

Частотомер на 1830BE31 (80C31)



- Пределы измерения 10 гц – 100 мгц
- Чувствительность 100 – 200 мв
- Время измерения 1 сек
- Внешний делитель 1/10
- Частота опорного кварца 5 – 12 мгц
- Количество разрядов индикатора ... 8
- Диапазон измерения отклонения +/- 10 мгц

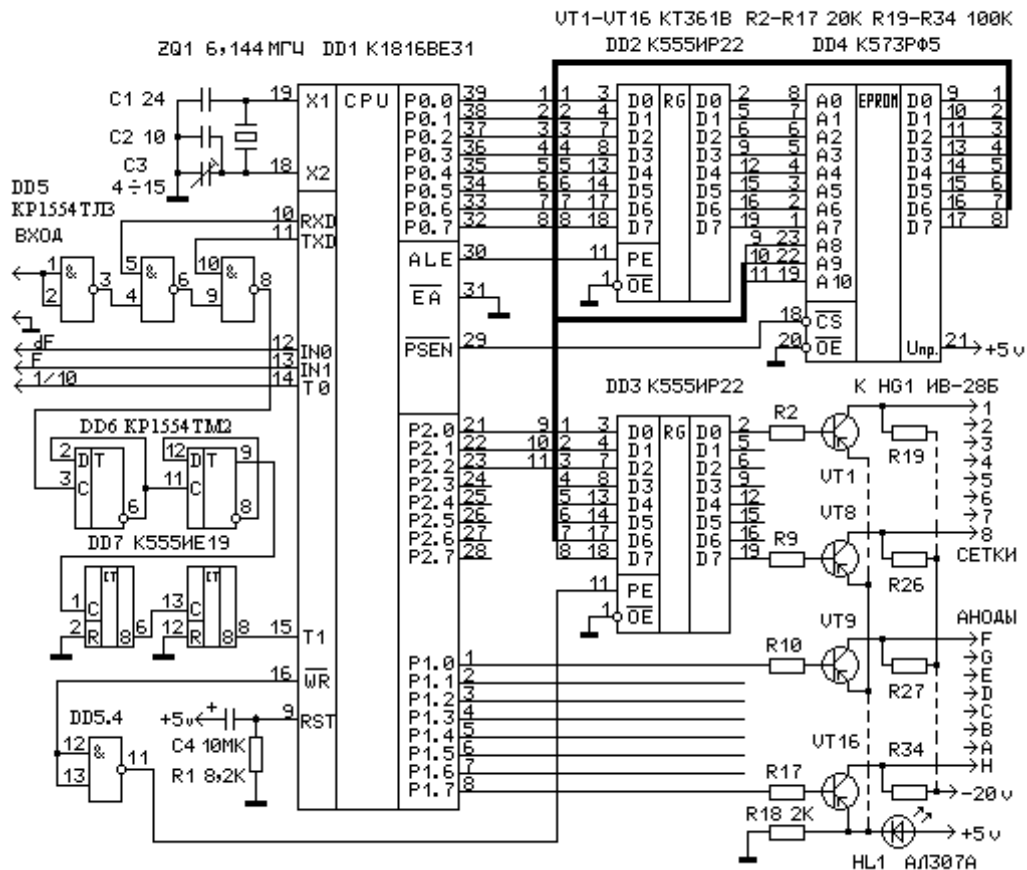
Этот частотомер был разработан в далеком 1994 году. В то время микроконтроллеры и компьютеры еще только начинали входить в нашу жизнь. Однако технические решения, заложенные в частотомер оказались настолько удачными, что в последующие годы послужили основой для нескольких разработок аналогичного назначения, а данный прибор даже выпускался каким-то кооперативом в виде радионабора (правда я об этом узнал много лет спустя и совершенно случайно). У многих радиолюбителей этот частотомер исправно служит до сих пор, его технические параметры ничуть не уступают многим, более поздним разработкам.

Первый, упрощенный, вариант прибора был

опубликован в журнале "Радиолюбитель" №11 за 1994г. После публикации я получил массу откликов, среди которых практически не было нареканий на качество работы прибора и трудности с наладкой. А в 2005 году "Радиолюбитель" вновь проявил интерес к этой разработке и напечатал полную версию описания (№4 и 5 за 2005г).

Для данного частотомера разработана программа "Новогодний сувенир", которая выводит на индикатор динамичные картинки. Так что, кроме всего прочего, он может украсить радиолaborаторию в Новый год. Несерьезно? Но ведь не секрет, что и компьютеры часто используются только как игрушки.

РИС.1 ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ЧАСТОМОМЕРА



Принцип работы частотомера - классический: измерение количества импульсов входного сигнала за фиксированный интервал времени. Таким интервалом выбрана 1 секунда, что обеспечивает точность отсчета 1 Гц. Этого вполне достаточно для большинства целей.

Принципиальная схема основного блока показана на рис. 1. Питание +5 В на все микросхемы подводится к выводу с максимальным номером. С общим проводом соединяется вывод с вдвое меньшим номером. Между цепями питания необходимо включить 2...3 блокировочных конденсатора 0,01...0,1 МК. Светодиод HL1 используется в качестве стабилитрона с напряжением стабилизации около 1,5 В. Это напряжение обеспечивает надежное запирающее ключевых транзисторов. Цепь С4, R1 необходима для сброса при включении питания.

Схемы входного формирователя и выносного пробника показаны на рис. 2. Пробник необходим для расширения возможностей прибора и устранения влияния емкости кабеля, т.к. входное сопротивление формирователя довольно низкое. Благодаря применению полевого транзистора входное сопротивление пробника около 500 К, выходное - 50...100 Ом. Коэффициент усиления - около 2, а полоса пропускания - до 100...150 МГц. Диоды VD1, VD2 защищают полевой транзистор от выхода из строя при попадании на вход высокого напряжения.

В настоящее время не составляет труда приобрести микроконтроллер с внутренней памятью программ 87C51 или AT89C51. В этом случае схема существенно упрощается, в нее нужно внести следующие изменения. DD5.4 исключается, его входы 12 и 13 нужно подключить к +5 В или к "земле". Вывод 11 DD3 также подключается к +5 В. Между P0.0 ... P0.7 и +5 В желательно включить подтягивающие резисторы 10 К, хотя, как показала практика, прибор нормально работает и без них. DD2, DD4 исключаются, DD3 тоже можно исключить, если нагрузочная способность порта достаточна для управления ключами индикатора (вакуумный индикатор). Вывод 31 DD1 отключается от "земли" и подключается к +5 В.

Программа для работы с внешним и внутренним ПЗУ имеет некоторые отличия.

Линии dF и F (выводы 12 и 13 DD1) подсоединяются к двум кнопкам на замыкание без фиксации, установленным на лицевой панели. Вторые контакты этих кнопок подсоединяются к общему проводу. При кратковременном нажатии на кнопку dF частотомер переходит в режим измерения нестабильности частоты. При этом на индикатор выводится разность между текущим значением частоты и тем, которое было в момент перехода в этот режим. В старшем разряде индицируется знак отклонения частоты, поэтому диапазон измерения отклонения составляет +/- 10 МГц.

При нажатии на кнопку F прибор возвращается в режим измерения частоты. Этот режим устанавливается и при включении питания.

Линия 1/10 (вывод 14 DD1) подсоединяется к свободному контакту входного разъема. Она предназначена для удобства работы при использовании внешнего СВЧ делителя на 10. На ответной части разъема распаивается перемычка между этим контактом и контактом, соединенным с общим проводом. Таким образом, при подключении внешнего делителя на 10, расширяющего диапазон измеряемых частот, эта линия соединяется с общим проводом. При этом соответствующим образом изменяется расположение десятичных точек на индикаторе.

При работе без СВЧ делителя, т.е. при измерении частот до 100 МГц, этот контакт должен оставаться свободным. С внешним СВЧ делителем цена младшего разряда - 10 Гц, а верхнее значение измеряемой частоты определяется быстродействием делителя, но не может превышать 1000 МГц. Диод VD3 в блоке питания (рис. 4) обеспечивает небольшое запирающее напряжение для исключения подсветки ненужных сегментов индикатора.

Для обеспечения электромагнитной совместимости поверх первичной обмотки трансформатора желательно проложить электростатический экран из медной фольги.

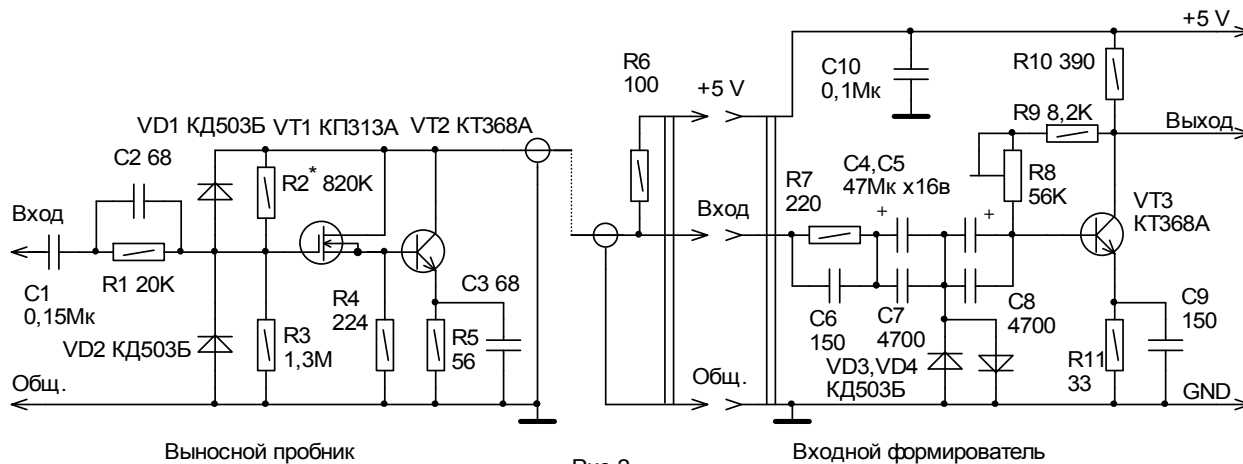


Рис.2

К частотомеру можно подключить и светодиодные индикаторы практически любого типа, у которых справа от цифры есть точка. Лучше, если цвет свечения будет красный, т.к. светодиоды другого цвета потребляют в 1,5...2 раза больший ток. На схемах 1 и 2, приведенных на рис. 5, показано подключение индикаторов с общим катодом, а на схемах 3 и 4 - с общим анодом. Необходимость установки диода, показанного пунктиром, определяется экспериментально. Он обеспечивает запираание транзисторов и исключает подсветку ненужных

сегментов. Рекомендуемый тип - КД105 или любой кремниевый с током не менее 300 мА. Транзисторы VT1-VT8 на схемах 2, 3, 4 типа КТ209 или другие кремниевые с током 300 мА, VT9-VT16 типа КТ361. На схеме 1 VT1-VT8 также КТ361. R2-R9 = 1...2 к, R10-R17 подбирают под конкретный тип индикатора в пределах 50 Ом – 1 к для достижения оптимальной яркости свечения сегментов.

Транзистор VT1 выносного пробника - полевой с изолированным затвором, канал n-типа и напря-

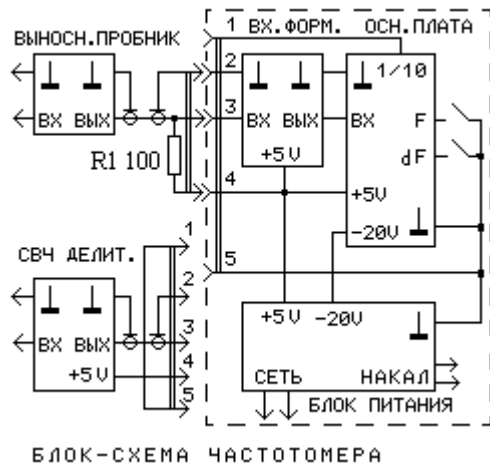


Рис. 3

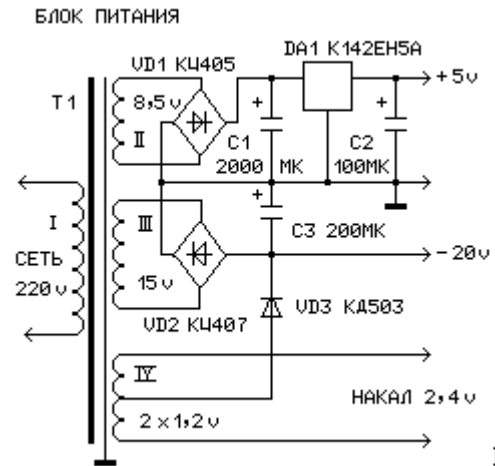


Рис. 4

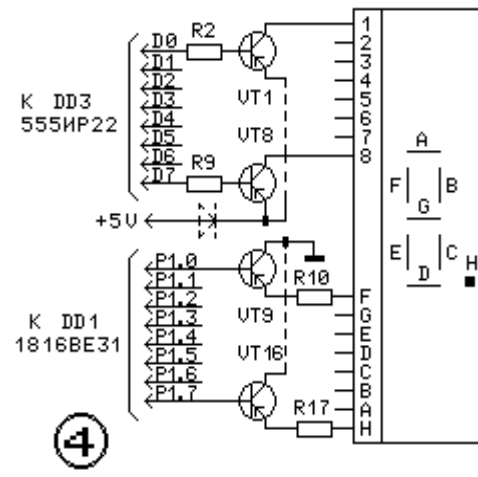
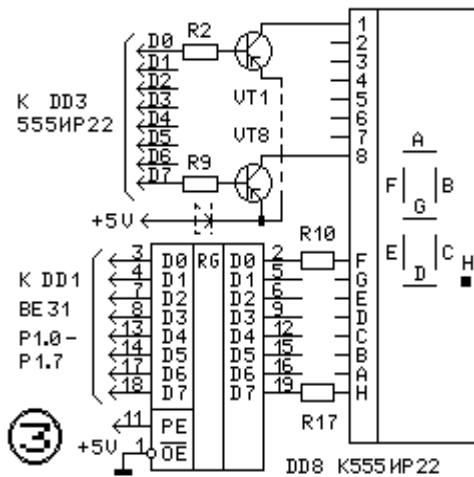
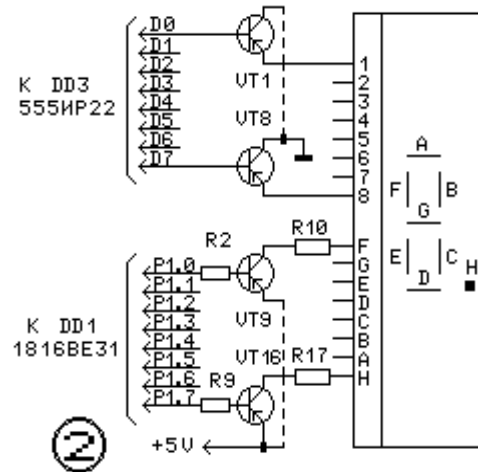
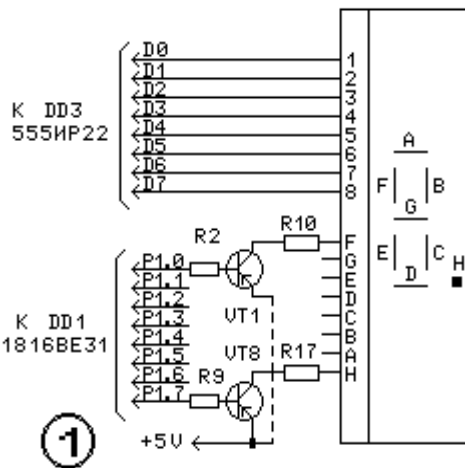


Рис. 5

жением затвор-исток 0...2 В при токе стока 5 ма – КП305А,Б,В; КП313А,Б. VT2 и VT3 – КТ316, КТ368 и др. с граничной частотой не менее 600 МГц. DD5 типа КР1554ТЛ3 или 74АС132, DD6 – КР1554ТМ2 или 74АС74. Можно использовать логику серии 74НС, но при этом верхняя рабочая частота не будет превышать 70 МГц. Неиспользуемые входы R и S DD6 следует подключить к +5 в. Применение ТТЛ аналогов в данной схеме нежелательно, т.к. это резко снижает верхнюю границу рабочих частот (до 10 ... 15 МГц). Резистор R1 монтируется непосредственно в штыревой части разъема ХР1.

Важной особенностью частотомера является то, что в нем можно использовать кварцевый резонатор на любую, самую "экзотическую" частоту в диапазоне 5...12 МГц. Оптимальным, на мой взгляд, является значение 6...8 МГц. Длительность интервала измерения определяется двумя константами - K1 и K2. Программа построена таким образом, что допускает многократную коррекцию этих значений.

Для наладки желательно воспользоваться поверенным частотомером. Вначале нужно измерить частоту генерации кварца в данной схеме. Для этого образцовый частотомер подключают через конденсатор емкостью несколько ПФ к выводу 18 или 19 DD1 (С3 - в среднем положении). Это можно

сделать без ПЗУ, т.к. кварцевый генератор запускается при подаче питания независимо от программы.

В данной схеме кварц возбуждается на частоте параллельного резонанса, а на кварцах, "сделанных в СССР" обычно указывалась частота последовательного резонанса, которая может отличаться на несколько килогерц. Поэтому при использовании старого кварца, если нет образцового прибора, можно принять для расчета значение частоты генерации от 1 КГц (для кварца 6 МГц) до 5 КГц (для кварца 12 МГц) выше того, что на нем написано. Например, для кварца 8 МГц при расчете следует принять частоту генерации около 8002000 Гц.

Затем задаемся значением K1 в пределах от 8 до 16 и рассчитываем K2.

$K2 = 7 + 65536 * (K1) - F/12$, где F - частота используемого кварца, Гц.

K2 может принимать значение от 0 до 65535, а K1 - от 1 до 255.

Если K2 получается отрицательным или больше 65535, задаемся другим значением K1 и повторяем расчет. И так до тех пор, пока не получится значение K2 в пределах от 0 до 65535. Полученные значения K1 и K2 переводим в шестнадцатиричную форму, например, с помощью калькулятора Windows. K2 следует округлить до ближайшего нечетного значения. **Именно нечетного!**

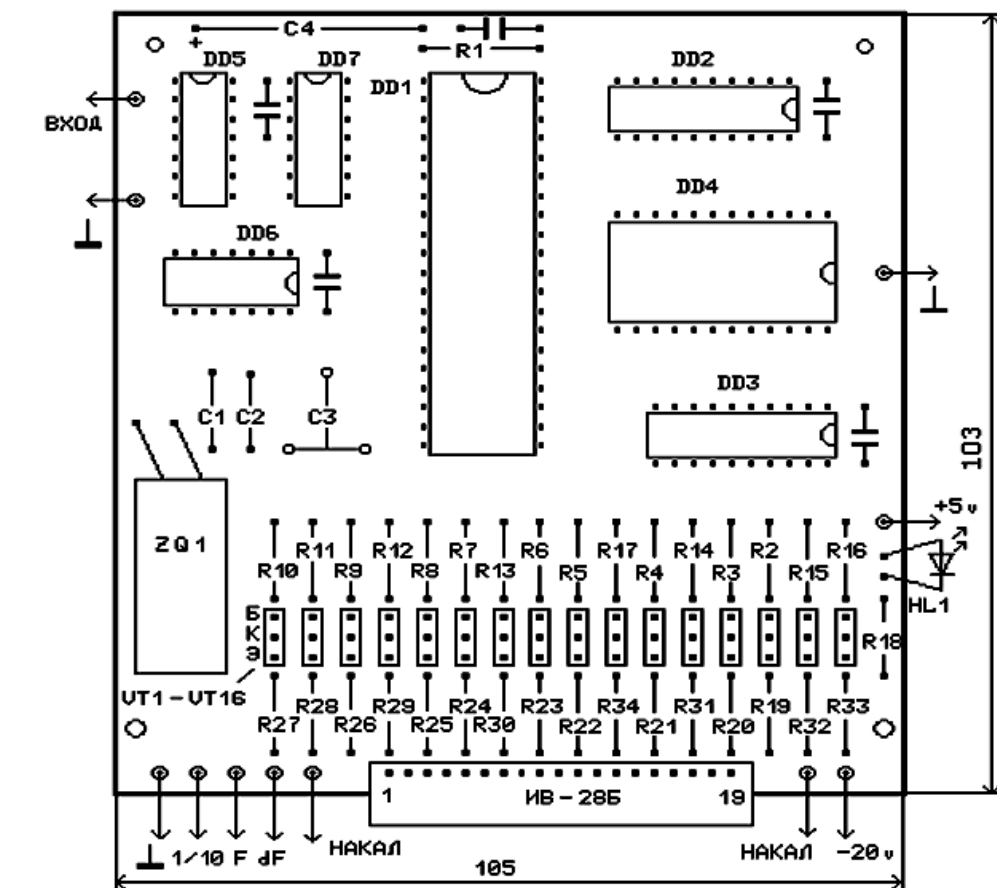
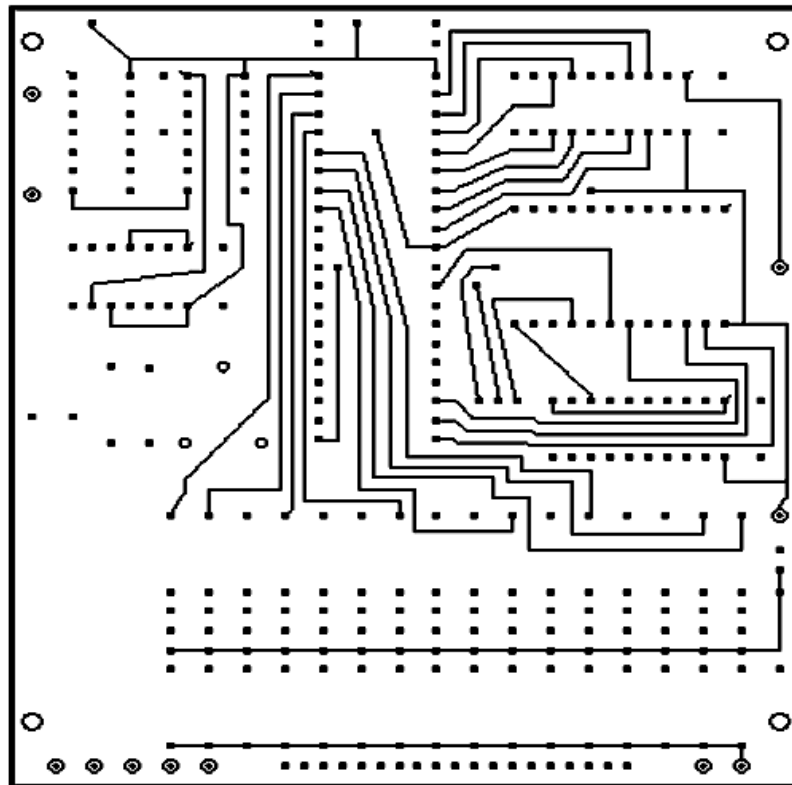
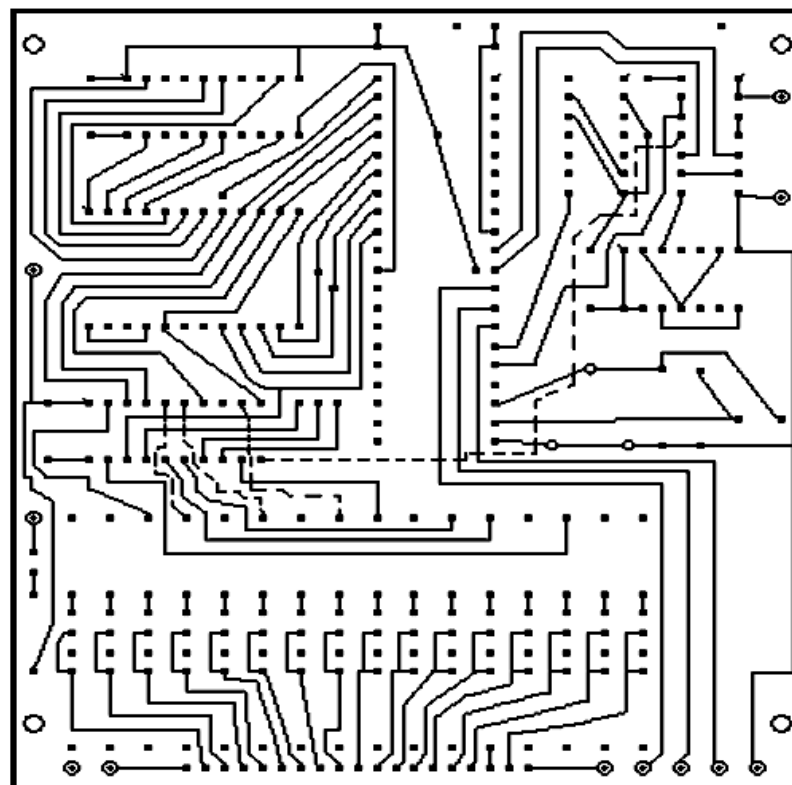


Рис. 6

ПЛАТА ЧАСТОТОМЕРА



ВИД СО СТОРОНЫ ДЕТАЛЕЙ



ВИД СО СТОРОНЫ МОНТАЖА
ПУНКТИРОМ ПОКАЗАНЫ ПРОВОЛОЧНЫЕ ПЕРЕМЫЧКИ

Рис. 7

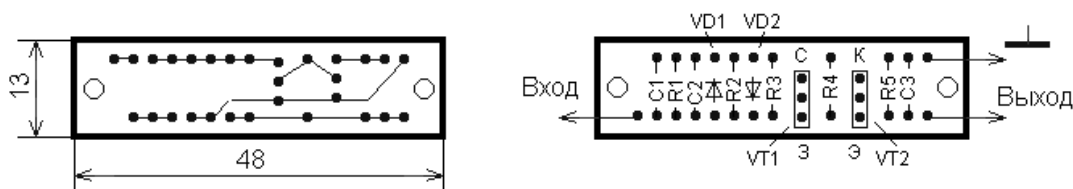


Рис. 8 Печатная плата выносного пробника

В авторском варианте для $F=6144600$ Гц $K2=12245 = 2FD5H$, $K1=8$. Константа $K1$ хранится в ячейке 01B1H, ячейке 01B1H, старший байт $K2$ - в ячейке 01B2H, младший байт $K2$ - в 01B3H.

Увеличение $K2$ на 1 приведет к уменьшению показаний прибора на 10...20 Гц для измеряемой частоты около 10 МГц (или на 1...2 Гц для частоты 1 МГц).

Резистором $R8$ входного формирователя (рис. 2) добиваются максимальной чувствительности прибора на высоких частотах. Напряжение на коллекторе $VT3$ должно быть при этом около 2,5 в. Настройка выносного пробника заключается в установке тока каждого транзистора около 5 ма. Их выставляют, подбирая $R2$. Напряжение на коллекторе $VT2$ должно быть +4 в.

После запуска и наладки прибора следует провести измерение частоты какого-либо генератора и сравнить показания с образцовым частотомером. Это измерение следует проводить на частоте не менее 10 МГц.

Если не удастся добиться одинаковых показаний вращением $C3$, придется скорректировать значения констант $K1$ и $K2$. При использовании однократно программируемых ПЗУ следует "забить" ячейки 01B1H, 01B2H, 01B3H нулями, а значения $K1$ и $K2$ записать, начиная с ячейки 01B4H в последовательности, указанной выше. Эту операцию можно проводить многократно.

Частотомер можно использовать не только по прямому назначению, но и как... Новогодний сувенир. Темп выполнения программы "Новогодний сувенир" определяется константой $K3$, хранящейся в ячейке 075AH для варианта программы с внешним ПЗУ K573PФ5. В программе для микроконтроллера с встроенным ПЗУ $K3$ хранится в ячейке 045AH. Она рассчитывается по эмпирической формуле:

$K3 = 13,3 * F$, где F - частота используемого кварца, МГц.

Особой точности здесь не требуется, вычисленное значение следует округлить до целого числа и перевести в шестнадцатичную форму. Например, для $F=12$ мгц $K3=0A0H$, для 10мгц - 085H, а для 6,144мгц - 052H. В ячейках 075BH и 075CH для варианта с внешним ПЗУ или 045BH и 045CH для встроенного ПЗУ записан в двоично-десятичной форме наступающий Новый год. Информацию в трех перечисленных ячейках можно корректировать, "забивая" их нулями и записывая новые значения в последующих. Важно только соблюдать порядок - сначала $K3$, затем 2 старшие цифры года и 2 младшие цифры года. Допустимо корректировать только год, оставляя $K3$ неизменной.

При использовании частотомера по прямому назначению программа "Новогодний сувенир" никак себя не проявляет и запускается, только если включить питание при нажатой кнопке "dF". На индикаторе в этом случае появляется год, записанный в ПЗУ. Если удерживать кнопку нажатой более 2 сек, начинается счет лет - 1997, затем 1998 и т. д. Дождавшись нужной даты следует отпустить кнопку, после этого запускается программа, выводящая на индикатор несколько последовательно сменяющихся друг друга динамичных картинок.

Каких? Сделайте - увидите!

Прошивки для 573PФ5, AT89C51 и другие дополнительные материалы к этой конструкции можно загрузить с сайта автора по адресам:

<http://ra4nal.qrz.ru>
<http://ra4nal.lanstek.ru>
<http://ra4nalr.tut.ru>

Разработка 1994 г.

Коммерческое использование с согласия автора. Перепечатка со ссылкой на первоисточник.