**Измерение времени выполнения фрагмента программы**

**через канал 0 таймера с использованием портов ввода-вывода**

Для задания временных интервалов и формирования сигналов с различными временными параметрами в компьютерах IntelX86 используется программируемый таймер 8253. Таймер работает независимо от процессора и считает реальное время. Формирование времени суток в компьютерах IBM PC можно пояснить схемой, показанной на рис.1. Микросхема таймера имеет три канала, основным из которых для измерения времени является канал 0. Импульсы с частотой 1.19 МГц с системных часов поступают на микросхему таймера, где происходит деление частоты на 64 К и на выходе канала 0 мы получаем импульсы с частотой 18,2 Гц (с периодом следования 55 мс, называемым 1 тик). Эти импульсы поступают на контроллер прерываний в виде запроса прерывания IRQ0 на уровне 0 и, если разрешены прерывания, вырабатывается сигнал **INT8.** В результате обработки прерывания INT8 накапливаются данные в двойном слове с адресом 0040:006Сh, расположенном в области данных BIOS. В результате обработки этого слова получаем время суток, которое индицируется ЭВМ.

Системные часы

****

Счет до 64 К

и выдача

импульса

Формиро-

вание

**INT8**

Обработка

INT8

4-х байтовый

счетчик

0040:006С

Область данных

BIOS

ROM BIOS

Микросхема

таймера

(8253)

Контроллер

прерываний

(8259)

1,19

МГц

18,2

Гц

**IRQ0**

Рис.1

Измерение временных характеристик с использованием микросхемы таймера более подробно можно пояснить с помощью рис.2.

Микросхема таймера содержит три канала с адресами 40h, 41h, 42h. Каждый канал содержит три регистра, два из которых 2-х байтные - задвижка и счетчик и один - однобайтный - регистр ввода-вывода. Регистр ввода-вывода связан шиной с аккумулятором (регистром процессора AL) для считывания информации. Обмен информацией со счетчиком производится через 16-битовый регистр задвижки ( latch register ). Кроме того, регистр задвижки используется для обновления содержимого счетчика. Когда содержи-

мое счетчика достигает нуля, канал выдает сигнал IRQ0 и затем новая копия содержи-мого регистра задвижки передается в регистр счетчика.

Канал 0 таймера выполняет контроль времени суток. При этом в его счетчик заносится код 0FFFFh и затем содержимое счетчика уменьшается на 1 с каждым тактовым импульсом. Счетчик обеспечивает деление частоты на 64 К и выдачу на выходе канала 0 импульсов с периодом следования 55 мс, вызывающих обработку прерывания INT8 и накапливание времени в BIOS по адресу 0040:006С.

Если изменять заносимые в счетчик данные (не 0FFFFh, а другие числа), то можно увеличить частоту выдачи импульсов на выходе таймера.

GATE 0

(Ворота)

Системные

часы

Регистр

ввода-вывода

Задвижка

Счетчик

**40h**

К контроллеру

прерываний

**&**

Регистр

ввода-вывода

Задвижка

Счетчик

**41h**

К контроллеру

DMA

(Прямого доступа к памяти)

**&**

Регистр

ввода-вывода

Задвижка

Счетчик

**42h**

К микросхеме связи с периферией.

(Генерация звука.)

**&**

Управление

Регистр

команд

**43h**

O

1

2

OFFFFh

Канал О

Канал 1

Канал 2

**AL**

Аккумулятор

Рис.2

Управление работой таймера осуществляется регистром команд по адресу 43h.

Структура команд порта по адресу 43h

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Канал  7 - 6 | Операция  5 - 4 | Режим  3-1 | 0 |

0 - бит указывает какая система счисления используется - двоичная или BCD (двоично-кодированная десятичная).

Биты 1 - 3 задают режим работы таймера:

* 000 - запрос прерывания IRQ0 при достижении нуля;
* 011 - выполнение операций по считыванию информации канала 0 и подсчета поступивших импульсов;

Биты 4 - 5 определяют возможные операции:

* 00 - «защелкивание» значения таймера – фиксация текущего значения счетчика, все остальные биты, кроме выбора номера канала (включая биты 0 – 3), игнорируются, и выполняется запись текущего значения счетчика во внутренний регистр, содержимое которого затем может быть прочитано в аккумулятор.
* 01 - чтение или запись старшего байта счетчика;
* 10 - чтение или запись младшего байта счетчика;
* 11 - чтение или запись последовательно младшего и старшего байтов.

Биты 6 -7 - номер канала, который будет программироваться:

* 00 - канал 0 ;
* 01 - канал 1 ;
* 02 - канал 2 .

***Замечание к операции «защелкивание» (Биты 4-5 порта 0x43 равны 00):***

Чтобы предотвратить обновление текущего значения счетчика, можно "защелкнуть" канал таймера с помощью команды "защелкивание". Для этого следует отправить значение CC000000 (в двоичном формате) в регистр режима/команды (порт 0x43), где "CC" соответствует номеру канала (00,01 или 02). Если команда защелки была отправлена, текущий счетчик копируется во внутренний "регистр блокировки", который затем может быть считан через порт данных, соответствующий выбранному каналу (порты ввода-вывода от 0x40 до 0x42) сначала младший байт, затем старший. Значение, хранящееся в регистре защелки, остается неизменным. Основное преимущество команды защелкивания заключается в том, что она позволяет считывать оба байта текущего счетчика, не допуская его изменения в процессе чтения байтов.

Для точного измерения интервалов времени следует загружать счетчик дополнением до 0FFFFh, т.е. кодом 0000h. Тогда подсчет времени будет производиться с точностью до 55 мс/FFFFh = 0.84 мкс. Этот интервал называется минитик.

Назовем процедуру обновления счетчика времени суток в системной области BIOS большими щелчками таймера, а малыми щелчками таймера - изменение отсчета времени (0FFFFh − <содержимое счетчика 0-го канала>). Здесь значение счетчика инвертируется, т.к. счетчик загружался дополнением до 0FFFFh.

Таким образом, наиболее точное и полное значение интервалов времени можно получить, используя совместно значение переменной области данных BIOS (0040:006С) и внутреннего счетчика таймера. То есть измерение времени должно представляться двойным словом. . Старшее слово - это два младших байта счетчика времени суток (в тиках), а младшее слово составляют два байта малых щелчков – внутреннего счетчика таймера (в минитиках).