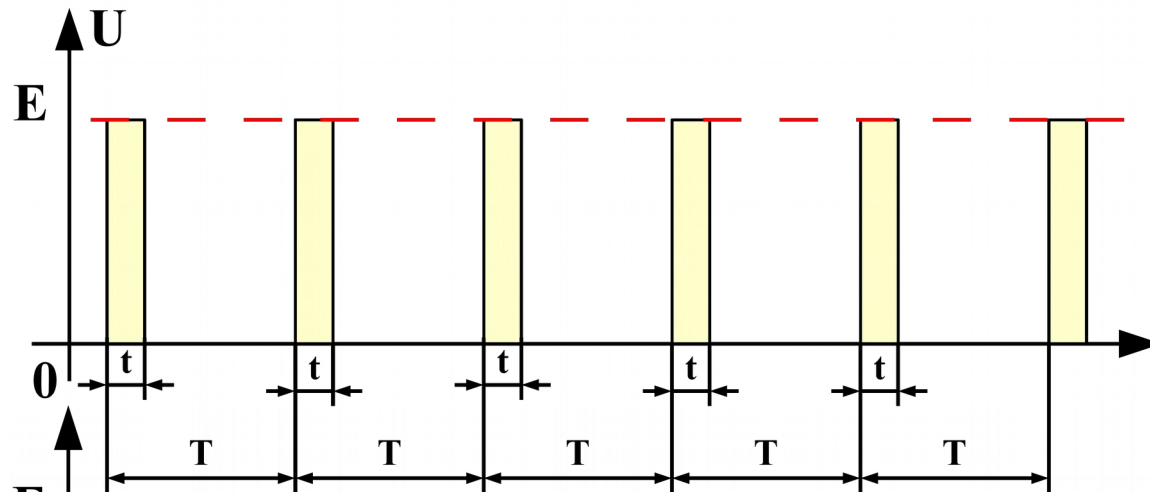
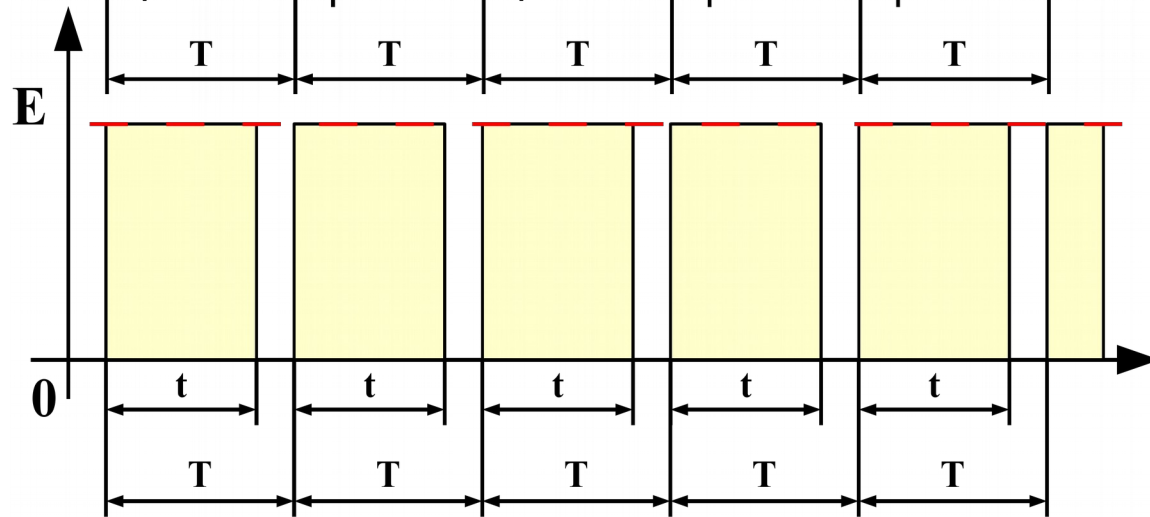

Микропроцессорные системы

Таймеры-счётчики

Измерение временных характеристик импульсного сигнала



$$D=0.2; \quad S=5;$$



$$D=0.8; \quad S=0.125;$$

$$F = \frac{1}{T}; \quad - \text{частота импульсов, } (c^{-1});$$

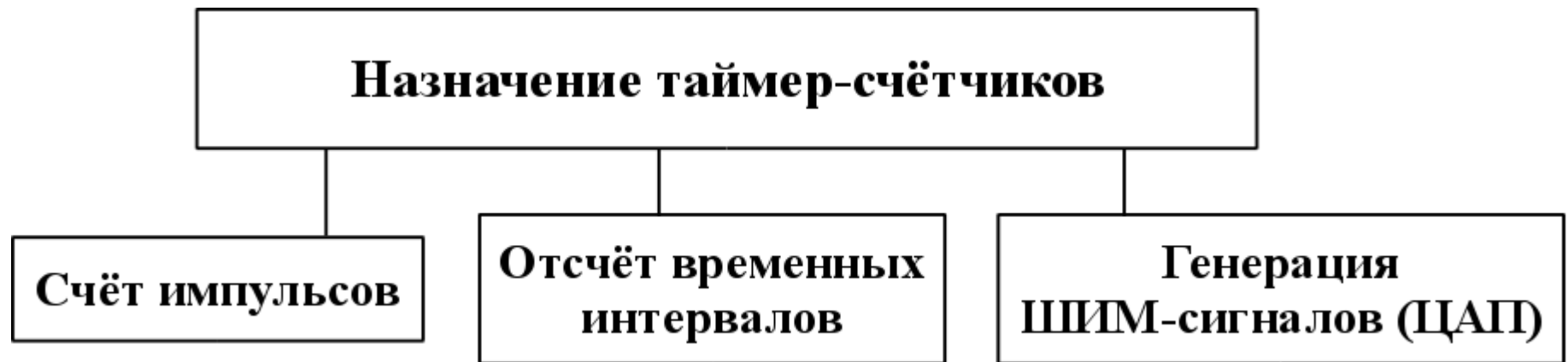
$$S = \frac{T}{t}; \quad - \text{скважность};$$

$$D = \frac{t}{T}; \quad - \text{коэф. заполнения};$$

$$t - \text{ширина импульса, } (c); \quad T - \text{период следования импульсов, } (c);$$

Таймеры-счётчики

Таймеры-счётчики — устройства, предназначенные для отсчёта импульсов, поступающих на их счётный вход.



Режим счётчика - отсчёт импульсов, поступающих на их счётный вход.

Режим таймера - отсчёт импульсов, поступающих на их счётный вход **через равные интервалы времени**.

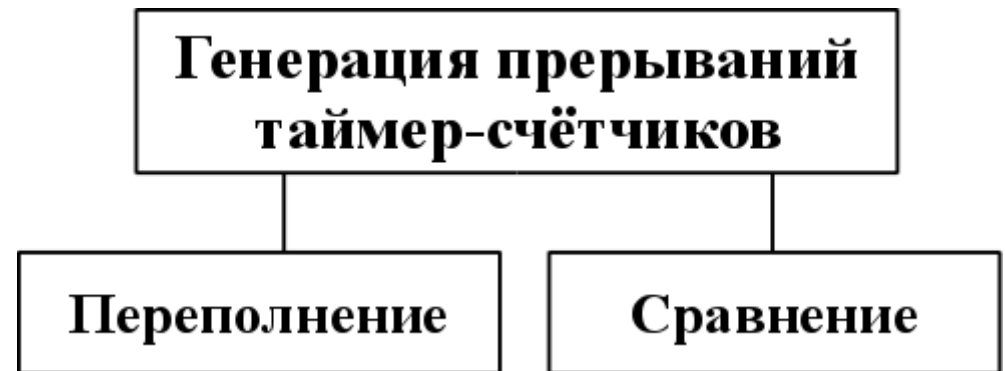
Классификация типов счётчиков и способов генерации прерываний



В МК чаще всего применяются суммирующие счётчики.

Переполнение — отсчёт временных интервалов.

Сравнение — счёт импульсов и ШИМ.



Таймер-счётчик. Общая структура

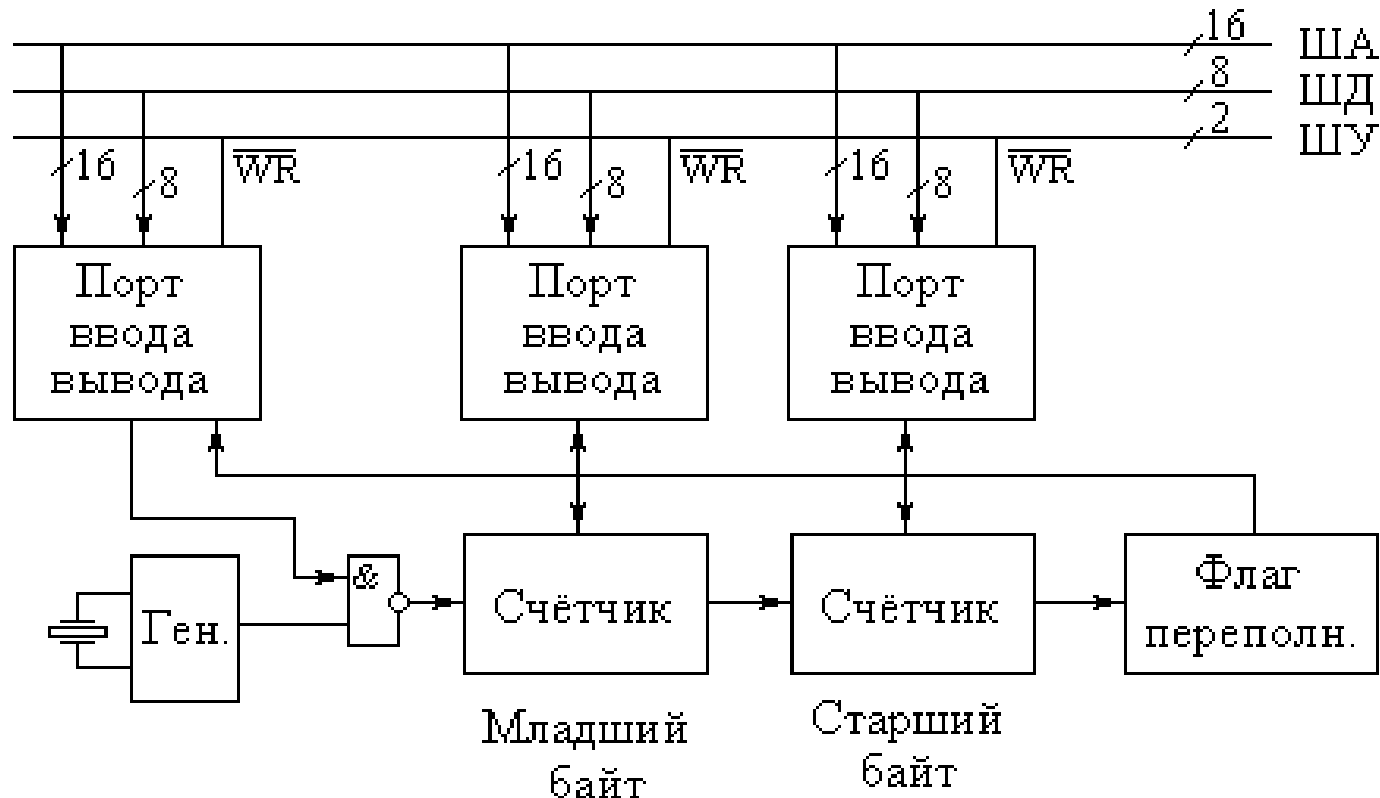
$$T_{пер} = T_{ген} \cdot 2^N \Rightarrow \left\{ F = \frac{1}{T} \right\} \Rightarrow F_{пер} = \frac{F_{ген}}{2^N}$$

$T_{пр}$ — период прерываний

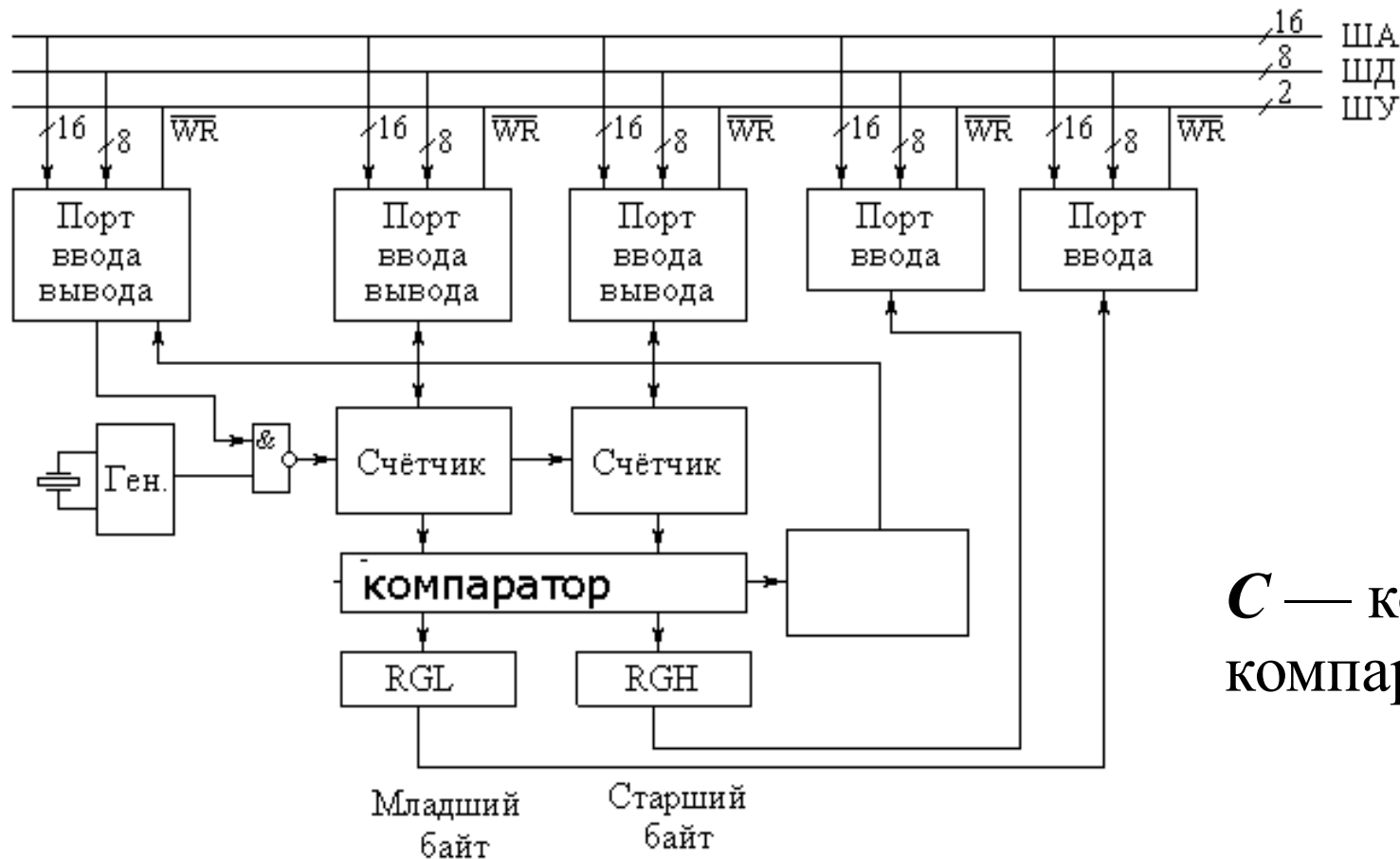
$F_{пр}$ — частота прерываний

$T_{ген}$ — период генератора

$F_{ген}$ — частота генератора



Таймер-счётчик с цифровым компаратором



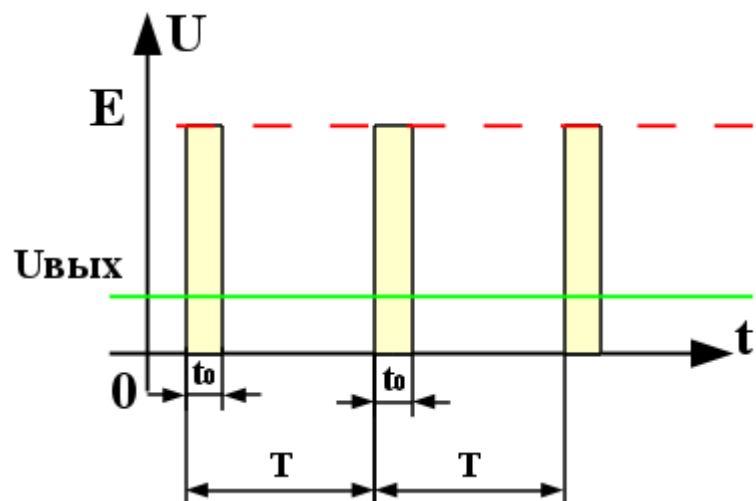
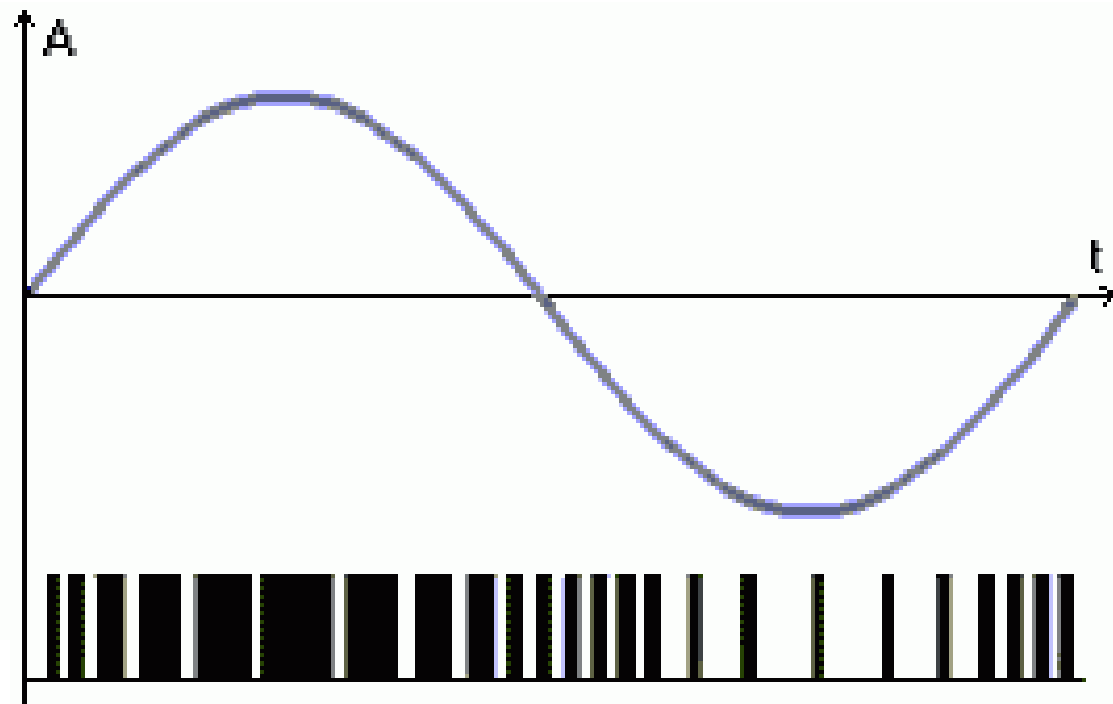
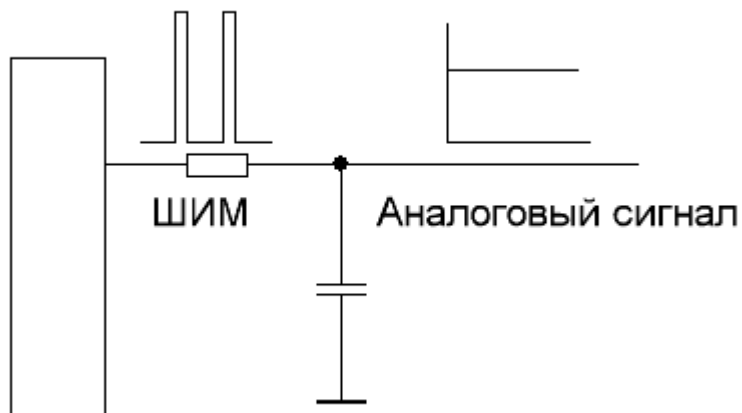
$$T_{пер} = T_{ген} \cdot C$$

$$F_{пер} = \frac{F_{ген}}{C}$$

C — код в регистре компаратора

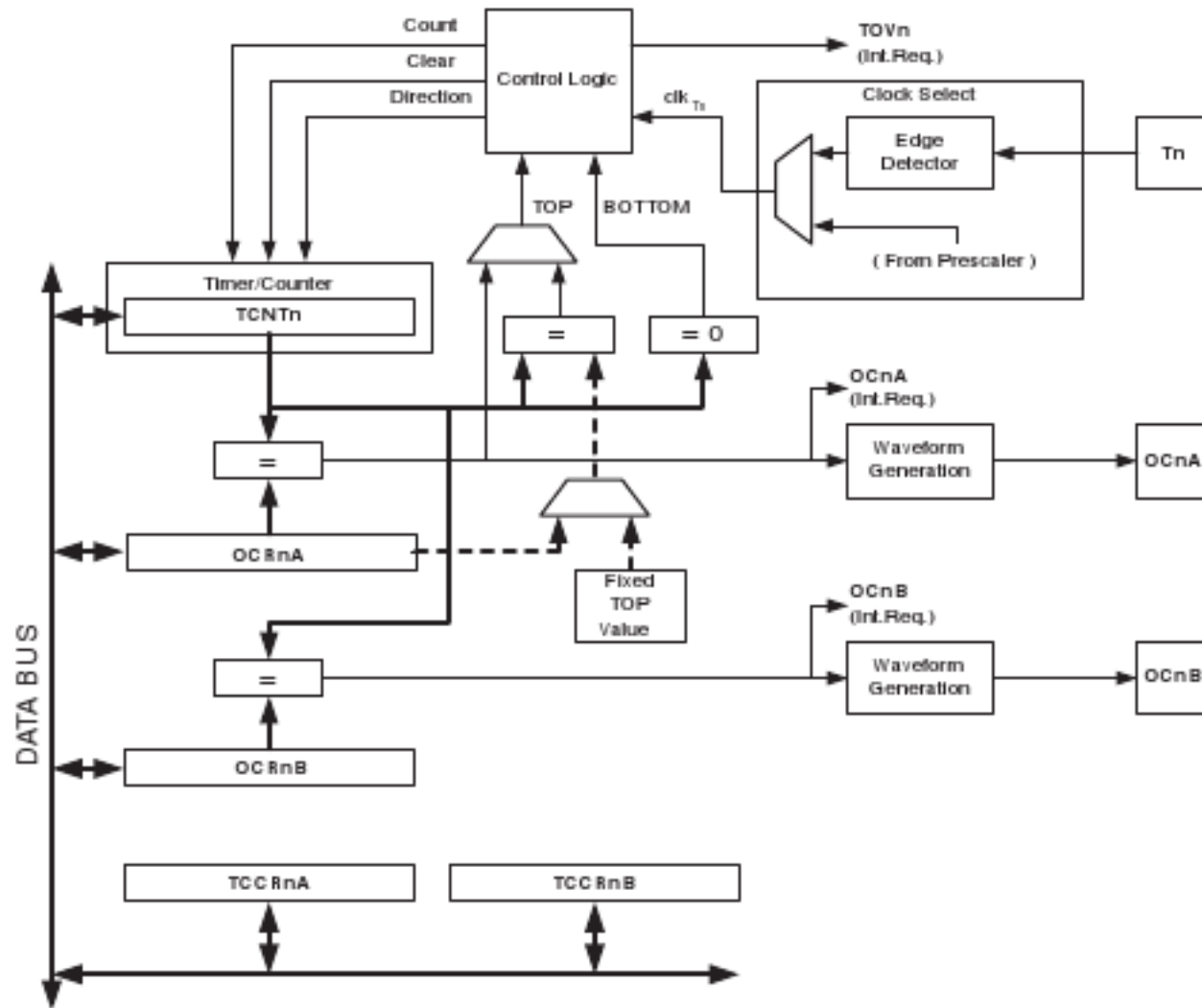
Прерывания генерируются через произвольное количество импульсов.

Принцип работы ШИМ



$$U_{\text{вых}}(t) = E \cdot \frac{t_0(t)}{T}$$

8-битный таймер-счётчик Timer0 процессора ATmega2560 с ШИМ



8-bit Timer/Counter0 with PWM

AT90S2560 8-битный таймер-счётчик 0

Регистры управления и состояния

TCNT0

8-битный счётный регистр

OCR0A

8-битный регистр компаратора A

OCR0B

8-битный регистр компаратора B

TCCR0A

TCCR0B

8-битные регистры управления
режимом работы (2 штуки)

TIFR0

3-битный регистр флагов таймера 0

TIMSK0

3-битный регистр маски прерываний таймера 0

AT90S2560 8-битный таймер-счётчик 0

Регистры управления и состояния

TCCR0A — управляющий регистр A

COM0A1	COM0A0	COM0B1	COM0B0	X	X	WGM01	WGM00
7	6	5	4	3	2	1	0

TCCR0B — управляющий регистр B

FOC0A	FOC0B	X	X	WGM02	CS2	CS1	CS0
7	6	5	4	3	2	1	0

CS[0..2] — выбор источника тактирования счётного регистра

WGM[0..2] — управление генерацией сигнала

COM0A[0..1] — управление выходом OCR0A

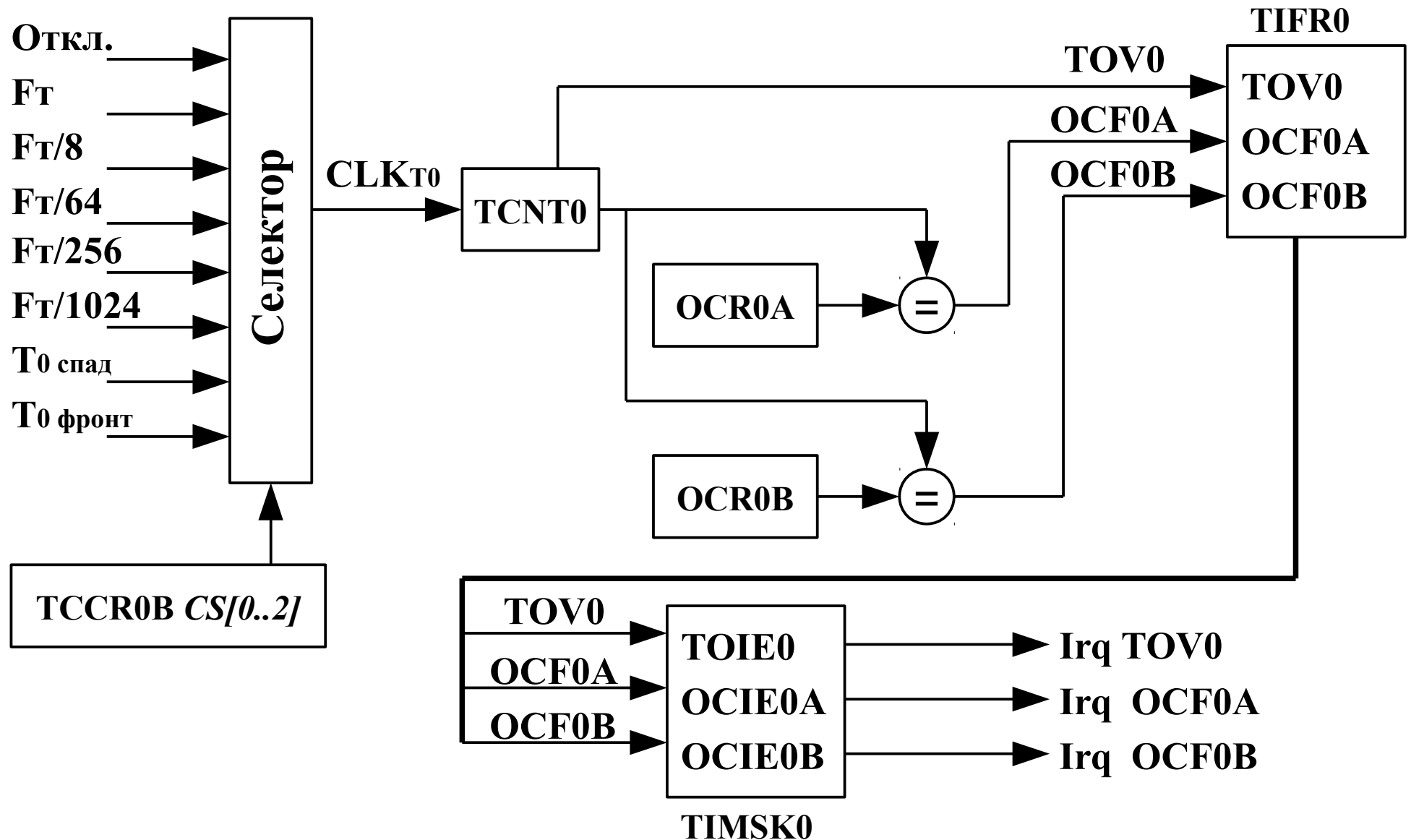
COM0B[0..1] — управление выходом OCR0B

FOC0A — управление выходом OCR0A в режиме FAST PWM

FOC0B — управление выходом в OCR0B режиме FAST PWM

AT90S2560 8-битный таймер-счётчик 0

Тактирование и прерывания



AT90S2560 8-битный таймер-счётчик 0

Регистры управления и состояния

TIFR0 — регистр флагов прерываний

X	X	X	X	X	OCF0B	OCF0A	TOV0
7	6	5	4	3	2	1	0

TOV0 — флаг переполнения счётчика

OCF0A — флаг совпадения компаратора A

OCF0B — флаг совпадения компаратора B

TIMSK0 — регистр маски прерываний

X	X	X	X	X	OCIE0B	OCIE0A	TOIE0
7	6	5	4	3	2	1	0

TOIE0 — маска прерывания переполнения счётчика

OCIE0A — маска прерывания совпадения компаратора A

OCIE0B — маска прерывания совпадения компаратора B

AT90S2560 8-битный таймер-счётчик 0

Управление тактированием

Остановить таймер.

CS[0..2]=0 Двоичная форма: 000

$TCCR0B = TCCR0B \& \sim((1 \ll CS02) | (1 \ll CS01) | (1 \ll CS00));$

Запустить таймер с частотой тактового генератора.

CS[0..2]=1 Двоичная форма: 001

$TCCR0B = (TCCR0B \& \sim((1 \ll CS02) | (1 \ll CS01))) | (1 \ll CS00);$

Запустить таймер с частотой тактового генератора делённой на 64.

CS[0..2]=3 Двоичная форма: 011

$TCCR0B = (TCCR0B \& \sim(1 \ll CS02)) | (1 \ll CS01) | (1 \ll CS00);$

AT90S2560 8-битный таймер-счётчик 0

Управление прерываниями

Прерывания по переполнению счётчика

TCNT0=255+1

Разрешить: $TIMSK0 = TIMSK0 \mid (1 \ll TOIE0);$
Запретить: $TIMSK0 = TIMSK0 \& \sim(1 \ll TOIE0);$

Прерывания компаратора A

TCNT0=OCR0A

Разрешить: $TIMSK0 = TIMSK0 \mid (1 \ll OCIE0A);$
Запретить: $TIMSK0 = TIMSK0 \& \sim(1 \ll OCIE0A);$

Прерывания компаратора B

TCNT0=OCR0B

Разрешить: $TIMSK0 = TIMSK0 \mid (1 \ll OCIE0B);$
Запретить: $TIMSK0 = TIMSK0 \& \sim(1 \ll OCIE0B);$

AT90S2560 8-битный таймер-счётчик 0

Управление флагами событий

Флаг переполнения счётчика

TCNT0=255+1

```
if( TIFR0 & (1<<TOV0) ){  
    // Произошло переполнение. Сброс флага  
    TIFR0 = TIFR0 | (1<<TOV0);  
}
```

Флаг срабатывания компаратора A

TCNT0=OCR0A

```
if( TIFR0 & (1<<OCF0A) ){  
    // Сработал компаратор A . Сброс флага  
    TIFR0 = TIFR0 | (1<<OCF0A);  
}
```

Флаг срабатывания компаратора B

TCNT0=OCR0B

```
if( TIFR0 & (1<<OCF0B) ){  
    // Сработал компаратор B . Сброс флага  
    TIFR0 = TIFR0 | (1<<OCF0B);  
}
```

AT90S2560 8-битный таймер-счётчик 0

Изменение коэффициента деления

```
// Делим частоту CLKT0 на 100  
#define TCNT0IRQ      (256 - 100)
```

$$F_{IRQ} = \frac{F_{CPU}}{C_P \cdot N};$$

```
ISR(TIMER0_OVF_vect){  
    // Задаём предустановленное значение  
    TCNT0 = TCNT0IRQ;  
    ....  
}
```

$$TCNT0_{IRQ} = 2^R - N; \quad 0 \leq N < 2^R;$$

C_P — коэф. предделителя, поле CS[0..2]

N — желаемый коэфф. деления

F_{IRQ} — частота прерываний

F_{CPU} — тактовая частота процессора

R — разрядность счётчика ($R=8$)

$TCNT0_{IRQ}$ — предустанавливаемое значение TCNT0

СПАСИБО

ЗА

ВНИМАНИЕ
