



Контроллер алфавитно-цифрового ЖКИ-модуля и клавиатуры с шиной I²C™

CE110

Отличительные особенности

- Высокая скорость обмена по шине I²C
- Возможность подключения до 64 клавиш
- Малое количество внешних компонентов
- Низкое энергопотребление
- Компактный корпус с 28 выводами

Область применения

- Микроконтроллеры
- Электронные приборы
- Промышленное оборудование
- Оборудование для телефонии
- Бортовая аппаратура

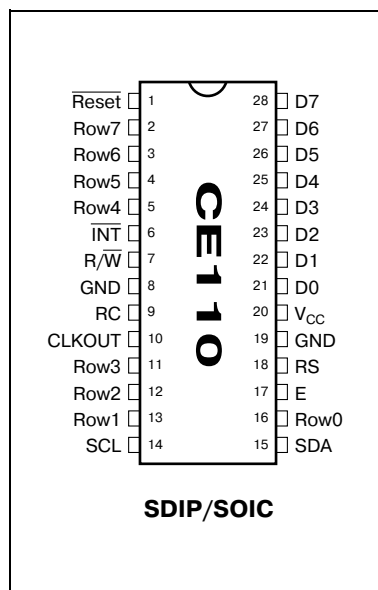
Микросхема CE110 предназначена для создания блоков ввода/индикации на основе широко распространенных одно- и двухстрочных ЖКИ-модулей, построенных с применением микросхемы HD44780, и позволяет через шину I²C вести управление ЖКИ-модулем, имеющим параллельный интерфейс. Кроме того, контроллер поддерживает сканирование и обработку информации от клавиатуры, включающей до 64 клавиш.

С помощью простого, но эффективного набора команд производится трансляция поступающей по шине I²C информации в операции параллельной шины ЖКИ-модуля. В части управления индикатором микросхема CE110 совместима по набору операций с управляемыми по шине I²C ЖКИ-модулями фирмы Philips. Расширение системы команд произведено для обеспечения операций управления клавиатурой.

Контроллер поддерживает клавиатуры с матрицей 8 × 8 клавиш, осуществляя выдачу кодов нажимаемых клавиш с функциями буферизации и автоповтора.

Микросхема построена на основе современной КМОП-технологии, обладает низким собственным энергопотреблением (≈ 2 мА) и требует минимум внешних дискретных компонентов. В частности, не требуется подключение кварцевого резонатора, так как тактовая частота генерируется с помощью простого RC-генератора.

Микросхема CE110 имеет 28 выводов и поставляется в пластмассовых корпусах SDIP и SOIC в исполнении для промышленной аппаратуры, с диапазоном рабочих температур $-40^{\circ}\text{C} \dots 85^{\circ}\text{C}$.



1. Устройство и принцип действия

В состав микросхемы CE110 входят пять функциональных блоков и устройств (рис. 1), обеспечивающих выполнение всех операций по приёму и обработке информации, а также преобразованию интерфейса и сканированию клавиатуры.

Блок интерфейса шины I²C осуществляет набор операций режима «Slave» и позволяет принимать и передавать битовые последовательности со скоростью до 50 кбит/сек

С точки зрения управления ЖКИ-модулем микросхема CE110 повторяет I²C-интерфейс ЖКИ-модулей фирмы Philips, построенных с применением процессоров семейства PCF2116, у которых непосредственно после «Slave Address» передаётся специальное управляющее слово («Control Byte»), два бита которого определяют состояние линий RS и R/ $\overline{W}$ ЖКИ-модуля и ещё один бит определяет тип послыки — одиночная/пакетная. Для управления работой микросхемы CE110 и доступа к функциям контроллера клавиатуры в «Control Byte» введён новый флаг — Rg, определяющий доступ к внутренним регистрам блока параметров. В виде внутренних регистров представлены как управляющие параметры, так и порты клавиатурного кода и состояния матрицы. Большинство внутренних регистров доступны как на чтение, так и на запись, исключение составляют порты состояния матрицы клавиатуры, так как запись туда бессмысленна.

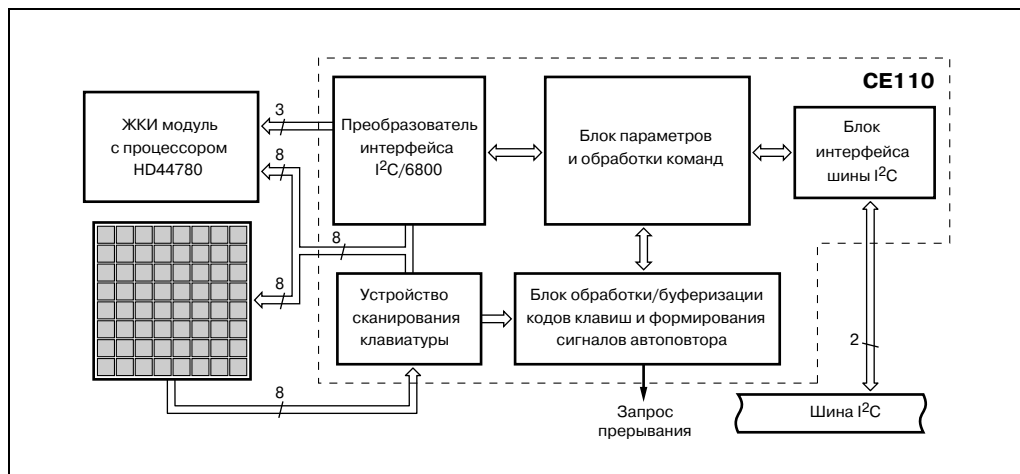


Рис. 1. Функциональная схема

Данные, передаваемые в ЖКИ-модуль непосредственно, трансформируются в сигналы параллельной шины, сопровождаются указанными в «Control Byte» сигналами RS и R/ $\overline{W}$, причём сигнал E генерируется автоматически. Для упрощения процесса обмена с ЖКИ-модулем в микросхему CE110 введена функция автоматического контроля флага BF, означающего занятость процессора ЖКИ-модуля.

Данная возможность позволяет не контролировать флаг BF управляющим процессором, для чего понадобилось бы переводить шину I²C в режим чтения и обратно в режим записи при передаче каждого байта; тем не менее, вы всегда можете отключить автоматический контроль (при инициализации микросхемы устанавливается режим автоматического контроля флага BF), переопределив состояние специального управляющего флага.

Для синхронизации внутренних процессов с внешними сигналами управления микросхема CE110 активно пользуется стандартной для шины I²C возможностью приостановки обмена, путём удержания сигнала SCL в состоянии логического нуля. Такое удержание производится, например, при ожидании освобождения флага BF, или при выполнении операции сканирования клавиатуры, когда занята общая шина данных ЖКИ-модуля и входов состояния столбцов матрицы, и во многих других случаях. Способ автоматического удержания линии SCL позволил обойтись без буферизации и контроля флагов, экономия время и объём управляющей программы. Важно только помнить, что при программной реализации «Master»-абонента, нужно обязательно контролировать возврат в единичное состояние линии SCL.

Устройство сканирования клавиатуры производит циклические операции по перебору 8 строк матрицы бегущим 0. Считанное значение столбцов сравнивается с текущим состоянием и в результате выделяются изменения состояния клавиш. Клавиатурный контроллер можно настроить на выдачу кодов как только нажимаемых клавиш, так и нажимаемых и отпускаемых, причём в последнем случае код снабжается дополнительным флагом. Полученные коды буферизуются в буфере могущем иметь размер либо 1, либо 8 байтов, в зависимости от режима, установленного управляющим процессором. При наличии кода клавиши на вершине буфера, микросхема CE110 выставляет сигнал запроса прерывания (логический 0) на выходе $\overline{\text{INT}}$, который снимается при отсутствии кодов клавиш в буфере. Буфер кодов клавиш может ощутимо снизить чувствительность системы к времени реакции управляющего устройства на нажатия клавиш.

В контроллере клавиатуры реализована функция автоповтора, которая позволяет начать автоматическое генерирование кодов нажимаемых клавиш при удержании клавиши в течение некоторого времени. Для активизации функции автоповтора существует битовая матрица, позволяющая установить флаг разрешения автоповтора для каждой клавиши по отдельности.

Все параметры контроллера клавиатуры, такие как пауза защиты от дребезга, тайм-аут начала автоповтора и частота следования кодов при автоповторе, являются программируемыми и могут быть установлены из управляющего устройства с точностью до ≈ 6 мс.

2. Подключение

Принципиальная электрическая схема включения микросхемы CE110 приведена на рис. 2. Здесь применён стандартный ЖКИ-модуль (для примера на схеме обозначен модуль PC2402 фирмы Powertip, имеющий 2 строки по 24 символа) и

клавиатура 8×8 клавиш. Назначение внешних выводов: GND — земля, +5 В — напряжение питания +5 В, $\overline{\text{INT}}$ — выход сигнала запроса прерывания по нажатию клавиши, SCL и SDA — стандартные линии шины I²C.

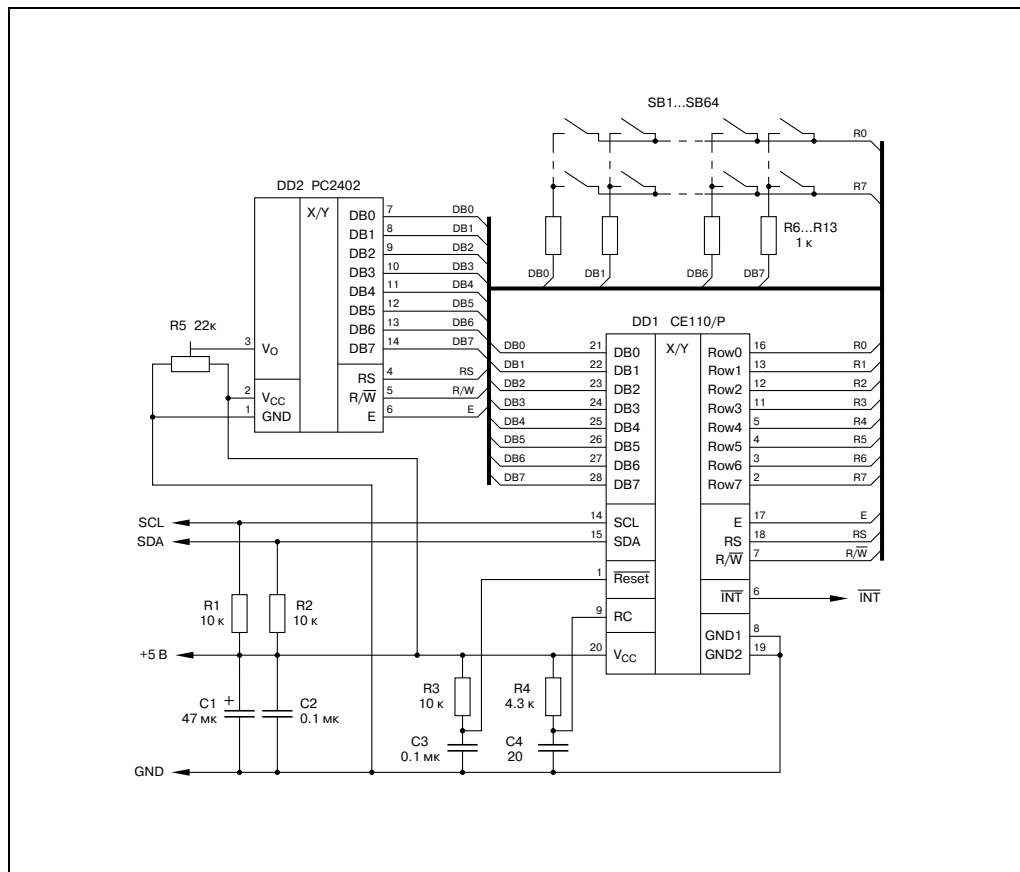


Рис. 2. Базовая схема включения CE110

Конденсаторы C_1 и C_2 номинальной ёмкостью соответственно 47 мкФ и 0.1 мкФ, представляют собой входной фильтр питания.

Резистор $R_3 = 10$ кОм и конденсатор $C_3 = 0.1$ мкФ образуют схему фиксации входа Reset; R_3 поддерживает на нём неактивный потенциал, а C_3 защищает от выбросов по сети питания, возникающих при коммутации индуктивных нагрузок. Микросхеме CE110 не требуется подавать сигнал сброса, так как в ней имеются встроенные схемы запуска при подаче напряжения питания, но если требуется сбрасывать контроллер не только при включении, но и в других случаях, то можно подключить вход Reset к соответствующим выходам управляющей системы.

Резистор R_4 и конденсатор C_4 образуют RC-цепочку тактового генератора контроллера. Максимальная тактовая частота ≈ 5 МГц при $V_{CC} = 5$ В получается при $R_4 = 4.3$ кОм и $C_4 = 20$ пФ. Варьируя номиналы R_4 и C_4 можно добиться изменения тактовой частоты, но важно учитывать, что использование меньших номиналов R и C для повышения тактовой частоты, а также повышение сопротивления резистора R_4 более нескольких десятков килоом не рекомендуется, так как может привести к неустойчивой работе тактового генератора.

При понижении тактовой частоты пропорционально снижается максимально достижимая скорость передачи по шине I^2C , составляющая 48 кбит/с при $F_{\text{такт}} = 5$ МГц и, соответственно, 10 кбит/с при $F_{\text{такт}} = 1$ МГц. Понижение тактовой частоты приводит к снижению собственного потребления микросхемы CE110, которое при частоте тактирования 1 МГц составляет ≈ 0.5 мА, поэтому применение низкоскоростного режима вполне оправдано когда необходимо пониженное энергопотребление.

Шина данных контроллера (выводы $DB_0 \dots DB_7$) является мультиплексной; в разное время она используется для обмена с ЖКИ-модулем или для опроса клавиатуры. Линии шины данных и сигналы управления микросхемы CE110 непосредственно соединены с одноимёнными линиями ЖКИ-модуля.

На выводы V_{CC} и GND ЖКИ-модуля подано напряжение питания +5 В, а на вывод V_O потенциал с движка подстроечного резистора R_5 , позволяющего плавно менять напряжение питания драйвера ЖК-панели, что необходимо для правильной установки режима работы модуля, так как различные ЖК-материалы и конструкции ЖК-панелей могут иметь существенно различающиеся характеристики, что, к примеру, может привести к полному отсутствию изображения на одном ЖКИ-модуле, включённом в схему с настройкой резистора R_5 для другого.

В общем случае, для активизации работы ЖКИ-модуля можно рекомендовать следующую последовательность действий. Подайте напряжение питания на ЖКИ-модуль и поворачивайте движок резистора R_5 . После подачи напряжения питания модуль включается в режим развёртки одной верхней строки. Сегменты этой строки должны менять своё состояние от прозрачного до непрозрачного, что является свидетельством правильного подключения питания модуля и работоспособности драйверов ЖК-панели. Установите движок в такое положение, при котором изображение сегментов в верхней строке едва проступает на основном фоне ЖК-панели. Теперь ЖКИ-модуль готов к приёму и отображению информации. После того, как вы добьётесь отображения на индикаторе какого-либо текста, то сможете более точно отрегулировать изображение в соответствии с необходимой контрастностью и требуемым углом наблюдения.

Матрица клавиатуры 8×8 клавиш (рис. 2) подключена к выводам $Row_0 \dots Row_7$ (выходы выборки строк) и $DB_0 \dots DB_7$ (входы состояния столбцов) через токоограничивающие резисторы $R_6 \dots R_{13}$ сопротивлением 1 кОм, предназначенные для исключения искажения информации на шине данных $DB_0 \dots DB_7$ при нажатии клавиш. Совершая операцию сканирования, микросхема CE110 выставляет на очередном выходе Row_x логический 0, причём все остальные выходы переводятся

в третье состояние. Выждав паузу, около 50 периодов тактовой частоты (10 мкс для $F_{\text{такт}} = 5 \text{ МГц}$), контроллер считывает состояние столбцов через выходы $\text{DB}_0 \dots \text{DB}_7$, подтянутые внутренними резисторами $\approx 10 \text{ кОм}$ к шине питания +5 В.

Выходы SCL и SDA микросхемы CE110 подтянуты к линии питания +5 В резисторами R_1 и R_2 и подключены к соответствующим линиям шины I²C.

Контроллер CE110 имеет выход $\overline{\text{INT}}$ с открытым коллектором для формирования сигнала запроса прерывания при нажатии на клавишу. Сигнал представляет собой отрицательный потенциал, появляющийся непосредственно после попадания в буфер клавиатурного кода, и сбрасываемый обратно в неактивное состояние при прочтении содержимого буфера. Этот сигнал можно использовать, например, для запроса прерывания процессора управляющей системы при нажатии клавиш, или для программного контроля состояния клавиатуры. Кроме того, выход $\overline{\text{INT}}$ может быть настроен на выдачу сигнала не только при нажатии клавиш, но и при отпускании, что может понадобиться при использовании режима прямого считывания состояния сканируемой матрицы, или режима с выдачей флага нажатия/отпускания клавиши, предусмотренных в программном интерфейсе микросхемы CE110.

Последний выход, незадействованный в схеме типового включения микросхемы — CLKOUT. На этом выводе формируется частота, равная $F_{\text{такт}}/4$. Так как CE110 не имеет никаких синхронных внешних сигналов, потребность в сигнале CLKOUT для конструирования собственного дисплея отсутствует, но этот сигнал может использоваться для внутренних нужд проектируемой системы.

3. Программирование и управление

После прохождения сигнала $\overline{\text{Reset}}$ и окончания цикла инициализации микросхемы (длящегося не более 100 мс) она готова к работе (сразу отметим, что автоматически генерируемый при включении питания сигнал сброса может иметь значительно большую длительность, чем цикл инициализации, и достигать 500 мс).

Для связи по шине I²C микросхеме CE110 назначен базовый адрес \$78 (шестнадцатеричное 78), возможна также поставка микросхем с модифицированным «Slave»-адресом — CE110A с адресом \$7A, CE110B с адресом \$7C и так далее, что позволяет устанавливать несколько микросхем CE110 на одну шину I²C.

Передача информации может осуществляться как одиночными информационными байтами, то есть каждый байт сопровождается своим «Start»-условием, адресом и «Stop»-условием, так и групповым способом, когда на одну пару — «Start»-условие и адрес (\$78) — приходится пакет последовательно идущих информационных байтов, завершающийся одним «Stop»-условием. Кроме того, допустимо многократное возобновление адреса — передача нового «Start»-условия, без предварительного «Stop»-условия. Этот протокол полностью соответствует спецификациям фирмы Philips, и мы рекомендуем обратиться к соответствующей литературе за подробной информацией [1], для практического использования можно также порекомендовать документ [2].

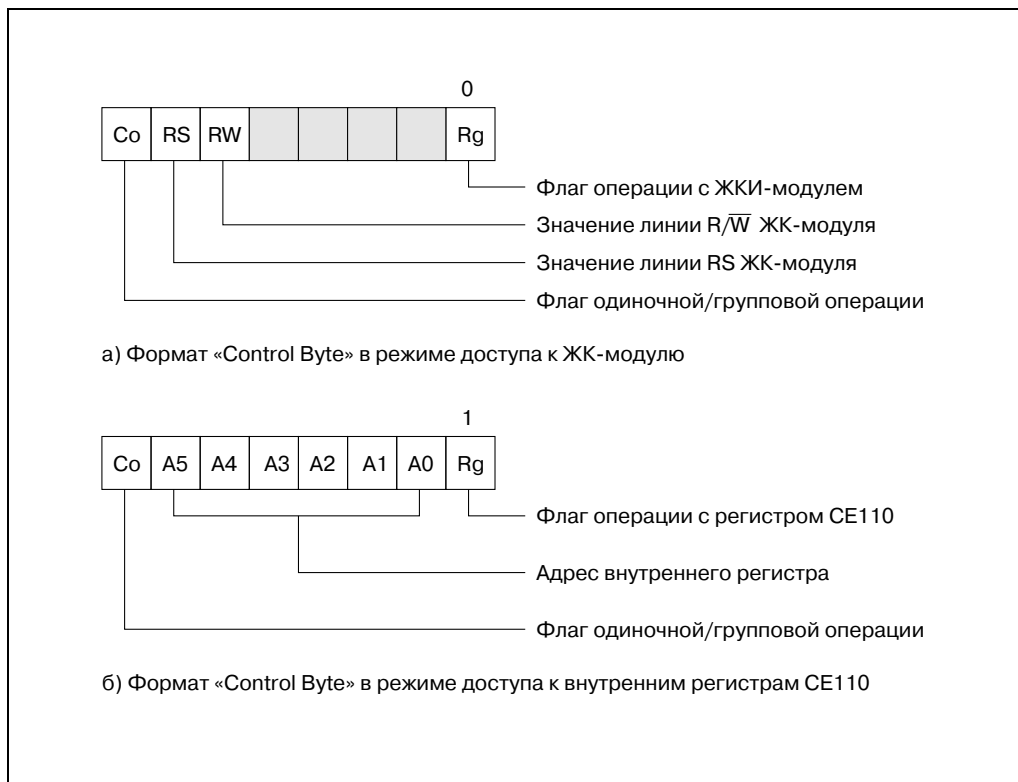


Рис. 3. Формат управляющего слова «Control Byte» микросхемы CE110

Для управления процессом обмена с микросхемой CE110 в неё введено такое понятие, как управляющее слово — «Control Byte», передаваемое непосредственно после «Slave»-адреса. «Control Byte» (рис. 3) содержит набор управляющих битов, определяющих общий режим работы для идущей следом последовательности байтов.

Бит Co определяет вид послышки. Если Co = 0 — за «Control Byte» следует многобайтовая последовательность, завершающаяся либо «Stop»-условием, либо новым «Start»-условием. Если Co = 1 — за «Control Byte» следует одиночный байт данных, за которым будет передан новый «Control Byte».

Бит Rg определяет область доступа. Если Rg = 0 (рис. 3, а) — производится доступ к ЖКИ-модулю, при этом в 5-ом и 6-ом битах «Control Byte» передаются значения линий ЖКИ-модуля R/W и RS соответственно, которые будут присутствовать во время передачи всей следующей последовательности. Если Rg = 1 (рис. 3, б) — производится доступ к внутренним регистрам микросхемы CE110, причём в битах «Control Byte» 1...6 передаётся адрес регистра, принимающего или передающего последующие данные.

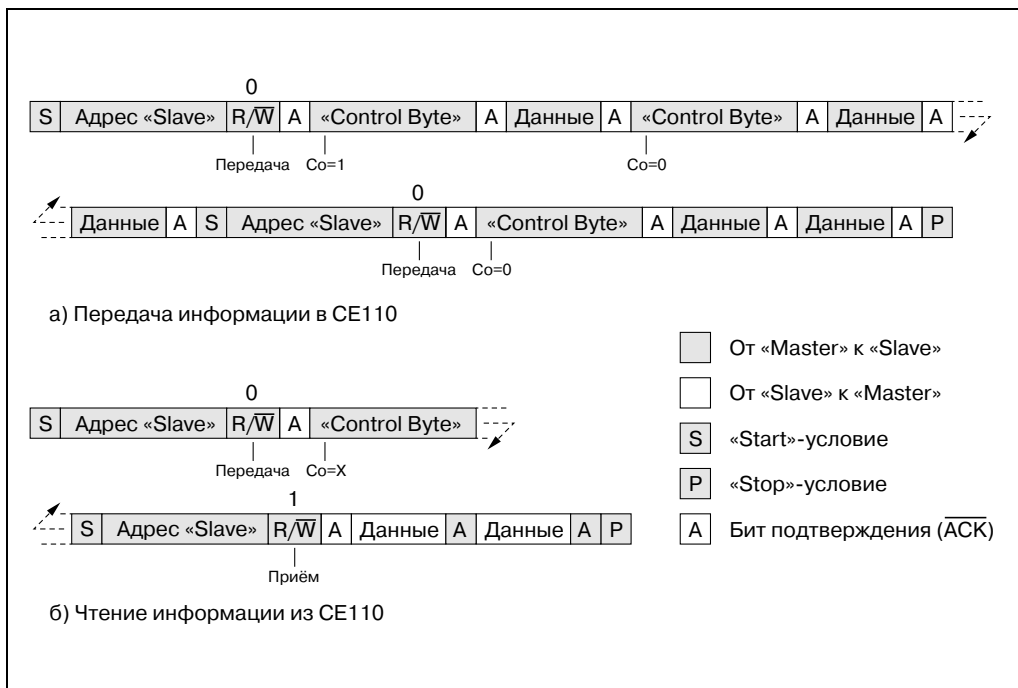


Рис. 4. Формат операций обмена с микросхемой CE110

Пример выполнения операций обмена с микросхемой CE110 можно видеть на рис. 4, а, б. Здесь показан общий случай обмена, справедливый как для управления ЖКИ-модулем, так и для доступа к внутренним регистрам CE110.

Передача последовательности в CE110 показана на рис. 4, а. После выдачи «Start»-условия и «Slave»-адреса передаётся «Control Byte» с $Co = 1$, то есть устанавливается режим передачи одиночного байта. Далее следует сам байт данных, за ним вновь управляющий байт, содержащий бит $Co = 0$, устанавливающий режим передачи последовательности байтов. Далее следует последовательность байтов, прерываемая новым «Start»-условием, инициирующим передачу новой последовательности. Завершается посылка «Stop»-условием.

Чтение из микросхемы CE110 показано на рис. 4, б. После выдачи «Start»-условия и «Slave»-адреса передаётся «Control Byte», содержащий значение линий ЖКИ-модуля или адрес регистра (состояние бита Co в режиме чтения не имеет значения, так как чтение всегда производится в режиме последовательности). Сразу за «Control Byte» передаётся новое «Start»-условие и «Slave»-адрес со значением поля $R/\overline{W} = 1$. Далее следует последовательность операций чтения, завершающаяся «Stop»-условием.

Отметим, что любая последовательность может многократно прерываться новыми «Start»-условиями и менять режим операции (чтение/запись) без выдачи

«Stop»-условия. Можно даже сказать, что для работы с микросхемой CE110 «Stop»-условие не является необходимым, если только вы не применяете «Multi Master»-режим работы шины I²C, требующий периодического освобождения шины.

На рис. 5 в качестве примера приведена последовательность операций для вывода информации на ЖКИ-модуль.

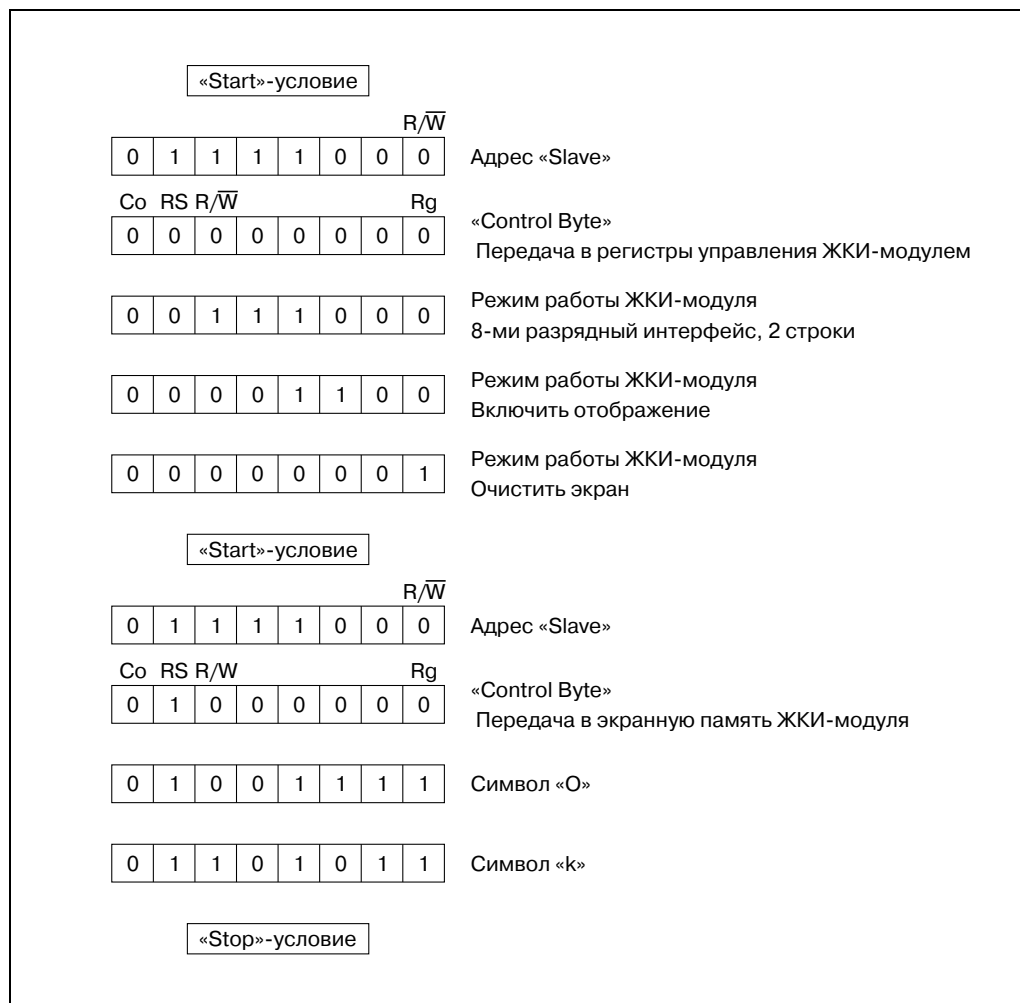


Рис. 5. Пример последовательности для вывода на экран

Начинается последовательность «Start»-условием, за которым следует «Slave»-адрес микросхемы CE110 — байт \$78, сопровождаемый флагом $R/\overline{W} = 0$, устанавливающим режим передачи информации в CE110. В режиме передачи сразу за

«Slave»-адресом всегда следует «Control Byte», в данном случае определяющий передачу последовательности байтов в регистр управления ЖКИ-модуля ($RS = 0$). За управляющим словом идёт последовательность из трёх байтов, настраивающая ЖКИ-модуль на работу в двухстрочном режиме отображения, включающая отображение и очищающая экран. Прерывается последовательность передачей нового «Start»-условия, за которым вновь следуют «Slave»-адрес и «Control Byte». Последний имеет новое значение, определяющее новое состояние линии RS ЖКИ-модуля. Теперь микросхема CE110 настроена на передачу последовательности символов в видеопамять ЖКИ-модуля, которая (слово «Ok») идёт следом. Заканчивается пример — выдачей «Stop»-условия.

Мы не описываем здесь набор операций собственно ЖКИ-модуля — для этого существует соответствующая документация, например описание контроллера HD44780 фирмы Hitachi [3], или руководство по применению ЖКИ-модулей [4].

Вторая, относительно независимая часть набора команд связана с управлением клавиатурой. Интерфейс обмена с контроллером клавиатуры выполнен в виде доступа к внутренним регистрам микросхемы CE110. Доступ к внутренним регистрам разрешается располагающимся в «Control Byte» флагом $Rg = 1$. При этом остальные биты «Control Byte» (кроме Co , см. рис. 3, б) определяют номер адресуемого регистра. Ниже приведено назначение регистров:

- 00 — «KeyBuf»: регистр буфера клавиатуры. Когда контроллер клавиатуры распознаёт нажатие клавиши и дешифрирует её код, он добавляет к нему 1 в старший разряд (флаг наличия в буфере новой информации) и записывает полученное значение в буфер. Через регистр «KeyBuf» доступно значение верхушки — самого первого байта буфера. После прочтения содержимого «KeyBuf» управляющим устройством флаг новой информации (то есть старший разряд) автоматически сбрасывается, оставляя неизменным значащий код. Если в буфере уже имеются другие коды клавиш, он автоматически продвигается, замещая уже прочитанный код. В зависимости от режима, буфер может иметь размер один или восемь байтов. При повторном нажатии клавиши в режиме с однобайтовым буфером, до прочтения управляющей системой предыдущего значения, старое значение замещается новым. При переполнении буфера в восьмибайтовом режиме, замещению подвергается самый последний байт буфера.
- 01 — «WorkMode»: регистр управления. В нём содержатся три флага, определяющие режим работы микросхемы CE110. Ниже приведено назначение управляющих битов располагающихся в регистре «WorkMode»:
 - 0 — «KeyModFl»: флаг режима работы контроллера клавиатуры. 0 — выдаются коды нажимаемых клавиш; 1 — выдаются коды нажимаемых и отпускаемых клавиш, причём в 6-ом бите кода клавиши передаётся флаг: 0 — клавиша нажата, 1 — отпущена.
 - 1 — «KeyBufSizFl»: флаг размера буфера клавиатуры. 0 — буфер клавиатуры имеет размер 1 символ, 1 — буфер имеет размер 8 символов.

- 2 — «LCDRdWtFl»: флаг режима работы интерфейса ЖКИ-модуля. 0 — будет производиться автоматическое ожидание освобождения флага BF ЖКИ-модуля, 1 — проверка флага BF не будет производиться.
- 02 — «KeyAutoTime»: регистр тайм-аута включения автоповтора. В нём содержится значение времени, через которое начнётся автоматическая выдача кода нажатой последней и удерживаемой клавиши. Время задаётся во внутренних единицах $T_{\text{внутр}}$, равных 32768 периодам $F_{\text{такт}}$, что при $F_{\text{такт}} = 5$ МГц оказывается равным ≈ 6.5 мс.
- 03 — «KeyAutoSpeed»: регистр частоты автоповтора. Задаёт период следования символов при автоповторе. Период задаётся во внутренних единицах $T_{\text{внутр}}$, о которых мы упоминали выше.
- 04 — «KeyPause»: регистр паузы для защиты от дребезга. Определяет длительность паузы после перекоммутации клавиши, в течение которой контроллер клавиатуры не производит опрос матрицы, чтобы защититься от дребезга механических контактов. Задаётся в единицах $T_{\text{внутр}}$.
- 04...07 — Не используются.
- 08...0F — «Mask0»...«Mask7»: маски, разрешающие автоматический повтор клавиш. Каждый регистр «MaskX» соответствует одной строке матрицы клавиатуры, а каждый бит регистра — соответствующей клавише. Бит 0 регистра «Mask0» отвечает за клавишу с кодом \$00, бит 0 регистра «Mask1» за клавишу \$08, и так далее. Установка флага в 1 разрешает автоповтор для данной клавиши. Наличие функции маскирования отдельных клавиш может существенно улучшить процесс управления приборами людьми, не сталкивавшимися с компьютерами, и имеющими склонность удерживать нажатиями, например, цифровые или алфавитные клавиши. Назначение автоповтора только для необходимых клавиш, скажем стрелок или $+/-$, позволит эффективно решить эту проблему.
- 10...17 — «KeyMat0»...«KeyMat7»: регистры состояния матрицы клавиатуры. Через данные регистры доступны текущие значения состояния столбцов матрицы клавиатуры. Регистру «KeyMat0» соответствует нулевая строка, и, как следствие, клавиши с кодами \$00...\$07, «KeyMat1» — первая строка, и так далее. Каждый бит регистра «KeyMatX» отвечает за одну клавишу, причём распределение битов аналогично распределению в регистрах «MaskX». Единичное значение бита матрицы говорит о том, что клавиша отпущена, нулевое — что нажата.

После совершения операции обмена с регистром (записи или чтения) его адрес автоматически увеличивается на 1. Это удобно при начальном определении параметров работы микросхемы CE110, или при сохранении текущего состояния и его последующего восстановления. Вместе с тем, если необходимо циклическое чтение одного и того же регистра (например «KeyBuf») необходимо каждый раз возобновлять адрес регистра, путём повторной передачи «Start»-условия, «Slave»-адреса с

режимом записи, «Control Byte» с адресом регистра, вновь «Start»-условия, «Slave» адреса с режимом чтения и, собственно прочтения регистра.

После прохождения сигнала Reset и внутренней инициализации микросхемы CE110 все регистры сбрасываются в 0, буферы матрицы «KeyMat0»... «KeyMat7» получают начальное значение \$FF.

4. Рекомендации по применению

1. Так как внутренний сигнал сброса микросхемы CE110 может иметь значительную продолжительность (до 500 мс), по включении устройства, до начала передачи информации в CE110 нужно ввести паузу инициализации порядка 0.5...1 сек.

2. В совместной работе управляющего устройства и CE110 возможна ситуация, когда управляющее устройство или CE110 сбрасывается в процессе передачи байта по шине I²C. Так как максимальное время ожидания сигнала SCL для шины I²C не нормируется, ситуацию подвисания не удаётся распознать аппаратно, и наоборот — программному определению мешает высокая скорость изменения информации на шине. Для устойчивой работы внешний сигнал Reset нужно подавать одновременно на входы Reset и управляющей системы, и CE110.

3. Совершая операцию сканирования клавиатуры, микросхема CE110 подключает ко входам состояния строк (выводы DB₀...DB₇) небольшую нагрузку — около 100 мкА. В некоторых случаях (например, при длинных линиях соединения с клавиатурой, или в присутствии сильных помех) этого тока может не хватить для устойчивой работы процесса сканирования, тогда имеет смысл подключить выводы DB₀...DB₇ через внешние резисторы сопротивлением 2...10 кОм к положительному выводу источника питания, при этом необходимо адекватно уменьшить сопротивление включённых последовательно с матрицей клавиатуры резисторов R₆...R₁₃ (рис. 2), одновременно следя за тем, чтобы не возникла перегрузка выходных каскадов по току.

4. При нажатии одновременно нескольких клавиш возможно появление ложных кодов на выходе сканируемой матрицы. Особенно опасно проявление такого эффекта при работе с клавиатурой в режиме выдачи кодов клавиш с флагом нажатия/отпускания с буферизацией текущего состояния клавиш в специальном буфере управляющей системы, поскольку в этом случае в буфере состояния могут появляться «подвисшие» клавиши. Для исключения подобной ситуации контактные группы клавиш нужно включать в матрицу через диоды, анодами ко входам состояния столбцов (выводы DB₀...DB₇).

5. Микросхема CE110 допускает максимальную скорость обмена по шине I²C до 48 кбит/с при тактовой частоте 5 МГц. Причина этого в том, что внутренней программе требуется время (необходимое, чтобы среагировать на приход по шине I²C очередного байта и захватить линию SCL) равное в предельном случае 48-ми периодам тактовой частоты. Минимальное нормируемое фирмой Philips время отрицательного полупериода сигнала SCL составляет 4.7 мкс для 100 кбит/с, что для

50 кбит/с составит соответственно 9.4 мкс (для CE110 на частоте 5 МГц необходимо 9.6 мкс, отсюда ограничение 48 кбит/с). В принципе, жёсткого ограничения на скорость передачи потока битов микросхема CE110 не накладывает, поэтому, если искусственно увеличить длительность отрицательного полупериода сигнала SCL, следующего непосредственно за $\overline{ACK}$ (другими словами, увеличить длительность межбайтового промежутка) до величины не менее 48 периодов тактовой частоты ($F_{\text{такт}}$) микросхемы CE110, то возможно увеличение скорости передачи вплоть до 400 кбит/с, независимо от частоты $F_{\text{такт}}$.

6. У микросхем CE110 первого выпуска была обнаружена ошибка во внутренней программе, приводящая к невозможности проведения одиночной операции при доступе к внутренним регистрам ($Rg=1$, $Co=1$). Вместо этого микросхема обрабатывала операции, как будто был объявлен групповой режим ($Co=0$). Преодолеть эту ошибку можно, прерывая последовательность передач новым «Start»-условием и соответственно адреса «Slave».

5. Литература

- [1] The I²C-bus and how to use it. © 1997 Philips.
- [2] Общие положения и введение в логику работы шины I²C. Практические рекомендации, 1-е издание, © 1997 КТИ-МК.
- [3] LCD Controller/Driver LSI. Data Book. © 1994 Hitachi America Ltd.
- [4] Алфавитно-цифровые индицирующие ЖК-модули. Руководство по применению, 1-е издание, © 1997 КТИ-МК.

Предельные эксплуатационные характеристики

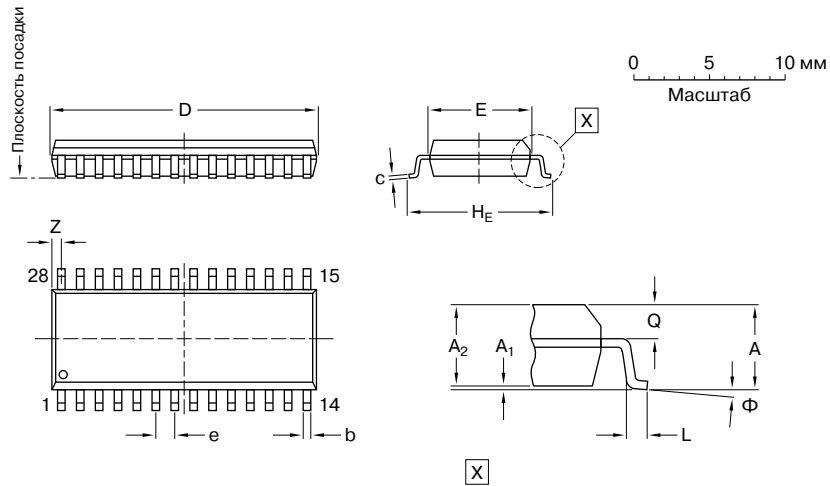
Диапазон рабочих температур	−40°C...85°C
Диапазон температуры хранения	−65°C...150°C
Напряжение на выводе V_{CC} относительно GND	0...7.5 В
Напряжение на любом выводе относительно GND	−0.6... $V_{CC} + 0.6$ В
Общая рассеиваемая мощность	800 мВт
Макс. ток через вывод GND	300 мА
Макс. ток через вывод V_{CC}	250 мА
Макс. ток через защитные диоды входа	±20 мА
Макс. ток через защитные диоды выхода	±20 мА
Макс. втекающий ток выхода	25 мА
Макс. вытекающий ток выхода	25 мА
Макс. сумм. втекающий ток вых. Row ₄ ...Row ₇ + INT + $R/\overline{W}$	200 мА
Макс. сумм. вытекающий ток вых. Row ₄ ...Row ₇ + INT + $R/\overline{W}$	200 мА
Макс. сумм. втекающий ток вых. Row ₀ ...Row ₃ + E + RS + SCL + SDA	200 мА
Макс. сумм. вытекающий ток вых. Row ₀ ...Row ₃ + E + RS	200 мА
Макс. сумм. втекающий ток вых. DB ₀ ...DB ₇	200 мА
Макс. сумм. вытекающий ток вых. DB ₀ ...DB ₇	200 мА

Электрические характеристики

Параметр	Обозн.	Мин.	Макс.	Един.
Рабочее напряжение питания	V_{CC}	4.0	6.0	В
Ток потребления	I_{CC}	—	10.0	мА
Вх. напряжение низкого уровня	V_{IL}	GND	$0.2 \cdot V_{CC}$	В
Вх. напряжение высокого уровня	V_{IH}	$0.85 \cdot V_{CC}$	V_{CC}	В
Вых. напряжение низкого уровня	V_{OL}	—	0.6	В
Вых. напряжение высокого уровня	V_{OH}	$V_{CC} - 0.7$	—	В
Максимальная ёмкость нагрузки:	C_{IO}	—	400	пФ

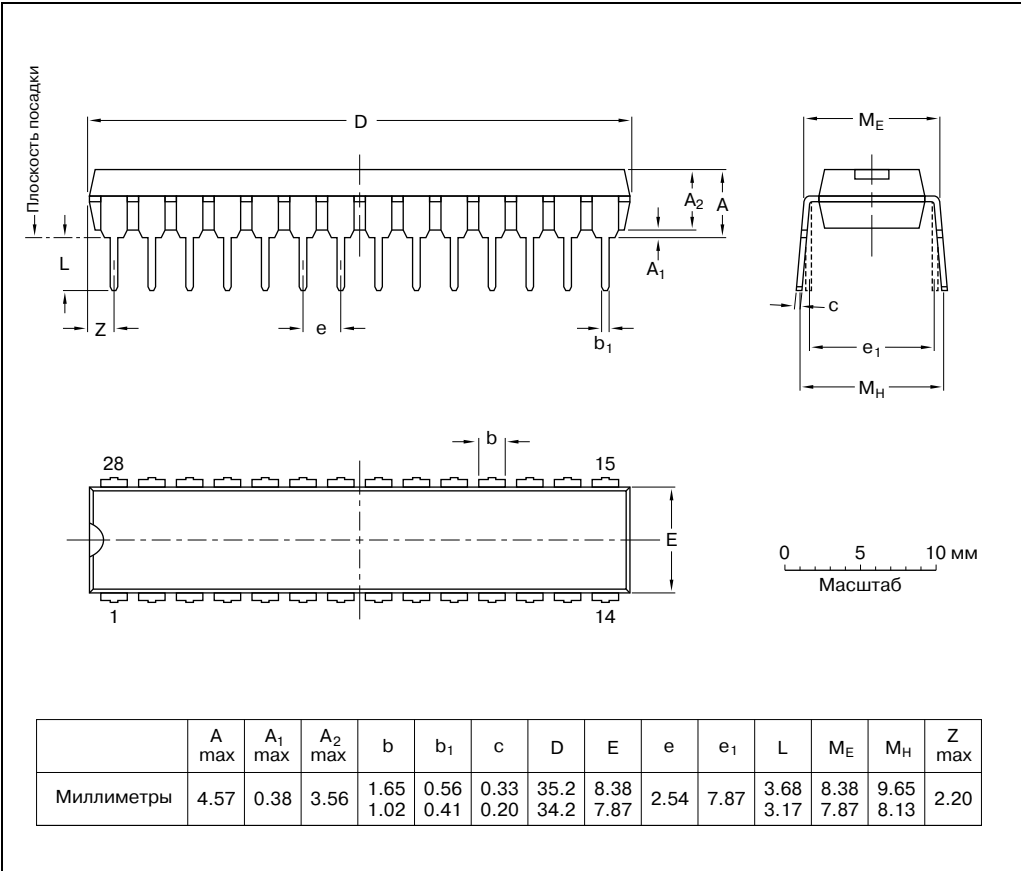
6. Чертежи корпусов

Корпус: 28-выводный пластиковый SOIC



	$A_{\max}$	A_1	A_2	b	c	D	E	e	H_E	L	Q	Z	Φ
Миллиметры	2.64	0.30 0.10	2.45 2.25	0.48 0.36	0.31 0.24	18.1 17.7	7.60 7.41	1.27	10.6 10.0	1.14 0.40	1.10 1.00	0.90 0.40	8° 5°

Корпус: 28-выводный пластиковый SDIP



Микросхема CE110. Техническое описание

1-е издание

© 1997 КТЦ-МК

Автор: А.А.Голов

Вёрстка произведена в пакете CugTUG-epsTeX
с использованием кириллических шрифтов семейства LH