

Audio Clock

Generator zegara systemowego do urządzeń audio



Dodatkowe materiały na CD

Zegar systemowy w urządzeniu audio jest często przedmiotem szczególnego traktowania przez audiofilów. Konstruowane są specjalne układy z tranzystorowymi generatorami kwarcowymi, zasilane niskoszumnymi stabilizatorami. Takie generatory mają zapewnić jak najmniejszy jitter (drżenie fazy) sygnału zegarowego.

Układ generatora, który tutaj prezentujemy jest niezastąpiony w sytuacjach, gdzie niezbędny jest sygnał zegara systemowego, na przykład w układach kodeków audio. Można go też z powodzeniem stosować jako źródło zegara w odbiornikach cyfrowo-analogowych, lub w poddawanych modyfikacjom odtwarzaczach CD. Jitter sygnału wyjściowego nie jest większy niż 21 ps dla częstotliwości 73,738 MHz.

Rekomendacje: polecamy wszystkim audiofilom i miłośnikom dobrego brzmienia.



W cyfrowych systemach audio, do przesyłania danych do przetworników cyfrowo-analogowych i z przetworników analogowo-cyfrowych, stosuje się magistrale szeregową. Nazywane są one magistralami PCM i zbudowane są z dwóch linii zegarowych i dwóch linii danych.

Linia danych przesyłane są bity taktowane zegarem BCK (*bit clock*). W stereofonicznych systemach audio druga linia interfejsu używana jest do przesyłania sygnału zegarowego służącego do identyfikacji kanałów. W czasie trwania stanu niskiego przesyłany jest jeden kanał, a w czasie trwania stanu wy-

sokiego - drugi kanał.

Ta linia jest nazywana LRCK lub WCK (*word clock*).

Częstotliwości sygnałów zegarowych są ściśle związane z częstotliwością próbkowania oznaczaną jako F_s (*sampling frequency*). Sygnał LRCK ma częstotliwość równą F_s i wypełnienie 50%, a BCK częstotliwość $64 \times F_s$.

Oprócz wyżej wymienionych, cyfrowy system audio wymaga dodatkowego sygnału zegarowego nazywanego zegarem systemowym. Ten sygnał w przetworniku cyfrowo-analogowym taktuje układy wewnętrzne. Jest on niezbędny do działania interfejsu PCM, filtra cyfrowego, układów pomocniczych (na przykład interfejsu PC lub SPI używanego do zapisywania wewnętrznych rejestrów przetwornika). Zegar systemowy jest odpowiednikiem generatora kwarcowego (lub RC) w mikrokontrolerze, ale jego częstotliwość nie jest dowolna i musi być wielokrotnością częstotliwości próbkowania F_s . Wielokrotności częstotliwości próbkowania są zestandaryzowane i mają wartości: 128, 192, 256, 384, 512 i 768.

Zegar systemowy w urządzeniach audio często jest traktowany przez audiofilów ze

AVT-5192

W ofercie AVT:
AVT-5192A – płytka drukowana

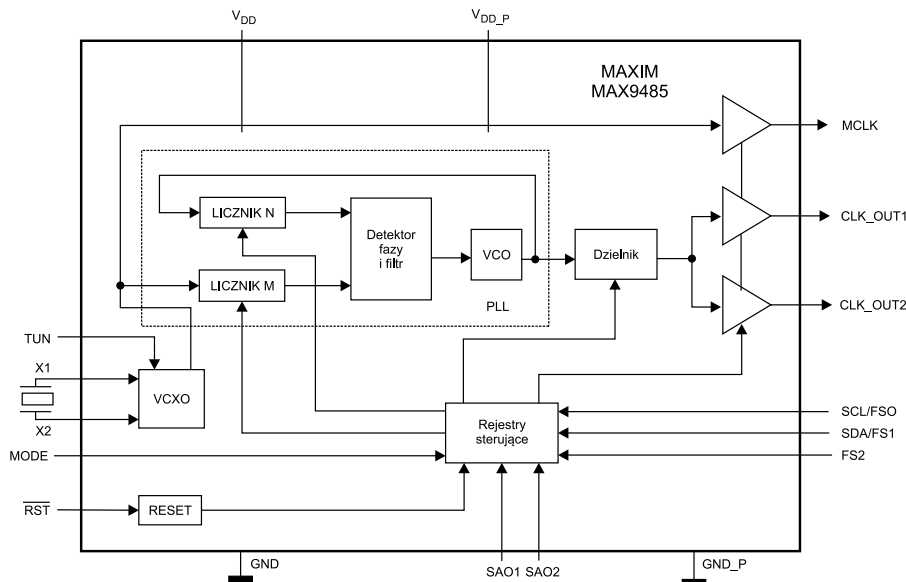
PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytko o wymiarach 40×33 mm
- Napięcie zasilania min. 5 V
- Generator zbudowany z zastosowaniem MAX9485
- Dwa tryby programowania nastaw: ustawienia programowane i sprzętowe
- Mnożniki częstotliwości: 256, 384, 768
- Częstotliwości próbkowania: 12 kHz, 32 kHz, 44,1 kHz, 48 kHz, 64 kHz, 88,2 kHz, 96 kHz
- Częstotliwości na wyjściu CLK OUT z zakresu 3,072...24,576 MHz (mnożnik 256), 4,608...36,864 MHz (mnożnik 384), 9,126...73,728 (mnożnik 768)

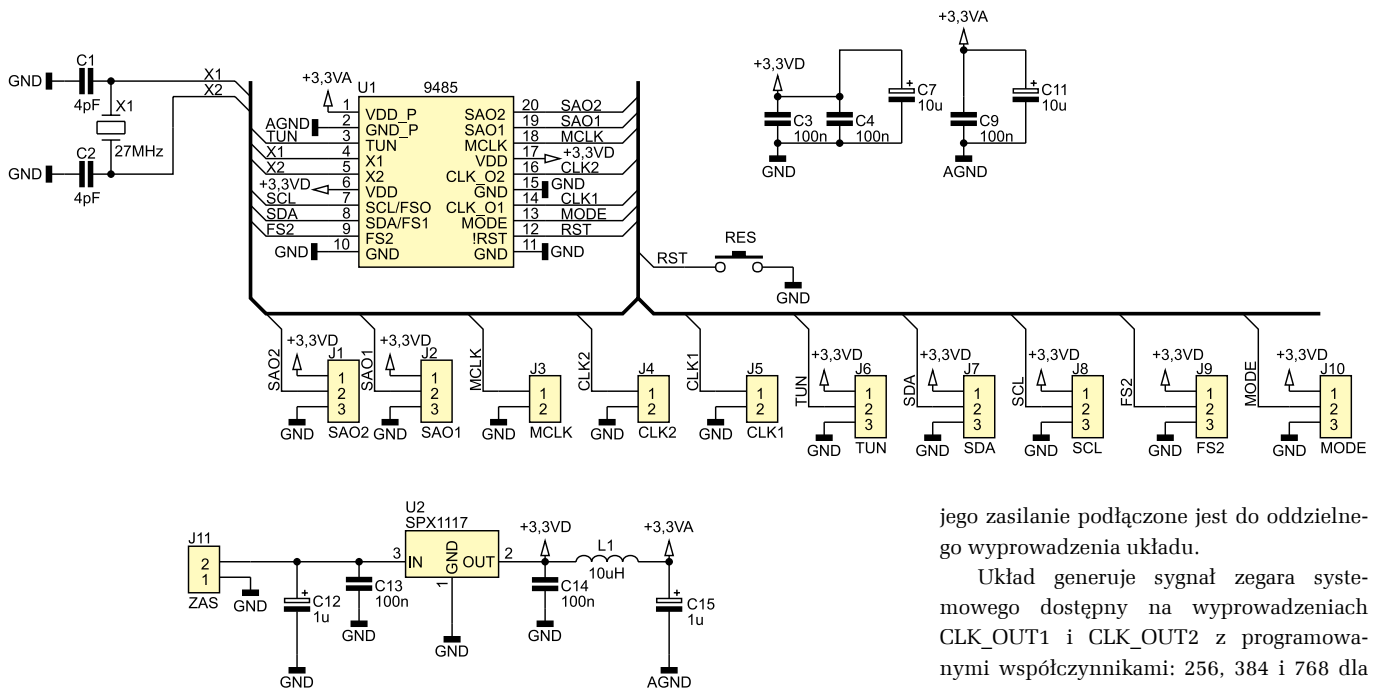


PROJEKTY POKREWNE wymienione artykuły są w całości dostępne na CD

Tytuł artykułu	Nr EP/EdW	Kit
Bardzo stabilny oscylator dla cyfrowej fonii	EP 6/1999	---



Rys. 1. Schemat blokowy MAX9485



Rys. 2. Schemat ideowy układu „Audio Clock”

szczególną troską. Konstruowane są specjalne układy z tranzystorowymi generatorami kwarcowymi, zasilane niskoszumnymi stabilizatorami. Takie generatory mają zapewnić jak najmniejszy *jitter* (oscylacje fazy) sygnału zegarowego. Można je stosować w układach audio z jedną częstotliwością próbkowania, na przykład w odtwarzaczach płyt kompaktowych.

W systemach, w których stosowane są różne częstotliwości próbkowania (na przy-

kład w wieloformatowych odtwarzaczach DVD) niezbędne jest źródło zegara systemowego o kilku częstotliwościach. Na przykład, jeżeli w odtwarzaczu DVD odtwarzamy płytę audio CD i przyjmiemy współczynnik 256, to zegar systemowy ma częstotliwość $256 \times 44,1 \text{ kHz} = 11,2896 \text{ MHz}$. Ale w trakcie odtwarzania filmu z dźwiękiem zapisanym w systemie Dolby częstotliwość próbkowania wynosi 48 kHz i zegar musi mieć częstotliwość $48 \text{ kHz} \times 256 = 12,288 \text{ MHz}$.

Układ MAX9485

Źródłem zegara systemowego w układach, w których zmienia się częstotliwość próbkowania może być układ MAX9485 produkowany przez firmę Maxim-Dallas.

Schemat blokowy układu pokazano na rys. 1. Jednym z głównych elementów jest układ pętli PLL taktowanej zewnętrznym źródłem zegara o częstotliwości 27 MHz. MAX9485 ma wbudowany wewnętrzny układ generatora o częstotliwości stabilizowanej przy pomocy zewnętrznego rezonatora kwarcowego. Generator może być dostrajany napięciem stałym podawanym na wyprowadzenie TUNE. Takie rozwiązanie pozwala na dokładne dostrojenie jego częstotliwości. Układ pętli PLL nie wymaga żadnych elementów zewnętrznych RC w układzie filtra. Dla zwiększenia odporności na zakłócenia

jego zasilanie podłączone jest do oddzielnego wyprowadzenia układu.

Układ generuje sygnał zegara systemowego dostępny na wyprowadzeniach CLK_OUT1 i CLK_OUT2 z programowanymi współczynnikami: 256, 384 i 768 dla częstotliwości próbkowania: 12 kHz, 32 kHz, 44,1 kHz, 48 kHz, 64 kHz, 882 kHz i 96 kHz. Buforowany sygnał zegara o częstotliwości 27 MHz dostępny jest na wyprowadzeniu MCLK. Może być użyty do w układach regulacji generowanej częstotliwości zegara systemowego. Np. zewnętrzny mikrokontroler może mierzyć częstotliwość i na tej podstawie generować napięcie regulacyjne podane na wejście TUNE.

Budowa i sposób działania

Na rys. 2 pokazano schemat prostej aplikacji układu MAX9485. Układ zasil-

Tab. 1. Odblokowanie wejść CLK_OUT1i CLK_OUT2 w trybie sprzętowym

J2 SA01	J2 SA02	J5 CLK_OUT1	J4 CLK_OUT2
Niski/wysoki	Otwarty	Odblokowany	Odblokowany
Niski/wysoki	Niski	Odblokowany	Zablokowany
Niski/wysoki	Wysoki	Zablokowany	Odblokowany

Tab. 2. Ustawianie zakresu częstotliwości próbkowania w trybie sprzętowym

J9 FS2	Standard częstotliwości próbkowania
Niski	Standardowa (32 kHz, 44,1 kHz, 48 kHz)
Wysoki	Podwojona (64 kHz, 88,2 kHz, 96 kHz)
Otwarty	Standardowa (12 kHz)

Tab. 3. Ustawianie częstotliwości próbkowania

J8 SCL/FS0	Częstotliwość próbkowania [kHz]
Niski	32
Wysoki	44,1
Otwarty	48

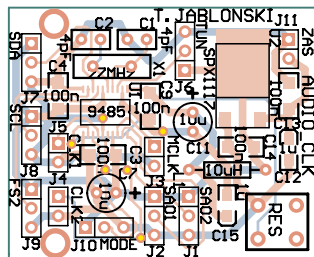
Tab. 4. Ustawianie mnożnika zegara systemowego

J7 SDA/FS1	Mnożnik
Niski	256
Wysoki	384
Otwarty	768

nia składa się ze stabilizatora +3,3 V typu SPX1117-3,3. Sekcja analogowa również zasilana jest z tego stabilizatora, ale napięcia są oddzielone dławikiem 10 μH. Cały układ musi być zasilony napięciem stałym o wartości minimum 5 V podłączonym do złącza J11. Wszystkie wyprowadzenia służące do ustawiania częstotliwości i wyjścia zegarów są wyprowadzone na zworki wykonane z listwy goldpinów.

MAX9485 może być programowany w 2 trybach ustawianych stanem na wejściu MODE (zworka J10). Podanie stanu niskiego na wejście MODE powoduje przejście w tryb nastaw programowanych i wszystkie ustawienia przesyłane są do układu przez zewnętrzny mikrokontroler magistralą I²C. Linia SDA interfejsu podłączona jest przez środkowy pin zworki J7, a linia SCK przez środkowy pin zworki J8.

Jeżeli wejście MODE jest w stanie wysokim, to układ pracuje w trybie nastaw sprzę-



Rys. 3. Schemat montażowy

towych. W tym trybie można ustawić żądana częstotliwość zegara tylko przez ustawianie odpowiednich stanów na doprowadzeniach układu.

Zworki J1 i J2 służą do blokowania, lub odblokowania wyjść CLK_OUT1 i CLK_OUT2 (tab. 1). Zworka J9 FS2 używana jest do ustawiania zakresu częstotliwości próbkowania (tab. 2). Pozostają jeszcze do ustawienia: częstotliwość próbkowania i mnożnik zegara systemowego.

Częstotliwość próbkowania ustawiana jest zworką J8 (tab. 3), która w trybie programowym pełni rolę wejścia linii zegarowej interfejsu I²C. Mnożnik zegara systemowego ustawiany jest zworką J7, która w trybie programowym pełni rolę wejścia sygnału danych SDA. Sposób ustawiania mnożnika pokazano w tab. 4.

W tab. 5 pokazano wszystkie częstotliwości zegara systemowego możliwe do uzyskania w układzie MAX9485. Jeżeli chcemy uzyskać częstotliwość z mnożnikiem 256 dla $f_s=44,1$ kHz (11,2896 MHz), to ustawiamy:

- J9 stan niski dla standardowej częstotliwości próbkowania,
- J8 stan wysoki - częstotliwość próbkowania 44,1 kHz,
- J7 stan niski - mnożnik 256.

Wystarczy zworkę J9 przestawić w stan wysoki (podwojona częstotliwość), aby sygnał na wyjściu miał częstotliwość 22,5792 MHz.

Montaż

Układ został zmontowany na niewielkiej płytce pokazanej na rys. 3 i praktycznie

Tab. 5. Częstotliwości generowane przez układ MAX9485

Częstotliwość próbkowania [kHz]	CLK_OUT			Standard
	$256 \times f_s$ [MHz]	$384 \times f_s$ [MHz]	$768 \times f_s$ [MHz]	
12	3,0720	4,6080	9,1260	standardowa
32	8,1920	12,2880	24,5760	standardowa
44,1	11,2896	16,9344	33,8688	standardowa
48	12,2880	18,4320	36,8640	standardowa
64	16,3840	24,5760	49,1520	podwojona
88,2	22,5792	33,8688	67,7376	podwojona
96	24,5760	36,8640	73,7280	podwojona

WYKAZ ELEMENTÓW

Kondensatory
 C1, C2: 4 pF
 C3, C4, C9, C13, C14: 100 nF
 C7, C11: 10 μF/16 V
 C12, C15: 1 μF

Półprzewodniki
 U1: MAX9485 SMD
 U2: SPX1117 SMD

Inne
 X1 kwarc 27 MHz
 L1: 10 μH
 RES: mikroswitch
 J1, J2, J6...J10: goldpin 1×3 plus jumbery
 J3...J5: goldpin 1×2 plus jumbery
 J11: goldpin 1×2

sprawdzony. W trakcie prób okazało się, że dostępne popularne oscylatory kwarcowe na częstotliwość 27 MHz są oscylatorami overtonowymi. Wszystkie, które testowałem wzbudzały się na częstotliwości 3 razy niższej (9 MHz). Aby taki oscylator wzbudzał się na częstotliwości 27 MHz potrzebny jest dodatkowy układ z indukcyjnością. Jednak próby ze wzbudzeniem się na częstotliwości 27 MHz wykonane z zastosowaniem oscylatorów overtonowych nie zakończyły się powodzeniem. Jedynym wyjściem w tej sytuacji było zastosowanie zewnętrznego scalonego generatora kwarcowego o częstotliwości 27 MHz.

Wyjście generatora podłącza się do wyprowadzenia X1 układu MAX9485, a wyprowadzenie X2 musi pozostać niepodłączone. W tym przypadku kondensatory C1 i C2 nie powinny być wlutowane, a wejście TUNE musi być podłączone do +3,3 V.

Podsumowanie

Układ generatora jest niezastąpiony w urządzeniach, w których niezbędny jest sygnał zegara systemowego - na przykład w układach kodeków. Można go też z powodzeniem stosować jako źródło zegara w odbiornikach cyfrowo-analogowych, lub w poddawanych modyfikacjom odtwarzaczach CD. Producent zapewnia, że jitter sygnału wyjściowego nie jest większy niż 21 ps dla częstotliwości 73,738 MHz.

Tomasz Jabłoński, EP
 tomasz.jablonski@ep.com.pl

Na CD karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych na Wykazie Elementów kolorem czerwonym

