

## Лекція 16

### Модуль годинника реального часу

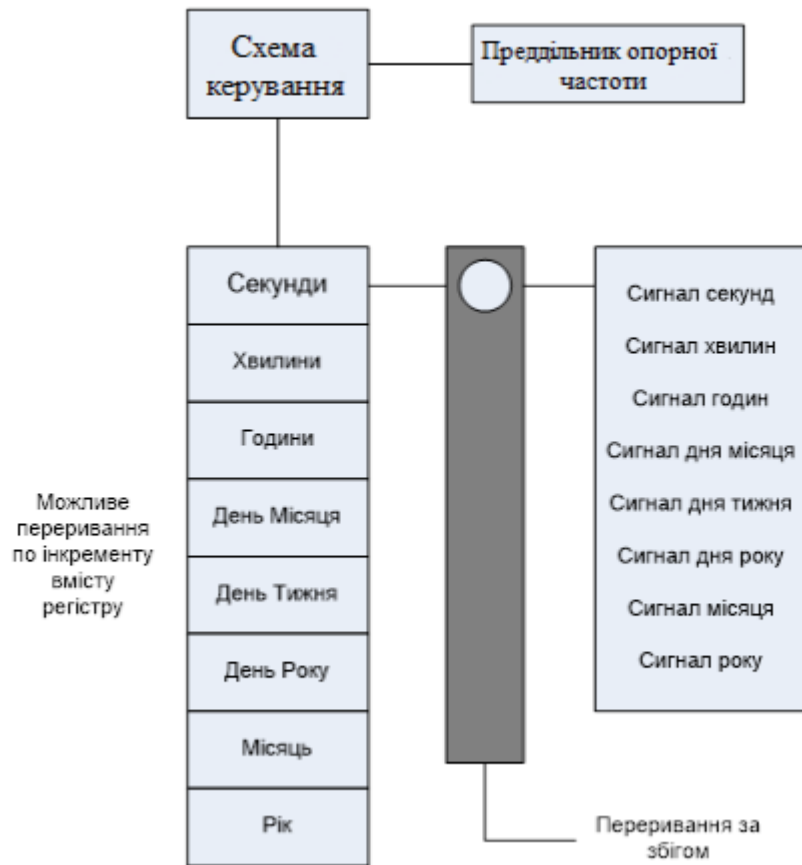


Рисунок 1– Модуль RTC



Рисунок 2 – Модуль RTC



Рисунок 3 – Формування тактового сигналу RTC

$$PREINT = (int) \frac{P_{CLK}}{32768} - 1,$$

$$PREFRAC = P_{CLK} - 32768 \times (PREINT + 1).$$

$$PREINT = (int) \frac{30000000}{32768} - 1 = 914.$$

$$PREFRAC = 30000000 - 32768 \cdot (914 + 1) = 17280.$$

$$PREINT = 0x00000392;$$

$$PREFRAC = 0x00004380;$$

$$CCR = 0x00000001.$$

Груповий регістр 0	День Тижня	Години	Хвилини	Секунди
Груповий регістр 1	Місяць		День Року	День Місяця
Груповий регістр 2				Рік

Рисунок 4 – Групові регістри RTC

Таблиця 1 – Карта регістрів модуля RTC

Назва	Розмір [bit]	Опис	Доступ	Адреса
<b>Змішана група регістрів</b>				
ILR	3	Регістр місцеположення переривань	R/W	0xE0024000
CTC	15	Лічильник імпульсів тактової частоти	RO	0xE0024004
CCR	4	Регістр керування тактуванням	R/W	0xE0024008
CIIR	8	Регістр переривань від інкрементування лічильників	R/W	0xE002400C
AMR	8	Регістр сигнальної маски	R/W	0xE0024010
CTIME0	32	Регістр консолідованого часу 0	RO	0xE0024014
CTIME1	32	Регістр консолідованого часу 1	RO	0xE0024018
CTIME2	32	Регістр консолідованого часу 2	RO	0xE002401C
CISS	8	Регістр вибору маски інкрементування лічильників	R/W	0xE0024040
<b>Група лічильників часу</b>				
SEC	6	Регістр секунд	R/W	0xE0024020
MIN	6	Регістр хвилин	R/W	0xE0024024
HOURL	5	Регістр годин	R/W	0xE0024028
DOM	5	Регістр днів місяця	R/W	0xE002402C
DOW	3	Регістр днів тижня	R/W	0xE0024030
DOY	9	Регістр днів року	R/W	0xE0024034
MONTH	4	Регістр місяця	R/W	0xE0024038
YEAR	12	Регістр року	R/W	0xE002403C
<b>Група сигнальних регістрів</b>				
ALSEC	6	Сигнальне значення секунд	R/W	0xE0024060
ALMIN	6	Сигнальне значення хвилин	R/W	0xE0024064

Назва	Розмір [bit]	Опис	Доступ	Адреса
ALHOUR	5	Сигнальне значення годин	R/W	0xE0024068
ALDOM	5	Сигнальне значення днів місяця	R/W	0xE002406C
ALDOW	3	Сигнальне значення днів тижня	R/W	0xE0024070
ALDOY	9	Сигнальне значення днів року	R/W	0xE0024074
ALMON	4	Сигнальне значення місяців	R/W	0xE0024078
ALYEAR	12	Сигнальне значення років	R/W	0xE002407C
<b>Регістри керування предільником</b>				
PREINT	13	Значення предільника (ціла частина)	R/W	0xE0024080
PREFRAC	13	Значення предільника (дробова частина)	R/W	0xE0024084

Таблиця 2 – Біти регістра місцеположення переривань

Біт	Назва біта	Опис
0	RTCCIF	Якщо цей біт встановлено, то блок переривань від інкрементування одного з лічильників згенерував переривання. Запис логічної одиниці в цей біт скидає переривання, яке було згенероване від інкрементування лічильника.
1	RTCALF	Якщо цей біт встановлено, один з сигнальних регістрів згенерував переривання. Запис логічної одиниці в цей біт скидає це переривання.
2	RTSSF	Якщо цей біт встановлено, дозволено переривання від лічильника субсекундного інкременту. Частота переривань задається регістром вибору маски інкрементування лічильників (CISS).

Таблиця 3– Біти лічильника тактової частоти

Біт	Назва біта	Опис
0	Зарезервовано	Користувацьке програмне забезпечення не повинно виконувати запис в зарезервовані біти. Зчитування зарезервованого біта повертає невизначене значення.
15:1	Лічильник тактової частоти	До подачі імпульсу на лічильник секунд СТС відраховується 32768 імпульсів за секунду. Внаслідок наявності преддільника RTC, ці 32768 збільшень можуть мати тривалість неоднорідну за часом.

Таблиця 4 – Біти регістра керування тактуванням

Біт	Назва біта	Опис
0	CLKEN	Дозвіл тактування. Коли цей біт встановлено, дозволено роботу лічильників часу. Коли біт скинуто, вони заблоковані таким чином, щоб їх можна було ініціалізувати програмно.
1	CTCRST	Скидання СТС. Якщо цей біт встановлено всі компоненти лічильника СТС скинуті. Компоненти залишаються в такому стані доки біт ССR не буде скинуто.
3:2	CTTEST	Дозвіл тестування. В нормальному режимі функціонування модуля RTC, ці біти завжди мають бути скинуті
4	CLKSRC	Якщо цей біт скинуто, лічильник імпульсів тактової частоти отримує тактові імпульси від преддільника RTC. Якщо цей біт встановлено, лічильник імпульсів тактової частоти отримує тактові імпульси з частотою 32768 Гц від генератора, який зв'язаний з виводами RTCX1, RTCX2.

Таблиця 5 – Біти регістра переривання від інкрементування лічильників

Біт	Назва біта	Опис
0	IMSEC	Коли цей біт встановлено, це означає, що дозволено переривання від інкрементування регістра секунд
1	IMMIN	Коли цей біт встановлено, це означає, що дозволено переривання від інкрементування регістра хвилин
2	IMHOUR	Коли цей біт встановлено, це означає, що дозволено переривання від інкрементування регістра годин
3	IMDOM	Коли цей біт встановлено, це означає, що дозволено переривання від інкрементування регістра днів місяця
4	IMDOW	Коли цей біт встановлено, це означає, що дозволено переривання від інкрементування регістра днів тижня
5	IMDOY	Коли цей біт встановлено, це означає, що дозволено переривання від інкрементування регістра днів року
6	IMMON	Коли цей біт встановлено, це означає, що дозволено переривання від інкрементування регістра місяців
7	IMYEAR	Коли цей біт встановлено, це означає, що дозволено переривання від інкрементування регістра років

Таблиця 6 – Біти регістра вибору маски інкрементування лічильників

Біт	Назва біта	Значення	Опис
2:0	SubSecSel		SubSecSel–Second Select. За допомогою цього поля можна обрати лічильник для субсекундного переривання.
		000	Переривання генерується кожні 16 відліків годинника. При частоті 32,768 кГц, затримка між перериваннями дорівнює приблизно 488 мкс.
		001	Переривання генерується кожні 32 відліки годинника. При частоті 32,768 кГц, затримка між перериваннями дорівнює приблизно 977 мкс.
		010	Переривання генерується кожні 64 відліки годинника. При частоті 32,768 кГц, затримка між перериваннями дорівнює приблизно 1,95 мс.
		011	Переривання генерується кожні 128 відліків годинника. При частоті 32,768 кГц, затримка між перериваннями дорівнює приблизно 3,9 мс.

Біт	Назва біта	Значення	Опис
		100	Переривання генерується кожні 256 відліків годинника. При частоті 32,768 кГц, затримка між перериваннями дорівнює приблизно 7,8 мс.
		101	Переривання генерується кожні 512 відліків годинника. При частоті 32,768 кГц, затримка між перериваннями дорівнює приблизно 15,6 мс.
		110	Переривання генерується кожні 1024 відліків годинника. При частоті 32,768 кГц, затримка між перериваннями дорівнює приблизно 31,25 мс.
		111	Переривання генерується кожні 2048 відліків годинника. При частоті 32,768 кГц, затримка між перериваннями дорівнює приблизно 62,5 мс.
6:3			Резервовані біти
7	SubSecEna		Увімкнення або відключення переривань
		0	Відключено
		1	Увімкнено

Таблиця 7 – Біти регістра сигнальної маски

Біт	Назва біта	Опис
0	AMRSEC	Коли цей біт встановлено, значення регістра секунд не використовується для порівняння при виробленні сигналу тривоги.
1	AMRMIN	Коли цей біт встановлено, значення регістра хвилин не використовується для порівняння при виробленні сигналу тривоги.
2	AMRHOUR	Коли цей біт встановлено, значення регістра годин не використовується для порівняння при виробленні сигналу тривоги.
3	AMRDOM	Коли цей біт встановлено, значення регістра днів місяця не використовується для порівняння при виробленні сигналу тривоги.

Біт	Назва біта	Опис
4	AMRDOW	Коли цей біт встановлено, значення регістра днів тижня не використовується для порівняння при виробленні сигналу тривоги.
5	AMRDOY	Коли цей біт встановлено, значення регістра днів року не використовується для порівняння при виробленні сигналу тривоги.
6	AMRMON	Коли цей біт встановлено, значення регістра місяців не використовується для порівняння при виробленні сигналу тривоги.
7	AMRYEAR	Коли цей біт встановлено, значення регістра років не використовується для порівняння при виробленні сигналу тривоги.

Таблиця 8 – Біти регістра консолідованого часу 0

Біт	Назва біта	Опис
5:0	Seconds	Значення секунд від 0 до 59
7:6	–	Зарезервовані значення
13:8	Minutes	Значення хвилин від 0 до 59
15:14	–	Зарезервовані значення
20:16	Hours	Значення годин від 0 до 23
23:21	–	Зарезервовані значення
26:24	Day of Week	Значення дня тижня від 0 до 6
31:27	–	Зарезервовані значення

Таблиця 9 – Біти регістра консолідованого часу 1

Біт	Назва біта	Опис
4:0	Day of Month	Значення дня місяця в проміжку від 1 до 28, 29, 30 або 31 (в залежності від місяця та чи є рік високосним)
7:5	–	Зарезервовані значення
11:8	Month	Значення місяця від 1 до 12
15:12	–	Зарезервовані значення
27:16	Year	Значення року від 0 до 4095
31:28	–	Зарезервовані значення

Таблиця 10 – Біти регістра консолідованого часу 2

Біт	Назва біта	Опис
11:0	Day of Year	Значення дня року від 1 до 365 (366 для високосного року)
31:12	–	Зарезервовані значення

Таблиця 11– Характеристика регістрів лічильників часу

Лічильник	Розмір	Тактується від	Мінімальне значення	Максимальне значення
Секунди	6	Clk 1	0	59
Хвилини	6	Секунд	0	59
Години	5	Хвилин	0	23
Дні місяця	5	Годин	1	28, 29, 30 або 31
Дні тижня	3	Годин	0	6
Дні року	9	Годин	1	365 або 366
Місяці	4	Днів місяця	1	12
Роки	12	Місяців або днів року	0	4095

Таблиця 12– Група регістрів лічильників часу

Адреса	Назва	Розмір	Опис	Доступ
0xE0024020	SEC	6	Значення секунд лежить в діапазоні 0...59	R/W
0xE0024024	MIN	6	Значення хвилин лежить в діапазоні 0...59	R/W
0xE0024028	HOUR	5	Значення годин лежить в діапазоні 0...23	R/W
0xE002402C	DOM	5	Значення днів місяця лежить в діапазоні 1...28,29,30,31	R/W
0xE0024030	DOW	3	Значення днів тижня лежить в діапазоні 0...6	R/W
0xE0024034	DOY	9	Значення днів року лежить в діапазоні 1...365, або 366	R/W
0xE0024038	MONTH	4	Значення місяців лежить в діапазоні 1...12	R/W
0xE002403C	YEAR	12	Значення років лежить в діапазоні 0...4095	R/W

Таблиця 13– Група сигнальних регістрів модуля RTC

Адреса	Назва	Розмір	Опис	Доступ
0xE0024060	ALSEC	6	Сигнальне значення для секунд	R/W
0xE0024064	ALMIN	6	Сигнальне значення для хвилин	R/W
0xE0024068	ALHOUR	5	Сигнальне значення для годин	R/W
0xE002406C	ALDOM	5	Сигнальне значення для днів місяця	R/W
0xE0024070	ALDOW	3	Сигнальне значення для днів тижня	R/W
0xE0024074	ALDOY	9	Сигнальне значення для днів року	R/W
0xE0024078	ALMON	4	Сигнальне значення для місяців	R/W
0xE002407C	ALYEAR	12	Сигнальне значення для років	R/W

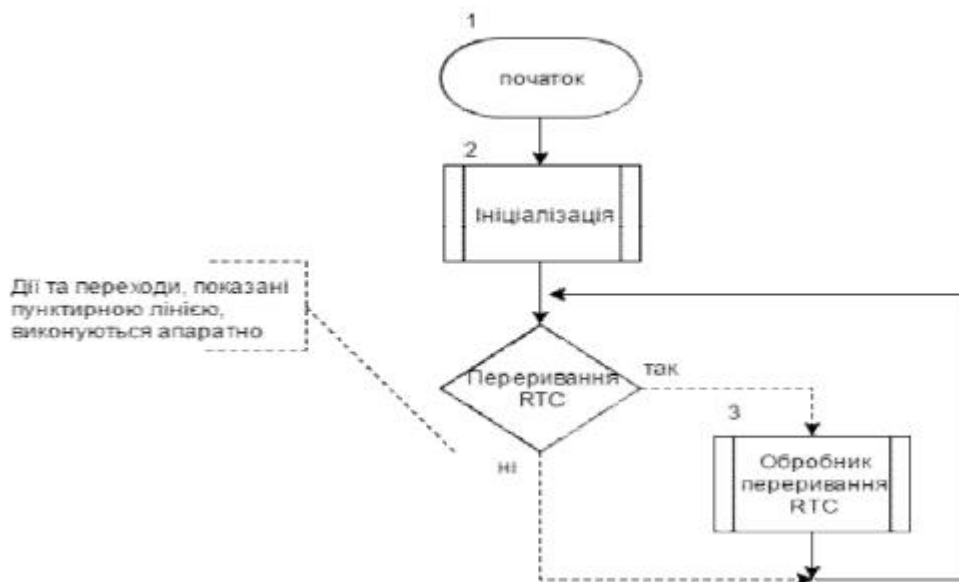


Рисунок 5 – Схема алгоритму роботи

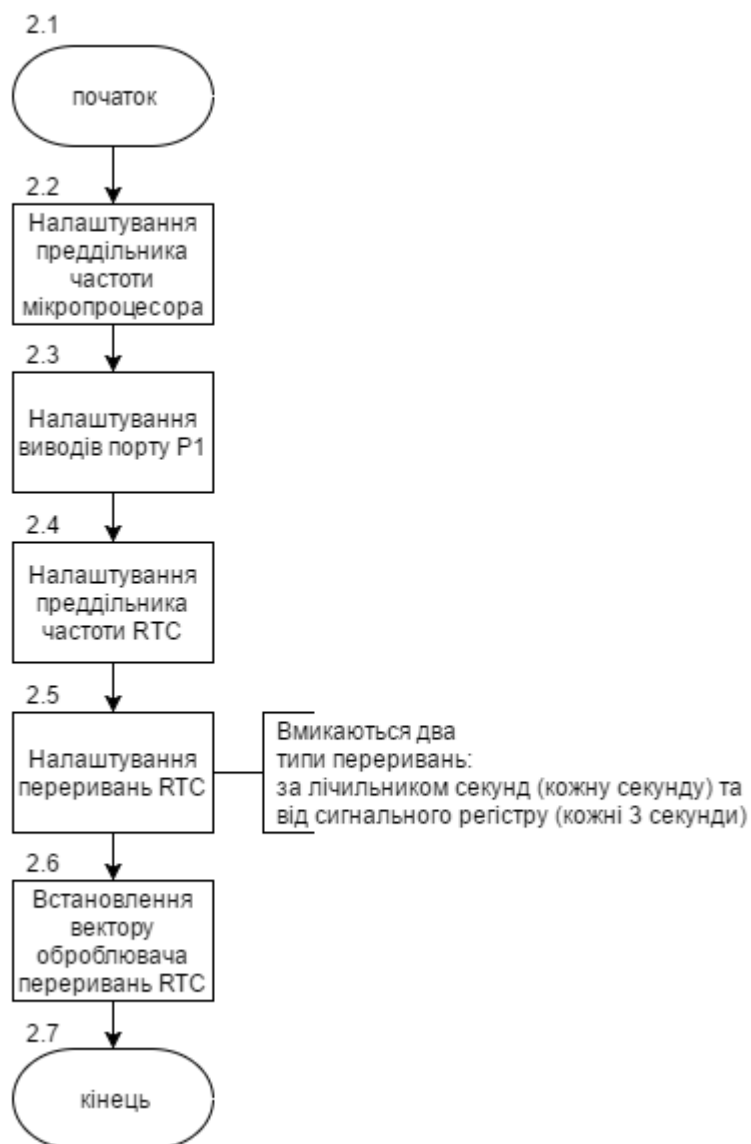


Рисунок 6 – Схема алгоритму ініціалізації

```

// 2
int main(void) {
    // 2.2
    APBDIV = 0x00000002;    // Встановлення преддільника частоти мікропроцесора
    Cclk(=60) / 2 = 30 МГц
    // 2.3

    IODIR1 = 0x00FF0000; // Виводи P1.[23- 16] - виходи
    IOSET1 = 0x00020000; // P1.17 встановити високий рівень

```

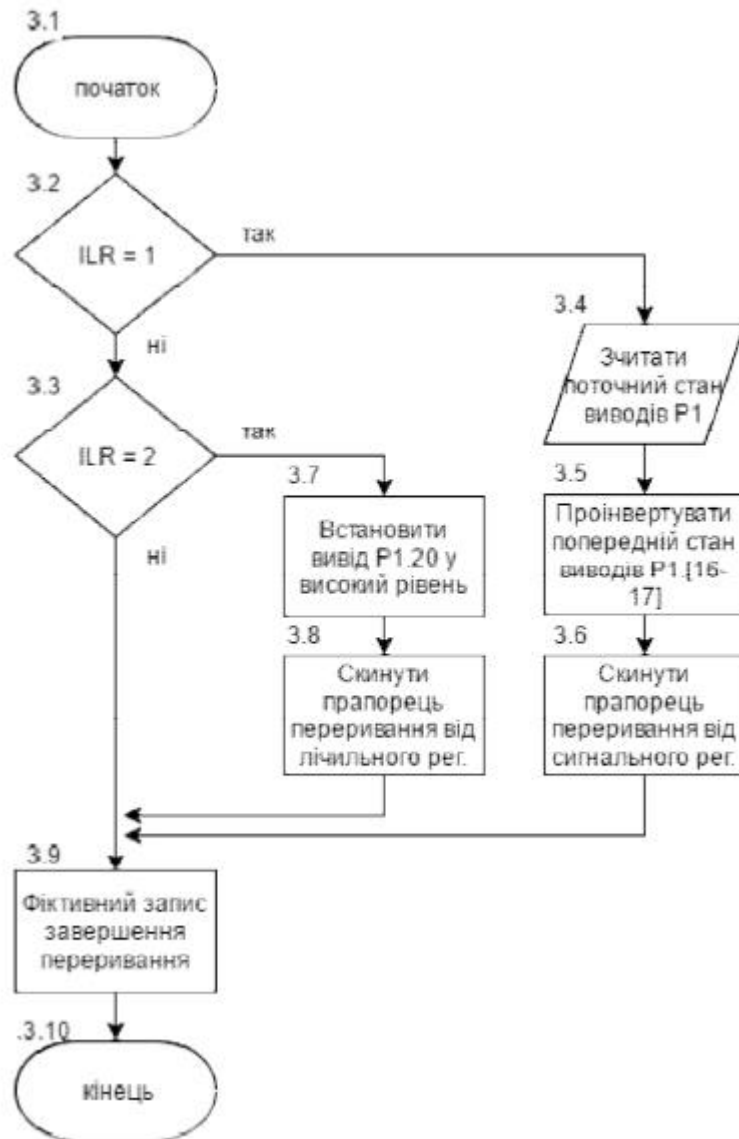


Рисунок 7 – Схема алгоритму обробки переривання

```

// 2.4
PREINT = 0x00000392; // Конфігуруємо преддільник RTC для Pclk = 30 МГц

PREFRAC = 0x00004380;
// 2.5
CIIR = 0x00000001; // Дозволяємо переривання від лічильника секунд
ALSEC = 0x00000003; // Встановлюємо сигнал на 3 с
AMR = 0x000000FE; // Дозволяємо сигнал секунд
CCR = 0x00000001; // Запускаємо RTC
// 2.6
VICVectAddr13 = (unsigned)RTC_isr; // Задаємо адресу оброблювача переривання
від RTC
VICVectCntl13 = 0x0000002D; // Задаємо канал
VICIntEnable = 0x00002000; // Дозволяємо переривання від RTC

while(1);
}
// 3
void RTC_isr(void)
{
    unsigned led;
    // 3.2
    if(ILR & 0x00000001) // Перевіряємо на переривання від лічильного
    регістра (спрацьовує кожену секунду)
    {
        // 3.4
        led = IOPIN1; // Зчитуємо поточний стан виводів
        // 3.5
        IOCLR1 = led & 0x00030000; // Вмикаємо LED (P1.[16..17])
        IOSET1 = ~led & 0x00030000; // Вмикаємо LED "idle"
        // 3.6
        ILR = 0x00000001; // Скидаємо прапорець переривання
    }
    // 3.3
    if(ILR & 0x00000002) // Перевіряємо на переривання від сигнальних
    регістрів (спрацьовує кожні 3 секунди)
    {
        // 3.7
        IOSET1 = 0x00100000; // Вмикаємо LED на P1.20
        // 3.8
        ILR = 0x00000002; // Скидаємо прапорець переривання
    }
    // 3.9
    VICVectAddr = 0x00000000; // Фіктивний запис для індикації завершення пере-
    ривання
}

```