

Микроконтроллеры фирмы NEC

(Окончание, начало в Кит №1,2000)

Владимир Гребнев

(812) 247-89-00

2. Восьмиразрядные микроконтроллеры (семейства 78K/0 и 78K/0S)

Семейство 78K/0 является наиболее развитым семейством микроконтроллеров фирмы NEC. В его состав входят 29 серий и 133 типа микроконтроллеров. Семейство 78K/0S является новейшим семейством. Из 16-ти серий этого семейства, описанных в литературе, 15 серий на конец 1997 года находились в состоянии разработки.

В семейство 78K/0 входят основные серии (main series) и дополнительные серии (subseries). В микроконтроллере дополнительной серии вместо одного из каналов последовательного интерфейса стандарта фирмы NEC используется канал промышленного стандарта I²C. В обозначение типа такого микроконтроллера добавляется буква Y. Например, μ PD78052 — μ PD78052Y.

Другим отличием микроконтроллера дополнительной серии может быть пониженный уровень шума (EMI noise reduction) по сравнению с соответствующим микроконтроллером основной серии. В обозначение типа такого микроконтроллера добавляется какая-либо буква (H, B, F и др.) Например, μ PD78095 — μ PD78095B.

Микроконтроллеры всех серий семейства 78K/0 имеют:

- единую систему команд, содержащую 63 команды;
- четыре регистровых банка в процессоре, которые могут содержать по выбору или восемь восьмиразрядных или четыре шестнадцатиразрядных регистра;
- восьмиканальный восьмиразрядный или десятиразрядный аналого-цифровой преобразователь;
- стандартный универсальный асинхронный приемопередатчик UART (кроме серий 11-18, 42-48 и 204-208).

По особенностям структуры, определяющим выбор МК для работы в конкретной аппаратуре, микроконтроллеры семейства 78K/0 могут быть отнесены к одной из четырех групп:

- 1) микроконтроллеры общего назначения (GP);
- 2) микроконтроллеры с выходами для подключения электролюминесцентных индикаторов (FIP);
- 3) микроконтроллеры с выходами для подключения жидкокристаллических индикаторов (LCD);
- 4) микроконтроллеры специального назначения (Particular Purpose, PP).

Таблица 4

Группа	Серия. Тип. μ PD780ZZ μ PD780ZZZ	I ² C	EMI	Число типов	Особенности МК	Число выводов
JP	11-18	+	+	20		64
	52-58	+	+	21	IERAM.DAC.	80
	70-78	+		10	DAC	100
	81-83			3		42
	016-018	+		3	IERAM	100
	021-024 031-034	+		18		64
	053-058	+	+	12	IERAM.DAC	80
FIP	42-48			8		80
	204-208			5		100
	226-228			3		100
LCD	62-64	+	+	9		100
	306-308			3		100
PP	095-098		+	4	DAC.IE bus controller	80
	921-924					
	961-964			10	Inverter motor controller	64
	948			2	CAN controller. LCD controller.	100
	973-974			2	Dashboard controller. LCD controller.	80

В табл. 4 перечислены основные серии микроконтроллеров семейства 78K/0(ZZ) и 78K/0S(ZZZ), отмечено наличие дополнительных серий с последовательным интерфейсом I²C (знак + в колонке I²C) и пониженным уровнем шума (знак + в колонке EMI), указано суммарное число типов МК в основной и дополнительных сериях, отмечены отличительные особенности микроконтроллеров разных серий и указано минимальное число выводов корпуса микросхемы.

Цикл команды при неизменной частоте кварцевого резонатора может иметь разную (по выбору) длительность. В табл. 5 указаны максимальное значение тактовой частоты (F_{OSC MAX}) микроконтроллеров разных серий и устанавливаемые при этом значения длительности цикла команды (T_{ЦК}).

Параллельные порты ввода-вывода могут иметь от 33 до 88 линий ввода-вывода, при этом используются линии трех типов — КМОП входы, КМОП входы/выходы и NMOS входы/выходы. У микроконтроллеров группы FIP имеются также выводы типа PMOS. Число состояний некоторых выводов может изменяться с использованием соответствующих команд в программе.

Микроконтроллеры разных серий имеют от трех до пяти таймеров разных типов (таймер/счетчик событий, базовый интервальный таймер/сторожевой таймер, таймер-датчик времени, Up/Down таймер и др.). Некоторые таймеры имеют внешние выходы, на которых формируются сигналы синхронизации и тональные сигналы.

Контроллер прерываний векторного типа

— в состав процессора микроконтроллеров группы GP входит аппаратный умножитель (Multiplier), формирующий шестнадцатирядный код производства;

— у микроконтроллеров группы GP уменьшено число линий ввода-вывода параллельных портов (20–30) и число выводов корпуса микросхемы (30–40);

— в число периферийных устройств МК многих серий включен индикатор падения уровня напряжения питания (Low voltage indicator);

— у микроконтроллеров некоторых серий появился канал последовательного интерфейса типа SMB;

— для питания микроконтроллеров всех серий используется источник с напряжением 1,8–5,5В.

Таблица 5

F _{OSC MAX} (МГц)	Серии. Типы.	T _{ЦК} (мкс)					
		0,4	0,8	1,6	3,2	6,4	-
10,0	11-18	0,4	0,8	1,6	3,2	6,4	-
8,38	021-024; 031-034; 921-924; 961-964	0,24	0,48	0,95	1,91	3,81	-
6,0	95-98	0,5	1	2	4	8	16
5,0	Остальные	0,4	0,8	1,6	3,2	6,4	12,8

В микроконтроллерах имеется вспомогательная система синхронизации с тактовой частотой 32,768 кГц и длительностью цикла команды 122 мкс. Своевременный перевод МК на работу с пониженным быстродействием или переход в HALT mode или STOP mode позволяют программными средствами минимизировать энергопотребление МК.

Память микроконтроллеров семейства 78K/0, кроме четырех регистровых банков (8×8 бит или 4×16 бит), содержит IROM емкостью от 8К×8 бит до 60К×8 бит и внутреннее быстродействи-

с числом источников запросов прерывания от шести до восьми.

Микроконтроллеры некоторых серий содержат двухканальный восьмиразрядный цифро-аналоговый преобразователь (DAC).

Во всех микроконтроллерах имеются каналы последовательного интерфейса стандарта фирмы NEC и промышленных стандартов UART и I²C. Выбор конкретной комбинации каналов определяется в большинстве случаев пользователем и зависит от особенностей системы, в которой работает микроконтроллер.

3. Шестнадцатиразрядные микроконтроллеры (семейства 78K/3 и 78K/4)

Шестнадцатиразрядные микроконтроллеры семейства 78K/3 (8 серий, 30 типов) используются для управления различными электродвигателями (в том числе и трехфазными) и другими исполнительными органами систем управления. Они также могут быть использованы в качестве генераторов сложных импульсных последовательностей.

Таблица 6

Серия. Тип. μPD783ZZ	Число типов	Число инструкций	Особенности МК	Выводы корпуса
10-12	3	96	ADC 8x4	64
20-24	6	111	ADC 10x8	68
27-28	3	111	ADC 10x8	64
30-34	3	111	ADC 10x16	84
50-52	4	113	PWM 8x2	64
55-56	3	115	PWM 12x2. ADC 10x8. DAC 8x2.	100
61-64	3	115	ADC 10x8. PWM.	64
63-68	5	115	ADC 10x8	80

ющее запоминающее устройство для хранения данных (Internal High Speed RAM, IHSRAM) емкостью от 256×8 бит до 2048×8 бит. Кроме того, микроконтроллеры некоторых серий имеют внутреннее дополнительное запоминающее устройство для хранения данных (Internal Extended RAM, IERAM) емкостью 1024 байт, внутреннее буферное запоминающее устройство (Internal Buffer RAM) емкостью 32 байта, а микроконтроллеры групп FIP и LCD — внутреннее дисплейное ЗУ различной емкости.

Микроконтроллеры некоторых серий допускают подключение внешней памяти (EROM) с образованием общего адресного пространства ROM объемом 64К адресов.

Микроконтроллеры питаются от источников напряжения 1,8–5,5 В, 2,7–5,5 В или 2,0–6,0 В. Ток потребления в активном режиме зависит от выбранного быстродействия и находится в пределах от 5 до 10 мА.

Микроконтроллеры новейшего семейства 78K/0S имеют следующие основные отличия:

— по выбору может устанавливаться лишь одна из двух возможных длительностей цикла команды (0,4 или 1,6 мкс, 0,5 или 2,0 мкс, 0,33 или 1,33 мкс, 0,2 или 0,8 мкс);

— микроконтроллеры всех серий для последовательной передачи данных могут использовать по выбору или трехпроводный протокол фирмы NEC или промышленный стандарт UART;

В состав периферийных устройств контроллеров входят 4–5 шестнадцатиразрядных таймеров и многоканальные десятиразрядные аналого-цифровые преобразователи. Используются каналы последовательного интерфейса стандарта фирмы NEC и промышленного стандарта UART.

В табл. 6 перечислены наименования серий и типов микроконтроллеров семейства 78K/3, указано число типов в серии и число инструкций в системе команд, отмечены отличительные особенности МК разных серий и указано наименьшее число выводов корпуса микросхемы.

Таблица 7

Серия. Тип. μ PD784ZZZ	$I^{\circ}C$	Число типов	Особенности МК	Число выводов
020-026		5	DAC 8x2.	80
031-038	+	12	DAC 8x2.	80
044-054		4		80
214-218	+	14	DAC 8x2.	100
907-908		3		100
915-916		4	PWM	100
927-928	+	6	PWM	100
943		2		80

Системы команд с разным числом инструкций совместимы снизу вверх.

Шестнадцатиразрядные микроконтроллеры нового семейства 78K/4 соединяют в себе достоинства восьмиразрядных МК самого развитого семейства 78K/0 и расширенные возможности шестнадцатиразрядных контроллеров семейства 78K/3. Системы команд перечисленных семейств программно совместимы снизу вверх. Адресное пространство памяти программ увеличено до 1 Мбайта, а памяти данных — до 16 Мбайт, однако выпускаемые в настоящее время микроконтроллеры имеют лишь 20 адресных выходов (1 Мбайт).

Процессор содержит восемь регистровых банков, в каждом из которых содержатся 4 шестнадцатиразрядных регистра (или 8 восьмиразрядных) и 4 двадцатичетырехразрядных. Каждому регистровому банку соответствует своя область стека пользователя. Выбор банка осуществляется соответствующей командой пользовательской программы или номером прерывания. Последнее позволяет использовать в разных прерывающих программах различные регистровые банки и области стека, что обеспечивает переход к прерывающей программе и возврат из нее с минимальным числом пересылок (контекстное переключение программ).

Для выполнения часто используемых простых прерывающих программ (например, пересылки из стандартных источников в стандартные области памяти) используется специальный блок процессора (Macro Service, пери-

ферийный сервер транзакций — по терминологии фирмы Intel). Использование трех способов прерывания (векторного с числом векторов до 30, контекстного и макрообслуживания) придает системе прерываний необычайную гибкость и открывает простор для творчества разработчиков программного обеспечения.

Микроконтроллеры некоторых серий имеют цифро-аналоговые преобразователи (DAC) и специальные блоки для формирования широко-модулированных сигналов (PWM).

Быстродействие МК однозначно определяется частотой кварцевого резонатора. Минимальная длительность цикла выборки команды (0,125 мкс) у микроконтроллеров разных типов достигается при частоте кварцевого резонатора 16 или 32 МГц.

Для сокращения времени, затрачиваемого на пересылки массивов, используются команды с «короткой» адресацией, в которых изменяются лишь младшие разряды кода адреса.

В табл. 7 перечислены наименования серий и типов микроконтроллеров семейства 78K/4, указано число типов в серии, отмечены особенности МК разных серий и указано минимальное число выводов корпуса микросхемы.

В обозначение типа микроконтроллера с каналом последовательного интерфейса с типа $I^{\circ}C$ вводится буква Y.

Микроконтроллеры семейства 78K/4 в настоящее время используются для управления шаговыми двигателями, электродвигателями других типов и различными исполнительными

органами разнообразных систем управления, а также в качестве генераторов сложных импульсных последовательностей.

4. Средства поддержки разработки систем на базе микроконтроллеров фирмы NEC

Для поддержки разработки аппаратной части и программного обеспечения систем на базе своих микроконтроллеров фирма NEC выпускает комплекс программных и программно-аппаратных средств.

В группу программно-аппаратных средств входят внутрисхемные эмуляторы, программаторы и программы-отладчики, работающие совместно с внутрисхемными эмуляторами.

В группу программных средств входят программы-ассемблеры, C-компиляторы и программы-модели (Simulator), позволяющие выполнять все работы без использования реальной аппаратуры.

Кроме того, для ознакомления и приобретения начальных навыков работы с аппаратурой и программными средствами фирма выпускает упрощенные программно-аппаратные комплексы (Starter Kit). Все выпускаемые средства работают с PC-совместимыми компьютерами на базе системы Windows.

ЛИТЕРАТУРА

1. Semiconductors Selection Guide. NEC, October 1997.
2. Single-chip Solutions with 4/8/16-bit Microcontrollers. NEC.