

УДК 681.2

Н.А. Волинко, студент гр. ДК-72, ст. викл. Антонюк О.І.
КПІ ім. Ігоря Сікорського

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ПОЛЬОТУ КУЛІ

Анотація. У роботі розроблено структурну схему, що містить в собі всі необхідні блоки для функціонування пристрою вимірювання швидкості польоту кулі: датчик прольоту кулі, блок керування пристроєм, блок для індикації результатів, стабілізатори напруги, блок датчика температури і підсилення сигналу про виміряну температуру. Створено макет пристрою на основі «STM32F4Discovery», роботу якого протестовано в усіх режимах роботи та з різними параметрами налаштувань за допомогою страйкбольного привода.

Ключові слова: хронограф, датчик прольоту кулі, швидкість та енергія кулі, цифрова обробка сигналів.

ВСТУП

В сучасному світі нам доводиться дуже часто стикатись з військовою підготовкою людей. Одним з основних етапів підготовки є вправи зі зброєю. Спочатку найчастіше використовують для тренувань страйкбольну або пневматичну зброю. А вже потім переходять безпосередньо до вогнепальної зброї. Щоб бути впевненим у правильності налаштувань і коректності роботи зброї, є етап перевірки швидкості кулі. Для цього використовують прилади для вимірювання швидкості кулі – хронографи.

Мета даної роботи є обрання принципу функціонування пристрою шляхом дослідження наукових основ вимірювання швидкості кулі і розробка блоку аналізу та обчислень для хронографа, що складався б із мінімальної кількості функціональних вузлів, потребував мінімальну кількість налаштувань і міг надати коректну інформацію про швидкість кулі, її енергію, за необхідності - параметр швидкострільності зброї, з якої була випущена куля, а також температуру навколишнього середовища, яка має вплив на зміну швидкості польоту кулі.

ПРИНЦИП РОБОТИ ПРИСТРОЮ

Принципова структурна схема за якою працює пристрій, наведена на рис. 1.

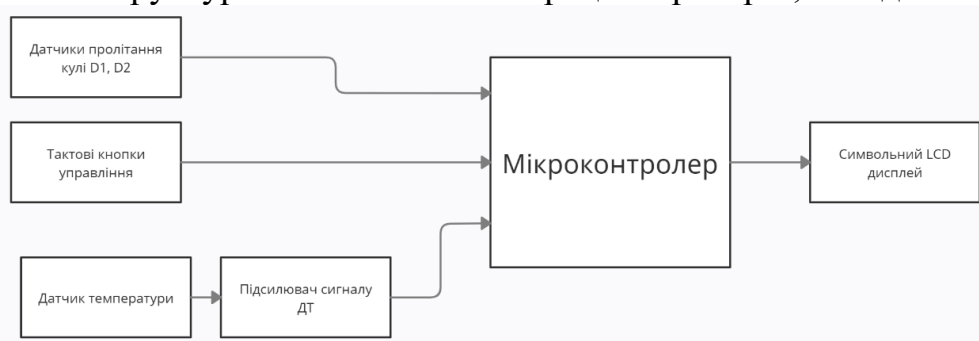


Рисунок 1. Структурна схема пристрою

Пристрій можна умовно поділити на 5 функціональних блоків. Перший блок відповідає за надання інформації про моменти часу, коли куля пролітає повз датчики, які закріплені на певній відстані один від одного. Другий блок приймає команди від користувача, у вигляді натискань на кнопки, і передає їх у вигляді сигналів мікроконтролеру. До третього блоку віднесено датчик температури (ДТ) та підсилювач сигналу ДТ. Фактично ця частина структурної схеми

відповідає за надання інформації про температуру навколишнього середовища, яка впливає на швидкість кулі. До четвертого блоку належить мікроконтролер (МК). Він обробляє отриману інформацію від інших блоків, робить необхідні обрахунки і передає результати до блоку відображення даних. П'ятий блок - це блок відображення даних. До нього належить символічний LCD дисплей, який відображає для користувача результати вимірювань і розрахунку параметрів - саме тих параметрів польоту кулі (швидкість, енергія) та в цілому стрільби (швидкострільність), які користувач має попередньо обрати з меню налаштувань.

ВИБІР МЕТОДА ДЕТЕКТУВАННЯ ПОЛЬОТУ КУЛІ

Найпростішим методом визначення швидкості пересування будь-якого предмета є ділення відстані, яку подолав предмет, на час, за який він подолав цю відстань. Цей метод є доволі примітивний і простий водночас, але людство на цей час ще не придумало нічого кращого. Тому прийнято використовувати даний метод при створенні хронографа.

Отже ми вже знаємо, що нам потрібна фіксована відстань, яку ми в майбутньому використаємо для вирахування швидкості. І водночас нам потрібно отримати інформацію про час, за який куля долатиме цю відстань. Тому зрозуміло, що нам потрібен якийсь датчик який даватиме нам інформацію, про початок та кінець прольоту цієї відстані. Якби знати, що користувач використовуватиме тільки металеві кулі, то найкраще було б застосувати індуктивний датчик. Але варто пам'ятати, що є травматична зброя, в якій використовуються гумові кулі, та страйкбольна тренувальна зброя, в якій застосовуються пластикові кульки. Тому нам потрібно фіксувати ці моменти часу якимось візуальним методом, незалежно від матеріалу кулі. Найкращим рішенням є принцип датчику руху, в якому використовується фототранзистор та інфрачервоний світлодіод. Цей метод зображено на рис.2.

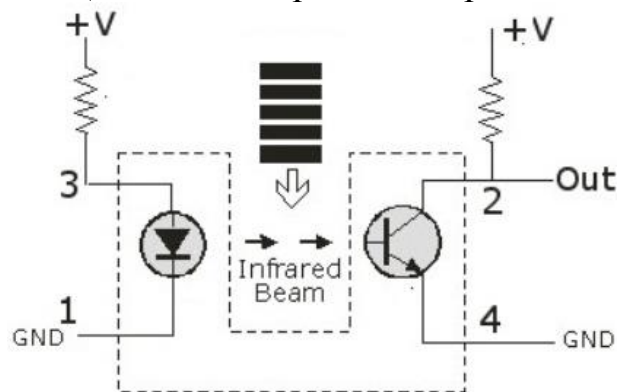


Рисунок 2. Візуальне представлення датчика прольоту кулі

Його і буде застосовано при створенні датчика прольоту кулі. Для того, щоб цей датчик можливо було налаштувати перед використанням, необхідно встановити перед фототранзистором змінний резистор(на рис.2 зображено постійний), і з цього виводу фототранзистора буде зніматися сигнал. Перед використанням цього датчика, опір змінного резистора потрібно виставити так, щоб на сигнальному виході у нас була напруга логічного «0». Тобто

фототранзистор і змінний резистор будуть працювати як подільник напруги. Коли куля буде пролітати, то вона перекриє інфрачервоний промінь, і опір фототранзистора різко зросте. На сигнальному виводі з'явиться напруга логічної «1».

Таких датчиків повинно бути два, адже необхідно відслідкувати моменти прольоту кулі для певної постійної відстані. Щоб фототранзистори мали максимальну чутливість і не реагували на навколишнє освітлення, прийнято рішення помістити їх в закритий корпус.

Таким чином, для застосування потрібної нам формули розрахунку маємо відому відстань. Залишилося тільки зафіксувати та обрахувати час, що відповідає моментам прольоту кулі. Це робиться за допомогою мікроконтролера, використавши його системний таймер. Отже в нас є все що необхідно для застосування розрахунку швидкості і тому мікроконтролер з легкістю може її порахувати.

ВИГОТОВЛЕННЯ ДАТЧИКА ДЕТЕКТУВАННЯ ПРОЛЬОТУ КУЛІ

Враховуючи обраний і описаний вище метод детектування прольоту кулі, можна стверджувати, що для виготовлення даного датчика нам знадобиться корпус, який буде використано для закріплення фототранзисторів та інфрачервоних світлодіодів, а також захищатиме їх від впливу зовнішніх факторів(сонячне проміння, частки пилу і т.п.). Для цього було надруковано на 3D принтері трубку, із заздалегідь спроектованими посадковими отворами для фототранзисторів та світлодіодів. Відстань між посадковими місцями фототранзисторів дорівнює 50мм, з погляду на те, що ця відстань повинна дозволити упевнено влучати при пострілі в зону фіксування обох фототранзисторів і водночас повинна бути достатньою для точної фіксації проміжку часу, який залежить в свою чергу від тактової частоти мікроконтролера. Змінні резистори прийнято розмістити на корпусі трубки, тому що таке компонування дозволяє зручно налаштовувати чутливість. Фото виготовленого датчика можна побачити на рис.3.

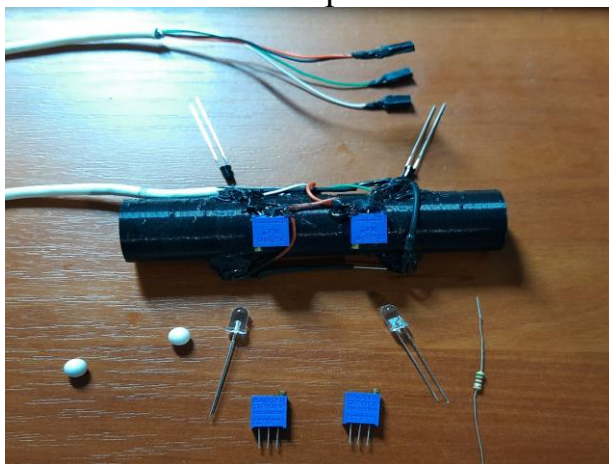


Рисунок 3. Фото виготовленого датчика

Як бачимо датчик є окремою частиною пристрою і може бути від'єднаний від основної плати. До плати він приєднується за допомогою чотирьох

провідників. Це провідник землі, провідник живлення та два сигнальних провідники, по яких мікроконтролер і буде визначати моменти часу прольоту кулі. За рахунок того, що датчик можна від'єднати від основної плати, то відповідно до плати можна під'єднувати датчики інших видів, головне щоб сигнал спрацювання прольоту кулі в них теж був у вигляді переходу з логічного «0» в логічну «1». Варто відмітити, що серед аналогічних пристроїв бувають рамочні датчики або надульні з більшою кількістю фототранзисторів (у вигляді вікна з багатьма фототранзисторами і інфрачервоними світлодіодами, які об'єднані в єдину систему за допомогою компаратора).

ВИСНОВОК

В роботі запропоновано власну структуру пристрою і поставлено вимоги до характеристик основних функціональних блоків. Побудовано блок-схему пристрою, на основі якої проектувалися його основні частини. Запропоновано власний фотоелектронний метод детектування прольоту кулі, який базується на побудові оптопари, з використанням фототранзистора та інфрачервоного світлодіода, закріплених в корпусі, захищеному від сонячного впливу. Проведено тестування створеного пристрою хронографа на базі плати «STM32F4 Discovery» до якої приєднано, за допомогою роз'єму, датчик детектування прольоту кулі. В результаті тестування підтверджено дотримання поставлених вимог та коректної роботи пристрою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] М.К. Самохвалов, «Элементы и устройства оптоэлектроники», учебное пособие для студентов, Ульяновский государственный технический университет, с.63-67, 2003.
- [2] Хронограф – аналогічний пристрій/[Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://radiokot.ru/circuit/digital/measure/53/>.
- [3] Швидкість кулі і температура/[Електронний ресурс] – Режим доступу: http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/33103/1/MM_2017_1_Grashchenkov_Vozdeystvie.pdf
- [4] Балістика пострілу/[Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.kaznu.kz/Content/%D0%9E%D0%B1%D1%89%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%B3%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B0/page8.html>