

**Ростовская область
Муниципальное бюджетное образовательное
учреждение дополнительного образования
станция юных техников г. Шахты.**

**Проект
Измерительно-диагностический комплекс**

Автор:

Угрюмов Иван - 9 класс

Руководитель:

педагог дополнительного образования Колегаев И.Б.

г.Шахты

2015

Измерительно-диагностический комплекс.

Оглавление

1. Введение.
2. Техническое обоснование.
3. Схемы и платы приборов.
4. Технические характеристики.
5. Заключение.
6. Литература.
7. Используемые программы.
8. Иллюстрации.
9. CD-диск с полной документацией.

1. Введение.

Наш кружок оснащён всем необходимым для работы оборудованием. В лаборатории имеются разные станки, индивидуальные рабочие места, оснащённые паяльными станциями и диагностическими приборами, оргтехника и широкая элементная база. Но всё это не подарок судьбы. Рабочие места, приборы и компьютерную технику наши кружковцы выиграли на всероссийских выставках, слётах и конкурсах. Благодаря этому, работа в кружке приносит большое удовольствие, а соответственно и высокие результаты собственного труда. В настоящее время купить можно всё, но ничто не сравнится с полученным удовольствием от того, когда схема, нарисованная на листе бумаги, воплощается в реально работающее устройство! Всё это только радует, но ни у одного из нас, кружковцев, дома таких условий для творчества просто нет. Например, хороший мультиметр стоит порядка 8000 рублей, а уж многоканальный осциллограф с памятью – около 80000 рублей. В связи с этим нам с другом пришла идея, собрать для себя единый измерительно-диагностический комплекс, в котором мы решили объединить десяток самых необходимых для работы приборов.

Посоветовавшись, мы решили изготовить:

1. Блок питания на три фиксированных напряжения;
2. Регулируемый блок питания;
3. Вольт-ампер-метр;
4. Частотомер;
5. Часы с календарём и термометром;
6. Таймер обратного отсчёта времени;
7. Генератор низших частот;
8. Секундомер;
9. ИК-тестер;
10. Двухточечный термометр;
11. РС-декодер.

2. Техническое обоснование.

Все схемы мы изготавливали на базе микроконтроллеров: PIC16F628A, PIC12F629, PIC12F675, PIC16F877A, PIC16F628A, AT90S2313, а также, с применением микросхем LM386, LM317, DS18B28, DS1307, 7805, 7809, 7812. Для вывода информации мы использовали жидкокристаллические индикаторы: LCD8X2, LCD16X2, LCD20X2, ж\к дисплей от телефона Nokia-3310 и семисегментные светодиодные индикаторы.

Блок питания.

Блок питания – это самый необходимый в работе прибор. Нашу схему мы собрали на стабилизаторах постоянного напряжения 7805, 7809, 7812, которые стабилизируют входное напряжение в +5, +9 и +12 вольт соответственно. Максимальный ток нагрузки каждого стабилизатора составляет 1,5 ампера.

Регулируемый блок питания собран на стабилизаторе LM317, который позволяет получать на выходе регулируемое напряжение от 0 до 20 вольт. Выходной транзистор TIP147 может выдерживать ток нагрузки до 3 ампер. Напряжение регулируемого блока питания можно контролировать на вольтметре прибора.

Все стабилизаторы и выходной транзистор блока питания укреплены на теплоотводном радиаторе с принудительным охлаждением.

Вольт-ампер-метр.

Вольт-ампер-метр собран на базе микроконтроллера PIC12F629 с внутренним генератором и аналого-цифровым преобразователем. Падение тока на шунте сопротивлением 0,01 Ом замеряется на операционном усилителе LM386. Сигнал с входного делителя вольтметра преобразуется в цифровой эквивалент с помощью АЦП контроллера. Вольтметр может замерять входное напряжение в пределах от 0 до +99,9 вольт с шагом 0,1 В. Амперметр замеряет ток нагрузки в диапазоне от 0 до 9,9 А с шагом 0,1 А. Результаты измерения выводятся на ж\к дисплее LCD8x2 в 2 строки по 8 символов.

Частотомер.

Частотомер необходим при настройке схем для замера частоты сигнала. Мы собрали частотомер на базе МК PIC16F628A с внешним кварцевым резонатором на 4 мГц. В приборе мы применили три времени счёта входных импульсов: 0,1 сек, 1 сек и 10 секунд. Чем больше времени счёта, тем точнее измеряется входная частота. При включении питания по умолчанию устанавливается время замера частоты 1 секунда. За время, отведённое для замера, подсчитывается количество входящих импульсов и это число преобразуется в десятичное значение, которое выводится на ж\к дисплей LCD16x2 в 2 строки по 16 символов. Диапазон измеряемых частот – от 1Гц до 66 мГц.

Часы с календарём и термометром.

Для контроля времени и даты мы собрали часы с календарём. Уж часы не собирал у нас, пожалуй, только лентяй. Схема собрана на базе МК AT90S2313 с внутренним генератором. До этого мы программировали только PIC-микроконтроллеры, поэтому часы на AT – это наш первый опыт. Работают часы следующим образом: из тактовой частоты 32768 Гц, путём деления получаем импульсы 1 Гц. Далее идёт обычное сложение до 60 (сек) с прибавлением 1 к минутам и так же к часам. По истечении суток в 00:00:00 к дате прибавляется 1 и т.д. Нам не понравилось то, что при отключении показания сбрасываются. И тогда мы решили включить в схему микросхему реального времени LM1307. Программу пришлось переписать, потому что в LM1307 ход времени сформирован. LM подпитана 3-х вольтовой батареей «таблеткой». Информация о времени передаётся на микроконтроллер по двухпроводной шине I2C (этот процесс подробно описан в интернете). При самом первом включении схемы время и дата вводятся с помощью кнопок и затем, при отключении питания часы продолжают отсчитывать время внутри LM1307. В моменты прерывания работы контроллера информация о времени и дате выводится на ж\к дисплей LCD16x2. Поскольку вторая строка у нас оказалась не задействована, мы решили дописать программу термометра на базе термодатчика DS18B20. Один раз в секунду контроллер обращается к датчику и получает на его выходе 12-битный последовательный двоичный код, соответствующий температуре в настоящий момент времени. Этот код в программе преобразовывается в десятичный эквивалент и выводится на дисплей в виде показания температуры. Термометр можно использовать для термоконтроля различных схем, поэтому датчик мы сделали выносной.

Таймер обратного отсчёта времени.

Иногда для проверки характеристик схемы бывает необходимо проверить её рабочие параметры через какое-то определённое время. Для этого в нашем приборе мы решили сделать таймер обратного отсчёта времени. Таймер собран на базе МК PIC16F628A с внешним кварцевым резонатором на 4 мГц. Принцип работы таймера такой же, как и у часов, но только отсчёт ведётся в обратную сторону. Сначала с помощью кнопок вводится необходимое время срабатывания таймера, от 1 сек до 24 часов. При нажатии на кнопку «старт» таймер начинает отсчитывать время. При значении времени 00:00:00 счёт останавливается и срабатывает реле. Свободно разомкнутые и свободно замкнутые контакты реле выведены на лицевую панель прибора. Их можно использовать по своему усмотрению. Контакты реле рассчитаны на нагрузку по току до 5 ампер. Установленное время отсчёта сохраняется в памяти контроллера и при очередном запуске таймера отсчёт начинается с установленного значения. При желании время отсчёта можно изменить. Во время прерывания работы контроллера показания времени выводятся на ж\к дисплей LCD8x2 в 2 строки по 8 символов.

Генератор низших частот.

Для настройки цифровых и аналоговых схем часто бывает необходим генератор низших частот. Мы собрали его на базе МК PIC16F628A. Из основной тактовой частоты микроконтроллера мы выдели частоты 1 Гц, 10 Гц, 100 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 100 кГц, которые поочерёдно подаются на выход генератора при нажатии кнопки выбора частоты. Для визуального контроля выбранной частоты включаются соответствующие ей светодиоды. Выходную частоту можно одновременно видеть на частотомере прибора.

Секундомер.

В нашем приборе мы решили изготовить секундомер для замера коротких отрезков времени. Секундомер изготовлен на базе МК PIC16F628A с внутренним генератором. В отличие от схемы часов, из тактовой частоты контроллера выделены импульсы в 1 миллисекунду для того, чтобы секундомер мог замерять десятые доли секунды. Секундомер работает от одной кнопки, с помощью которой начинается отсчёт времени, счёт останавливается и производится сброс до 00:0. Показания секундомера выводятся на семисегментный трёхзначный светодиодный индикатор. Для

экономии потребляемой схемой энергии информация выводится на индикатор в динамическом режиме.

ИК-тестер.

ИК-тестер – это прибор, позволяющий проверять работоспособность пультов дистанционного управления. Он собран на базе МК PIC12F629 с внутренним генератором. При попадании на фотоприёмник инфракрасных кодовых посылок с пульта срабатывает световой и звуковой сигнал. Это гораздо удобнее, чем проверять работу пультов через видеокамеру. Практика показала, что тестер «видит» сигнал с ИК-пультов от любой бытовой аудио-видео аппаратуры, а также, от диммеров электроосвещения.

Двухточечный термометр.

Термометр собран на базе МК PIC16F628A с внутренним генератором. Он имеет два термодатчика DS18B20, которые опрашиваются поочерёдно два раза в секунду. Принцип работы термометра такой же, как и в первом варианте. Один из датчиков показывает температуру в помещении, а второй (выносной) температуру на улице. Термодатчики – это цифровые устройства, а поэтому выносные датчики можно располагать в 5 и более метрах от схемы. Но при расстоянии более 5 метров желательно использовать витую пару или экранированный кабель. В схеме термометра мы решили применить ж\к индикатор от сломанного телефона Nokia-3310. Принцип отображения информации на этом дисплее достаточно подробно описан в интернете. Дисплей имеет графическое расширение 84x48 точек или 6 строк по 14 стандартных символов. Причём, размер символов можно изменять программно.

РС-декодер.

РС-декодер – это наше изобретение. Этот прибор придуман, разработан и изготовлен в нашем кружке. Аналогов у него нет. Идея создания этого прибора появилась после того, когда мы заметили неспособность младших начинающих кружковцев пользоваться таблицами для определения сопротивлений резисторов с цветовыми метками и определения ёмкости керамических конденсаторов с кодовыми обозначениями. Причина этого проста – они элементарно ещё не знают таблицу умножения и уж тем более, не умеют считать до миллиона и больше.

Вот пример вычисления сопротивления резисторов по цветовой таблице:

Таблица цветовых кодов резисторов.

Цвет кольца или точек		Первая цифра	Вторая цифра	Множитель		Допуск, %
Черный		-	0	*1	1	-
Коричневый		1	1	*10	10	1%
Красный		2	2	*100	10 ²	2%
Оранжевый		3	3	*1.000	10 ³	-
Желтый		4	4	*10.000	10 ⁴	-
Зеленый		5	5	*100.000	10 ⁵	0,5%
Голубой		6	6	*1.000.000	10 ⁶	0,25%
Фиолетовый		7	7	*10.000.000	10 ⁷	0,1%
Серый		8	8	*100.000.000	10 ⁸	0,05%
Белый		9	9	*1.000.000.000	10 ⁹	-
Золотистый		-	-	*0,1	10 ⁻¹	5%
Серебристый		-	-	*0,01	10 ⁻²	10%

Пример определения номинала резистора.



Типичный пример резистора 1к0, маркированного четырьмя цветовыми кольцами. Значение резистора всегда кодируется в Омах.

Слева направо: Коричневый (1), Чёрный (0), Красный (множитель *100), Серебристый (допуск 10%).
Записываем: 10*100. Считаем: 10 * 100 = 1000 **Ом.** = 1 кОм.

На примере дан резистор сопротивлением 1 кОм. А если это будет резистор 9,1 мОм, то получим результат:

белый (9), коричневый (1), зелёный (5), золотистый (допуск 5%)

Записываем: 91*100000 = 9100000. Ом = 9,1 мОм

Возьмём керамический конденсатор с кодом 684. Это означает, что его ёмкость составляет 68 и 4 нуля, то есть, 680000 пикофард = 0,68 мкф.

Эти вычисления могут вызвать затруднение даже у взрослого электронщика. Именно поэтому мы и решили создать прибор, который при

нажатии нескольких кнопок тут же выдаст на дисплей номинал резистора или конденсатора.

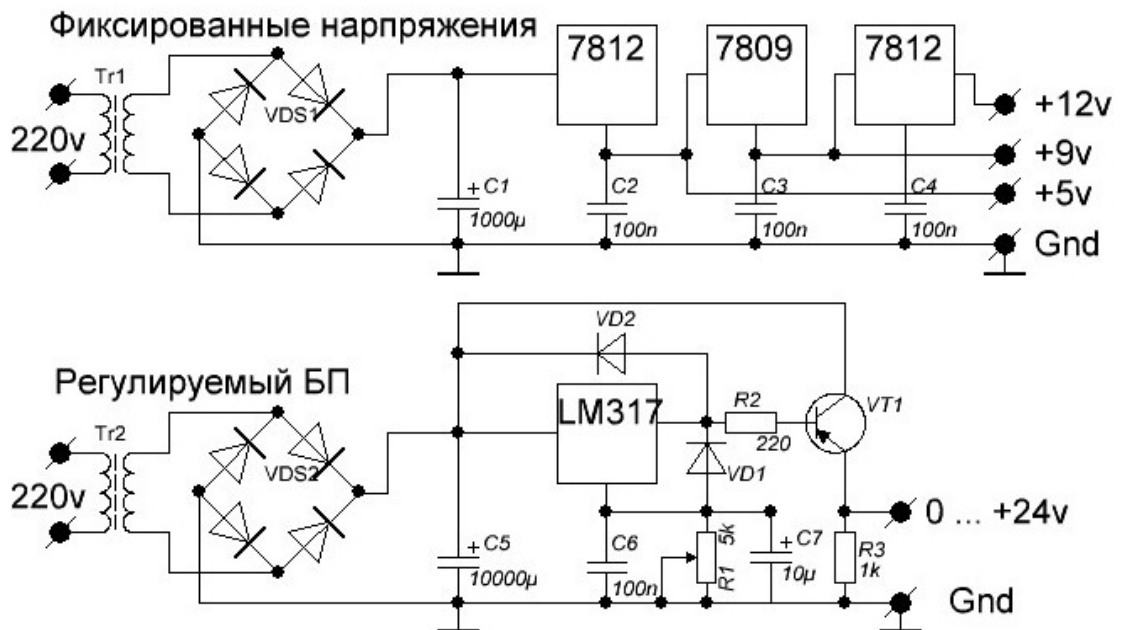
Сначала мы выбрали контроллер, у которого было достаточно для схемы портов ввода вывода. Первым делом в программе LayOut была нарисована плата декодера, а потом, соответственно ей в программе SPlan принципиальная схема. В программе FlowCode мы составили алгоритм работы программы. При моделировании в FC нет необходимости в знаниях языков программирования. Алгоритм складывается из набора инструментов и можно визуально контролировать ход выполнения программы.

Мы определили необходимые переменные и расположили их в соответствующих местах дисплея. В программе две подпрограммы: одна для определения сопротивления резисторов, вторая - для определения ёмкости конденсаторов. При выборе первой подпрограммы кнопками вводятся цветовые обозначения резистора. На дисплее при этом выводятся названия цветов. Когда цвета введены, на дисплее получаем сопротивление резистора с процентом допустимого отклонения. Во второй подпрограмме вводятся три цифры кода конденсатора. После этого на дисплей выводится ёмкость конденсатора, соответствующая его коду.

После отладки программы модель компилируется в HEX-формат для прошивки микроконтроллера. Одновременно с этим мы получаем исходник программы на языке C (Си) Ass (Assembler). Программирование производится в программе PicKit2 на самодельном программаторе с таким же названием. Перед программированием контроллера проставляются необходимые биты конфигурации. В нашем случае это биты: HI – внешний кварц, PWRTEN – разрешение работы внутреннего таймера и BOREN – работа при пониженном напряжении питания (до +3 вольт). После сборки устройство заработало сразу.

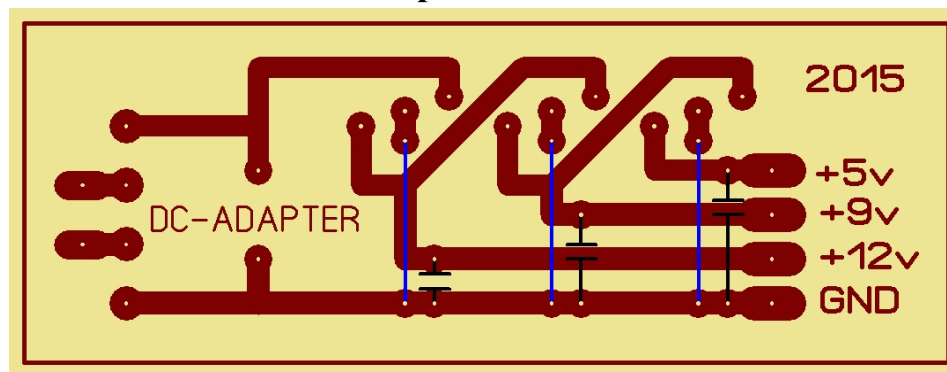
3. Схемы и платы приборов.

Блок питания.

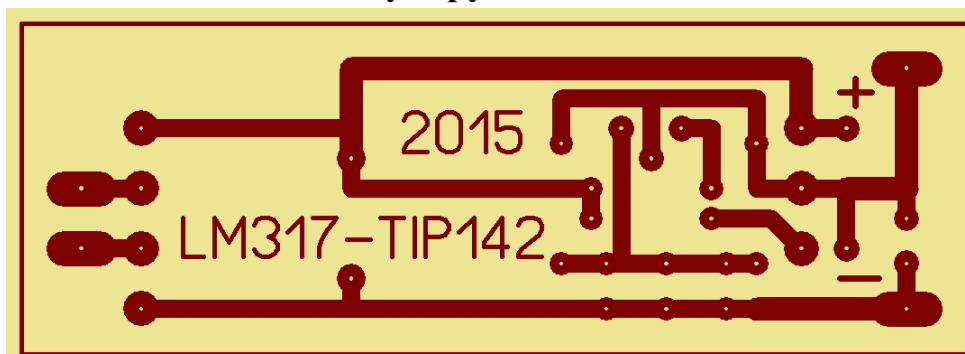


Платы.

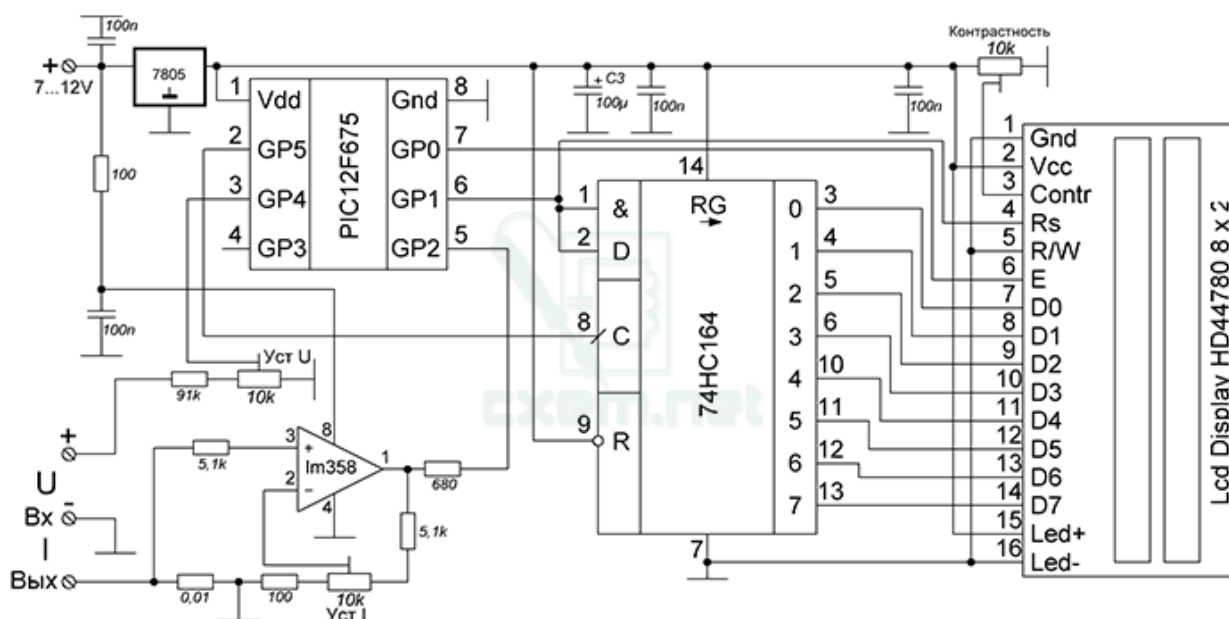
Фиксированный БП.



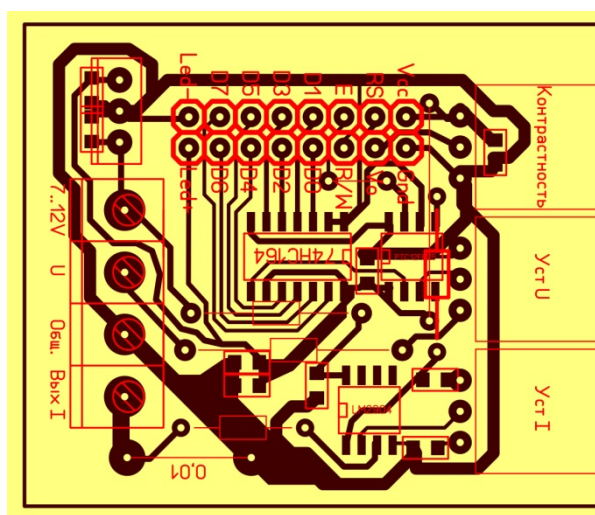
Регулируемый БП.



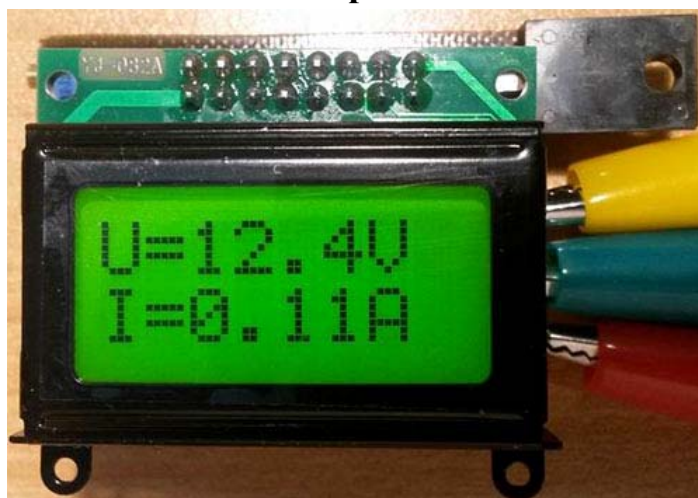
Вольт-Ампер-метр.



Плата.

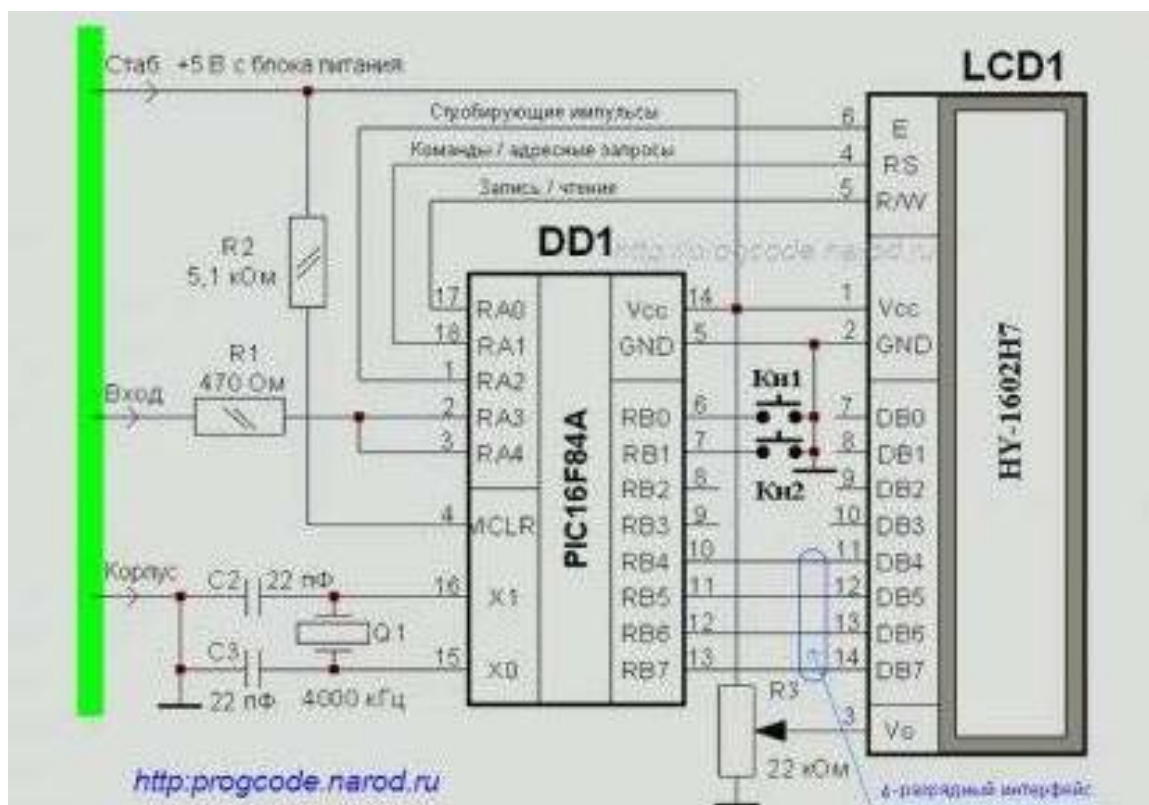


Индикатор LCD-8x2.

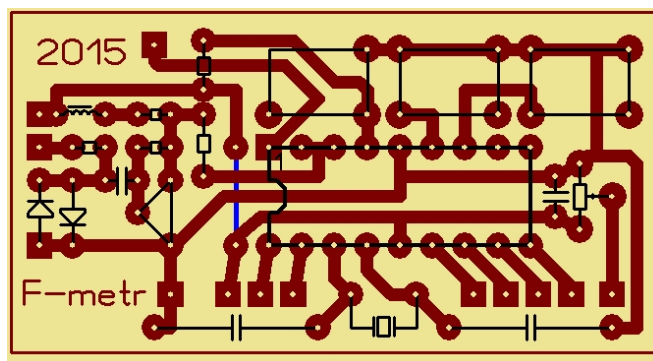


Частотомер.

Схема.



Плата.

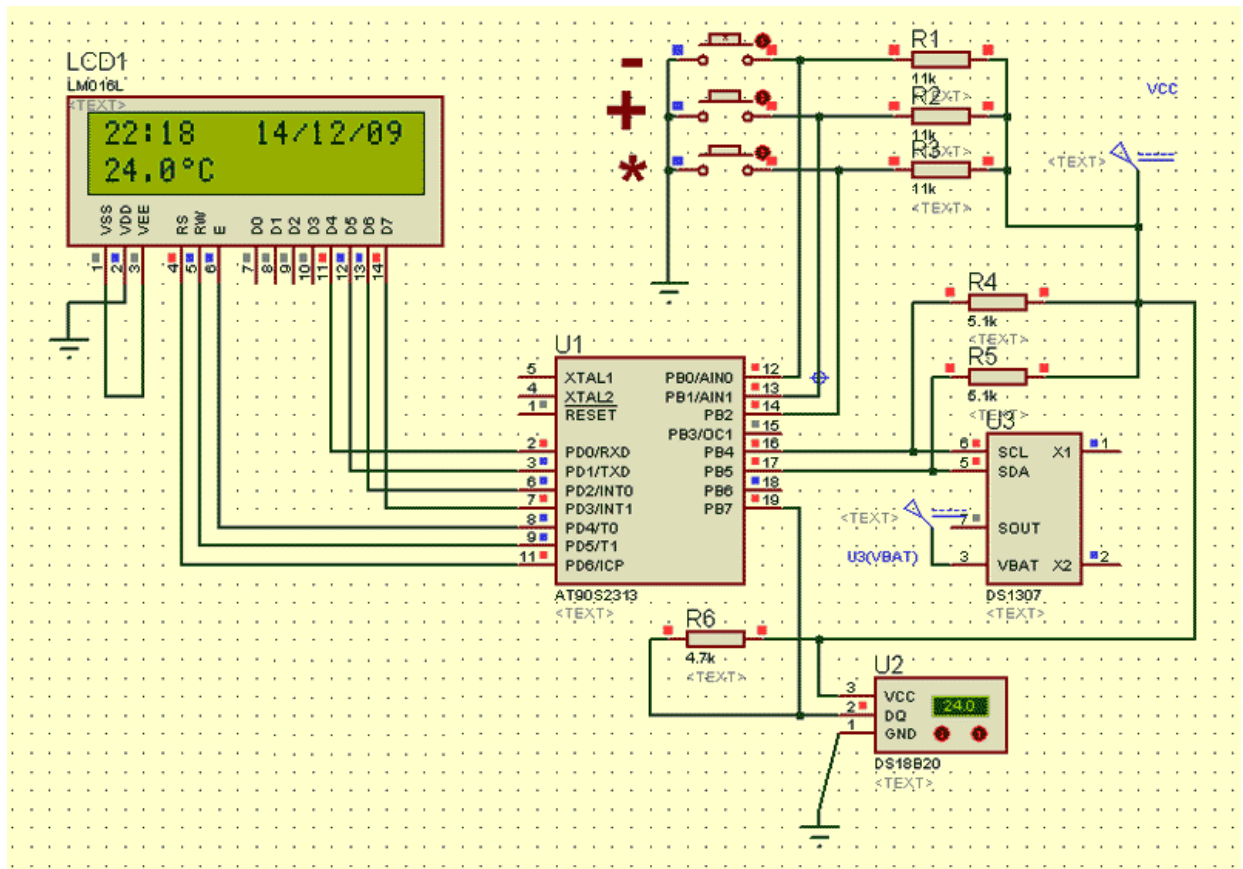


Индикатор LCD-16x2.



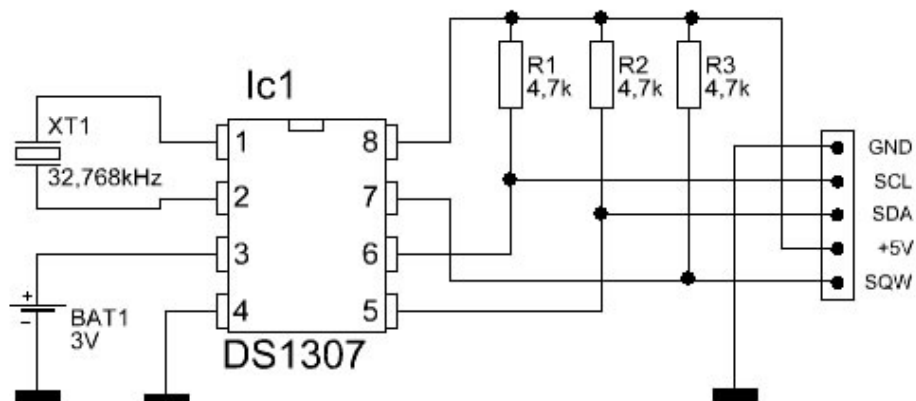
Часы с календарём и термометром.

Схема.

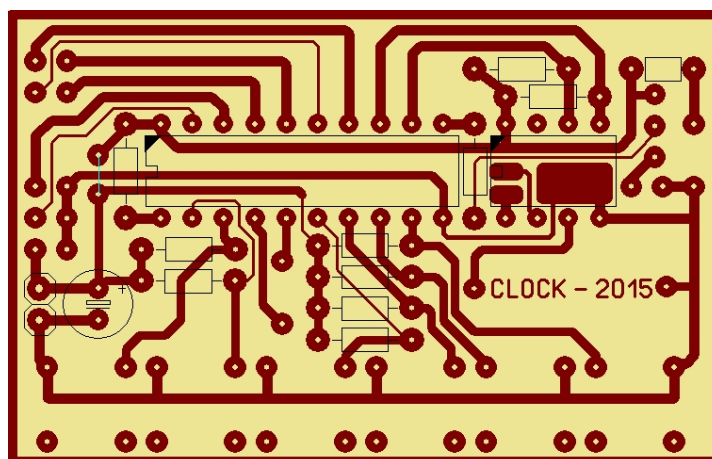


Часы реального времени.

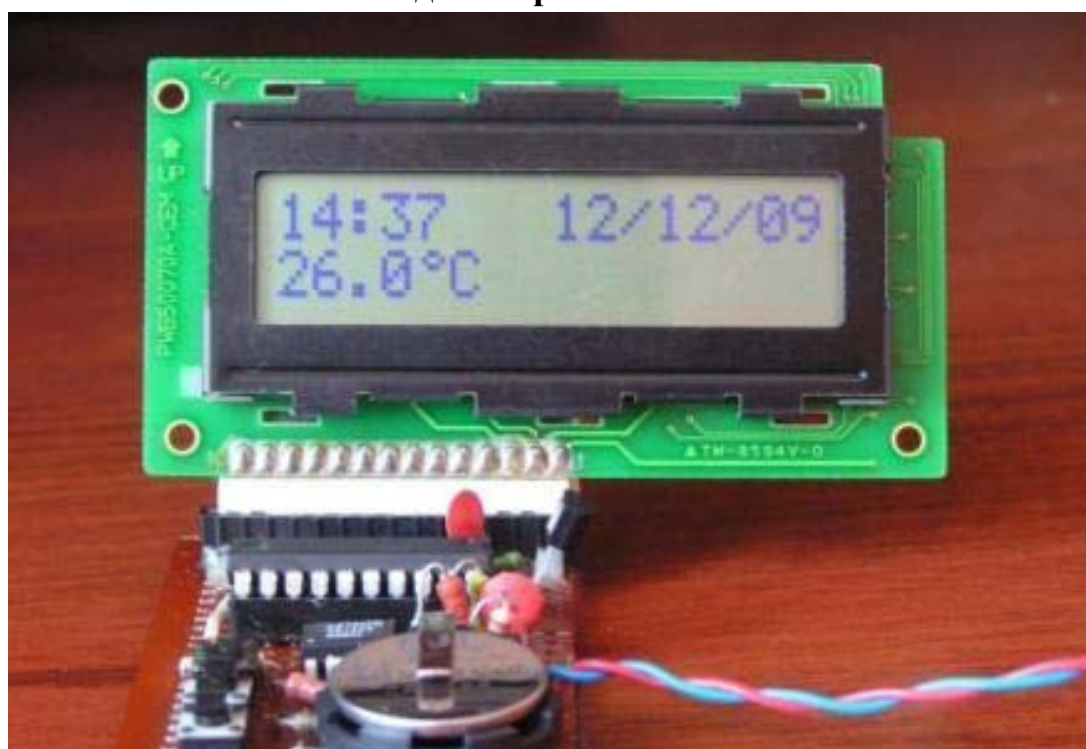
Схема модуля часов реального времени DS1307



Плата.



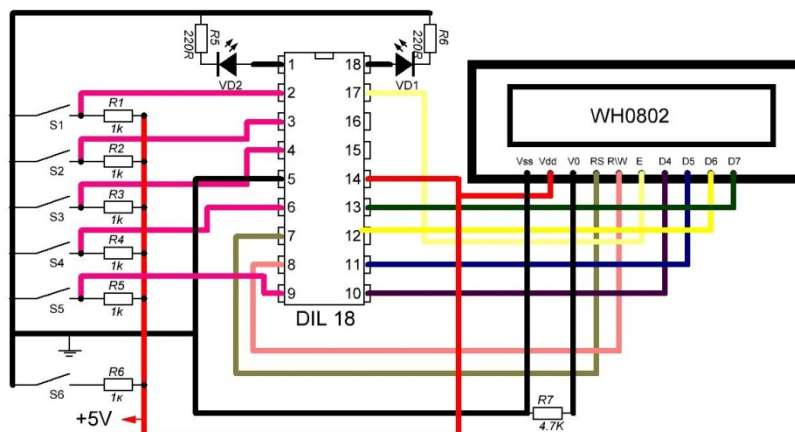
Индикатор LCD-16x2.



Таймер.

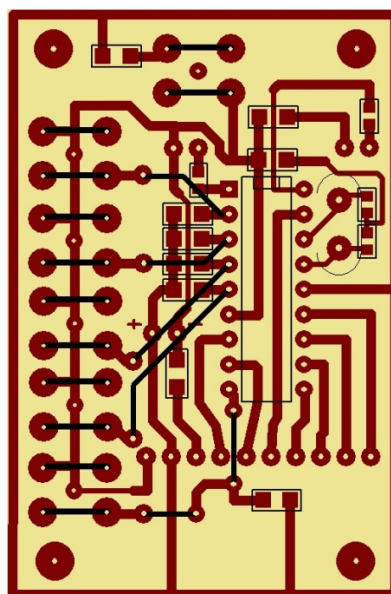
Схема.

При монтаже индикатора смотрите выводы питания 1 и 2 бывает по разному расположены!!!!



88222.50

Плата.

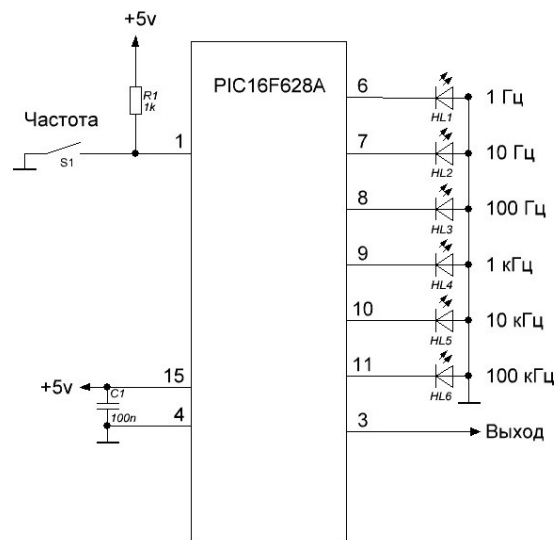


Индикатор LCD 8x2.

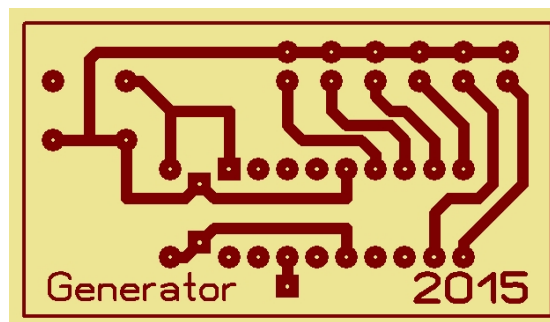


Генератор НЧ.

Схема.

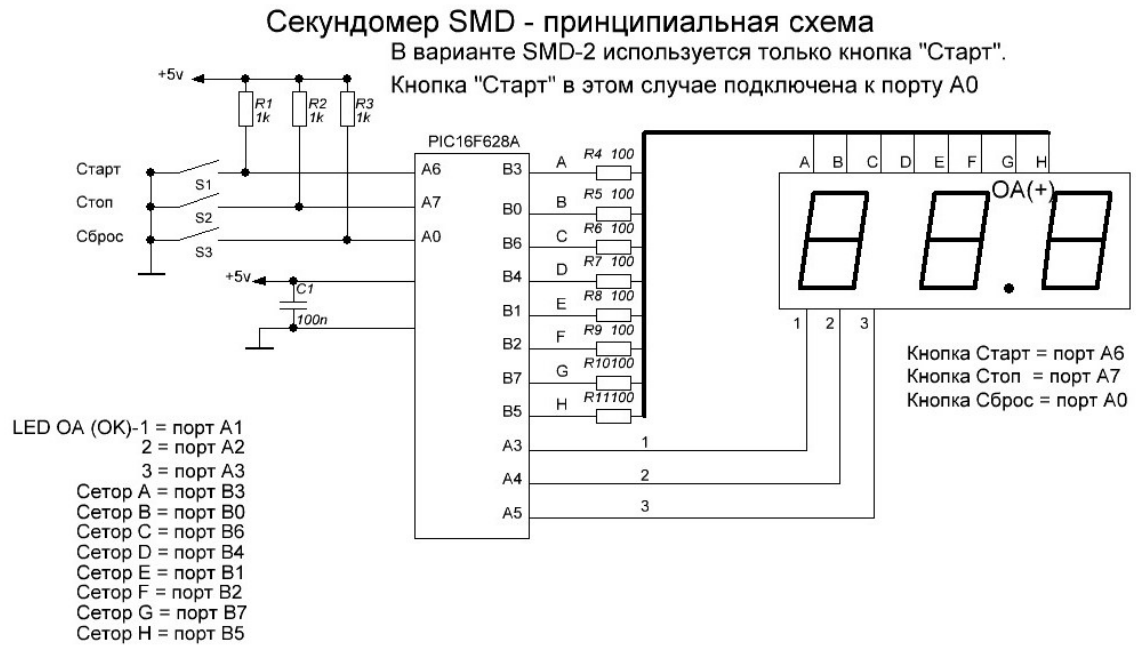


Плата.

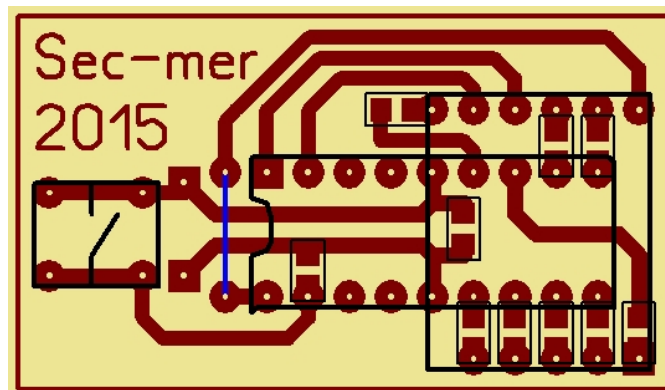


Секундомер.

Схема.



Плата.

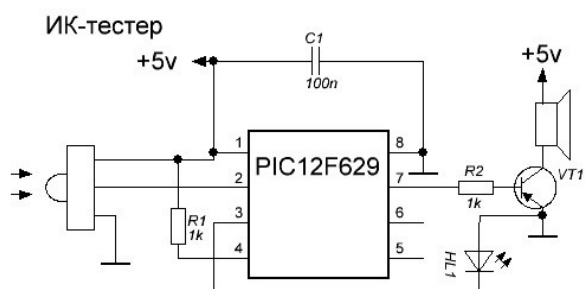


Индикатор.

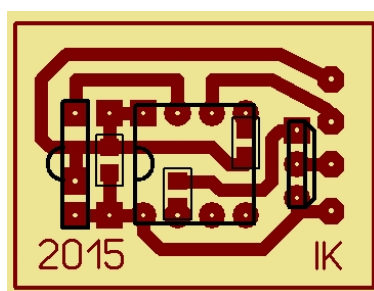


ИК-тестер.

Схема.

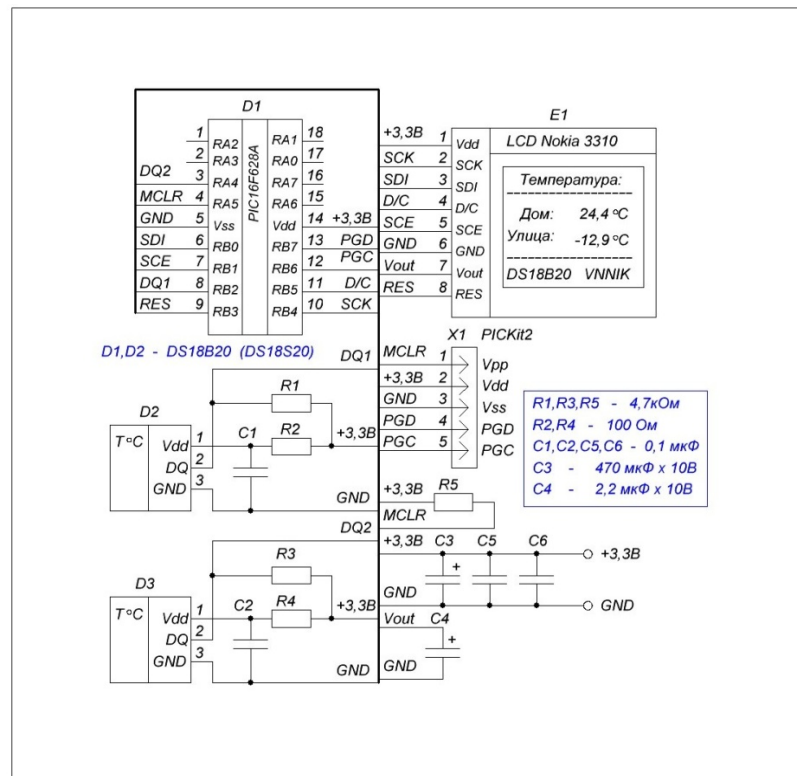


Плата.

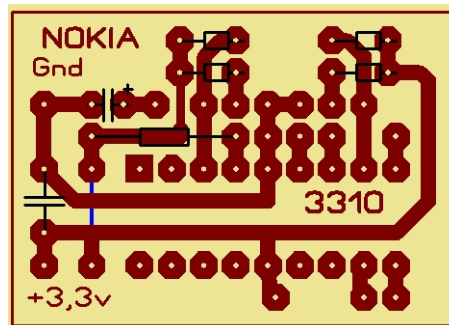


Двухточечный термометр.

Схема



Плата.



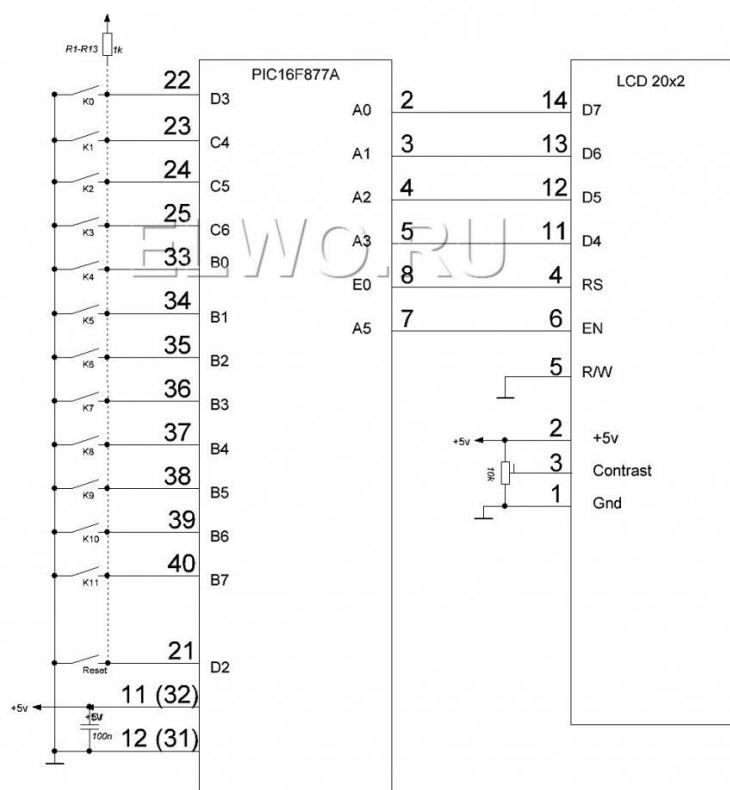
Дисплей Nokia3310.



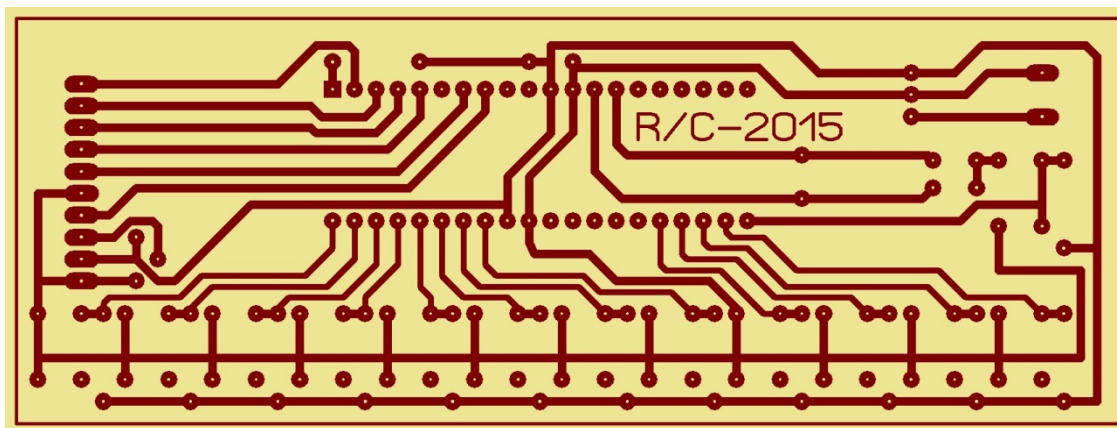
RC-декодер.

Схема.

Схема определителя сопротивления цветных резисторов.



Плата.



Индикатор LCD-20x2.



4. Технические характеристики.

Блок питания вырабатывает стабилизированные напряжения +5v, +9v, +12v с током по 1,5 ампера и регулируемое напряжение от 0 до +20v с током нагрузки до 3 ампер.

Вольт-Ампер-метр измеряет напряжение в диапазоне от 0v до 99,9v и ток нагрузки в пределах от 0 до 9,9 ампер. Оба прибора имеют точность 0,1 V и 0,1 A.

Частотомер измеряет входную частоту в диапазоне от 1 Гц до 66 мГц с дискретизацией времени (по выбору) 0,1 сек, 1 сек и 10 сек.

Часы показывают текущее время, дату и температуру на измеряемом участке схемы. При отключении питания счёт времени не останавливается.

Таймер отсчитывает установленное время в обратном порядке, по истечении которого срабатывает реле с двумя разнотомкнутыми парами контактов. Максимальное время отсчёта – 24 часа. Установки сохраняются в памяти при отключении питания.

Генератор НЧ служит для генерации импульсов низших частот. Частоты на выходе выбираются одной кнопкой последовательно – 1 Гц, 10 Гц, 100 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 100 кГц.

Секундомер измеряет время в секундах с шагом 0,1 сек в диапазоне от 0 до 99 секунд.

ИК-тестер служит для проверки работоспособности пультов дистанционного управления. Излучение с пульта подтверждается световым и звуковым сигналом.

Двухточечный термометр показывает температуру окружающей среды в помещении и на улице (с выносным датчиком). Диапазон измеряемых температур от –50 до +125 градусов по Цельсию.

РС-декодер предназначен для определения сопротивления резисторов по их цветовой маркировке и определению ёмкости керамических конденсаторов по их цифровому коду.

Схемы всех приборов (кроме двухточечного термометра) питаются от постоянного напряжения +5 вольт. Для питания термометра в схему добавлен стабилизатор на +3,5 вольта. Это допустимое рабочее напряжение для дисплея от телефона Nokia-3310. Ток потребления каждой схемы (без подсветки индикаторов) составляет около 20 мА. С подсветкой индикаторов ток нагрузки не измерялся.

5. Заключение.

На разработку и изготовление всех приборов ушло 4 месяца. Больше всего времени заняло моделирование и отладка программ для микроконтроллеров. Мы считаем, что наш замысел создания единого измерительно-диагностического комплекса удался. Прибор нельзя назвать полным и законченным устройством, потому что в него можно добавить ещё множество разных схем: например, цифровой осциллограф, прибор для измерения параметров полупроводников, и многие другие схемы.

Схема РС-декодера – это разработка нашего кружка. В настоящее время на схему и программу этого устройства оформляются авторские права.

6. Литература.

[Заец Н.И. «Радиолюбительские конструкции на PIC-микроконтроллерах».](#)

Хартов В.Я. «Микроконтроллеры AVR. Практикум для начинающих»

А также, были использованы информационные ресурсы интернет:

http://mirshem.com/category/izmerenij_cat

<http://cxem.net/izmer/izmer.php>

<http://radio-hobby.org/modules/news/article.php?storyid=1115>

<http://payalo.net/index.php?do=static&page=sch>

<http://chipmk.ru/>

<http://bezksz.su/>

<http://go-radio.ru/usb-programmator-pic-svoimi-rukami.html>

7. Используемые программы:

LayOut – программа расчёта печатных плат;

SPlan – программа рисования принципиальных схем;

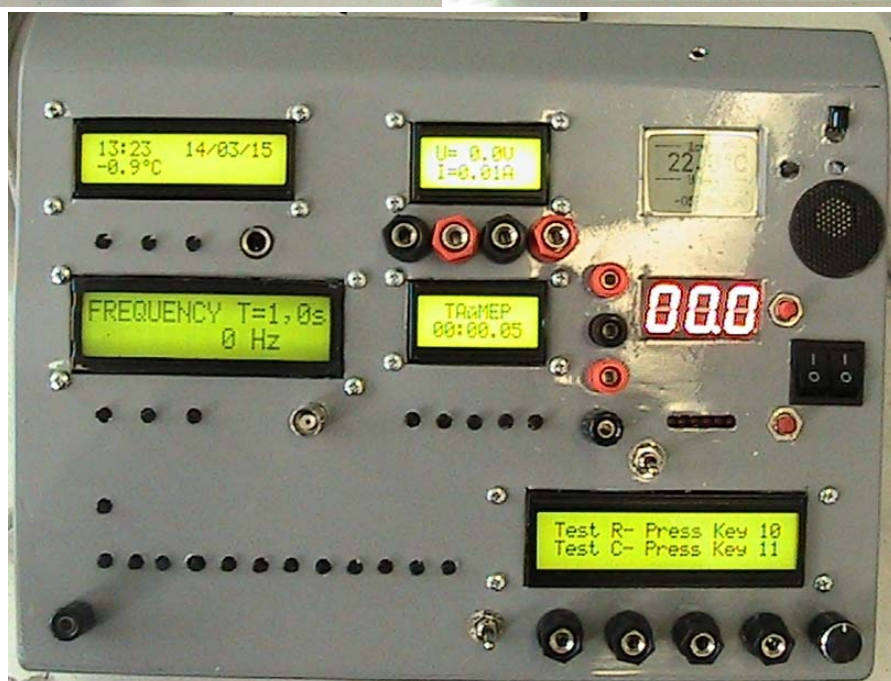
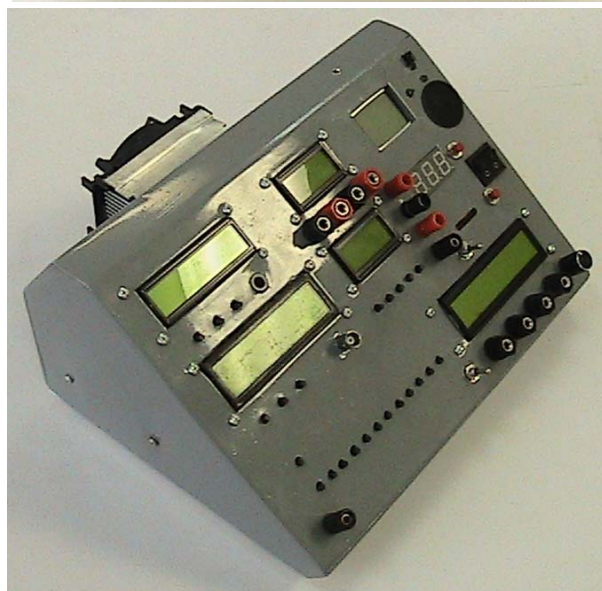
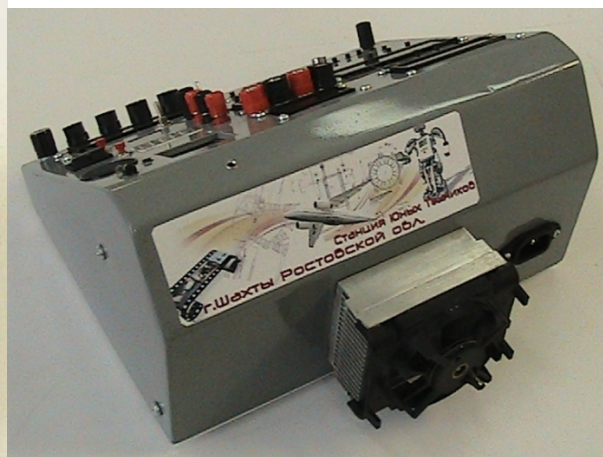
FlowCode – программа моделирования алгоритмов работы контроллеров;

PicKit2 – программа прошивки контроллеров;

WinPic800 – программа редактора и прошивки контроллеров;

Самодельный программатор **PicKit2**.

8. Иллюстрации.



**CD-диск с полной документацией по сборке
измерительно-диагностического комплекса**

**Печатные платы
Принципиальные схемы
Программы микроконтроллеров
Программное обеспечение**

