

14. Модули захвата/сравнения.

C167 обеспечивает работу двух в основном идентичных модулей захвата/сравнения (CAPCOM), которые различаются лишь способом подключения к выводам C167. Они предоставляют 32 канала, которые взаимодействуют с четырьмя таймерами. Модули CAPCOM могут захватывать содержимое таймера при возникновении определенных внутренних или внешних событий. Они также могут сравнивать значение таймера с заданными значениями и изменять выходной сигнал в случае совпадения. С помощью описанных возможностей каждый из них поддерживает генерацию и управление временных последовательностей на нескольких (до 16) каналах с минимальным программным вмешательством.

С точки зрения программиста, наименование "модуль CAPCOM" ссылается на ряд регистров SFR, которые ассоциируются с этой периферией, включая контакты портов, которые могут быть задействованы для переменных функций ввода/вывода с использованием битов управляющих их направлением.

Порты и управление направлением. Дополнительные функции	Регистры данных	Регистры управления	Управление прерываниями
<div> <div>DP1H</div><div>E</div> <div>P1H</div><div></div> <div>ODP2</div><div>E</div> <div>DP2</div><div></div> <div>P2</div><div></div> <div>ODP3</div><div>E</div> <div>DP3</div><div></div> <div>P3</div><div></div> <div>ODP7</div><div>E</div> <div>DP7</div><div></div> <div>P7</div><div></div> <div>ODP8</div><div>E</div> <div>DP8</div><div></div> <div>P8</div><div></div> </div>	<div> <div>T0</div><div></div> <div>T0REL</div><div></div> <div>T1</div><div></div> <div>T1REL</div><div></div> <div>T7</div><div>E</div> <div>T7REL</div><div>E</div> <div>T8</div><div>E</div> <div>T8REL</div><div>E</div> <div>CC0-3</div><div></div> <div>CC4-7</div><div></div> <div>CC8-11</div><div></div> <div>CC12-15</div><div></div> <div>CC16-19</div><div></div> <div>CC20-23</div><div></div> <div>CC24-27</div><div></div> <div>CC28-31</div><div></div> </div>	<div> <div>T01CON</div><div></div> <div></div><div></div> <div>T78CON</div><div></div> <div></div><div></div> <div>CCM0</div><div></div> <div>CCM1</div><div></div> <div>CCM2</div><div></div> <div>CCM3</div><div></div> <div>CCM4</div><div></div> <div>CCM5</div><div></div> <div>CCM6</div><div></div> <div>CCM7</div><div></div> </div>	<div> <div>T0IC</div><div></div> <div></div><div></div> <div>T1IC</div><div></div> <div></div><div></div> <div>T7IC</div><div>E</div> <div></div><div></div> <div>T8IC</div><div>E</div> <div></div><div></div> <div>CC0IC-3IC</div><div></div> <div>CC4IC-7IC</div><div></div> <div>CC8IC-11IC</div><div></div> <div>CC12IC-15IC</div><div></div> <div>CC16IC-19IC</div><div>E</div> <div>CC20IC-23IC</div><div>E</div> <div>CC24IC-27IC</div><div>E</div> <div>CC28IC-31IC</div><div>E</div> </div>
CC0IO/P2.0...CC15IO/P2.15			
CC16IO/P8.0...CC23IO/P8.7			
CC24IO/P1H.4...CC27IO/P1H.7			
CC28IO/P7.4...CC31IO/P7.7			

ODPx	Регистр управления открытым каналом порта x	TxREL	Регистр перезагрузки таймера x CAPCOM
DPx	Регистр управления направлением порта x	Tx	Регистр таймера x CAPCOM
Px	Регистр данных порта x	CC0...15	Регистр 0...15 CAPCOM1
		CC16...31	Регистр 16...31 CAPCOM2
T01CON	Регистр управления таймерами T0 и T1 CAPCOM1	CCM0...3	Регистр управления состоянием 0...3 CAPCOM1
T78CON	Регистр управления таймерами T7 и T8 CAPCOM2	CCM4...7	Регистр управления состоянием 4..73 CAPCOM2
T0IC/T1IC	Регистр управления прерываниями таймера 0/1 CAPCOM1	CC0...15IC	Регистр управления прерываниями 0...15 CAPCOM1
T7IC/T8IC	Регистр управления прерываниями таймера 0/1 CAPCOM2	CC16...31IC	Регистр управления прерываниями 16...31 CAPCOM2

Рисунок 14-1

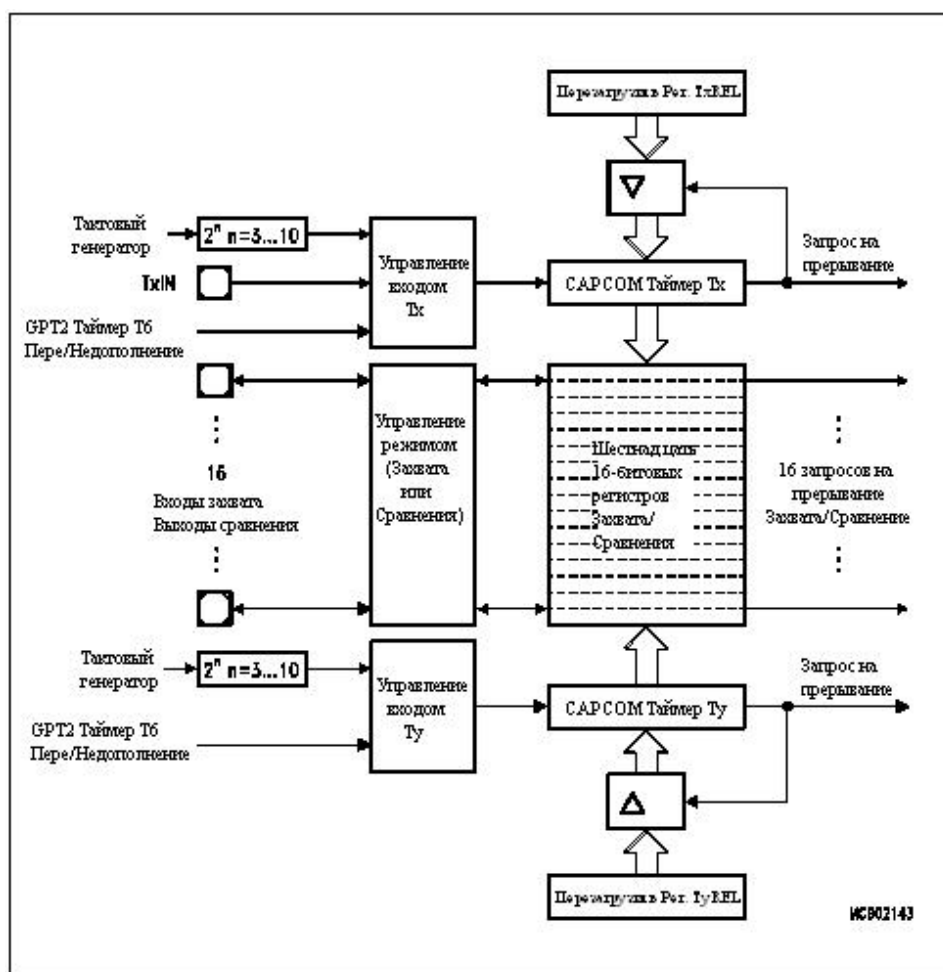
Модуль CAPCOM в основном используется для обработки задач высокоскоростного ввода-вывода. Например для генерации пульсаций, пульсаций с модуляцией, или для записи времени возникновения определенного события. Так же модуль поддерживает описание до 16 программных таймеров. Максимальная частота распознавания этих модулей - 400 нс.

Каждый модуль CAPCOM состоит из двух 16-битных таймеров (T0/T1 в CAPCOM1 и T7/T8 в CAPCOM2), каждый из которых имеет свой собственный регистр перезагрузки (TxREL), и банка из шестнадцати 16-битных регистров двойного назначения - захвата/сохранения. Это регистры CC0-CC15 в CAPCOM1 и CC16-CC31 в CAPCOM2.

Входные частоты для CAPCOM таймеров могут быть запрограммированы на несколько заранее заданных значений от частоты ЦП, либо они могут устанавливаться в соответствии с состоянием таймера T6 в блоке GPT2. Таймеры T0 и T7 также могут работать в режиме счетчиков, которые могут устанавливаться по мере возникновения определенных внешних событий.

Каждый регистр захвата/сохранения может программироваться индивидуально для этих функций, а также может быть присвоен любому из двух таймеров соответствующего модуля. Каждый регистр захвата/сохранения имеет один закрепленный за ним контакт порта, который служит как контакт ввода для функции захвата или как контакт вывода для функции сравнения (исключая регистры CC27...CC24 на P1H,7...P1H,4, которые предоставляют лишь функцию захвата). Функция захвата приводит к тому, что при возникновении какого-нибудь события на контакте порта в соответствующий ему регистр записывается текущее состояние таймера. Функция сравнения обеспечивает выдачу сигнала на контакт порта, связанный с тем регистром, значение в котором совпадает с текущим значением таймера. На каждое событие захвата/сохранения или переполнения таймера генерируются соответствующие запросы на прерывание.

Следующая схема отображает базовую структуру двух модулей CAPCOM.



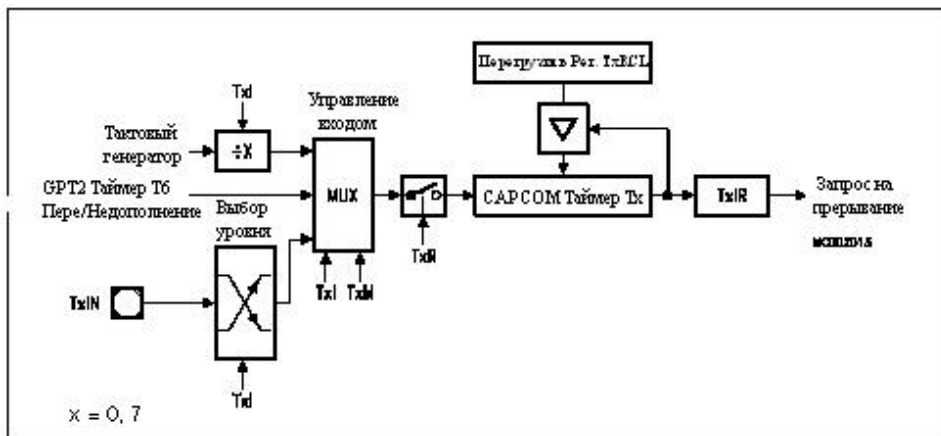
Замечание: модуль CAPCOM2 предоставляет 16 входов на захват и только 12 выходов на сравнение.

14.1 Таймеры CAPCOM.

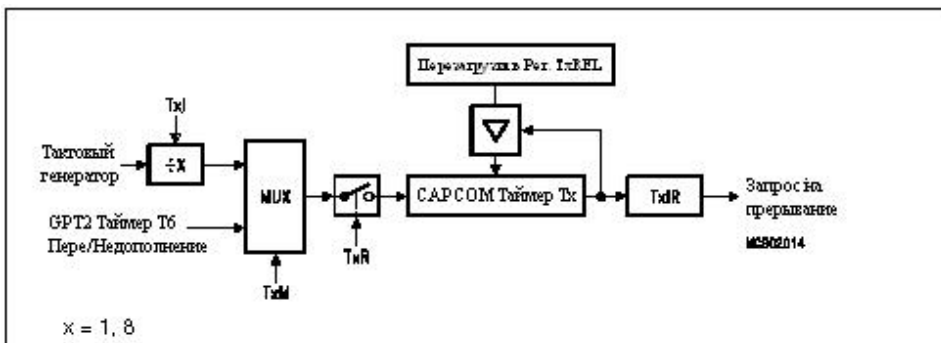
Основная цель использования таймеров T0/T1 и T7/T8 - предоставить две независимые временные базы (с максимальным разрешением 400 нс) для регистров захвата/сохранения. Так же они могут использоваться и независимо от регистров.

Базовая структура этих четырех таймеров одинакова, за исключением различия в выборе

ВХОДНЫХ СИГНАЛОВ, (см. рисунок ниже).



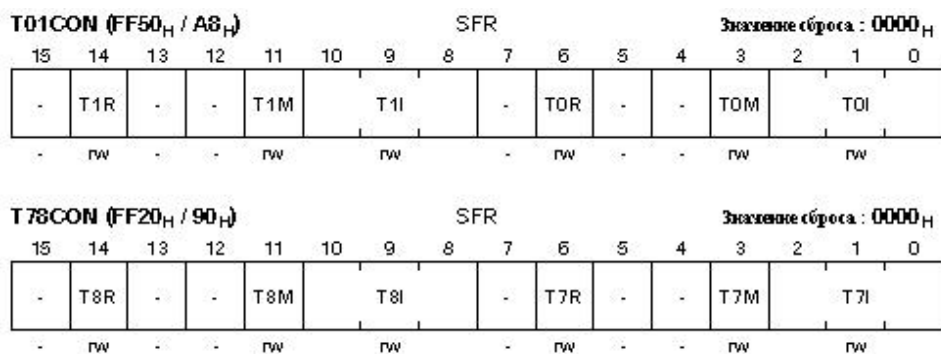
САРСОМ таймеры T0/T7



САРСОМ таймеры T1/T8

Замечание. Когда внешний сигнал подключен к входным линиям обоих таймеров T0 и T7, эти таймеры будут работать синхронно. Таким образом можно ссылаться на эти два таймера как на один и сравнивать его значение с 32 захватывающими регистрами.

Функции таймеров CAPCOM контролируются через побитно адресуемые 16-битные контрольные регистры T01CON и T78CON. Старший бит T01CON управляет T1, младший бит - T0. T78CON соответственно также. Управляющие параметры одинаковы для всех четырех таймеров.



Бит	Назначение
	Выбор входных характеристик Таймера / Счетчика X.

TxI	Режим таймера (TxM = '0')	Входная частота $f_{Tx} = \frac{f_{CPU}}{2^{(\langle TxM \rangle + 3)}}$	
		Смотрите также таблицу после примера	
	Режим счетчика (TxM = '1') :	X00	Переполнение GPT2 таймера 6
		X01	Положительный (возрастание) сигнал на контакте TxIN *)
		X10	Отрицательный (убывание) сигнал на контакте TxIN *)
	X11	Любой сигнал (возрастание и убывание) на контакте TxIN *)	
TxM	Выбор режима Таймера / Счетчика x		
	'0' :	Режим таймера (на вход подключен встроенный таймер)	
	'1' :	Режим счетчика (На вход подключен внешний источник или T6)	
TxR	Управление запуском таймера / счетчика		
	'0' :	Таймер / счетчик x выключен	
	'1' :	Таймер / счетчик x включен	

*) Выбор этих значений доступен только для таймеров T0 и T7. При выборе этих значений таймеры T1 и T8 будут остановлены.

Флаги работы таймеров T0R, T1R, T7R и T8R позволяют разрешать/запрещать таймеры. Последующее описание состояний и рабочих функций таймера относится только к режиму, когда таймер включен, т.е. соответствующий флаг уст ановлен в единицу.

Во всех режимах таймеры всегда подсчитывают сигналы по нарастающей. Текущее значение таймера доступно для CPU в регистрах Tx, которые представляют собой побитно не адресуемые SFR. В случае, когда CPU записывает значение в регистр Tx непосредстве нно перед операцией увеличения таймера, операция, выполняемая CPU, имеет больший приоритет, и увеличение или перезагрузка таймера будут запрещены.

Режим таймера.

Биты TxM в SFR T01CON и T78CON переключают соответствующий таймер между режимами таймера и счетчика. В режиме таймера (TxM=0), входным генератором для таймера является внутренний тактовый генератор CPU, поделенный на заданные программно значения. Значения для делителя задаются в отдельности для каждого таймера с помощью битовых полей TxI.

Входные частоты f_{Tx} для Tx определяются как функция от частоты внутреннего генератора CPU следующим образом ($\langle TxI \rangle$ - это значения битового поля TxI).

$$f_{Tx} = \frac{f_{CPU}}{2^{(\langle TxI \rangle + 3)}}$$

При переполнении таймера (FFFFh -> 0000h), он перезагружается на значение в соответствующем ему регистре перезагрузки TxREL. Таким образом значение в TxREL определяет период P_{Tx}

$$P_{Tx} = \frac{(2^{16} - \langle TxREL \rangle) \cdot 2^{(\langle TxI \rangle + 3)}}{f_{CPU}}$$

Входная частота таймера, его максимальное разрешение (распознавание) и периоды определяются исходя из 20МГц тактового генератора CPU и значения в TxI в соответствии со следующей таблицей. Значения периодов таймера определяются с выбранным значением перезагрузки 0000h.

$f_{CPU}=20\text{ MHz}$	Входная характеристика таймера TxI							
	000B	001B	010B	011B	100B	101B	110B	111B
Делитель для f_{CPU}	8	16	32	64	128	256	512	1024
Входная частота	2.5 МГц	1.25 МГц	625 кГц	312.5 кГц	156.25 кГц	78.125 кГц	39.06 кГц	19.53 кГц
Разрешение	400 нс	800 нс	1.6 мкс	3.2 мкс	6.4 мкс	12.8 мкс	25.6 мкс	51.2 мкс
Период	26 мс	52.5 мс	105 мс	210 мс	420 мс	840 мс	1.68 с	3.36 с

После того как таймер запущен установлением значения флага TxR в единицу, первое увеличения его значения произойдет в течение интервала, определяемого разрешением таймера. Последующие увеличения значения будут происходить в точности сразу после истечения времени, определяемого разрешением таймера.

Когда оба таймера должны увеличиться или перезагрузиться в одно и то же время, то T0 всегда обрабатывается на один такт CPU раньше, чем T1, а T7 - соответственно раньше, чем T8.

Режим счетчика.

Как уже упоминалось, биты TxM в SFR T01CON и T78CON переключают соответствующий таймер между режимами таймера и счетчика. В режиме счетчика ($TxM=1$), входной генератор для таймера может быть образован от переполнений таймера T6 в блоке GPT2. Таймеры T0 и T7 могут также управляться внешними событиями. Позитивный, негативный или оба сигнала на контактах T0IN и T7IN могут вызвать увеличение T0 или T7 соответственно.

Когда T1 и T8 запрограммированы для работы в режиме счетчика, битовое поле TxI используется для запрещения/разрешения переполнения таймера T6 как источника счетчиков. Эта возможность есть только для счетчиков T1 и T8, и соответствующее значение

TxI=X0 0B. Когда битовое поле TxI запрограммировано по-другому, соответствующий таймер (T1 или T8) будет остановлен.

Когда T0 и T7 запрограммированы для работы в режиме счетчика, битовое поле TxI используется для выбора источника и сигнала (в случае, если источник - входной контакт), которые будут сигналом для увеличения счетчика (смотри описание TxyCON для возможных вариантов).

Замечание: Для того чтобы использовать контакты T0IN или T7IN, как внешние источники, форсирующие увеличение счетчика, необходимо, чтобы соответствующий порт был бы сконфигурирован в режиме ввода, т.е. соответствующий порту бит контроля направления DP3.0 или DP2.15 должен быть установлен в 0. Если соответствующий контакт порта сконфигурирован как выходной, то ассоциированный с ним таймер может меняться, например для тестирования, путем программой модификации загрузок портов DP3.0 или DP2.15.

Максимальное значение входной частоты для таймеров T0 и T7 в режиме счетчика - $f_{CPU}/16$ (1.25МГц для 20МГц тактового генератора CPU). Для того, чтобы внешний сигнал гарантированно повлиял бы на таймер, он должен поддерживаться на входе по крайней мере в течение 8 тактов CPU. Увеличенное значение счетчика появляется в SFR T0/T7 в течение 8 тактов CPU после того, как входной сигнал появится на контакте TxIN.

Перезагрузка.

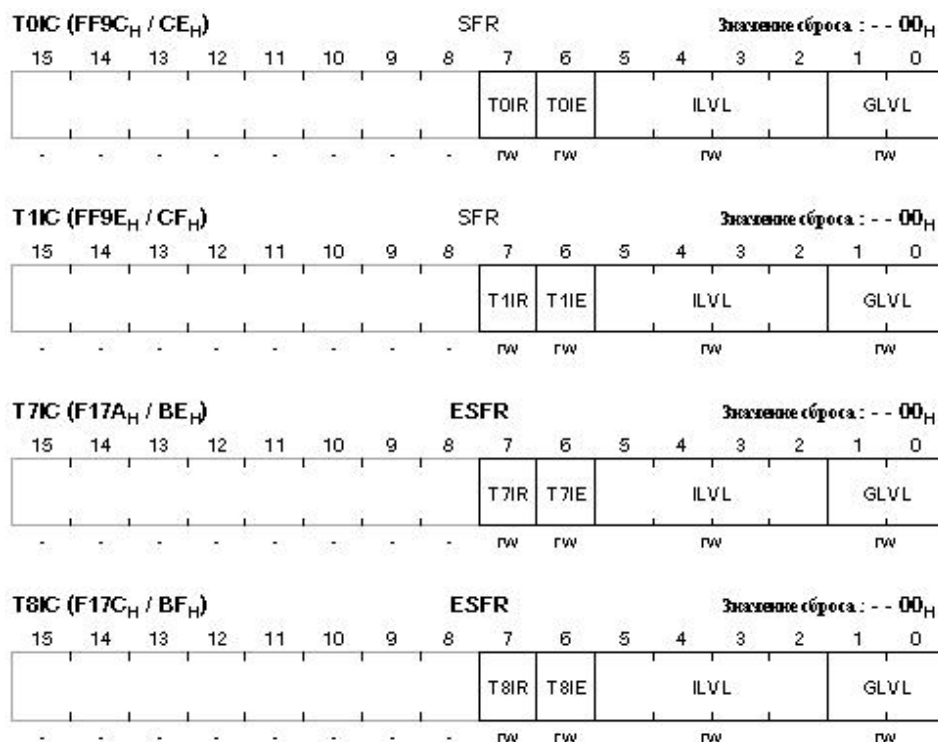
Перезагрузка значения таймера на 16-битовое значение, находящееся в соответствующем регистре перезагрузки, в обоих режимах осуществляется при переполнении таймера с F000h на 0000h. При этом таймер переходит не на значение 0000h, а на значение в соответствующем регистре перезагрузки. Далее увеличение таймера начинается именно с этого значения.

Регистры перезагрузки TxREL не являются побитно адресуемыми.

14.2 Прерывания таймеров модуля CAPCOM.

При переполнении таймера, соответствующий ему флаг запроса на прерывание TxIR будет установлен. Этот флаг может быть использован для генерации прерывания, в случае если прерывания разрешены, т.е. соответствующий бит разрешения прерывания TxIE установлен.

Каждый таймер имеет свой собственный побитно адресуемый регистр контроля прерываний (TxIC) и свой собственный вектор прерывания (TxINT). Организация регистров контроля прерывания TxIC идентична остальным регистрам контроля прерываний.



Замечание: для детального описания контрольных полей обращайтесь к общему описанию контрольных регистров прерываний.

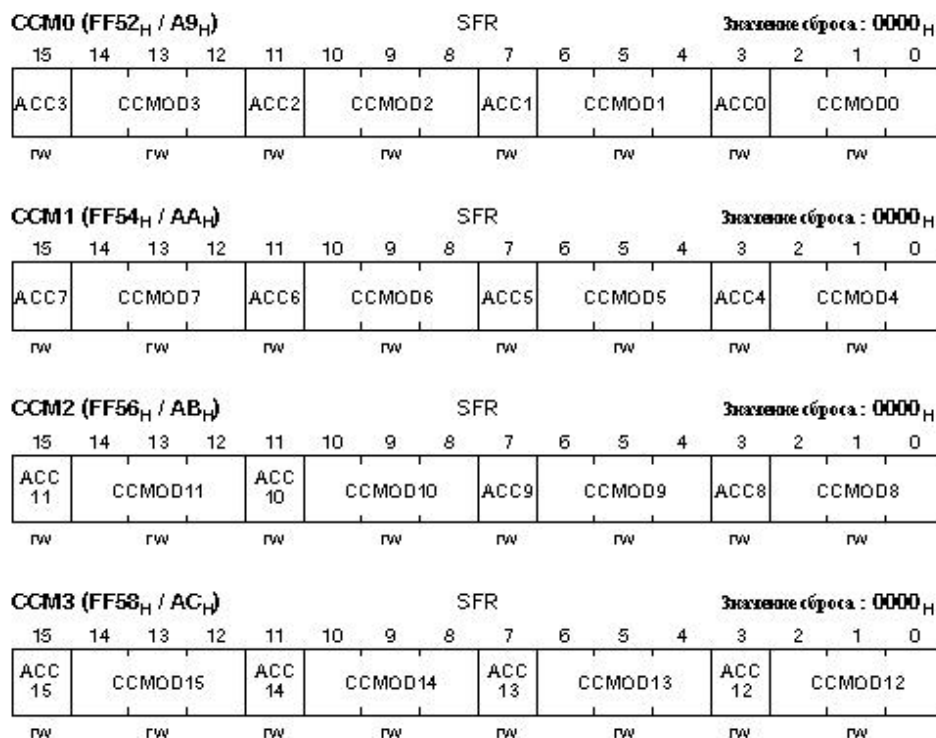
14.3 Регистры захвата/сравнения.

16-битовые регистры захвата/сохранения CC0-CC31 используются как регистры данных для операций захвата/сохранения. Они относятся соответственно к таймерам T0/T1 и T7/T8. Регистры захвата/сохранения не являются побитно адресуемыми.

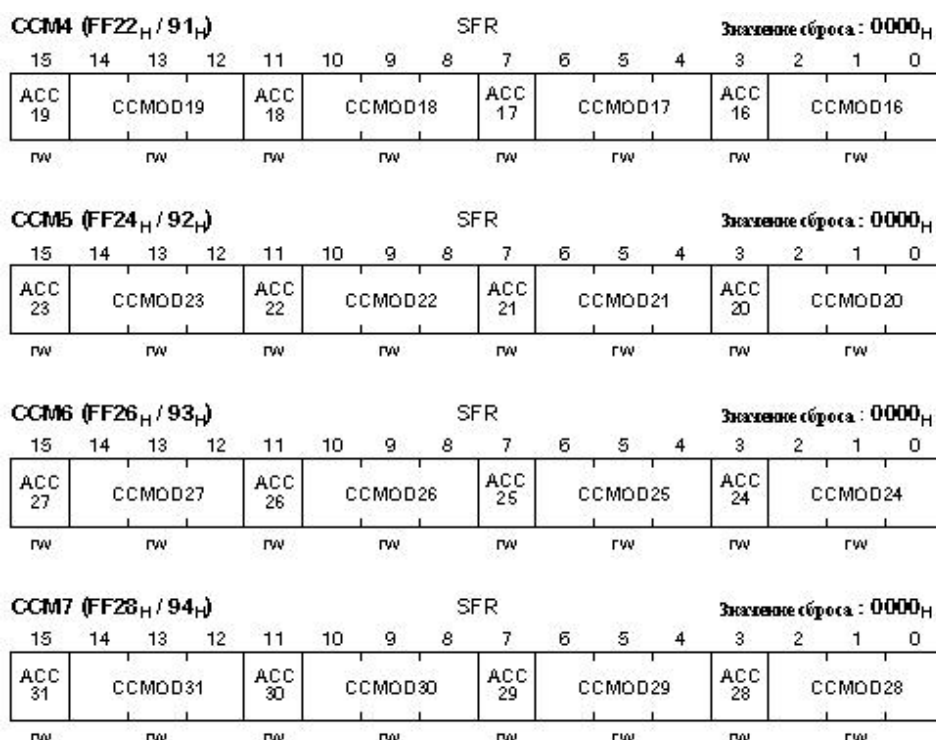
Каждый из регистров CC0-CC31 может быть запрограммирован индивидуально для режима захвата или одного из 4-х режимов сохранения (за исключением CC24-CC27). Так же они могут отнесены к одному из двух таймеров соответствующего модуля CAPCOM (T0 или T1, T7 или T8). В дополнение к этому специальные комбинации режимов сравнения позволяют говорить о режиме сравнения с "двойным регистром". Когда операции захвата/сохранения для какого-нибудь регистра запрещена, он может использоваться для общих целей сохранения данных.

Функции этих 32 регистров управляются 8 побитно адресуемыми 16-битными регистрами CCM0-CCM7. Эти 8 регистров организованы абсолютно идентично (см. описание ниже). Каждый регистр содержит биты для управления режимом и биты, отвечающие за распределение 4-х регистров захвата/сохранения между таймерами.

Регистры управления режимом регистров захвата/сохранения (CC00-CC15) для модуля CAPCOM1



Регистры управления режимом регистров захвата/сохранения (CC16-CC31) для модуля CAPCOM2



Бит	Назначение	
CCMODx	Выбор режима для регистра захвата / сравнения CCx	
	Доступные режимы захвата / сравнения приведены в таблице ниже.	
ACCx	Расположение битов регистра захвата / сравнения CCx	
	'0' :	CCx относится к таймеру T0 (CAPCOM1) / таймеру T7 (CAPCOM2)
	'1' :	CCx относится к таймеру (CAPCOM1) / таймеру T8 (CAPCOM2)

Выбор режимов сохранения и захвата

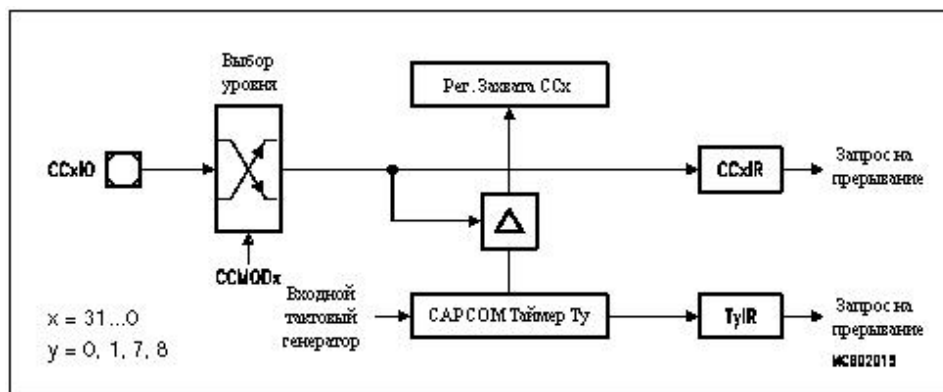
CCMODx	Выбранный операционный режим	
000	Выключить режимы захвата и сравнения	
	Соответствующий регистр CAPCOM может быть использован в качестве основного хранилища переменных	
001	Захват при положительном переходе (возрастающий сигнал) на контакте CCxIO	
010	Захват при отрицательном переходе (убывающий сигнал) на контакте CCxIO	
011	Захват при положительном и отрицательном переходах (оба вида сигналов) на контакте CCxIO	
100	Сравнение. Режим 0 :	Только прерывание
	Несколько прерываний за период таймера. Включает режим двойного регистрового сравнения для регистров CC8...CC15 и CC24...CC31.	
101	Сравнение. Режим 1 :	Меняет выходной контакт на каждое совпадение
	Несколько операций сравнения за период таймера. Этот режим требует наличия режима двойного регистрового сравнения для регистров CC0...CC7 и CC16...CC23.	
110	Сравнение. Режим 2 :	Только прерывание
	Только одно прерывание за период таймера.	
111	Сравнение. Режим 3 :	Установить выходной контакт на каждое совпадение
	Сбрасывает выходной контакт на каждое переполнение таймера. Только одно прерывание за период таймера.	

Замечание: Каналы захвата/сохранения 24-27 генерируют запрос на прерывание, но не дают выходной сигнал.

14.4 Режим захвата.

В ответ на внешнее событие содержимое соответствующего таймера (T0/T1 или T7/T8, в зависимости от используемого модуля CAPCOM и состояния контрольного бита привязки ACCx) заносится в соответствующий регистр захвата CCx. Внешнее событие, влекущее за собой захват значения таймера, может быть запрограммировано на позитивный, негативный или любой из них сигнал на входном контакте CCxIO.

Переход сигнала, влекущий за собой захват значения таймера, выбирается битами режима CCMODx в соответствующем регистре управления режимом модуля CAPCOM. В любом случае, событие, провоцирующее захват, также устанавливает соответствующий флаг запроса на прерывание CCxIR, который в разрешенном состоянии будет вызывать прерывание.



Блок-диаграмма режима захвата.

Для того, чтобы использовать соответствующий контакт CCxIO порта как внешний источник сигнала на захват для регистра захвата CCx, необходимо сконфигурировать этот порт как входной, т.е. соответствующий бит контроля направления должен быть установлен в 0. Для того, чтобы переход внешнего сигнала гарантированно был бы распознан, он должен поддерживаться на входе по крайней мере в течение 8 тактов CPU.

В течение этих 8 тактов входные сигналы на захват обрабатываются последовательно. Когда таймер меняет свое значение в течение этого процесса, его новое значение будет уже захвачено для оставшихся регистров внутри текущей последовательности сканирования.

В случае, если контакт CXxIO сконфигурирован как выходной, функция захвата может быть вызвана например для целей отладки программой модификацией выходной заглушки порта.

14.5 Режимы сравнения.

Режимы сравнения позволяют вызывать события (прерывания и/или изменения выходного сигнала) с минимумом программных затрат. Во всех режимах сохранения 16-битовое значение, находящееся в регистре CCx (в последующем называемое также "значением для сравнения"), сравнивается со значением соответствующего таймера (T0/T1 или T7/T8). Если текущее значение таймера совпадает с данным значением, то на назначенном выходном контакте CCxIO (кроме CC24IO-CC27IO) может быть вызвано заданное событие. Так же может быть установлен флаг запроса прерывания CcxIR, который затем может повлечь запрос на прерывание (в случае, если он разрешен). Генерируемое событие зависит от выбранного режима сравнения.

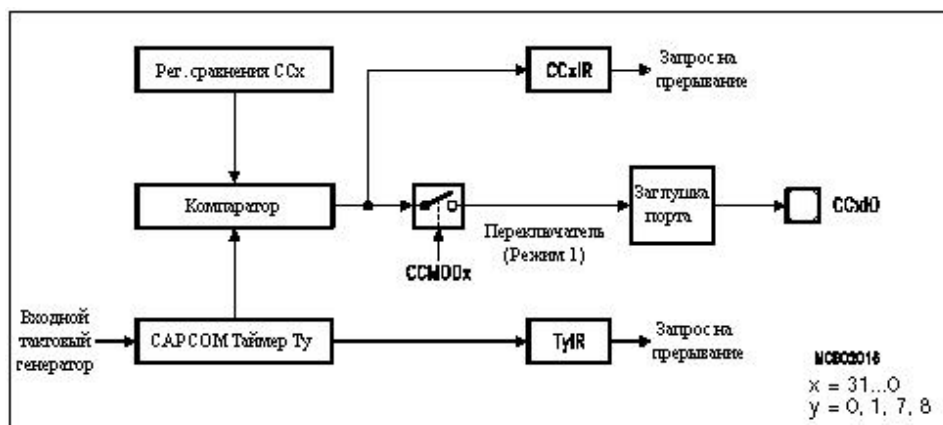
Так же как и для режима захвата, регистры сравнения обрабатываются последовательно. Когда любые два регистра сравнения запрограммированы на одинаковое значение для сравнения, соответствующие им флаги запроса прерывания будут установлены в 1 и выбранные выходные сигналы будут сгенерированы в течение 8 тактов CPU после того, как таймер увеличится до совпадающего значения. Будущие события сравнения на таком же сравнительном значении будут запрещены до тех пор, пока таймер вновь не увеличится или не будет изменен программным путем. После сброса, события сравнения для регистра CCx будут разрешены, только в том случае, если соответствующий ему таймер был увеличен или установлен программно и один из ниже описываемых режимов сравнения был выбран для этого регистра.

Режим сравнения 0.

Это режим, при котором разрешены только прерывания. Режим сравнения 0 устанавливается для регистра сравнения CCx путем установки битового поля CCMODx соответствующего регистра управления режимом в '100_B'.

В этом режиме флаг запроса прерывания CCxIR устанавливается каждый раз при совпадении содержимого регистра сравнения CCx и значения ассоциированного с ним таймера. Несколько таких событий сравнения возможны в рамках одного периода таймера, в том случае, если содержимое регистра сравнения CCx меняется за один период таймера. Соответствующий контакт порта CCxIO не используется событиями сравнения в этом режиме и может быть задействован как обычный контакт ввода/вывода.

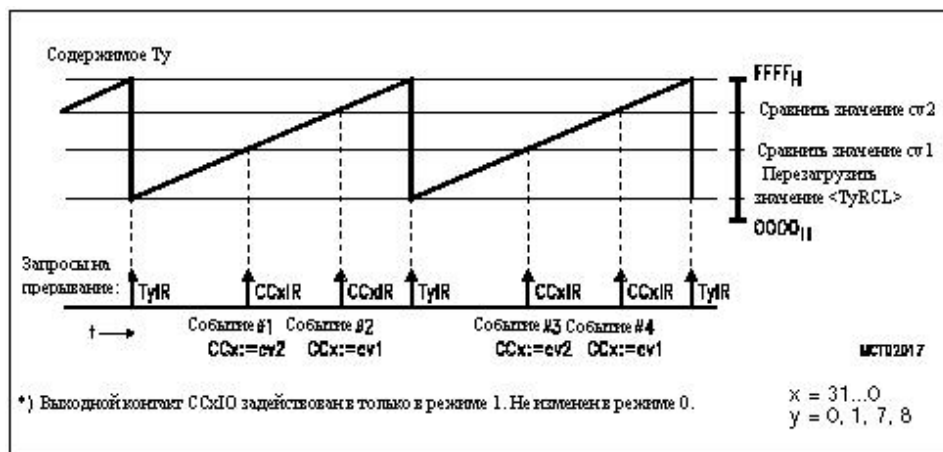
Если режим сравнения 0 запрограммирован для одного из регистров CC8-CC15 или CC24-CC31, то режим сравнения с "двойным регистром" будет доступен для этого регистра, если соответствующий регистр первого банка будет запрограммирован режиме сравнения 1 (см. раздел "Режим сохранения с "двойным регистром").



Блок-диаграмма режимов сравнения 0 и 1.

Замечание: заглушка порта и контакт CCxIO остаются неизменными в режиме 0.

На примере ниже, значение для сравнения в регистре CCx меняется со значения cv1 на значение cv2 после событий сравнения №1 и №3, и со значения cv2 на значение cv1 после событий сравнения №2 и №4 и т.д. Эти условия влекут за собой периодические запросы на прерывание от таймера Ty и запросы на прерывание от регистра CCx, которые возникают во время, заданное пользователем через значения cv1 и cv2.



Временная диаграмма для примера использования режимов 0 и 1.

Режим сравнения 1.

Режим сравнения 1 устанавливается для регистра сравнения CCx путем установки битового поля CCMODx соответствующего регистра управления режимом в '101_B'.

В этом режиме флаг запроса прерывания CCx устанавливается каждый раз при совпадении содержимого регистра сравнения CCx и значения ассоциированного с ним таймера как и в режиме 0, но дополнительно меняет свое состояние выходной контакт CCxIO. Для этого состояние заглушки соответствующего порта читается, инвертируется и записывается обратно.

Режим сравнения 1 позволяет появление нескольких событий сравнения в рамках одного периода таймера. Переполнение таймера ассоциированного таймера не влечет никаких изменений на выходном контакте и не влияет на запрещение/разрешение будущих событий сравнения.

Для того, чтобы использовать контакт соответствующего порта как контакт CCxIO для выходного сигнала операции сравнения для регистра CCx в режиме сравнения 1, необходимо, чтобы этот порт был бы сконфигурирован как выходной порт, т.е. соответствующий бит контроля направления должен быть установлен в 1. В этой конфигурации начальное состояние выходного сигнала может быть запрограммировано, а также быть изменено в любое время путем записи в заглушку выходного порта.

В режиме сравнения 1 заглушка порта меняется каждый раз при событии сравнения (см. временную диаграмму примера, приведенного выше).

Замечание: если заглушка порта меняется программно в то же самое время, когда она должна быть изменена событием сравнения, то программное изменение будет иметь приоритет. В этом случае аппаратное изменение не будет произведено.

Если режим сравнения 1 запрограммирован для одного из регистров CC0-CC7 или CC16-CC23, то режим сравнения с "двойным регистром" будет доступен для этого регистра, если соответствующий регистр первого банка будет запрограммирован режиме сравнения 0 (см. раздел "Режим сохранения с "двойным регистром").

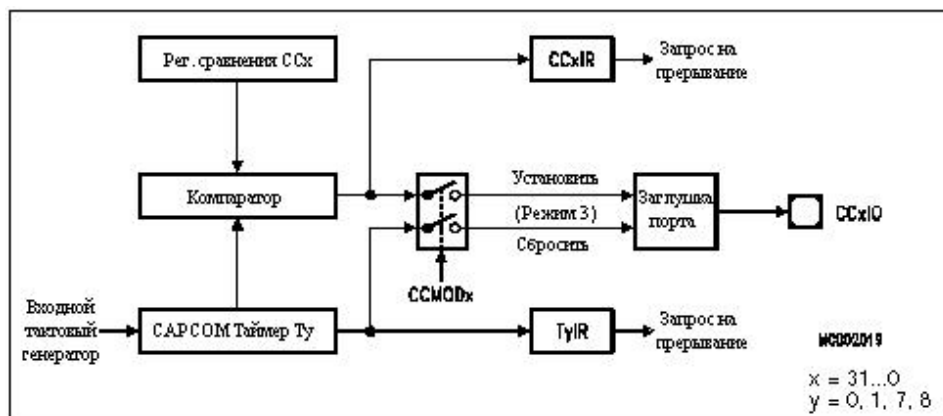
Режим сравнения 2.

Это режим, при котором разрешены только прерывания, как и режим 0. Однако только один запрос на прерывание может быть сгенерирован за один период таймера. Режим сравнения 2 устанавливается для регистра сравнения CCx путем установки битового поля CCMODx соответствующего регистра управления режимом в '110_B'.

Когда совпадение определяется в первый раз за текущий период таймера в этом режиме, флаг запроса прерывания CCxIR устанавливается в 1. Соответствующий контакт CCxIO порта 2 не используется событиями сравнения в этом режиме и может быть задействован как обычный контакт ввода/вывода.

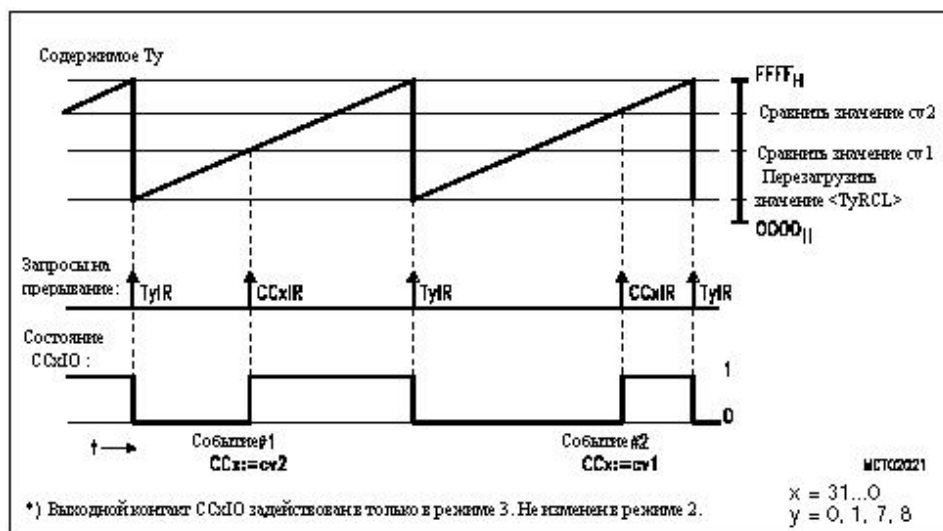
После того, как зарегистрировано первое совпадение в данном периоде таймера, будущие события сравнения для регистра CCx запрещаются до следующего переполнения таймера. Это значит, что после первого совпадения никаких событий сравнения не возникнет до следующего периода таймера, даже если регистр сравнения будет перезагружен значением большим, чем текущее значение таймера.

На примере ниже, значение для сравнения в регистре CCx меняется со значения cv1 на значение cv2 после события сравнения №1 и №3. Событие сравнения №2 однако не произойдет до следующего периода таймера Ty.



Блок-диаграмма режимов сравнения 2 и 3.

Замечание: заглушка порта и контакт CCxIO остаются неизменными в режиме 2.



Временная диаграмма для примера использования режимов 2 и 3.

Режим сравнения 3.

Режим сравнения 3 устанавливается для регистра сравнения CCx путем установки битового поля CCMODx соответствующего регистра управления режимом в '111_B'. В режиме сравнения 3 только одно событие сравнения может произойти внутри одного периода таймера.

Когда совпадение определяется в первый раз за текущий период таймера в этом режиме, флаг запроса прерывания CCxIR устанавливается в 1. Дополнительно выходной контакт CCxIO будет установлен в 1. Контакт будет сброшен в 0, когда соответствующий таймер переполнится.

После того, как зарегистрировано первое совпадение в данном периоде таймера, будущие события сравнения для регистра CCx запрещаются до следующего переполнения таймера. Если после выявления совпадения регистр сравнения будет перезагружен новым значением, это значение не будет учитываться до следующего периода таймера.

Для того, чтобы использовать контакт соответствующего порта как контакт CCxIO для выходного сигнала операции сравнения для регистра CCx в режиме сравнения 3, необходимо, чтобы этот порт был бы сконфигурирован как выходной порт, т.е. соответствующий бит контроля направления должен быть установлен в 1. В этой конфигурации начальное состояние выходного сигнала может быть запрограммировано, а также быть изменено в любое время путем записи в заглушку выходного порта.

В режиме сравнения 3 заглушка порта устанавливается каждый раз при событии сравнения и сбрасывается при переполнении таймера (см. временную диаграмму примера, приведенного выше).

Однако, если значение для сравнения и значение перезагрузки таймера совпадают, то будет сгенерирован только запрос на прерывание, выходной сигнал не изменится, так как его установка и сброс совпадут в этом случае.

Замечание: если заглушка порта меняется программно в то же самое время, когда она должна быть изменена событием сравнения, то программное изменение будет иметь приоритет. В этом случае аппаратное изменение не будет произведено.

Режим сохранения с "двойным регистром".

В режиме сохранения с "двойным регистром" два регистра сохранения работают вместе для управления одним выходным контактом. Этот режим выбирается с специальной комбинацией режимов для двух регистров.

Для режима сохранения с "двойным регистром" 16-битные регистры сравнения каждого модуля CAPCOM рассматриваются как два банка из восьми регистров. Регистры CC0-CC7 и CC16-CC23 формируют первый банк, а регистры CC8-CC15 и CC24-CC31 формируют банк 2. Для режима двойного регистра регистр первого банка и регистр второго банка формируют регистровую пару. Оба регистра из этой пары оперируют с контактом, ассоциированным с регистром из первого банка (контакты CC0IO-CC7IO и CC16IO-CC23IO).

Связь между регистрами в паре и их выходные контакты приведены в следующей таблице.

Регистровые пары для режима двойного регистрового сравнения

Модуль CAPCOM1			Модуль CAPCOM2		
Регистровая пара		Соответствующий выходной контакт	Регистровая пара		Соответствующий выходной контакт
Банк 1	Банк 2		Банк 1	Банк2	
CC0	CC8	CC0IO	CC16	CC24	CC16IO
CC1	CC9	CC1IO	CC17	CC25	CC17IO
CC2	CC10	CC2IO	CC18	CC26	CC18IO
CC3	CC11	CC3IO	CC19	CC27	CC19IO
CC4	CC12	CC4IO	CC20	CC28	CC20IO
CC5	CC13	CC5IO	CC21	CC29	CC21IO
CC6	CC14	CC6IO	CC22	CC30	CC22IO
CC7	CC15	CC7IO	CC23	CC31	CC23IO

Режим сохранения с двойным регистром может быть запрограммирован индивидуально для каждой регистровой пары. Для этого режима регистр из первого банка должен быть запрограммирован в режим е сравнения 1, а регистр из второго банка должен быть запрограммирован в режиме сравнения 0.

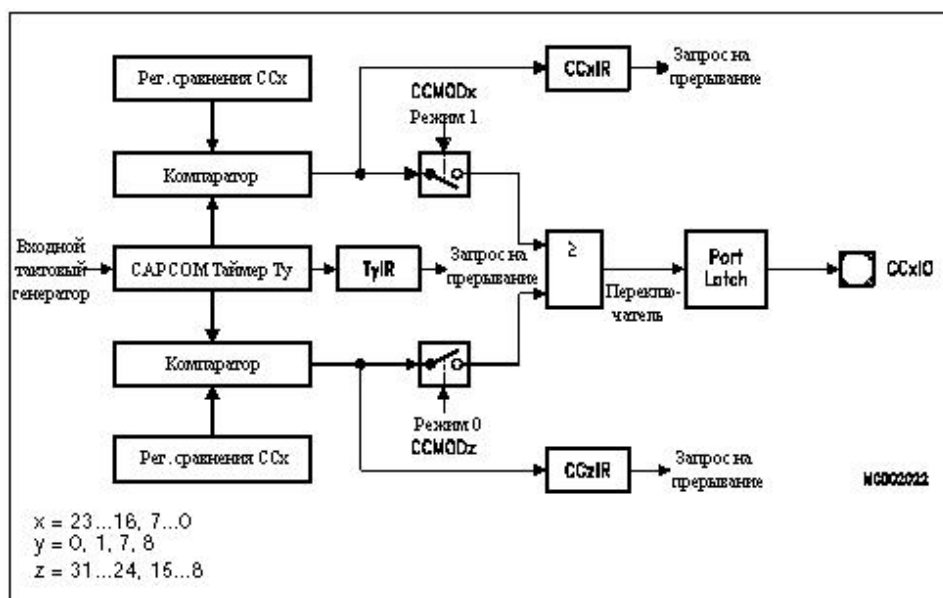
Если соответствующий регистр первого банка запрещен или запрограммирован в другом режиме, то парный ему регистр из второго банка будет работать просто в режиме 0.

В дальнейшем регистр из второго банка будет обозначаться как CCz, а регистр из первого банка - CCx.

Когда совпадение зарегистрировано для одного из регистров (CCx или CCz), то соответствующий ему флаг запроса прерывания (CCxIR или CCzIR) будет установлен в 1, а контакт CCxIO, соответствующий регистру CCx будет изменен. Сгенерированное прерывание всегда будет согласовываться с регистром, форсировавшим совпадение.

Замечание: если совпадение произойдет сразу для двух регистров, то контакт CCxIO будет изменен лишь один раз, но запросов на прерывание будет сгенерировано два - один для вектора CCxINT и один для CCzINT.

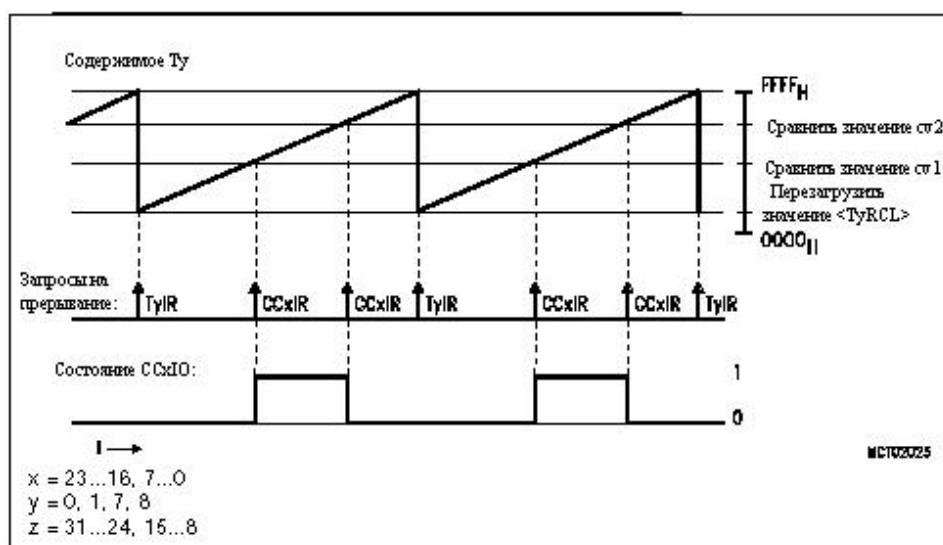
Для того, чтобы использовать для вывода соответствующий контакт CCxIO порта для регистра сравнения CCx в режиме сравнения с двойным регистром, этот порт должен быть сконфигурирован как выходной, т.е. соответствующий бит направления должен быть установлен в 1. В этой конфигурации контакт имеет такие же характеристики, как и режиме сравнения 1.



Блок-диаграмма режима сравнения с двойным регистром.

В этом примере конфигурации, для обоих регистров в паре был выбран один ассоциированный таймер, однако эти регистры могут быть совершенно независимо ассоциированы с одним из двух таймеров в модуле CAPCOM. Во временной диаграмме для этого режима (рис. ниже) значения для сравнения в регистрах CCx и CCz не изменяются.

Замечание: в этом режиме контакт CCzIO может быть использован для общих потребностей ввода/вывода.



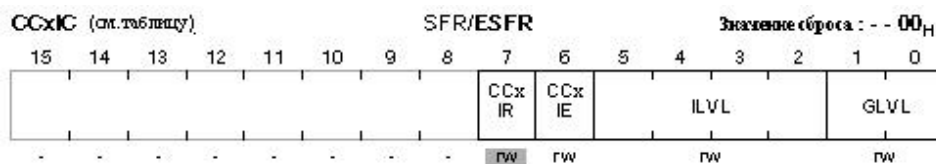
Временная диаграмма для режима сравнения с двойным регистром.

14.6 Прерывания захвата/сравнения.

При возникновении события захвата/сравнения флаг запроса прерывания CCxIR для соответствующего регистра CCx устанавливается в 1. Этот флаг может использоваться для вызова прерывания, когда он разрешен, т.е. бит CCxIE разрешен.

Прерывания захвата могут рассматриваться как внешние запросы на прерывание с дополнительной возможностью записи времени, когда вызывающее событие произошло (см. секцию "Внешние прерывания").

Каждый из 32-битных регистров захвата/сохранения (CC0-CC31) имеет свой побитно адресуемый регистр управления прерыванием (CC0IC-CC31IC) и свой вектор прерывания (CC0INT-CC31INT). Эти регистры организованы также как и все другие регистры управления прерыванием. Рисунок ниже показывает базисную раскладку регистра, а таблица - соответствующие адреса.



Замечание: за разъяснениями относительно аббревиатур полей обращайтесь к секции "Регистры контроля прерывания".

Адреса регистра управления прерываниями модуля CAPCOM

Модуль CAPCOM1			Модуль CAPCOM2		
Регистр	Адрес	Регистровое пространство	Регистр	Адрес	Регистровое пространство
CC0IC	FF78 _H / BC _H	SFR	CC16IC	F160 _H / B0 _H	ESFR
CC1IC	FF7A _H / BD _H	SFR	CC17IC	F162 _H / B1 _H	ESFR
CC2IC	FF7C _H / BE _H	SFR	CC18IC	F164 _H / B2 _H	ESFR
CC3IC	FF7E _H / BF _H	SFR	CC19IC	F166 _H / B3 _H	ESFR
CC4IC	FF80 _H / C0 _H	SFR	CC20IC	F168 _H / B4 _H	ESFR
CC5IC	FF82 _H / C1 _H	SFR	CC21IC	F16A _H / B5 _H	ESFR
CC6IC	FF84 _H / C2 _H	SFR	CC22IC	F16C _H / B6 _H	ESFR
CC7IC	FF86 _H / C3 _H	SFR	CC23IC	F16E _H / B7 _H	ESFR
CC8IC	FF88 _H / C4 _H	SFR	CC24IC	F170 _H / B8 _H	ESFR
CC9IC	FF8A _H / C5 _H	SFR	CC25IC	F172 _H / B9 _H	ESFR
CC10IC	FF8C _H / C6 _H	SFR	CC26IC	F174 _H / BA _H	ESFR
CC11IC	FF8E _H / C7 _H	SFR	CC27IC	F176 _H / BB _H	ESFR
CC12IC	FF90 _H / C8 _H	SFR	CC28IC	F178 _H / BC _H	ESFR
CC13IC	FF92 _H / C9 _H	SFR	CC29IC	F184 _H / C2 _H	ESFR
CC14IC	FF94 _H / CA _H	SFR	CC30IC	F18C _H / C6 _H	ESFR
CC15IC	FF96 _H / CB _H	SFR	CC31IC	F194 _H / CA _H	ESFR