

задається резисторами R8 та R9 і рівний ~ 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 ~ 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.

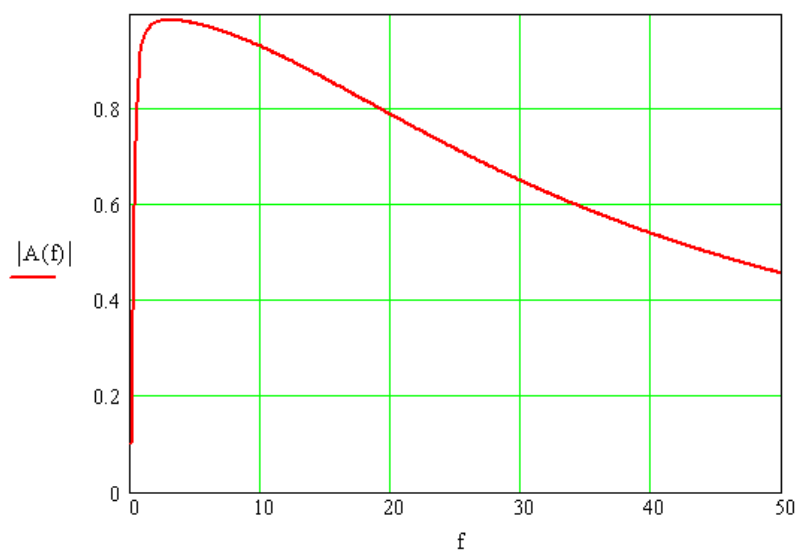


Рис. 2. Результуюча АЧХ всієї схеми

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.

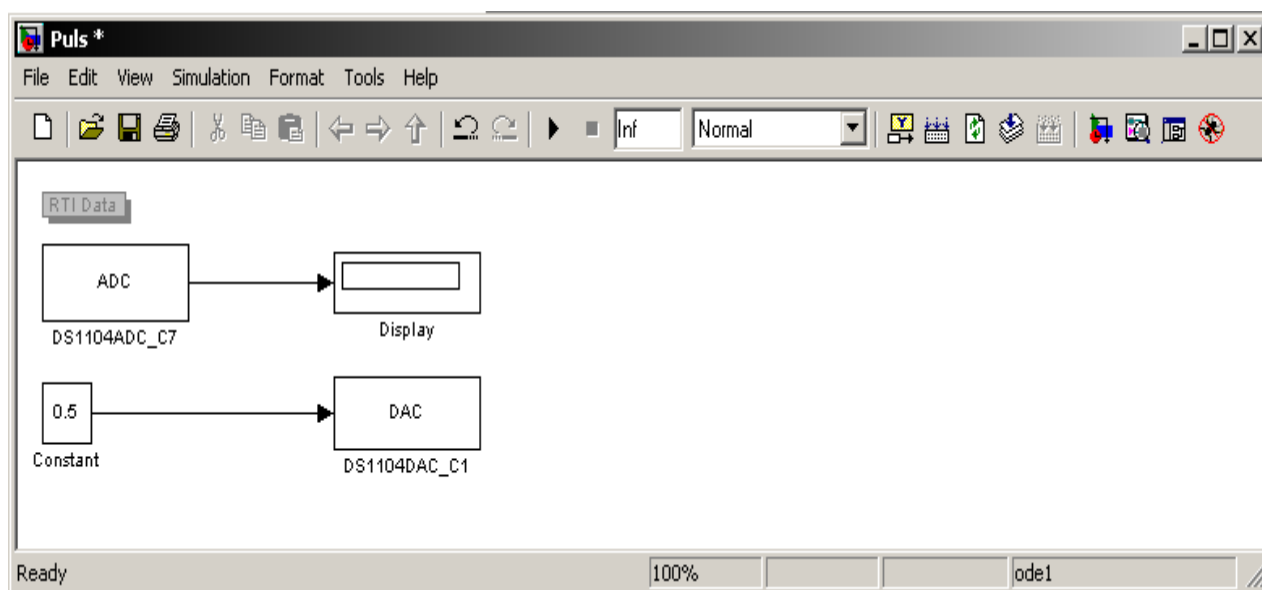


Рис.3. Побудована Simulink модель для роботи датчика з контролером DS1104

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.

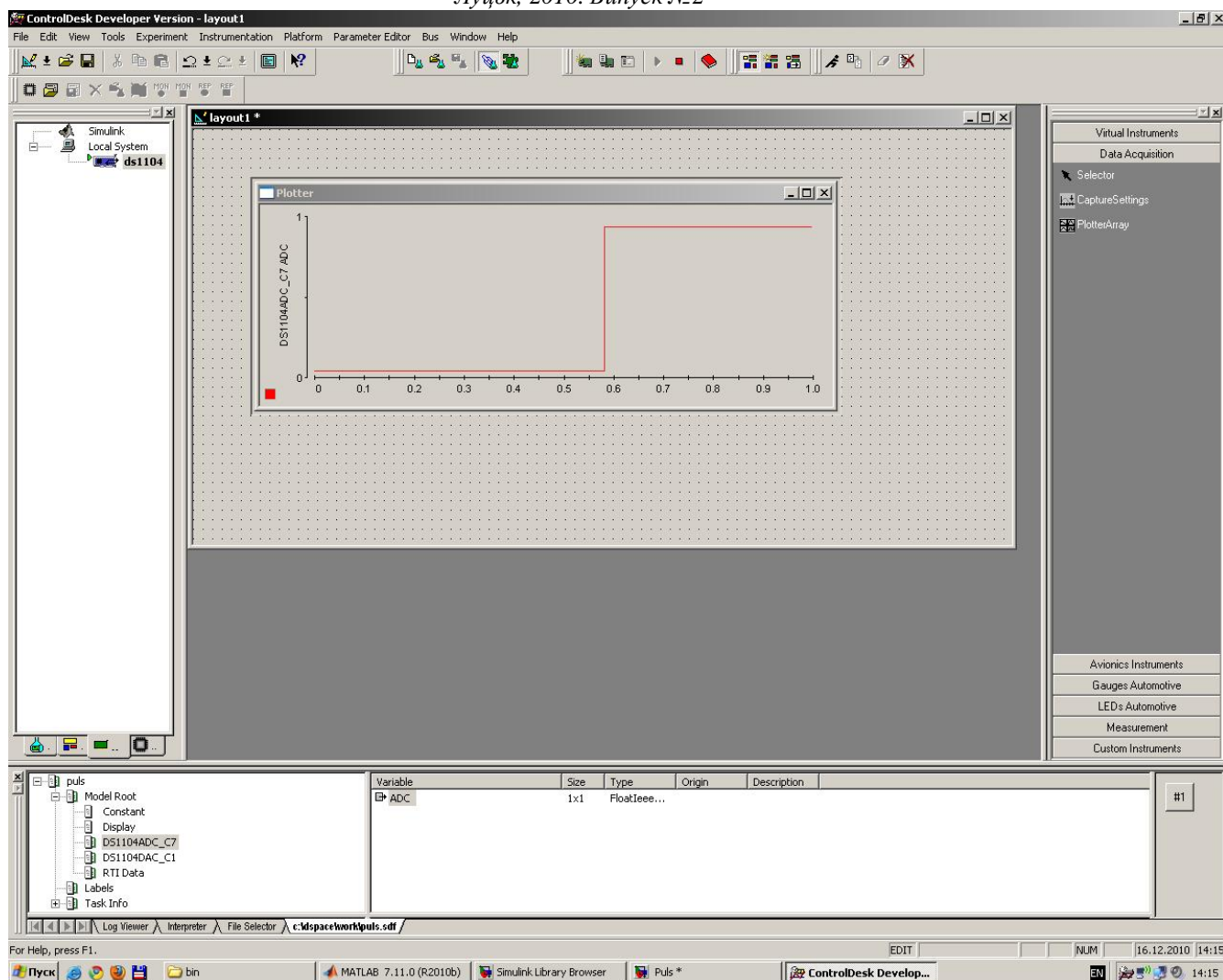


Рис.4. Відображення графіку пульсу в пакеті ControlDesk

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. Радиоэлектроника для чайников. Вильямс 2006р.