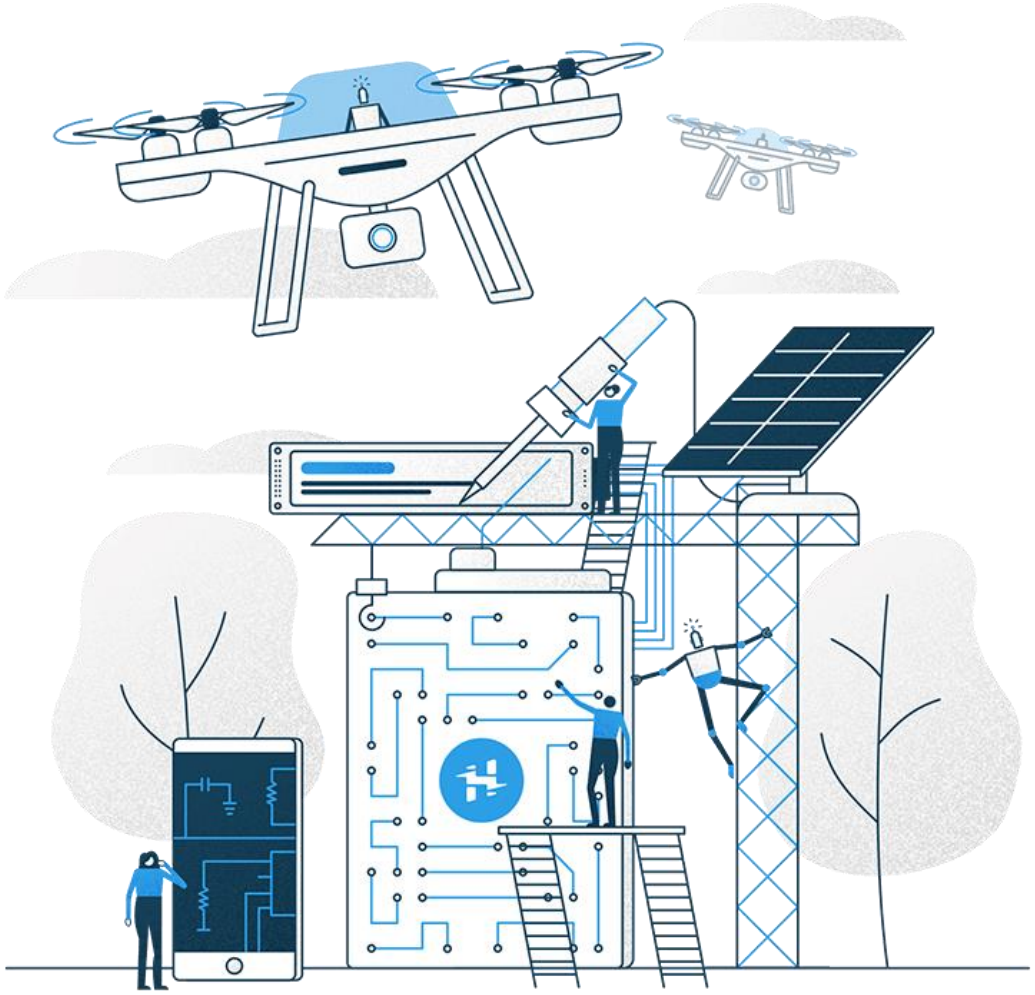
МІКРОПРОЦЕСОРНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ



Lesson 6

Таймери/лічильники. Модуль переривань

У ATMega328 передбачені три таймери/лічильники, на яких реалізовано функції часу, які використовують для формування та вимірювання часових інтервалів. Основні функції часу:

delay (ms) Параметри:

- ms — кількість мілісекунд, на які необхідно призупинити програму;
- значення, що повертаються — немає;
- опис: припиняє виконання програми на вказаний проміжок часу (в мілісекундах).

delayMicroseconds (us). Параметри:

- us – кількість мікросекунд, на які необхідно призупинити програму;
- значення, що повертаються – немає;
- опис: припиняє виконання програми на вказаний проміжок часу (в мікросекундах). Найбільше число для формування затримки — 16383.

millis ():

- параметри — немає;
- значення, що повертаються — кількість мілісекунд, що пройшли з моменту старту програми;
- опис: повертає кількість мілісекунд, що пройшли з моменту старту програми Arduino. Число, що повертається, скинеться в 0) через приблизно 50 днів.

micros():

- параметри — не має;
- значення, що повертаються — кількість мікросекунд, що минули з моменту старту програми;
- опис: повертає кількість мікросекунд, що минули з моменту початку виконання програми Arduino. Число, що повертається, скинеться в 0 через приблизно 70 хвилин. Роздільна здатність цієї функції становить чотири мікросекунди.

Таймери/лічильники. Модуль переривань

pulseIn (pin, value) / pulseIn (pin, value, timeout). Параметри:

- pin : номер виводу, на якому буде очікуватися сигнал;
- value: тип імпульсу (HIGH або LOW);
- timeout (опціонально): час очікування імпульсу в мікросекундах (значення за замовчуванням – одна секунда);
- значення, що повертаються — тривалість імпульсу (в мікросекундах) або 0 в разі відсутності імпульсу протягом таймаута;
- опис: зчитує тривалість імпульсу (будь-якого – HIGH або LOW) на виведення. Наприклад, якщо задане значення value = HIGH, то функція pulseIn () очікує появи на виведення сигналу HIGH, потім вимірює час та чекає перемикання в стан LOW, після чого зупиняє відлік часу. Функція повертає тривалість імпульсу в мікросекундах, або 0 в разі відсутності імпульсу протягом певного часу очікування. Функція працює з імпульсами тривалістю від 10 мікросекунд до 3 хвилин.

Переривання – це сигнали, що переривають нормальний перебіг програми. Вони використовуються для апаратних пристроїв, що вимагають негайної реакції на появу подій. Обробка переривань у мікроконтролері відбувається за допомогою модуля переривань, який приймає запити переривання й організовує перехід до виконання визначеної програми. Запити переривання можуть надходити як від зовнішніх джерел, так і від джерел, розташованих у різних внутрішніх модулях мікроконтролера.

Таймери/лічильники. Модуль переривань

Функції переривання Arduino:

attachInterrupt (interrupt, function, mode). Параметри:

- interrupt: номер переривання (0 – pin D2, 1 – pin D3);
- function: функція, яку необхідно викликати при виникненні переривання; ця функція повинна бути без параметрів і не повертати ніяких значень (таку функцію іноді називають оброблювачем переривання);
- mode: визначає умову, за якої має спрацьовувати переривання. Може приймати одне з чотирьох визначених значень: LOW — переривання буде спрацьовувати щоразу, коли на виводі присутній низький рівень сигналу, CHANGE — переривання буде спрацьовувати щоразу, коли змінюється стан виводу, RISING — переривання спрацює, коли стан виводу зміниться з низького рівня на високий, FALLING — переривання спрацює, коли стан виводу зміниться з високого рівня на низький;
- значення, що повертаються – немає.

detachInterrupt (pin):

- параметри — немає;
- значення, що повертаються — немає;
- опис: забороняє задане переривання. Забороняє переривання, для того, щоб відключити доступ до даних в процесі виконання переривання.

interrupts ():

- параметри — немає;
- значення, що повертаються — немає;
- опис: повторно дозволяє переривання.

Таймери/лічильники. Модуль переривань

Приклад програми з використанням зовнішнього переривання

```
// Interupt INT1 (D3)
int led = 5;
volatile int state = LOW;

void setup(){
  pinMode(led, OUTPUT);     // порт як вихід
  attachInterrupt(1, blink, CHANGE);
 // прив'язуємо 1-е переривання до функції blink() ;
}
void loop()
{
  digitalWrite(led, state);     // виводимо state
}
void blink()
{
  state = !state;
}
```

Таймери, як і зовнішні переривання, працюють незалежно від основної програми. У стандартних платах Arduino є три таймера Timer0, Timer1 і Timer2. Timer0 є 8 бітним таймером, це означає, що його рахунковий регістр може зберігати числа до 255. Timer0 використовується стандартними часовими функціями Arduino такими як delay() і millis(), так що краще його не використовувати у своїх проектах.

Timer1 це 16 бітний таймер з максимальним значенням 65535. Timer2 — 8 бітний і дуже схожий на Timer0. Він використовується в функції tone () Arduino.

Таймери/лічильники. Модуль переривань

Для обробки переривань у мові програмування Arduino використовується функція ISR ().Arduino (ATmega328P) використовує такі варіанти параметра функції ISR () для роботи з таймерами:

- TIMER2_COMPA_vect — переривання від Timer2 при збігу з A;
- TIMER2_COMPB_vect — переривання від Timer2 при збігу з B;
- TIMER2_OVF_vect — переривання переповнення Timer2;
- TIMER1_CAPT_vect — переривання від Timer1 (режим захоплення);
- TIMER1_COMPA_vect — переривання від Timer1 при збігу з A;
- TIMER1_COMPB_vect — переривання від Timer1 при збігу з B;
- TIMER1_OVF_vect — переривання переповнення Timer1;
- TIMER0_COMPA_vect — переривання від Timer0 при збігу з A;
- TIMER0_COMPB_vect — переривання від Timer0 при збігу з B;
- TIMER0_OVF_vect — переривання переповнення Timer0.

Для того щоб використовувати таймери в AVR є регістри налаштувань. Таймери містять безліч таких регістрів. Два з них — регістри управління таймера / лічильника містять установчі змінні й називаються TCCRxA і TCCRxB, де x — номер таймера (TCCR1A і TCCR1B). Кожен регістр містить 8 біт і кожен біт зберігає конфігураційну змінну. Найбільш важливими є три останні біта в TCCR1B: CS12, CS11 і CS10. Вони визначають тактову частоту таймера (табл. 1). За замовчуванням ці біти не встановлені.

Таймери/лічильники. Модуль переривань

Таблиця 1 — Біти конфігурації частоти роботи таймера/лічильника

CS12	CS11	CS10	Опис
0	0	0	Таймер лічильник 1 зупинений
0	0	1	СК
0	1	0	СК/8
0	1	1	СК/64
1	0	0	СК/256
1	0	1	СК/1024
1	1	0	Зовнішній вхід Т1, спадаючий фронт
1	1	1	Зовнішній вхід Т1, наростаючий фронт

TIMSK1 це регістр маски переривань Timer1. Він контролює переривання, які таймер може викликати. Установка біта 0 біту (TOIE1) вказує таймеру, що дозволено переривання коли таймер переповнюється (дораховує до максимального значення з частотою, що визначена бітами CS12, CS11, CS10). Якщо частота предільника Timer1 встановлена у значення 001, то при тактовій частоті 16 МГц Atmega328 переривання виникне приблизно через 0,0041 секунд (65535/16МГц).

Таймери/лічильники. Модуль переривань

Приклад програми з використанням переривання від Timer1 у режимі переповнення:

```
#define LEDPIN 13
int  count = 100;
void setup(){
  pinMode(LEDPIN, OUTPUT);
    // Timer1 module overflow interrupt configuration
  TCCR1A = 0;
  TCCR1B = 1;  // enable Timer1 with prescaler = 1
  TCNT1  = 0;  // set Timer1 preload value to 0
  TIMSK1 = 1;  // enable Timer1 overflow interrupt

  ISR(TIMER1_OVF_vect) {
     digitalWrite(LEDPIN, !digitalRead(LEDPIN));
  }
 }
void loop(){
  if(digitalRead(button) == 0){
    count++;  // increment 'count' by 1
    if(count == 9999){
      count = 0;}
    delay(200);  // wait 200 milliseconds
  }
}
```

TCNT1 це регістр, який рахує імпульси. У програмі йому присвоєне значення 0, а це значить, що переривання виникне, коли він дорахує до значення 65535. Запуск лічби починається встановленням біту CS10 (TCCR1B = 1) і, як тільки виникає переривання у режимі переповнення, викликається ISR (TIMER1_OVF_vect). Це відбувається завжди коли таймер переповнюється.

Таймери/лічильники. Модуль переривань

Функція random(max) / random(min, max) генерує псевдо-випадкові числа від min до max–1 (від 0 до 4 294 967 295)

```
long randNumber;

void setup(){
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // виводимо випадкове число у діапазоні від 0 до 299
  randNumber = random(300);
  Serial.println(randNumber);

  // виводимо випадкове число у діапазоні від 10 до 19
  randNumber = random(10, 20);
  Serial.println(randNumber);
  delay(50);
}
```