

Sprzętowy dekoder MP3, część 2

Drugą część artykułu poświęcamy przybliżeniu tajników prototypowej konstrukcji sprzętowego dekodera MP3, którego „mózgiem” jest jeden z najbardziej rozpowszechnionych (co nie oznacza łatwo dostępnych) układów dekodujących: STA013 firmy STMicroelectronics.

Opis układu

Prototypowy model dekodera MP3 składa się z dwóch zasadniczych fragmentów, które są zmontowane na osobnych płytkach drukowanych:

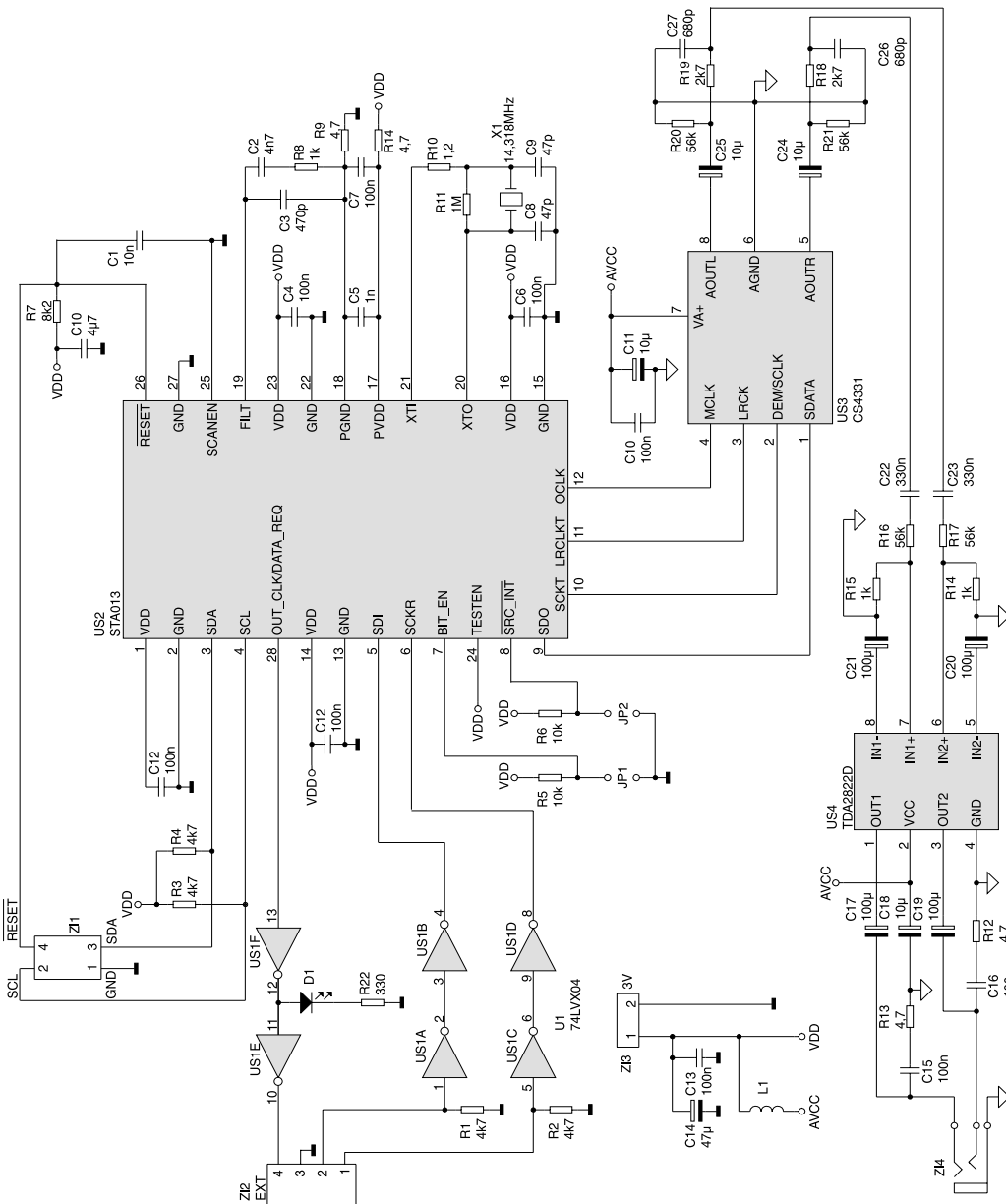
- dekodera-konwertera strumienia cyfrowego z postaci SCR na „czysty” format I2S, który zintegrowano z przetwornikiem audio C/A i miniaturowym wzmacniaczem słuchawkowym,
- mikroprocesorowego sterownika,

który odpowiada za obsługę interfejsu użytkownika (w modelu wyświetlacz alfanumeryczny 2x8 znaków o identycznym jak 1x16), a także za ekstrakcję danych z plików MP3 zapisanych w pamięci MMC i przesłanie ich do dekodera STA013.

Schemat elektryczny dekodera-konwertera pokazano na **rys. 6**. Jak łatwo zauważyć, jest to standardowa aplikacja układu STA013, zalecana przez producenta do stosowania w aplikacjach

klasie popularnej. Układ US3 jest standardowym przetwornikiem C/A o rozdzielczości 18 bitów. Sygnał audio w postaci cyfrowej jest podawany na wejście I2S, a po konwersji do postaci analogowej (z filtrowaniem za pomocą wewnętrznego filtra dolnoprzepustowego) jest podawany na wejście miniaturowego wzmacniacza audio wykonanego na układzie US4. Regulacja głośności, balansu i barwy dźwięku odbywa się programowo poprzez interfejs I²C, którego styki wyprowadzono na miniaturowe złącze 4-stykowe Z11.

Cyfrowy sygnał audio oraz sygnały synchronizujące jego transmisję wyprowadzono na złącze Z12. Pomiedzy układ US2 i złącze Z12 włączono prosty bufor składający się z szeregowo połączonych inwerterów chodzących w skład układu US1. Układ ten jest niskonapięciowym odpowiednikiem znanego z serii TTL układu 7404. Dioda świecąca D1 sygnalizuje miganiem pracę inter-



Rys. 6. Schemat elektryczny dekodera-konwertera.

fejsu szeregowego wykorzystywanego do transmisji danych, przy czym jest monitorowany sygnał sygnalizujący opróżnienie 5-bajtowego bufora wejściowego w układzie US2.

Obszar adresowy rejestrów dostępnych poprzez interfejs I²C obejmuje aż 128 rejestrów. Oprócz czterech spośród nich skrótowo wcześniej opisanych, układ STA013 wyposażono w szereg innych rejestrów, wśród których szczególnej uwagi wymagają rejestry odpowiadające za konfigurację układu. Ich zawartość należy ustalić każdorazowo po programowym lub sprzętowym zerowaniu układu w określonej przez producenta kolejności.

Na rys. 7 pokazano schemat elektryczny mikroprocesorowego sterownika odtwarzacza. Jego najważniejszym elementem jest mikrokontroler US6 z rodziny ST72, którego zadaniem jest konfigurowanie scalonego dekodera MP3, obsługa alfanumerycznego wyświetlacza LCD W1 oraz klawiatury składającej się z pięciu przycisków S1...S5. Służą one do

regulacji głośności góra/dół, zmiany utworu (o jeden w przód/w tył) i uruchamiania/zatrzymywania odtwarzania. W modelu prototypowym nie przewidziano możliwości „przewijania” utworów, ponieważ pojemność pamięci programu mikrokontrolera US6 nie była wystarczająca dla programu, który nie był poddany optymalizacji. Przybliżone szacunki wykazują jednak, że prawdopodobnie będzie możliwe zaimplementowanie także tej funkcji.

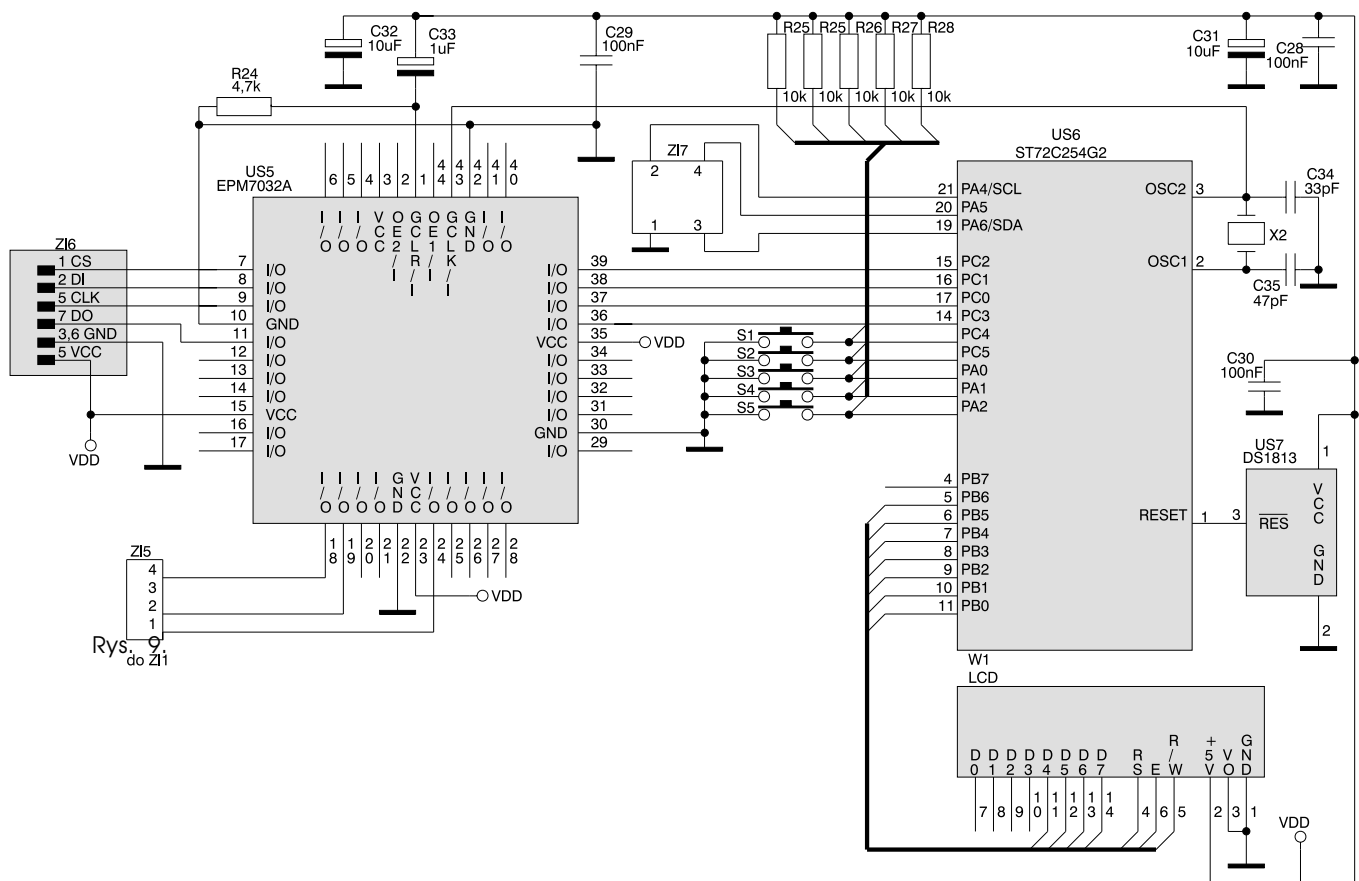
Ponieważ realna szybkość pracy rdzenia mikrokontrolera jest stosunkowo niewielka, nie jest możliwa jednoczesna (w czasie rzeczywistym) obsługa klawiatury, wyświetlacza, odczyt i obróbka danych z karty pamięciowej MMC oraz ich przesyłanie do dekodera. Konieczne było zatem zastosowanie układu pomocniczego US5, który zapewnia sprzętową obsługę przesyłu danych z karty pamięciowej do dekodera, po wcześniejszym usunięciu z odczytywanych pakietów danych innych niż audio. Transkodery zaimplementowano w niskonapię-

ciowym układzie PLD EPM7032A, który może pracować z zasilaniem 3V.

Uwagi końcowe

Oprogramowanie dla prezentowanego w artykule systemu opracowano za pomocą pakietu programowego YaVa firmy Innoveda. Jest to oprogramowanie umożliwiające jednoczesne tworzenie programu dla mikrokontrolera i jednoczesne przydzielanie wybranych zadań dla modułów sprzętowych implementowanych w strukturach programowalnych (*hardware-software co-design*). Podobne pakiety programowe oferują także producenci układów PSoC (*Programmable System on a Chip*), m.in.: Atmel i Triscend, a także producenci narzędzi uniwersalnych, jak Mentor Graphics, Altium, czy też Innoveda. Program źródłowy do projektu sprzętowego dekodera MP3 jest dostępny na stronie internetowej EP w dziale *Download>Dokumentacje*.

Jeżeli wśród naszych Czytelników znajduje się chętni na przeprowadzenie prób z samym deko-



Rys. 7. Schemat elektryczny mikroprocesorowego sterownika odtwarzacza.

derem, jest to możliwe do przeprowadzenia pod warunkiem wykonania dodatkowego interfejsu o stosunkowo prostej budowie. Został on szczegółowo opisany w notcie aplikacyjnej AN1090 (dokument 6256.pdf), podobnie do oprogramowania sterującego i konfiguracji systemu (niezbędne są dwa komputery PC). Nota aplikacyjna AN1090 jest dostępna w Internecie pod adresem: <http://eu.st.com/stonline/books/pdf/docs/6526.pdf>. Informacje o adresach, pod którym jest dostępne oprogramowanie sterujące i konfiguracyjne podaliśmy na końcu artykułu.

Modelowy egzemplarz dekodera zmontowano na dwóch płytach uniwersalnych, z wykorzystaniem (w większości przypadków) podzespołów SMD. Ze względu na trudności w zdobyciu niewielkich ilości podzespołów biernych o pożądanym wymiarach (nieco już przestarzałe 0805) nie powstał kompletny zestaw docelowych płytek drukowanych. Jak wspomniano w pierwszej części artykułu (EP10/2001), kit dekodera MP3 nie będzie dostępny w ofercie AVT, co jest spowodowane dużymi trudnościami ze zdobyciem niezbędnych podzespołów.

Trwają dalsze prace nad sprzętowym dekodery MP3, w którym rolę pamięci będzie spełniał dysk twardy lub napęd CD-ROM. Ponieważ w tym przypadku zarzuciliśmy ambitne „pomysły” podzespołowe, ze zdobyciem elementów do nowej wersji dekodera nie będzie tak dużych problemów, co pozwoli wprowadzić go do produkcji.

O postępach będziemy oczywiście informować.

Andrzej Gawryluk, AVT

Oprogramowanie konfiguracyjne oraz sterujące układem STA013 jest dostępne w Internecie pod adresem:

- <http://eu.st.com/stonline/prodpres/dedicate/mp3/sw/sta013sd.zip>,
- <http://eu.st.com/stonline/prodpres/dedicate/mp3/sw/sta013tx.zip>,
- http://eu.st.com/stonline/prodpres/dedicate/mp3/sw/p02_0609.bin,
- http://eu.st.com/stonline/prodpres/dedicate/mp3/sw/dvi_0705.zip,
- <http://eu.st.com/stonline/prodpres/dedicate/mp3/sw/cpll.exe>.

WYKAZ ELEMENTÓW

Płytki dekodera

Rezystory

R1...R4: 4,7kΩ
R5, R6: 10kΩ
R7: 8,2kΩ
R8: 1kΩ
R9, R12, R13: 4,7Ω
R10: 1,2Ω
R11: 1MΩ
R14, R15: 1kΩ
R16, R17, R20, R21: 56kΩ
R18, R19: 2,7kΩ
R22, R23: 10kΩ

Kondensatory

C1, C5: 10nF
C2: 4,7nF
C3: 470pF
C4, C6, C7, C10, C12, C13, C15, C16: 100nF
C8, C9: 47pF
C11, C18, C24, C25: 10μF/6V
C14: 47μF/6V
C17, C19, C20, C21: 100μF/6V
C22, C23: 330nF
C26, C27: 680pF

Półprzewodniki

US1: 74LVX04 (SOP14)
US2: STA013 (TQFP44)
US3: CS4331 (SO8)
US4: TDA2822D (SO8)
D1: dowolna dioda LED φ3mm

Różne

Z1: ACXS4
Z2: ACXS-L4
Z4: gniazdo słuchawkowe minijack-stereo
JP1, JP2: minijumpery
X1: kwarc 14,318MHz
L1: 470μH

Płytki sterownika

Rezystory

R24: 4,7kΩ
R25...R28: 10kΩ

Kondensatory

C28...C30: 100nF
C31, C32: 10μF/6V
C33: 1μF/5V
C34: 33pF
C35: 47pF

Półprzewodniki

US5: EPM7032A (TQFP44)
US6: S77C254G2 (SOP28)
US7: DS1813 (SO8)

Różne

W1: SAC88291 (3V)
S1...S5: mikroprzełączniki
X2: 8MHz
Z15: ACXS-L4
Z16: podstawka MMC9 (np. JST)
Z17: ACXS4