

ТАЙМЕРЫ

Определение, характеристики

Таймер (от англ. *Timer*) – средство обеспечения задержек и измерения времени средствами компьютера.

Главной характеристикой таймера является его *точность* – минимальный гарантированно выдерживаемый интервал времени. По этому параметру таймеры делят на:

- 1.) Малоточные (ошибка измерения может достигать 0,1 с)
- 2.) Точные (ошибка измерения не превышает 0,001 с)
- 3.) Сверхточные (ошибка измерения не превышает 10^{-6} с)

Существуют два вида таймеров:

- 1.) *Аппаратные таймеры* функционируют независимо от центрального процессора и в момент срабатывания генерируют прерывание.
- 2.) *Программные таймеры* реализуются за счёт выполнения в цикле заданного количества одинаковых «пустых» операций. При фиксированной частоте работы процессора это позволяет точно определять прошедшее время. Главными минусами такого метода являются: зависимость количества итераций цикла от типа и частоты процессора, невозможность выполнения других операций во время задержки.

Роль таймеров

Большинство задач управления, которые реализуются с помощью МК, требуют исполнения их в реальном времени. Под этим понимается способность системы получить информацию о состоянии управляемого объекта, выполнить необходимые расчетные процедуры и выдать управляющие воздействия в течение интервала времени, достаточного для желаемого изменения состояния объекта.

Возлагать функции формирования управления в реальном масштабе времени только на центральный процессор неэффективно, так как это занимает ресурсы, необходимые для расчетных процедур. Поэтому в большинстве современных МК используется аппаратная поддержка работы в реальном времени с использованием таймера (таймеров).

Модули таймеров служат для приема информации о времени наступления тех или иных событий от внешних датчиков событий, а также для формирования управляющих воздействий во времени.

Модуль таймера 8-разрядного МК представляет собой 8-ми или 16-разрядный счетчик со схемой управления. Схемотехникой МК обычно предусматривается возможность использования таймера в режиме счетчика внешних событий, поэтому его часто называют таймером/счетчиком. Структурная схема типичного 16-разрядного таймера/счетчика в составе МК приведена на рисунке.



Таймер/счетчик

Структура модуля таймера/счетчика

В памяти МК 16-разрядный счетчик отображается двумя регистрами: *ТН - старший байт* счетчика, *ТЛ - младший байт*. Регистры доступны для чтения и для записи. Направление счета - только прямое, то есть при поступлении входных импульсов содержимое счетчика инкрементируется. В зависимости от настройки счетчик может использовать один из источников входных сигналов:

- 1.) Импульсную последовательность с выхода управляемого делителя частоты f_{BUS} ;
- 2.) Сигналы внешних событий, поступающие на вход *ТОСКІ* контроллера.

В первом случае говорят, что счетчик работает в режиме таймера, во втором - в режиме счетчика событий. При переполнении счетчика устанавливается в "единицу" триггер переполнения *ТF*, который генерирует запрос на прерывание, если прерывания от таймера разрешены. Пуск и останов таймера могут осуществляться только под управлением программы. Программным способом можно также установить старший и младший биты счетчика в произвольное состояние или прочесть текущий код счетчика.

Основные недостатки “классического” таймера/счетчика

Рассмотренный "классический" модуль таймера/счетчика широко применяется в различных моделях относительно простых МК. Он может использоваться для измерения временных интервалов и формирования последовательности импульсов. Основными недостатками "классического" таймера/счетчика являются:

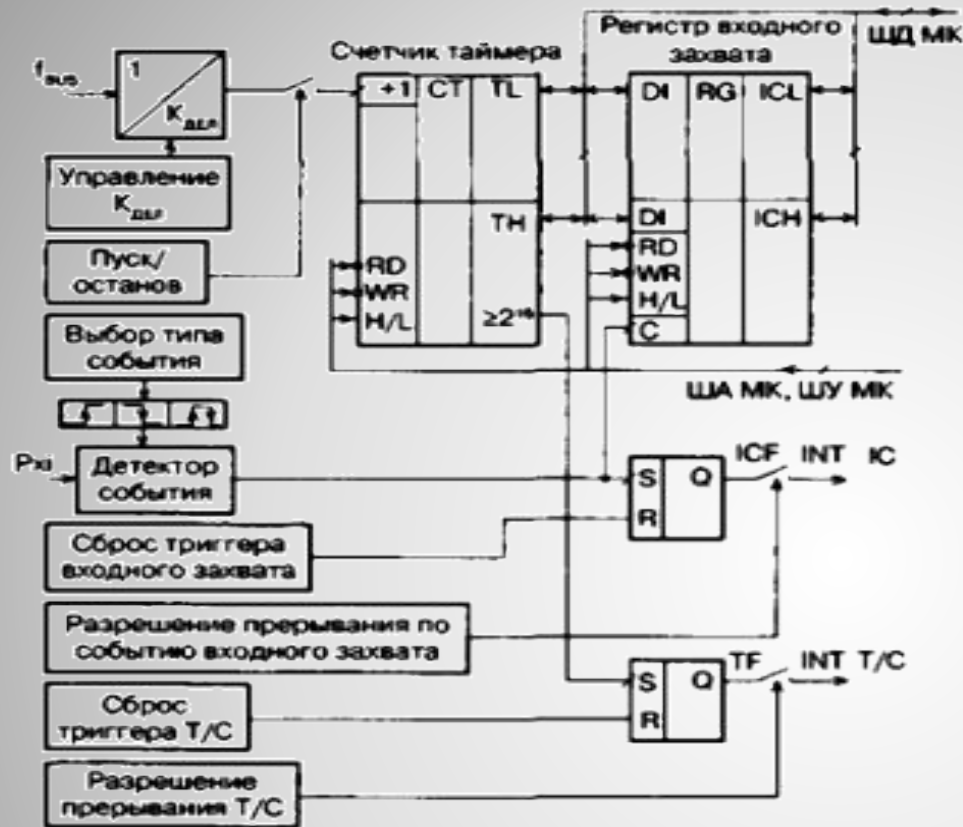
- 1.) потери времени на выполнение команд пуска и останова таймера, приводящие к появлению ошибки при измерении временных интервалов и ограничивающие минимальную длительность измеряемых интервалов времени единицами мс;
- 2.) сложности при формировании временных интервалов (меток времени), отличных от периода полного коэффициента счета;
- 3.) невозможность одновременного обслуживания (измерения или формирования импульсного сигнала) сразу нескольких каналов.

Первые их двух перечисленных недостатков были устранены в усовершенствованном модуле таймера/счетчика, используемом в МК семейства *MCS-51* (Intel). Дополнительная логика счетного входа позволяет тактовым импульсам поступать на вход счетчика, если уровень сигнала на одной из линий ввода равен "1". Такое решение повышает точность измерения временных интервалов, так как пуск и останов таймера производится аппаратно. Также в усовершенствованном таймере реализован режим перезагрузки счетчика произвольным кодом в момент переполнения. Это позволяет формировать временные последовательности с периодом, отличным от периода полного коэффициента счета.

Однако эти усовершенствования не устраняют главного недостатка модуля "классического" таймера - одноканального режима работы.

Совершенствование подсистемы реального времени МК ведется по следующим направлениям:

- 1.) увеличение числа модулей таймеров/счетчиков. Этот путь характерен для фирм, выпускающих МК со структурой MCS-51, а также для МК компаний Mitsubishi и Hitachi;
- 2.) модификация структуры модуля таймера/счетчика, при которой увеличение числа каналов достигается не за счет увеличения числа счетчиков, а за счет введения дополнительных аппаратных средств входного захвата (input capture - IC) и выходного сравнения (output compare - OC). Такой подход используется, в частности, в МК компании Motorola.



Структурная схема канала входного захвата таймера

Принцип действия канала входного захвата таймера/счетчика

Схема детектора события "наблюдает" за уровнем напряжения на одном из входов МК. Чаще всего это одна из линий порта ввода/вывода. При изменении уровня логического сигнала с "0" на "1" и наоборот вырабатывается строб записи, и текущее состояние счетчика таймера записывается в 16-разрядный регистр входного захвата. Описанное действие в микропроцессорной технике называют событием захвата. Предусмотрена возможность выбора типа сигнала на входе, и это воспринимается как событие:

- 1.) положительный (передний) фронт сигнала;
- 2.) отрицательный (задний) фронт сигнала;
- 3.) любое изменение логического уровня сигнала.

Выбор типа события захвата устанавливается в процессе инициализации таймера и может неоднократно изменяться в ходе выполнения программы. Каждое событие захвата приводит к установке в "1" триггера входного захвата и появлению на его выходе флага (признака) входного захвата ICF. Состояние триггера входного захвата может быть считано программно, а если прерывания по событию захвата разрешены - формируется запрос на прерывание INT 1C.

Использование режима входного захвата позволяет исключить ошибки измерения входного интервала времени, связанные со временем перехода к подпрограмме обработки прерывания, так как копирование текущего состояния счетчика осуществляется аппаратными, а не программными средствами. Однако время перехода на подпрограмму обработки прерывания накладывает ограничение на длительность измеряемого интервала времени, так как предполагается, что второе событие захвата произойдет позже, чем код первого события будет считан МК.