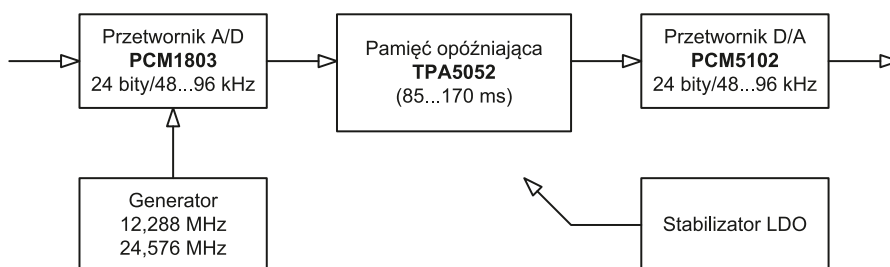


# Stereofoniczna, cyfrowa linia opóźniająca

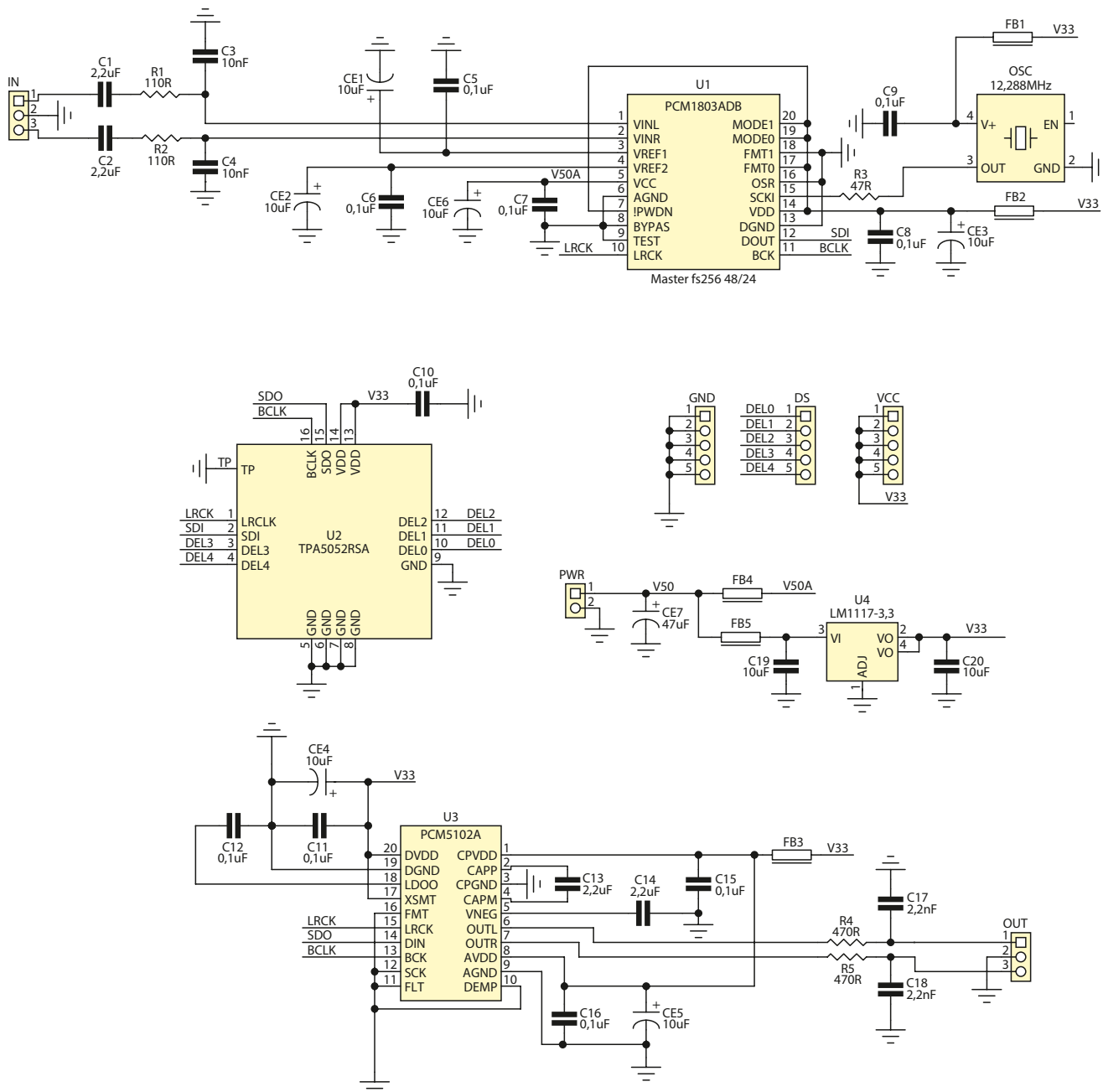
Niegdyś linie opóźniające budowało się z zastosowaniem sprężyn i przetworników elektromechanicznych. Współcześnie do ich konstrukcji można zastosować układy cyfrowe, co daje nieporównywalnie większe możliwości. Można nie tylko opóźnić sygnał, ale również wprowadzać dodatkowe efekty akustyczne. Opisywane urządzenie to moduł linii opóźniającej, który przyda się przy tworzeniu własnych konstrukcji. Jest przy tym nieskomplikowany w budowie i łatwy w zastosowaniu.

**Rekomendacje:** Stereofoniczna cyfrowa linia opóźniająca audio przydatna w systemach wielodrożnych do wyrównywania fazy poszczególnych pasm lub jako podstawowy moduł przy budowie efektów instrumentalnych.

Układ pracuje z sygnałem analogowym o poziomie liniowym. Przetwornik A/D dokonuje konwersji sygnału analogowego na cyfrowy w standardzie I<sup>2</sup>S. Specjalizowana pamięć TPA5052 (firmy Texas Instruments) opóźnia sygnał danych I<sup>2</sup>S pomiędzy wejściowym przetwornikiem A/D a wyjściowym D/A. Dzięki zastosowaniu układu opóźniającego, wykorzystywanego w telewizji cyfrowej do wyrównywania



Rysunek 1. Schemat blokowy cyfrowej linii opóźniającej audio

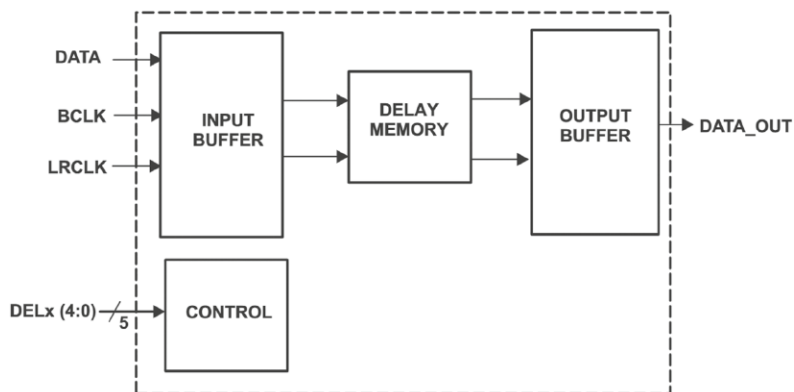


Rysunek 2. Schemat ideowy cyfrowej linii opóźniającej audio

opóźnienia pomiędzy obrazem i dźwiękiem, budowa urządzenia jest nieskomplikowana, a osiągnięte parametry są bardziej niż zadowalające.

Częstotliwość próbkowania może być dostosowana do wymagań jakościowych i do obróbki sygnału audio może wynosić 96 kHz, do obróbki sygnału z instrumentów

muzycznych w kanałach efektowych można obniżyć ją do 48 kHz. Maksymalny czas opóźnienia wynosi 170 ms przy częstotliwości próbkowania 48 kHz w każdym kanale



Rysunek 3. Schemat blokowy układu pamięci opóźniającej TPA5052 (za notą Texas Instruments)

REKLAMA

Projekty na...

# STM32

[www.stm32.eu](http://www.stm32.eu)

life.augmented

**DODATKOWE MATERIAŁY NA FTP:**

[ftp://ep.com.pl](http://ftp://ep.com.pl)

USER: 77642, PASS: 3220ppmm

**W ofercie AVT\* AVT-5544**

**Podstawowe informacje:**

- Sygnał analogowy na wejściu i wyjściu, obróbka cyfrowa.
- Częstotliwość próbkowania 48 kHz lub 96 kHz.
- Czas opóźnienia do 170 ms w trybie stereofonicznym, do 340 ms w trybie monofonicznym (połączenie szeregowe 2 kanałów).
- Opóźnienie może być zmieniane w 32 krokach (ustawiane ze pomocą zworek).
- Zasilanie 5 V DC.

**Projekty pokrewne na FTP:**

(wymienione artykuły są w całości dostępne na FTP)

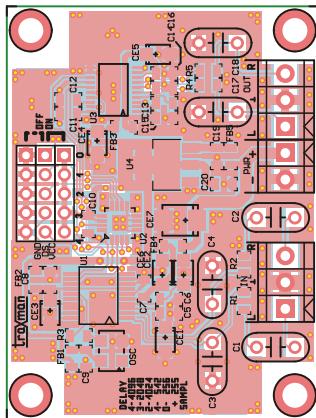
AVT-5484	Delay – efekt do instrumentu muzycznego (EP 1/2015)
AVT-1768	Efekt gitarowo-basowy Fuzz (EP 08/2013)
AVT-1767	Efekt gitarowo-basowy Distortion (EP 08/2013)
AVT-1766	Efekt gitarowo-basowy Overdrive (EP 08/2013)
AVT-1765	Efekt gitarowo-basowy Crunch Drive (EP 08/2013)
AVT-5344	Efekt gitarowy Fazer (EP 5/2012)
AVT-1466	Echo cyfrowe (EP 6/2008)

\* 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+ i wersji UK bez elementów dodatkowych.  
AVT xxxx B płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymienionych w załączniku pdf to nie 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://shop.ep.com.pl>

i może być regulowany za pomocą zworek w 32 krokach (wspólnych dla obu kanałów). W trybie monofonicznym, przy połączeniu szeregowym obu kanałów, można uzyskać maksymalny czas opóźnienia 340 ms (2×8191 sampli).

Schemat blokowy cyfrowej linii opóźniającej pokazano na **rysunku 1**, a ideowy na **rysunku 2**. Sygnał wejściowy z gniazda IN, po odseparowaniu składowej stałej i podstawowej filtracji dolnoprzepustowej jest podawany na wejście przetwornika A/D typu PCM1803 (U1). Pracuje on w trybie master i jest taktowany zewnętrznym,



**Rysunek 4. Schemat montażowy cyfrowej linii opóźniającej audio**

stabilnym generatorem kwarcowym OSC o częstotliwości zależnej od zastosowania:

- 12,288 MHz dla częstotliwości próbkowania 48 kHz, do tworzenia dłuższych opóźnień i przy paśmie przeniesienia rzędu 20 kHz dla np. efektów instrumentalnych.
- 24,576 MHz dla częstotliwości próbkowania 96 kHz, krótszych opóźnień i pasma przeniesienia powyżej 40 kHz, w torach audio wysokiej jakości.

Sygnał I<sup>2</sup>S z przetwornika A/D jest doprowadzony do układu pamięci U2 typu TPA5052, której schemat blokowy przedstawiono na **rysunku 3**. Układ pamięci ma obwody wyciszania, dzięki którym zarówno podczas włączenia, jak i zmiany opóźnienia wyjście SDO jest wyciszane, co zapobiega niepożądanym efektom dźwiękowym.

Sygnały BCLK/LRCK dołączone są do pamięci i bezpośrednio do przetwornika D/A typu PCM5102 (U3). Sygnał danych SDI z przetwornika A/D zostaje opóźniony przez U2 i wyprowadzony do przetwornika D/A za pomocą wyjścia SDO. Układ U2 ma możliwość regulacji czasu opóźnienia w zakresie 255...8192 próbek za pomocą poziomów logicznych wyprowadzeń DEL0...DEL4 ustawianych zworkami DS. Po przetworzeniu

**Wykaz elementów Moduł z mikrokontrolerem**

**Rezystory:** (SMD 0805, 1%)

R1, R2: 110 Ω

R3: 47 Ω

R4, R5: 470 Ω

**Kondensatory:**

C1, C2: 1,0...2,2 μF (foliowy R=5 mm)

C3, C4: 10 nF (foliowy R=5 mm)

C5...C16: 100 nF (SMD 0805)

C13, C14: 2,2 μF (SMD 0805)

C17, C18: 2,2 nF (foliowy R=5 mm)

C19, C20: 10 μF (SMD 0805)

CE1...CE6: 10 μF/10 V (SMD „A”)

CE7: 47 μF/10 V (SMD „B”)

**Półprzewodniki:**

U1: PCM1803ADB (SSOP20)

U2: TPA5052RSA (QFN16)

U3: PCM5102A (SSOP20)

U4: LM1117-3.3 (SOT-223)

**Inne:**

DS, VCC, GND: złącze SIP5 + zwora 5 szt.

FB1...FB5: peretka ferrytowa 600 Ω/100 mA

IN, OUT: złącze śrubowe DG381-3.5-3

OSC: generator kwarcowy 12,288 MHz, zasilanie 3,3 V

PWR: złącze śrubowe DG381-3.5-2

D/A sygnał analogowy jest dostępny na złączu OUT.

Układ uzupełnia zasilacz 3,3 V z układem stabilizatora LM1117-3.3 (U4), zasilający część cyfrową urządzenia. Moduł jest zasilany napięciem 5 V DC z zewnętrznego stabilizatora. Napięcie to powinno być odpowiednio stabilne i „niskoszumowe”, ponieważ bezpośrednio zasila bloki analogowe przetwornika A/D. Moduł uzupełniają człony FBx/Cx/Cex filtrujące napięcia zasilające poszczególnych stopni układu.

Układ zmontowano na niewielkiej, dwustronnej płytce drukowanej. Sposób montażu jest typowy i nie wymaga opisywania, rozmieszczenie elementów przedstawia **rysunek 4**. Linia opóźniająca nie wymaga uruchomienia. Po zmontowaniu i sprawdzeniu poprawności działa od pierwszego włączenia.

**Adam Tatuś, EP**

REKLAMA

**RK-SYSTEM**  
[www.rk-system.com.pl](http://www.rk-system.com.pl)

**Profesjonalne narzędzia dla elektroników i programistów**

- uniwersalne programatory układów scalonych
- analizatory stanów logicznych
- oscyloskopy cyfrowe
- systemy do wyważania i pomiaru drgań
- oprogramowanie CAD, CAM, CAE
- emulatory, symulatory, debuggery dla różnych rodzin procesorów
- kompilatory C/C++ dla różnych rodzin procesorów
- szkolenia w zakresie FPGA, VHDL
- narzędzia na procesory sygnałowe DSP
- projektujemy, produkujemy, szkolimy, dystrybuujemy

05-825 Grodzisk Maz., ul. Chałubińskiego 30, tel. (022) 724 30 39, 792 05 18, fax (022) 724 30 37

RAISONANCE Innovative Development Tools | IAR SYSTEMS | SPECTRUM DIGITAL