

УДК 004.3'2

Токарчук В.В.

Луцький національний технічний університет

## ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС НА БАЗІ DS1104 ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ПУЛЬСУ

*Розроблено схему пульсометра на основі датчика HLC1995-002. Узгоджено його роботу із високопродуктивним одноплатним контролером DS1104 фірми dSPACE. Проведено практичне випробування.*

Ключові слова: датчик, пульс, схема, характеристика, dSPACE, MATLAB/Simulink, ConrolDesk.

### Вступ

Датчики пульсу в останні роки набули досить широкого застосування. Зараз вони застосовуються в найрізноманітніших пристроях. Для прикладу можна привести такі прилади як поліграфи, різноманітні прилади медичної галузі, спортивні тренажери, часи для спортсменів та ін. Як ви розумієте цей список можна продовжувати. Зараз існує безліч способів реалізацій датчиків пульсу та пульсометрів. Але зупинитись на одному універсальному дуже важко тому, що одним людям потрібна потужна вимірювальна система, а іншим потрібний примітивний пристрій для зняття пульсу. В статті йтиметься про досить простий за конструкцією пульсометр та підключення його до високопродуктивного одноплатного контролера DS1104 фірми dSPACE. Оскільки плата є досить потужна, то це дасть можливість в подальшому реалізувати на цій самій платі вимірювальний комплекс будь-якої складності.

### Опис та розробка схеми пульсометра

Основою пульсометра є датчик фірми Honeywell HLC1395-002. Це інфрачервоний датчик для визначення відбиваючих об'єктів на коротких дистанціях. Інфрачервоний діод і p-p-п фототранзистор змонтовані в одному чорному пластиковому корпусі, розділені перегородкою для мінімізації взаємних перешкод. Датчик сконфігурований таким чином, що катод інфрачервоного діода і емітер фототранзистора мають спільний вихід. Основними його перевагами є висока чутливість та гнучкість конструктивних рішень (компактний корпус).

Ключовим елементом схеми вимірювання пульсу є датчик HLC1395-002. Струм світлодіода задається резистором R6 і рівний 10 мА. Колектор фототранзистора через резистор підтягнутий до полюса живлення. Номінал резистора підібраний експериментально, щоб потенціал колектора був приблизно рівний половині напруги живлення.

Принципова електрична схема всього пульсометра зображена на рис. 1.

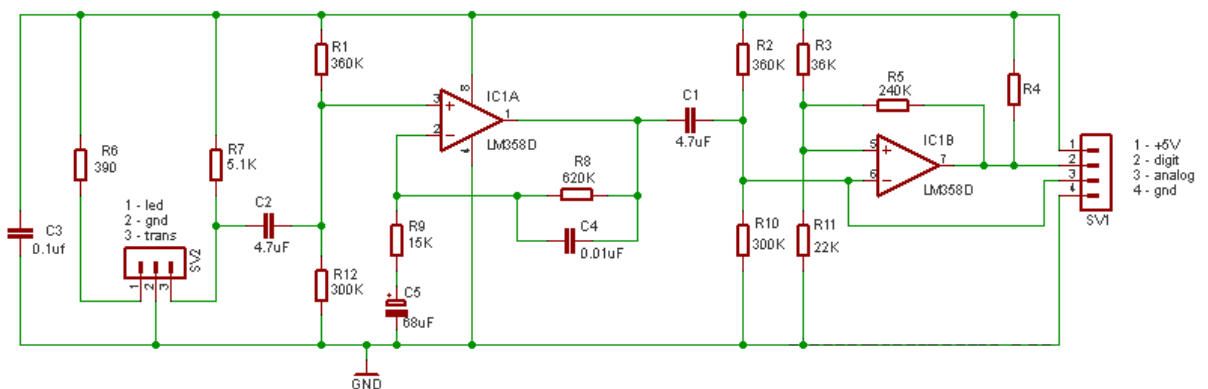


Рис.1. Принципова електрична схема пульсометра.

C2, R1, R12 і C1, R2, R10 – пасивні високочастотні фільтри, для відсікання постійної складової. Частота зрізу фільтрів ~ 0,2 Гц.

Неінвертуючий підсилювач зібраний на основі LM358. Це здвоєний операційний підсилювач загального призначення та із низькою вартістю. Коефіцієнт підсилення схеми

задається резисторами R8 та R9 і рівний  $\sim 42$ . Загалом достатньо, щоб отримати сигнал із розмахом амплітуди до 0,5-1,5 В.

Конденсатор C4 послаблює коефіцієнт підсилення схеми на високих частотах і разом з резистором R8 утворює низькочастотний фільтр із частотою зрізу  $\sim 26$  Гц.

Конденсатор C5 зрізую постійну складову і разом з резистором R9 утворює високочастотний фільтр із частотою зрізу  $\sim 0,15$  Гц.

Після останнього фільтру сигнал пульсу надходить до контактної площадки і на вхід другого операційного підсилювача, який включений як компаратор.

Принцип дії датчика заснований на тому, що модульоване пульсом випромінювання світлодіода відбивається і надходить на фотоприймач. Модуляція виникає наступним чином. В момент «удару» серця тиск в кровоносній системі зростає, капіляри розширюються, просвіт між ними звужується, що приводить до зміни прозорості живої тканини. В результаті виникає модуляція відбитого світлового сигналу по амплітуді. Ця модуляція є малою, тому подальшою «підготовкою» і підсиленням сигналу робить електронна частина схеми.

Результуюча амплітудно-частотна характеристика всієї схеми зображена на рис. 2.

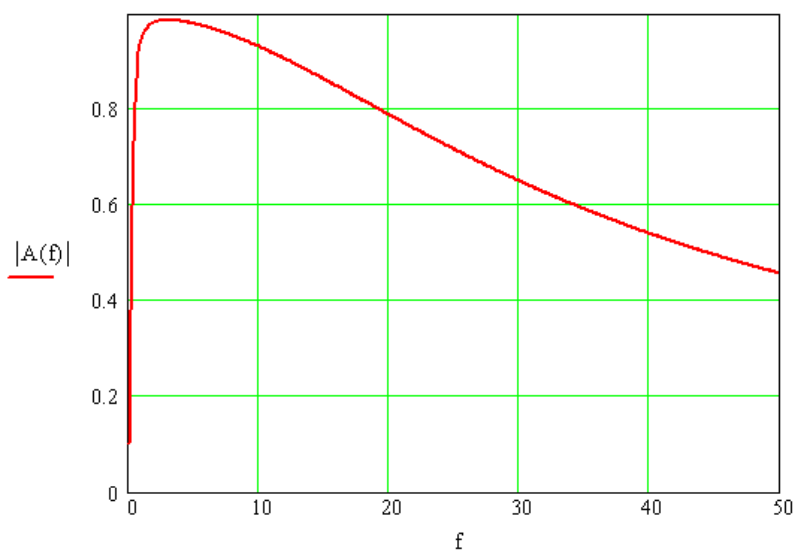


Рис. 2. Результуюча АЧХ всієї схеми

Контролер DS1104 було вибрано не випадково. Оскільки в перспективі є можливість створити потужну вимірювальну систему то саме цей контролер є достатньо потужним для такого завдання.

Крім того він вже встиг прекрасно себе зарекомендувати в різних галузях промисловості провідних країн світу.

Суттєвими доказами вище сказаному є:

- можливість підключення майже до будь-якого ПК (потрібна лише наявність шини PCI);
- висока швидкість обміну даними між контролером та ПК;
- обробка та вивід даних в режимі реального часу.

Загалом така плата являється окремим «комп'ютером» зі своїм власним процесором та оперативною пам'яттю. Окрім плата підтримує різноманітні інтерфейси (RS-232, RS-485, RS-422) та має 8 аналогово-цифрових входів та 8 цифро-аналогових виходів.

### Підключення датчика та розробка програмного забезпечення

Підключається датчик до АЦП плати розширення d-space. Живитись датчик може як від окремого джерела живлення так і від ЦАП плати розширення до якої підключається. Для того щоб зчитувати графік пульсу потрібно реалізувати невеличку модель в пакеті MATLAB/Simulink та узгодити її роботу в пакеті ControlDesk, зробивши прив'язку даних що надходять з датчика до графіка.

Можливо також підключити датчик безпосередньо до осцилографа.  
Приклад моделі в Simulink впоказано на рис.3.

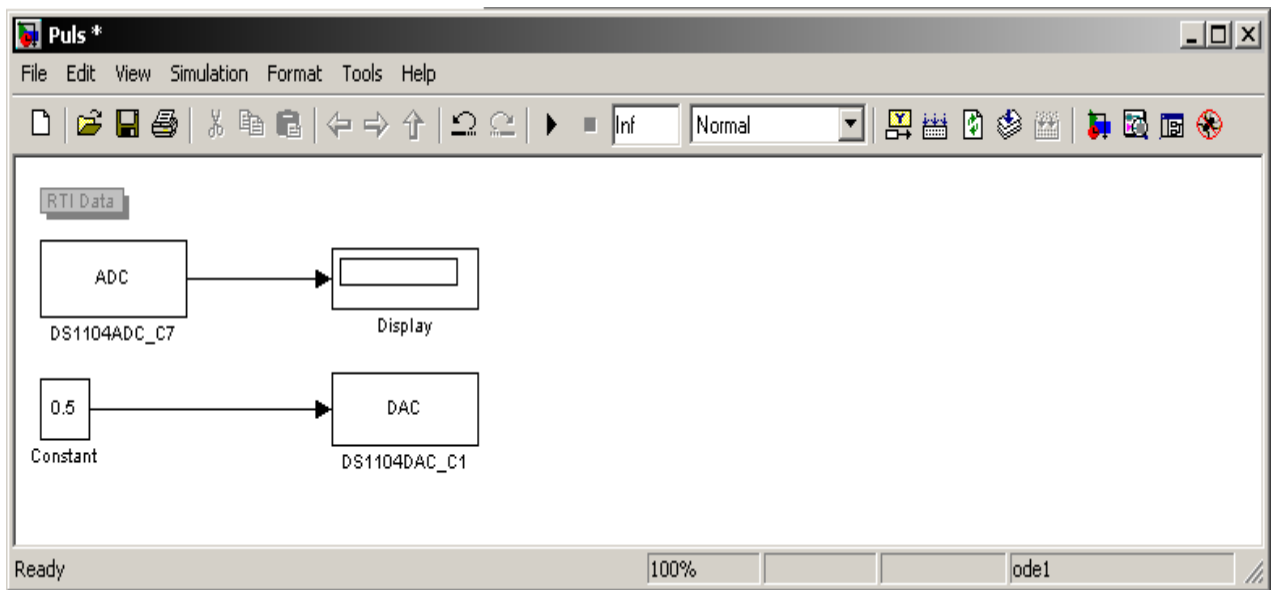


Рис.3. Побудована Simulink модель для роботи датчика з контролером DS1104

На рисунку блок ADC представляє собою аналогово-цифровий перетворювач. Сюди надходить аналоговий сигнал з датчика і перетворюється в цифровий сигнал для виводу імпульсів на графік. Блок Display не є обов'язковим. Блок DAC це цифро-аналоговий перетворювач. Під блоками ADC та DAC є специфічні підписи. Перша частина підпису це версія контролера, інша частина це тип вводу/виводу та номер каналу плати. Блок Constant – це постійна величина, що задається вручну. В залежності від вхідної величини (від 0 до 1) цифро-аналоговий перетворювач може мати на виході від 0 до 10В. Оскільки необхідна напруга на датчик становить 5В, тоді подаємо на цифро-аналоговий перетворювач постійну величину 0,5.

Після того як програму складено, вона компілюється і створюється окремий файл з розширенням \*.sdf, який ми будемо надалі використовувати в пакеті ControlDesk.

В програмному пакеті ControlDesk зроблено прив'язку вихідної величини з аналогово-цифрового перетворювача до графіка. Варто звернути увагу, що відображення графіка пульсу відбувається в реальному часі. Приклад роботи датчика і відображення пульсу на графіку показано на рис.4.

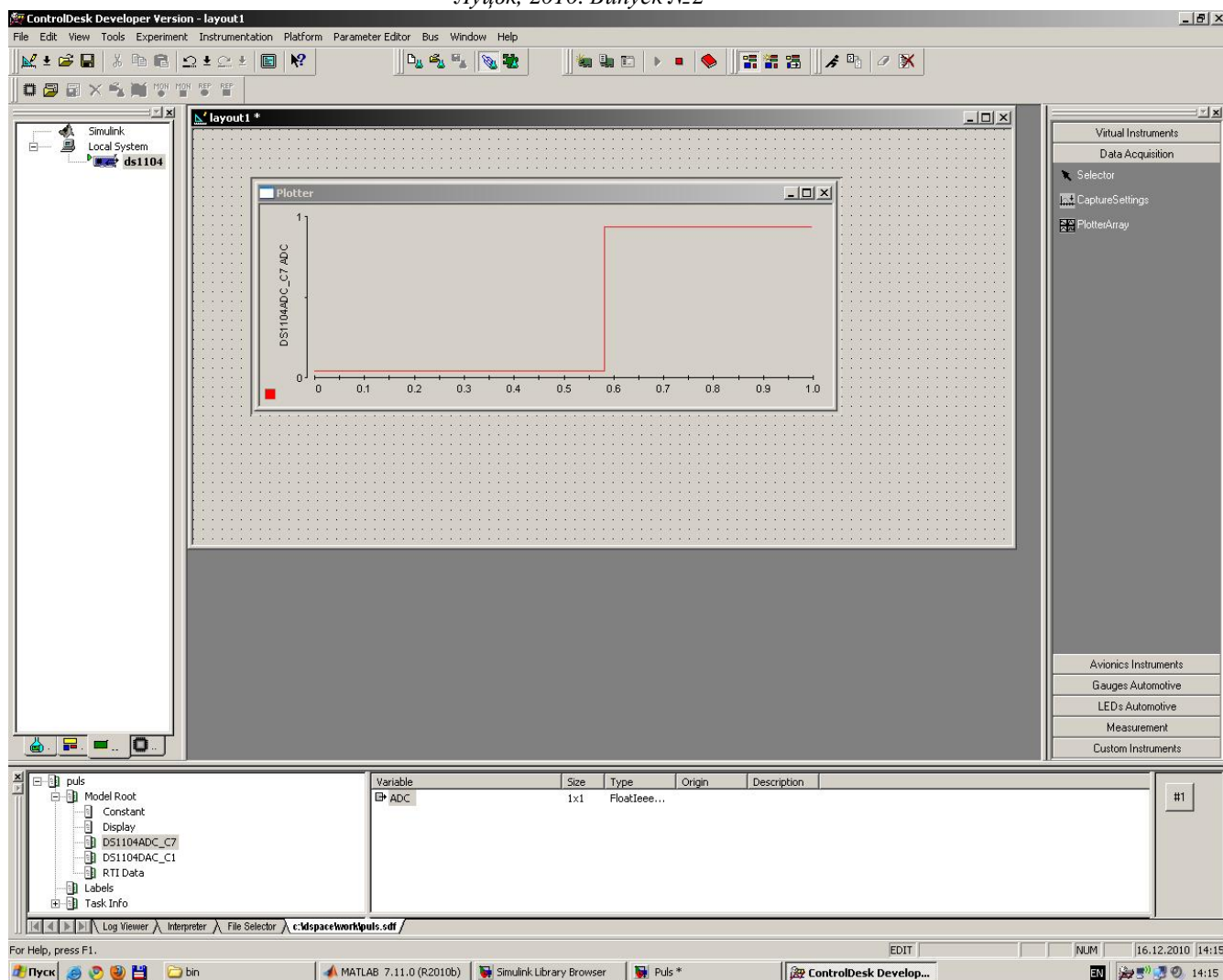


Рис.4. Відображення графіку пульсу в пакеті ControlDesk

Для того щоб датчик не працював при простій, в пакеті ControlDesk можна реалізувати константу регульованою, тобто змінювати її значення на 0 або на 0.5 при потребі. Тобто поставити перемикач і прив'язати до нього константу. Таким чином при встановленні сталої в значення 0 датчик не буде працювати оскільки на нього не буде подана напруга. При необхідності можна написати невеличку програмку, яка буде сама встановлювати константу в 0 при простій датчика на протязі певного інтервалу часу.

Для того щоб виводити пульс не тільки на графік, а й мати можливість спостерігати кількість ударів за хвилину є можливість написання ще деякої програми. Принцип роботи якої заключається в підрахунку кількості пульсацій за певний інтервал часу. Далі ця кількість множиться на число що дорівнює частці числа 60 і інтервалу часу за який підраховано пульсації. Тобто ми отримаємо орієнтовне значення кількості ударів серця за хвилину. Для підвищення точності можна робити таку процедуру наприклад кожні 5 секунд тричі і знаходити середнє арифметичне.

Також можливо реалізувати запис даних в базу, що буде дуже зручним для ведення статистики та історії.

## Висновки

В кінцевому результаті ми отримали пульсометр який має досить просту конструкцію та низьку ціну. Також була створена модель в пакеті MATLAB/Simulink для організації взаємодії датчика та контролера DS1104 фірми dSPACE. При випробуваннях датчик прекрасно себе зарекомендував.

В подальшому планується підключити датчик до ПК через RS-232 чи USB інтерфейс що дозволить не тільки відображати пульс, а й набагато здешевити устаткування. Щоправда доведеться писати програмне забезпечення. Також можливо підключити інші датчики до існуючого контролера і створити потужний вимірювальний комплекс, що буде досить важливо для медичної галузі та діагностики.

1. Журнал «Радіо», 2005р, №10.
2. <http://www.opensys.com.ua>.
3. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування. К, "Либідь", 1997р., 543 с.
4. <http://www.dspace.com/en/inc/home/products/hw/singbord/ds1104.cfm>.
5. Бойсен Э. Радиоелектроника для чайников. Вильямс 2006р.