

Анна Буданова | Anna.Budanova@ebv.com

Определение уровня освещенности

с использованием датчика HSDL-9000

Датчики уровня освещенности традиционно используются в промышленном оборудовании, связанном с фотометрией, а с течением времени нашли применение и в некоторых устройствах бытовой электроники, оборудованных дисплеями, — например, в телевизорах высокой четкости, компьютерных мониторах и записывающих видеокамерах. В большинстве случаев такие датчики имеют в своей основе кремниевый PIN-фотодиод и используются для регулировки яркости. В последнее время они стали появляться и в устройствах карманного формата, таких как КПК и мобильные телефоны. Поскольку источники света, применяемые для подсветки цветных дисплеев, отличаются высоким энергопотреблением, задача экономии заряда аккумулятора выходит на первый план. В статье рассматриваются характеристики датчика уровня освещенности HSDL-9000 компании Avago Technologies. Дополнительные данные можно почерпнуть из указания по применению AN 1365, в котором приведена подробная конструкторская информация. HSDL-9000 — это недорогой датчик уровня освещенности с цифровым выходным сигналом в миниатюрном стандартном бессвинцовом корпусе для поверхностного монтажа типа PLCC.

Введение

Рынок дисплеев, особенно жидкокристаллических, плоскочелюстных и плазменных, в настоящее время испытывает бурный рост. ЖК-дисплеи (LCD) используются во всех мобильных терминалах, устройствах доступа в Интернет, ноутбуках, диагностическом оборудовании промышленной автоматизации, цифровых камерах, видеокамерах, автомобильных навигационных системах и т. п. LCD бывают монохромными и цветными; существует множество их разновидностей, развернутое обсуждение которых выходит за рамки настоящей статьи. ЖК-дисплеи по природе своей неизлучающие, т. е. нуждаются во внешнем источнике для подсветки экрана.

В отражательных LCD (которые применяются, например, в микрокалькуляторах) нет фоновой подсветки, и они нечитаемы в условиях низкой освещенности и в темноте. В мобильных телефонах и карманных компьютерах используются пропускающие, а с недавних пор и пропускающе-отражательные ЖК-дисплеи. Пропускающие требуют фоновой подсветки, а пропускающе-отражательные используют сочетание подсветки спереди окружающим светом и фоновой подсветки сзади. Для фоновой подсветки применяются источники света различных типов; самые популярные из них — люминесцентные лампы с горячим и холодным катодом (Hot and Cold Fluorescent Tubes, HCFT/CCFT), светодиодные матрицы и электролюминесцентные панели.

Учитывая, что дисплейные технологии являются основным фактором роста рынка карманных устройств, важнейшая задача, стоящая перед конструкторами, — снизить энергопотребление источников фоновой подсветки.

Ток, потребляемый такими источниками, может составлять 100–400 мА, что существенно сокращает время автономной работы — и это еще без учета подсветки клавиатуры. Принимая во внимание, что в основном устройства, о которых идет речь, эксплуатируются при дневном свете или в помещениях с достаточной освещенностью, требования к фоновой подсветке существенно снижаются, что позволяет продлить время автономной работы. Элегантное и простое решение — использовать подсветку только тогда, когда она необходима, например, при малой освещенности или в темноте. Данное решение реализуется на базе датчика, регистрирующего наличие или отсутствие окружающего света. По его сигналу можно соответственно отключать или включать фоновую подсветку.

Требования к датчику

Ключевым компонентом в схеме определения уровня освещенности является фотодатчик. Поскольку он должен регистрировать тусклый и яркий окружающий свет точно так же, как он воспринимается человеческим глазом, необходимо, чтобы датчик имел такую же спектральную характеристику, как и человеческий глаз, пик чувствительности которого прихо-

дится на длину волны 550 нм. У кремниевых фотодиодов такой пик находится в диапазоне 700–1100 нм, в котором сосредоточена существенная часть энергии большинства источников света. Как следствие, даже если человек воспринимает свет как тусклый, возможно, что кремниевый фотодиод определит его как яркий, так как он содержит достаточное количество энергии в инфракрасном диапазоне, к которому глаз человека нечувствителен. Более того, разные источники света имеют разные спектральные характеристики в невидимой области спектра, что приводит к различию уровней выходного сигнала одного и того же кремниевый фотодиода при одинаковой с точки зрения человека освещенности. Следовательно, широко распространенные кремниевые фотодиоды являются не лучшим выбором, и необходим детектор, который бы имитировал характеристики человеческого глаза.

Большинство источников света, будь то лампы накаливания, люминесцентные или галогенные лампы, вырабатывают электрические гармоники, которые накладываются на постоянный полезный сигнал и которые необходимо отфильтровать.

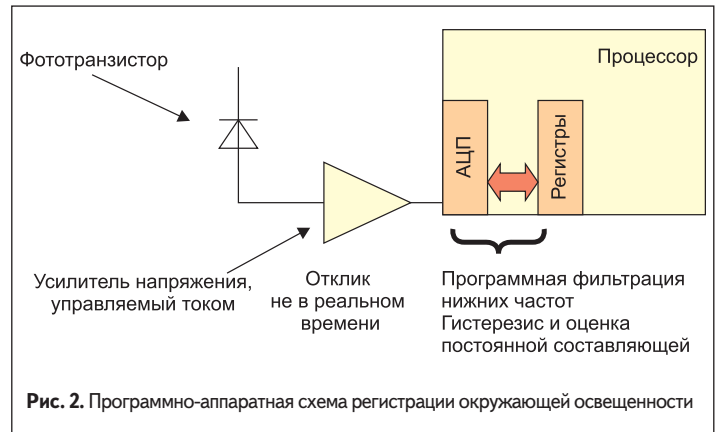
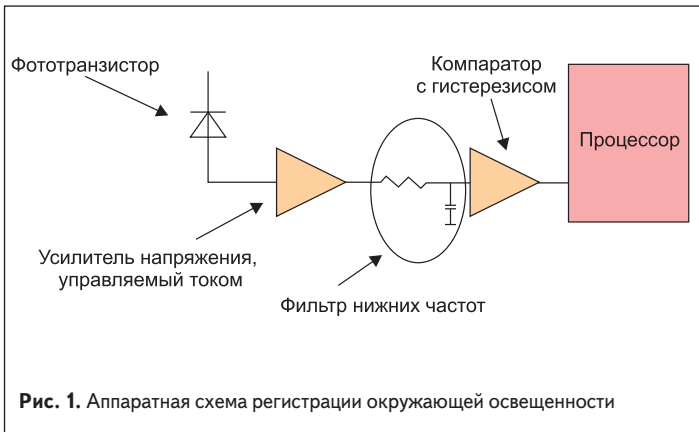
Традиционное решение

В традиционных схемах используется кремниевый фотодиод, регистрирующий свет, и ряд дополнительных электронных компонентов. Эти компоненты необходимы для следующих целей:

- усиление фототока малой амплитуды, а затем преобразование тока в напряжение;
- фильтрация низкочастотных гармоник, присутствующих в электрическом спектре многих источников света;
- реализация гистерезиса для предотвращения дребезга контактов.

Схема, приведенная на рис. 1, требует дополнительных аппаратных компонентов, что выливается в дополнительные затраты и увеличение размеров схемы на печатной плате.

Некоторые из перечисленных выше функций можно реализовать программно, используя ресурсы процессора, как показано на рис. 2, но это решение не будет работать в реальном времени, и точность получаемой информации будет зависеть от доступной вычислительной мощности и деталей реализации.



Датчик HSDL-9000 компании Avago Technologies

HSDL-9000 — высокоинтегрированный датчик уровня освещенности, в состав которого входит спектрально согласованный фотодиод, а также вся необходимая электроника для обработки аналогового сигнала датчика и выработки цифрового выходного сигнала, который можно непосредственно подавать на любой микроконтроллер или микропроцессор. Спектрально согласованный фотодиод изображен на рис. 3.

Фотодиод представляет собой патентованный датчик, разработанный с использованием патентованного технологического процесса интенсивной многослойной фильтрации света в полупроводнике по длинам волн, который позволяет реализовать спектральный отклик, имитирующий реакцию человеческого глаза. Этот процесс не только воспроизводит спектральную характеристику чувствительности человеческого глаза с пиком в окрестности длины волны 550 нм, но и успешно подавляет все гармоники, возникающие в боковых полосах. Последние до сих пор представляют проблему в других представленных на рынке датчиках, имитирующих отклик человеческого глаза.

Характеристики разных источников света различаются. У ламп накаливания широкополосный спектр оптического излучения, а люминесцентные лампы имеют ряд спектральных линий, в зависимости от используемого в них материала. Соответственно, фотодиод должен достоверно воспроизводить спектральный отклик человеческого глаза и не иметь паразитных максимумов в боковых полосах. Фотодиод, входящий в состав датчика HSDL-9000, отвечает этим требованиям.

Встроенная электроника

Датчик HSDL-9000 содержит также интегральную схему, которая включает управляемый током усилитель напряжения и другие цепи для фильтрации электрических гармоник, присутствующих в излучении электрических источников света. У разных источников света состав электрических гармоник, накладывающихся на регистрируемый светодиодами спектр, различается. Например, для электрического спектра лампы накаливания характерны пульсации на частоте сети поверх большой постоянной составляющей, что приводит к помехам.

В люминесцентных лампах основная частота электрического спектра равна удвоенной частоте напряжения питания, однако исполь-

зуемый механизм возбуждения и LC-цепочки, входящие в состав балласта, приводят к возникновению большого числа гармоник. Блок фильтров датчика HSDL-9000 подавляет гармоники, вырабатываемые различными источниками света.

За блоком фильтров располагается каскад оцифровки с гистерезисом, вырабатывающий устойчивый цифровой выходной сигнал. КМОП-выход совместим с входными каскадами большинства цифровых устройств.

Спектрально согласованный фотодиод и встроенная ИС для обработки и оцифровки сигнала обеспечивают исключительную простоту создания конструкций на базе HSDL-9000.

Характеристики и преимущества

Блок-схема, демонстрирующая применение датчика HSDL-9000 в ЖК-дисплее, приведена на рис. 4. Работой ламп фоновой подсветки экрана обычно управляет инвертор, а яркость свечения определяется величиной управляющего тока. В общем случае инверторы обеспечивают включение/отключение подсветки по разрешающему/запрещающему сигналу микроконтроллера. В более сложных инверторах предусмотрена возможность снижения яркости.

В числе механизмов регулирования яркости, используемых в инверторах, — изменение приложенного постоянного напряжения смещения, сопротивления регулирующего ток резистора или коэффициента заполнения ШИМ-сигнала с микроконтроллера.

Пунктирной линией на рис. 4 обозначен сигнал обратной связи, который поступает на микропроцессор с датчика HSDL-9000 и используется для управления инвертором.

Датчик HSDL-9000 имеет множество потенциальных применений, например включение и выключение подсветки экрана и клавиатуры для экономии заряда аккумулятора. В таблице 1 сведены типовые значения тока, потребляемого мобильными телефонами, КПК и другими устройствами карманного формата. Такие устройства, как правило, используются при ярком дневном свете. Даже при закрытых дверях и ночью в помещении достаточно света, что делает избыточной подсветку экрана и клавиатуры. Доля времени, в течение которой эти устройства эксплуатируются при низкой освещенности и поэтому нуждаются в подсветке, составляет всего около 35%.

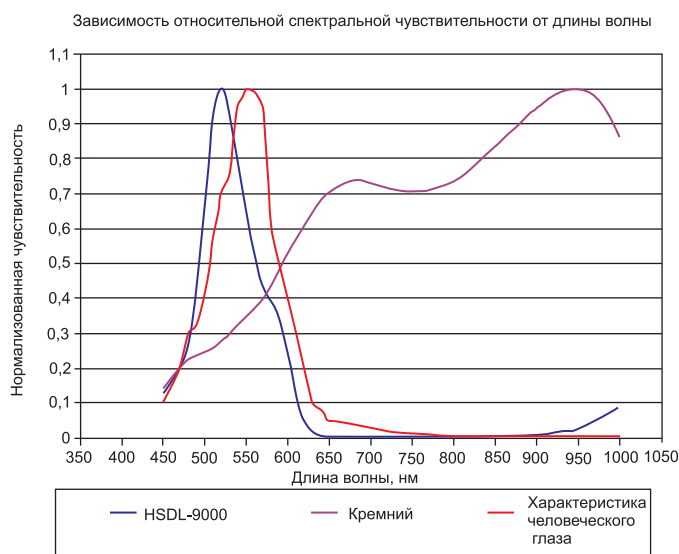


Рис. 3. Сравнение спектрального отклика датчика HSDL-9000, кремния и человеческого глаза

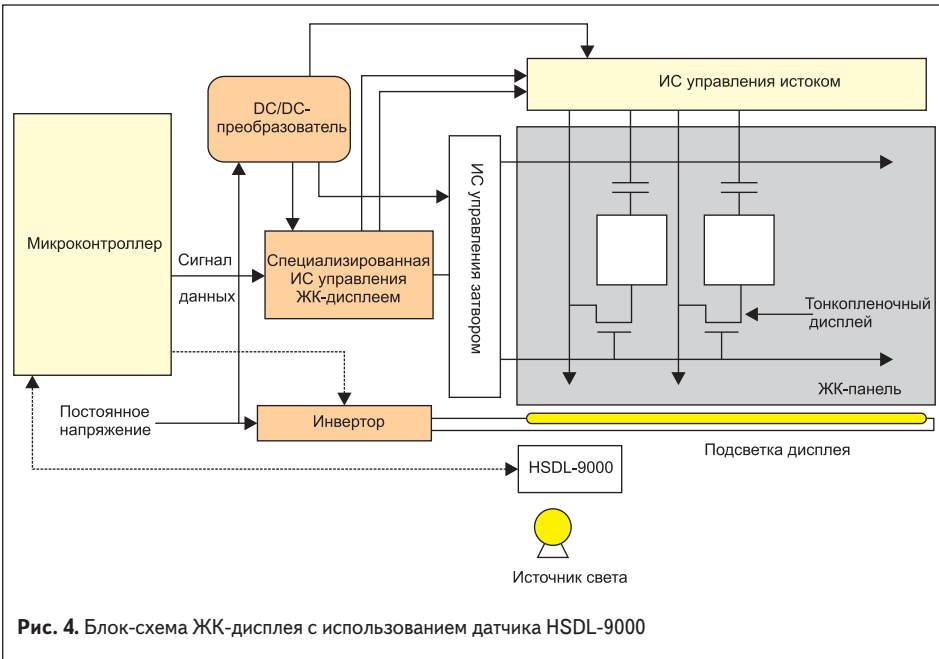


Рис. 4. Блок-схема ЖК-дисплея с использованием датчика HSDL-9000

Таблица 1. Типовые значения тока, потребляемого некоторыми устройствами карманного формата

Устройства	Ток подсветки экрана, мА	Ток подсветки клавиатуры, мА	Доля времени, в течение которого необходима подсветка, %	Потенциальная экономия энергии за счет использования HSDL-9000, %
Мобильные телефоны	80–100	50–70	30–40	60–70
Карманные компьютеры	150–200	–	30–40	60–70
Ноутбуки, планшетные компьютеры	250–400	–	50	50

Таблица 2. Сравнение схем регистрации окружающей освещенности на базе датчика HSDL-9000 с распространенными дискретными реализациями

HSDL-9000	Дискретные детекторы
Преимущества	
<ul style="list-style-type: none"> Спектрально согласованный детектор; Встроенная ИС, обеспечивающая экономию места на печатной плате и ресурсов процессора; Цифровой выходной сигнал для непосредственного сопряжения с микроконтроллерами; Установка цифрового и аналогового усиления для повышенной гибкости в установке порогового уровня; Меньшее время реакции; Компактный стандартный корпус; Двукратный выигрыш в стоимости по сравнению с другими аналогичными интегрированными решениями, представленными на рынке. 	<ul style="list-style-type: none"> Компактные размеры; Невысокая стоимость (однако при аппаратной реализации стоимость оказывается выше, чем у решения на базе HSDL-9000).
Недостатки	
<p>Чуть более высокая стоимость по сравнению с дискретными детекторами, имеющими аналогичную спектральную характеристику. При этом решение на базе HSDL-9000 дешевле, чем полностью аппаратное дискретное решение.</p>	<p>Спектральное рассогласование при использовании кремниевых фотодетекторов. Необходимость во внешних аппаратных компонентах или АЦП и вычислительных ресурсах для обработки сигнала. Отсутствие установки порогового уровня — ее необходимо реализовывать внешне. Большое время отклика в случае программной обработки сигнала. Большая площадь схемы на печатной плате и более высокая стоимость при аппаратной реализации. Невозможность прямого сопряжения с цифровыми устройствами.</p>

Использование датчика HSDL-9000 позволяет сэкономить до 65% энергии, затрачиваемой на подсветку экрана и клавиатуры. С распространением цветных дисплеев для подсветки экрана и клавиатуры в мобильных телефонах будут чаще применяться белые светодиоды. По сравнению с обыкновенными желтыми светодиодами они потребляют больший ток в расчете на один кристалл. В таких устройствах, как интернет-планшеты, ноутбуки, компьютерные дисплеи и планшетные ПК, использование HSDL-9000 для автоматического снижения яркости способно дать существенную экономию энергии.

Датчик окружающей освещенности может быть также использован в продвинутых схемах снижения яркости в устройствах с регулировкой фоновой подсветки; для определения окружающей освещенности в автоматических вспышках (например, в мобильных телефонах с камерами и в цифровых камерах); для регистрации окружающей освещенности с целью регулировки контрастности и яркости в телевизорах высокой четкости, автомобильных GPS-навигаторах, LCD промышленных и диагностических устройств карманного формата и др.

Преимущества HSDL-9000:

- Спектрально согласованный фотодиод, спектральная характеристика которого близка к кривой видности человеческого глаза.
- Встроенная ИС для обработки и оцифровки сигнала с гистерезисом, обеспечивающая выработку устойчивого цифрового выходного сигнала для легкого сопряжения со схемами ввода/вывода микроконтроллеров.
- 3 фиксированных уровня цифрового усиления и регулировка аналогового усиления, обеспечивающие повышенную гибкость в установке порогового уровня. Использование цифрового усиления позволяет реализовывать вышеупомянутую функцию регулировки яркости подсветки.

В таблице 2 сравниваются схемы регистрации окружающей освещенности на базе датчика HSDL-9000 с распространенными дискретными реализациями.

Рыночные возможности и сферы применения

Рыночные возможности датчика HSDL-9000 колоссальны, а сферы его применения весьма разнообразны. Помимо мобильных телефонов и карманных компьютеров с цветными дисплеями, HSDL-9000 может использоваться во множестве других устройств связи, бытовой электроники и промышленной диагностики, оборудованных LCD и нуждающихся в экономии электроэнергии.

Сегменты промышленной автоматизации и бытовой электроники весьма разнородны, и оценка столь высокого рыночного потенциала выходит за рамки настоящей статьи. HSDL-9000 имеет колоссальные рыночные перспективы, которые не ограничиваются перечисленными выше сегментами. Характеристики датчика позволяют применять его в конструкциях, использующих самые различные дисплейные технологии.