

# ЧАСТОТОМЕР НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ

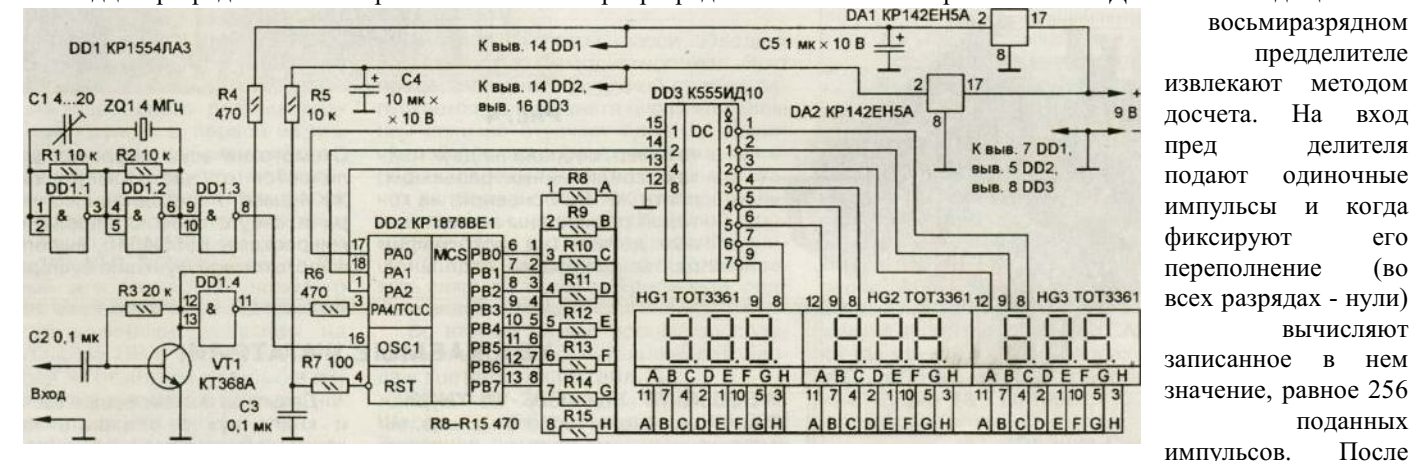
Д. БОГОМОЛОВ, г. Москва

Автор этой статьи Дмитрий Богомолов был первым, кто откликнулся на опубликованный в апрельском номере журнала за этот год призыв присылать нам описания приборов на PIC-контроллерах и микроконтроллерах. Миниатюрная конструкция, которую он показал в редакции, поразила своими характеристиками и, в частности, чисто радиолюбительским подходом, позволившим собрать на микроконтроллере с относительно невысоким быстродействием частотомер с верхней граничной частотой не менее 50 МГц. Кстати сказать, на базе этого частотомера Дмитрий разрабатывает цифровую шкалу для приемника с КВ диапазонами или для КВ трансивера.

Принцип работы описываемого прибора (как и других частотомеров) заключается в подсчете пришедших на его вход импульсов за фиксированный промежуток времени. Вот его основные технические характеристики: интервал измеряемой частоты сигнала от 1 Гц до 50 МГц при минимальном напряжении входного сигнала 0,5 В. Разрядность индикатора 8, что позволяет измерять высокочастотные сигналы с точностью до 1 Гц. Напряжение питания — 9 В, а потребляемый ток зависит от используемых индикаторов.

На рис. 1 показана схема частотомера В используемом микроконтроллере КР1878ВЕ1 шестнадцатиразрядный таймер-счетчик имеет восьмидесятибитный делитель и трехбитный счетчик переполнения, что в сумме составляет 27 разрядов. Таким образом, счетчик может считать до 134217727. Быстродействие микроконтроллера ограничено частотой 50 МГц. Это значение является максимальной измеряемой частотой сигнала. Секундный интервал отсчитывают с помощью программно организованных циклов, в которые также введена динамическая индикация показаний.

По окончании счета получить значение измеренной частоты простым опросом регистров можно только из шестнадцатиразрядного таймера-счетчика и трехразрядного счетчика переполнения. Данные, находящиеся в



этого двоичное число преобразуют в двоично-десятичное, а затем — в код семиэлементного индикатора. В нем гасят незначимые нули и при следующем измерении выводят на табло.

В устройстве применены три трехразрядных светодиодных индикатора повышенной яркости от АОНа. При их отсутствии можно применить любые другие светодиодные индикаторы на необходимое число разрядов, например, серии АЛС318. Аноды индикаторов через токоограничительные резисторы R8-P15 подключены к порту. В микроконтроллере Катоде соединены с выходами дешифратора DD3 К555ИД10, выходной ток которых в состоянии лог 0 может достигать 24 мА. Индикация идет справа налево, т.е. первый разряд — правый по схеме. Девятый разряд не подключен, однако при необходимости его можно использовать для вывода какой-либо служебной информации.

Для повышения стабильности генератор образцовой частоты выполнен на элементах DD1.1-DD1.3, питаемых от отдельного стабилизатора DA1. Программный способ отсчета времени измерения позволяет применять кварцевые резонаторы на любую частоту. Следует лишь изменить программные циклы, а это весьма просто, так как все инструкции в микроконтроллере выполняются за два такта. Верхнее значение образцовой частоты составляет 8 МГц, нижнее определяется тем, что выходной сигнал делителя синхронизируется сигналом тактовой частоты процессора и не может быть выше  $\frac{1}{4}$  —  $\frac{1}{12}$  ее значения в зависимости от типа процессора. К сожалению, в документации на микроконтроллер эти параметры не указаны. У похожего контроллера фирмы Microchip длительность входного сигнала не должна быть меньше четырех тактов процессора. Учитывая восьмидесятиразрядный делитель, определим минимальную образцовую частоту  $50\,000 \times 4 / 256 = 781,25$  кГц.

Частотомер собран на макетной плате размерами 30x72 мм. Соединения выполнены навесным монтажом проводом МГТФ.

Правильно собранный частотомер после включения должен показать на табло число 87654321 и затем перейти в режим счета, индицируя при отсутствии входного сигнала ноль в первом разряде. Если индикация отсутствует, следует проверить наличие сигнала образцовой частоты. Затем необходимо убедиться, что на входы дешифратора подается сканирующий код. Вход 8 микросхемы DD3 должен быть соединен с общим проводом, иначе ее выходы будут закрыты. Кроме того, можно попытаться выполнить внешний сброс, замкнув на время выводы конденсатора СЗ.

Для проверки можно подать на вход микроконтроллера сигнал с генератора образцовой частоты, соединив выходы элемента DD1.3 с входом DD1.4. На индикаторе высветится его частота, в нашем случае — 4 МГц. Калибруют частотомер

с помощью внешнего генератора. Нельзя подавать измеряемый сигнал непосредственно на вывод таймера микроконтроллера (РА4/TCLC) так как на этот вывод подается сигнал до счета. Чтобы предотвратить перегрузку и возможную порчу элементов устройства включен токоограничительные резистор R6.

Программа, управляющая микроконтроллером весьма проста ее легко модернизировать или дополнить новыми функциями. Коды программы приведены в таблице (в ячейках с адреса 0000 по 01FF записаны нули), а полный авторский вариант размещен на ftp сервере журнала по адресу: [ftp.pagu.ru/frequency/f\\_mic](ftp.pagu.ru/frequency/f_mic).

0200	15	80	00	00	02	00	55	80	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	0300	40	20	4A	20	74	43	07	60	88	A0	P5	04	0C	90	A7	06
0210	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	02	00	00	00	00	0310	06	60	80	A0	05	04	0C	90	A6	06	05	60	92	A0	B5	04
0220	3P	06	5B	4P	66	60	70	27	7P	6P	36	90	80	90	A2	90	00	00	0320	0C	90	A5	06	04	60	97	A0	95	04	0C	90	A4	06	E0	00	
0230	E7	90	10	90	5E	90	E7	90	16	80	7C	40	69	41	E9	40	00	00	0330	E1	00	E2	00	E3	00	E4	00	E5	00	E6	00	E7	00	34	2C	
0240	C3	48	A2	40	01	50	60	5E	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	0340	83	B0	0C	00	52	20	90	04	91	04	31	00	B2	04	B3	04	
0250	00	00	20	2C	24	B0	E7	90	21	2C	23	B0	22	2C	22	B0	00	00	0350	33	00	04	04	05	04	35	00	P6	04	P7	04	37	00	48	20	
0260	23	2C	30	B0	00	00	69	41	E9	42	0c	00	40	20	19	20	00	00	0360	01	40	02	40	E0	06	04	90	PA	90	17	04	C0	06	04	90	
0270	4A	20	03	20	69	43	E9	42	E9	42	09	41	09	40	09	40	00	00	0370	00	3B	PA	90	16	04	A0	06	04	90	PA	90	15	04	80	06	
0280	6A	43	EA	5P	EA	5P	0A	40	0A	40	0A	40	5C	42	P0	4B	00	00	0380	04	90	PA	90	14	04	60	06	04	90	00	3B	PA	90	13	04	
0290	5C	40	10	40	0C	40	10	40	00	44	C1	5E	E2	45	E3	54	00	00	0390	40	06	04	90	PA	90	12	04	20	06	04	90	PA	90	11	04	
02A0	04	40	05	40	06	40	07	40	0C	00	40	20	83	07	0C	2B	00	00	03A0	00	06	04	90	10	04	0C	00	E0	2B	01	44	04	40	01	10	
02B0	E3	29	23	00	23	28	A3	00	23	30	00	00	88	01	00	00	00	00	03B0	C1	02	E4	02	E0	07	0C	00	B5	60	05	00	E0	A0	75	30	
02C0	00	00	C8	01	40	20	00	40	7C	41	00	00	A1	07	PC	41	00	00	03C0	35	00	B5	60	05	00	E5	A0	75	30	35	00	0C	00	10	00	
0200	00	00	A2	07	39	3A	39	2A	20	2C	7C	41	00	00	A4	07	00	00	0300	12	00	48	20	52	20	05	26	1A	40	27	30	E7	2B	07	29	
02E0	00	60	74	A0	81	08	6A	A0	1C	40	04	40	05	40	06	40	00	00	03E0	05	42	E5	10	B9	04	06	4A	E6	10	86	02	0A	07	1A	00	
02P0	A7	40	80	00	E1	00	E2	00	E3	00	27	2C	79	B0	0C	00	00	00	03P0	18	00	0C	00	02	60	03	B1	E0	67	00	A1	E0	77	02	B1	
																				0400	00	40	03	81	22	30	0C	00								

Описание микроконтроллера КР1878ВЕ1 - в Интернете на сайте производителя [www.angstrem.ru](http://www.angstrem.ru). К сожалению, в документации имеются ошибки в цоколёвке микроконтроллера и описании компилятора TESSA. Вместо команд stc stz ctn, stie должны быть sic clz, cin die. При программировании микроконтроллера следует включить режим внутреннего генератора на частоту от 500 до 8000 кГц.

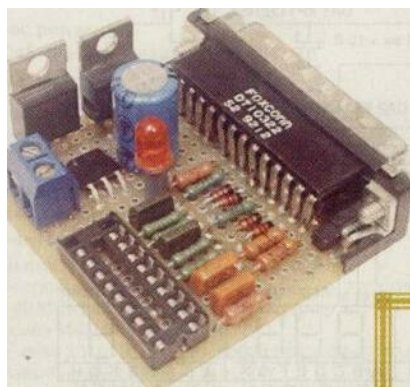
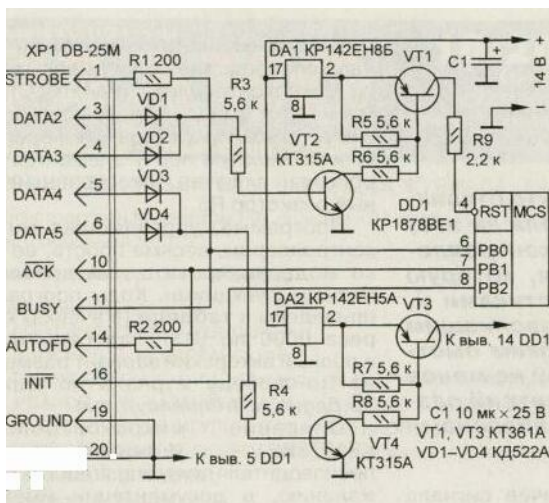
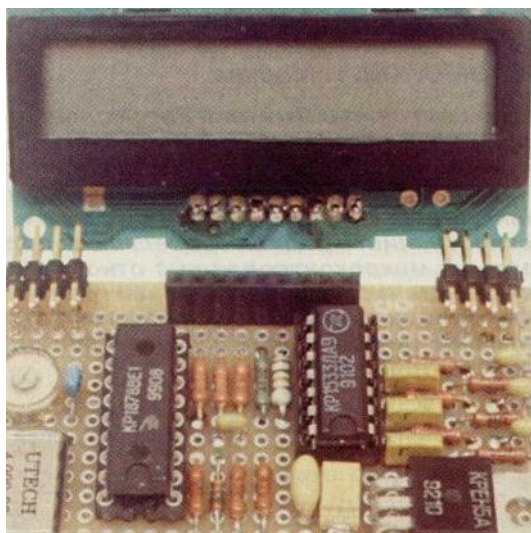


Схема простого программатора для КР1878ВЕ1, подключаемого к параллельному порту компьютера приведена на рис.2. Он собран на макетной плате размерами 42x52 мм. Все соединения выполнены проводом МГТФ. Внешний вид программатора показан на рис.3.



На рис.4 показан внешний вид макета цифровой шкалы для приемника с KV диапазоном или трансивера. Конструктивно шкала, как и частотомер, собрана на двух платах, соединенных разъемом ЖКИ и основной, на которой размещены все остальные детали (на фотографии платы показаны отдельно).

Схемотехнически цифровая шкала отличается от частотомера наличием ЖКИ вместо светодиодного индикатора и отсутствием ставшей ненужной микросхемы К555ИД10, выполняющей в частотомере функцию буфера.