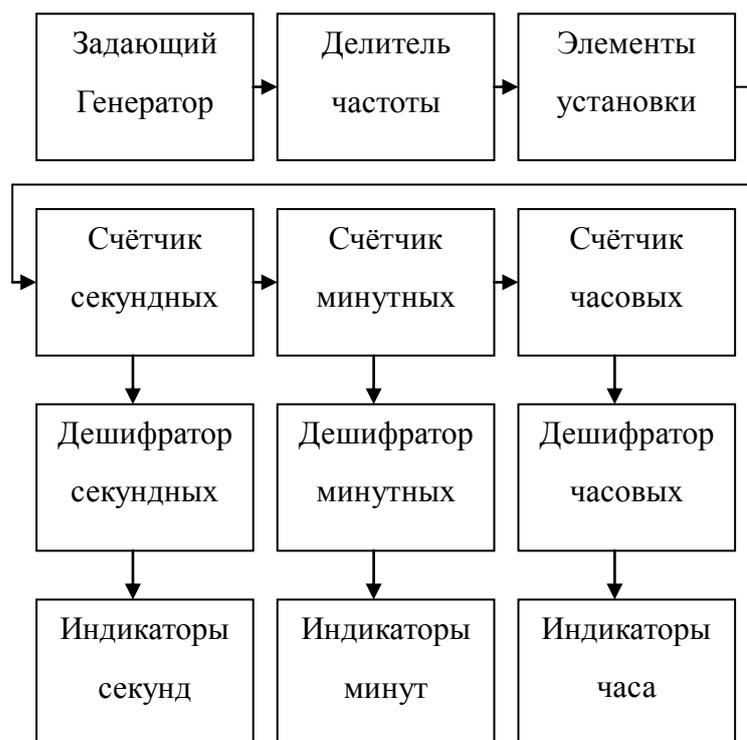


Работа №1. Электронные часы

Нет, пожалуй, радиолюбителя, который, овладев «азами» цифровой техники, не принялся бы за электронные часы, завоевывающие все большую популярность, весьма разнообразны по внешнему виду и функциональному назначению: наручные, настольные, настенные, с календарем, сигнальными и другими сервисными устройствами.

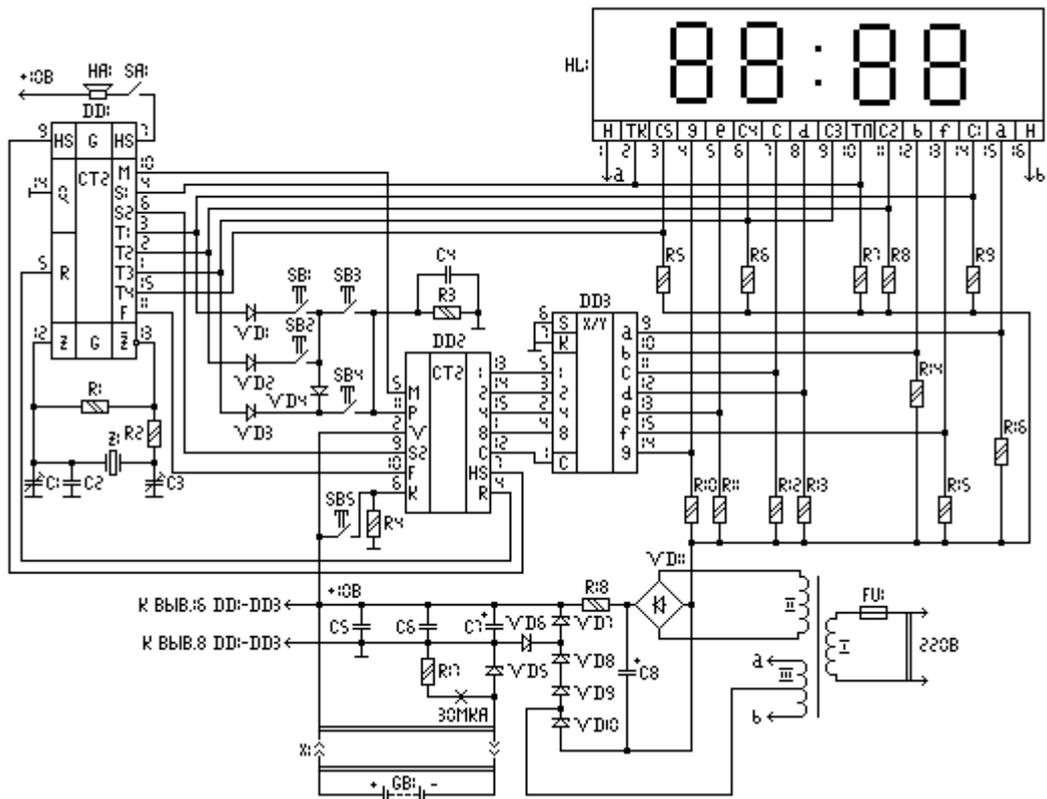
«Сердцем» электронных часов служит генератор импульсов, задающий им требуемый ритм работы. Частоту импульсов, формируемых генератором, как правило, стабилизируют кварцевым резонатором с собственной резонансной частотой 32768Гц. За ним следует многоступенный делитель, который делит частоту генератора не менее чем до 1Гц.

Импульсы частотой 1Гц, соответствующие по длительности секундам времени, поступают на вход счетчиков секундных, минутных и часовых импульсов. Кодовое состояние этих счетчиков дешифраторы преобразуют в сигналы управления цифровыми индикаторами текущего времени.

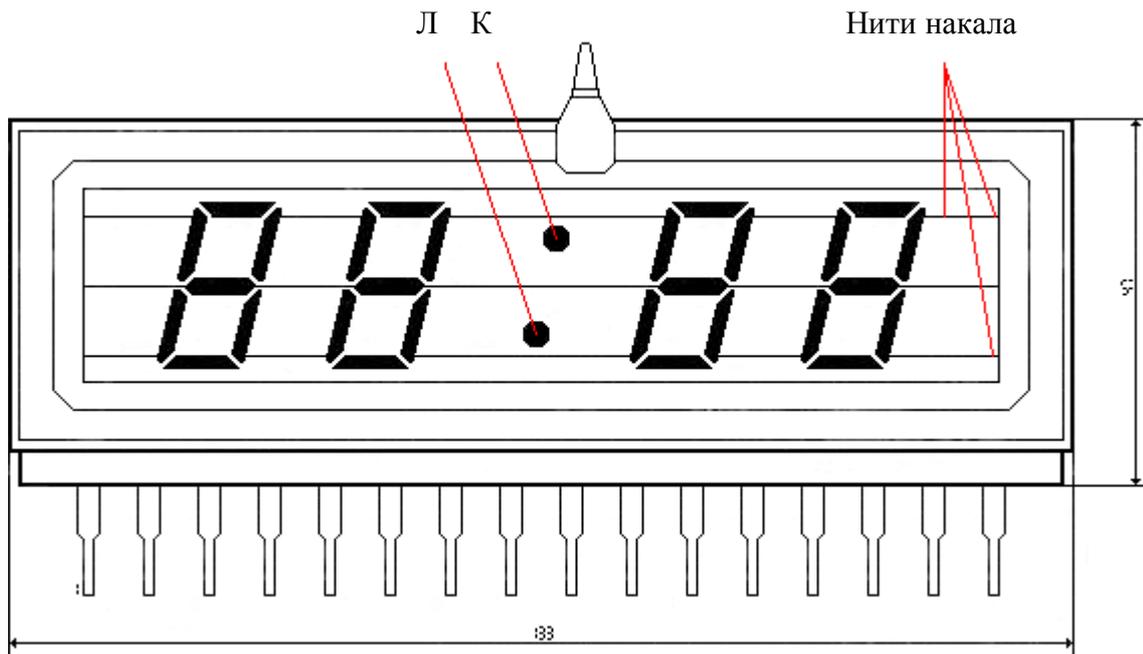


Такова структурная схема всех электронных часов. Различие же между ними заключается главным образом в используемых микросхемах и индикаторах.

Для радиолюбителя-конструктора наибольший познавательный и практический интерес представляют часы на микросхемах К176ИЕ18, К176ИЕ13 и К176ИД3, специально разработанных для электронных часов, с пятиразрядным индикатором типа ИВЛ1-7/5, схема которых приведена на рисунке.



Знакомство с часами такого варианта начнем с его знаковосинтезирующего индикатора текущего времени.



Прибор ИВЛ1-7/5 – это вакуумный люминесцентный индикатор. В его плоском стеклянном корпусе размерами 133*47мм, с шестнадцатью пластинчатыми выводами, расположенными снизу «в строку», четыре цифровых разряда (два для отображения значения часов и два – минут) и две разделительные точки – пятый разряд. Цифра 7 в обозначении указывает на число элементов в знакоместе индикатора, а цифра 5 – число разрядов. Семь элементов знакоместа индицируемого стилизованными цифрами от 0 до 9, обозначают буквами латинского алфавита от а до г.

Знакоместо каждого разряда индикатора представляет собой электронную лампу, состоящую из катода – трех нитей накала, соединенных между собой параллельно, управляющей сетки из тонкой проволоки и анодов – элемента знака, расположенных в одной плоскости. Раскаленная нить накала испускает электроны, которые устремляются к положительно заряженной сетке, в большинстве своем пролетают сквозь нее и, бомбардируя аноды – элементы знаков, заставляют светиться нанесенный на них слой люминофора. Как правило, индицирование той или иной цифры происходит путем гашения не нужных для данной цифры элементов. Так, например, для индицирования цифры 0 гасят только элемент g, а для цифры 4 – элементы a, d и e.

По принципу работы прибор ИВЛ1-7/5 подобен другим семиэлементным одиночным индикаторам. Но в нем все одноименные элементы знакомест 1-го, 2-го, 4-го и 5-го разрядов соединены между собой в группы, и каждая группа имеет один самостоятельный вывод. Сетки всех разрядов и разделительные точки, К и Л 3-го разряда также имеют отдельные выводы. Такая группировка элементов индикатора значительно упрощает дешифрирующую часть часов, но несколько усложняет сам процесс высвечивания многоразрядного числа.

В предлагаемых часах, как, впрочем, и во всех электронных часах промышленного производства, высвечивание многоразрядного числа значения текущего времени обеспечивается работой микросхем в так называемом динамическом, или, как еще говорят, мультиплексном режиме.

Индикатор ИВЛ1-7/5 изображен в виде таблицы с обозначением принадлежности его выводов к тем или иным группам элементов разрядов. Левые две цифры индицируют значения часов, а две правые – значение минут текущего времени. Питаются часы от сети переменного тока через выпрямительный блок, обеспечивающий на выходе стабильное напряжение + 34-36В, необходимо для работы индикатора, и + 10В – для питания микросхем.

Микросхема К176ИЕ18 (DD1), представляющая собой генератор G (выводы 12 и 13), рассчитанный на совместную работу с внешним кварцевым резонатором Z1 на частоту 32768Гц, и многоступенчатый делитель частоты (СТ2) генератора, выдает на выходе несколько импульсных сигналов различной частоты, до одного импульса в минуту (вывод 10 выхода M). Работу этой части микросхемы DD1 характеризует временная диаграмма. С выходов M, S2 и F сигналы соответствующих им частот 1/60Гц (один импульс в минуту), 2Гц и 1024Гц подаются на одноименные входы микросхемы DD2, а импульсы частотой 128Гц с выходов T1-T4 – на сетки 1-го, 2-го, 4-го, 5-го разрядов, а также через диоды VD1-VD4 и кнопки SB1-SB4 – на вход управления P, (вывод 11) микросхемы DD2. Импульсы, формируемые на выходах T1-T4, сдвинуты между собой на четверть периода, что необходимо для обеспечения динамической индикации в разрядах индикатора. Сигнал частотой 1Гц, формируемый на выходе S1 микросхемы, используется в качестве секундного для зажигания разделительных точек индикатора. На частоту 32768Гц задающий генератор настраивают грубо – конденсатором C3, точно – конденсатором C1.

Кроме генератора с делителем его частоты до 1/60Гц микросхема К176ИЕ18 содержит еще формирователь сигнала будильника. При подаче на вход HS (вывод 9) напряжения высокого уровня на его одноименном выходе (вывод 7) возникают пакеты импульсов низкого уровня, которые излучатель HA1 преобразует в звук.

Микросхема К176ИЕ13 (DD2) по сложности выполняемых функций не уступает управляемой ею микросхеме К176ИЕ18. Она содержит счетчики минутных и часовых импульсов, регистр (запоминатель) памяти будильника, цепи сравнения и включения звукового сигнала, цепи динамической выдачи кодов, цифр в двоичном коде для подачи на соответствующие разряды индикатора. Рассказать здесь о взаимосвязи внутренних цепей и работе этих ее функциональных ячеек не представляется возможным. Поэтому, не вдаваясь в подробности, скажем лишь главное - сигналы на выходах 1-2-4-8 микросхемы К176ИЕ13 – это коды индицируемых цифр и тактовые импульсы на выходе С, которые от нее поступают на аналогичные входы следующей микросхемы часов – DD3.

Микросхема К176ИДЗ – это преобразователь сигналов двоично-десятичного кода, поступающих на ее входы, в сигналы управления семиэлементными индикаторами. С ее выходов а - г эти сигналы поступают на одноименные входы индикатора HL1 и, вместе с сигналами частот 128Гц, приходящими сюда с выходов Т1-Т2 микросхемы DD1, зажигают и гасят цифры разрядов часов и минут текущего времени. При такой частоте коммутации мелькание знакомест индикатора незаметно.

Блок питания часов образуют трансформатор Т1, понижающий переменное напряжение сети до 28...30В (обмотка II) и 2,5...3В (обмотка III). Напряжение обмотки II выпрямляется мостом VD11, а его пульсации сглаживаются конденсатором С8. Цепочка стабилитронов VD7-VD10 стабилизирует выходное напряжение выпрямителя до 36В. Напряжение со стабилитрона VD7, равное примерно +10В (относительно общего «заземленного» провода), через диод VD6 поступает на выводы питания микросхем, а со всей цепочки стабилитронов – на элементы знакомест индикатора HL1. Переменное напряжение обмотки III сетевого трансформатора питает нить накала индикатора.

Батарея GB1 («Корунд», 7Д-0,115) – резервный источник питания часов. Она нужна на случай пропадания напряжения в электросети. Пока этого не происходит, батарея через резистор R17 подзаряжается током около 30мкА, равным примерно ее току саморазрядки. При пропадании напряжения сети снижающееся напряжение на конденсаторе С7 открывает ранее закрытый диод VD5. Теперь микросхемы начинают питаться от резервной батареи. В таком состоянии часы могут работать до полной разрядки батареи, но цифры индикатора светиться не будут. В момент появления напряжения сети диод VD5 закрывается, вновь загораются знаки индикатора, и часы продолжают отсчет текущего времени.

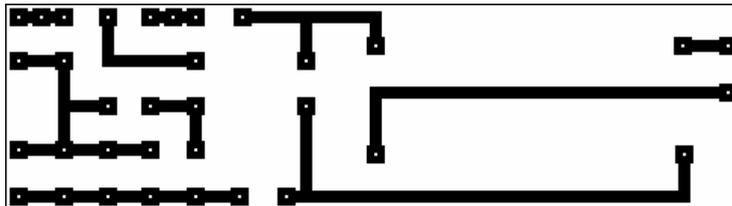
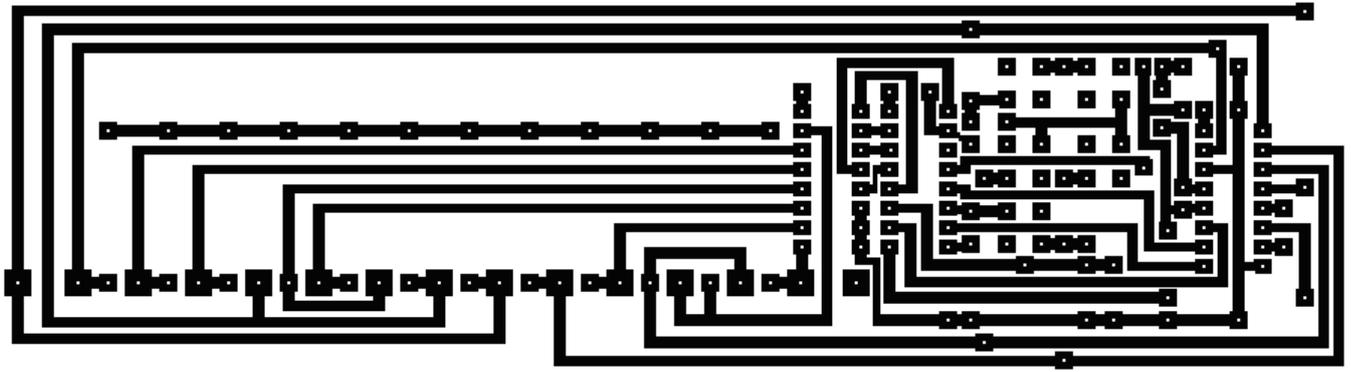
Без резервного источника питания часы допускают отключение от сети не более чем на 15...20 с – на время разрядки оксидных конденсаторов С7 и С8.

При подаче питания на часы в счетчик часов и минут, а также в регистр памяти микросхемы DD2 автоматически записываются нули – на индикаторе появляются цифры 00 00. Для введения в счетчик минут начального показания надо одновременно нажать кнопки SB3 «Уст» и SB4 «Буд». При этом показания индикатора, начинают изменяться с частотой 2Гц от 00 до 59, и в момент перехода от 59 к 00 показание счетчика часов увеличивается на 1 (01 00). Если теперь кнопку SB3 удерживать в нажатом состоянии и нажать еще кнопку SB2 «Мин», с такой же частотой станут изменяться показания счетчика часов от 00 до 23 и снова 00.

Если нажать только кнопку SB4, на индикаторе появляется время включения будильника. При одновременном же нажатии кнопок SB4 и SB1 показатель, разрядов минут времени включения будильника изменяется от 00 до 59 и снова 00, но переноса в разряды часов не происходит. Изменение показания, разрядов часов времени включения будильника происходит при одновременном нажатии кнопок SB2 и SB4, но в этом случае при переходе из состояния 23 в 00 счетчик разряда минут обнуляется. Кнопкой SB5 «Корр» часы запускают и корректируют их «ход» в процессе эксплуатации. Если ее нажать и отпустить спустя 1с после шестого сигнала проверки времени, установится правильное показание счетчика минут. После этого, нажав кнопки SB3 и SB2, не нарушая ход счетчика минут, можно установить показания счетчика часов.

Пока показания на индикаторе часов и установленного кнопками времени включения будильника не совпадают, на выходе Н8 (вывод 7) микросхемы DD2 поддерживается напряжение низкого уровня. При их совпадении на этом выходе микросхемы появляются импульсы положительной полярности, следующие с частотой 128Гц. Первый же импульс, поступив на вход Н8 (вывод 9) микросхемы DD1, запускает ее генератор звукового сигнала. В результате на одноименном выходе генератора (вывод 7) возникают пачки импульсов отрицательной полярности с периодом повторения 1с. Частота импульсов в пачках – 2048Гц. Звуковой сигнал излучателя HA1 длится до окончания очередного минутного импульса на выходе Н8 микросхемы DD2. Выключить сигнал будильника можно тумблером SA1.

Все детали часов монтируют на одной общей плате.



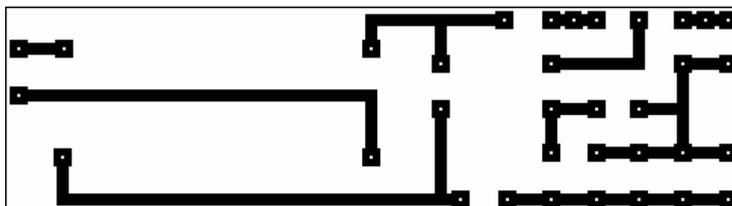
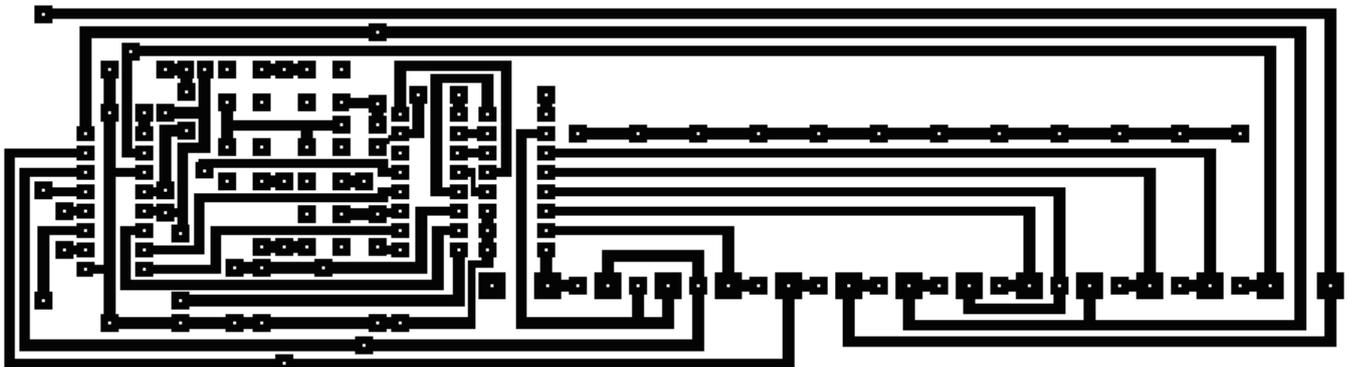
Изготовление печатной платы

Измерить длину и ширину печатной платы на чертеже и нанести масштаб на фольгированном текстолите со стороны фольги.

Отрезать заготовку с помощью ножовки по металлу и обработать торцы напильником.

Обезжирить заготовку, протерев её спиртом или ацетоном.

Используя компьютерные технологии, произвести зеркальное отображение монтажной схемы.



Наложить лист бумаги рисунком вниз на фольгированную часть текстолита, и с помощью горячего утюга, выполняя гладильные движения, перенести рисунок на текстолит (приклеить рисунок к текстолиту).

Не отрывая лист бумаги с рисунком от текстолита, опустить заготовку в ванну с водой на 10-30 минут, после чего аккуратно лист бумаги удалить (оторвать). Оставшиеся частицы листа бумаги на текстолите можно удалить с помощью ластика, не повреждая рисунок.

С помощью маркера нанести слабо отпечатанные токопроводящие дорожки.

Приготовить раствор хлорного железа (0,5литра воды, 250грамм хлорного железа) и опустить заготовку в раствор на 20-30минут.

Промыть заготовку под струёй воды.

Протереть заготовку ацетоном, удалить краску.

Просверлить отверстия, предварительно их накернив.

Зачистить токопроводящие дорожки наждачной бумагой и облудить.

Комплектность

R1 – 22M, R2 – 510к=М51, R3, R4 – 100к=М10, R5-R16 – 180к=М18, R17 – 22к, R18 – 620=к62.

C1 – 3...15, C2 – 36, C3 – 4...20, C4 – 1500=152, C5, C6 – 0,033мкф=333, C7 – 100мкф*16В, C8 – 220мкф*63В.

VD1-VD4, VD5, VD6 – КД522Б, VD7 – Д814Г, VD8-VD10 – Д814Б, VD11 – КЦ402Б.

DD1 – К176ИЕ18, DD2 – К176ИЕ13, DD3 – К176ИД3.

Z1 – 32768Гц.

HA1 – ТМ2.

SA1.

SB1-SB4.

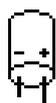
HL1 – ИВЛ 7\5.

FU1 – 0,25А.

О деталях электронных часов. Резистор R1, номинальное сопротивление которого может быть в пределах 15...22мегаом – КИМ-0,125, остальные – МЛТ-0,125 или МЛТ-0,25. Конденсатор C8 – К50-29 или К50-6 на номинальное напряжение не менее 50В, C7 – К52-1; другие постоянные конденсаторы – КМ-5, КМ-6, подстроенные конденсаторы C1 и C3 – КТ4-256. Функцию выключателя SA1 может выполнять любой малогабаритный тумблер. Кварцевый резонатор Z1 на частоту 32768Гц, например, типа РВ-72 (используют в электронных часах), который на плате укрепляют двумя проволочными хомутиками. Звукоизлучатель HA1 – малогабаритный телефон ТМ-2 или другой сопротивлением не менее 50Ом. Сетевой трансформатор Т1 – самодельный, обмотка II которого должна быть рассчитана на переменное напряжение 28...30В, а накальная обмотка II – на 2,5...3В и иметь отвод от середины.

Цоколёвка

C



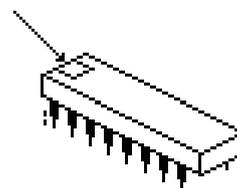
VD КД522
Катод



VD Д814
Анод



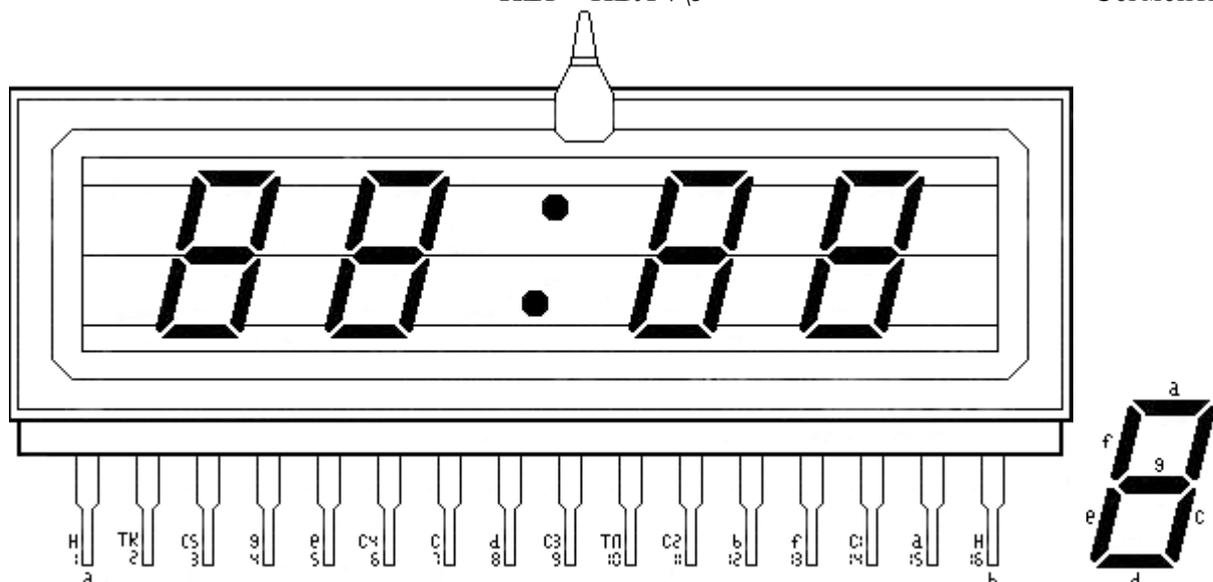
DD К176ИЕ18, К176ИЕ13, К176ИД3
Ключ



Катод

HL1 – ИВЛ 7\5

Сегменты



Общие требования к монтажу и сборке работы

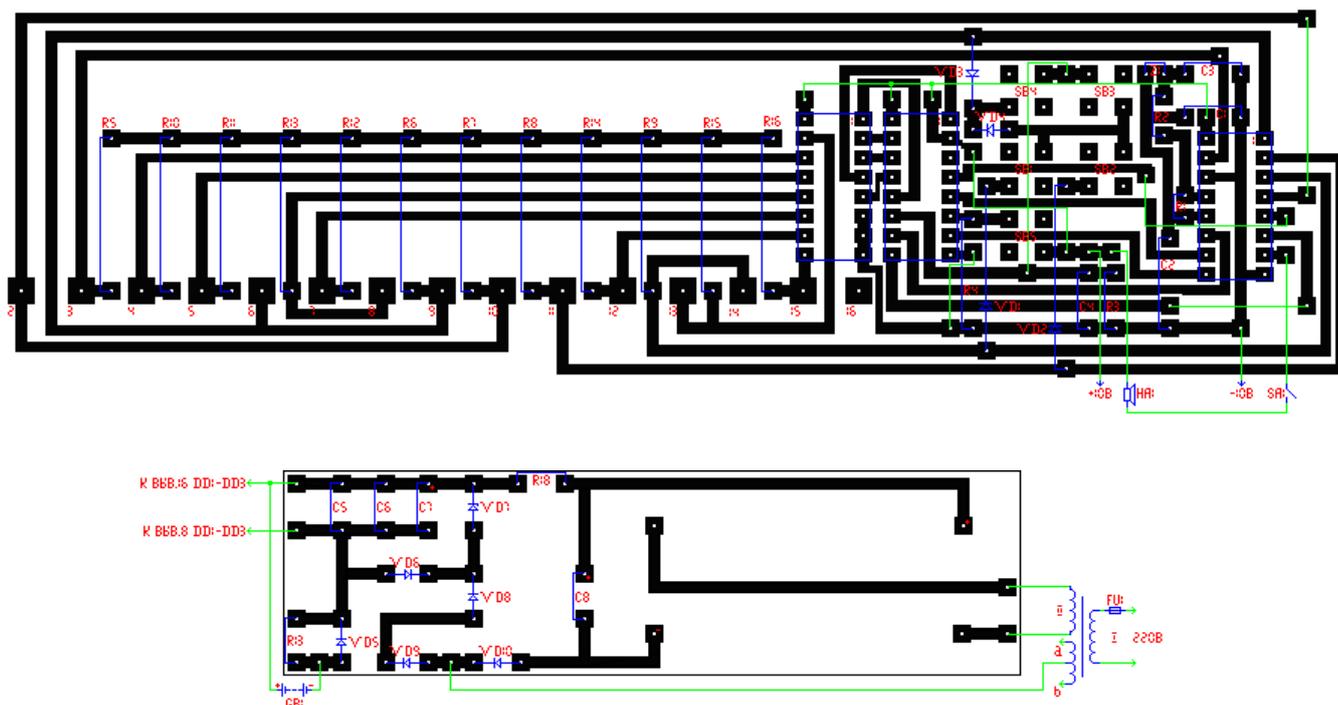
Все компоненты монтируются на печатной плате методом пайки.

Для предотвращения отслаивания токопроводящих дорожек и перегрева элементов время пайки одного контакта не должно превышать более 2-3 секунд.

Порядок выполнения монтажных работ

Отформовать и облудить выводы компонентов.

В соответствии с монтажной схемой на печатной плате впаять компоненты. Для предотвращения выхода из строя микросхем в случае перегрева в момент пайки рекомендую использовать стандартный разъём для включения микросхем.



Следуя схеме, припаять провода (на рисунке обозначены зелёным цветом).

Установить микросхемы в разъёмы. Микросхемы, используемые в работе, могут быть повреждены электростатическим зарядом. Чтобы предотвратить эти неприятности,

надо, чтобы электрические потенциалы монтажной платы, микросхемы и тела самого монтажника были одинаковыми, т. е. соединить между собой проводником.

Подключить питание.

Порядок выполнения наладочных работ

Визуально проверить собранное устройство на наличие повреждённых компонентов.

Внимательно проверить правильность монтажа.

С помощью АВОметра проверить, не возникло ли в процессе пайки замыканий между токоведущими дорожками, при обнаружении, удалить их паяльником.

Проверить правильность установления полупроводников.

Проверить исправность полупроводников.

Проверить правильность установки электролитических конденсаторов.

Проверить полярность подключения питания.

Если ошибок в монтаже нет, то сразу же после подключения часов к сети на индикаторе во всех разрядах должны засветиться нули. При нажатии на кнопки SB3 и SB4 (одновременно) должны изменяться показания в разрядах часов от 00 до 23, а при нажатии на кнопки SB2 и SB3 – показания в разрядах минут от 00 до 59. Если все будет именно так, значит, часы работоспособны. Останется только возможно точнее отрегулировать ход часов.

Без специальных измерительных приборов точности хода часов добиваются подстройкой частоты задающего генератора микросхемы DD1 по показанию текущего времени. Делается это так. Убедившись в нормальной работе часов, устанавливается ротор подстроенного конденсатора С1, в положение средней емкости, а конденсатора С3 – максимальной емкости. Через несколько дней, по сигналам точного времени, определяется, на сколько секунд часы убежали вперед, или наоборот, отстали. Если часы бегут, значит емкость конденсатора С1 надо несколько увеличить, чтобы снизить частоту генератора, а если отстают, то уменьшить. И так неоднократно в течение двух-трех недель. Если часы бегут и при максимальной емкости конденсатора С1, значит, надо уменьшить емкость подстроенного конденсатора С3.

Может случиться, что даже при максимальной емкости конденсаторов С1 и С3 часы все же продолжают спешить. В таком случае удаляется конденсатор С2. При правильной настройке задающего генератора месячная ошибка в ходе часов не должна превышать 5с.