

ПОРТАТИВНИЙ ПРИСТРІЙ ВІДТВОРЕННЯ ЗВУКОВИХ ПОВІДОМЛЕНЬ

Запропоновано портативний пристрій відтворення звукових повідомлень, стиснутих з використанням адаптивної диференційної імпульсно-кодової модуляції (ADPCM) та записаних в flash-пам'ять по інтерфейсу USB.

Предложено портативное устройство воспроизведения звуковых сообщений, сжатых с использованием адаптивной дифференциальной импульсно-кодовой модуляции (ADPCM) и записанных на flash-память по интерфейсу USB.

This article proposes a device which plays the voice, downloaded to the on-board flash memory via USB interface. Adaptive Differential Pulse Code Modulation (ADPCM) is used for sound compressing.

Вступ

Пристрої для відтворення звукових повідомлень широко застосовуються в системах із звуковою сигналізацією (сучасні комп'ютерні материнські плати, системи контролю, промислове і медичне обладнання) та дитячих іграшках. Запропонований пристрій є простим і дешевим рішенням, яке вимагає мінімальної кількості компонент основними серед яких є:

- мікроконтролер фірми Cypress (CY8C24894) для отримання звукових повідомлень від персонального комп'ютера та запису їх у flash-пам'ять; зчитування стиснутих даних за алгоритмом ADPCM з flash-пам'яті, перетворення стиснутих даних та підготовки їх для подальшого відтворення
- Flash-пам'ять (SST25VF040B) використовується для збереження звукових повідомлень
- Підсилювач звукових сигналів (TDA7052A) використовується для підсилення отриманого звукового сигналу для подальшого відтворення з допомогою динаміка

Постановка задачі

Розробити пристрій відтворення звукових повідомлень та програму для запису звукових повідомлень на пристрій з персонального комп'ютера. Забезпечити відповідність пристрою наступним вимогам:

Параметр	Значення
Напруга живлення	9V-12V
Комунаційний інтерфейс	USB
Розрядність вибірки вхідного повідомлення	16 біт/вибірку
Частота дискретизації вхідного повідомлення	8 КГц
Мінімальна тривалість повідомлення	2 хв.

ADPCM кодування

Алгоритм ADPCM використовується для стиснення звукових сигналів. Оскільки різниця між сусідніми вибірками в звуковому сигналі має мале значення, алгоритм кодує різницю між вибіркою і передбачуваною наступною вибіркою замість кодування цілої вибірки. Це дозволяє зменшити ємність пристроїв зберігання звукових даних. Для синхронізації роботи алгоритмів кодера та декодера, алгоритм кодера містить в собі алгоритм декодера для отримання передбачених вибірок і пошуку різниці з поточною вибіркою. Після цього, різниця піддається квантуванню і повертається як результат кодування.

Більшість алгоритмів ADPCM кодування є складними і вимагають значних обчислювальних затрат з використанням арифметики з плаваючою комою, тому не можуть бути реалізовані на дешевих восьми-бітних мікроконтролерах. Тому в запропонованому пристрої використано спрощену версію алгоритму ADPCM, яка перетворює 16-бітні вибірки повідомлення в 4-бітні коди. В процесі відтворення повідомлення мікроконтролер декодує ці 4-бітні коди в 16-бітні вибірки, які, після подальшого перетворення в аналоговий сигнал потрапляють на динамік.

Опис роботи пристрою

Блок-схема запропонованого пристрою зображена на Рис.1. Пристрій складається з таких основних компонент: мікроконтролер (PSoC), flash-пам'яті (flash-memory) для зберігання повідомлень, підсилювача звукових сигналів (Audio amplifier) і кнопки включення/виключення (Play).

Мікроконтролер отримує ADPCM коди від персонального комп'ютера по інтерфейсу USB і записує ці коди в зовнішню flash-пам'ять. Після натиснення кнопки, мікроконтролер починає декодувати повідомлення і відтворювати його.

Обчислювальне ядро мікроконтролера комунікує з зовнішньою flash-пам'яттю по інтерфейсу SPI з використанням модуля SPIM (зчитує/записує коди) та перетворює їх у вибірки звукового повідомлення.

Генератор псевдовипадкових послідовностей (PRS PWM) отримує вибірки і перетворює їх у послідовності імпульсів із змінною довжиною, коефіцієнт заповнення яких відповідає отриманій вибірці. Генератор псевдовипадкових послідовностей був використаний для розмазування частотного спектру вихідного сигналу в більшому діапазоні ніж це може забезпечити звичайний пристрій широтно-імпульсної модуляції. Це спрощує наступну фільтрацію отриманого сигналу. PRS PWM забезпечує розрядність в 12-біт для вихідного сигналу, що є достатнім для даного пристрою.

Пасивний RC-фільтр (R1C1) нижніх частот усуває високочастотні складові сигналу, згенерованого в PRS PWM.

Сигнал з фільтра заводиться на вбудований в мікроконтролер підсилювач з програмованим коефіцієнтом підсилення (PGA). Сигнал з виходу PGA заводиться на 4-х полюсний фільтр нижніх частот Батерворта

(LPF4) з частотою обрізання 4КГц.

Підсилювач звукових сигналів (Audio amplifier) підсилює сигнал для динаміка з опором 8Ом для подальшого відтворення.

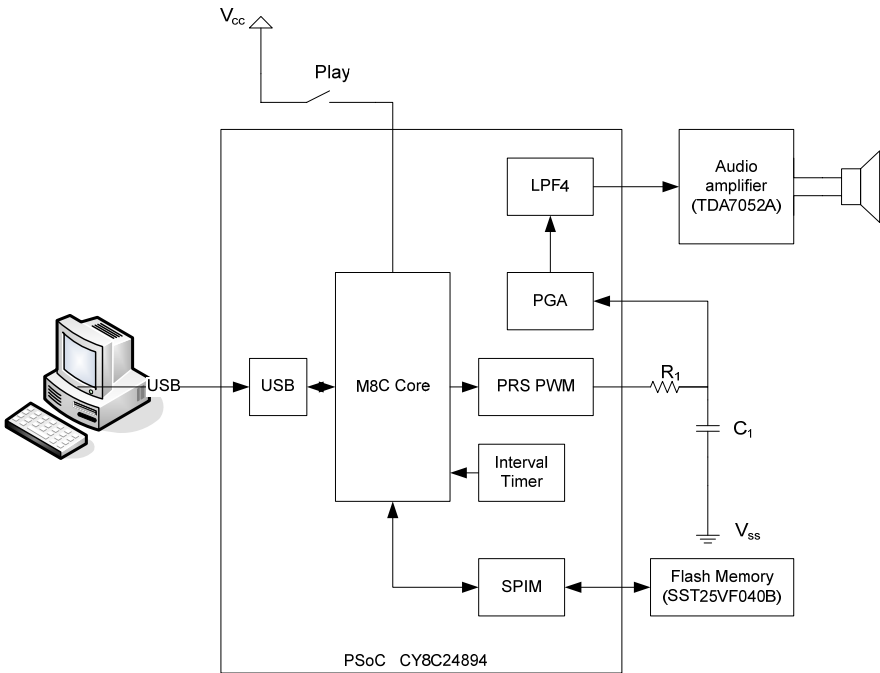


Рис. 1 – Блок-схема пристрою відтворення звукових повідомлень

Схема пристрою

Схема пристрою відтворення звукових повідомлень зображена на Рис.2.

Пристрій складається з таких основних компонентів:

- U1 – flash-пам'ять для зберігання закодованих звукових повідомлень;
- U2 – мікроконтролер;
- U3 – підсилювач звукових сигналів;
- U4 – лінійний перетворювач напруги на 3.3V (для живлення мікроконтролера і мікросхеми flash-пам'яті);
- J3 – ISSP роз'єм для програмування мікроконтролера;
- R4 – регулятор гучності відтворення повідомлення.

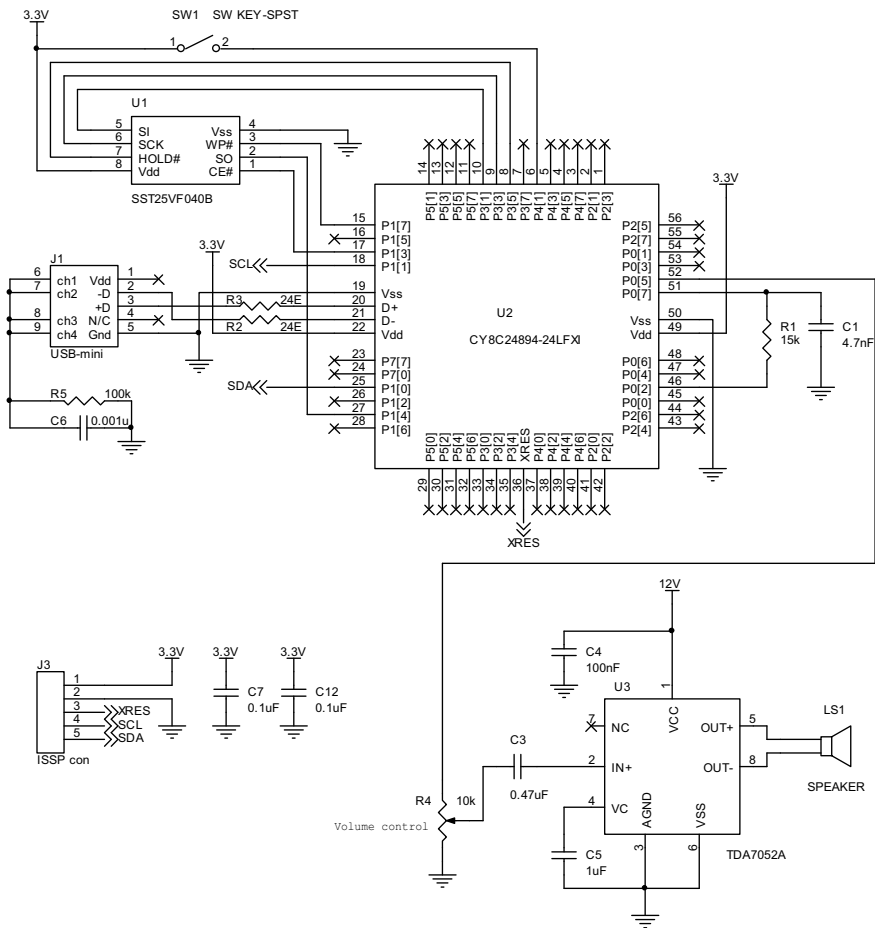


Рис.2 - Схема пристрою відтворення звукових повідомлень

Програма для персонального комп'ютера

Для передачі закодованих звукових повідомлень від персонального комп'ютера до пристрою по інтерфейсу USB було створено програму, яка перетворює вхідний "wav" файл в закодовану ADPCM послідовність і

передає її на пристрій відтворення звукових повідомлень. Зовнішній вигляд програми зображено на Рис.3.

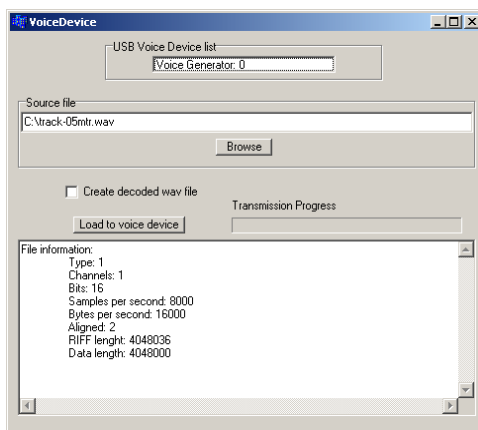


Рис. 3 - Вигляд діалогового вікна програми

В секції "USB Voice Device list" необхідно вибрати пристрій відтворення серед всіх підключених до даного персонального комп'ютера. В секції "Source file" вибирається "wav" файл із звуковим повідомленням, яке має бути завантажено в пристрій. "wav" файл має бути файлом типу RIFF з 16-ти бітним представленням вибірок (1 або 2-канальним) з частотою дискретизації 8КГц. Прапорець "Create decoded wav file" має бути встановлений у разі необхідності перевірки справності відновлення закодованого звукового повідомлення. Відновлений файл буде мати ім'я: "ім'я_вхідного_файлу"_recovered.wav. Ім'я закодованого файлу - "ім'я_вхідного_файлу".adpcm. Вміст цього файлу передається на пристрій по інтерфейсу USB.

Висновки

В даній роботі запропоновано недорогий портативний пристрій відтворення звукових повідомлень з використанням ADPCM кодування для зменшення необхідного розміру flash-пам'яті, яка містить закодоване звукове повідомлення. Запропонований пристрій може бути вдосконалений для підтримки простого командного інтерфейсу, який забезпечить відтворення різних повідомлень в залежності від отриманої команди.

1. Д. Ватолін, А. Ратушняк, М. Смирнов, В. Юкин. Методы сжатия данных. Устройства архиваторов, сжатие изображений и видео. - Диалог-МИФИ, 2002. - С. 384.
2. Д. Сэломон. Сжатие данных, изображения и звука. — М.: Техносфера, 2004. — С. 368.

Поступила 7.02.2011 р.