

С.В. Тищенко

СТВОРЕННЯ ВІРТУАЛЬНОГО ОСЦИЛОГРАФА НА БАЗІ СУЧАСНОГО МІКРОКОНТРОЛЕРА

Анотація. Запропоновано рішення для отримання вимірювального пристрою бюджетного класу. Досліджено можливість створення вимірювального пристрою на базі сучасних мікроконтролерів. Створено і випробувано прототип віртуального осцилографа.

Ключові слова: осцилограф, мікроконтролер, АЦП, вимірювання, прилад.

Вступ. Розробникам цифрових електронних пристроїв інколи дуже бракує осцилографа з помірними характеристиками для відслідковування стану ліній цифрової схеми. Осцилографи з широкою смугою пропускання мають високу вартість. Виходом з цієї ситуації може бути віртуальний осцилограф.

Основна частина. Осцилограф — це прилад для вимірювання та запису параметрів електричного сигналу. За способом обробки вхідного сигналу осцилографи поділяють на аналогові та цифрові. Останнім часом все більшої популярності набувають саме цифрові осцилографи завдяки ширшим можливостям. Оцифровка сигналу дозволяє уникнути відображення сигналу у реальному масштабі часу та таким чином підвищити стійкість зображення, надає можливість зберігати результати, спрощує масштабування.

Осцилографи з широкою смугою пропускання не кожен може собі дозволити через їх високу вартість. Але розробникам цифрових електронних пристроїв часто буває достатньо спостерігати сигнали, що змінюються з не надто високою частотою. Для розробки віртуальних цифрових осцилографів використовують комп'ютер з відповідним ПЗ та пристрій спряження із зовнішніми сигналами. Задачу спряження можна виконати на базі мікроконтролера зі своїм ПЗ, яке разом з ПК дозволяє створити віртуальний осцилограф зі змінними характеристиками. Така мінімізація кількості апаратних вузлів осцилографа (не має власного дисплею та панелі керування) дозволяє суттєво зменшити його ціну.

У якості демонстрації пристрій спряження було створено на базі STM32F4-DISCOVERY (рисунок 1). STM32F4-DISCOVERY – високопродуктивна дослідницька плата для мікроконтролера STM32F4. Вона дозволяє вивчати можливості МК STM32F4 і легко розробляти власні програми [1].

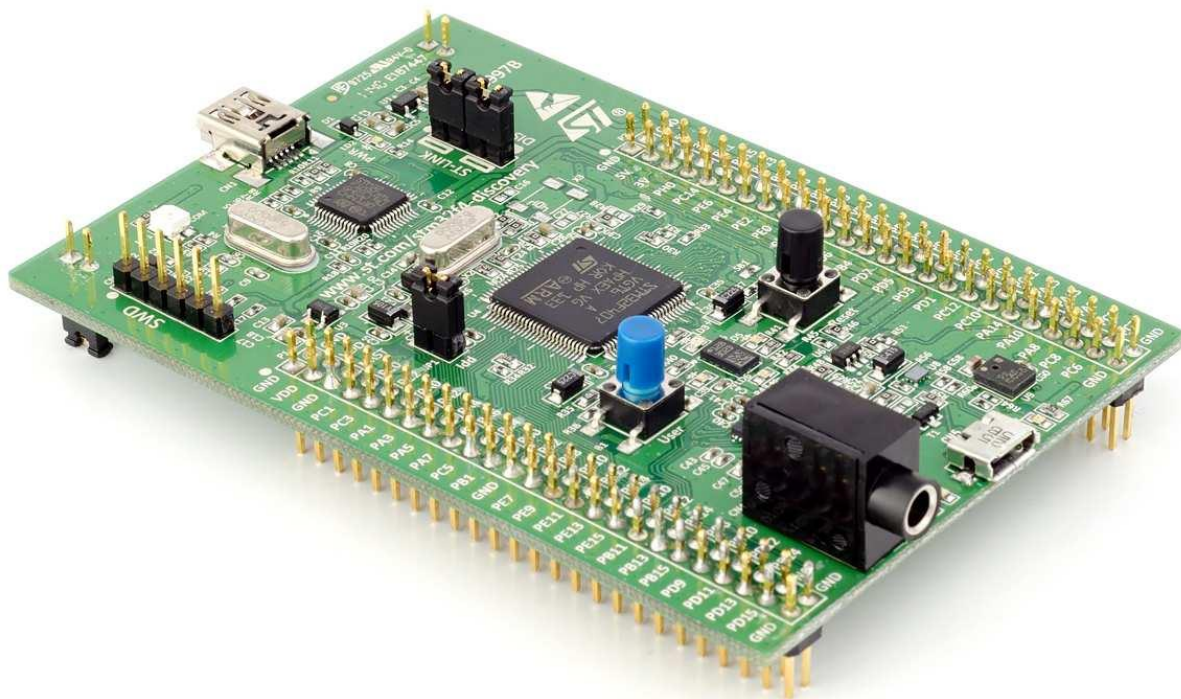


Рисунок 1 – STM32F4-DISCOVERY

Для обміну даними з комп'ютером було обрано інтерфейс UART. Причиною такого вибору стало співвідношення між його перевагами та недоліками.

Переваги:

- простота;
- наявність його у більшості МК;

Недоліки:

- низька швидкість обміну даними;
- відсутність пакетної передачі.

Програма керування пристроєм написана мовою C#, бібліотека класів якої містить клас SerialPort, що призначений для взаємодії з інтерфейсами COM/UART на комп'ютері.

АЦП мікроконтролерів STM32 працює за принципом послідовного наближення. Провести вимір - завдання нескладне, не так вже й багато налаштувань потрібно зробити. А от кількість різних режимів

вимірювань та їх комбінації - це інша справа. По-перше, зовнішніх входів для вимірювань в кристалі передбачили досить багато. По-друге, також багато і внутрішніх джерел апаратного запуску перетворення, це таймери і 2 зовнішніх входи, які формують сигнал старту перетворення [2].

Аналогові величини надходять в перетворювач або з зовнішніх входів (для цього вони повинні бути налаштовані на роботу в аналоговому режимі), або від двох внутрішніх джерел. Внутрішні джерела для АЦП - це температурний датчик і внутрішня опорна напруга. Результат перетворення зберігається в спеціальних регістрах. Для регулярних каналів регістр даних має всього одну клітинку розмірністю 16 біт. Для інжекттованих каналів можна зберегти результати відразу 4 перетворень поспіль (розмірність теж 16 біт). Перед наступними перетвореннями результат потрібно зчитати, інакше він буде перезаписаний новим значенням. Для регулярних каналів в цьому випадку можна відразу ж після перетворення пересилати результати у виділену область пам'яті, для цього передбачений режим "прямого доступу до пам'яті" - DMA (Direct Memory Access) [2] вбудованого АЦП:

- Розрядність АЦП можна змінювати - це може бути 6, 8, 10, або 12 розрядів.
- Для одного каналу можна задати різні режими: одноразово виміряти аналогову величину або ж запустити канал у режимі безперервного вимірювання.
- Режим сканування. Можна створити групу каналів, задати порядок проходження каналів в групі. Тоді вимірювання будуть йти послідовно один за одним, вхідний мультиплексор буде підключати зовнішні канали до АЦП по черзі, відповідно до запрограмованого порядку.
- Вирівнювання результату перетворення вліво або вправо.
- Час вибірки можна запрограмувати індивідуально для кожного каналу.
- Функція зовнішнього запуску для регулярних і інжекттованих каналів.
- Режим "переривчастих" перетворень.

- Перетворення завжди відбувається на максимальній швидкості, вона залежить тільки від частоти тактування АЦП ($ADCCLK = 4, 8, 16$ МГц). При 4 МГц воно дорівнює 4 мкс, при 16 МГц - 1 мкс.

- Функції автоматичного ввімкнення/вимкнення АЦП при наявності / відсутності перетворень з метою зниження енергоспоживання.

- Вимоги до напруги живлення: 2.4В - 3.6В при роботі на максимальній швидкості, не менш 1.8 вольт на повільних швидкостях. Розмах вхідного сигналу не повинен виходити за межі опорного напруги V_{ref} .

- Можливість введення тимчасової затримки, автоматично вставляється між перетвореннями. Тривалість затримки програмується.

- Генерація запиту для прямого доступу до пам'яті (режим DMA) під час перетворення в регулярному каналі.

Демонстрацію роботи створеного віртуального осцилографа зображено на рисунку 2.

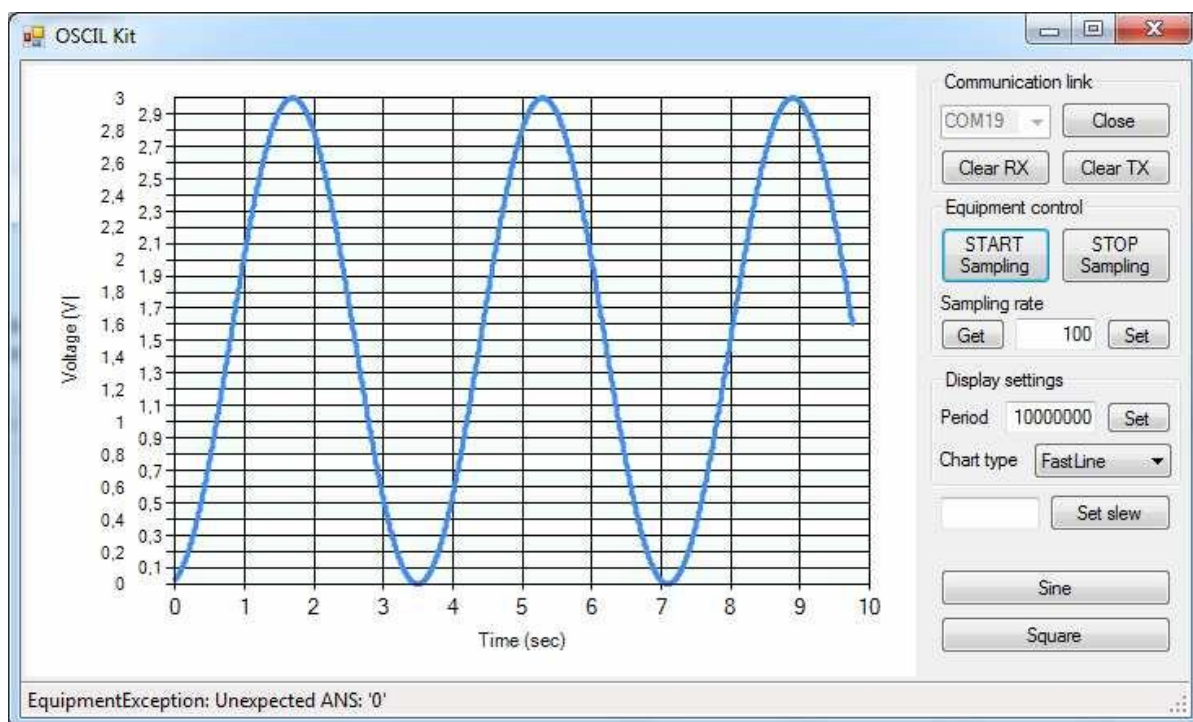


Рисунок 2 – Користувачка програма у взаємодії з пристроєм

Для початку роботи потрібно обрати порт, до якого підключений мікроконтролер та натиснути кнопку «Open». Після успішного відкриття порту треба натиснути кнопку «START Sampling». Це зму-

силь програму відправити мікроконтролеру команду на початок роботи. Результат цієї дії показаний на рисунку 2.

Отже, мікроконтролер отримує команди від програми, а програма малює графік виходячи з даних, що надходять від МК.

Для завершення роботи можна просто натиснути кнопку «Close», а про відправлення мікроконтролеру команди на зупинку роботи програма подбає сама.

Висновки. Пристрій спряження було створено на базі високопродуктивної дослідницької плати STM32F4-DISCOVERY. Інтерфейсом обміну даними було обрано UART. Проте, низька швидкість обміну через нього створює певні обмеження. Тому треба використовувати більш високошвидкісний інтерфейс.

Пристрій спряження і програмне забезпечення для комп'ютера, що взаємодіє з цим пристроєм, утворюють віртуальний осцилограф з характеристиками, що можуть задовольнити невибагливих користувачів.

ЛІТЕРАТУРА

1. STM32F4DISCOVERY, Отладочный комплект на базе STM32F407VGT6 ARM CortexM4-F [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.chipdip.ru/product/stm32f4discovery/> – Назва з екрана.
2. STM32L. ADC — Аналого-цифровой преобразователь. » ChipSpace [Електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://chip-space.ru/stm32l-discovery-adc/> – Назва з екрана.