

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

III / 83

3/1-83

11-82-654

М.Кунике

СРЕДСТВА РАБОТЫ С ТАЙМЕРОМ В ОС ЕС

1982

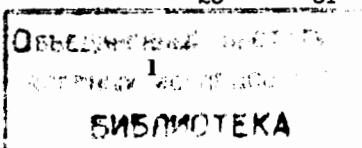
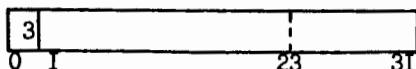
В операционной системе ЕС ЭВМ программисту предоставляется сравнительно мало средств для работы с имеющимся в ЭВМ таймером^{/1/}. Так, на языке ассемблера пользователь может воспользоваться только двумя макросами STIMER и TTIMER^{/2/}. Невозможно запросить, сколько осталось лимитного времени, подобно тому как это делается на ЭВМ БЭСМ-6, а в набор стандартных фортрановских подпрограмм вообще не входит ни одна подпрограмма для работы с таймером. В этой ситуации перед системными программистами возникает задача разработать средства для работы с таймером, необходимые для различных задач, решаемых на ЭВМ (например^{/3/}). Разработчики таких средств наталкиваются на существенные трудности. Это связано с отсутствием необходимой документации (кроме краткого описания службы времени^{/1/} и некоторых частей протокола генерации операционной системы в распоряжении системного программиста нет никакой другой информации о работе супервизора времени). В связи с этим было необходимо изучить принципы работы супервизора времени и по возможности полностью описать его работу и используемые им управляющие блоки. Результаты этого исследования представлены в п. 2 настоящего сообщения. В п. 1 дается краткий обзор аппаратных таймеров и часов, имеющихся в ЭВМ ряда 1 и ряда 2 Единой Системы.

1. Аппаратные средства отсчета временных интервалов

В ЭВМ ряда 1 имеется специальное аппаратное средство отсчета временных интервалов, так называемый интервальный таймер. ЭВМ ряда 2 оснащены, кроме того, еще аппаратными часами, компаратором и таймером центрального процессора.

1.1. Интервальный таймер

Интервальный таймер представляет собой четырехбайтовое слово с фиксированным адресом 80 в оперативной памяти ЭВМ. Содержимое этого слова рассматривается как целое двоичное число со знаком:

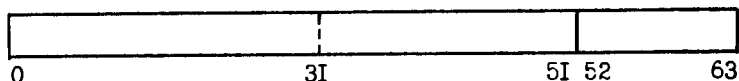


Через каждую 1/300 секунды вычитается единица из 23 разряда. Если значение интервального таймера становится отрицательным, то выдается сигнал внешнего прерывания с кодом 'x'0080'. Содержимое таймера может быть считано или заменено в любой момент при условии, что ключ защиты памяти разрешает данную операцию.

При вычитании единицы из 23 разряда через каждую 1/300 секунды единица интервального таймера (31 разряд) соответствует 13, 02083 микросекундам, а одна секунда - 76800 единицам интервального таймера. При этом следует учесть, что разрешающая способность интервального таймера не превышает 1/300 секунды, т.е. разряды 24...31 незначимы.

1.2. Аппаратные часы

Аппаратные часы представляют собой 64-разрядный регистр. Его содержимое рассматривается как целое двоичное число без знака. Через каждую микросекунду прибавляется единица к 51-му разряду, перенос при этом игнорируется.



Полный цикл аппаратных часов составляет 143 года. Для определения текущего времени обычно используется первое слово часов, последний, 31-й разряд которого соответствует 1,048576 секунды.

Для установки и записи значения аппаратных часов имеется две команды формата s .

- запись значения часов в память
STCK(STORE CLOCK), код = x'B205'

По этой команде содержимое регистра аппаратных часов записывается в двойное слово памяти по адресу D(B) , указанному в команде, в памяти разряды 52...63 обнуляются. Команда непривилегированная, устанавливается код условия:

- 0 - часы включены, время верное
 - 1 - часы не включены, время неверное
 - 2 - ошибка в работе часов
- установить часы

SCK(SET CLOCK), код = x'B204'

По этой команде в зависимости от положения переключателя "Часы уст." на пульте ЭВМ содержимое двойного слова с адресом D(B) , указанным в команде, за исключением 52...63 разрядов, переносится в аппаратные часы. Команда привилегированная, устанавливается код условия:

- 0 - часы установлены
- 1 - положение переключателя "Часы уст." запрещает установку часов.

1.3. Компаратор

Компаратор имеет такой же формат, как и аппаратные часы. Он служит для сравнения с текущим значением аппаратных часов. При совпадении значений аппаратных часов и компаратора выдается сигнал внешнего прерывания с кодом 'x'1004'. Для установки и записи значения компаратора имеются две привилегированные команды формата s . Обе команды не устанавливают кода условия.

- Запись значения компаратора в память
STCK(STORE CLOCK COMPARATOR) , код=x'B207'

По этой команде записывается значение компаратора в двойное слово памяти с адресом D(B) , указанным в команде, при этом в памяти разряды 52...63 обнуляются.

- Установка компаратора

SCK(SET CLOCK COMPARATOR) , код =x'B206'

По этой команде разряды 0...51 двойного слова с адресом D(B) записываются в компаратор.

1.4. Таймер центрального процессора

Таймер центрального процессора имеет такой же формат, как и аппаратные часы, за исключением нулевого разряда, который рассматривается как знак двоичного числа. Через каждую микросекунду в 51 разряде вычитается единица. Если значение таймера центрального процессора становится отрицательным, то выдается сигнал внешнего прерывания с кодом 'x'1005'. Частота отсчета таймера центрального процессора синхронизирована с аппаратными часами.

Для установки и записи в память значения таймера центрального процессора имеются две привилегированные команды формата s , обе команды не устанавливают кода условия.

- Запись значения таймера центрального процессора в память
STPT(STORE CPU TIMER) , код=x'B209'

Актуальное значение таймера записывается в двойное слово с адресом D(B) , разряды 52...63 обнуляются.

- Установка таймера центрального процессора

SPT(SET CPU TIMER) , код =x'B208'

Разряды 0...51 двойного слова с адресом D(B) переносятся в таймер центрального процессора.

2. Программные средства отсчета временных интервалов

В конфигурациях MFT и MVT операционных систем ОС ЕС отсчет временных интервалов ведется на базе интервального таймера. В том случае, когда система сгенерирована для ЭВМ ряда 2, кроме того, исполь-

зуются аппаратные часы для синхронизации интервального таймера при заказе непрерывного отсчета временного интервала, большего одного часа (параметры REAL или WAIT в макросе STIMER). Компаратор и таймер центрального процессора системными программами в конфигурациях MFT и MVT не используются.

Для реализации пользовательских запросов на отсчет временного интервала через макросы STIMER и TTIMER , а также для реализации внутренних запросов (ведение отсчета, квантование времени, аварийное завершение заданий по истечении времени и т.д.) генерируются элементы очереди к таймеру (TQE). Память для элементов очереди выделяется из области системных очередей (SQS).

Каждому запросу соответствует один элемент, который

- включается в очередь к таймеру по порядку срока истечения заказанного временного интервала,
- исключается из очереди, когда данный временной интервал не подлежит отсчету (например, при заказе параметра TASK в макросе STIMER),
- исключается из очереди, и память, занятая им, освобождается, когда данный временной интервал истек или получен запрос на снятие временного интервала (параметр CANCEL в макросе TTIMER).

2.1. Описание элемента очереди к таймеру (TQE)

Смещение	Число байтов	Описание поля
0(0)	1	Первый байт признаков. Он определяет состояние, тип и характеристику запроса TQE
I(1)	3	Адрес блока управления задачей (TCSV), из которой получен запрос на отсчет временного интервала (для каждой задачи возможен только один TQE).
4(4)	4	Если TQE включен в очередь, то находится адрес следующего TQE , временной интервал которого кончается позже данного.
8(8)	4	Если TQE включен в очередь, то - адрес предыдущего TQE , временной интервал которого кончается раньше данного.
I2(6)	4	Если TQE включен в очередь, то - целое число, равное сроку истечения заказанного временного интервала по 6-часовым псевдо-часам*

I6(I0)	4	Если TQE не включен в очередь, то целое число, равное заказанному временному интервалу*).
20(I4)	4	Если указан адрес программы асинхронного выхода, то в этом поле имеются первые 4 байта слова состояния программы запрашивающей задачи.
24(I8)	4	Слово сохранения значений таймера шага задания (используется только тогда, когда данный TQE - TQE инициатора и в системе сгенерирована SMF ; иначе - 0).
28(I6)	4	Адрес 72-байтовой области сохранения.
32(20)	4	Адрес асинхронной программы выхода или 0.
36(24)	1	При наличии аппаратных часов и заказе непрерывного отсчета временного интервала: календарный срок истечения интервала в единицах I,048576 с.
37(25)	59	Второй байт признаков.
96(60)	4	Резервировано.
I00(64)	I2	Блок управления событием для случая заказа ожидания истечения временного интервала (параметр WAIT в макросе STIMER).
		Резервировано.
байт	значения разрядов	
первый байт признаков	0..... I..... ...I...	TQE включен в очередь к таймеру. TQE не включен в очередь к таймеру. Временной интервал TQE истек.
	000000I0 0I000II0 .00000I0	6-часовой TQE супервизора. Полуночный TQE супервизора. 10-минутный TQE супервизора, или TQE управляющей программы TSO .
II	Непрерывный отсчет временного интервала (REAL) .
00	Отсчет временного интервала, когда задача активна (TASK).

* в единицах 26,04I66 мкс.

.....0I	Непрерывный отсчет и ожидание (wait).
.....I..	Указан адрес программы асинхронного выхода. Заказ временного интервала:
..00....	в единицах 26,04I66 мкс
..0I....	в единицах 0,0I с
.0II....	в часах, минутах, секундах (ннмссстн).
.III....	Указано время дня (ннмссстн), в которое должен заканчиваться интервал.
второй байт признаков	I..... Синхронизация непрерывно отсчитывающегося интервала с аппаратными часами.

2.2. Организация очереди к таймеру

Основной принцип организации очереди к таймеру заключается в том, что все заказы на отсчет временного интервала, оформленные в виде элементов очереди (TQE), располагаются по порядку истечения срока заказанного интервала. В каждый момент времени в ячейке интервального таймера отсчитывается тот интервал, срок истечения которого самый близкий. Если принимается новый заказ, т.е. включается новый элемент в очередь, то сначала проверяется, истекает ли заказанный интервал раньше, чем интервал первого элемента. Если да, то заменяется значение интервального таймера, а новый TQE становится первым в очереди; если нет, то новый TQE включается в очередь на место, соответствующее сроку истечения заказанного интервала. Для задания срока истечения временных интервалов используются так называемые шестичасовые псевдочасы (шпс). Они представляют собой 4-байтовое слово формата целого двоичного числа в области супервизора времени. Псевдочасы в любой момент времени показывают на шестичасовой шкале, когда истекает временной интервал первого TQE в очереди, а значение интервального таймера равно времени, оставшемуся до истечения срока этого элемента. Таким образом, если τ - текущее значение таймера, а t_0 - показание шестичасовых часов, то $(t_0 - \tau)$ - "текущее шестичасовое время". При включении в очередь элемента TQE с временным интервалом T срок истечения по шестичасовым псевдочасам равен

$$t = (t_0 - \tau) + T \quad (I)$$

Если $T < \tau$, то новый TQE становится первым в очереди. В этом случае надо перевести псевдочасы "назад" $t_0^{нов} = t_0^{стар} - (\tau^{стар} - T)$, и заменить текущее значение таймера $\tau^{нов} = T$. Срок истечения вре-

менного интервала t записывается в поле TQE со смещением I2 (смотри 2.1). По формуле (I) легко определить для включенного в очередь TQE, сколько времени T' остается до истечения временного интервала. При этом следует лишь учитывать, что значения t и t_0 задаются в единицах 26,04I66 мкс, а τ - в I3,02083 мкс.

По истечении временного интервала первого TQE в очереди, т.е. когда значение таймера τ становится равным нулю и происходит внешнее прерывание, псевдочасы переводятся вперед, их значение становится равным сроку истечения следующего TQE $t_0^{нов} = t$, таймер устанавливается на значение, равное $\tau = t - t_0^{стар}$, TQE закончившегося временного интервала исключается из очереди и отведенная ему область памяти освобождается. Если был задан адрес программы асинхронного выхода, то на него передается управление.

Для обеспечения шестичасового цикла псевдочасов в очередь включается специальный TQE супервизора с временным интервалом, равным 6 часам. Когда его срок истекает, тогда псевдочасы устанавливаются на "ноль", и все сроки истечения временных интервалов t_i , включенных в очередь TQE, уменьшаются на 6 часов, $t_i^{нов} = t_i^{стар} - 6h$.

Кроме специального шестичасового TQE супервизора имеются еще другие специальные TQE супервизора: десятиминутный и полуночный TQE. Они используются для накопления времени ожидания системы и для перевода календарной даты соответственно. Эти специальные TQE супервизора, TQE управляющей программы TSO, шестичасовые псевдочасы, заголовок очереди к таймеру, конечный элемент очереди и области сохранения регистров образуют одну управляющую секцию супервизора времени с идентификатором секции TRC. Адрес секции TRC записан в поле со смещением 88 таблицы векторов связи (CVT), а распечатка ее получается на второй стадии генерации операционной системы.

На рис. I в качестве примера показана очередь к таймеру в момент загрузки системы, а также последовательность ссылок на заголовок очереди к таймеру. Описание полей TQE смотри 2.1.

В заключение автор хотел бы выразить благодарность тов. Гончакову В.С. за предоставленный им антиассемблер.

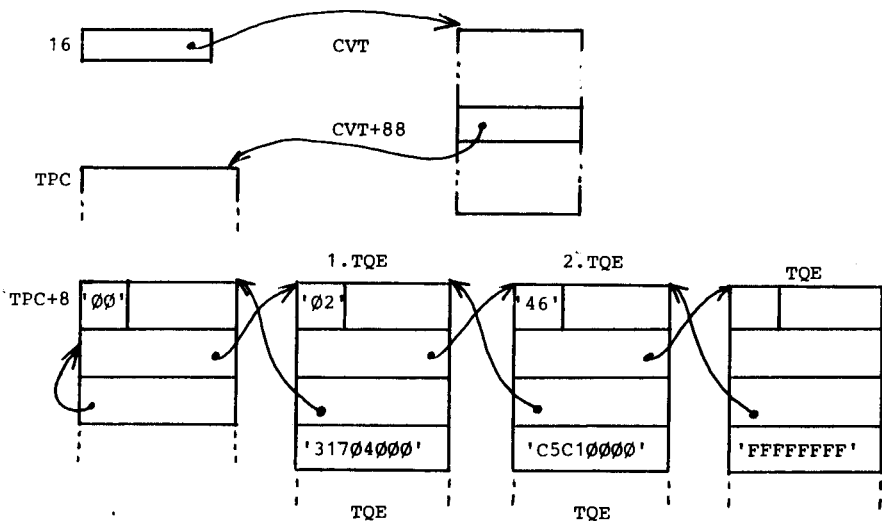


Рис. I.

ЛИТЕРАТУРА

1. Наумов В.В. и др. Супервизор ОС ЕС ЭВМ. "Статистика", М., 1975.
2. Операционная система ОС ЕС. Справочное пособие. Под ред. Райкова Л.Д. "Статистика", М., 1980.
3. Дорогов В.И., Кунике М. ОИЯИ, IO-12480, Дубна, 1979.

Рукопись поступила в издательский отдел
7 сентября 1982 года.