

(Окончание, начало в №7/2001)

## Сенсорные панели — взгляд изнутри

### Микросхемы контроллеров сенсорных резистивных панелей фирмы Burr-Brown

Самым известным производителем микросхем контроллеров для сенсорных резистивных панелей является фирма Burr-Brown, в наст. время являющаяся подразделением Texas Instruments [8, 9, 10, 12]. К настоящему моменту фирмой разработано три типа микросхем контроллеров:

- ADS7843 — контроллер 4-проводной резистивной панели;
- ADS7845 — контроллер 5-проводной резистивной панели;
- ADS 7846 — контроллер 4-проводной резистивной панели с расширенными функциями (встроенный датчик температуры, измерение напряжения батареи питания, измерение силы давления при касании).

Основные характеристики микросхемы ADS7843: интерфейс с 4-проводной сенсорной панелью; пропорциональное преобразование координат; единственный источник питания напряжением 2...5 В; внешний источник опорного напряжения; скорость преобразования АЦП до 125 кГц; последовательный интерфейс с процессором; программируемая разрядность A/D преобразования — 8 или 12 разрядов; два дополнительных аналоговых входа; режим энергосбережения.

Основные характеристики микросхемы ADS7845: интерфейс с 5-проводной сенсорной панелью; пропорциональное преобразование координат; единственный источник питания напряжением 2...5 В; внешний источник опорного напряжения; скорость преобразования АЦП до 125 кГц; последовательный интерфейс с процессором; программируемая разрядность A/D преобразования — 8 или 12 разрядов; один дополнительный аналоговый вход; режим энергосбережения.

Основные характеристики микросхемы ADS7846: интерфейс с 4-проводной сенсорной панелью; пропорциональное преобразование координат; единственный источник питания напряжением 2...5 В; внешний источник опорного напряжения; скорость преобразования АЦП до 125 кГц; последовательный интерфейс с процессором; программируемая разрядность A/D преобразования — 8 или 12 разрядов; встроенный температурный датчик; вход для измерения напряжения батареи питания; измерение силы давления (Z-координата); режим энергосбережения.

Области применения контроллеров:

- персональные устройства с сенсорным экраном;
- измерительные портативные приборы;
- пейджеры;
- карманные компьютеры;

- торговые терминалы;
- сенсорные экраны на основе ЭЛТ.

### Структура контроллера ADS7843

Контроллер сенсорной панели состоит из следующих функциональных узлов (рис. 10):

- входные ключи для коммутации режимов измерения;
- четырехканальный мультиплексор;
- ЦАП;
- компаратор;
- регистр последовательного приближения (SAR);
- модуль последовательного интерфейса и управления.

Следует отметить, что в микросхеме ADS7843 предусмотрен режим энергосбережения. Потребляемый в этом режиме ток составляет около 2 мкА. Такой низкий уровень тока достигается за счет того, что в режиме ожидания касания питание снимается со всех узлов контроллера. При этом ключи +X, -X и +Y находятся в закрытом состоянии, и ток через них не про-

текает, а через ключ -Y резистивная пленка слоя Y подключена к потенциалу Gnd. Резистор сопротивлением 100 кОм, на котором формируется напряжение сигнала прерывания (лог. 0), соединен с одной стороны с источником питания Vcc, а с другой — с резистивным слоем X через диод. При касании поверхности сенсорной панели, происходит замыкание поверхностей проводящих слоев X и Y. При этом через цепь резистор-диод-сопротивление слоя X-контакт Si-сопротивление слоя Y-ключ "-Y" начинает протекать ток (рис. 11). Потенциал на выходе PenIrq изменяется от Vcc до 0,65 В.

При касании сенсорной панели схемой контроллера фиксируется факт касания и активизируется сигнал прерывания PenIrq (рис. 12). Управляющий процессор (контроллер) в обработке прерывания производит процедуру чтения значений координатных потенциалов образованных узлом пересечения объемных резистивных делителей.

### Структура контроллера ADS7845

Структура контроллера ADS7845 во многом аналогична структуре ADS7843 [9]. Однако есть отличия в структуре входных ключей и логике

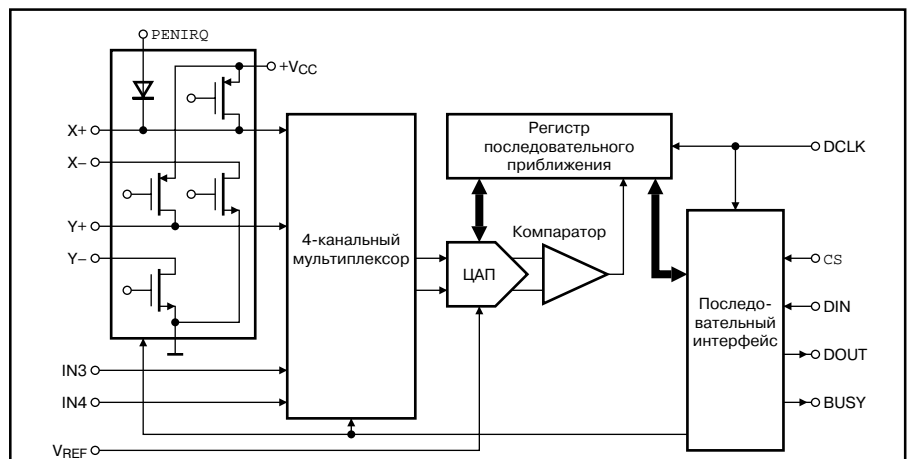


Рис. 10. Структурная схема контроллера ADS7843

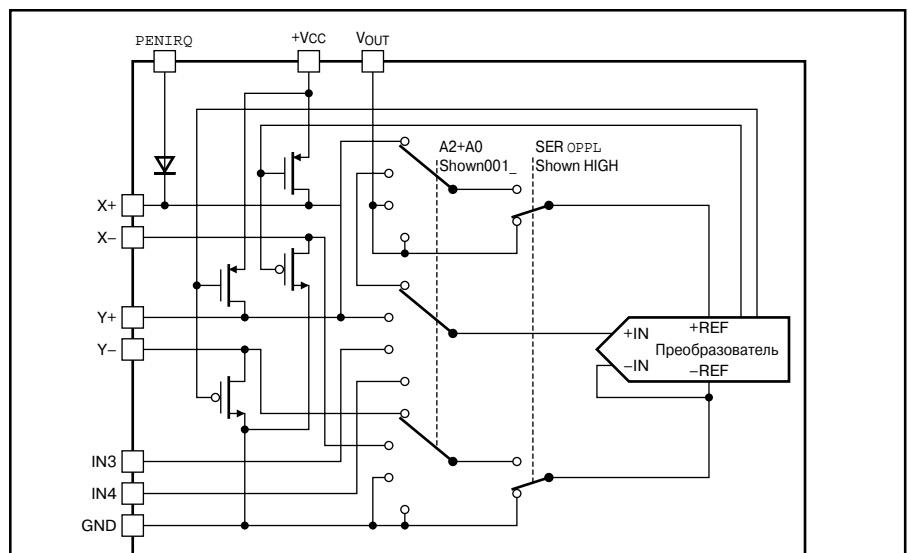


Рис. 11. Пояснение работы ADS7843

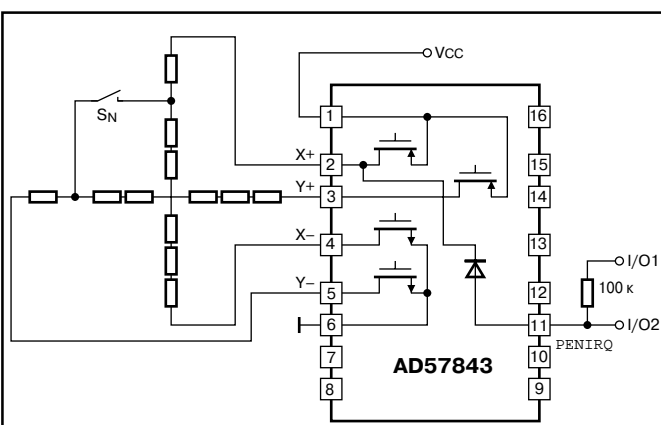


Рис. 12. Логика формирования прерывания в контроллере ADS7843 при фиксации касания сенсорной панели

При измерениях координат потенциала верхнего левого угла сенсорной панели UL и нижнего правого угла неизменны и, соответственно, равны  $UL=V_{CC}$ , а  $LR=0$ . Для измерения координаты Y устанавливаются следующие потенциалы:  $UR=V_{CC}$ ,  $LL=Gnd$ . Измеренное напряжение на входе Wiper пропорционально со-

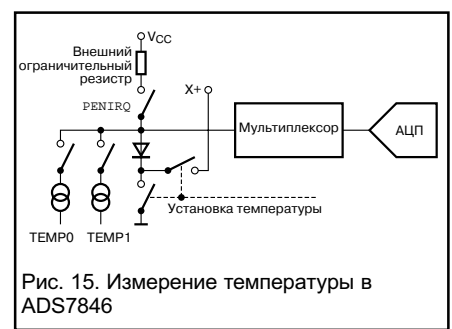


Рис. 15. Измерение температуры в ADS7846

**Структура контроллера ADS7846**

Структура контроллера ADS7846 во многом аналогична структуре ADS7843. Добавлены дополнительные функции, обеспечивающие измерение температуры, напряжения батареи, силы давления при нажатии (Z-координата) [10]. На рис. 15, 16 показана реализация функций измерения температуры и напряжения батареи питания.

Измерение температуры основано на измерении напряжения  $V_{be}$  на прямо смещенном p-n переходе встроенного диода.

**Структура контроллера резистивной сенсорной панели**

Контроллер сенсорной панели должен обеспечивать следующие функции:

- обнаружение факта касания;
- получение цифровых величин, пропорциональных координатам точки касания;
- коррекция нелинейностей, вызванных краевыми эффектами и неоднородностью сопротивления пленки;
- передача кодов процессору с возможностью эмуляции интерфейса типа "мышь".

Чипсет MT410 [11] обеспечивает аппаратную поддержку при сканировании и преобразовании полученных потенци-

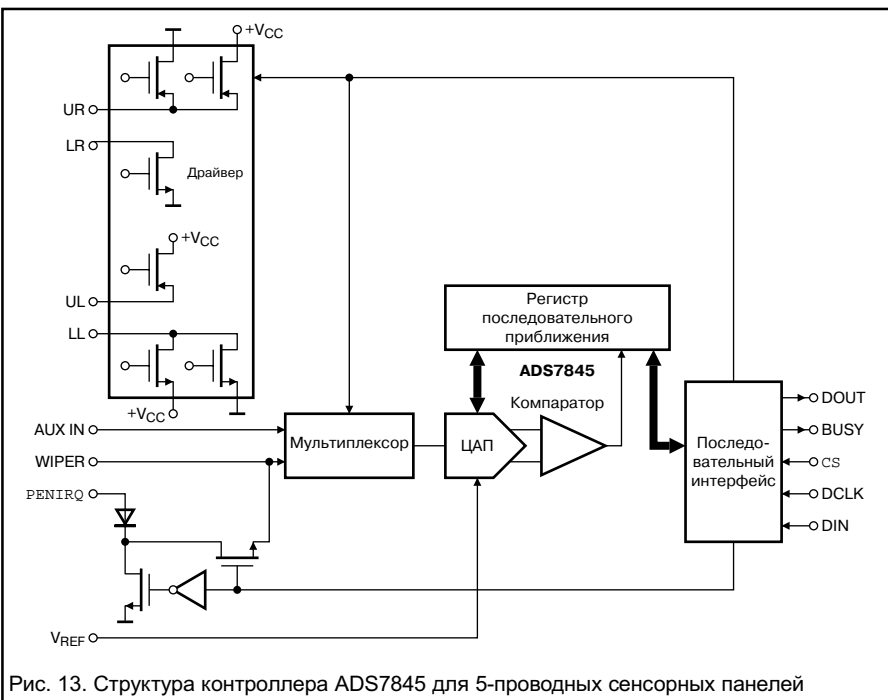


Рис. 13. Структура контроллера ADS7845 для 5-проводных сенсорных панелей

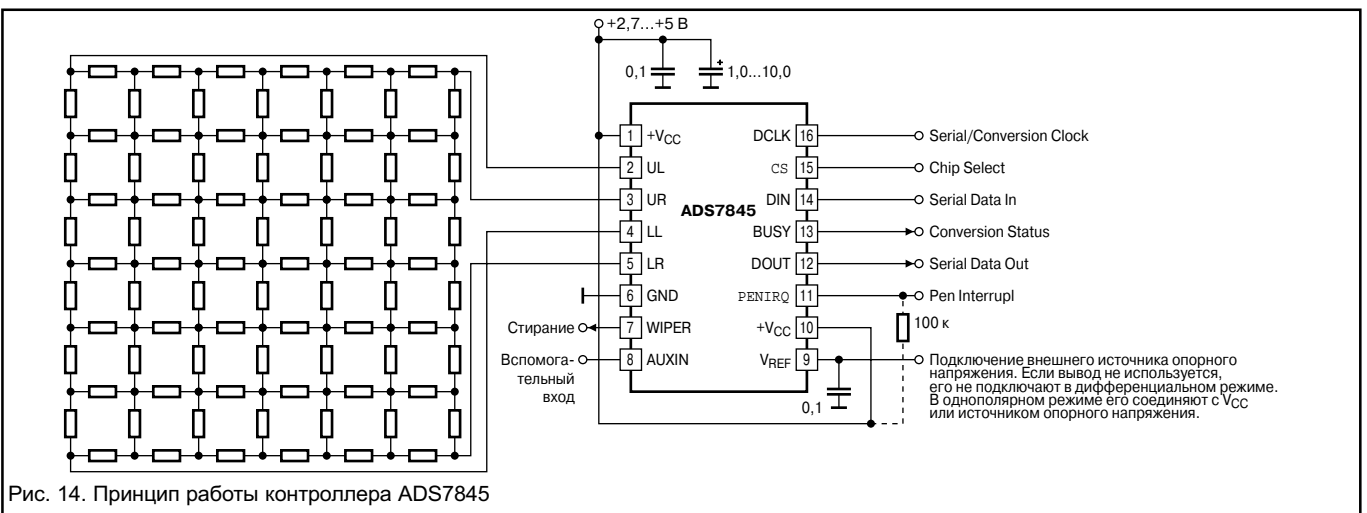


Рис. 14. Принцип работы контроллера ADS7845

определения координат. На рис. 13 приведена структура микросхемы ADS7845, рис. 14 отражает принцип работы контроллера.

Измерение координат производится через аналоговый вход Wiper (ползунк).

отношению сопротивлений по оси Y. Для измерения координаты X устанавливаются следующие потенциалы:  $UR=Gnd$ ,  $LL=V_{CC}$ . Измеренное напряжение на входе Wiper пропорционально соотношению сопротивлений по оси X.

алов в коды координат (рис. 17). Контроллер производит коррекцию нелинейности в соответствии с картой, хранящейся в EPROM. Также там хранятся поправочные коэффициенты, полученные в процессе калибровки сенсорной экрана. При калибровке производится

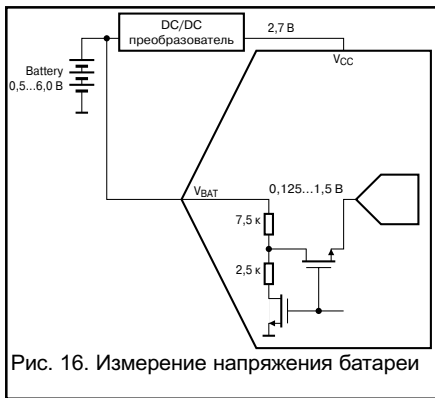


Рис. 16. Измерение напряжения батареи

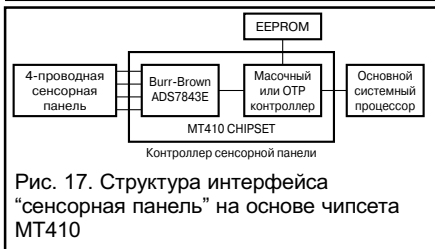


Рис. 17. Структура интерфейса "сенсорная панель" на основе чипсета MT410

нели производится подгонка (больше-меньше). Связь с основным процессором производится по интерфейсу RS-232. Программа в масочном контроллере эмулирует устройство типа "мышь".

**Схемы реализации контроллеров сенсорного экрана**

Существует несколько способов реализации интерфейса сенсорной панели. Первый основан на использовании сочетания управляющего контроллера и специализированного контроллера резистивной сенсорной панели. Управляющий контроллер обеспечивает последовательный интерфейс с системой, протокол обмена, управление процессом измерения координат точки касания. В качестве контроллера резистивной сенсорной панели можно использовать контроллеры Burr-Brown:

- ADS7843 или ADS7846 для 4-проводной схемы;
- ADS7845 для 5-проводной схемы.

ются для связи с контроллером сенсорной панели. В качестве трансиверов интерфейса RS232 применяется микросхема Max232 фирмы Maxim. Она имеет встроенный преобразователь напряжения, формирующий из напряжения +5 В напряжения +10 и -10 В для питания приемников и передатчиков. В данных схемах задействован только один канал приемника и один канал передатчика.

На рис. 20 приведен один из возможных вариантов реализации контроллера 4-проводной резистивной сенсорной панели на основе специализированного контроллера TR88L811. Схема питается от линий интерфейса RS232. От линии DTR напряжение +12 В подается на линейный преобразователь, который питает контроллер (+3 В). Передатчик TxD собран на дискретных элементах, и питание на него подается с линии DTR (+12 В) и TxD (-12 В). Контроллер обеспечивает преобразование и передачу координат, а также мониторинг состояний двух кнопок по запросу со стороны DTE устройства — изменения сигнала RTS. Программа контроллера обеспечивает поддержку работы сенсорной панели, эмулируя устройство типа "мышь".

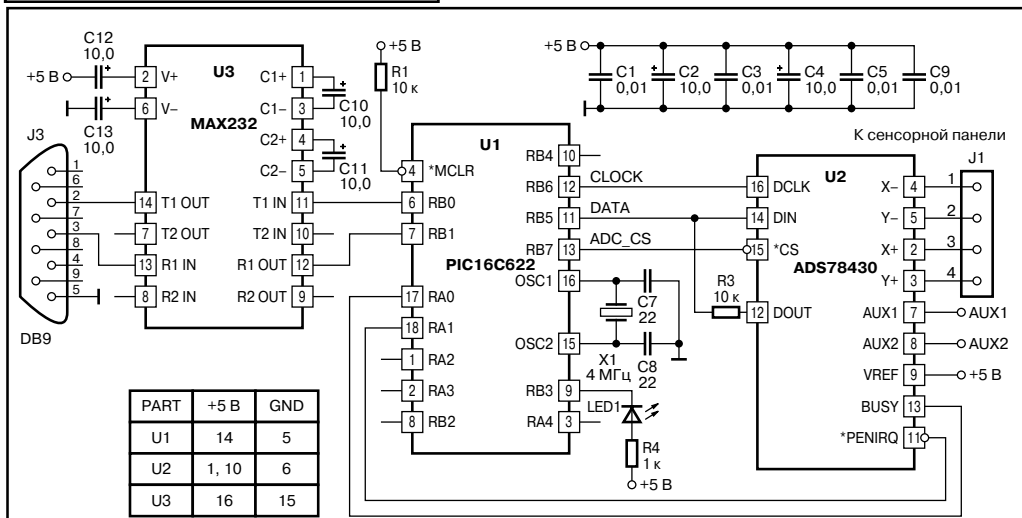


Рис. 18. Схема реализации интерфейса "сенсорная панель" (4-проводная схема)

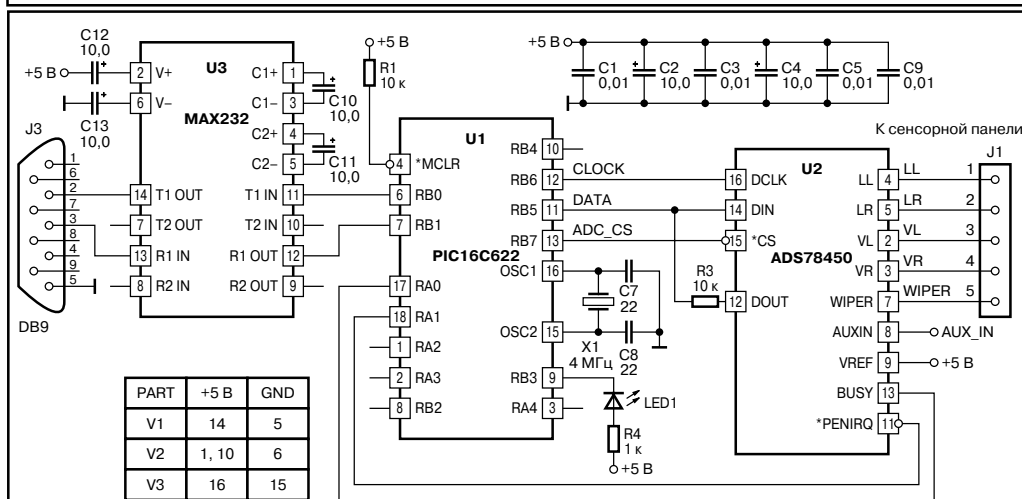


Рис. 19. Схема реализации интерфейса "сенсорная панель" (5-проводная схема)

оптическое согласование точки касания и изображения маркера на экране ЖКЭ (или монитора на основе ЭЛТ). Калибровка осуществляет привязку по нескольким точкам касания. С помощью клавиатуры или той же сенсорной па-

На рис. 18, 19 показаны примеры реализации интерфейсов сенсорных панелей для 4- и 5-проводных схем. В качестве управляющего применяется контроллер PIC16C622 фирмы Microchip. Пять выводов контроллера использу-

ются для связи с контроллером сенсорной панели. В качестве трансиверов интерфейса RS232 применяется микросхема Max232 фирмы Maxim. Она имеет встроенный преобразователь напряжения, формирующий из напряжения +5 В напряжения +10 и -10 В для питания приемников и передатчиков. В данных схемах задействован только один канал приемника и один канал передатчика.

Для создания горизонтального градиента напряжения, в резистивной пленке (слева-направо) контроллер устанавливает выходы UL (Upper Left) и LL (Lower Left) в "0", а UR (Upper Right) и LR (Lower Right) в "1" (+5 В), после чего выполняется цикл АЦП. Резистор R5 обеспечивает привязку входа АЦП к земле. При наличии касания, на входе АЦП будет присутствовать потенциал, отличный от нуля. В первой фазе обнаруживается факт касания и определяется X координата точки касания. Светодиод LED1 подсвечивает процесс касания. Для второй фазы измерения контроллер изменяет потенциал на выходах UL (+5 В) и LR (0 В) и создает вертикальный градиент напряжения. Можно заметить, что для обеих фаз состояния выходов UR (+5 В) и LL (0 В) остаются неизменными, и их можно было бы просто привязать к соответ-

ствому потенциалу. В первой фазе обнаруживается факт касания и определяется X координата точки касания. Светодиод LED1 подсвечивает процесс касания. Для второй фазы измерения контроллер изменяет потенциал на выходах UL (+5 В) и LR (0 В) и создает вертикальный градиент напряжения. Можно заметить, что для обеих фаз состояния выходов UR (+5 В) и LL (0 В) остаются неизменными, и их можно было бы просто привязать к соответ-

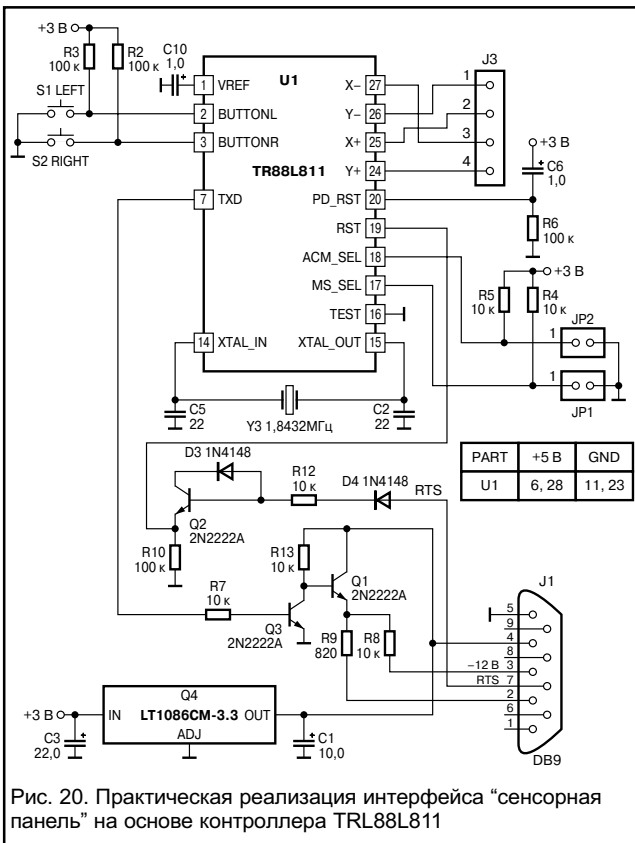


Рис. 20. Практическая реализация интерфейса "сенсорная панель" на основе контроллера TRL88L811

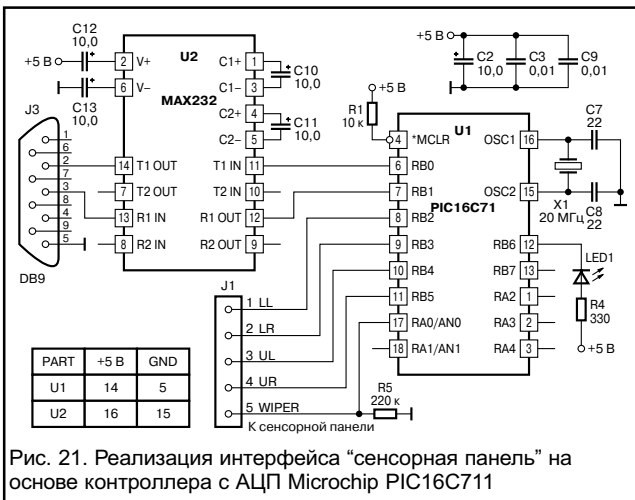


Рис. 21. Реализация интерфейса "сенсорная панель" на основе контроллера с АЦП Microchip PIC16C71

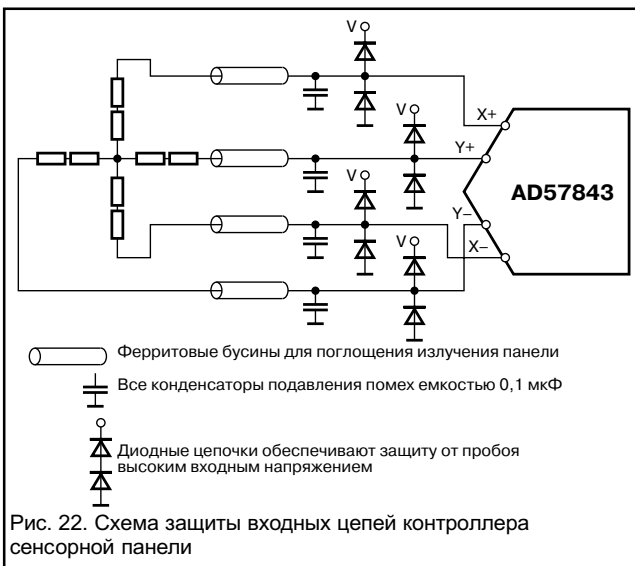


Рис. 22. Схема защиты входных цепей контроллера сенсорной панели

свующим потенциалам, не задействуя ножки контроллера. Однако это решение несколько ухудшит разрешающую способность панели, поскольку нарушится потенциальный баланс вследствие того, что потенциалы питания (0 и +5 В) и потенциалы, соответствующие лог. 0 и лог. 1, различны.

Предварительная калибровка сенсорной панели позволяет учитывать при вычислениях координат смещение и масштабные коэффициенты. В данной схеме калибровка и вычисление координат проводятся процессором устройства, с которым сенсорная панель связана посредством интерфейса RS-232. Последовательный интерфейс эмулируется в контроллере программно. Программа контроллера обеспечивает поддержку работы сенсорной панели, эмулируя устройство типа "мышь".

### Защита входных цепей контроллера сенсорной панели

Если сенсорная панель и контроллер конструктивно выполнены раздельно, и связь между ними производится посредством кабеля, то необходимо обеспечивать защиту входных цепей контроллера чувствительных к перенапряжению и действию электростатических зарядов. Следует также обеспечить защиту высокочастотных входов АЦП контроллера от высокочастотных наводок, поскольку длинные провода будут являться антенной для приема электромагнитных наводок от работающего рядом оборудования. Если панель используется в комплекте с

матричным ЖКЭ с подсветкой на основе люминесцентной лампы с холодным катодом, сама поверхность ЖКЭ и, тем более, люминесцентная лампа вместе с преобразователем напряжения являются источниками сильных электромагнитных помех, которые будут воздействовать на входные цепи АЦП контроллера сенсорной панели. На рис. 22 показана рекомендованная производителем [11] схема защиты входных цепей на основе ферритовых бусин и емкостей (ЭМИ фильтр), а также диодов по питанию (защита от перенапряжений).

### Устойчивость поверхности сенсорной панели к воздействию химических активных продуктов и реактивов

В процессе эксплуатации поверхность сенсорного экрана, кроме механического воздействия со стороны пользователя, может подвергаться воздействию химически активных веществ. Для ее защиты от механических и химических воздействий используется прозрачная защитная пленка. Материал такой пленки обеспечивает сохранение оптических свойств сенсорной панели после воздействия в течение 24 часов следующих пищевых продуктов: кофе, чая, лимонного сока, майонеза, кетчупа, горчицы, соусов, а также наиболее распространенных чистящих средств при температуре 50°C [13].

Кроме того, материал защитной пленки должен быть устойчив к воздействию таких химически активных жидкостей, как спирт, ацетон, толуол, бензин, солянка, 10% азотная кислота. Одним из материалов для такой пленки является поликарбонат.

Александр Самарин,  
samar@zelax.ru

### Литература

1. Tom Dahlin "Reach Out and Touch". Designing a Resistive Touchscreen. CIRCUIT CELLAR, Jan. 2000.
2. D. Blass, "Touch Screens for Flat Panel Applications", Sharp applications note, January 18, 1996.
3. Ray Weiss. Membrane switch integrated LCDs and touch panel. Electronic Design, May 2, 1985.
4. Liquid Crystal Display Module. Optrex, 1994.
5. Bergquist 4-Wire Resistive Analog Touchscreens. Specifications.
6. Bergquist 5-Wire Resistive Analog Touchscreens. Specifications.
7. Liquid Crystal Display Keyboard. US Patent № 4,527,862, Jul 1985.
8. "ADS7843 Touch screen controller" Datasheet. Burr Brown.
9. "ADS7845 Touch screen controller" Datasheet. Burr Brown.
10. "ADS7846 Touch screen controller" Datasheet. Burr Brown.
11. MT410 Chipset for 4-wire resistive touchscreens. MicroTouch.
12. Skip Osgood, CK Ong, Rick Downs. Touch Screen Controller TIPS. Burr-Brown Application Bulletin.
13. Touch Controllers. Reference Guide. MicroTouch.