

## Лабораторна робота №5

### Тема: ВИКОРИСТАННЯ АПАРАТНОГО ТАЙМЕРУ

**Мета:** Отримати ШІМ сигнал апаратної та програмної реалізації.

### Теоретичні відомості

Мікроконтролер призначений для керування зовнішніми пристроями за алгоритмами, які вираховують сигнали керування за отриманими з датчиків даними. Деякі пристрої вимагають для керування формування сигналів широтної імпульсної модуляції (ШІМ). Зміст цього сигналу показано на наступному малюнку:

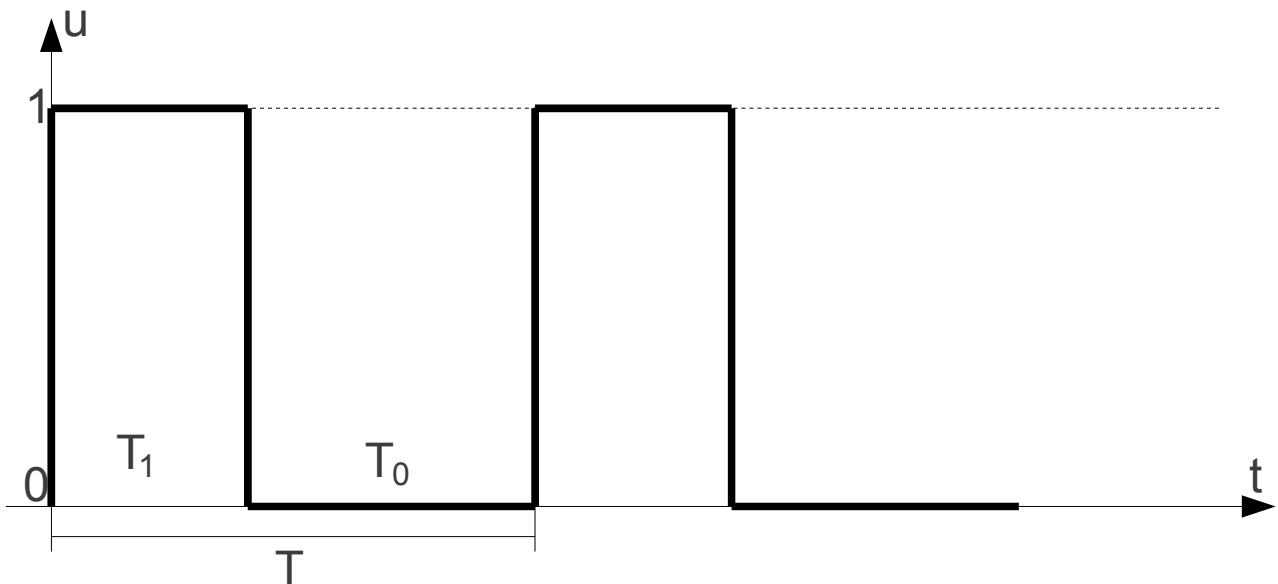


Рис. 1 — Приклад ШІМ сигналу

ШІМ сигнал формується одиничним імпульсом напруги з певною паузою. При цьому час  $T = \text{const}$ , період сигналу є величиною постійною, а за цей час розподіл  $T_1$ ,  $T_0$  може змінюватися. Та завжди є справедливою сума  $T = T_1 + T_0$ .

Такий сигнал може використовуватися для регулювання світимості світлодіоду або потужності двигуна постійного струму. Відомо, що світлодіод має порогову напругу живлення, після якої він починає майже одразу світитися на повну потужність, і з метою запобігання перегорання, струм живлення та

яскравість світіння обмежують додатковим опором. Для регулювання світності світлодіоду потрібно використати змінний опір, але опір мікроконтролером регулювати є нетривіальною задачею, тому світлодіод використовують в режимі максимальної потужності, але живлять його пульсуючим струмом ШІМ сигналу. Фактично за час  $T$  світлодіод на повну потужність світить час  $T_1$ , тобто  $100T_1/T$  % часу світлодіод є джерелом світла. Для малого періоду  $T$ , коли за одну секунду відбувається більше 1000 спалахів, людське око сприймає такий режим як плавну зміну яскравості світлодіоду. Ще однією з переваг такої схеми живлення є більш високе ККД використання електричної енергії, зменшивши її витрачання на додаткових опорах.

Ще однією поширеною схемою керування є керування серводвигунами. Серводвигун має схему позиціонування валу в окреме положення з початковим кутом  $\alpha_n$ , і кінцевим положенням  $\alpha_k$ . Командою керування положенням валу є наявність ШІМ сигналу з періодом  $T=15\ldots30$  мілісекунд. При цьому довжина імпульсу  $T_1$  визначає положення валу сервоприводу:

$$\alpha = \alpha_n + (\alpha_k - \alpha_n) \cdot (T_1 - 1.0 \text{ мілісекунда})$$

В переважній більшості довжина імпульсу  $T_1$  лежить в межах 1..2 мілісекунди.

**Задача:** До мікроконтролеру надходить інформація про температуру в приміщенні складу. В залежності від показників температури потрібно відповідно відчиняти та закривати заслін воздуходуву: нижче  $18^\circ\text{C}$  — закрито, поступово відкривати до  $35^\circ\text{C}$ , при перевищенні  $35^\circ\text{C}$  — заслін тримається повністю відкритим.

**Розв'язання:** Нехай отримана з датчику температура знаходиться в регістрі R18. Ми повинні отримати відповідний ШІМ сигнал і подати його на одну з лапок мікросхеми.  $T_1$  можна рахувати за формулою:

$$T_1 = 1.0 + \left[ \frac{t - 18}{35 - 18} \right]$$

де квадратними дужками позначено, що потрібно залишити діапазон значень від 0 до 1. Тоді наведена формула даватиме значення в діапазоні  $T_1=1\ldots2$ .

Розробимо структурну схему пристрою. Для цього нам потрібно

визначитися зі складовими системи. Для роботи схеми нам потрібні такі блоки: термометр (температурний датчик), модуль отримання температури, модуль перетворення температури в паузу, модуль налаштування сигналу ШІМ, модуль формування сигналу ШІМ, серводвигун:

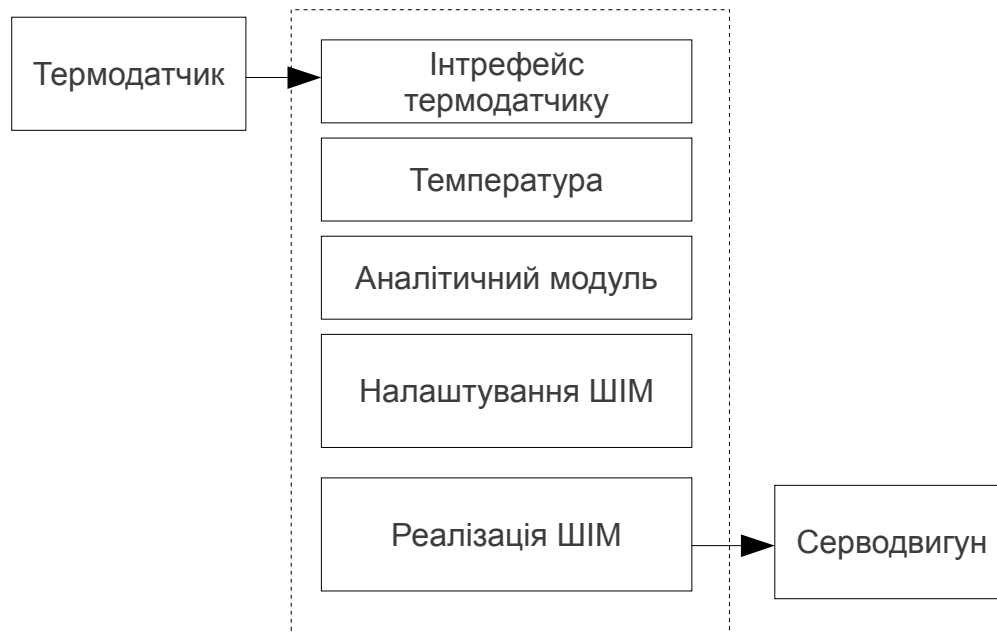


Рис. 2 — Структурна схема регулювання провітрення

До нашої задачі є реалізація аналітичного модуля, який просто реалізує формулу перерахунку температури, та реалізація ШІМ. Для апаратної реалізації ШІМ сигналу робимо огляд технічної документації.

```
DDRD |= (1<<5); /* лапка 5 в DDRD це PD5 (OC1A)-PWM Timer1 OUT,
тому PD5 призначимо як вихід */

TCCR1B = 0x00; // Зупинемо таймер
/*дільник тактової частоти: 1 clock 7.37 MHz
таймер рахуватиме частотой кварцу.
Режим 7: PWM 10bit fast, TOP=0x03FF
Частота ШІМ: 7200 Hz */
TCNT1H = 0xFC; // 11111100
TCNT1L = 0x01; // 00000001

/* значення в 16 бітному регістрі OCR1A визначає величину
генерованого ШІМ сигналу на лапці PD5 - якщо поділити її на 10.24
```

```

то отримуємо величину ШИМ PWM у відсотках*/
OCR1AH = 0x03; // PWM(PD5) = OCR1A / 10.24
OCR1AL = 0xFF; // 0x03FF это число 1023
/* регістр OCR1A складається з двох 8-ми бітних регістрів OCR1AH
та OCR1AL, запис до них потрібно проводити в указаній
послідовності */
OCR1BH = 0x03;
OCR1BL = 0xFF;
ICR1H = 0x03;
ICR1L = 0xFF;
TCCR1A = 0x83; // 10000011
TCCR1B = 0x09; // 00001001 – запустити таймер

```

Задача на самостійне опрацювання: змінити налаштування таймеру для поставленої задачі.

## 16-РОЗРЯДНИЙ ТАЙМЕР/ЛІЧИЛЬНИК 1

### РЕГІСТР МАСКИ ПЕРЕРИВАНЬ ВІД ТАЙМЕРІВ/ЛІЧИЛЬНИКІВ - TIMSK

Бит	7	6	5	4	3	2	1	0	
\$39 (\$59)									
Чт./зап. (R/W)									
Начальн.знач.									
	TOIE1	OCIE1A	-	-	TICIE1	-	TOIE0	-	TIMSK
	R/W	R/W	R	R	R/W	R	R/W	R	
	0	0	0	0	0	0	0	0	

Біт 7 - TOIE1: Дозвіл переривання по переповненню таймеру/лічильника 1: Якщо встановлено цей біт і біт дозволу переривань у регістрі стану, дозволені переривання по переповненню таймера/лічильника 1. Відповідне переривання (вектор \$005) виконується при переповненні таймера/лічильника 1. У регістрі прапорів таймерів/лічильників (TIFR) встановлюється прапор переповнення. Якщо таймер/лічильник 1 працює в режимі шім (широтна імпульсна модуляція), прапор переповнення встановлюється при зміні напрямку рахунку, при значенні \$0000.

Біт 6 - OCIE1A: Дозвіл переривання по збігу таймера/лічильника 1: Якщо встановлені біт OCIE1A і біт дозволу переривання в регістрі стану, дозволені переривання по збігу таймера/лічильника 1. Переривання (вектор \$004) виконується при рівності таймера/лічильника 1 і регістру збігу. У регістрі TIFR встановлюється ("1") — прапор збігу.

Біти 5,4 - зарезервовані; в ATiny2313 ці біти зарезервовані і завжди читаються як 0.

Біт 3 - TICIE1: Дозвіл переривання по входу захоплення: Якщо встановлені біт

TICIE1 і біт дозволу переривання в регістрі стану, то дозволені переривання по входу захоплення. Відповідне переривання (вектор \$003) виконується за сигналом захоплення на виведенні 11 (PD6/ICP). У регістрі TIFR встановлюється ("1") прапор захоплення.

Біт 2 - зарезервований; в ATiny2313 цей біт зарезервований і завжди читається як 0.

Біт 1 - TOIE0: Дозвіл переривання по переповненню таймера/лічильника 0. Якщо цей біт встановлений в 1, і біт I у регістрі стану встановлений в 1, тоді дозволені переривання по переповненню таймера/лічильника 0. При виникненні переповнення виконується відповідний вектор переривання (\$006). Прапор переповнення (TOV0) регістрі переривань (TIFR) таймерів/лічильників встановлюється в 1.

Біт 0 - зарезервований; в ATiny2313 цей біт зарезервований і завжди читається як 0.

### **Завдання:**

1. Розробити програму керування яскравістю світлодіоду підключеного до апаратного ШІМ генератору. *Додаткове завдання:* реалізувати опитування кнопок для ручного регулювання яскравості світлодіоду.

2. Розробіть блок-схему алгоритму роботи.

3. Створіть програмне забезпечення, та перевірте роботу програми на симуляторі.

4. Дайте відповіді на контрольні питання.

(Повний перелік асемблерних команд процесора надано в файлі atmega8.pdf на сервері з матеріалами до предмету).

### **Контрольні питання:**

1. Як налаштувати частоту лічильника таймера?

---

---

---

---

---

2. Як задати максимальне значення лічильника таймеру, після якого рахування починається з нуля?

---

---

---

---

3. Як перемкнути таймер в режим роботи генератора імпульсів?

---

---

---

---

---

4. Як задати ширину імпульсів?

---

---

---

---

---

---

5. Де використовується широтно імпульсна модуляція?

---

---

---

---

---

---