifiberry_digi
```

Skonfigurować ALSA tworząc plik `/etc/asound.conf` z zawartością:

```
pcm.!default {
    type hw card 0
}
ctl.!default {
    type hw card 0
}
```

Następnie należy zrestartować PI. Po uruchomieniu warto sprawdzić poprawność konfiguracji poleceniem:

```
sudo aplay -l
```

Moduł powinien pojawić się na liście dostępnych urządzeń odtwarzających:

```
**** List of PLAYBACK Hardware Devices ****
card 0: sndrpihifiberry [snd_rpi_hifiberry_dac], device 0: HifiBerry DAC HiFi pcm5102a-hifi-0 []
Subdevices: 1/1
Subdevice #0: subdevice #0
```

Do odtwarzania plików muzycznych można użyć dowolnego odtwarzacza, np. LXMusic Player, Aqualung itp.

**Adam Tatuś, EP**

## DODATKOWE MATERIAŁY NA FTP:

<ftp://ep.com.pl>

**USER: 22086, PASS: 218655ee**

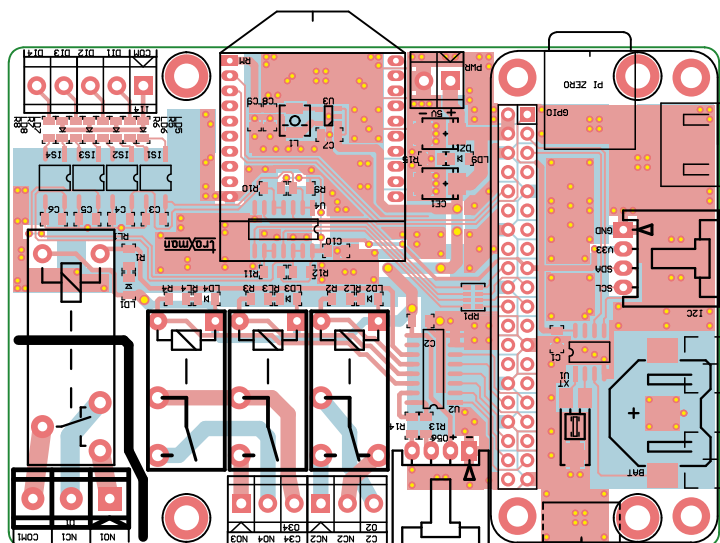
**W ofercie AVT\***

**AVT-1936**

Wykaz elementów:

R1: 1 kΩ/1% (SMD 0805)  
R2: 210 Ω/1% (SMD 0805)  
R3: 110 Ω/1% (SMD 0805)  
R4, R5: 470 Ω/1% (SMD 0805)  
RP1: 10 kΩ (drabinka CRA06S08)  
RP2: 22 Ω (drabinka CRA06S08)  
C1: 1 μF (SMD 0805)  
C2, C3: 18 pF (SMD 0805)  
C4...C7, C10, C11, C16, C17: 0,1 μF (SMD 0805)  
C8, C9, C14, C15: 2,2 μF (SMD 0805)  
C12, C13: 2,2 nF (SMD 0805)  
CE1...CE3: 10 μF (SMD „A”)  
U1: WM8804 (SSOP20)  
U2: MCP100T (SOT-23)  
U3: PCM5102A (SSOP20)  
U4: ADP3338AKC-33 (SOT-223)  
FB1...FB5: peretka SMD 600 Ω/50 mA  
GPIO: złącze IDC40, żeńskie  
OUT: 1503-03 Lumberg (gniazdo Jack stereo, mini, SMD)  
OUTA: złącze szpilkowe SIP3  
PWR: DG381-3.5-2 (złącze śrubowe)  
SPDIF: złącze RCA do druku  
SPDIFA: złącze szpilkowe SIP2  
USB: gniazdo USB „A” SMD  
27MHz: 27 MHz (rezonator kwarcowy SMD)

\* 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 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.  
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://shlep.avt.pl>



Rysunek 2. Schemat montażowy modułu dla RaspPI Zero HAB

- Złącze magistrali I<sup>2</sup>C (3,3 V).

Do monitorowania sygnałów cyfrowych ze złącza I14, wykorzystany jest typowy układ separacji opartej o transoptor, filtr RC i bramkę Schmitta typu 74HC132 (U4). Układ eliminuje sprzętowo krótkie zaburzenia impulsowe ze styków mechanicznych. Szeregowo z diodą transoptora włączono LED sygnalizujący aktywność wejścia. Do polaryzacji wejść można użyć napięcia +5 V zasilającego moduł lub w wypadku wymaganej separacji galwanicznej – napięcie zewnętrzne. Wejścia przeznaczone są do sterowania w standardzie NPN. Wyjścia cyfrowe zrealizowane są w oparciu o przekaźniki, cewki przekaźników są sterowane za pośrednictwem bufora U2 typu ULN2003. Wyjście O1 zrealizowane jest na przekaźniku o zwiększonej obciążalności 230 V/8 A. Pozostałe wyjścia O2 (przełączne), O34 (zwiernie/bistabilne programowo) mają obciążalność 24 V/2 A. Wyjścia przekaźnikowe mają sygnalizację stanu za pomocą LED. Dwa bufony są wyprowadzone na złącze O56 poprzez rezystory R13 i R14 (100 Ω) i mogą służyć do bezpośredniego sterowania LED lub SSR. Dla realizacji komunikacji szeregowej, moduł wyposażono w złącze Xbee umożliwiające użycie szerokiej oferty modułów komunikacyjnych opisanych w EP. Moduły Xbee mają niezależny zasilacz oparty o przetwornicę obniżającą U3 typu ADP2108, co umożliwia stosowanie modułów RF o większej mocy nadajnika. Złącze I<sup>2</sup>C służy do przyłączenia modułów rozszerzeń I<sup>2</sup>C zasilanych napięciem 3,3 V. Moduł uzupełnia zegar czasu rzeczywistego U1 typu DS1338 jest przydatny w aplikacjach bez połączenia z zegarem wzorcowym.

Układ zmontowano na dwustronnej płytce drukowanej, której schemat montażowy pokazano na **rysunku 2**. Zmontowany moduł HAB jest stabilną płytą bazową, mocowaną w obudowie za pomocą 4 śrub M3, a płytka Raspberry PI Zero jest

montowana jako moduł poprzez złącze pośrednie GPIO. Konstrukcja mechaniczna zapewnia dostęp do wszystkich złączy Raspberry PI oraz karty SD. Moduł zasilany jest poprzez gniazdo PWR, z zewnętrznego zasilacza 5 V/1 A.

Moduł nie wymaga uruchamiania. Szybkiego sprawdzenia poprawności działania możemy dokonać logując się do konsoli w trybie administratora: (*sudo su*). W celu odczytu wejścia należy wykonać następujące polecenia (dla np. GPIO 24 – IN1):

```
echo 24 > /sys/class/gpio/export
cd /sys/class/gpio/gpio24
echo in > direction
```

Bieżący odczyt stanu gpio 24 wykonany jest poleceniem *cat value*. Aby sprawdzić działanie wyjść (GPIO 6 – OUT1):

```
echo 6 > /sys/class/gpio/export
cd /sys/class/gpio/gpio6
ls
echo out > direction
```

Ustawienia wyjścia jest wykonywane poleceniem *echo 1 > value*. Jego zerowanie *echo 0 > value*. W podobny sposób należy sprawdzić pozostałe wejścia i wyjścia. Dla sprawdzenia działania portu szeregowego, najlepiej użyć modułu konwertera XbeeUSB i z PC zalogować się korzystając z SSH do Raspberry PI. W celu wykorzystania RTC konieczne jest dodanie obsługi magistrali I<sup>2</sup>C. W tym celu sprawdzamy czy w pliku *sudo nano /etc/modules* znajduje się definicja *i2c-dev*. Jeżeli nie, to musimy ją dodać, zapisać zmiany i zrestartować PI. Po uruchomieniu należy pobrać narzędzia odpowiadające za obsługę I<sup>2</sup>C:

```
sudo apt-get install python-smbus
sudo apt-get install i2c-tools
```

Po zainstalowaniu, w pierwszej kolejności sprawdzamy w konsoli prawidłowe działanie I<sup>2</sup>C *sudo i2cdetect -y 1*. Powinno pojawić się urządzenie pod adresem 0x68, jest to nasz RTC – DS1338. Następnie ładujemy moduł zegara:

## DODATKOWE MATERIAŁY NA FTP:

<ftp://ep.com.pl>

USER: 22086, PASS: 218655ee

W ofercie AVT\*

### AVT-1937

Wykaz elementów:

R...R8, R15: 2,2 kΩ (SMD 0805)  
 R9...R12: 10 kΩ (SMD 0805)  
 R13, R14: 100 Ω (SMD 0805)  
 RP1: 220 Ω (drabinka SMD CRA06)  
 C1, C2, C9, C10: 0,1 μF (SMD 0805)  
 C3...C6: 220 pF (SMD 0805)  
 C7, C8: 10 μF (SMD 0805)  
 CE1: 100 μF/10 V (SMD „B”)  
 DZ1: P65MB6.8A (Transil)  
 LD...LD9: dioda LED SMD 0805  
 IS1...IS4: LTV357  
 U1: DS1338Z (SO8)  
 U2: ULN2003 (SO16)  
 U3: ADP2108AUJZ (SOT-23-5)  
 U4: 74HC132 (SO14)  
 BAT: oprawka KEYS300 SMD + Bateria CR1220  
 GPIO: złącze IDC40 żeńskie  
 I14: DG381-3.5-5 (złącze śrubowe 3,81 mm)  
 I2C, O56: złącze EH kątowe  
 L1: 2,2 μH (dławik DLJ4018 2,2 μH)  
 O1, O2, O34: złącze ARK3/5 mm  
 PWR: DG381-3.5-2 (złącze śrubowe 3,81 mm)  
 RL1: przekaźnik RM96P-5V  
 RL2: przekaźnik RM40P-5V  
 RL3, RL4: przekaźnik RM40Z-5V  
 RM: podstawa Xbee – dwie listwy 2×10/2 mm żeńskie  
 XT: kwarc 32768 kHz (SMD)

\* 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 (niezwykle 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+, A, B lub C). <http://shlep.avt.pl>

```
sudo modprobe rtc-ds1307
```

```
sudo bash
```

```
echo ds1307 0x68 > /sys/class/i2c-adapter/i2c-1/new_device
```

Ustawienia czasu i daty systemowej dokonujemy poleceniem *sudo date*, zapis czasu systemowego do RTC wykonujemy poleceniem *sudo hwclock -w*, a sprawdzenia poprawności zapisu *sudo hwclock -r*. Aby czas systemowy po uruchomieniu PI był automatycznie aktualizowany musimy w pliku *sudo nano /etc/modules* dodać linię *rtc-ds1307* i w pliku *sudo nano /etc/rc.local* dodać linię:

```
echo ds1307 0x68 > /sys/class/i2c-adapter/i2c-1/new_device
sudo hwclock -s
```

przed poleceniem *exit 0*. Przy kolejnym uruchomieniu PI, czas zostanie pobrany z RTC bez synchronizacji z zegarem sieciowym. Jeżeli wszystko działa poprawnie, moduł jest gotowy do zastosowania we własnej aplikacji.

Adam Tatuś, EP