

Применение кода RC-5

Приемник ИК ДУ должен восстанавливать данные с помощью фазным кодированием и реагировать на большие быстрые изменения уровня сигнала независимо от помех. Ширина импульсов на выходе приемника должна отличаться от номинальной не более чем на 10%. Приемник должен быть нечувствительным к постоянным внешним засветкам. Удовлетворить всем этим требованиям достаточно не просто. Старые реализации приемника ИК ДУ, даже с применением специализированных микросхем, содержали десятки компонентов. Такие приемники часто использовали резонансные контуры, настроенные на частоту 36 кГц. Все это делало конструкцию сложной в изготовлении и настройке, требовало применения хорошего экранирования. В последнее время большое распространение получили трехвыводные интегральные приемники ИК ДУ. В одном корпусе они объединяют фотодиод, предусилитель и формирователь. На выходе формируется обычный ТТЛ сигнал без заполнения 36 кГц, пригодный для дальнейшей обработки микроконтроллером. Такие приемники производятся многими фирмами, например, SFH-506 фирмы Infineon (Siemens), TFMS5360 фирмы Temic, IL5360 производства ПО "Интеграл" и другие. В настоящее время имеются и более миниатюрные варианты таких микросхем. Поскольку кроме RC-5 существуют и другие стандарты, которые отличаются, помимо всего прочего, частотой заполнения, выпускаются интегральные приемники для разных частот. Для работы с кодом RC-5 следует выбирать модели, рассчитанные на частоту заполнения 36 кГц. Интегральные приемники весьма чувствительны к помехам по питанию,

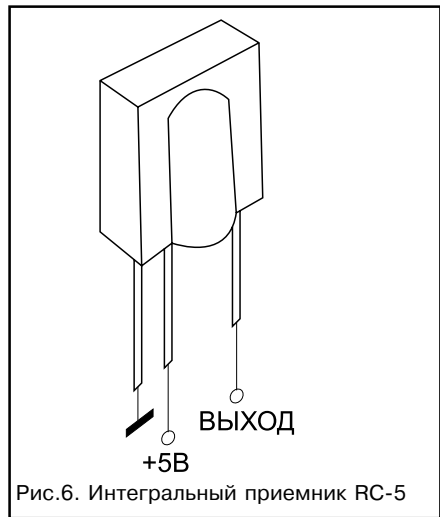


Рис.6. Интегральный приемник RC-5

поэтому всегда рекомендуется применять фильтры, например, RC. Внешний вид интегрального фотоприемника и расположение выводов показаны на рис. 6.

В качестве приемника ИК ДУ можно использовать и фотодиод с усилителем-формирователем, в качестве которого может служить специа-

ра системы с заданным. В случае корректного кода и совпадения номера системы, программа помещает биты команды и бит управления в регистр R7 банка 3 (непосредственный адрес 1FH). В случае некорректного кода содержимое регистра R7 не изменяется. Для удобства код

команды перекодируется по таблице размером 64 байта, начало которой должна быть расположено на метке RCTAB. Формат данных в регистре R7 следующий:

R7 = X.C.D5.D4.D3.D2.D1.D0
D0—D5 — командные биты кода RC-5
C — бит управления

X — значение подпрограммой не изменяется. Этот бит удобно использовать как бит управления для местной клавиатуры.

Программа использует регистровый банк 3. Другие регистры не изменяются.

Принцип декодирования основан на измерении временных интервалов между переходами входного сигнала. Первый стартовый бит не измеряется. Код RC-5 принимается, если соблюдаются следующие условия:
 $(890\text{мкс}-25\%) < T_{\text{high(low)}} < (890\text{мкс}+25\%)$ или $(1780\text{мкс}-25\%) < T_{\text{high(low)}} < (1780\text{мкс}+25\%)$.

Поскольку измерение временных интервалов происходит программно, код программы критичен к тактовой частоте. Поэтому необходимо определить константу CLK_KHZ, которая используется транслятором при вычислении значений для временных задержек. Значение CLK_KHZ может лежать в пределах 4000...24000 кГц.

Определения:

SYS .EQU 000H ;Номер системы
CLK_KHZ = 12000 ;Тактовая частота 12МГц

RC5_N = (1+2*(CLK_KHZ/188))/2
RC5_N1 = (1+2*(CLK_KHZ/249))/2
RC5_N2 = (1+2*(CLK_KHZ/382))/2
RC5_NT = (1+2*(CLK_KHZ/135))/2

RC5_DF .EQU B.0 ;Флаг данных
RC5_PF .EQU B.1 ;Флаг периода

Вектора:

ORG 0000H ;Вектор сброса
LJMP INIT
INT0 ORG 0003H ;Вектор прерывания
LJMP RC5

Инициализация системы прерываний:

SETB PX0 ;Высокий приоритет
INT0 STB IT0 ;Прерывание INT0 по переходу
SETB EX0 ;Разрешение INT0

лизируемая микросхема KP1568XL2. Схема такого приемника приведена на рис. 7.

Декодирование кода RC-5 можно осуществить программно. Простой пример программного декодера для микроконтроллеров семейства MCS-51 приведен ниже.

Инвертированный код RC-5 подключается ко входу прерывания INT0 (или INT1 при условии соответствующей коррекции программы). Подпрограмма обслуживания прерывания производит декодирование кода и сравнение номе-

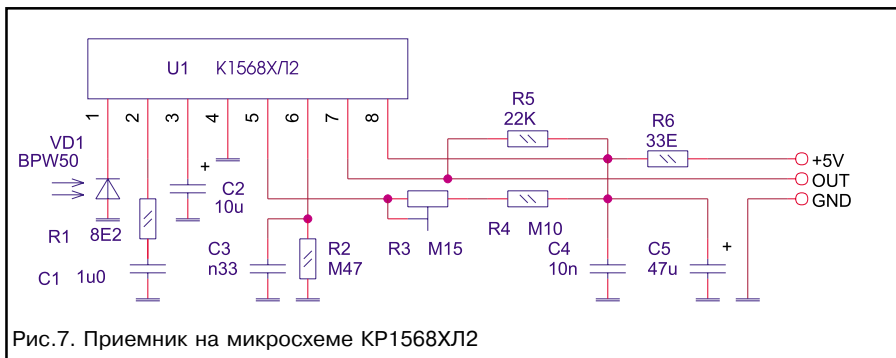


Рис.7. Приемник на микросхеме KP1568XL2

SETB EA;Общее разрешение прерываний

Основная программа:

```

LOOP:                ;анализ кода в ячейке
ОЗУ 1FH
    SJMP LOOP
    
```

Подпрограмма обслуживания прерывания:

```

RC5: PUSH PSW      ;Сохранение PSW
    PUSH ACC       ;Сохранение аккумулятора
    PUSH B        ;Сохранение регистра B
    SETB RS0      ; Включени е
    ; регистрового банка 3
    SETB RS1
    MOV R6,DPH    ;Сохранение
DPTR
    MOV R5,DPL
    MOV B,#2      ; Установка
    ; флагов
    MOV R2,#2     ;Инициализа-
    ; ция байта системы для принятия 7 бит
    MOV R3,#4     ;Инициализа-
    ; ция байта команды для принятия 6 бит
    MOV R0,#R32   ; Загрузка
    ; адреса регистра R2 в банке 3
    
```

```

    MOV R1,#RC5_N ; Загрузка
    ; величины тайм-аута 2362мкс
    WLOW: JB SER,WHIGH ;Ожидание еди-
    ; ницы на входе
    MOV R4,#16
    DJNZ R4,$
    DJNZ R1,WLOW
    SJMP NORC5    ;Ошибка, истек
    ; тайм-аут
    WHIGH: MOV R1,#RC5_N ; Загрузка
    ; величины тайм-аута 2362мкс
    SAMPLE: MOV R4,#8 ;Точки входа в
    ; цикл SAM1 .. SAM3 предназначены
    ; для
    ; выравнивания времени выполнения различных веток
    SAM1: MOV R4,#3
    DJNZ R4,$
    SAM2: MOV R4,#2
    DJNZ R4,$
    SAM3: MOV C,SER ;Опрос входа
    MOV ACC,0,C
    XRLA,B
    JNB ACC,0,TRANS ; О ж и д а н и е
    ; изменения состояния
    DJNZ R1,SAMPLE
    SJMP NORC5    ;Ошибка, истек
    ; тайм-аут
    TRANS: CPL RC5_DF ;Изменение
    
```

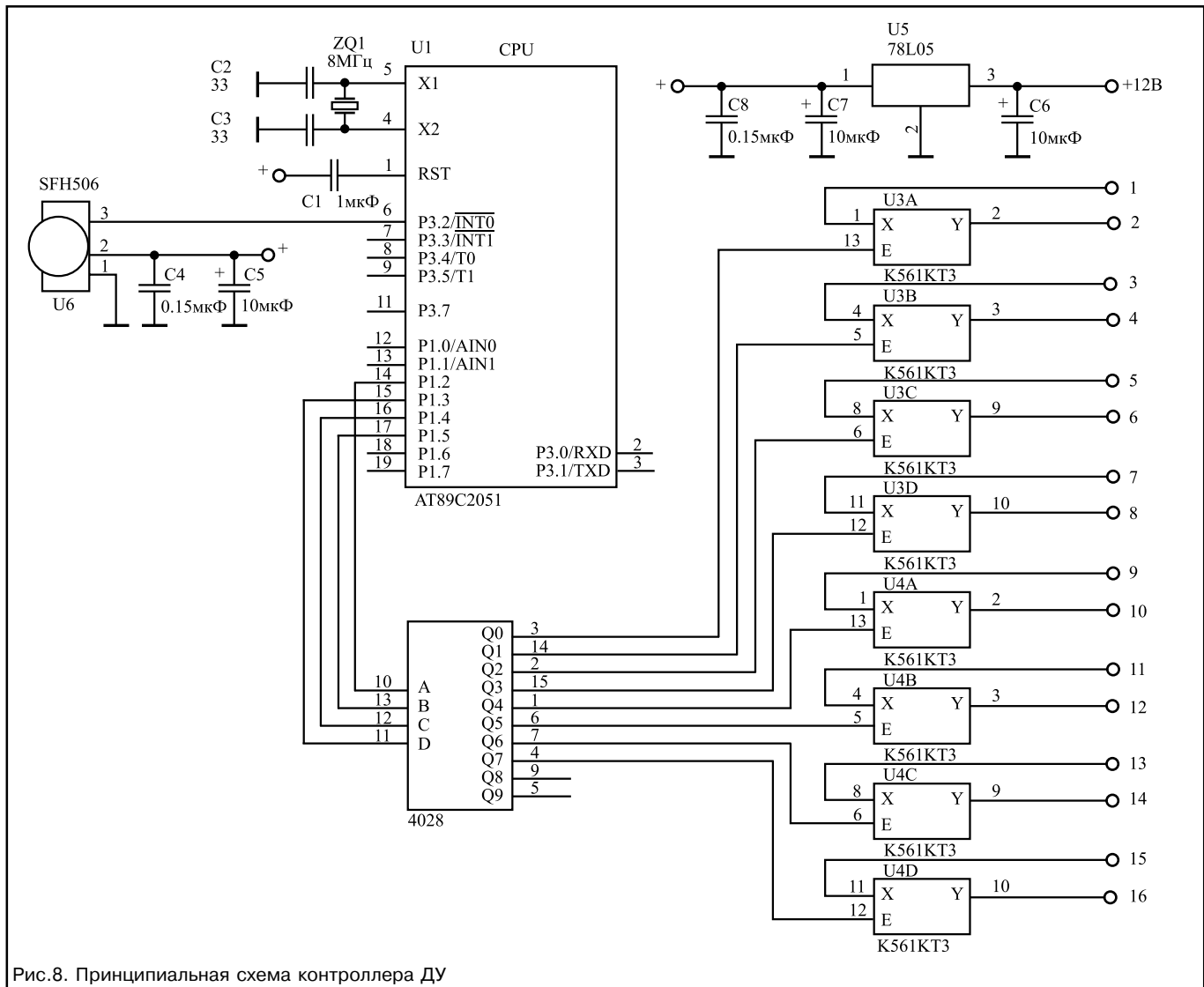


Рис.8. Принципиальная схема контроллера ДУ

```

состояния входа обнаружено
MOV A,R1
ADD A,#-RC5_N1
JC NORC5 ;Ошибка, время
<577.5мкс
MOV A,R1
ADD A,#-RC5_N2
JC TRANS1
JB RC5_PF,NORC5 ;Ошибка, время
>1200мкс
S JMP STDATA
TRANS1: CPL RC5_PF ;Инвертирова-
ние флага периода
MOV R1,#RC5_N ;Загрузка вели-
чины тайм-аута 2362мкс
JB RC5_PF,SAM1 ;Прием бита не
завершен, переход на опрос
STDATA: MOV C,RC5_DF
MOV A,@R0
RLC A ;Сохранение
бита данных
MOV @R0,A
MOV R1,#RC5_N ; Загрузка
величины тайм-аута 2362мкс
    
```

```

JNC SAM2 ; Прием
системы не завершен, переход на опрос
INC R0 ; Система
принята, начало приема команды
MOV A,R0
MOV R1,#RC5_N ; Загрузка
величины тайм-аута 2362мкс
JNB ACC.2,SAM3 ; Прием
команды не завершен, переход на опрос
MOV R1,#RC5_N ; Загрузка
величины тайм-аута 2362мкс
W LW: JB SER,TRM ;Последний бит, ожида-
ние единицы на входе
MOV R4,#16
DJNZ R4,$
DJNZ R1,WLW
S JMP NORC5 ;Ошибка, истек
тайм-аут
TRM: MOV R1,#RC5_NT ;Загрузка
величины
тайм-аута 3000мкс
TERM: JNB SER,NORC5;Ошибка, если на входе
обнаружен низкий уровень
    
```

```

MOV R4,#16
DJNZ R4,$
DJNZ R1,TERM

MOV A,R2
;Номер системы и бит управления в
R2
ANL A,#1FH
;Выделение номера системы
CJNE A,#SYS,NORC5
;Проверка номера системы

MOV DPTR,#RCTAB
;Загрузка адреса таблицы
MOV A,R3
;Загрузка кода команды
MOVC A,@A+DPTR
;Перекодировка
MOV R3,A
;Сохранение нового кода

MOV A,R2
;Номер системы и бит управления в
R2
ANL A,#20H
;Выделение бита управления
RLA
RLA
;Сдвиг бита управления в разряд D7
ORL A,R3
;Совмещение кода команды и бита уп-
равления
MOV R3,A
;Сохранение результата

MOV A,R7
ANL A,#40H
;Выделение бита управления местной
клавиатуры
ORL A,R3
;Совмещение кода команды и битов
управления
MOV R7,A
;Сохранение результата

NORC5: CLR IE0 ;Очист-
ка флага прерывания
MOV DPL,R5
;Восстановление DPTR
    
```

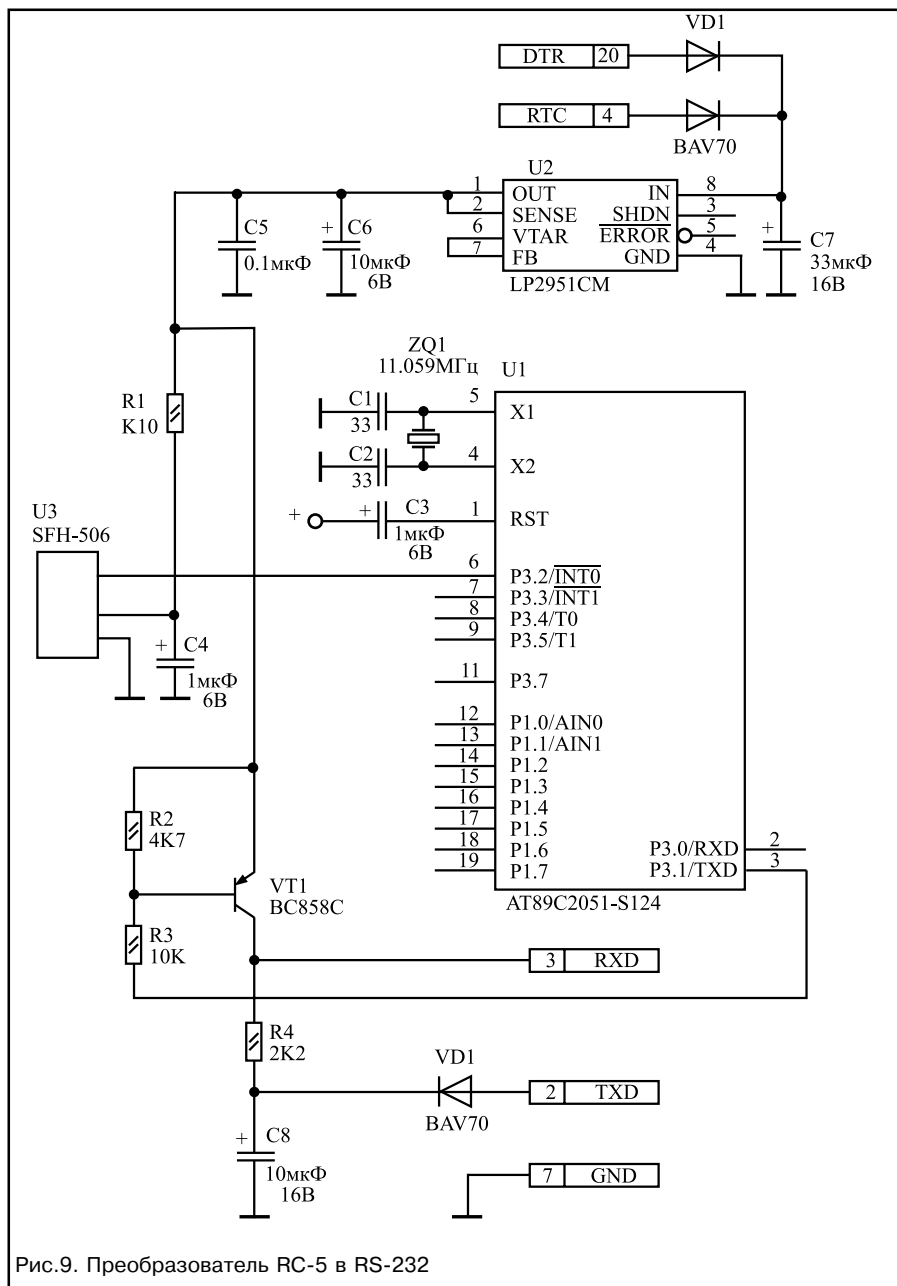


Рис.9. Преобразователь RC-5 в RS-232

```
MOV DPH,R6
POP B
```

```
;Восстановление регистра B
POP ACC
```

```
;Восстановление аккумулятора
POP PSW
```

```
;Восстановление PSW
RETI
```

```
;Возврат из обработчика прерывания
```

В качестве простого примера использования кода RC-5 можно рассмотреть контроллер дистанционного управления, который может быть встроен в самую разнообразную аппаратуру. В свое время он был применен для оборудования дистанционным управлением лазерного проигрывателя Pioneer PD-4500. Дело в том, что многими фирмами выпускается бытовая радиоаппаратура в разных вариантах комплектации. Иногда более дешевая модель просто не имеет в комплекте пульта ДУ. А иногда ДУ вообще не предусмотрено, т. е. нет приемника, управляющий контроллер не имеет функций декодера. Но и такой аппарат можно оснастить функцией ДУ. Самым простым методом сопряжения контроллера ДУ с незнакомым аппаратом является применение в качестве исполнительных устройств аналоговых ключей, которые подключаются параллельно кнопкам местного управления. Принципиальная схема такого устройства показана на рис. 8.

Сигнал с фотоприемника поступает на микроконтроллер U1 типа AT89C2051, который через дешифратор U2 управляет аналоговыми ключами. Дешифратор установлен с той целью, чтобы занимать меньше портов контроллера (они могут понадобиться для реализации каких-нибудь дополнительных функций). Кроме того, дешифратор предотвращает замыкание сразу всех ключей во время действия сигнала Reset, что имело бы место при непосредственном их подключении к портам микроконтроллера. Для питания использован отдельный стабилизатор U5 типа 78L05. Конструктивно устройство выполнено на небольшой плате, которая закреплена в удобном месте внутри аппарата.

Другое применение код RC-5 может найти для ИК управления компьютером с помощью обычного пульта ДУ. Это очень удобно при работе с такими программами, как WinAmp или ACDSee. Системы ИК ДУ для компьютеров имеют разный принцип действия. Иногда специальное устройство включают между клавиатурой и компьютером. Приняв код по ИК каналу, оно имитирует нажатие одной из клавиш клавиатуры. Такое устройство требует достаточно сложной программы для встроенного микроконтроллера. Существуют специальные программы, которые декодируют команды ДУ, поступающие с ИК приемника на COM-порт (или с IrDA-приемника). Примером такой программы может служить программа PCRemote (www.pcremotecontrol.com). Поскольку оборудование порта не позволяет декодировать код RC-5 аппаратно, эти программы работают довольно плохо. Для обеспечения качественной работы достаточно между приемником и COM-портом включить несложное устройство на микроконтроллере, которое будет преобразовывать RC-5 в RS-232. Конструкция такого устройства предлагается ниже.

Как и в первом примере, сигнал с фотоприемника поступает на микроконтроллер U1 типа AT89C2051. Он декодирует посылку и передает номер команды в формате RS-232 на COM-порт компьютера. Простейший преобразователь уровня выполнен на транзисторе VT1. В качестве источника отрицательного напряжения питания использован выход TXD порта компьютера. Для уменьше-

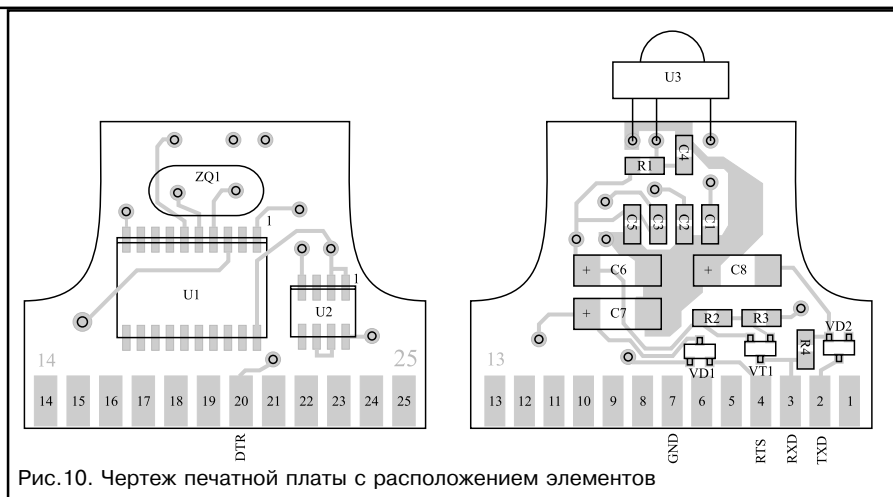


Рис. 10. Чертеж печатной платы с расположением элементов

ния среднего потребления между передаваемыми посылками микроконтроллер “засыпает”. Для питания контроллера используется дешевый LDO стабилизатор U2 типа LP2951CM. В отличие от 78L05 он потребляет значительно меньший ток и нормально работает при разнице между входным и выходным напряжением до 200 мВ. Это в данном случае важно, так как нагрузочная способность порта компьютера ограничена. Питание через диодную сборку VD1 поступает с выходов DTR и RTS. Поэтому программное обеспечение должно хотя бы на одной из этих линий устанавливать положительный потенциал. Как правило, это требование удовлетворяется. В крайнем случае, можно использовать внешний источник питания. Устройство собрано внутри корпуса разъема D-SUB-25, который подключается к COM-порту компьютера. Поскольку габариты устройства ограничены размерами корпуса, монтаж выполнен полностью на SMD компонентах. Чертеж печатной платы с расположением элементов на ней приведены на рис. 10.

Исходные тексты программ для двух описанных в статье устройств можно скачать по адресу: www.platan.ru/shem/.

Леонид Ридико,
wubclick@yahoo.com