

# Широтно-імпульсна модуляція сигналу живлення фотодіода на ATmega 328P для неінвазивних пристроїв вимірювання рівня глюкози в крові

М. В. Котик, І. Т. Когут  
кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки  
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,  
Івано-Франківськ, Україна. E-mail: igorkohut2202@gmail.com

## Pulse-width modulation signal power on the photodiode ATmega328P for noninvasive blood level glucose meters

М. Kotyk, I. Kogut  
Department of Computer Engineering and Electronics  
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University,  
Ivano-Frankivsk, Ukraine. E-mail: igorkohut2202@gmail.com

**Анотація** — В роботі наведено результати моделювання та проектування пристрою широтно-імпульсного моделювання (ШИМ) сигналу на базі мікроконтролера (МК) ATmega328p. Такі пристрої можуть забезпечувати елементи стабільною напругою живлення, і маючи високий ККД вони можуть знайти широке практичне застосування.

**Abstract** — In this paper presents the results of the simulation and design of device simulation pulse width (PWM) signal based microcontroller (MCU) ATmega328p. These devices can provide stable voltage supply elements, and with high efficiency they can find wide application.

**Ключові слова**— широтно-імпульсна модуляція (ШИМ), ATmega328p, неінвазивні глюкометри, живлення фотодіода.

**Keywords** — pulse width modulation (PWM), ATmega328p, noninvasive blood glucose meter, power of photodiode.

### I. ВСТУП

Важливим первинним елементом для неінвазивних пристроїв контролю рівня глюкози в крові людини є фотодіоди і фотоприймачі, які функціонують на довжині хвилі  $\lambda=940$  нм. Стабільність і точність роботи таких пристроїв в значній мірі залежить від стабільності напруги живлення фотоелементів. Тому в даній роботі досліджено і промодельовано ШИМ (широтно-імпульсна модуляція, англ. Pulse With Modulation або PWM) сигналу для живлення пари – випромінюючого

світлодіода та чутливого фотоелемента з використанням мікроконтролера ATmega328p.

### II. Широтно -Імпульсна Модуляція

Широтно-імпульсна модуляція - наближення бажаного сигналу ( змінного або постійного в часі ) до дійсних бінарних сигналів ( з двома рівнями - вкл / викл), так, що в середньому, за деякий відрізок часу, їх значення рівні (рис. 1).

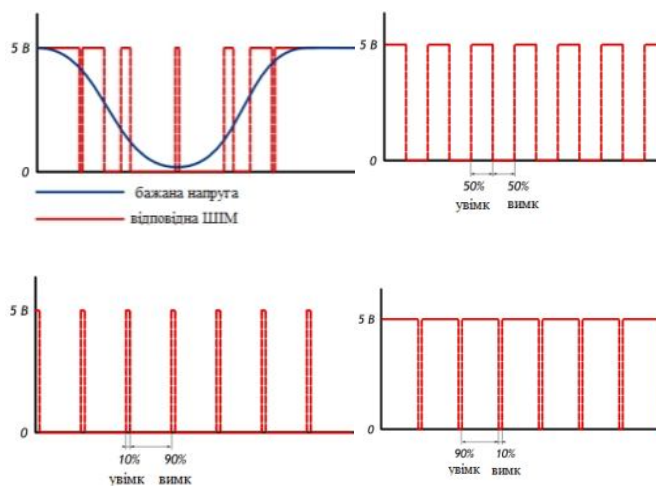


Рис. 1. Різні шпаруватості ШИМ: а) –еквівалент кривої; б) - 10% — еквівалент 0,5 В; в) - 50% — еквівалент 2,5 В; г) - 90% — еквівалент 4,5 В.

Результатом ШІМ є імпульсний сигнал постійної частоти і змінної шпаруватості, тобто відношення періоду проходження імпульсу до його тривалості. Змінюючи величину шпаруватості (відношення часу увімкнення і вимкнення, англ. duty cycle), можна міняти середню напругу на виході ШІМ. У цифрових логічних пристроях, на виходах яких можуть бути тільки логічні рівні «0», «1» або невизначений стан, наближення бажаного середнього рівня виходу за допомогою ШІМ є абсолютно звичним.

### III. РЕЖИМИ АПАРАТНОЇ ШІМ

Апаратно ШІМ може бути здійснена в декількох режимах із зазначеними кодами МК ATmega328p (рис.2):

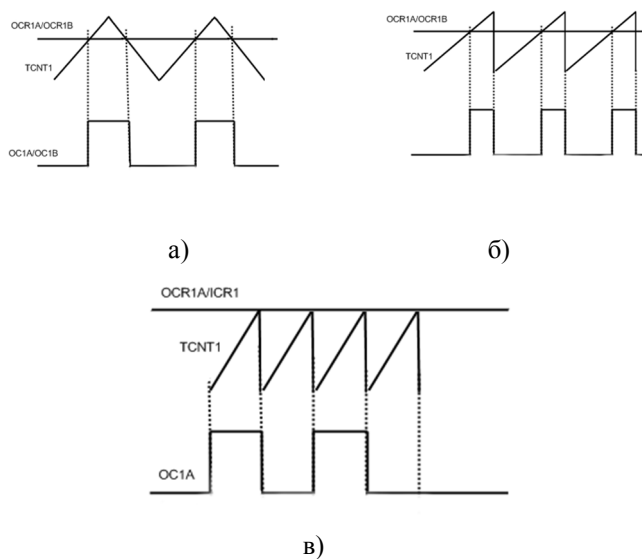


Рис. 2. Режими генерації ШІМ: а) – симетрична ШІМ; б) – швидка ШІМ; в) – скидання при збігу.

- Симетрична ШІМ: у цьому режимі таймер рахує від нуля до певного значення, залежно від режиму, а потім рахує в зворотному напрямку до нуля. Вивід OCxx при першому збігу з регістром порівняння скидається, при другому встановлюється;

- Швидка ШІМ: у цьому режимі таймер працює так : збільшує змінну TCNTX від 0 до top , при переповненні TCNTX вона скидається в 0 , і рахунок починається знову; при кожному збільшенні TCNTX перевіряє, чи не рівний він регістру порівняння OCRXA / OCRXB, якщо дорівнює, то відповідний йому вивід OCxx встановлюється в нуль, а при обнуленні лічильника цей вивід встановлюється в 1;

- Встановлення при збігу: таймер рахує від 0 до регістру порівняння, при збігу з регістром порівняння скидається в 0. Цей режим добре підходить для регулювання частоти, або коли потрібно відраховувати періоди.

### IV. ПРОЕКТУВАННЯ ДЖЕРЕЛА ШІМ СИГНАЛУ НА ATMEGA 328P

На основі мікроконтролера ATmega328p розроблено відкриту програмовану апаратну платформу, для роботи з різними фізичними об'єктами. Нами було використано цю платформу, для проектування джерела ШІМ сигналу (рис 3).

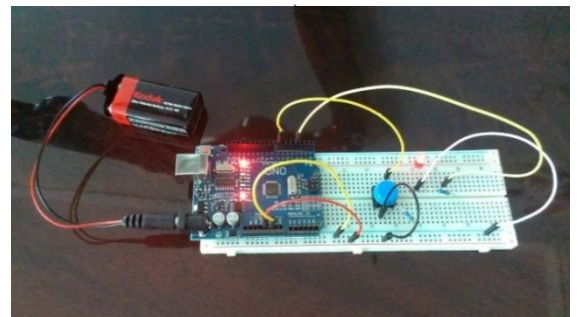
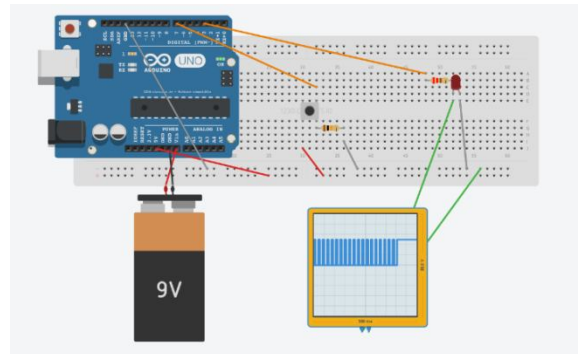


Рис. 3. Програма (а), та практична (б) реалізація джерела ШІМ сигналу на мікроконтролері

### ВИСНОВКИ

Завдяки основній перевазі ШІМ - високому ККД його підсилювачів потужності, який досягається за рахунок використання виключно в ключовому режимі, значно зменшується виділення потужності на силовому перетворювачі. Результати дослідження показують, що програмування і схемна реалізація ШІМ сигналу на МК ATmega328p дозволить отримувати стабільні напруги живлення для оптоелектронної пари – світлодіод – фотоприймач, і окрім цього, цей мікроконтролер одночасно буде використаний для обробки вимірних даних, їх збереження на записуючому пристрої та виведення на дисплей у зручному для читання вигляді.

### ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] А.В. Белов, Микроконтроллеры AVR от азов программирования до создания практических устройств, М., Академия, -2008
- [2] <https://123d.circuits.io/circuits/1979267-fast-pwm-article>
- [3] И.Е. Ефимов, И.Я. Козырь, Основы микроэлектроники, М., Лань, -2008.
- [4] И.П. Степаненко, Основы микроэлектроники, М., Лаборатория Базовых Знаний, -2001.
- [5] В. И. Марголин, Физические основы микроэлектроники, М., Академия, -2008