



УДК 004.2

**PORTABLE BLOOD PRESSURE MANOMETR
ПОРТАТИВНИЙ МАНОМЕТР АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ****Kashuba D.A. / Кашуба Д.А.***student / студент**National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kiev,**Peremoga Ave 37, 03056**Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені**Ігоря Сікорського», Київ, пр-т Перемоги 37, 03056*

Анотація. На сьогоднішній день одними з найпоширеніших хвороб в сучасному суспільстві є хвороби, пов'язані з серцево-судинною системою. Одним з головних показників, що відображає загальний стан цієї системи є артеріальний тиск. В даній роботі розглянуто конструювання приладу для вимірювання показників систолічного та діастолічного тиску, їх подальше збереження та аналіз з можливим подальшим прогнозуванням даних.

Ключові слова: артеріальний тиск, моніторинг, серцево-судинна система, осцилометричний метод, аналіз даних, Python, Raspberry Pi, Arduino, архівація даних, аналіз.

Вступ.

Сьогодні поширеними є проблеми з серцево-судинною системою, і кожного року все більше людей страждають від відповідних захворювань. Причиною можуть бути різноманітні чинники, такі як малорухливий спосіб життя, нездорове харчування та тощо. Саме тому важливим є моніторинг серцево-судинної системи, а також своєчасне попередження про можливі хвороби та їх лікування. Одним із основних показників стану серцево-судинної системи є артеріальний тиск. Для людини негативно впливає його завищене значення (гіпертонія) а також занижене значення (артеріальна гіпотензія). Тому моніторинг даної величини завжди актуальний, як для пацієнта з хворобами серця, так і для простого щоденного моніторингу, щоб на ранніх стадіях уникнути проблем з тиском. Саме тому, для того, щоб своєчасно виявити можливу хворобу, проаналізувати розвиток хвороби і для моніторингу ефективності лікування було прийняти рішення створити систему активного моніторингу артеріального тиску людини. До системи також висувуються вимоги повної або часткової автоматизації, а також простоти в використанні.

Основний текст

Проаналізувавши всі переваги і недоліки наявних систем було прийняте рішення спроектувати автоматичну портативну систему. Вимірювання артеріального тиску буде проводитись осцилометричним методом. Навіть при наявній невеликій похибці в порівнянні з методом Короткова, метод є досить поширеним в сучасних автоматичних тонометрах. Переваги методу: головною перевагою методу в порівнянні з методом Короткова є те, що дана методика абсолютно не залежить від слуху та зору людини, що проводить вимір, апарати з даною методикою вимірювання стійкі до сторонніх можливих шумів, проводять вимірювання навіть при слабких тонах Короткова, і навіть проводять точні вимірювання через тонку одягу. Ці тонометри прості в використанні,



інтуїтивно зрозумілі, та не потребують додаткової підготовки для їх використання [1]. На рисунку 1 зображена Функціональна схема приладу.

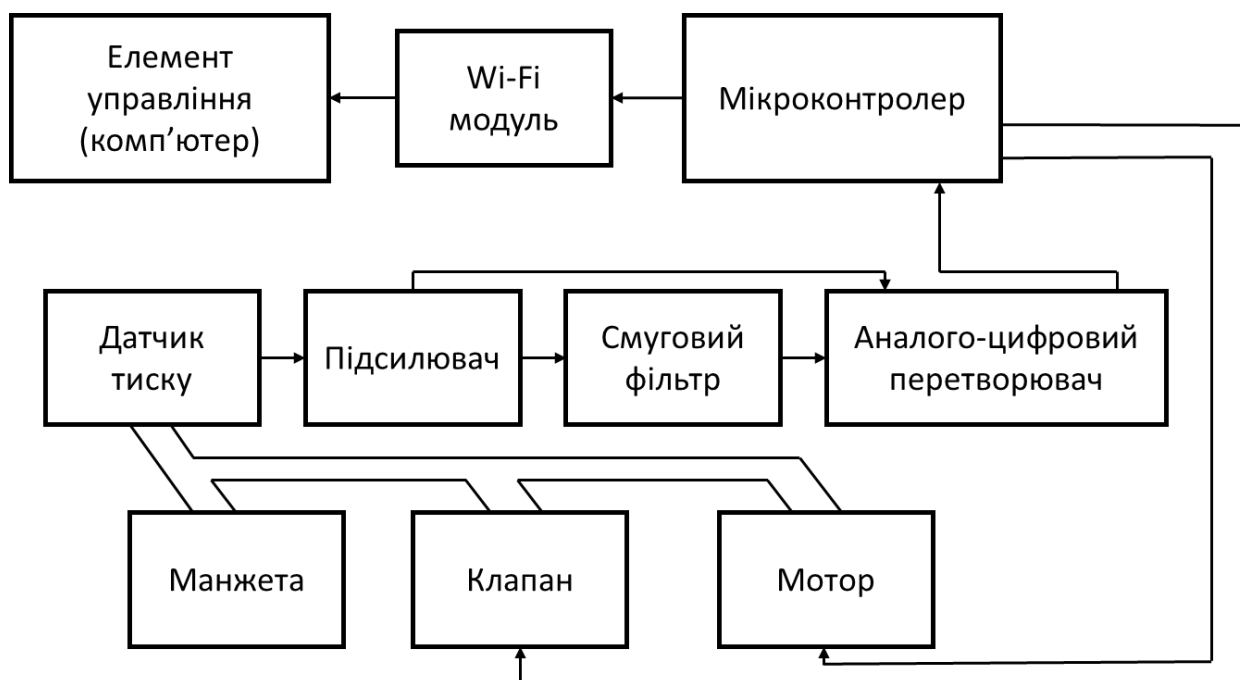


Рис. 1. Функціональна схема приладу.

Керування процесом буде відбуватись з одноплатного комп'ютера Raspberry Pi, до якого буде під'єднаний за допомогою Wi-Fi модуля мікроконтролер (в нашому випадку Arduino). Мікроконтролер буде виконувати ряд основних функцій, такі як подача керуючих імпульсів на мотор для нагнітання повітря в систему, та на клапан для виводу повітря з системи. Далі йде 4 елементи, які з'єднані між собою: манжета, клапан, мотор та датчик тиску. Ця система представляє собою основні компоненти для вимірювання тиску в манжеті, а також управління тиском в цій системі. Далі, щоб отримати данні, що нас цікавлять, а саме осциляції тиску в манжеті, спричинені артерією, нам необхідно ці складові виділити. Щоб це зробити, необхідно спочатку підсилити сигнал, що надходить з датчику тиску за допомогою підсилювача сигналу. Далі сигнал поступає на смуговий фільтр, де відбувається фільтрація від зайвих шумів, і в подальшому подається на АЦП для збільшення точності вимірювань. Після обробки АЦП сигнал подається на мікроконтролер, який сам в подальшому робить обчислення, та надсилає данні на комп'ютер для подальшого їх збереження та аналізу. Реалізовуватись запис та аналіз буде завдяки мові програмування Python та за допомогою бібліотек для роботи з даними.

Механізм роботи приладу наступний: в манжету надходить повітря, і надходить до того часу, поки позначка тиску в манжеті не досягне 180 мм.рт.ст для того щоб тиск в манжеті був більший за систолічний тиск людини. Після того, як тиск досягне цієї позначки, компресор перестане накачувати повітря в манжету. Після цього повітря буде періодично випускатись за допомогою клапана шляхом відкривання його на 50 мс кожні 4 секунди. В той час як



повітря буде виходити з системи, кров буде пробиватись через манжету. Систолічним тиском буде вважатись той тиск, при якому будуть добре виражені осциляції крові в манжеті. Після певного часу, коли осциляції повністю зникнуть, буде отриманий діастолічний тиск. Таким чином ми отримуємо два показника: систолічний та діастолічний тиск, що в подальшому буде переданий мікроконтролеру, а потім кінцевому користувачу

Для потреб системи було підбрано датчик тиску MPX2050GP з діапазоном робочого тиску від 0 до 50 кПа, та невеликою похибкою (0.8мВ/кПа), що цілком задовольняє наші вимоги [2]. Але оскільки діапазон вихідної напруги лише від 0 до 40 мВ, а найвище значення тиску в манжеті, яке ми будемо використовувати, 180 мм.рт.ст., що відповідає 19,2 мВ на виході з датчика, необхідно підсилити цей сигнал. Саме тому були підбрані інші компоненти, такі як інструментальний диференційний підсилювач сигналу AD620, аналого-цифровий перетворювач ADS1115 для збільшення діапазону вимірюваних даних, і, як наслідок, збільшення точності вимірювань, манжета, компресор KPM14A та клапан JQF1, які вирізняються своєю компактністю, малою кількістю необхідної напруги для їх роботи, а також низьким шумом. Ці компоненти цілком задовольняють вимоги до приладу. Далі дані будуть відправлятися на мікроконтролер Arduino Nano. Сигнал з АЦП буде оброблюватись мікроконтролером Arduino. Алгоритм роботи програмної частини комплексу зображений на рисунку 2.



Рис. 2. Алгоритм роботи програмної частини комплексу.

Управління компресором та клапаном буде реалізоване за допомогою двох цифрових виходів, при подачі великого сигналу (стан 1) компресор буде накачувати повітря, а клапан відповідно закриватись, при подачі низького



сигналу навпаки. Зчитування сигналу буде відбуватись з АЦП за допомогою аналогового входу.

Дані з мікроконтролера будуть відправлятись на Raspberry Pi за допомогою Wi-Fi модуля ESP8266 [3]. На комп'ютері присутнє середовище програмування Python. Завдяки різноманітним бібліотекам для обробки даних будуть відбуватись збереження, обробка, а також аналіз вихідних даних, та їхнє зручне представлення в вигляді графіків на екрані комп'ютера.

Висновок

Були розглянуті найсучасніші методи для вимірювання артеріального тиску, підібрані основні компоненти майбутнього приладу, проаналізовані переваги та недоліки різних складових, та було підібране оптимальне рішення до поставленої задачі вимірювання артеріального тиску.

В результаті роботи був спроектований портативний прилад для отримання показників артеріального тиску людини з подальшим їх зберіганням та аналізом. Завдяки отриманим даним з АЦП відбувається визначення значень систолічного та діастолічного тисків згідно методики вимірювання тиску осцилометричним методом. Мова програмування Python надає значно більші можливості завдяки можливості підключити бібліотеки, які найкраще підходять до проекту.

Дані будуть представлятись у вигляді графіків у зручному та зрозумілому вигляді, це допоможе проаналізувати динаміку змін тиску. Попередження, що буде з'являтись при високому тиску, завжди вчасно дасть знати про можливу хворобу для того, щоб вчасно їй запобігти. Також дані будуть зберігатись в файлі, і лікар завжди зможе скористатись цими даними для моніторингу перебігу захворювання, або ефективність лікування.

Література:

1. Осциллометрический метод измерения давления // Медицинский портал «МЕД-Инфо» URL: <http://med-info.ru/content/view/3501> (дата звернення: 19.05.2019).
2. 50 kPa On-Chip Temperature Compensated and Calibrated Silicon Pressure Sensors // NXP Semiconductors | Automotive, Security, IoT URL: <https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MPX2050.pdf> (дата звернення: 19.05.2019).
3. Portable Digital Blood Pressure Monitor // Electrical and Computer Engineering URL: https://people.ece.cornell.edu/land/courses/ece4760/FinalProjects/s2005/ww56_ws62/Final%20Project%20Web/ (дата звернення: 19.05.2019).

References:

1. Medical portal "MED-Info". Ostsillometricheskiy metod izmereniya davleniya [Oscillometric pressure measurement method] in <http://med-info.ru/content/view/3501> (date of the application 19.05.2019)
2. NXP Semiconductors | Automotive, Security, IoT. 50 kPa On-Chip Temperature



Compensated and Calibrated Silicon Pressure Sensors in <https://www.nxp.com/docs/en/datasheet/MPX2050.pdf> (date of the application 19.05.2019)

3. Electrical and Computer Engineering. Portable Digital Blood Pressure Monitor in https://people.ece.cornell.edu/land/courses/ece4760/FinalProjects/s2005/ww56_ws62/Final%20Project%20Web/ (date of the application 19.05.2019)

Abstract. Today, problems with the cardiovascular system are widespread, and every year more and more people suffer from the corresponding diseases. The reason may be such factors as the proliferation of sedentary lifestyles, as well as unhealthy diet. That is why it is important to monitor the cardiovascular system, as well as timely warning about possible illnesses and their treatment. One of the main indicators of the state of the cardiovascular system is arterial pressure. For a person, it is negatively affected by its overestimated value (hypertension) and underestimated value (arterial hypotension). Therefore, monitoring of this value will always be relevant, both for a patient with heart disease and for simple daily monitoring, in order to avoid pressure problems in the early stages.

Key words: blood pressure, monitoring, cardiovascular system, oscillometric method, data analysis, Python, Raspberry Pi, Arduino, data archiving, pressure gauge, device designing.

Науковий керівник: ас., Гаупт О.Ф.

Стаття відправлена: 04.06.2019 г.

© Кашуба Д.А.