

Содержание

Таймер-5	1
Режимы работы	3
Форматы регистров состояния/управления	3
Формирование выходного сигнала	4
Буферирование старшего байта	4
Описание режимов работы	4

Таймер-5

Модуль включает (рис. 1):

- 16-разрядный реверсивный счётчик TCNT (относительные адреса 1, 0),
- делитель частоты счёта,
- 16-разрядный регистр сравнения OCR (3, 2),
- схему сравнения $CNT = IOR$,
- 16-разрядный регистр захвата ICR (5, 4),
- 8-разрядный буферный регистр старших байтов BUFH,
- два 8-разрядных регистра состояния/управления TSCRL (6) и TSCRH (7),
- блок управления таймером,
- формирователь выходного сигнала.

Таймер-5 может формировать запросы на прерывания по трём различным событиям:

- превышение заданного верхнего предела счёта,
- захват состояния TCNT в ICR
- совпадение значений TCNT и IOR.

Все три события генерируют запрос на прерывание с одним вектором (по умолчанию - 3), а идентификация конкретного события должна выполняться программно в обработчике прерывания путём анализа соответствующих флагов регистра TSCRH.

Верхний предел счёта устанавливается программно (поле TSCRH[1:0]) и может принимать значение одной из трёх констант: 0x00FF, 0x0FFF, 0xFFFF. Кроме того, в качестве значения верхнего предела может выступать содержимое регистра ICR, в этом случае в качестве верхнего предела может быть выбрано любое значение от 0 до 0xFFFF.

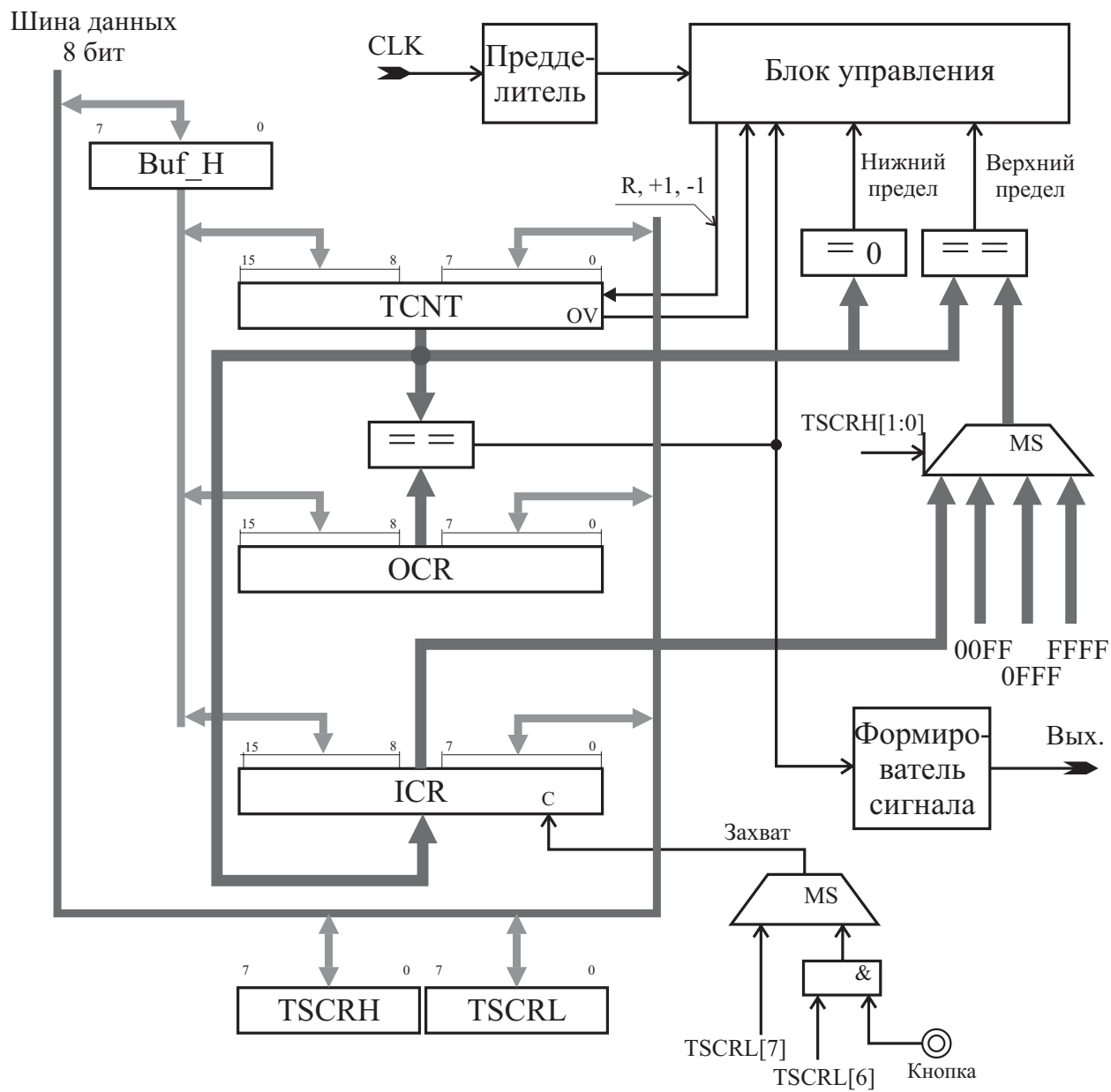


Рисунок 1. Функциональная схема Таймера-5

Режимы работы

Модуль поддерживает следующие режимы работы:

Режим **0** – **Просто счёт**: инкремент TCNT, формирование флага OVF при переходе *Верхний предел* $\rightarrow 0$.

Режим **1** – **Сброс TCNT при совпадении** TCNT = OCR, формирование флага ICF.

Режим **2** – **Быстрый ШИМ**;

Режим **3** – **ШИМ с фазовой коррекцией** (ШИМ ФК).

Форматы регистров состояния/управления

	7	6	5	4	3	2	1	0
TSCRL (0x36)	ПЗ	РВЗ	Внешний сигнал	Частота	Режим			

Назначение полей регистра TSCRL:

TSCRL[1:0] – определяет режим работы (0..3);

TSCRL[3:2] – задаёт частоту счёта (управление предделителем):

00 – счётчик выключен,

01 – OSC (частота задающего генератора),

10 – OSC/16,

11 – OSC/64;

TSCRL[5:4] – управление формированием внешнего сигнала (зависит от выбранного режима, см. табл. в разделе);

TSCRL[6] – разрешение внешнего захвата;

TSCRL[7] – программный захват.

	7	6	5	4	3	2	1	0
TSCRH (0x37)	ICF	OCF	OVF	ICIE	OCIE	OVIE	Верхний предел	

Назначение полей регистра TSCRH:

TSCRH[1:0] – определяет значение верхнего предела:

00 – ICR

01 – 00FF

10 – 0FFF

11 – FFFF

TSCRH[4:2] – биты *разрешения прерываний* по событиям: внешний захват (ICIE), совпадение TCNT = OCR (OCIE), таймер достиг верхнего предела (OVIE);

TSCRH[7:5] – флаги соответствующих событий: ICF, OCF, OVF.

Формирование выходного сигнала

TSCRL[5:4]	Без ШИМ	Быстрый ШИМ	ШИМ ФК
00	Выход отключён		
01	Инверсия при совпадении TCNT = OCR		
10	Сброс («0») с при совпадении	Сброс при совпадении, установка на верхнем пределе счёта	Сброс при совпадении во время прямого счёта, установка при совпадении во время обратного счёта
11	Установка («1») при совпадении	Установка при совпадении, сброс на верхнем пределе счёта	Установка при совпадении во время прямого счёта, сброс при совпадении во время обратного счёта

Буферирование старшего байта

Для того, чтобы извлекаемые/записываемые данные 16-разрядных регистров, передаваемые по 8-разрядной шине, *относились к одному моменту времени* используется буферирование старшего байта регистров.

При чтении из регистра программа должна обращаться сначала к его младшему байту. При этом содержимое старшего байта в том же такте автоматически копируется в буфер Buf_H. Команда чтения из старшего байта регистра считывает информацию из Buf_H. Таким образом, оба считанных из регистра байта относятся к одному моменту времени.

При записи следует сначала записывать старший байт, при этом он всегда попадает в Buf_H. По команде записи в регистр младшего байта старший байт одновременно загружается в регистр из Buf_H.

Заметим, что обращение в регистр состояния/управления TSCR не буферизируется – обращение выполняется непосредственно в TSCRH, причём обращаться к TSCRH и TSCRL можно в любом порядке.

Описание режимов работы

Режим 0 – Простой счёт. TCNT инкрементируется от нижнего предела (всегда 0) до определённого в поле TSCRH[1:0] верхнего предела счёта¹ с частотой, определяемой полем TSCRL[3:2]. В момент достижения верхнего предела TCNT сбрасывается в 0x0; устанавливается флаг переполнения OVF; формируется запрос на прерывание с вектором 3, если OVIE = 1; продолжается счёт.

В Режиме 0 можно использовать **функцию захвата** состояния TCNT в регистр ICR. Захват выполняется при нажатии кнопки *Захват*, если установлено разрешение внешнего захвата (TSCRL[6] = 1) или безусловно – по установке флага *Программный захват* (TSCRL[7]). При внешнем захвате устанавливается флаг ICF и может быть сформирован запрос на прерывание с вектором 3, если ICIE = 1.

¹При TSCRH[1:0] = 00 значение верхнего предела программно задаётся в регистр ICR.

Примечание. Отдельно следует сказать о захвате в ситуации, когда верхний предел задаётся содержимым регистра ICR. Внешний захват (если $TSCRL[6] = 1$) выполняется успешно, при этом заданное в ICR значение верхнего предела сохраняется во внутреннем регистре и продолжает определять верхний предел счёта. Программный захват выполняется, при этом значение верхнего предела становится неопределённым.

Режим 1 – Сброс по совпадению. Так же, как и в Режиме 0, выбирается частота счёта, верхний предел и, кроме того загружается константа в регистр OCR. При совпадении $TCNT = OCR$ устанавливается флаг совпадения OCF; при установленном флаге OCIE формируется запрос на прерывание; TCNT сбрасывается в 0x0 и продолжает счёт; возможно изменение выходного сигнала в соответствии с установками поля $TSCRL[5:4]$ (см. табл. в разделе).

Очевидно, значение OCR должно быть меньше верхнего предела счёта, иначе совпадение $TCNT = OCR$ не наступит никогда.

В режиме 1 функция захвата работает как по внешнему, так и по программному сигналу.

Режим 2 – Быстрая ШИМ. В этом режиме период импульса ШИМ определяется значением верхнего предела (и, разумеется, выбранной тактовой частотой), а длительность импульса – значением регистра OCR. По достижении верхнего предела TCNT сбрасывается в 0 и начинается новый период ШИМ (рис. 2).

Значение регистра OCR должно выбираться всегда *меньше* установленного верхнего предела счёта (ВПС). Тогда в каждом периоде ШИМ можно выделить два события: $TCNT = ВПС$ и $TCNT = OCR$. Поле $(TSCRL[5:4])$ определяет, по какому из этих двух событий выходной сигнал устанавливается в «1», а по какому – сбрасывается в «0».

В режиме 2 не формируется флаг совпадения OCF, но при достижении верхнего предела счёта устанавливается OVF, что позволяет при необходимости «поймать» момент завершения очередного периода ШИМ.

На фоне генерации ШИМ-импульсов можно захватывать текущее состояние TCNT в регистр ICR программно (команда `sbi 0x36,7`) или по внешнему сигналу (кнопка *Захват* обозревателя), причём внешний захват возможен при условии $TSCRL[6] = 1$. Относительно захвата в случае, когда для задания верхнего предела счёта используется регистр ICR см. Примечание на стр. 5.

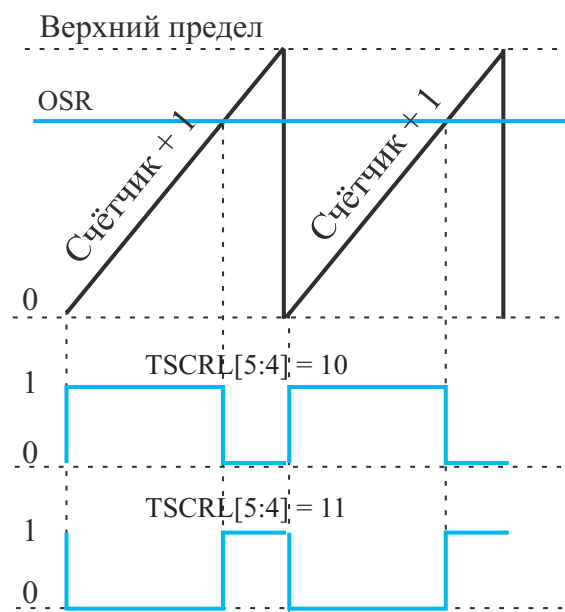


Рисунок 2. Быстрая ШИМ

Режим 3 – ШИМ с фазовой коррекцией. Для некоторых применений ШИМ важным является расположение импульса в периоде ШИМ. Режим 3 обеспечивает выдачу импульса, симметричного относительно середины периода² ШИМ при любой длительности (рис. 3).

Период ШИМ ФК определяется временем перехода TCNT 0 → ВПС → 0, то есть при прочих равных условиях он вдвое длиннее периода быстрого ШИМ. Изменение значения выходного сигнала происходит при совпадении TCNT = OCR на участках прямого и обратного счёта TCNT.

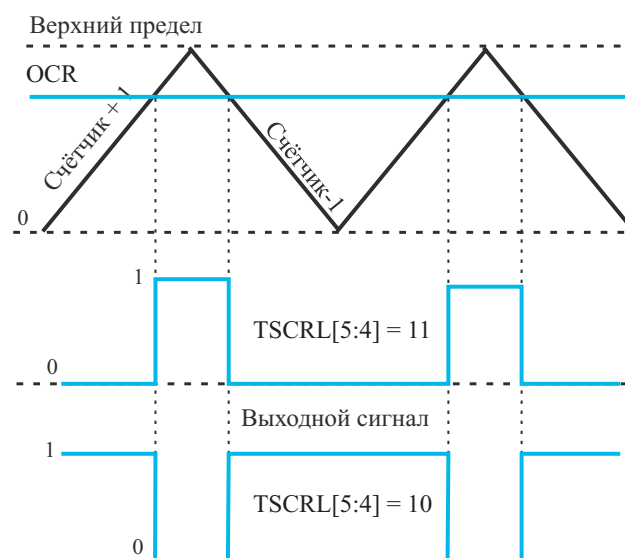


Рисунок 3. ШИМ с фазовой коррекцией

²Инверсный выходной сигнал симметричен относительно начала периода (см. рис. 3 при TSCRL[5:4] = 10).