Рынок Flat Panels Displays (FPD) – всё больше, всё ярче, всё дешевле

Николай Зинковский (Санкт-Петербург)

Милая, здесь нужно бежать со всех ног, чтобы просто остаться на месте.
Льюис Кэрролл, «Алиса в Зазеркалье

Неизвестно, кому первому пришла в голову идея плоского монитора, но это точно был не Льюис Кэрролл. До него были и «Свет мой, зеркальце, скажи…», и сказки Гофмана, и многое другое... Как ни удивительно, но сегодняшняя реальность почти догнала не только сказку, но и «мир будущего» голливудских режиссеров. Стена-телевизор, управляемая голосом, – любимый антураж фантастических фильмов. И вот в январе этого года на выставке в Лас-Вегасе компания Samsung представила 102-дюймовую плазменную панель. 260 сантиметров по диагонали (1,5 на 2 метра) – это стена небольшой кухни. И если у вас есть 60 тысяч долларов, вы можете почувствовать себя героем крутого космического боевика.

FPD против CRT – катодные мониторы сдают позиции

Мировой оборот катодных мониторов (CRT) в 2004 г. составил 25 млрд. долл. – на 1,7 млрд. долл. больше, чем в 2003 г. Хотя в 2005 г. прогнозируется незначительный рост (на уровне 5%, что намного ниже темпов роста рынка дисплеев с плоским монитором – FPD), в целом рынок CRT – классический сужающийся рынок с жёсткой конкуренцией как внутри рынка (мониторы различных размеров), так и с FPD-конкурентами. В 2002 г. доля LCD-мониторов составляла 2% от общего рынка, а в 2005 г. эта доля прогнозируется уже на уровне 20%. Аналогична картина и на рынке телевизоров, только здесь основную конкуренцию составляют плазменные панели больших размеров (PDP), цены на которые снизились до уровня, доступного достаточно большому кругу потребителей.

Общая картина достаточно чётко видна на примере пары наиболее популярных мониторов: LCD с диагональю 15 дюймов и CRT – 17 дюймов. По данным DisplaySearch, на рынке США в феврале 2004 г. разница цен этих моделей составляла 228 долл., а уже в ноябре – только 167 долл. Сходная динамика видна при сравнении 17-дюймовых LCD-мониторов и 19-дюймовых CRT.

В результате этой борьбы больше всего выигрывает потребитель. Ежегодное снижение розничных цен большинства CRT-моделей на 25…30% – единственный способ, которым производители могут удержать свою долю рынка.

Рынок LCD – растёт всё, кроме цен

Мировой рынок LCD в 2004 г. составил 31,2 млрд. долл. – 82% от общего рынка FPD. Лидерами продаж среди дисплеев с диагональю более 10 дюймов в 2004 г. были: мониторы (69% от общих продаж LCD), ноутбуки (23%) и телевизоры (8%). Рост по сравнению с 2003 г. составил более 80% в долларовом эквиваленте и более 100% – в количестве. Локомотивом роста стали LCD-телевизоры, рост продаж которых в некоторые месяцы 2004 г. превышал уровень продаж 2003 г. в 5 раз (!), а по итогам года составил 300%.

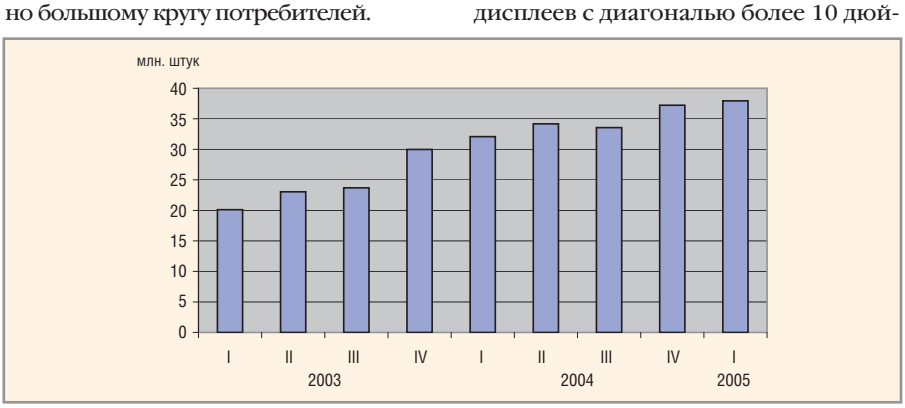


Рис. 1. Отгрузки LCD-дисплеев в 2003…2004 г.

Лидерами по доле рынка LCD в 2004 г. являлись Samsung (26% мирового рынка) и LG (24%). Уровень конкуренции в отрасли серьёзно возрос, и ряд компаний уходит с рынка, стремясь максимально точно позиционировать свой бизнес. Так, консорциум Fujitsu, один из пионеров рынка FPD, продал свои доли в производстве дисплеев компаниям Sharp и Hitachi.

На рисунке 1 представлены ежеквартальные продажи LCD больших размеров (более 10 дюймов) за 2003…2004 г. и прогноз на I квартал 2005 г.

Единственное, что омрачает радость производителей LCD, – это постоянное снижение цен. За 2004 г. снижение цен составило (по областям применения):

- на ноутбуки – 29%;
- мониторы – 33%;
- LCD-телевизоры – 16%.

Незначительное снижение цен на LCD-телевизоры аналитики объясняют ажиотажным спросом, возникшим в 2004 г. в этом сегменте. На 2005 г. прогнозируется серьёзный обвал цен, особенно на телевизоры с диагональю от 17 до 20 дюймов.

Основной областью применения LCD-дисплеев с диагональю менее 10 дюймов остаются мобильные телефоны. Хотя данные по продажам маленьких дисплеев достаточно противоречивы, можно уверенно сказать, что рост продаж в 2004 г. составил не менее 100% по сравнению с 2003 г.

В качестве резюме: блестящее будущее LCD-дисплеев, о котором так много говорили, уже наступило. Все аналитики рынка предсказывают как мини-

мум удвоение объёмов продаж LCD к 2007 г. Можно выделить несколько основных причин такого бурного роста:

- рост продаж ноутбуков;
- активная замена CRT-мониторов на LCD-мониторы – доля LCD в 2007...2008 гг. достигнет 50%;
- LCD-TV – серьезное падение цен подстегнёт продажи. В 2007 г. треть всех продаваемых телевизоров будет из семейства FPD (LCD или плазменные панели).

Негативным фактором, влияющим на рынок LCD, является атака OLED, особенно на рынке дисплеев с диагональю менее 10 дюймов. Массовое использование OLED и AMOLED в таких областях, как мобильные телефоны и бытовая электроника, будет в большой степени зависеть от того, насколько быстро стоимость этих дисплеев станет сопоставимой со стоимостью существующих LCD-дисплеев.

Плазменные панели – от предмета роскоши к массовому рынку

В 2004 г. плазменные панели сделали широкий шаг на пути к признанию в качестве компонента бытовой электроники массового спроса. На рисунке 2 представлена динамика продаж плазменных панелей в 2003...2004 гг.

Рост продаж в 2004 г. составил 110% по сравнению с 2003 г. Основной причиной роста стало существенное снижение цен, впрочем, как и на других рынках FPD, – на большинство моделей в 2004 г. цены снизились на 50%. В таблице приведены средние оптовые цены на основные типы плазменных панелей.

Основную долю рынка плазменных панелей занимают дисплеи с диагональю 40...43 дюйма – 72% рынка в 2004 г. Большие панели (46 и более дюймов) занимают 18% рынка. Панели с диагональю 32...37 дюймов занимают только 10% рынка, причём этот сегмент неуклонно сокращается вследствие растущей конкуренции со стороны CRT-телевизоров.

Лидеры на рынке плазменных производителей – Samsung (24,1% мирового рынка), LG (21,5%) и Pioneer/NEC (12,9%). В январе 2005 г. было объявлено о создании партнёрства Matsushita и Hitachi под именем Displaybank. Объединив 17,3% Hitachi и 21,1% Matsushita, новая группа станет контролировать 38,4% мирового рынка плазменных панелей и выйдет на первое место в мире.

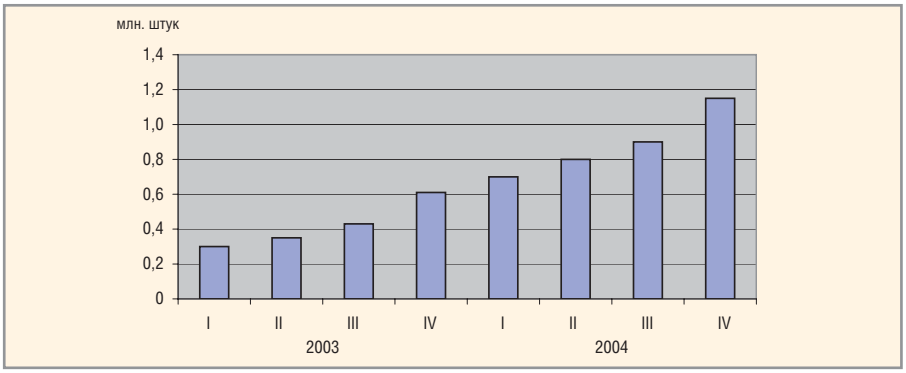


Рис. 2. Продажи плазменных панелей (тысячи штук)

OLED-дисплеи – новая технология завоёвывает рынок

Organic Light Emitting Diode (OLED) – дисплеи, созданные на основе наноструктурированных полимерных плёнок, молекулы которых испускают свет. Технология, разработанная 18 лет назад, сегодня делает первые шаги уже на уровне промышленного производства. Если в 2002 г. рынок OLED оценивался в 112 млн. долл., то в 2005 г. он будет составлять 2,2 млрд. долл., а к 2007 г. рынок достигнет 3,0 млрд. долл.

Дисплеи, созданные на основе OLED-технологий, обладают рядом существенных преимуществ по сравнению с LCD-дисплеями. Во-первых, OLED-дисплеи легче и тоньше, чем LCD-дисплеи. Это расширяет сферу их применения в таких областях, как видеокамеры, мобильные телефоны, Palm-компьютеры. Во-вторых, поскольку OLED-дисплеи сами испускают свет, они не нуждаются в подсветке, обладают большей яркостью и меньшей энергоёмкостью, чем LCD-дисплеи. В-третьих, OLED-дисплеи обеспечивают угол зрения до 180 градусов.

Уникальные физические свойства диктуют области применения – 46% OLED-дисплеев используется в мобильных телефонах, 30% – в бытовой электронике. По прогнозам, к 2007 г. OLED будет занимать 30...35% рынка дисплеев с диагональю до 10 дюймов. В то же время исследуется перспективность использования OLED для создания больших мониторов. Наиболее перспективным считается использование OLED-дисплеев для производства ноутбуков, поскольку обеспечивается лучший угол зрения и меньший вес. OLED-телевизоры пока находятся в стадии разработки. Компания Philips анонсировала выпуск в середине 2005 г. прототипа, созданного по технологии OLED. а начало промышленного производства намечено на 2007 г. Sony также объявила о планах выпуска 13-дюймового OLED-телевизора.

Несмотря на высокую перспективность рынка OLED, существует ряд проблем, которые не преодолены до сих пор. Во-первых, это достаточно высокая стоимость подобных дисплеев, что ограничивает области применения. Во-вторых, большая конкуренция не только со стороны LCD-дисплеев, но и со стороны LED-дисплеев, которые также бурно развиваются в последнее время. Но, несмотря на определённые трудности, данный рынок является наиболее перспективным среди всех дисплеев с плоским экраном.

В настоящий момент OLED-дисплеи выпускают несколько производителей. Это Kodak, который и разработал данную технологию, OSRAM (торговая марка Pictivia), DuPont (торговая марка Olight). Серьёзную заинтересованность в OLED проявляют и такие гиганты, как Sony, которая объявила о запуске производства OLED совместно с Toyota.

Светодиодные и люминесцентные мониторы – варианты решения для дисплеев малых размеров

Сегодня существует большое количество технологий, на основе которых производятся дисплеи малых размеров.

Динамика цен на плазменные панели в 2004 г.

Характеристика панели	Средняя цена в январе 2004 г., долл.	Средняя цена в декабре 2004 г., долл.
42 дюйма ED	1250	820
42 дюйма XGA	1520	990
50 дюймов HD	2350	1850

Во-первых, это светодиодные мониторы (Light Emitting Diodes – LED). В настоящий момент существует большое разнообразие цветовых решений (белый, зелёный, красный), которые позволяют использовать мониторы в различных областях. В основном это автомобильная промышленность, а также промышленная электроника. Объёмы рынка LED-дисплеев оцениваются в 500 млн. долл. в год. В настоящий момент рынок LED-дисплеев достаточно активно развивается, но, тем не менее, это узкий сегмент рынка, на долю которого приходится не более 1,5% от общего рынка плоских дисплеев.

Люминесцентные (электролюминесцентные, вакуумно-люминесцентные) дисплеи – это дисплеи, которые обладают высокой яркостью и контрастностью, а также способностью переносить перепады температуры от –40 до +80°C. В настоящий момент они находят применение в основном в приборных панелях и аудиосистемах в автомобилях. Кроме того, данный тип дисплеев используется в аудио- и видеосистемах, микроволновых печах, стиральных машинах. Объёмы рынка оцениваются в 700...800 млн. долл. в год. Данный рынок дисплеев остаётся второстепенным, хотя рост использования электроники в автомобильной промышленности ведёт к увеличению выпуска данных дисплеев.

Принцип действия электростатических эмиссионных дисплеев (Field Emission Display – FED) основан на принципе эмиссии электронов под воздействием электрического поля. Использование данной технологии позволяет сделать дисплей очень плоским. FED-дисплеи применяются в военной области, где существуют максимально жёсткие требования к надёжности устройств. Других применений FED-дисплеев практически нет, поскольку это достаточно сложные и дорогие устройства.

Рынок FPD – завтра начинается сегодня

Не вызывает никакого сомнения, что основной рост на рынке дисплеев в ближайшие пять лет будет обусловлен только ростом продаж FPD-дисплеев. Можно выделить основные причины роста:

- *замена.* LCD-мониторы и плазменные телевизоры вытесняют CRT-мониторы и телевизоры. Доля рынка CRT-телевизоров снизится до 60%, доля рынка CRT-мониторов – до 40%;
- *новые области использования.* Инновации в существующих типах дисплеев и новые технологии (например, OLED) позволят размещать дисплеи в тех устройствах, где они сейчас отсутствуют, или сделать их более качественными, дешёвыми и удобными в использовании. Это мобильные телефоны, MP3-плееры, Palm-компьютеры, бытовая электроника. Также это могут быть принципиально новые устройства, использующие, например, способность OLED-дисплеев гнуться и сворачиваться;
- *более широкое использование.* Удешевление качественных дисплеев позволит шире использовать их в автомобилестроении, бытовой и промышленной электронике.

Рынок FPD в ближайшие несколько лет предоставит громадные возможности всем специалистам, работающим на нём: разработчикам, инженерам по применению, дистрибьюторам. Главное – не упустить это время и бежать со всех ног к своему успеху.



Новости мира News of the World Новости мира

Датская ASML выходит на рынок ЖК-дисплеев

Датская компания ASML, выпускающая оборудование для производства полупроводников, выходит на новый рынок конкуренции с японскими фирмами Nikon и Canon – рынок оборудования для производителей компьютеров и телевизоров с ЖК-экранами.

Компания, опережающая японскую пару по поставкам оборудования для производителей полупроводниковой продукции, ведёт переговоры с потенциальными клиентами и рассчитывает завоевать 50% нового для неё рынка, стоимость которого составляет 1...2 млрд. евро ($1,3...2,6 млрд.) в год.

Около 70% продаж оборудования для производства полупроводников ASML приходится на Азию, центр ЖК-производства. Из клиентов компании только южнокорейская Samsung ведёт активную деятельность в секторе плоскоэкранных ЖК-дисплеев.

ASML должна будет переманить клиентов Nikon и Canon, которые сейчас поставляют все 100-200 машин, используемых производителями ЖК-дисплеев.

Глава компании Эрик Морис (Eric Meurice) в интервью Financial Times сказал, что, сотрудничая с ASML, клиенты смогут сэкономить «миллионы долларов». Цена будет на уровне цены литографического оборудования ASML, которое в среднем стоит 10,7 млн. евро.

На конец прошлого года заказы компании составляли 119 новых систем по сравнению со 162 в предыдущем квартале, что разочаровало аналитиков. Но, как заявила компания, стоимость заказов выросла до 1,7 млрд. евро.

Чистая прибыль компании в 2004 г. составила 235 млн. евро, из которых 46% были получены в IV квартале. В 2003 г. компания потерпела убытки в 160 млн. евро.

http://www.dn-weekly.kiev.ua/

STN LCD мешают проникновению OLED на рынок

Как сообщает в своем отчёте аналитическая компания iSuppli, усиление конкурентной борьбы со стороны производителей ЖК-дисплеев мешает продажам и, соответственно, снижает доход от продаж OLED-дисплеев. Согласно прогнозам, мировые поставки OLED-дисплеев в этом году могут составить 32,3 млн. штук, что почти в 2 раза больше, чем в 2003 г. (16,8 млн. штук), но несколько меньше, чем предполагалось изначально (36,2 млн. устройств). Доход от продаж OLED-дисплеев может составить около 429 млн. долларов; в прошлом году этот показатель равнялся 246 млн. долл., но, с другой стороны, это меньше прогнозировавшихся 470 млн. долл. Как считают аналитики компании, несмотря на такое развитие ситуации, к 2010 г. поставки OLED-дисплеев составят около 289 млн. устройств. Аналитики полагают, что снижение темпов роста продаж OLED – результат выбора производителями мобильных телефонов STN LCD для вспомогательных дисплеев, – такой выбор позволяет снизить стоимость используемых материалов. Как бы то ни было, но именно сектор мобильных телефонов останется крупнейшим потребителем OLED в ближайшие 10 лет. Поставщики OLED один за другим снижали цены, чтобы стимулировать продажи продукции в конце года, однако, многие пришли к выводу, что OEM не желают платить за OLED. Проникновение технологии на рынок происходит болезненно, поскольку поставщики дисплеев изо всех сил стараются увеличить объёмы выпуска годной продукции и снизить цены. И некоторые, надо отметить, не выдерживают: если Sony и ещё некоторые компании начинают увеличивать производство, то другие, как, например, NEC, ушли из этого сектора. Кроме того, отмечает iSuppli, некоторые решения с OLED, планировавшиеся к выпуску в этом году, задержаны до 2005 г.

http://news.filebox.ru/

LG.Philips бросает все силы на ЖК-производство, оставляя ЭЛТ в прошлом

Несмотря на высокую конкуренцию, компания LG.Philips планирует инвестировать $5 млрд. в завод по производству ЖК-дисплеев нового поколения.

Строительство будет производиться в районе Paju на севере Сеула. Планируется, что завод начнёт работу в 2006 г. и будет выпускать ежемесячно 45 тыс. листов, используемых для изготовления ЖК-панелей. Постепенно эта цифра увеличится до 90 тыс. Каждый лист позволяет изготовить восемь 42-дюймовых и шесть 47-дюймовых панелей. Любопытно, что LG.Philips открывает новый завод, вкладывая в него такую сумму, вместе с тем прогнозируя обвал цен на ЖК-панели.

Тем временем компания должна потратить $1,274 млрд. на реструктуризацию и возмещение ущерба работникам, – сообщил директор Philips Ян Хоммен. Дело в том, что LG.Philips Displays собирается закрыть две фабрики по производству устаревших ЭЛТ-мониторов в Германии и Великобритании, чтобы сократить расходы и противостоять снижению спроса на массивные экраны. Между тем совместное предприятие планирует сокращение рабочих мест ещё на двух заводах в Дурэме (Великобритания) и Дро (Франция).

«Эти предприятия имеют дело с устаревшими технологиями, которые будут заменены ЖК-дисплеями, поскольку последние захватывают рынок», – сказал Хоммен. По его мнению, жидкокристаллические экраны займут рынок дисплеев для телевизоров и компьютеров через 8-10 лет.

Добавим, что на сегодняшний день LG.Philips Displays контролирует около 27% рынка мониторов на катодных трубках для телевизоров и компьютеров.

http://www.hifinews.ru/

Японцы кидают плазму?

К следующему лету Toshiba прекратит выпускать и продавать плазменные панели и телевизоры. Компания сосредоточится на производстве телевизоров по SED-технологии. На серьёзность этих планов указывает, в частности, то, что Toshiba не создала ни одной новой плазменной панели с конца 2003 г.

Фирма планирует начать производство SED-телевизоров с диагональю в 50 и более дюймов. Первый продукт Toshiba собирается выпустить вместе с Canon в августе 2005 г. Также компания не отрицает своей заинтересованности в развитии LCD-технологии, что и подтвердила сотрудничеством в этой области с такими гигантами, как Hitachi и Matsushita Electric Industrial.

Заметим, что, возможно, Toshiba – не первый японский производитель, собирающийся уйти с PDP-рынка. Совсем недавно в прессе мелькали сообщения о желании Sony отказаться от «плазмы». Компания упорно отвергала подобные заявления, однако всем известно, что не бывает дыма без огня.

http://www.hifinews.ru

Российский рынок индикаторов и дисплеев

Предлагаем вашему вниманию сводную таблицу, в которой собрана информация о продукции ведущих мировых производителей светодиодов, индикаторов и дисплеев, а также о наиболее активных дистрибьюторах, представляющих эту продукцию на российском рынке.

ФИРМЫ	ТЕЛЕФОН САЙТ	3M Touch Systems	Advantec	Agilent Technologies	AV-Display	Bolymin	Epson	Fairchild Semiconductor	Foryard	Holtek Semiconductor	i-sft	IEE	Infineon	Intech LCD Group	International Rectifier	Kingbright	Kyocera	Litemax	Liteon	Lumileds	Motorola	Nec	Noritake	Philips	Planar	Sharp	Sipex	Temic Semiconductor	Texas Instruments	Toshiba	Vishay	Winstar
MT-SYSTEM	(812) 325-3685 http://www.mt-system.ru/					■				■						■								■								■
ГАММА ВЫБОРГ	(81378) 3-1509 http://www.gamma.vyborg.ru/			■																							■					
ДИАЛЕКТИКА	(812) 327-8182 http://www.touchworld.ru/	■																														
ЗОЛОТОЙ ШАР	(095) 234-0110 http://www.zolshar.ru/			■			■	■					■		■	■	■			■	■			■			■	■	■	■	■	
ПРОСОФТ	(095) 232-0636 http://www.prosoft.ru		■								■	■						■							■	■						
РАДИОТЕХТРЕЙД	(095) 795-0805 http://www.rct.ru/				■				■	■				■					■													
РТД-УНИВЕРСАЛ	(095) 919-8736 http://www.rtd-universal.ru/			■						■						■				■		■	■								■	
ПРОДУКЦИЯ																																
Графические TFT LCD-дисплеи					■	■					■			■				■				■		■		■						■
Графические TFT LCD-модули					■									■										■								■
Графические LED-дисплеи				■									■			■																
Графические LED-модули				■									■			■																
Графические OLED-дисплеи						■																										■
Графические OLED-модули						■																										■
Графические VFD-дисплеи												■											■									
Графические VFD-модули																							■									
Графические ELD-дисплеи																								■								
Сенсорные панели для графических дисплеев	■																															■
Сенсорные графические дисплеи	■	■																						■								■
Сенсорные графические модули	■																															■
Символьные и матричные LCD-индикаторы				■	■							■		■																		■
Символьные и матричные LCD-модули				■	■									■																		■
Символьные и матричные LED-индикаторы			■			■							■			■																
Символьные и матричные LED-модули			■			■							■			■																
Символьные и матричные VFD-индикаторы																							■									
Символьные и матричные VFD-модули																							■									
Светодиоды инфракрасные						■										■	■										■					
Светодиоды видимого спектра			■				■	■					■			■											■					
Светодиоды ультрафиолетовые																■	■															
Особо яркие светодиоды и осветительные модули			■					■					■			■				■												
Лазерные диоды																														■		
Драйверы светодиодов						■	■								■						■			■				■	■		■	
Драйверы лазерных диодов																								■							■	
Драйверы вакуумно-люминисцентных дисплеев									■																							
Драйверы электролюминисцентных дисплеев																								■								
Драйверы OLED-дисплеев									■																							
Драйверы TFT LCD-дисплеев									■												■			■							■	
Драйверы плазменных дисплеев																					■										■	
Оптроны							■									■			■													

Использованные сокращения

LCD – Liquid Crystal Display – жидкокристаллические дисплеи

TFT LCD – Thin Film Transistor Liquid Crystal Display – Жидкокристаллические дисплеи на основе тонкопленочных транзисторов

LED – Light Emission Diode – Светоизлучающие диоды

OLED – Organic Light Emission Diode – Светодиоды и дисплеи на основе органических структур

VFD – Vacuum Fluorescent Displays – вакуумно–флюоресцентные дисплеи

ELD – Electro–Luminescent Displays – электролюминесцентные дисплеи



Новости мира News of the World Новости мира

Цифрами о дальновидности японцев

По сообщению DisplaySearch, глобальные капиталовложения в TFT-LCD-технологии должны достичь 12,04 млн. долл. США к концу 2004 г., но уже к началу 2005 начнут постепенно уменьшаться.

Из ожидаемых 12,04 млн. на долю тайваньских и южнокорейских производителей выпадает по 47 и 35% соответственно, в то время как на долю Японии – всего лишь 8%.

Резкое падение инвестиций вдвое, ожидаемое в 2005 г., обусловлено осторожностью производителей касаемо расширения своих производств по причине переизбытка рынка во второй половине 2004 г. Ожидается, что мировые вложения в развитие ЖК-технологий в наступающем году не превысят 7,85 млн. долл. США.

По сравнению с фирмами из Тайваня и Южной Кореи, японские производители довольно мало инвестируют в сферу ЖК-технологий в 2004...2005 гг. Однако они и не собираются прекращать или уменьшать поток инвестиций в развитие и построение заводов нового поколения. По прогнозам DisplaySearch, их доля в мировом индексе капиталовложений повысится с 9,2% в 2005 г. до 46,2% в 2006 г., что выведет страну восходящего солнца на первое место.

http://www.hifinews.ru/

Гибкие дисплеи в начале пути на рынок

В феврале прошла конференция по гибким дисплеям и микроэлектронике, в которой приняли участие представители ведущих производителей. Общий вывод: сектор рынка для такой продукции, безусловно, имеется, но сегодняшние технологии ещё не готовы его наполнить. К 2010 г. прогнозируется, что гибкие панели будут составлять около 10% рынка дисплеев США, в денежном выражении 9,7 млрд. долл.

Samsung планирует в 2007 г. запустить производство TFT-мониторов по технологии аморфного кремния на пластиковой подложке, а к 2010 надеется применить в их производстве кремний-органику вместо аморфного кремния и снизить стоимость производства до приемлемого уровня. Главная сложность состоит во внедрении низкотемпературных процессов, не повреждающих пластиковую подложку, в массовое производство.

Представители многих производителей говорили о том, что на данном этапе развития производственных технологий гибкие дисплеи не могут составить конкуренцию обычным жидкокристаллическим именно в силу дороговизны производства.

Необходимо разрабатывать дешёвые в производстве и не уступающие по яркости и цветопередаче решения, иначе шансов отвоевать свою долю рынка у гибких дисплеев будет мало.

Kodak планирует внедрение технологии с использованием холестерических материалов, которая исключает сложные техпроцессы и может применяться для изготовления массовых и дешёвых продуктов, таких как кредитные карты, наклейки и этикетки. Вообще компания считает, что новый тип дисплеев надо в первую очередь внедрять для тех применений, для которых другие технологии (уже набравшие промышленные обороты) не подходят абсолютно.

http://www.ixbt.com

В 2010 г. рынок FED-дисплеев догонит рынок плазмы

Вполне возможно, что «углеродные нанотрубки», последний писк моды в области высоких технологий, можно будет применять не только для создания модулей энергонезависимой памяти, но и для сборки телевизионных панелей. По мнению многих экспертов, FED-панели (FED – field effect displays) имеют все шансы вытеснить с рынка не только «плазму» и жидкокристаллические панели, но и привычные катодные трубки. FED-панели будут потреблять меньше электроэнергии, чем плазменные и жидкокристаллические телевизоры и, вместе с тем, обеспечат качество картинки, сравнимое с катодными трубками, с которыми пока не в силах тягаться ни плазменные, ни LCD-модели. Первые образцы FED-телевизоров на углеродных нанотрубках должны появиться в продаже уже в 2006 г. По информации Министерства экономики, торговли и промышленности Японии (METI), в 2010 г. объём мирового рынка большеформатных дисплеев с автоэлектронной эмиссией (FED) достигнет от $5 до $22 млрд., впервые превысив таковой для рынка больших плазменных панелей (PDP). Стоимость 42-дюймовой FED-панели должна сохраниться на уровне $450, что ниже цены на плазменную панель того же размера, которая составляет $680.

http://www.horizont.by/

Hitachi и Panasonic будут производить плазменные панели вместе

Hitachi и Panasonic заявили о намерении сотрудничать на рынке плазменных панелей. Подробностей соглашения известно очень мало, в заявлении говорится о партнёрском взаимодействии в областях исследований и разработки, производства, маркетинга и интеллектуальной собственности. Финансовая сторона вопроса не раскрывается.

Hitachi известна как производитель компонентов, Panasonic – известный розничный брэнд, обе компании влиятельны в соответствующих сегментах рынка. Предыдущим шагом Hitachi по укреплению позиций в производстве плазменных панелей было заявление о планах выкупа блокирующего пакета акций (30,1%) в совместном предприятии Fujitsu Hitachi Plasma Display Limited (FHP). Сделка должна завершиться к концу марта и фактически будет означать переход FHP в роль филиала Hitachi. В результате этого приобретения к Hitachi перейдут также права на использование патентов Fujitsu в области плазменных панелей.

FHP – один из лидеров производства плазменных панелей в мире, однако уменьшающаяся маржа делает будущее рынка плазменных панелей туманным, согласно выводам аналитиков. Похожие тенденции происходят также на рынке ЖК-мониторов, и, похоже, Fujitsu решила сдать свои позиции и в этом сегменте. О планах приобретения бизнеса ЖК-панелей Fujitsu заявила компания Sharp. В настоящее время стороны работают над деталями соглашения и планируют закончить этот процесс к концу марта.

www.3DNews.ru

Samsung: $2,1 млрд. на строительство фабрики

Компания Samsung наращивает производство и планирует потратить более $2 млрд. на строительство новой фабрики по производству LCD-панелей. На новой фабрике будет запущена линия по производству TFT LCD-панелей седьмого поколения.

Как мы уже писали, Samsung выбрала в качестве своего стандарта панели с диагональю 32, 40, и 46 дюймов, соответственно, на новой фабрике будут изготавливаться подложки размером 1870 × 2200 мм, которые более всего подходят для эффективного производства панелей таких размеров.

Новая фабрика начнёт свою работу в первой половине следующего года. Расчётная мощность в 45 тыс. подложек в месяц в дальнейшем может быть увеличена.

www.3DNews.ru

Перспективные технологии тонких дисплеев

Дмитрий Гаврилюк (Москва)

В статье изложены особенности устройства, описаны разновидности дисплеев на основе жидких кристаллов, TFT-матриц, LTPS TFT и органических пленок (OLED).

Для отображения информации в большинстве современных устройств используются дисплеи, содержащие в своей основе ту или иную вариацию жидкокристаллического вещества. Появление дисплеев на основе жидких кристаллов (ЖК) стало возможным благодаря работам австрийского ботаника Фридриха Рейнитзера (Friedrich Reinitzer). В 1888 г. в ходе исследований вещества, известного как cholesteryl benzoate, он обнаружил, что оно имеет две явные точки плавления. В своём эксперименте он повышал температуру твёрдого образца и наблюдал превращение кристалла в мутную жидкость. Дальнейшее увеличение температуры приводило к появлению чистой прозрачной жидкости, пропускающей свет. Благодаря этой ранней работе считается, что именно Рейнитзер открыл новую жидкокристаллическую фазу материи. Через много лет, в 1968 г., фирмой RCA был создан первый экспериментальный жидкокристаллический индикатор (ЖКИ).

Для ясного понимания технологических особенностей создания современных ЖК-дисплеев следует коротко остановиться на основных свойствах жидких кристаллов. Жидкие кристаллы (ЖК) уникальны по своим свойствам и возможностям использования. Они представляют собой почти прозрачные субстанции, проявляющие одновременно свойства и кристалла, и жидкости. Есть две главные особенности ЖК, благодаря которым возможно создание на их основе устройств отображения информации: способность молекул ЖК переориентироваться во внешнем электрическом поле и изменять поляризацию светового потока, проходящего через их слои.

В основе любого ЖК-дисплея лежит конструктивный принцип, проиллюстрированный рисунком 1. Основой для ЖКИ являются две параллельные стеклянные пластины с нанесёнными на них поляризационными плёнками. Различают верхний и нижний поляризаторы, сориентированные перпендикулярно друг другу. На стеклянные пластины в тех местах, где в дальнейшем будет формироваться изображение, наносится прозрачная металлическая окисная плёнка (оксиды индия и олова – ITO), которая в дальнейшем служит электродами. На внутреннюю поверхность стекол и на электроды наносятся полимерные выравнивающие слои, которые затем полируются, что способствует появлению на их поверхности, соприкасающейся с ЖК, микроскопических продольных канавок. Пространство между выравнивающими слоями заполняют ЖК-веществом. В результате молекулы ЖК выстраиваются в направлении полировки выравнивающего слоя. Направления полировки верхнего и нижнего выравнивающих слоев перпендикулярны (подобно ориентации поляризаторов). Это нужно для предварительного «скручивания» слоёв молекул ЖК на 90° между стёклами, как показано в левой части рисунка 1. Когда напряжение на управляющие электроды не подано, поток света, пройдя через нижний поляризатор, двигается через слои жидких кристаллов, которые постепенно меняют его поляризацию, поворачивая её на угол 90°. В результате поток света после выхода из ЖК-материала беспрепятственно проходит через верхний поляризатор (сориентированный перпендикулярно нижнему) и попадает к наблюдателю, не формируя никакого изображения. При подаче напряжения на электроды между ними создаётся электрическое поле, что вызывает переориентацию молекул ЖК (правая часть рисунка 1). Молекулы стремятся выстроиться вдоль силовых линий поля в направлении от одного электрода к другому. Вследствие этого эффект «скручивания» пропадает, и под электродом возникает область тени, повторяющая его контуры. Создаётся изображение, формируемое прозрачной фоновой областью и тёмной областью под включенным электродом. Путем варьирования контуров электрода можно формировать различные символы: буквы, цифры, картинки и пр. При создании массива электродов (ортогональной матрицы) можно получить графический (матричный) ЖКИ с разрешением, определяемым количеством задействованных электродов.

Описанная конструкция ЖКИ представляет собой пассивный вариант дисплея. В зависимости от разновидности применённых в дисплее ЖК различают следующие типы ЖКИ: TN, STN, CTN, FSTN, HTN, DSTN и ECB (VAN). Отличительные особенности этих дисплеев отражены в таблице.

Для производства больших цветных дисплеев в настоящее время широко используются ЖКИ на основе TFT (тонкоплёночные транзисторы). Сечение TFT-панели показано на рисунке 2. В основе структуры TFT-панели содержатся жидкие кристаллы, два поляризатора и две стеклянные пластины: верхняя подложка цветового фильтра и нижняя подложка массива TFT. Жидкокристаллическое вещество впрыскивается между этими стеклянными пластинами. Регулирование светового потока осуществляется путём измене-



Рис. 1. Прохождение света через ЖКИ

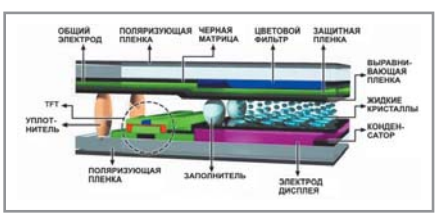


Рис. 2. Сечение TFT-панели

ния величины входного напряжения, подаваемого на ЖК. Тем самым изменяется расположение и ориентация ЖК-молекул, что приводит к соответствующему изменению светового потока, проходящего через них.

При изготовлении такой панели с помощью высокоточных фотолитографических технологий на стеклянную подложку наносится узор для последовательного пошагового переноса изображений множества электродов ЖКИ (см. рис. 3). Количество транзисторов на стекле равно числу подпикселов дисплея, при этом генерацию цвета обеспечивает стекло цветового фильтра с нанесённым на него фильтром цвета. Движение жидких кристаллов вызывается появлением разности потенциалов между электродами, находящимися на стекле TFT и стекле цветового фильтра, и именно это движение приводит к генерации цвета и изменению яркости ЖКИ.

На рисунке 4 показан принцип управления ячейкой ЖК-матрицы. В пределах одного выбранного периода времени переключатель замыкается, и на ЖК подаётся входное напряжение, что приводит к изменению ориентации молекул. После выключения переключателя в ёмкости Clc (эквивалентная ёмкость ЖК-вещества) сохраняется некоторый заряд, уменьшающийся с течением времени. Для увеличения продолжительности хранения заряда параллельно Clc добавляется запоминающий конденсатор Cst. Поскольку фактически управление жидкими кристаллами производится переменным напряжением, для активации ЖК напряжение подаётся только при включённом переключателе, после чего он немедленно отключается. В ряде случаев напряжение на ЖК будет падать из-за утечек. Для предотвращения этого и используется дополнительный конденсатор Cst, компенсирующий утечку. При достаточной его ёмкости напряжение на нём будет приближаться к идеальной форме меандра (см. рис. 5).

В TFT-панели тонкоплёночный транзистор выполняет функцию рассмотренного переключателя. Вывод затвора TFT подключён к линии сканирования, вывод истока соединён с линией данных, а вывод стока – с Clc и Cst (см. рис. 6). Когда затвор активизирован (выбран на линии сканирования), канал TFT открывается и данные об изображении записываются в Clc и Cst. Если затвор не выбран, TFT закрыт.

Формирование цвета в TFT-панели происходит при прохождении светового потока через цветовой фильтр, интегрированный в верхнее цветное стекло. Каждый отдельный пиксел изображения формируется при смешивании базовых цветовых элементов RGB. Если красный, зелёный и голубой элементы пиксела выбраны в равной пропорции, будет сформирован белый свет. Путём изменения соотношения светопропускания этих трёх элементов получают всё разнообразие цветовых оттенков (см. рис. 7).

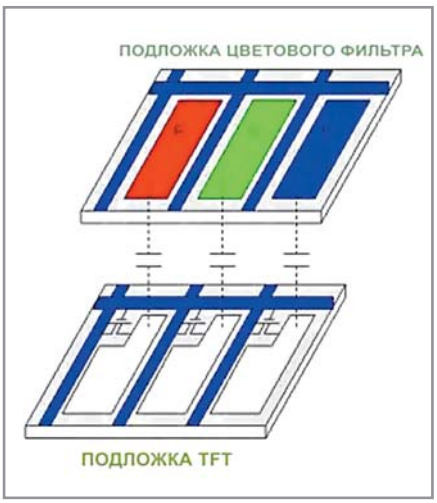


Рис. 3. Стеклянные подложки TFT и цветового фильтра

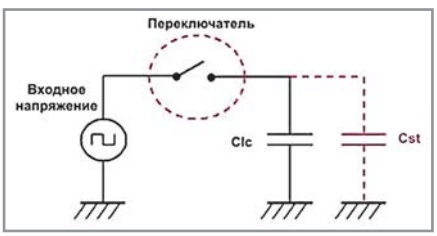


Рис. 4. Схема управления ячейкой ЖК-матрицы

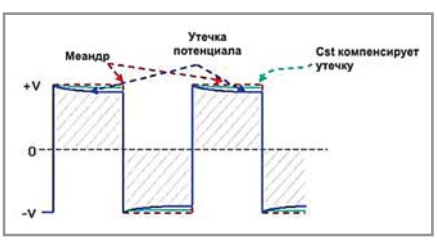


Рис. 5. Компенсирующее действие запоминающего конденсатора

Технология LTPS TFT

LTPS (низкотемпературная поликремневая) технология – это новейший производственный процесс изготовления TFT-панелей. В этой технологии используется лазерный отжиг, который позволяет производить кристаллизацию кремниевой плёнки при температуре менее 400°C. Поликристаллический кремний – материал

Основные параметры и характерные особенности различных технологий изготовления ЖКИ

Технология	Угол обзора, град	Мультиплексное отношение	Время срабатывания	Особенности	Область применения
TN (скрученный нематик)	45 (тип.)	64 : 1	150 мс при 4,7 В	Самая низкая стоимость	Повсеместно в недорогих изделиях с низкими требованиями к читабельности изображения
STN (нематики с суперскручиванием)	75 (тип.), 90 (макс.)	До 480 : 1	250 мс при 4,5 В	Подходит для отображения графики	Повсеместно в изделиях с повышенными требованиями к читабельности изображения
CTN (многоцветные скрученные нематики)	–	8 : 1	–	Широкий диапазон рабочих температур (–30…+80 °C)	Автомобильные дисплеи (максимальное количество цветов – три)
FSTN (суперскрученный нематик с плёночной компенсацией)	80 (тип.)	До 480 : 1	250 мс при 4,5 В	Улучшенный в сравнении с STN угол обзора	Повсеместно в изделиях с повышенными требованиями к читабельности изображения
HTN (сильноскрученный нематик)	65 (тип.)	–	50 мс	Низкое рабочее напряжение (2,5 В) и малая стоимость	Идеальны для использования в переносных устройствах с батарейным питанием
DSTN (сдвоенные ячейки, заполненные суперскрученным нематиком)	Превышает показатели дисплеев с STN	До 480 : 1	Превышает показатели дисплеев с STN	Диапазон рабочих температур от –30 до +80°C	Идеальны для автомобильной электроники
ECB, VAN (электронно-управляемое двойное лучепреломление или вертикально выровненный нематик)	–	–	Около 250 мс	Очень узкий диапазон рабочих температур	Малое быстродействие и узкий температурный диапазон не позволяют использовать эти устройства в автомобильной технике и видеосистемах

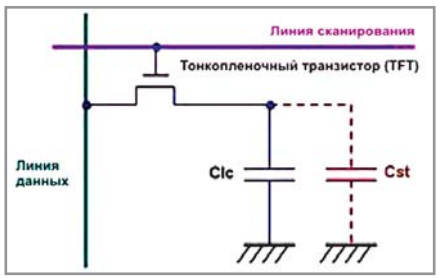


Рис. 6. Схема ячейки TFT-панели

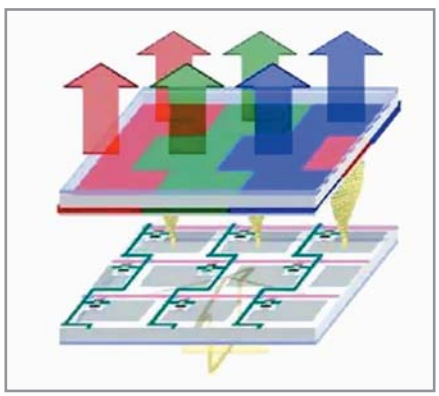


Рис. 7. Формирование цвета

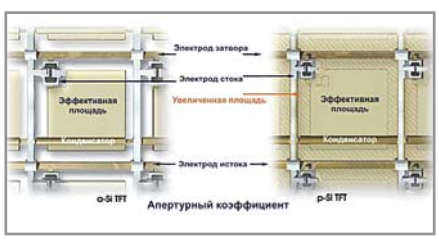


Рис. 8. Различия величины апертурного коэффициента у a-Si- и p-Si-технологий

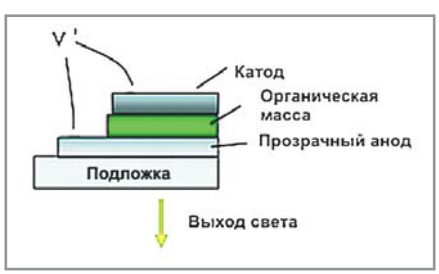


Рис. 9. Структура OLED

на основе кремния, содержащий множество кристаллов кремния размером от 0,1 до нескольких микрон. При производстве полупроводников поликристаллический кремний обычно изготавливается при помощи LPCVD (Low Pressure Chemical Vapor Deposition – химическое осаждение при низком давлении из газообразной фазы), а затем отжигается при температуре более 900°C. Этот метод известен как SPC (Solid Phase Crystallization – кристаллизация твёрдой фазы). Очевидно, что такой метод не удаётся применить при производстве индикаторных панелей, поскольку температура плавления стекла – 650°C. Поэтому для создания ЖК-панелей идеально подходит новая низкотемпературная технология LTPS.

В настоящее время для формирования LTPS-плёнки используется несколько методов, среди которых наибольшую популярность приобрёл метод лазерного отжига. В качестве источника энергии в этом случае используется эксимерный лазер. Он нагревает и расплавляет a-Si (аморфный кремний) с низким содержанием водорода, после чего кремний повторно кристаллизуется в виде p-Si (поликристаллической пленки). Подготовка LTPS-плёнки более сложна, чем a-Si-плёнки, однако LTPS TFT имеют в 100 раз большую текучесть, чем a-Si TFT, что позволяет перенести КМОП-структуры непосредственно на стеклянную подложку. В результате технология p-Si приобретает следующие основные преимущества по сравнению с a-Si-технологией:

- подвижность электронов в тонкоплёночных транзисторах, изготовленных по технологии LTPS, достигает 200 см^2/В с, что намного выше, чем у транзисторов a-Si-технологии (около 0,5 см^2/В с). Повышенная подвижность электронов позволяет увеличить степень интеграции формируемой на подложке ЖКИ интегральной схемы и уменьшить размеры самого тонкоплёночного транзистора;
- достигается более высокий апертурный коэффициент (отношение полезной площади ячейки к её полной площади). Так как TFT-транзистор LTPS ЖКИ имеет меньший размер, чем транзистор a-Si, полезная площадь ячейки, а следовательно, и апертурный коэффициент такого ЖКИ будут выше (см. рис. 8). В результате при прочих равных условиях яркость свечения ячейки LTPS-ЖКИ пропорционально возрастёт;
- LTPS-технология позволяет формировать в едином цикле непосредственно на подложке ЖКИ интегральные схемы драйверов. Это позволяет существенно сократить количество внешних контактов и уменьшить размеры самой подложки, что ведёт к повышению надёжности устройства и снижению стоимости конечного изделия.

Дисплеи на основе органических плёнок (OLED)

Сравнительно недавно на рынке появились дисплеи нового, отличного от ЖКИ типа, т.н. OLED (Organic Light Emitting Device). Дисплей OLED представляет собой электронное устройство, выполненное путём размещения ряда тонких органических плёнок между проводниками. При подключении источника питания к выбранным элементам дисплея они излучают яркий свет (см. рис. 9). Технология OLED идеально подходит для изготовления дисплеев, используемых в портативных устройствах, позволяя создавать лёгкие, надёжные и малопотребляющие дисплеи. Для получения OLED-дисплеев требуется меньшее число производственных этапов и более дешёвые материалы по сравнению с ЖКИ. Ведущий лидер в производстве таких дисплеев, корпорация Universal Display (UDC), полагает, что технология OLED может заменить существующие технологии создания дисплеев во многих областях за счёт следующих преимуществ перед ЖКИ:

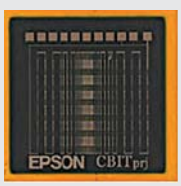
- более высокая яркость;
- более высокое быстродействие, улучшающее качество отображения и динамику видеоизображений;
- расширенный угол обзора (до 180°);
- малый вес;
- меньшее энергопотребление;
- более широкий диапазон рабочих температур;
- меньшая совокупная стоимость.

Столь впечатляющих характеристик своих OLED-дисплеев компания UDC достигла благодаря разработке особого семейства высокоэффективных OLED-материалов. Их ключевой особенностью является использование для излучения света процесса электрофосфоресценции. В традиционных OLED-дисплеях излучение света основано на флюоресценции. В соответствии с теоретическими и экспериментальными оценками максимальная эффективность OLED с добавлением флюоресцентных материалов может составить около 25%. Это ограничение практически снимается при использовании в качестве добавок электрофосфоресцентных материалов компании UDC, которым присуще как одиночное, так и тройное возбуждённое состояние. Учитывая, что эффективность таких материалов приближается к 100%, компания UDC работает над созданием и продвижением на рынок электрофосфоресцентных устройств, оптимизируя

Новости мира News of the World Новости мира

Seiko Epson продемонстрировала технологию «струйной распечатки» плат

Компания Seiko Epson добилась значительных успехов в области разработки технологии струйной печати электронных плат. В рамках проведённой на днях презентации была продемонстрирована миниатюрная печатная плата размером 20 × 20 мм, состоящая из 20 слоёв и имеющая толщину без основы всего 200 мкм.





В настоящее время при производстве печатных плат применяется методика фотолитографии. Это достаточно дорогостоящий и трудоёмкий процесс, состоящий из нескольких основных стадий: разработки фотомасок для отдельных слоёв, формирования электрических соединений и пр. При этом необходимо использование специальных химикатов, утилизация которых создаёт дополнительные трудности.

В свою очередь технология струйной печати плат призвана значительно снизить затраты на производство микросхем и сократить вредные выбросы в окружающую среду. Работы над данной системой компания Seiko Epson начала в июне 2003 г. в рамках трёхлетнего проекта, грант на который, кстати, выделила японская Организация разработчиков промышленных технологий и новых источников энергии (NEDO).

Как сообщается в пресс-релизе, при создании образца печатной платы применялись два типа «чернил»: проводящие с микрочастицами серебра диаметром до десятков микрон и изоляционные, состав которых держится в секрете. Среди основных достоинств методики струйной распечатки плат исследователи называют отсутствие выбросов, меньшие по сравнению с фотолитографией затраты энергии, возможность быстрого создания многослойных плат и очень большие потенциальные возможности для повышения плотности размещения элементов. Впрочем, сроки практического применения новой технологии пока не называются.

http://www.terralab.ru/

Новая технология производства ЖК-дисплеев

Компания Hewlett-Packard предложила новую технологию производства жидкокристаллических дисплеев, которая, возможно, позволит создавать недорогие экраны очень высокого разрешения с небольшим энергопотреблением.

Выпускаемые сегодня жидкокристаллические дисплеи состоят из нескольких слоёв: защитной стеклянной панели, слоя тонкоплёночных транзисторов, цветовых фильтров и собственно слоя жидких кристаллов. В условиях отсутствия электрического заряда жидкие кристаллы находятся в аморфном состоянии, то есть пропускают свет. Изменяя заряд, можно изменять ориентацию кристаллов и, соответственно, управлять количеством пропускаемого кристаллами света. Причём для каждого отдельного пикселя требуется отдельный тонкоплёночный транзистор, что, соответственно, негативно влияет на энергопотребление. Что касается разрешения современных ЖК-экранов, то оно, как правило, не превышает 1600 × 1200 точек.

Инженеры Hewlett-Packard нашли способ как существенно улучшить характеристики жидкокристаллических дисплеев. Предложенная методика, получившая название PABN (Post Aligned Bistable Nematic) LCD, основана на применении крошечных полимерных «столбиков» диаметром менее 1 мкм. Оказалось, что в зависимости от приложенного напряжения, жидкие кристаллы выстраиваются вокруг таких «столбиков» строго определённым образом – либо по горизонтали, что соответствует тёмному пикселю, либо по спирали, что соответствует светлой точке. Более того, сформированное изображение сохраняется на дисплее даже после отключения напряжения.

Процесс получения экранов по методике PABN LCD сводится к нанесению полимера на печатную форму, содержащую сетку с микроскопическими отверстиями, и последующему объединению получившегося слоя с RGB-фильтрами, массивами электродов и слоем жидких кристаллов, передаёт New Scientist.

Компания Hewlett-Packard уже продемонстрировала прототип PABN-экрана размером 4 × 3 см. Правда, созданный образец имеет очень большое время отклика, а получаемая на нём картинка содержит множество артефактов. Тем не менее, исследователи рассчитывают существенно улучшить характеристики новых дисплеев в течение ближайших пяти лет. В частности, планируется разработка экрана формата A4 с разрешением 7000 × 5000 пикселей, что по качеству изображения сравнимо с глянцевыми журналами.

http://www.terralab.ru/

Гибкие солнечные батареи толщиной с фотоплёнку

Не исключено, что уже в течение ближайших трёх лет на рынке появятся гибкие солнечные батареи, которые можно будет вшивать в одежду, наклеивать на стёкла автомобилей или другие поверхности. Разработкой подобных элементов питания в настоящее время занимаются учёные трёх европейских стран, а проект получил название H-Alpha Solar (H-AS).

В традиционных солнечных батареях применяются кремниевые пластины с примесями атомов фосфора и бора, которые образуют слои n-типа и p-типа соответственно. Возникающий при этом на p-n-переходе потенциальный барьер препятствует прохождению основных носителей заряда, однако беспрепятственно пропускает неосновные носители в противоположных направлениях. В результате под действием солнечного излучения через p-n-переход в обоих направлениях протекает ток неосновных носителей.

Аналогичный принцип положен и в основу работы элементов питания H-AS. Правда, изготавливаются они не из твердого, а из полиморфного кремния, благодаря чему, собственно, и удалось добиться существенного уменьшения толщины и хорошей гибкости: батареи H-AS лишь незначительно толще обыкновенной фотопленки. Процесс производства панелей H-AS требует использования температур до 200 градусов Цельсия. По этой причине такие батареи вначале изготавливаются на алюминиевой основе, которая затем удаляется, а получившийся слой покрывается пластиком.

Коэффициент полезного действия современных солнечных батарей достигает 20%. КПД элементов питания H-AS несколько ниже – около 7%. Однако, по мнению исследователей, в данном случае не слишком высокая эффективность компенсируется другими достоинствами – гибкостью, низкой стоимостью производства (один евро в расчете на Ватт) и универсальностью. Кстати, в перспективе учёные намерены увеличить КПД H-AS до 10%, – сообщает New Scientist.

http://www.terralab.ru/

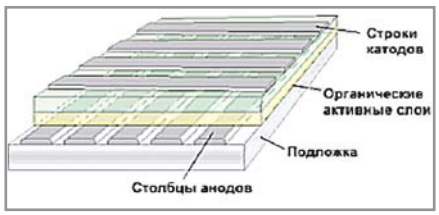


Рис. 10. Пассивная матрица OLED

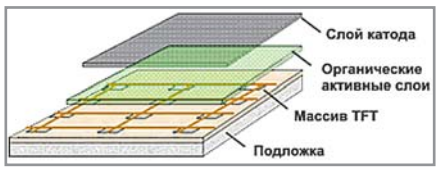


Рис. 11. Активная матрица OLED

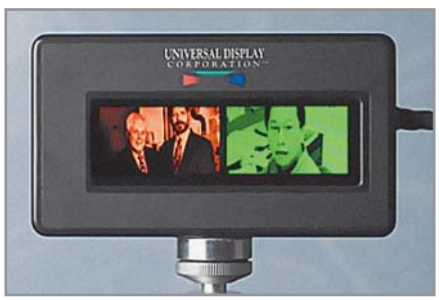


Рис. 12. OLED-дисплей Universal Display Corp.

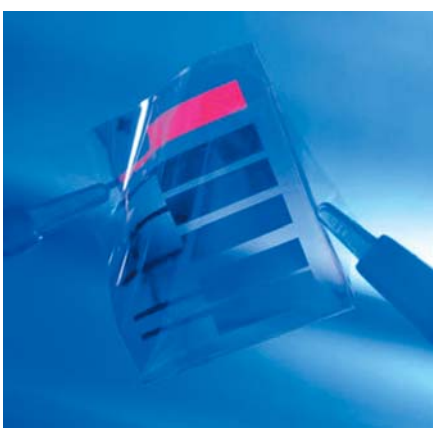


Рис. 13. Гибкие дисплеи FOLED

такие их характеристики, как чистоту цвета, надёжность функционирования и механическую прочность.

OLED-дисплеи могут быть выполнены на основе пассивной или активной матрицы.

Пассивная матрица дисплея состоит из массива отображающих элементов и пикселов, расположенных на поверхности по строкам и столбцам (см. рис. 10). В OLED-дисплее каждый пиксел является органическим светодиодом, образованным на пересечении каждой линии строки и столбца. Первые OLED, так же как и первые ЖКИ, адресовались как пассивная матрица. Это означает, что для активизации пиксела необходимо приложить напряжение к линиям строки и столбца, на пересечении которых находится нужный пиксел. Чем больший ток протекает через каждый пиксел, тем больше яркость наблюдаемого свечения.

В дисплее с активной матрицей массив также разделяется на строки и столбцы с пикселами, образуемыми на пересечении линий строк и столбцов. Однако здесь каждый пиксел состоит из органического светодиода (OLED), включённого последовательно с тонкоплёночным транзистором (TFT), выполняющим функцию коммутатора, регулирующего уровень тока через OLED (см. рис. 11).

В активной матрице OLED-дисплея (AMOLED) информация посылается микротранзистору каждого пиксела, задавая яркость его свечения. TFT-транзистор запоминает эту информацию и плавно регулирует ток через OLED. На рисунке 12 показаны образцы таких дисплеев.

Компания UDC предлагает несколько разновидностей OLED-дисплеев:

- TOLED – прозрачные органические светоизлучающие устройства;
- FOLED – гибкие органические светоизлучающие устройства;
- SOLED – сложенные органические светоизлучающие устройства.

В дисплеях TOLED используется прозрачная основа, что позволяет создавать дисплеи с излучением только вверх, только вниз или в оба направления. Технология TOLED позволяет получать высококонтрастные изображения, что улучшает читабельность дисплея при ярком солнечном свете. Поскольку TOLED имеет 70-% прозрачность в выключенном состоянии, он может быть интегрирован в автостёкла в качестве табличек или указателей. Прозрачность дисплеев TOLED даёт возможность использовать их с непрозрачными подложками из металла, фольги или кремниевого кристалла, что позволяет создавать дисплеи с отображением только вперед. Простой TOLED дисплей может быть потенциально встроен в будущие динамические кредитные карты. За счёт использования поглотителя с низким коэффициентом отражения (чёрный фон) позади верхней или нижней поверхности TOLED, контрастное отношение может быть значительно улучшено по сравнению с отражающими ЖКИ и OLED. Это особенно важно в приложениях, работающих при дневном свете, например, в мобильных телефонах и кабинах авиационной техники.

Встраивая органическую плёнку в гибкую поверхность, производители получают исключительные по своим качествам гибкие дисплеи – FOLED (см. рис. 13). Плоские отображающие панели традиционно выпускаются на стеклянной основе вследствие структурных ограничений и/или ограничений технологического процесса. Гибкие материалы обладают существенными преимуществами в сравнении со стеклянной основой. Впервые дисплеи могут быть выполнены на разнообразных типах подложек: от прозрачных тонких плёнок до отражающей металлической фольги. Эти материалы позволяют изгибать и скручивать дисплеи, приспосабливая их к любой поверхности. Это означает, что FOLED-дисплей можно встроить в шлем, в рукав рубашки солдата, в приборную панель самолета или на стекло окна автомобиля. Использование тонких пластиковых подложек также существенно уменьшает вес тонких отображающих панелей в сотовых телефонах, портативных компьютерах и, особенно в массовой сфере настенного телевидения. Дислеи FOLED обладают повышенной стойкостью к изломам, устойчивостью к внешним воздействиям и более длительным сроком службы по сравнению с аналогами на стеклянной основе. По заявлениям компании UDC, её партнеры по исследованиям в области технологии производства FOLED разработали эффективный процесс фазового смещения органического пара (OVPD), позволяющий создавать FOLED в технологическом цикле «рулон к рулону». Этот процесс отвечает потребностям массового производства и позволяет выпускать дисплеи на основе OLED наименьшей стоимости по сравнению с большинством плоских отображающих панелей, изготовленных по другим технологиям.

Дальнейшее развитие OLED-дисплеев привело к появлению т.н. «сложенных OLED» (SOLED). В них используется принципиально новая архитектура организации пиксела, разработанная компанией Universal Display. В дисплеях SOLED пиксел представляет собой вертикальную структуру расположенных друг над другом красного, зелёного и синего

подпикселов, что отличается от расположения подпикселов в одной плоскости один возле другого, как в обычных дисплеях на основе ЭЛТ или ЖКИ. Это улучшает разрешающую способность дисплея в три раза и повышает качество цветопередачи. Для раздельной регулировки цвета и яркости каждый красный, зеленый и синий (RGB) подпикселные элементы управляются индивидуально. Задание цвета выполняется за счёт регулировки уровня тока в этих трёх элементах. Регулировка яркости осуществляется путём изменения общего тока через сток ячейки. Получение градаций серого выполняется за счёт широтно-импульсной модуляции сигналов, подаваемых на подпикселы. Технология SOLED компании UDC является первой демонстрацией вертикально-интегрированной структуры, в которой цвет, яркость и шкала серого могут настраиваться независимо, обеспечивая полноцветное изображение с высоким разрешением. Важной особенностью SOLED является очень высокий коэффициент заполнения, достигающий 100%. Например, когда у классического полноцветного дисплея устанавливается зелёный цвет, красный и синий подпикселы отключаются. Напротив, при тех же условиях у структуры SOLED все пикселы станут зелёными. Это означает, что архитектура SOLED обеспечивает лучшую цветопередачу и качество отображения. Ещё одной особенностью SOLED является равномерность цветопередачи при увеличении размера пиксела. Это важно для больших дисплеев, в которых пикселы имеют достаточные размеры, чтобы их можно было увидеть с малого расстояния. В традиционных ЭЛТ и ЖКИ-дисплеях глаз с близкого расстояния может увидеть раздельные красный, зелёный и синий цвета вместо эквивалентной смеси. У SOLED-дисплеев каждый пиксел излучает желаемый цвет, и поэтому цвет пиксела правильно воспринимается независимо от его размера и расстояния, с которого он наблюдается.

Впечатляющие достижения в области создания новейших дисплейных технологий демонстрирует южнокорейская компания Samsung Electronics. В январе 2005 года она объявила о создании самого большого в мире



Рис. 14. Самый большой OLED-дисплей от Samsung

дисплея OLED с диагональю 21 дюйм (см. рис. 14). Представленная модель имеет малое время отклика, яркость 400 кд/м^2, контрастность 5000 : 1 и поддерживает разрешение WUXGA (1920 × 1200 пикселов). Дисплей с такими характеристиками прекрасно подходит для использования в телевизорах высокой чёткости, а поскольку при его изготовлении применялась хорошо отработанная инженерами компании технология аморфного кремния, следует ожидать быстрого выхода этого изделия на массовый рынок по конкурентоспособной цене.

SIEMENS

GSM-модемы

MC35i Terminal и TC35i Terminal

А также антенны,
блоки питания,
интерфейсные кабели.

Поставка со склада в Москве.



PROSOFT®

МОСКВА Телефон: (095) 234-0636 • Факс: (095) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ Телефон: (812) 325-3790 • Факс: (812) 325-3791 • E-mail: root@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ Телефон/факс: (343) 376-2820/376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru

Современные технологии дисплеев объёмного изображения

Александр Самарин (Москва)

В последние 40 лет интенсивно проводились разработки дисплеев трёхмерного изображения. Объём прилагаемых усилий быстро увеличивался по мере экспоненциального увеличения вычислительных ресурсов современных компьютеров, а также расширения сфер применения 3D-приложений. Анализ динамики жидкостей, анализ конечных элементов, изучение динамики погоды или звездных объектов, – все эти и многие другие приложения нуждаются в визуализации трёхмерных изображений.

Для реализации дисплеев трёхмерного изображения требуются большие вычислительные ресурсы, быстродействующие память, процессоры, скоростные интерфейсы. Для трёхмерной развёртки необходимы также и быстродействующие оптические модуляторы. По причине отсутствия соответствующих электронных и оптических компонентов большая часть проводимых ранних разработок так и остановилась на уровне громоздких и безумно дорогих экспериментальных установок. К настоящему времени созрела аппаратная, технологическая и программная база. Появились быстродействующие микрозеркальные DLP-модуляторы Texas Instruments, акустооптические модуляторы, быстродействующие ЖК-затворы, лазерные источники красного, зелёного и синего излучения и мощные источники света. Стали доступны быстродействующая память большого объёма, скоростные ПЛИС, сигнальные процессоры, специализированные графические процессоры и трансиверы для скоростных дисплейных интерфейсов. Разработаны новые алгоритмы цифровой обработки видеоизображений. Появилась реальная возможность создавать коммерческие 3D-дисплейные системы. Настоящий обзор посвящён рассмотрению так называемых True 3D Displays или Real 3D Displays дисплейных систем. Название «настоящий» трёхмерный, или объёмный (volumetric) дисплей выбрано для того, чтобы подчеркнуть их отличие от недорогих дисплейных 3D-систем, основанных на стереоскопическом эффекте.

Физиология восприятия объёмного изображения

Мы видим мир, комбинируя изображения, полученные левым и правым глазом, таким образом получая восприятие глубины наблюдаемых объектов из двух точек, разнесённых всего на несколько сантиметров. Наш мозг выполняет все остальные операции. Человек оценивает расстояние до объекта и его габариты по расстоянию между проекциями его изображения на сетчатках правого и левого глаза. Выделение нужного объекта из окружающего пространства обеспечивается посредством фокусирования по глубине зрения. Фокусировка производится за счёт изменения формы хрусталика глаза – аккомодации. Операция сравнения расположения проекций возможна лишь до тех пор, пока дистанция между ними находится в определённых пределах. Расширить диапазон различаемых расстояний удаётся с помощью функции конвергенции (поворота глазных яблок на необходимый угол). Аккомодация и конвергенция связаны между собой. Использование стреоскопических эффектов основано на искусственном нарушении согласования аккомодации и конвергенции. Мозг интерпретирует появление объёмности, но это достигается на фоне чувства дискомфорта, напряжения и неестественности у пользователей большинства современных стереоскопических трёхмерных дисплеев. Чтобы воссоздать реальную глубину и объём, нужно проектировать дисплейное устройство, сопоставимое по размерам с отображаемыми объектами.

Дисплейные 3D-технологии, в которых используется стереоэффект, могут быть двух типов. В первом пара стереоскопических изображений для левого и правого глаза синтезируется на экране последовательно во времени. Для разделения изображений зрительной системой используются очки с ЖК-затворами, которые синхронно и попеременно блокируют или пропускают световой поток. Дисплейная система, в которой необходимо применение специальных очков, называется стереоскопической. В автостереоскопических дисплеях очки не нужны, а разделение производится за счёт пространственной селекции. Недостаток – требуется подбирать угол наблюдения.

Одним из примеров дисплейной системы автостереоскопического типа является дисплей, состоящий из двух последовательных ЖК-экранов, один из которых является динамическим фильтром для обеспечения управляемого параллакса. Изображение синтезируется синхронно с изменением характеристики фильтра параллакса. Первые образцы таких дисплеев демонстрировались ещё в 1991 году.

Эти псевдо-3D-дисплеи требуют применения специальных очков или же оптических элементов на фронтальной поверхности ЖК-экрана, для того чтобы создать немного разные перспективы для наблюдения каждым глазом. К сожалению, эти изображения не обеспечивают правильную фокусировку глаз и конвергенцию и, следовательно, способствуют сильному напряжению и утомлению глаз в процессе наблюдения «кривого» изображения. Вследствие быстрого утомления глаз работать со стереоскопическими изображениями можно не более 30 минут. Автостероскопиче-

ские ЖК-технологии также имеют определённые ограничения для зон наблюдения. При неправильно выбранном положении глаз наблюдатель увидит мутное отвратительное изображение.

Синтез трёхмерного изображения

Каждой точке объёмного изображения соответствует трёхмерная координата, яркость и цвет. Трёхмерное изображение может быть синтезировано из множества двухмерных изображений – слайсов. Построение трёхмерных изображений в пространстве выполняется методом синтеза и суперпозиции двухмерных изображений в пространственном объёме. Развёртка по глубине может производиться двумя способами. В первом используется электромеханическая развёртка. Двухмерные изображения поочерёдно проецируются на сканирующую по глубине плоскость диффузного экрана. Наблюдатель видит последовательность отражённых от рассеивающей поверхности экрана изображений, которые за счёт интегрирования зрительной системы создают трёхмерный образ объекта. Во втором способе сама модулирующая среда неподвижна, а сканирование производится за счёт изменяемых оптических свойств среды. Изменение свойств среды управляется электронным блоком синхронно с синтезом двухмерных слайсов. Среда развёртки по третьей координате называется объёмным оптическим элементом.

Реальную коммерческую реализацию имеют только два типа устройств True 3D display system – Actuality Systems и DepthCube, которые представляют два направления 3D-технологии – с механической развёрткой объёма и электронной твердотельной развёрткой объёма. На выставках периодически демонстрируется также 3D-дисплейная система Felix, разработанная специалистами из Германии. В ней применяется электромеханическая развёртка объёма изображения и лазерные источники.

Конструкция 3D-дисплея Actuality Systems

Данный тип дисплея является одной из разновидностей проекционных дисплеев. Первый образец дисплея, позволяющего визуализировать действительно объёмное изображение, был продемонстрирован молодой американской фирмой Actuality Systems ещё на симпозиуме SID в 2001 году. Устройство представляет собой сферу диаметром около 500 мм. Размер формируемого внутри купола изображения имеет диаметр 250 мм. Объёмное изображение может наблюдаться в зоне 360 градусов вокруг сферы купола. Для наблюдателей нет необходимости применять специальные очки. Изображение формируется на вращающемся диффузном экране внутри прозрачного купола. Экран закреплён на вращающемся диске-платформе. На рис. 1 показан внешний вид 3D-дисплея Actuality Systems.

Частота вращения платформы с экраном – около 24 оборотов в секунду. Синхронно с вращением платформы со стороны неподвижно закреплённого проекционного устройства производится засветка экрана последовательностью кадров объёмного изображения. В качестве модуляторов, формирующих вспышки цветного изображения, используются три микрозеркальных DLP-модулятора Texas Instruments. Объёмный кадр изображения состоит из 198 слайсов, последовательных двухмерных кадров изображения. Каждый слайс (двухмерный фрагмент изображения) имеет формат 768×768 пиксел. Изображение имеет восемь цветовых оттенков. Общее число элементов объёмного изображения – 117 млн. вокселов (voxel – volume pixel). Объём двойного буферного дисплейного ОЗУ (для входных и выходных данных трёх плоскостей основных цветов RGB) составляет 6 Гбит. Модуляторы установлены равномерно вдоль окружности вращающейся платформы. Синхронно с частотой вращения платформы с диффузным экраном производится формирование изображений тремя «пушками» модуляторов. Следует учесть, что при движении экрана картинки «сплющиваются». Задача сигнального процессора – синтезировать проекции изображений в полярных координатах для всех трёх модуляторов с учётом угла поворота экрана относительно неподвижных «световых пушек».



Рис. 1. Прототип 3D-дисплея Actuality Systems

Глаз наблюдателя интегрирует импульсные двухмерные проекции объёмного изображения во времени. В итоге формируется объёмная непрерывная цветная панорама.

Источником изображения является графический контроллер персонального компьютера IBM PC. В качестве дисплейного интерфейса используется SCSI. Для обработки изображения в самом дисплее используются 32-разрядные сигнальные процессоры с фиксированной точкой TMS320C6201 Texas Instruments с производительностью 1600 MIPS. Сигнальные процессоры обеспечивают преобразование в реальном масштабе времени декартовых координат исходного изображения, получаемого из компьютера, в полярные координаты, необходимые для управления проекционными модуляторами. Вся остальная логика управления памятью и интерфейса с графическим контроллером реализована в структуре ПЛИС. Потребляемая мощность дисплея 250 Вт, вес около 25 кг. Серийное производство объёмных дисплеев началось в 2003 году. Цена одной дисплейной системы составляет около $40 000.

3D-Мониторы Felix

Мониторы Felix относятся к объёмным дисплеям с электромеханической развёрткой по глубине. Представленный 3D-дисплей Felix основан на применении вращающегося полупрозрачного экрана. Плоскость экрана имеет форму архимедовой спирали. При вращении спирали вокруг оси и проецировании «слоев» изображения на плоскость спирали обеспечивается полная развёртка объёма. Двухмерное изображение проецируется на лопасти спирали с помощью лазерных лучей. Экран вращается со скоростью около 1200 оборотов/мин и становится не-



Рис. 2. Внешний вид объемного дисплея

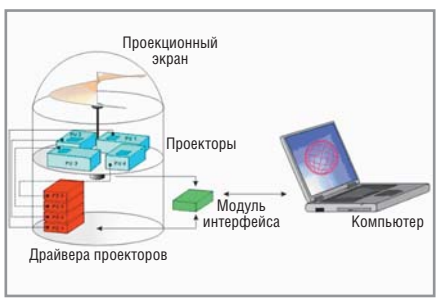


Рис. 3. Структура портативной 3D-дисплейной системы Felix

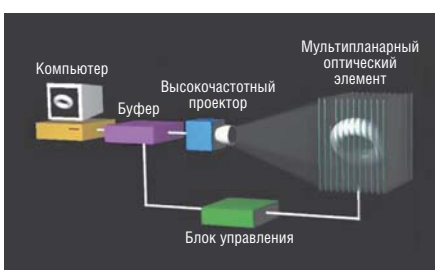


Рис. 4. Структура дисплейной системы DepthCube

видимым для наблюдателя. Лазерные лучи сканируют поверхность спирали в процессе вращения. Наблюдатель видит отражённое от диффузной поверхности изображение. На рис. 2 показан внешний вид дисплея Felix, а на рис. 3 – его устройство.

Новая улучшенная 3D-дисплейная система Felix состоит из нескольких отдельных блоков, поэтому может быть легко разобрана для транспортировки. Дисплейная система состоит из следующих основных компонентов:

- полусферического объёма, содержащего спиралевидный проекционный экран;
- проекционных блоков с интегрированными лазерами;
- блока управления проекторами и блока питания и управления электродвигателем;
- блока управления от PC через контроллер 3D-интерфейса.

Экран представляет собой спираль диаметром 30 см, вращающуюся со скоростью 1200 об/мин. В процессе разработки тестировались два типа экранов: один экран в виде двухоборотной спирали, другой – в виде однооборотной спирали. Источники света выполнены на основе маленьких диодных лазеров. Вместо зеркал в новом дисплее применяется более надёжный высокоскоростной блок 2D-акустооптического сканера. Быстродействие сканера обеспечивает развёртку 10 000 воксел с кадровой частотой 20 Гц. Эффективное разрешение получается немного меньше. Программное обеспечение имеет свой графический пользовательский интерфейс, который даёт возможность пользователю выполнять анимацию с функциями поворота, перемещения и увеличения изображения выделенных трёхмерных объектов.

Технология DepthCube – дисплей реального трёхмерного изображения

Технология DepthCube является первой реальной дисплейной технологией трёхмерного изображения. Она обеспечивает высококачественное полноцветное объёмное изображение объектов. Дисплейная система не имеет ограничений положения для наблюдения изображений. Наблюдение трёхмерных изображений на экране DepthCube не приводит к утомлению глаз, как это происходит при наблюдении изображений, синтезированных стреоскопической дисплейной технологией. DepthCube просто создаёт прекрасное трёхмерное изображение.

По своей сути DepthCube-дисплей представляет собой компьютерный проекционный 3D-монитор задней проекции, в котором обычная проекционная плоскость заменена трёхмерным проекционным объёмом. Проекционный объём представляет собой стопку планарных оптических элементов, управляемых электронным блоком. Компьютерная программа синтезирует битовые графические карты для плоскостей, составляющих объёмное изображение. В результате получается изображение, имеющее реальный объём и возможность наблюдения из разных точек вокруг дисплея. Разработка данной технологии является прорывом в компьютерном синтезе трёхмерных объектов, особенно по сравнению с обычными двухмерными дисплеями. Структура дисплейной системы DepthCube показана на рис. 4.

Монитор DepthCube состоит из двух основных компонентов: высокоскоростного видеопроектора и проекционного объёма или мультипланарного оптического элемента (multiplanar optical element – MOE). Высокоскоростной видеопроектор выполнен на базе DLP (Digital Light Processing) технологии фирмы Texas Instruments. Проектор обеспечивает развёртку со скоростью 1500 кадров в секунду. Он проецирует последовательные полноцветные 3D-слайсы (срезы) изображения в объём мультипланарного оптического элемента, где каждый слайс фиксируется на соответствующей глубине.

В результате послойной развёртки образуется гладкий непрерывный в пространстве ортогональный трёхмерный массив вокселов. Каждому вокселу соответствует 15-разрядный код яркости и цвета.

Дисплейная система является полностью твердотельная системой задней проекции. Она состоит из двух основных компонентов: высокоскоростного видеопроектора и мультипланарного оптического элемента (multi-planar optical element, MOE). Видеопроектор синтезирует последовательные во времени двухмерные изображения. Оптический элемент состоит из стопки разделённых воздушным зазором жидкокристаллических затворов светорассеивающего типа. Скоростной видеопроектор проецирует последовательность слайсов трёхмерного изображения в мультипланарный оптический элемент, где каждый слайс фиксируется на заданной глубине объёма. Для получения непрерывного трёхмерного изображения применяется патентованный алгоритм обработки изображения, который сглаживает границы дискретных изображений, зафиксированных плоскостями дискретных модуляторов.

Система управления состоит из четырёх модулей. На основной плате размещается генератор изобра-

жения (image generator – IG), а на трёх остальных – процессоры управления DMD-модуляторами трёх основных цветов изображения. Исходная видеоинформация поступает на плату генератора изображения из высокоскоростного графического контроллера персонального компьютера. Скорость передачи данных 20 Мпиксел/с. Декодер, стоящий на плате генератора изображения, преобразует входной поток видеоинтерфейса во внутренний формат сигналов и направляет их на три платы управления цветовыми «пушками». На основной плате может быть установлена дочерняя плата дополнительного интерфейса, например, Gigabit Ethernet или оптоволоконного канала.

Схема реализована на ПЛИС, паре микросхем памяти DDR SDRAM объёмом 16 Мб, сконфигурированных как двухпортовые ОЗУ и память объёмом двойного кадрового буфера для развёртки слайсов мультислойного изображения.

Мультислойный оптический элемент (MOE) представляет собой стопку из 20 разделённых воздушным зазором жидкокристаллических затворов. MOE действует как управляемый электроникой твердотельный проекционный объем, который совместно с высокоскоростным DMD-проектором формирует трехмерное изображение. В качестве жидкокристаллического материала в затворах применяется стабилизированный холестерический полимер. Затвор имеет коэффициент пропускания в открытом (прозрачном) состоянии около 88% и 2-% коэффициент пропускания в рассеивающем состоянии (рабочий угол 10°). Скорость переключения ЖК-затвора из прозрачного состояния в рассеивающее 0,39 мс, а из рассеивающего состояния в прозрачное – 0,08 мс.

Применение просветляющих покрытий помогло увеличить коэффициент пропускания в прозрачном состоянии до 96%, что дало суммарный коэффициент пропускания всей системы затворов 44%.

Благодаря своей мультислойной структуре 3D-изображение на DepthCube-дисплее имеет ту же глубину, что и реальные объекты. Поэтому есть все основания использовать для него определение «дисплей реального 3D-изображения». В отличие от стереоскопических и автостереоскопических дисплеев, DepthCube поддерживает нормальное соотношение между фокусным глазным расстоянием и конвергенцией, для того чтобы обеспечить очень комфортабельное и реалистичное наблюдение 3D-изображений без утомления глаз. DepthCube-дисплей обеспечивает реальный параллакс при смещениях как по вертикали, так и по горизонтали, позволяя наблюдателю видеть объекты на заднем плане, которые при обычном двухмерном представлении скрыты объектами переднего плана. Наблюдение трёхмерных изображений на экране DepthCube может производиться под любыми углами наблюдения и несколькими наблюдателями одновременно. Каждый из них будет наблюдать свою перспективу изображения. В отличие от многих других дисплеев объёмного изображения, DepthCube использует ортогональную декартовую систему координат без нарушения пропорций изображения. Конструкция дисплея DepthCube не имеет движущихся частей, поэтому никогда не может быть оптически разбалансирована или сломана. К тому же декартовая геометрия вокселов в DepthCube полностью соответствует геометрии, используемой в компьютерной графике. Поэтому построение трёхмерных изображений может производиться в реальном масштабе времени с использованием стандартных графических контроллеров. Программное обеспечение позволяет синтезировать трёхмерные изображения объектов как со сплошной, так и с текстурированной поверхностью, а также подсвечивать объект перемещаемым источником подсветки с синтезом реальных теней объектов. Программа позволяет также строить контурные и каркасные модели объектов.

Если не проводить специальной цифровой обработки, то изображение, образуемое стопкой двухмерных слайсов, будет иметь явную дискретную структуру за счёт конечной толщины двухмерного модулятора и ограниченного числа двухмерных массивов изображения. Для того чтобы скрыть дискретность структуры и сгладить разрывы изображения, применяется патентованный алгоритм, который реализован аппаратно в структуре ПЛИС. За счёт применения сложных вычислений, в основе которых лежат зрительные модели, происходит сглаживание границ между изображениями соседних слайсов, и можно наблюдать гладкое непрерывное трёхмерное изображение. В результате число эффективных слоёв увеличивается в 32 раза и соответственно увеличивается разрешение по глубине изображения.

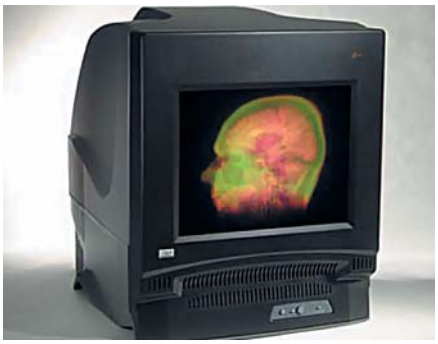


Рис. 5. Фотография 3D-монитора DepthCube Z1024

Первым коммерческим продуктом технологии DepthCube стал монитор DepthCube Z1024 3D. Дисплей был впервые продемонстрирован в четвёртом квартале 2002 года на выставке Super Computer 2002. Серийное производство монитора началось в третьем квартале 2003 года. Фотография монитора DepthCube Z1024 показана на рис. 5.

Монитор Z1024 обеспечивает воспроизведение 15-разрядного цветного изображения с 3D-разрешением 15,3 млн. физических вокселов (1024 × 748 × 20). Фронтальная диагональ экрана соответствует размеру обычного 20-дюймового компьютерного монитора. По занимаемой на столе площади монитор Z1024 аналогичен обычному 21-дюймовому ЭЛТ-монитору. Применение 5-разрядного мультипланарного цифрового сглаживания изображения позволило увеличить число воспринимаемых воксел в 32 раза и тем самым увеличить общее число воксел до 465 млн.

3D-дисплей со светодиодной развёрткой изображения

Выше были рассмотрены дорогие и сложные дисплейные 3D-системы с высоким разрешением. Есть нема-

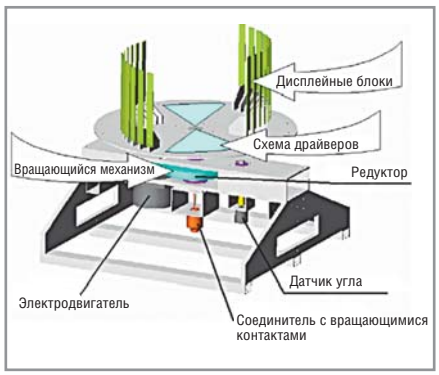


Рис. 6. Конструкция 3D-светодиодного дисплея с электромеханической развёрткой

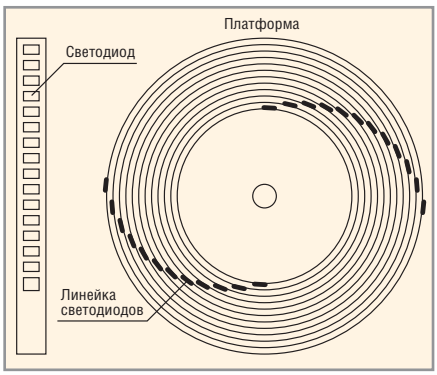


Рис. 7. Светодиодная линейка и зоны расположения линеек на платформе

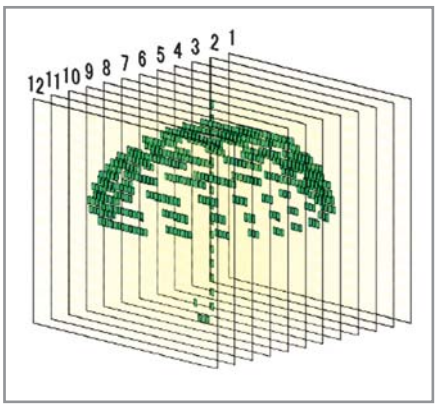


Рис. 8. Синтезированное изображение зонтика

ло приложений, в которых главным фактором является цена. Для реализации недорогой 3D-дисплейной системы могут использоваться светодиоды и электромеханическая развертка объемного пространства.

На рис. 6 показана структура 3D-светодиодного дисплея с широким углом обзора. Дисплей состоит из поворотной платформы, схемы управления и линеек светодиодов.

Вертикальная сканирующая линейка содержит 16 светодиодов. При движении линейки светодиодов по кругу можно наблюдать двухмерное изображение за счёт интегрирования зрительной системой. Если расположить двенадцать светодиодных линеек со сдвигом по глубине, то можно получить дисплейную систему для развёртки трёхмерного изображения. Линейки для этого должны располагаться близко друг к другу, чтобы получать непрерывное изображение в процессе развертки.

Механическая часть состоит из электродвигателя, шестерёнок передачи, вращающегося соединителя, датчика угла поворота и поворотной платформы. Максимальная скорость вращения двигателя 3000 об/мин. Редуктор снижает скорость вращения до 1000 об/мин и соответственно увеличивает момент вращения. Вращающийся соединитель предназначен для передачи напряжения питания, а также синхросигналов на схему управления массивами светодиодов. Синхросигнал нужен для точной синхронизации светодиодной развёртки в соответствии с углом поворота платформы. Датчик угла поворота используется для генерации синхросигналов.

В прототипе дисплея использовались светодиоды Toyoda Gosei. Светодиоды имеют высокую яркость и широкий рабочий угол излучения. На рис. 7 показан порядок расположения светодиодных линеек на подвижной платформе. Двенадцать светодиодных линеек светодиодов расположены на платформе в виде двух дуг с интервалом по глубине 7 мм и на угловом расстоянии 8 градусов. Каждая светодиодная линейка состоит из 16 светодиодов, расположенных по вертикали с интервалом 5 мм.

Данные трёхмерного изображения синтезируются программой персонального компьютера. Видеоданные по последовательному интерфейсу передаются в двенадцать микроконтроллеров, которые размещаются на вращающейся платформе. Каждый микроконтроллер управляет одной светодиодной линейкой с каждой стороны платформы. Контроллеры работают синхронно и управляют через свои порты светодиодными массивами. Синхронность работы микроконтроллеров по времени и по углу поворота обеспечивает сигнал датчика угла поворота. Система синтезирует трёхмерное изображение, разделённое на двенадцать плоскостей по глубине. Каждая плоскость имеет разрешение по вертикали 16 элементов, а по горизонтали 48 элементов. На рис. 8 показан пример изображения зонтика, синтезированного развёрткой светодиодного дисплея.

Потенциал светодиодных дисплеев не исчерпывается возможностями рассмотренного прототипа. Характеристики систем со светодиодной развёрткой объёмного изображения могут быть значительно улучшены при увеличении частоты развёртки, увеличении разрешения по глубине и вертикали, а также использовании цветных светодиодов. Рассмотренная конструкция имеет более скромные характеристики по сравнению с рассмотренными выше дисплеями и, конечно же, значительно уступает в разрешении и в качестве трёхмерного изображения. Однако цена такой системы на два порядка меньше. Такие системы отображения также найдут свои области эффективного применения, например, они могут быть использованы в качестве рекламных стендов в фойе гостиниц, на вокзалах, в аэропортах или же выставочных залах.

Литература

1. The DepthCube™ Solid-state Multi-planar Volumetric Display. Alan Sullivan Dimensional Media Associates, Norwalk, CT, USA.
2. DepthCube™ Technology. White Paper. LightSpace Technologies.
3. *Takada H., Suyama S., Hiruma K., Nakazawa K.* A Compact Depth-Fused 3-D LCD NTT Cyber Space Laboratories, Nippon Telegraph and Telephone Corporation, SID'02.
4. *Sakamoto Y., Miyamoto K., Fukuda I.* A Wide-Field-of-View 3-D Display Optoelectronic Device System R&D Center, Kanazawa Institute of Technology, SID'03.
5. *Kakeya H.* FLOATS V: Real-Image-Based Autostereoscopic Display with TFT-LC Filter. Inst. Engineering Mechanics and Systems, University of Tsukuba, SID'04.
6. *Митилино С.* Трёхмерные дисплеи: обзор технологий. Компьютерное обозрение. № 35, 12 – 18 сентября 2001.
7. *Василевский Ю.А.* Новые автостереоскопические экраны. ТКТ. 2001. № 11.
8. http://www.stereoscopy.com/news/arc7-2000.html.
9. http://www.stereovision.net/toxicx/viewers.htm.

Новости мира News of the World Новости мира

Nokia прекратила разработку топливных элементов

Корпорация Nokia объявила о решении приостановить на несколько лет разработку мобильных телефонов, получающих питание от топливных элементов. Данная технология, по мнению крупнейшего в мире производителя сотовых аппаратов, ещё не созрела для коммерческого применения. Тем не менее, Nokia отметила, что по-прежнему считает её весьма перспективной и намерена продолжать следить за состоянием дел в этой области. Восемь месяцев назад финская компания заявила о планах использования топливных элементов вместо аккумуляторов в мобильных телефонах. В июне 2004 г. она продемонстрировала гарнитуру, работавшую на метиловом спирте и воздухе. Тогда ожидалось, что рыночный дебют подобных продуктов состоится в течение ближайших двух лет. Не последним из моментов, охладивших первоначальный энтузиазм, стала проблема с логистикой: по существующим нормам запрещается перевозка метанола в самолётах без специальной упаковки. Нерешёнными остаются и вопросы организации сети поставок и розничных продаж этого ядовитого и легко возгорающегося вещества. Исследования применения топливных элементов в мобильной технике в настоящее время активно ведутся такими компаниями, как Motorola, Toshiba, Fujitsu, NEC и Hitachi.

http://itc.ua/

Японский альянс разработал компоненты гибких органических дисплеев

Альянс, инициаторами создания которого выступили университет Киото и промышленные компании Pioneer, Mitsubishi Chemical и Rohm, представил две базовые компоненты гибких дисплеев: органический светоизлучающий транзистор (Organic Light Emitting Transistor – OLET) и гибкую прозрачную подложку с низким коэффициентом термического расширения. По информации разработчиков, активноматричный дисплей, состоящий из OLET, требует гораздо меньшего количества компонентов, чем обычные панели OEL, поскольку функции управляющего транзистора и светодиода совмещены в общем полупроводниковом устройстве. Гибкая подложка – Bionano Fiber Composite – состоит из прозрачных нановолокон диаметром менее 100 нм, которые обеспечивают прохождение свыше 85% падающего на неё света. При этом по упругости данный композитный материал превосходит стекло и имеет низкий коэффициент температурного расширения – в 30 раз меньше, чем у кристаллического кремния. Участники альянса планируют использовать анонсированные технологии для разработки на их основе коммерческих продуктов, в том числе, дисплейных панелей для электронных книг и для мобильных коммуникационных устройств.

http://itc.ua/

Samsung продемонстрировала пятидюймовый прозрачный пластиковый TFT-дисплей

Samsung Electronics сообщила о разработке самого большого в мире прозрачного пластикового TFT-дисплея – размер его диагонали составляет 5 дюймов. Данная ЖК-панель имеет формат qVGA и обеспечивает разрешение 100 пикселов на дюйм. Как отмечается в заявлении компании, представленный ею дисплей может применяться в мобильных телефонах и ноутбуках, а также в качестве носимого устройства отображения, монтируемого в шлемы, очки и т.п.

http://itc.ua/

Полимерный сверхпроводник

Учёные из Bell Labs создали полимерный материал, электрическое сопротивление которого исчезает при определённой температуре, делая его сверхпроводником. Новый пластик недорог, что открывает дорогу его применению в широком спектре устройств – от квантовых компьютеров до компонентов сверхпроводниковой электроники. Новый материал создан из органического полимера политиофена (polythiophene), содержащего длинные цепочки атомов углерода. Сложность задачи превращения его в сверхпроводник, по словам учёных, заключалась в преодолении присущей полимерам неупорядоченности структуры. Пока удалось добиться перехода политиофена в состояние сверхпроводника только при температуре –455°F (–271°C). Ученые из Bell Labs надеются повысить температуру перехода дальнейшими экспериментами над структурой полимера.

http://www.ixbt.ru

Два видеопотока по телефонной линии

Analog Devices и Aware создали технологию FastADSL, которая является программным усовершенствованием возможностей чипсетов для ADSL-связи от компании Analog Devices. Технология FastADSL позволит передавать по одной телефонной линии 2 канала видеопотоков высокого качества (MPEG-2), осуществлять высокоскоростной доступ в Интернет и предоставлять услуги телефонной связи.

Скорость передачи данных при этом выше 11 Мб/с. Разработчики надеются на спрос, поскольку в большинстве частных домов имеется 2 или больше телевизоров, и возможность поставки 2 видеопотоков привлечёт домашних пользователей.

http://www.ci.ru/

Эффективный светодиод на основе кремния

Коллектив под руководством Кевина Хоумвуда из университета графства Суррей (Англия) опубликовал в журнале Nature сообщение о создании светоизлучающего диода (LED) на основе кремния, который по эффективности преобразования электричества в свет приближается к показателям LED на основе других полупроводниковых материалов (арсенида или фосфида галлия, а также тройных соединений).

На основе этой разработки можно будет преодолеть ещё один барьер на пути миниатюризации электронных приборов, поскольку до сих пор для преобразования сигналов из электрических в оптические требовалось иметь 2 отдельных устройства – светоизлучающий диод и электронную схему. Оптоэлектроника по существу является попыткой комбинирования устройств 2 разных типов для тех или иных задач. Теперь появится возможность совмещения функций в едином устройстве, где в одной микросхеме может осуществляться преобразование электрических сигналов и генерация света. Такие устройства найдут широкое применение в системах оптических телекоммуникаций.

Г-н Хоумвуд и его коллеги нашли способ удержать носители заряда в кремнии. Для этого кремниевую пластину облучали атомами бора, создавая дефекты в структуре кристалла кремния. Затем облучённый кристалл нагревали до температуры 10 000°C, при этом линейные дефекты превращались в замкнутые петлеобразные структуры, способные служить ловушками для носителей зарядов, что и приводит к генерации света.

http://www.ci.ru/

Драйверы флюоресцентных ламп с холодным катодом

Юрий Широков (Москва)

В статье описана продукция фирмы MPS – микросхемы-драйверы газоразрядных ламп с холодным катодом, их характеристики и особенности применения, а также рекомендации по выбору повышающих трансформаторов для работы в схемах питания ламп.

Немного истории

История люминесцентных ламп дневного света насчитывает уже много десятков лет. Классический принцип их работы основан на свечении люминофора под воздействием ультрафиолетового излучения, испускаемого «холодным» плазменным разрядом в парах ртути. Представляют интерес и безртутные люминесцентные лампы с разрядом низкого давления в инертных газах. Поскольку давление газа в безртутных люминесцентных лампах практически не зависит от окружающей температуры, неизменными остаются и их световые характеристики.

Все газоразрядные лампы имеют так называемую «падающую» вольтамперную характеристику. Это означает, что с ростом тока через такую лампу напряжение на ней не растёт, а уменьшается, поэтому если ток разряда не ограничивать, он будет лавинообразно расти. Эта особенность физики газового разряда делает возможным включение газоразрядных источников света только совместно с такими устройствами, которые, с одной стороны, обеспечивают подачу напряжения, достаточного для возникновения разряда (т.е. для зажигания лампы), и, с другой стороны, ограничивают ток разряда на уровне, требуемом для нормальной работы лампы. Конечно же, во времена первых люминесцентных ламп ни о какой полупроводниковой электронике речь не шла, и подключались они по стандартной схеме (см. рис. 1).

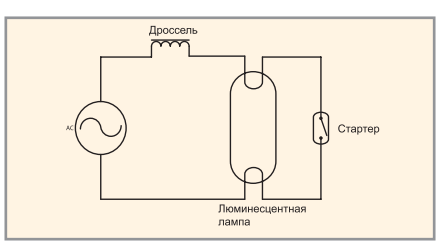


Рис. 1. Стандартная схема подключения люминесцентной лампы

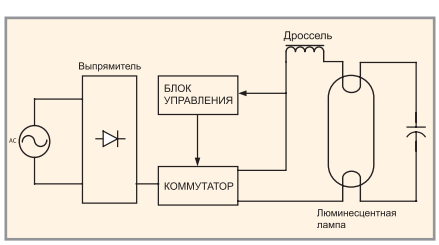


Рис. 2. Упрощенная структурная схема CCFL драйвера

Недостатки такой схемы очевидны: большие габариты и масса дросселя, наличие электромеханического элемента – стартера, низкий КПД конструкции из-за резистивных потерь энергии в дросселе. Кроме того, эта схема весьма чувствительна к уровню питающего напряжения, и при его значительном снижении лампа может вообще не зажечься. Но, несмотря на все недостатки, такая схема была и остаётся самой распространённой и в настоящее время, поскольку проста и достаточно дешева. Кроме того, в силу высокого КПД собственно самой лампы, суммарный КПД конструкции оказывается значительно выше, чем, например, у обычной лампы накаливания той же мощности. Первые электронные пускорегулирующие аппараты появились ещё в 60-е годы XX века, но в силу дороговизны и ограниченности сферы применения они не получили широкого распространения.

С появлением в наши дни множества различных приборов, нуждающихся в источниках света, старая добрая люминесцентная лампа получила своё второе рождение. Каковы же сферы применения люминесцентных ламп и, соответственно, устройств для управления ими? Вот только небольшая часть применений, где подсветка на основе люминесцентных ламп с холодным катодом завоевала практически абсолютные позиции:

- PDA;
- сканеры и копировальные аппараты;
- цифровые камеры;
- ноутбуки и плоскопанельные мониторы;
- POS-терминалы;
- подсветка шкал и индикаторов в различных приборах.

В современных лампах с холодным катодом – CCFL (Cold Cathode Fluorescent Lamp) используются те же принципы работы, что и в первых лампах дневного света. Единственное существенное отличие заключается в схеме, обеспечивающей возникновение и поддержание плазменного разряда внутри колбы лампы. Такие устройства получили название «драйверы ламп с холодным катодом», или «электронный балласт». В зарубежной литературе такие устройства известны как CCFL-драйверы. На рисунке 2 приведена упрощённая функциональная схема CCFL-драйвера. Современные CCFL-драйверы позволили существенно повысить КПД люминесцентных источников света, при этом массо-габаритные показатели конструкции и её надёжность улучшились на несколько порядков. О бесспорной важности повышения КПД, особенно для автономных устройств с питанием от батарей или аккумуляторов, и говорить не приходится. Достаточно вспомнить, что, например, в большинстве PDA подсветка цветных дисплеев потребляет до 90% мощности батарей.

В чём же заключаются основные преимущества электронного драйвера CCFL?

- Благодаря высокочастотной коммутации лампы исключается мерцание, а также удаётся миниатюризировать дроссель (трансформатор) – по-прежнему самый громоздкий и нетехнологичный элемент конструкции.

- В силу того, что частота коммутации весьма высока, исключается так называемый «стробоскопический эффект».
- Схема обеспечивает высоковольтный импульс поджига, гарантированно запускающий лампу с первого раза, что исключает мерцание при включении.
- Благодаря снижению потерь обеспечивается лучшая экономичность.

Итак, CCFL-драйверы

На рынке имеется множество продуктов от различных производителей, и потребности в подобных устройствах неуклонно растут. Рисунок 3 иллюстрирует динамику роста производства аппаратуры с люминесцентной подсветкой, приведенную к уровню 2001 г. Мы же рассмотрим более подробно CCFL-драйверы компании Monolithic Power Systems (MPS) – одного из лидеров этого направления.

Компания производит широкий ассортимент подобных устройств, обладающих полезными особенностями для разработчиков как портативных, так и стационарных приборов. Важнейшие особенности приборов MPS – использование резонансной технологии (о её реализации мы поговорим позже) и интегрированная в ИС силовая часть. Остановимся подробнее на преимуществах такого решения. Большинство CCFL-инверторов строится по полумостовой схеме с фиксированным входным напряжением. Инверторы же MPS содержат полномостовые силовые каскады, построенные по архитектуре N-канальных MOSFET, что обеспечивает:

- *повышение эффективности*: реальное однокаскадное преобразование обеспечивает прекрасные показатели эффективности;
- *снижение нагрузки на трансформатор*: исключение высоковольтного балластного конденсатора снижает напряжение на трансформаторе;
- *уменьшение размеров*: интеграция силового каскада с системой управления в одном чипе даёт существенное сокращение размеров конструкции в целом.

В сводной таблице 1 перечислены основные достоинства CCFL-драйверов компании MPS. Для облегчения выбора в таблице 2 приведены основные области применения CCFL-драйверов и максимально соответствующие этим областям ИС фирмы MPS.

Одно из наиболее распространённых применений CCFL-драйверов – подсветка ЖК-дисплеев в мониторах настольных компьютеров, ноутбуках, плоскопанельных телевизорах. Такие дисплеи требуют относительно компактных, эффективных и недорогих источников света.

Рассмотрим наиболее типичную ИС CCFL компании MPS – резонансный инвертор MP1010. Данная микросхема представляет собой законченное решение для управления одной или несколькими люминесцентными лампами с холодным катодом. Эта ИС преобразует нестабилизированное входное постоянное напряжение в переменное, по форме близкое к синусоиде, для поджига и поддержания свечения люминесцентных ламп. MP1010 поддерживает как аналоговый, так и частотный типы регулировки яркости. Требуемые параметры свечения лампы поддерживаются за счёт наличия отрицательной обратной связи в цепи CCFL. Интегрированные на едином кристалле в корпусе TSSOP-20 система управления и силовая часть дают существенный выигрыш по габаритам. Применение этого инвертора позволяет строить схемы, обладающие четырьмя отличительными особенностями:

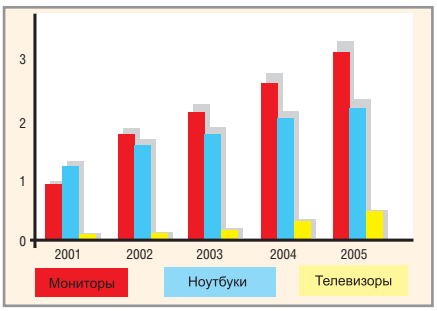


Рис. 3. Динамика объемов потребления люминесцентных панелей

- большой светоотдачей при низком энергопотреблении;
- малыми размерами конечной конструкции;
- низким уровнем создаваемых радиопомех;
- малой стоимостью необходимых дополнительных компонентов.

На рисунке 4 приведена типовая схема подключения ИС MP1010.

Основные свойства MP1010:

- интегрированные силовые ключи;
- возможность питания от нестабилизированного источника напряжением от 6 до 22 В;
- выходная мощность 12 Вт при напряжении питания 12 В;
- наличие обратной связи по току и напряжению;
- программируемый генератор тактовой частоты;
- тепловая защита;
- регулировка на холостом ходу;

Таблица 1. Основные достоинства CCFL-драйверов компании MPS

Свойства продуктов	Преимущества
Резонансная технология	Позволяет осуществлять надёжный запуск ламп при любой температуре и в любых условиях. При этом для управления частотой коммутации лампы не требуются дополнительные компоненты
Высокий КПД	Полномостовая технология позволяет добиться практически идеальной синусоидальной формы питающего напряжения, что даёт максимальную светоотдачу на ватт потребляемой мощности. Это также делает ненужным использование высоковольтных балластных конденсаторов
Защита	Все CCFL-драйверы MPS содержат встроенную систему защиты от короткого замыкания и перегрева
Малые габариты	Все интегральные CCFL-драйверы MPS содержат силовые полномостовые каскады, построенные по архитектуре N-канальных MOSFET, что снижает требуемое количество элементов внешней обвязки. Кроме того, эта патентованная архитектура MPS позволяет создавать высокоэффективные и недорогие решения
Яркость	Все CCFL содержат встроенные аналоговые и широтно-импульсные регуляторы яркости, встроенные высокочастотные генераторы и интегрированные системы мягкого пуска/гашения ламп
Подключение нескольких ламп	MPS использует в своих CCFL-драйверах патентованную систему балансировки токов в лампах с погрешностью порядка 2%, что весьма важно при подсветке больших дисплеев

Таблица 2. Основные применения CCFL-драйверов и соответствующие им ИС MPS

Область применения	Требования	Продукт MPS
PDA, цифровые фотоаппараты, видеокамеры, карманные устройства, системы GPS, копиры	Высокий КПД, малые габариты, низкое напряжение питания (от 2,6 до 6 В) при мощности до 2 Вт	MP1022A MP1025
Ноутбуки и web-панели, Tablet-компьютеры, портативные DVD-плееры, POS/ATM-терминалы	Высокий КПД, низкая стоимость, небольшое напряжение питания (от 6 до 25 В) при мощности до 8 Вт	MP1010B
Плоскопанельные LCD-мониторы, рекламные щиты высокой яркости, читаемые при дневном свете	Подключение нескольких ламп, суммарная мощность до 150 Вт	MP1018C MP1038

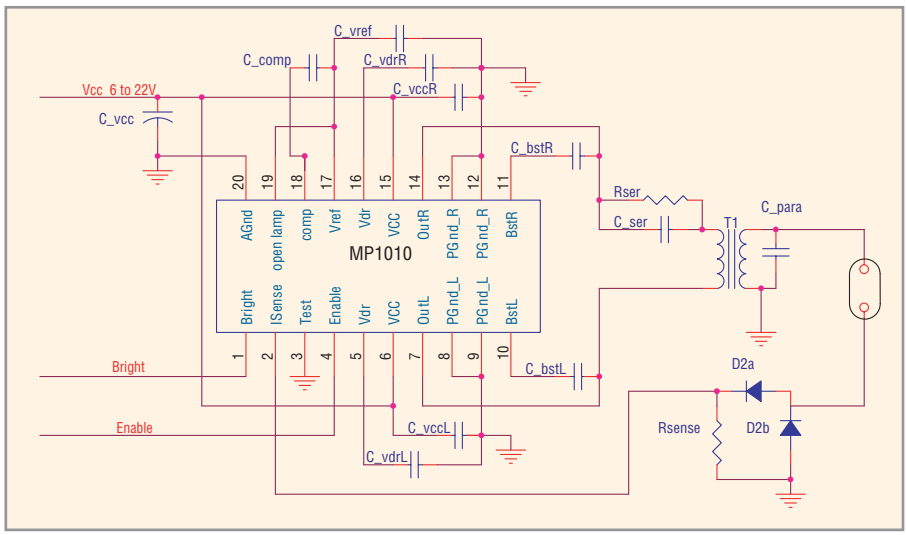


Рис. 4. Типовая схема подключения MP1010

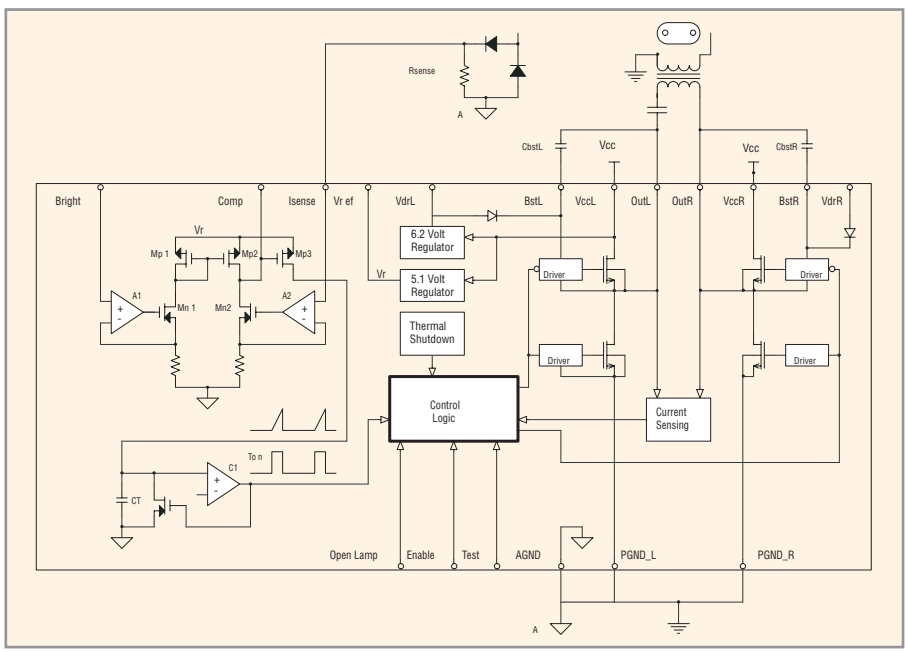


Рис. 5. Функциональная схема MP1010

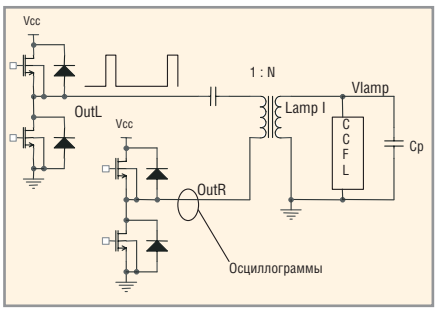


Рис. 6. Силовой выходной каскад MP1010

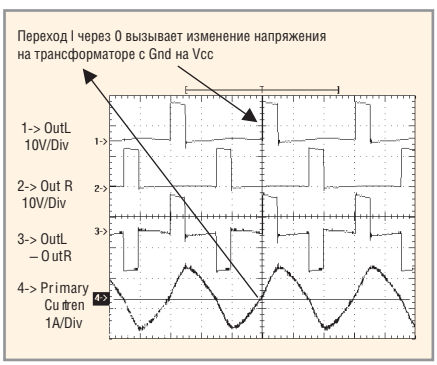


Рис. 7. Токи и напряжения на первичной обмотке трансформатора

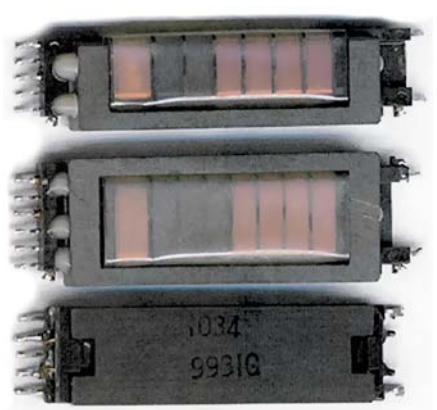


Рис. 8. Высокочастотные трансформаторы

- защита трансформатора при обрыве/коротком замыкании в нагрузке. Позволяет избежать выхода из строя трансформатора из-за пробоя или короткого замыкания;
- таймер гашения при разрыве в цепи лампы;
- мягкий старт;
- защита выходных цепей от короткого замыкания.

На рисунке 5 приведена блочно-функциональная схема MP1010.

Резонансный принцип работы

Рисунки 6 и 7 иллюстрируют базовые принципы работы резонансной схемы. Четыре силовых транзистора, показанных на рисунке 6, образуют полный мост. OutL и OutR – выходы полумостов, возбуждающие первичную обмотку трансформатора. На рисунке 7 приведены эпюры напряжений схемы. Эпюра 3 – напряжение на первичной обмотке трансформатора, эпюра 4 – ток в первичной обмотке трансформатора. Резонансный цикл начинается в момент пересечения током в первичной обмотке нулевого значения. В этот момент происходит переключение компаратора, входящего в состав схемы управления. В зависимости от фазы тока, OutL или OutR переключаются с «земли» на шину питания на интервал времени Ton, что заставляет ток в первичной обмотке нарастать или спадать в соответствии с представленной эпюрой. Каждое пересечение током нулевого значения вызывает начало нового резонансного цикла.

Таблица 3. Параметры трансформаторов

Параметры	TOKO BC103B 1018	FDK Style T-1032 Square + I
Первичная индуктивность, мкГн*	160	174
Первичная индукция магнитного рассеяния, мкГн*	37	36,7
Вторичная индуктивность, Гн*	1,35	1,2
Вторичная индукция магнитного рассеяния, мГн*	316	260
Коэффициент трансформации	92	84

**Параметры измерены на частоте 10 кГц*

Экономичная люминесцентная подсветка для любых сфер применения

Monolithic Power Systems





Оценочные платы драйверов люминесцентных ламп с холодным катодом (CCFL) MPS

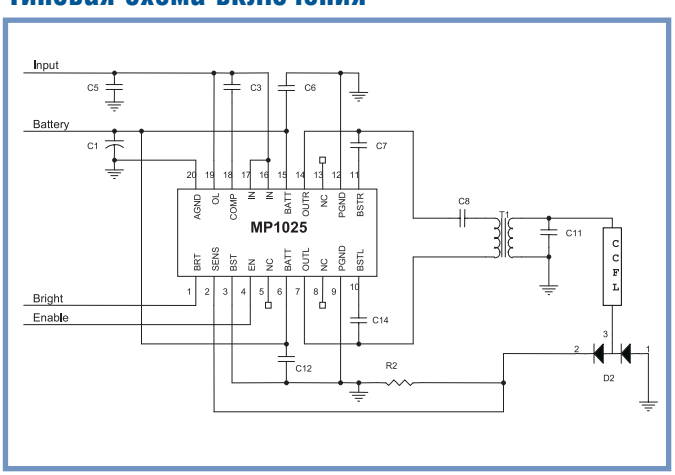
ОСНОВНЫЕ ДОСТОИНСТВА

- Малые габариты
- Интегрированные силовые MOSFET-ключи
- Минимум дополнительных навесных элементов
- Высокая экономичность за счёт резонансного принципа работы инвертора
- Не требуют стабилизированного питания
- Защита силовых цепей по току
- Защита трансформатора от перенапряжений

Характеристики

Тип	Количество ламп	Диапазон напряжений питания, В	Оценочная плата для заказа	Тип корпуса	Особенности
MP1015	1	6,0...22	EV0001B	TSSOP20	Интегрированные MOSFET-ключи Контроль тока и напряжения Защита от разрыва/замыкания в цепи нагрузки Плавный запуск/гашение лампы
MP1018C	30	8,0...17,5	EV0019B	TSSOP28 SOIC28W	Параллельная работа до 30 ламп (150 Вт) Регулировка тока и напряжения в лампах Аналоговый и частотный методы регулировки яркости ламп Плавный запуск/гашение лампы Защита от разрыва/замыкания в цепи нагрузки
MP1022A	1	1,0...12	EV0002	TSSOP20	Интегрированные MOSFET-ключи Низкое напряжение питания
MP1025	1	3,0...5,5	EV0004	TSSOP20	Интегрированные MOSFET-ключи Низкое напряжение питания

Типовая схема включения



Типовая схема включения драйвера CCFL-подсветки для портативных устройств MP1025

Области применения

- Подсветка для устройств PDA и других портативных применений
- Подсветка LCD-панелей
- Подсветка шкал и индикаторов в устройствах промышленной автоматики, бытовой техники

PROSOFT®
ПРОСОФТ — АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА
Телефон: (095) 234-0636 • E-mail: info@prochip.ru • Web: www.prochip.ru

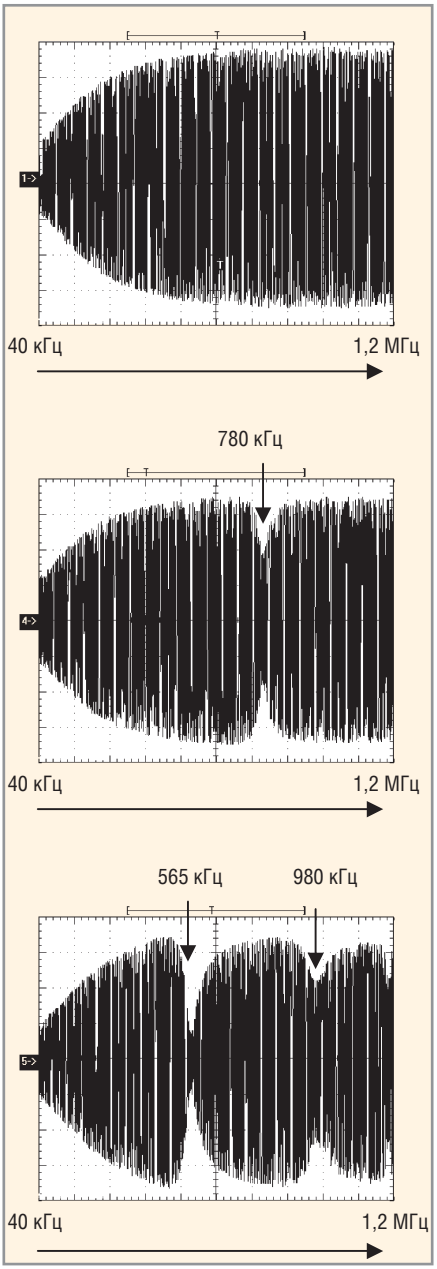


Рис. 9. Осциллограммы эффекта SRF в трансформаторах

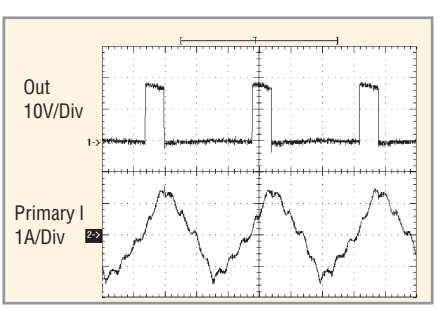


Рис. 10. Влияние эффекта SRF на форму сигнала

Энергия, передаваемая в лампу, примерно пропорциональна времени Ton. Таким образом, управляя длительностью открытия ключевых транзисторов мостовой схемы, можно регулировать яркость свечения лампы. В MP1010 за эту функцию отвечает вывод Bright, подачей на который напряжения от 0 до 2 В и осуществляется регулировка.

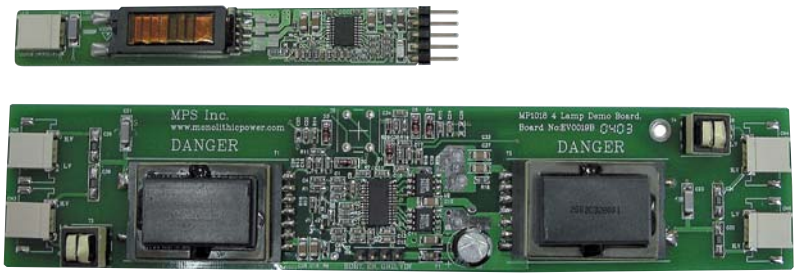


Рис. 11. Оценочные платы MPS

Трансформатор

Трансформатор (см. рис. 8) – весьма важная часть схемы. Он в наибольшей степени отвечает за общую производительность всей системы. В данном случае при выборе его следует руководствоваться обычными критериями выбора трансформаторов для CCFL-инверторов. На что необходимо обращать внимание:

- отсутствие воздушных зазоров в сердечнике – снижает потери в виде токов намагничивания;
- индукция рассеяния вторичной цепи для большинства приложений должна быть не более 260 мГн;
- вторичная резонансная частота (SRF) должна быть настраиваемой.

В таблице 3 приведены параметры двух трансформаторов, хорошо согласующихся с MP1010 в схемах подсветки 14-дюймовых панелей с напряжением питания от 9 до 22 В.

Вторичная резонансная частота – Second Resonance Frequency (SRF) – является критически важным параметром для правильного функционирования MP1010. Рассмотрим поэтому принцип её определения подробнее. Для определения SFR следует подать с функционального генератора с внутренним сопротивлением 50 Ом синусоидальное напряжение на первичную обмотку трансформатора, контролируя при этом осциллографом напряжение на первичной обмотке как функцию частоты генератора. Изменяя частоту в пределах от 40 кГц до 1,2 МГц, можно наблюдать на осциллограмме провалы напряжения – это и есть проявление эффекта SRF.

На рисунке 9 приведены осциллограммы результатов испытаний трансформаторов TOKO, FDK и трансформатора с проблемной SRF-характеристикой. Как видно, трансформаторы TOKO не имеют склонности к описанному эффекту, в то время как трансформаторы FDK имеют явно выраженный провал на частоте 780 кГц. На практике это не влияет на работоспособность схем на базе MP1010. У проблемного трансформатора заметный SRF-эффект наблюдается на частоте 565 кГц, почти кратной базовой (60 кГц). Это заставляет MP1010 работать в режиме, когда полное выходное напряжение питания прикладывается к первичной обмотке трансформатора в момент перехода тока в ней через нулевое значение. Такой режим работы вызывает значительные искажения формы выходного напряжения. Осциллограмма, иллюстрирующая искажения формы сигнала, приведена на рисунке 10 (сравните форму сигнала Primary I с формой аналогичного сигнала на рис. 7).

В целом CCFL драйверы от MPS – это действительно оптимальное по соотношению цена/эффективность решение для разработок с перспективой выпуска значительных партий изделий, поскольку при впечатляющих характеристиках они недороги и технологичны в массовом производстве.

Несомненным плюсом для любого разработчика является хороший уровень информационной поддержки. На сайте компании [1] всегда доступен актуальный каталог продуктов, содержащий их описание и основные характеристики. Руководства по применению и оценочные платы (см. рис. 11) есть у официального дистрибьютора MPS в России – компании ПРОСОФТ. Она же осуществляет и техническую поддержку всех продуктов MPS.

К сожалению, в рамках ознакомительной статьи сложно уместить всю информацию, необходимую разработчику для оптимального выбора

инвертора и его внешней «обвязки». За пределами обзора остались принципы регулирования инвертора в режиме холостого хода, методика расчёта тепловыделения, рекомендации по взаимному расположению элементов высоковольтной цепи на плате, методика оптимизации цепи CCFL по мощности в нагрузке и многое другое. Однако можно надеяться, что эта статья послужит своеобразной отправной точкой, помогающей в принятии решения.

Немного о компании MPS

Monolithic Power Systems (MPS) – компания, специализирующаяся на аналоговых и аналогово-цифровых силовых интегральных схемах для повышающих и понижающих DC/DC-преобразователей, аудиоусилителей класса D, CCFL- и LED-драйверов. Головной офис компании находится в городе Лос Гатос, Калифорния, США.

Многие традиционные производители аналоговых ИС испытывают сложности при попытках интегрировать силовые компоненты и управляющую логику в единый чип. В результате нетехнологичного изготовления подобных систем либо получаются изделия недопустимо крупных габаритов, либо не удаётся избежать значительных потерь мощности в кристалле и, как следствие, перегрева микросхем. Однако MPS успешно решила эти проблемы благодаря интеграции в рамках стандартного CMOS производства BiCMOS-сигнальных транзисторов с высокоэффективными силовыми DMOS (Dual-channel MOSFET) транзисторами по технологии, являющейся ноу-хау компании. MPS – идеальный пример инновационной компании, выпускающей продукцию на заводах контрактных производителей и при этом владеющей собственными уникальными технологиями производства.

Литература

1. www.monolithicpower.com.

Новости мира News of the World Новости мира

ЖК-телевизор Samsung с рекордной диагональю

Южнокорейская компания Samsung продемонстрировала свою очередную разработку – жидкокристаллический телевизор с диагональю в 82 дюйма. По утверждениям разработчиков, на текущий момент новинка является самым большим ЖК-дисплеем в мире.

При разработке устройства использовались стеклянные подложки размером 187 × 220 см, произведённые на линии седьмого поколения. Таким образом, из одной подложки могут быть изготовлены сразу две 82-дюймовые жидкокристаллические панели. Представленный на выставке телевизор поддерживает разрешение 1920 г 1080 пикселей. Это позволяет без преобразований выводить на него видеоизображение самого высокого на сегодня разрешения – 1080 строк (в таком формате передаются цифровые телепрограммы HDTV). Яркость составляет 600 кд/м², контрастность – 1200 : 1. Устройство отличается маленьким временем отклика, составляющим всего 8 мс, и большим углом обзора, достигающим 180° (поддерживается фирменная технология Super Patterned-ITO Vertical Alignment, S-PVA). Размеры ЖК-панели равны 1875 × 1080 × 45 мм.

Следует добавить, что компания Samsung является также разработчиком первых в мире жидкокристаллических дисплеев с диагоналями в 40, 46 и 57 дюймов, которые были представлены в августе 2001 г., октябре 2002 г. и декабре 2003 г. соответственно. Кстати, 46-дюймовая модель недавно поступила в продажу по цене в 10 000 долларов США. О стоимости ЖК-телевизора с диагональю в 82 дюйма остаётся только догадываться.

http://www.terralab.ru/

Panasonic планирует захватить 40% рынка плазменных панелей

Matsushita Electric Industrial, известная больше по брэнду Panasonic, объявила о том, что закончила расширение производства PDP-панелей на втором заводе в городе Ибараки. Согласно начальному плану по развитию фабрики, ежемесячное производство должно было составлять 80 000 панелей к апрелю 2005 г., но рост производства привёл к увеличению месячного количества выпускаемых панелей на 20 000, что позволило обогнать план на четыре месяца вперёд.

Популярность плазменных панелей, как дающих наиболее высокое качество изображения, становится всё выше и в Японии, и за пределами этой высокотехнологичной страны. Есть ещё много не до конца решённых проблем в сфере развития и улучшения качества PDP-панелей, таких как быстрое время отклика, широкий угол обзора и качественная цветопередача. Но технологии улучшаются, и, в конечном счёте, эти препятствия не являются непреодолимыми.

Ожидается, что в скором будущем плазменные панели будут всё чаще и чаще использоваться в бизнесе, медицине, образовании и многих других сферах. Этот процесс начался относительно недавно, но уже идёт полным ходом.

В апреле 2004 г. начал производство 37, 42 и 50-дюймовых панелей второй завод в г. Ибараки. Уже в октябре 2004 г. с конвейера этой фабрики сошла первая 65-дюймовая модель. А в ноябре 2005 плазменные панели будет выпускать ещё один новый завод, который появится в городе Амагасаки.

К марту же 2006 г. компания планирует удвоить производство плазменных панелей с целью захватить 40% мирового рынка PDP.

http://www.hifinews.ru/

Падения цен на ЖК-дисплеи ожидает компания LG.Philips

Компания LG.Philips LCD сообщила, что цены на жидкокристаллические дисплеи снизятся в четвертом квартале на 10...15%.

Помимо этого LG.Philips прогнозирует продолжение падения цен в первой половине 2005 г. ещё на 15...20%. Это связывается с перенасыщением рынка продукцией, поскольку потребители в последнее время неохотно покупают дорогостоящие телевизоры с плоскими экранами.

В заявлении финансового руководства компании говорится: «На данный момент продолжается сокращение цен в квартальном исчислении. Мы ожидаем, что по сравнению с нашим предыдущим прогнозом, в четвёртом квартале 2004 г. ценовой «потолок» снизится на 10...15 процентов».

Добавим, что в третьем квартале цены на ЖК-дисплеи производства LG.Philips сократились на 20%.

http://www.hifinews.ru

Жидкокристаллические дисплеи открытого типа фирмы Planar Systems

Виктор Жданкин (Москва)

В статье представлены ЖК-дисплеи открытого типа серии LA с активно-матричной адресацией, предназначенные для установки в 19-дюймовые конструктивы и подходящие для самого широкого спектра применения – от промышленного оборудования до торговых автоматов. Описаны как обычные дисплеи, так и дисплеи, снабжённые сенсорным экраном емкостного и резистивного типа.

С середины 90-х годов аналитики предсказывают скорое вытеснение с рынка мониторов с электронно-лучевыми трубками (ЭЛТ) мониторами, выполненными на основе жидкокристаллической (ЖК) технологии. Согласно оценкам, конкурентоспособные ЖКД должны иметь следующие характеристики: размер по диагонали – не менее 15 дюймов (38,1 см), XGA-формат изображения (разрешение 1024 × 768 пикселов), угол обзора 140°, яркость 200 кд/м² и небольшую потребляемую мощность. И вот, наконец, эти прогнозы сбываются. В Западной Европе ЖКД уже в 2003 г. вышли на первое место по объёму поставок (как в денежном, так и в штучном выражении), опередив ЭЛТ-устройства. Цены на ЖК-мониторы продолжают снижаться, не оставляя сомнения в том, что тенденции, характерные для западноевропейского рынка, распространятся и на Восточную Европу.

Широкие возможности ЖКД позволяют применять их в информационных киосках, терминалах, в промышленных стойках в составе сложного оборудования. Установка сенсорных экранов значительно упрощает работу и ускоряет ввод данных, позволяя работать с системой даже неподготовленному пользователю.

«Planar Displays Are Everywhere!» (дисплеи Planar могут служить везде!) – под таким лозунгом фирма Planar Systems (www.planar.com) приняла участие в международной выставке Electronica 2004 (Мюнхен, Германия). За последние 20 лет компания Planar Systems проявила себя в качестве первого в современном западном мире поставщика плоскопанельных дисплеев, применяющихся в большинстве промышленных и медицинских приборов. Сейчас компания обеспечивает одинаково высокое качество и технический уровень офисных и домашних систем, от удостоенных многочисленных наград настольных мониторов и ЖК-телевизоров до дисплеев большого формата с высокими эксплуатационными параметрами. Дисплеи Planar можно встретить повсюду – на рабочих столах, в самолётах, автомобилях, больницах, торговых автоматах, АЗС.

О структуре компактных тонкоплёночных электролюминесцентных дисплеев и их разнообразных применениях (пульты управления орбитальной станцией, системы регистрации и диагностики электровозов и тепловозов, системы навигации, медицинские мониторы, контрольно-измерительное и технологическое оборудование) подробно рассказано в статьях [1, 2]. Обзор ЖКД Planar с повышенной яркостью (до 1500 кд/м²) и рассмотрение особенностей их эксплуатации в условиях высокой внешней засветки даны в статье [3].

Наряду с другими изделиями (ЖК-дисплей с высокой яркостью LC15, электролюминесцентные дисплеи, отражательный дисплей стереоскопического изображения, интегральная платформа для киосков DS15i), на выставке Electronica 2004 фирма Planar Systems продемонстрировала и АМ ЖКД открытого типа с диагоналями 15", 17" и 19". Эти дисплеи предназначенны для встроенных применений в розничной торговле, автоматах по продаже билетов, стойках регистрации в гостиницах, медицинских приборах, игровых автоматах, для демонстрации рекламы у торговых терминалов, для систем управления технологическими процессами и станками, устройств передачи данных и др.

Плоские панели экранов выполнены на основе активной матрицы управляющих тонкоплёночных транзисторов, что даёт высокое быстродействие, контраст и угол обзора ЖКД. Изменение оптического состояния жидкого кристалла достигается не за счёт сигналов, поступающих со схемы управления, а благодаря изменению электрического состояния элемента с нелинейной вольт-амперной характеристикой (тонкоплёночного транзистора или диода), включённого последовательно с ЖК-ячейкой. При активном управлении, в отличие от пассивного, параметры вольт-контрастной характеристики электрооптического эффекта оказываются не связанными непосредственно с управляющими электрическими сигналами [4].

Для того чтобы сделать пользовательский интерфейс ЖКД более удобным, дисплеи могут оснащаться емкостным или резистивным сенсорным экраном. При выборе монитора, оснащённого сенсорным экраном, необходимо учитывать область применения монитора.

Если сенсорный монитор будет установлен в информационном киоске, в местах массового скопления людей, экран должен быть устойчив к царапинам, грязи и пыли – в этом случае рекомендуется выбирать монитор с емкостным экраном, обладающий следующими характеристиками:

- длительность нажатия: 3 мс для ввода прикосновением пальца;

- стойкость к задирам (царапинам) на поверхности: поверхность устойчива к воздействию предметов с твёрдостью по шкале Мооса менее 6,5;
- износостойкость: при испытаниях в лабораторных условиях экран выдержал 225 млн. механических прикосновений;
- ограничения для поверхности: на работоспособность экрана не влияет грязь, пыль, жировые загрязнения, дым;
- химическая стойкость: емкостной экран чрезвычайно устойчив к воздействию коррозионно-активной атмосферы в соответствии с ASTM-1308-87 (1993) и ASTMD-F-1598-95;
- влагостойкость: жидкость на поверхности экрана не ухудшает рабочие характеристики.

В том случае, если от сенсорного экрана не требуется особая устойчивость к царапинам, ударам, грязи, пыли, применяются мониторы с сенсорным экраном, выполненным по резистивной технологии:

- поверхность: антибликовая обработка;
- износоустойчивость: при вводе знаков – не менее 10^6 слов; при вводе данных – не менее 10^7 раз;
- твёрдость поверхности – не менее твёрдости карандаша 2H;
- рабочее усилие – 0,05..0,49 Н;
- твёрдость, измеренная кремнийорганическим каучуком, – R8;
- светопередача (количество пропускаемого потока света) – 78%;
- матовость 5% (тип.);
- сопротивление изоляции – 10 МОм при 25 В постоянного тока;
- программные драйверы для Windows 95/98/Me/NT/2000/XP, DOS, Win3.1, Win CEx86.

Применение интерфейса USB (Universal Serial Bus) для связи с контроллером сенсорного экрана обеспечи-

Таблица 1. АМ ЖКД открытого типа с сенсорными экранами

Технические характеристики	LA1500RTC – 15" емкостной экран; LA1500RTR – 15" резистивный экран	LA1710RTC – 17" емкостной экран; LA1710RTR – 17" резистивный экран	LA1910RTC – 19" емкостной экран
Внешний вид			
Тип сенсорного экрана	7-проводный резистивный FG (Film on Glass) (LA1500RTR); 3M емкостной экран (LA1500RTC)	7-проводный резистивный FG (LA1710RTR); 3M емкостной экран (LA1710RTC)	3M-емкостной
Интерфейс сенсорного экрана	Программа, управляющая устройством через порт USB (Windows 95/98/2000/ME/XP. Для поддержки Linux – обращаться в Fujitsu)		
Светопропускание	78% (LA1500RTR); до 88% (LA1500RTC)	78% (LA1710RTR); до 88% (LA1710RTC)	До 88%
Контраст (тип.)	400 : 1	450 : 1	500 : 1
Время оптического отклика (тип.), мс	4 (нарастание), 12 (спад)		15 (нарастание), 10 (спад)
Строчная развёртка, кГц	31,5…60	31,5…80	
Угол обзора (тип.)	120° в горизонтальной плоскости; 100° в вертикальной плоскости	140° в горизонтальной и вертикальной плоскостях	170° в горизонтальной и вертикальной плоскостях
Яркость минимальная (без сенсорного экрана), кд/м^2	250		
Размер пиксела, мм	0,297	0,264	
Частота регенерации изображения, Гц	56…75		
Потребляемая мощность (эксплуатационная), Вт	30 (в дежурном режиме 5)	40 (в дежурном режиме 5)	60 (в дежурном режиме 5)
Входной сигнал	Аналоговый	Аналоговый/DVI-D	
Требования к сети питания, В/Гц	100…240/50…60		
Соединения с внешними устройствами	D-sub, 15-контактный, USB (вариант для сенсорного экрана)	D-sub, 15-контактный, DVI-D, USB (вариант для сенсорного экрана)	
Звуковая совместимость	Встроенная электроника поддерживает внешние акустические системы		
Характерные особенности	Антибликовое покрытие, многоязыковая поддержка отображения дополнительной информации на экране		
Источник питания	Внешний модуль с соединителем IEC320		
Рабочая площадь экрана, мм	304 × 228 (размер по диагонали 15")	338 × 270 (размер по диагонали 17")	376 × 301 (размер по диагонали 19")
Разрешение, пикселов	1024 × 768 (формат XGA). Поддержка режимов IBM VGA; VESA VGA, SVGA, XGA и AppleR Mac	1280 × 1024 (формат SXGA). Поддержка режимов IBM VGA; VESA VGA, SVGA, XGA, SXGA и AppleR Mac	
Габариты (Ш × В × Г), мм	360 × 270 × 47	371 × 299 × 46	436 × 363 × 81
Масса (дисплей и крепёжная скоба), кг	4,2 (с резистивным экраном); 4,3 (с емкостным экраном)	5,1 (с резистивным экраном); 5,2 (с емкостным экраном)	6,9
Сертификация	CSA, FCC-B, CE, TUV, РОСТЕСТ		
Диапазон рабочих температур, °C	0…50		
Техническое обслуживание и гарантия	1 год. Доступна продлённая гарантия		
Варианты установки	В комплект поставки включены регулируемые кронштейны, монтируемые на задней панели, VESA-совместимые 75 мм	В комплект поставки включены регулируемые кронштейны, монтируемые на задней панели, VESA-совместимые 100 мм	В комплект поставки включены регулируемые кронштейны, монтируемые на задней панели, VESA-совместимые 75/100 мм

Таблица 2. АМ ЖКД открытого типа без сенсорных экранов

Технические характеристики	LA1500R – 15"	LA1710R – 17"	LA1910R – 19"
Внешний вид			
Контраст (тип.)	400 : 1	450 : 1	500 : 1
Время оптического отклика (тип.), мс	4 (нарастание), 12 (спад)	4 (нарастание), 12 (спад)	15 (нарастание), 10 (спад)
Строчная развёртка, кГц	31,5...60	31,5...80	
Угол обзора (тип.)	120° в горизонтальной плоскости/100° в вертикальной плоскости	140° в горизонтальной и вертикальной плоскостях	170° в горизонтальной и вертикальной плоскостях
Яркость минимальная (без сенсорного экрана), кд/м²	250		
Размер пиксела, мм	0,297	0,264	0,294
Частота регенерации изображения, Гц	56...75		
Потребляемая мощность (эксплуатационная), Вт	30 (в дежурном режиме 5)	40 (в дежурном режиме 5)	60 (в дежурном режиме 5)
Входной сигнал	Аналоговый	Аналоговый/DVI-D	
Требования к сети питания, В/Гц	100...240/50...60		
Соединения с внешними устройствами	D-sub, 15-контактный	D-sub, 15-контактный, DVI-D	
Звуковая совместимость	Встроенная электроника поддерживает внешние акустические системы		
Характерные особенности	Антибликовое покрытие, многоязыковая поддержка отображения дополнительной информации на экране		
Источник питания	Внешний модуль с соединителем IEC320		
Рабочая площадь экрана, мм	304 × 228 (размер по диагонали 15")	338 × 270 (размер по диагонали 17")	376 × 301 (размер по диагонали 19")
Стандарт разрешения, пикселов	1024 × 768 (формат изображения XGA). Поддержка режимов IBM VGA, VESA VGA, SVGA, XGA и AppleR Mac	1280 × 1024 (формат изображения SXGA). Поддержка режимов IBM VGA, VESA VGA, SVGA, XGA, SXGA и AppleR Mac	
Габариты (Ш × В × Г), мм	360 × 270 × 47	371 × 299 × 46	436 × 363 × 81
Масса (дисплей и крепёжная скоба), кг	3,6	4,6	5,7
Сертификация	CSA, FCC-B, CE, TUV, POCTECT		
Диапазон рабочих температур, °С	0…50		
Техническое обслуживание и гарантия	1 год. Доступна продлённая гарантия		
Варианты установки	В комплект поставки включены регулируемые кронштейны, монтируемые на задней панели, VESA-совместимые 75 мм	В комплект поставки включены регулируемые кронштейны, монтируемые на задней панели, VESA-совместимые 100 мм	В комплект поставки включены регулируемые кронштейны, монтируемые на задней панели, VESA-совместимые 75/100 мм

вает высокую скорость обмена данными.

Технические характеристики ЖКД серии LA с установленными сенсорными экранами приведены в таблице 1, а характеристики ЖКД без сенсорных экранов – в таблице 2. Тонкая, компактная конструкция с небольшим выделением тепла и малой потребляемой мощностью даёт чёткое и ясное изображение. Для установки дисплеев в конструктив не требуются дополнительные затраты на лицевую панель и кронштейны. Конструкция 15-дюймового ЖКД LA1500RTR с установленным резистивным сенсорным экраном и 19-дюймового ЖКД LA1910RTC с емкостным экраном показана на рисунке.



Внешний вид конструкции жидкокристаллических дисплеев открытого типа LA1500RTR и LA1910RTC

Крепление стандарта VESA позволяет легко устанавливать мониторы на стенах, трубах, на столе, на полу с использованием специальных металлических кронштейнов.

Рекомендации специалистов, собранные в руководстве [5], помогут разработчикам выбрать наиболее подходящий тип дисплея для информационного киоска, а также подходящую модель емкостного или резистивного сенсорного экрана.

Литература

1. *Жданкин В.К.* Электролюминесцентные плоскопанельные дисплеи. Электронные компоненты. 2003. № 7. С. 97–100.
2. *Липницкий А.К.* Области применения плоскопанельных дисплеев Planar. Современные технологии автоматизации. 1999. № 4. С. 26–33.
3. *Жданкин В.К.* Плоскопанельные жидкокристаллические дисплеи повышенной яркости. Современные технологии автоматизации. 2004. № 2. С. 6–18.
4. *Беляев В., Брежнев В.* Жидкокристаллические дисплеи. Электронные компоненты. 2002. № 1. С. 36–42.
5. How to Select the Right Display for Your Kiosk Project. A KIOSKmarketplace.com Guide. Written and edited by the staff at KIOSKmarketplace.com. *T. Harper, R. Redding, C. Zimmerman.* NetWorld Allianc, У2003 www.networldalliance.com.

Новости мира News of the World Новости мира

Японцы изобрели способ создания FED-дисплеев из цемента

Исследователи из японского университета Яманаши (Yamanashi University) и токийского Технического института создали цементоподобную массу, которая в недалёком будущем может стать основой для недорогих плоских дисплеев, – сообщает издание The Inquirer со ссылкой на Nikkei Business Daily.

Учёные рассказали, что смесь на основе оксидов кальция и алюминия, которые используются и в цементе, может быть собрана в нанокаркас, чем-то похожий на губку. По словам учёных, если такая «губка» подвергнется химической обработке, то она заполнится электронами и может использоваться как FED-дисплей. Открытие вполне может стать недорогой альтернативой кремниевым нанотрубкам, поскольку преимущество в виде малой энергоёмкости FED-экранов на основе кремния сводится на нет невероятной дороговизной самих нанотрубок. Цементосмесь, в отличие от кремниевых нанотрубок стоимостью тысячи йен за грамм, обходится в тысячи йен за тонну. Теперь осталось лишь провести работу для превращения результатов исследования в реально действующую модель.

CNews/The Inquirer

ЖК-телевизор Samsung с рекордной диагональю

Южнокорейская компания Samsung продемонстрировала свою очередную разработку – жидкокристаллический телевизор с диагональю в 82 дюйма. По утверждениям разработчиков, на текущий момент новинка является самым большим ЖК-дисплеем в мире.

При разработке устрйства использовались стеклянные подложки размером 187 × 220 см, произведённые на линии седьмого поколения. Таким образом, из одной подложки могут быть изготовлены сразу две 82-дюймовые жидкокристаллические панели. Представленный на выставке телевизор поддерживает разрешение 1920 × 1080 пикселов. Это позволяет без преобразований выводить на него видеоизображение самого высокого на сегодня разрешения – 1080 строк (в таком формате передаются цифровые телепрограммы HDTV). Яркость составляет 600 кд/м^2, контрастность – 1200 : 1. Устройство отличается маленьким временем отклика, составляющим всего 8 мс, и большим углом обзора, достигающим 180 градусов (поддерживается фирменная технология Super Patterned-ITO Vertical Alignment, S-PVA). Размеры ЖК-панели равны 1875 × 1080 × 45 мм.

Следует добавить, что компания Samsung является также разработчиком первых в мире жидкокристаллических дисплеев с диагоналями в 40, 46 и 57 дюймов, которые были представлены в августе 2001 года, октябре 2002 года и декабре 2003 года соответственно. Кстати, 46-дюймовая модель недавно поступила в продажу по цене в 10 000 долларов США. О стоимости ЖК-телевизора с диагональю в 82 дюйма остаётся только догадываться.

http://www.terralab.ru/



Телефонные усилители и УМЗЧ для устройств беспроводной связи

Игорь Безверхний (г. Киев, Украина)

Научно-техническая революция коснулась всех сторон жизнедеятельности человека. Не прошла она мимо элементной базы устройств связи и в частности телефонных усилителей и УМЗЧ. В чём-то они стали проще, а в чём-то сложнее. О некоторых тенденциях развития микросхем телефонных усилителей и маломощных УМЗЧ пойдёт речь в настоящей статье.

Большинство устройств беспроводной связи – это малогабаритные носимые устройства с автономным (батарейным) низковольтным питанием. Отсюда вытекает первое требование к УМЗЧ и телефонным усилителям – высокая экономичность (КПД). Повышенный КПД может быть достигнут применением экономичных режимов класса AB, B и D (см. [1, 2]). Правда, есть и другой способ, но сначала, уважаемый читатель, давайте найдём ответ на один простой вопрос: «Что является главной функцией, например, мобильного телефона?»

Ответ также прост. В большинстве случаев главная функция мобильного телефона, радиостанции и подобных устройств – это молчать и ждать. Ждать звонка или момента, когда владелец аппарата пожелает связаться с кем-либо сам, а в случае с мобильным телефоном ещё и поиграть в игру, просмотреть адресную книгу и т.п. Всё остальное время, а это большая часть суток, аппарат включен, но молчит и ждёт. В этом режиме он должен потреблять как можно меньше энергии, чтобы не разряжать источник питания. Поэтому большинство микросхем УМЗЧ и телефонных усилителей имеет вход управления режимом SHUTDOWN. Если на этот вход подать определённый логический уровень (обычно лог. 0), то её потребление сводится к минимуму. При этом в моменты включения и выключения в громкоговорителе или головных телефонах не должно быть щелчков. Включение и выключение должны быть мягкими (плавными). Для этих целей применяются специальные защиты, которые называют по-разному, но в английском названии этих схем всегда присутствуют два слова: Click (щелчок) и Pop (выталкивание).

Для более полного использования источника питания в УМЗЧ очень часто применяется мостовой выход. Как известно, в УМЗЧ с мостовым выходом нет необходимости в разделительном конденсаторе в цепи нагрузки, что заметно улучшает частотную характеристику в области низких частот. Есть ещё два способа отказаться от разделительного конденсатора на выходе УМЗЧ с одним источником питания. Первый – это создать искусственную среднюю точку, на которой формируется постоянное напряжение, равное половине напряжения питания ($V_{DD}/2$). Второй способ – это, используя энергию основного положительного источника питания, сформировать отрицательное напряжение той же величины и питать усилитель полученным двуполярным напряжением.

Поскольку микросхемы, о которых идёт речь, могут применяться в устройствах с высоким качеством воспроизведения сигнала, многие телефонные усилители и УМЗЧ выполняются стереофоническими. Есть и другой интересный приём. Одна и та же микросхема работает в режиме МОНО на внутренний динамик, а при включении стереофонических головных телефонов автоматически этот динамик отключается и микросхема переключается в режим СТЕРЕО.

В последние годы широко применяется цифровая обработка сигнала звука. Для того чтобы не устанавливать отдельные ЦАПы (цифро-аналоговые преобразователи), их начали совмещать с телефонными усилителями и УМЗЧ.

Ну, и наконец, последнее – это уменьшение количества деталей обвязки, а главное, габаритов самих микросхем. Всё описанное выше рассмотрим на примерах пяти микросхем от разных производителей. Особенности этих микросхем, их внешний вид, размеры и расположение выводов показано в таблице 1.

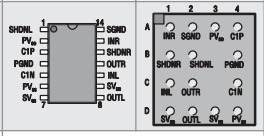
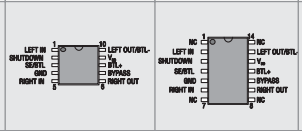
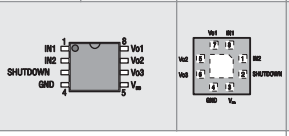
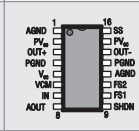
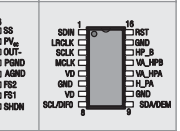
Микросхема стереофонического телефонного усилителя MAX4410 фирмы Maxim

Микросхема MAX4410 фирмы Maxim (точнее, Dallas/Maxim Integrated Products Inc.) представляет собой телефонный стереофонический усилитель с плавным (без щелчка) включением и выключением, развивающий в каждом канале на нагрузке 16 Ом мощность 80 мВт. Микросхема изготавливается в одном из двух корпусов, TSSOP или UCSP (ultra chip-scale package). Основные параметры, внешний вид и расположение выводов этой микросхемы можно найти в таблице 1, а назначение выводов – в таблице 2. Выводы корпуса UCSP сгруппированы в ряды и столбцы в виде матрицы, и их номера состоят из буквы, которая соответствует строке (ряду), и цифры, которая соответствует столбцу (см. таблицу 1).

Микросхема MAX4410 имеет запатентованную фирмой MAXIM архитектуру DirectDrive. Главной особенностью этой архитектуры является то, что она имеет однополярное положительное напряжение питания и содержит схему CHARGE PUMP, которая обеспечивает автономное получение второго, но уже отрицательного, напряжения питания для выходных каскадов микросхемы. Схему CHARGE PUMP в отечественной технической документации и литературе принято называть схемой вольтодобавки. Архитектура DirectDrive, обеспечивающая двуполярное питание выходных каскадов, позволяет отказаться от разделительных конденсаторов на выходах.

Функциональная схема и схема включения микросхемы MAX4410 показана на рис. 1. Номера, указанные непосредственно на выводах, соответствуют номерам выводов мик-

Таблица 1. Особенности и расположение выводов микросхем УМЗЧ и телефонных усилителей

Микросхемы	MAX4410		SSM2250		LM4910			MAX4295	CS44L11
	MAX4410EUD	MAX4410EBE-T	SSM2250RM	SSM2250RU	LM4910MM	LM4910MA	LM4910LQ		
Корпус	TSSOP	UCSB	MSOP	TSSOP	MSOP	SO	LQ	QSOP	TSSOP
Размеры, мм	5 × 4,5 × 1	2 × 2 × 0,6	3 × 3 × 0,8	5 × 4,5 × 1	3 × 3 × 1	5 × 4 × 1,7	2 × 2 × 0,8	4,9 × 3,9 × 1,5	6,4 × 4,4 × 0,9
Внешний вид и расположение выводов									
Особенности	Телефонный стереоусилитель DirectDriwe с одним источником питания без разделительных конденсаторов на выходах		Мостовой монофонический УМЗЧ со стереофоническим телефонным усилителем		Телефонный стереоусилитель класса АВ с одним источником питания без разделительных конденсаторов на выходах			Монофонический УМЗЧ класса D	Телефонный усилитель класса D с цифровым аудиовходом (стерео)
Напряжение питания, В	1,8...3,6		2,7…5,5		2,5…5,5			2,7…5,5	1,8...2,4
Выходная мощность, мВт	80		Моно – 1500 / стерео – 2 × 90 (макс. 2 × 125)		35			2000	23
Сопротивление нагрузки, Ом	16		Моно – 4 / стерео – 32		32			4	16

росхемы MAX4410EUD в корпусе TSSOP. Номера выводов микросхемы MAX4410EBE-T в корпусе UCSB указаны в скобках рядом с выводами.

Назначение деталей:

- C1 – конденсатор вольтодобавки;
- C2 – блокирует источник положительного напряжения по переменному напряжению;
- C4 – блокирует источник отрицательного напряжения по переменному напряжению;
- C3, C5 – разделительные конденсаторы;
- R1, R3 – ограничивающие резисторы;
- R2, R4 – резисторы ООС.

Напряжение питания 1,8...3,6 В поступает на выводы 2 и 9 микросхемы (номера выводов здесь и далее указаны для MAX4410EUD). Схема вольтодобавки (CHARGE PUMP) с помощью внешнего конденсатора C1 обеспечивает получение отрицательного напряжения той же величины. Полученное таким образом отрицательное напряжение выводится из микросхемы через вывод 6, фильтруется конденсатором C2 и поступает внутрь микросхемы через вывод 7 (SVSS) для питания выходных усилителей. Всё остальное понятно из схемы на рис. 1.

Микросхема УМЗЧ SSM2250 фирмы Analog Devices

Микросхема SSM2250 фирмы Analog Devices объединяет в себе монофонический УМЗЧ с мостовым выходом и стереофонический телефонный усилитель. Этим обусловлено наличие двух режимов работы: СТЕРЕО (при работе на головные телефоны) и МОНО (при работе на внутренний громкоговоритель устройства). В режиме МОНО микросхема развивает мощность до 1,5 Вт на нагрузке 4 Ом, в режиме СТЕРЕО – до 250 мВт на головные телефоны с сопротивлением 32...600 Ом (оптимальное сопротивление 80 Ом). Диапазон рабочих температур –40...+85°C.

Функциональная схема микросхемы SSM2250 показана на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что мост с последовательным управлением каналами составляют два верхних усилителя. Оба они инвертирующие. Микросхема SSM2250 имеет два входа – LEFT IN и RIGHT IN (выводы 2 и 6), которые в режиме МОНО замкнуты, и мостовой выход (выводы 13 и 11). К выводу 10 подключается внешний конденсатор, которым заземляются по переменной составляющей неинвертирующие входы каналов мостового усилителя. Два внутренних резистора микросхемы – это цепь ООС, определяющая коэффициент усиления второго канала мостового усилителя. Коэффициент усиления таков, что выходные сигналы на выводах 11 и 13 равны. При подаче низкого потенциала (до 1 В) на вывод 3 (SHUTDOWN) выходные каскады всех трёх усилителей микросхемы плавно запираются, и потребление микросхемы значительно снижается. При высоком уровне управляющего напряжения (более 1,7 В) на этом выводе схема

Таблица 2. Назначение выводов микросхем MAX4410 фирмы Maxim в разных корпусах

Корпуса		Обозначение	Назначение
TSSOP	UCSP		
1	B2	SHDNL	Вход сигнала выключения левого канала (активный уровень – низкий)
2	A3	PV_{DD}	Вход напряжения питания схемы вольтодобавки
3	A4	C1P	Положительный вывод конденсатора вольтодобавки
4	B4	PGND	Корпус цепей питания микросхемы
5	C4	C1N	Отрицательный вывод конденсатора вольтодобавки
6	D4	PV_{SS}	Выход отрицательного напряжения со схемы вольтодобавки
7	D3	SV_{SS}	Вход отрицательного напряжения питания выходных усилителей
8	D2	OUTL	Выход левого канала
9	D1	SVDD	Вход положительного напряжения питания выходных усилителей
10	C1	INL	Вход левого канала
11	C2	OUTR	Выход правого канала
12	B1	SHDNR	Вход сигнала выключения правого канала (активный уровень – низкий)
13	A1	INR	Вход правого канала
14	A2	SGND	Корпус сигнальных цепей микросхемы

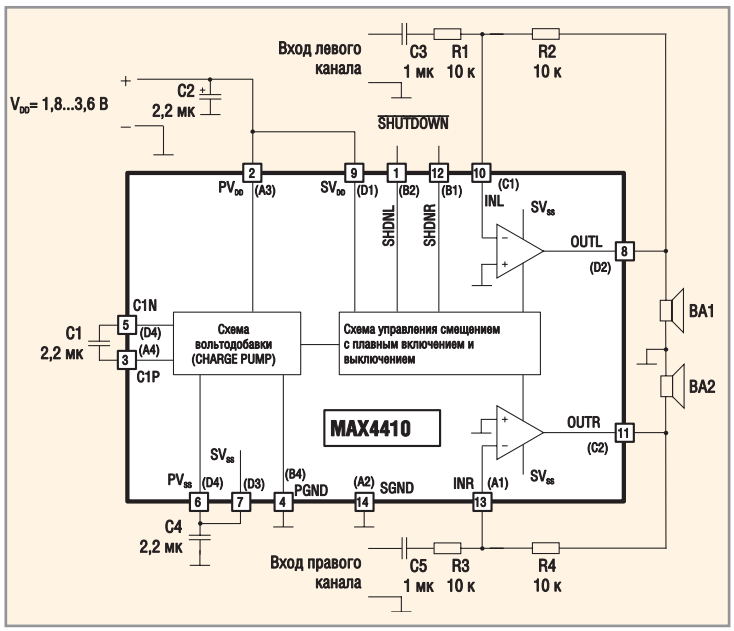


Рис. 1. Функциональная схема и схема включения микросхемы MAX4410 фирмы Maxim в корпусах TSSOP и UCSB (номера выводов указаны в скобках)

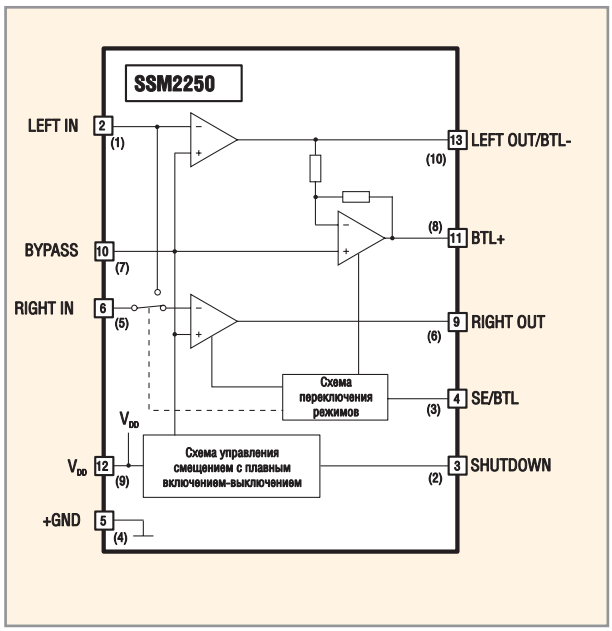


Рис. 2. Функциональная схема микросхемы SSM2250 фирмы Analog Devices

управления напряжением смещения на работу микросхемы не влияет.

Микросхема содержит схему переключения режимов МОНО/СТЕРЕО (тлф.) и ещё один усилитель (нижний по схеме на рис. 2), который используется в качестве усилителя правого канала для головных телефонов. В режиме СТЕРЕО (тлф.) низкий потенциал, поданный на вывод 4 через схему переключения режимов, размыкает внутренний ключ микросхемы и запирает усилитель с выходом BTL+. При этом в качестве стереоусилителя для головных телефонов используются верхний и нижний (по функциональной схеме) усилители.

Микросхема изготавливается в корпусе: MSOP, который имеет 10 выводов (SSM2250RM), или TSSOP с 14 выводами (SSM2250RU). Расположение выводов и особенности этих микросхем сведены в таблицу 1, а назначение выводов – в таблицу 3.

Типовое включение микросхемы SSM2250RU изображено на схеме рис. 3. На этой схеме так же, как и на функциональной схеме (рис. 2), в скобках указаны номера выводов микросхемы SSM2250RM.

Таблица 3. Назначение выводов микросхем SSM2250RM в корпусе MSOP (10 выводов) и SSM2250RU в корпусе TSSOP (14 выводов)

Выводы		Обозначение	Назначение
SSM2250RM	SSM2250RU		
–	1	NC	Свободный
1	2	LEFT IN	Вход левого канала
2	3	SHUTDOWN	Вход плавного выключения (активный уровень низкий)
3	4	SE/BTL	Вход переключения моно (мост)/стерео тлф.
4	5	GND	Корпус
5	6	RIGHT IN	Вход правого канала
–	7	NC	Свободный
–	8	NC	Свободный
6	9	LEFT OUT/BTL–	Выход левого канала на тлф./инверсный выход моста
7	10	V_{DD}	Напряжение питания выходного каскада
8	11	BTL+	Прямой выход моста
9	12	BYPASS	Вывод подключения внешнего развязывающего конденсатора
10	13	RIGHT OUT	Выход правого канала на тлф.
–	14	NC	Свободный

Назначение деталей схемы рис. 3:

- C1, C2, C4, C5 – разделительные конденсаторы;
- C3 – блокирует неинвертирующие входы усилителей;
- R1, R2 – ограничивающие резисторы;
- R3, R4 – резисторы ООС;
- R5, R6 – эквиваленты нагрузки при отключенных головных телефонах в режиме МОНО;
- R7 – подтягивающий резистор, задаёт высокий уровень на выводе SE/BTL.

Переключение режимов МОНО/СТЕРЕО (тлф.) осуществляется выключателем, который совмещён с гнездом подключения головных телефонов X1. В режиме МОНО контакты этого выключателя разомкнуты, и через резистор R7 на вывод SE/BTL подаётся высокий потенциал. При этом схема переключения режимов обеспечивает включение среднего усилителя (по функциональной схеме рис. 2), и если на выводе SHUTDOWN будет высокий потенциал, усилитель работает на громкоговоритель, как усилитель с мостовым выходом. В режиме СТЕРЕО в гнездо X1 (см. рис. 3) вставлен штекер головных телефонов, и телефон левого канала шунтирует малым сопротивлением вывод SHUTDOWN на корпус, уменьшая напряжение на этом выводе. При этом включится режим СТЕРЕО, и средний усилитель (по функциональной схеме) запирается, а верхний и нижний будут работать на головные телефоны.

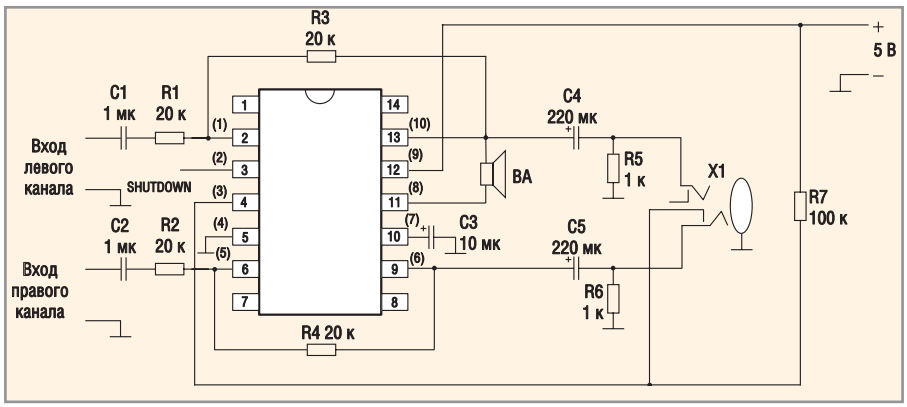


Рис. 3. Типовое включение микросхемы SSM2250RU(RM)

Таблица 4. Назначение выводов микросхемы LM4910 фирмы National Semiconductor в корпусах MSOP, SO и LQ

Выводы		Обозначение	Назначение
MSOP, SO	LQ		
1	8	IN1	Вход канала 1
2	1	IN2	Вход канала 2
3	2	SHUTDOWN	Вход сигнала выключения (активный уровень низкий)
4	3	GND	Корпус
5	4	VDD	Напряжение питания 2,5…5,5 В
6	5	Vo3	Вывод средней точки для каналов 1 и 2
7	6	Vo2	Выход канала 2
8	7	Vo1	Выход канала 1

Микросхема стереофонического телефонного усилителя LM4910 фирмы National Semiconductor

Главной особенностью этой микросхемы является способ получения средней точки, т.е. точки, в которой создаётся и поддерживается постоянное напряжение, равное половине напряжения питания ($V_{DD}/2$).

Функциональная схема и схема включения микросхемы LM4910 фирмы National Semiconductor показана на рис. 4. Номера, указанные непосредственно на выводах, соответствуют номерам выводов микросхем LM4910MM и LM4910MA в корпусах MSOP и SO. Номера выводов микросхемы LM4910LQ в корпусе LQ указаны в скобках. Основные параметры, внешний вид и расположение выводов этих микросхем можно найти в таблице 1, а назначение выводов в таблице 4.

Для получения средней точки и её стабилизации используется средний усилитель микросхемы, а средняя точка выведена через вывод 6 (5) и обозначена как Vo3.

Микросхема УМЗЧ класса D MAX4295 фирмы Maxim

Микросхема MAX4295 фирмы Maxim – это высокоэкономичный монофонический УМЗЧ класса D с мостовым выходом и плавным включением и выключением. О принципах работы усилителей класса D можно прочитать в статьях [1, 2]. Микросхема имеет режим малого потребления. Она способна развивать мощность до 2 Вт на нагрузке сопротивлением 4 Ом при напряжении питания 5 В или 0,7 Вт при напряжении питания 3 В. Диапазон рабочих температур –40...+85°C. Микросхема питается от одиночного источника питания 2,7...5,5 В. При выходной мощности 2 Вт и сопротивлении нагрузки (громкоговорителя) 4 Ом КПД составляет 87%. Одна из особенностей этой микросхемы – возможность программно устанавливать частоту генератора пилообразного напряжения (125, 250, 500 или 1000 кГц). Коэффициент нелинейных искажений (THD + N) не превышает 0,4% при нагрузке 4 Ом и частоте ШИМ 125 кГц. Полоса рабочих частот составляет 1,5 МГц. Микросхема изготавливаться в корпусе QSOP, который имеет 16 выводов. Функциональная схема микросхемы MAX4295 показана на рис. 5. Основные параметры и расположение выводов этой микросхемы сведены в

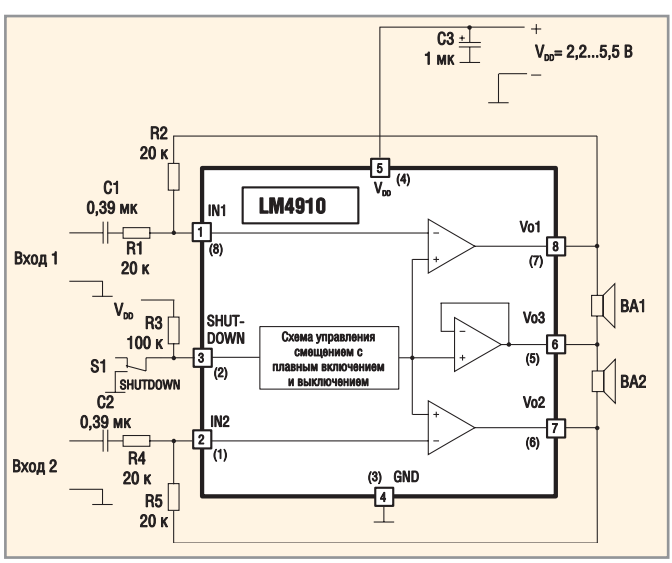


Рис. 4. Функциональная схема и схема включения микросхемы LM4910 фирмы National Semiconductor в корпусах MSOP, SO и LQ

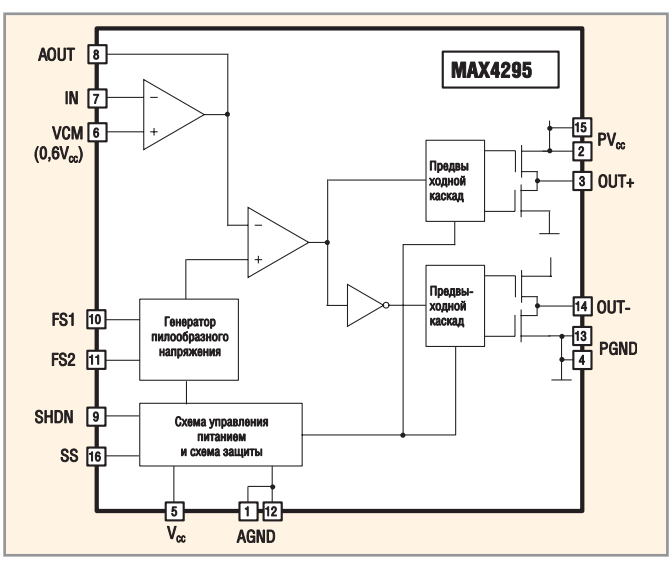


Рис. 5. Функциональная схема микросхемы MAX4295 фирмы Maxim

таблицу 1, а их назначение – в таблицу 5.

В состав микросхемы MAX4295 входят:

- предварительный усилитель (верхний слева, см. рис. 5);
- схема управления питанием;
- схема защиты;
- генератор импульсного напряжения;
- схема сравнения (компаратор) ШИМ;
- два канала усиления, каждый из которых состоит из предвыходного каскада и выходного двухтактного ключевого каскада на комплементарных МДП-транзисторах. Кроме того, на входе одного из этих каналов установлен инвертор.

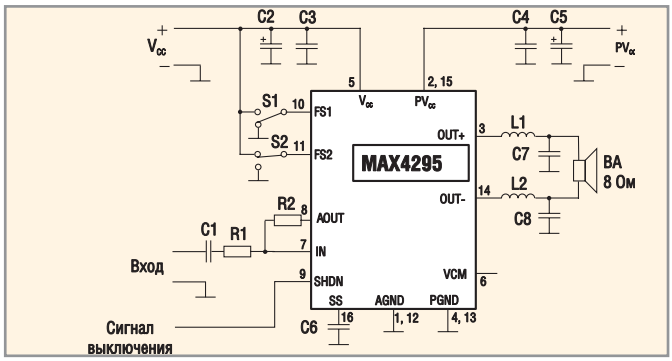


Рис. 6. Типовое включение микросхемы MAX4295

Напряжение питания на выходные каскады микросхемы поступает отдельно от напряжения питания остальной схемы. Частота ШИМ, которая определяется частотой работы генератора импульсного напряжения, программируется логическими уровнями на выводах FS1 и FS2 (см. таблицу 6).

При подаче низкого уровня напряжения на вход SHDN микросхема плавно запирается, ток потребления снижается до 1,5 мкА и менее.

Типовое включение микросхемы MAX4295 показано на схеме рис. 6. Назначение деталей этой схемы следующее:

- C1 – разделительный конденсатор;
- C2, C3 – конденсаторы фильтра питания;
- C4, C5 – конденсаторы фильтра питания выходных каскадов;
- C6 – конденсатор схемы плавного включения;
- R1 – ограничивающий резистор;
- R2 – резистор ООС;
- L1, C7 и L2, C8 – фильтры нижних частот.

Следует отметить, что фирма Maxim производит ещё одну микросхему схожей структуры – MAX4297, которая представляет собой высокоэкономичный стереофонический УМЗЧ класса D с мостовыми выходами и плавным включением/выключением. Эта микросхема отличается от MAX4295 наличием второго мостового канала усиления класса D, включая компаратор ШИМ, но имеет общие каскады – генератор «пилы», схему управления питанием и схему защиты. Микросхема изготавливается в корпусе SSOP, который имеет 24 вывода. Более подробную информацию о микросхеме MAX4297 можно найти в статье [1].

Таблица 5. Назначение выводов микросхемы MAX4295 фирмы Maxim

Выводы	Обозначение	Назначение
1, 12	AGND	Корпус аналоговой части
2, 15	PV_{CC}	Напряжение питания выходного каскада
3	OUT+	Прямой выход
4, 13	PGND	Корпус выходного каскада
5	V_{CC}	Напряжение питания аналоговой части
6	VCM	Контрольный вывод напряжения смещения ($0{,}3V_{CC}$)
7	IN	Вход
8	AOUT	Выход предварительного усилителя
9	SHDN	Вход плавного выключения (без щелчка)
10	FS1	Входы выбора частоты ШИМ
11	FS2	
14	OUT–	Инверсный выход
16	SS	Конденсатор мягкого включения

Микросхема телефонного стереофонического усилителя класса D с цифровым аудиовходом SC44L11 фирмы Cirrus Logic

Эта микросхема предназначена для применения в цифровых устройствах, таких как мобильный телефон и ему подобные, т.к. имеет цифровые аудиовходы и может преобразовывать без дополнительных ЦАП цифровые потоки звуковых данных нескольких стандартов в аналоговый стереосигнал, мощность которого на выходах микросхемы составляет 2 × 23 мВт (на нагрузке 16 Ом). Кроме этого в микросхеме CS44L11 в цифровой форме обеспечивается регулировка громкости, тембра (ВЧ и НЧ), переключение в любой канал сигнала правого, левого каналов или их суммы. Микросхема имеет КПД до 90%. Она изготавливается в корпусе TSSP с 16 выводами (см. таблицу 1). Назначение её выводов и основные параметры показаны в таблице 7, а функциональная схема – на рис. 7.

Таблица 6. Программирование частоты ШИМ

Логические уровни на входах		Частота, кГц
FS1	FS2	
0	0	125
0	1	250
1	0	500
1	1	1000

Микросхема SC44L11 содержит (см. рис. 7):

- последовательный порт цифрового аудиосигнала;
- схему установки частоты дискретизации LRCLK/MCLK;
- интерфейс управления портом;
- цифровой узел управления громкостью, тембром ВЧ и НЧ, ограничением компрессии и коррекцией;
- узел интерполяции;
- два канала обработки и усиления сигналов (A и B), каждый из которых имеет в своём составе сигма-дельта-модулятор с коррекцией предыскажений, конвертор ШИМ и преобразователь уровней (level shifter).

Типовая схема включения микросхемы CS44L11 довольно проста, она показана на рис. 8.

Цифровой последовательный поток аудиоданных от источника сигнала поступает на вывод 1 (SDIN) микросхемы. Логический уровень сигнала, поступающего на вывод 2 (LRCLK), говорит об интервале времени передачи сигнала левого (лог. 1) или правого (лог. 0) канала. На вывод 3 (SCLK) поступают тактовые импульсы аудиосигнала, а на вывод 4 (MCLK) – тактовые импульсы для конверторов ШИМ и цифровых фильтров. Управляющая шина I^2C используется для регулировок и задания опций работы микросхемы. Резисторы R1 и R2 – подтягивающие. В режимах Stand Alone Definitions шина I^2C не применяется. В этом случае вывод 8 используется для задания формата цифрового интерфейса ау-

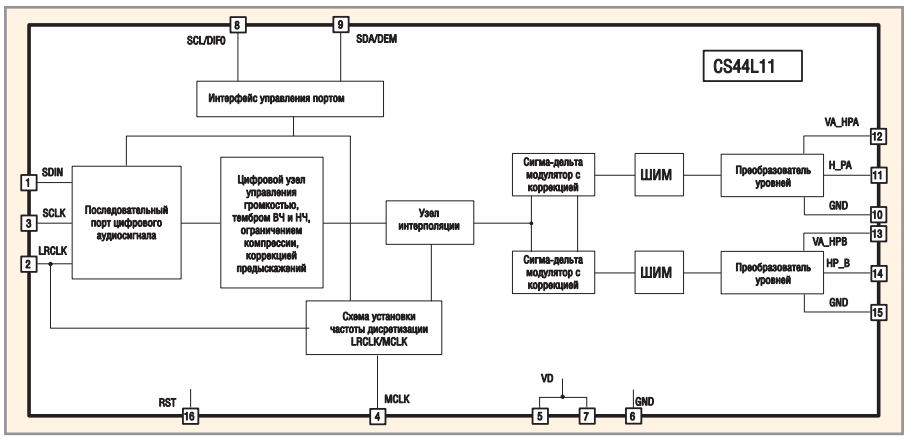


Рис. 7. Функциональная схема микросхемы CS44L11 фирмы Cirrus Logic

диосигнала (DIF – Digital Interface Format) путём подачи на него логических уровней:

- лог. 0 – формат шины I²S (24-битые данные);
- лог. 1 – формат 16-битных данных (Right Justified).

При этом вывод 9 используется для управления коррекцией; если его подключить на корпус, коррекция будет отключена.

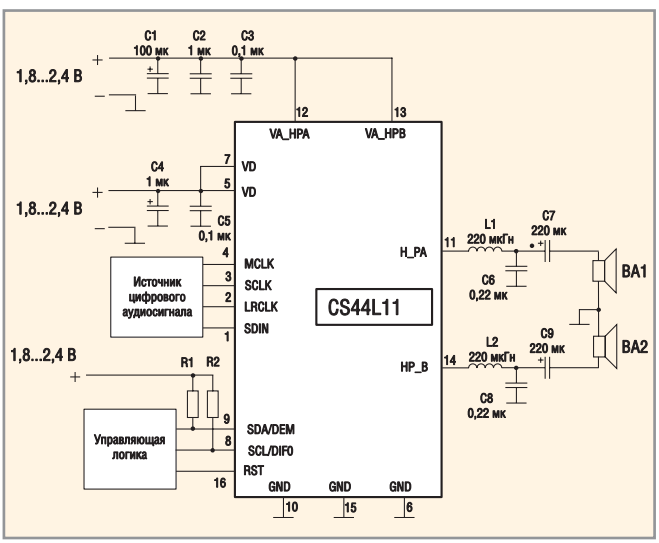


Рис. 8. Типовое включение микросхемы CS44L11

Назначение остальных деталей схемы рис. 8 следующее:

- C7, C9 – разделительные конденсаторы;
- C1, C2, C3 – конденсаторы фильтра питания выходных каскадов;
- C4, C5 – конденсаторы фильтра питания.
- L1, C6 и L2, C9 – фильтры нижних частот;

Более подробную информацию о представленных в этой статье и подобных им микросхемам можно найти на сайтах производителей [3...6].

В заключение хочу представить читателю небольшой глоссарий, который был составлен автором при написании этой статьи.

Таблица 7. Назначение выводов микросхемы SC44L11 фирмы Cirrus Logic

Выводы	Обозначение	Назначение
1	SDIN	Вход аудиоданных (последовательный дополнительный код)
2	LRCLK	Вход определения активного канала (левый/правый) и тактовых импульсов для схемы дискретизации
3	SCLK	Вход тактовых импульсов для последовательного аудиоинтерфейса
4	MCLK	Вход тактовых импульсов для ШИМ и цифровых фильтров
5	VD	Напряжение питания цифровой части
6	GND	Корпус цифровой части
7	VD	Напряжение питания цифровой части
8	SCL/DIF0	Линия тактовых импульсов шины I²C или вход установки режимов DIF. 0 – включен интерфейс I²S, 1 – на оба канала поступает сигнал правого канала
9	SDA/DEM	Линия данных шины I²C или вход управления вкл./выкл.-коррекции
10	GND	Корпус
11	H_PA	Выход канала A
12	VA_HPA	Напряжение питания канала A
13	VA_HPB	Напряжение питания канала B
14	HP_B	Выход канала B
15	GND	Корпус
16	RST	Вход сигнала сброса (активный уровень низкий)

Глоссарий

Bias – смещение

BTL (*Bridge Tied Load*) – мостовое подключение нагрузки (громкоговорителя)

CFB (*Current Feedback*) – обратная связь по току

ESD (*Electrostatic Discharge*) – электростатический разряд

GBW (*Gain Bandwidth*) – ширина полосы усиления

Integrated Click-and-Pop Suppression – встроенная схема подавления щелчков при включении и выключении

LDO (*Lowdropout*) *Regulator* – стабилизатор с малым падением напряжения на регулирующем элементе

PSRR (*Power-Supply Rejection Ratio*) – коэффициент подавления пульсаций напряжения питания

PWM (*Pulse-Width Modulator*) – широтно-импульсный модулятор (ШИМ)

SE (*Single-Ended*) – однопроводное включение громкоговорителя

SNR (*Signal-to-Noise Ratio*) – отношение сигнал/шум

SPL (*Sound Pressure Level*) – уровень звукового давления

THD (*Total Harmonic Distortion*) – суммарное значение коэффициента нелинейных искажений

UVLO (*Under Voltage Lockout*) – блокировка по напряжению

Литература

1. *Безверхний И.* Микросхемы УМЗЧ для переносных компьютеров и игрушек. Компоненты и технологии. 2004. № 9.
2. *Безверхний И.* Современные микросхемы для УМЗЧ класса D фирмы MPS. Современная электроника. 2004. № 1.
3. www.maxim-ic.com (сайт фирмы Maxim).
4. www.analog.com (сайт фирмы Analog Devices).
5. www.national.com (сайт фирмы National Semiconductor).
6. www.cirrus.com (сайт фирмы Cirrus Logic).

Таймер на семь выходов

Николай Заец (Белгородская обл.)

Предлагаемый суточный таймер может выполнять 32 цикла включения/выключения нагрузки по одному или семи выходам. Все установки, время и номера включённых выходов индицируются ЖК-дисплеем. Таймер можно применить для управления домашними электроприборами или механизации повторяющихся производственных процессов.

Алгоритм работы таймера

Алгоритм работы программы МК показан на рисунке 1. После сброса и инициализации регистров МК выполняется инициализация ЖК-дисплея. Если индикация разрешена, то значения регистров индикации, установленные при инициализации, выводятся на индикатор. После индикации МК ожидает установки флага «0,25 с».

Время в МК отсчитывается при помощи предделителя (К = 4), таймера TMR0 (К = 256), делителя на 250 и двух делителей-триггеров на 2. С учётом машинного цикла, равного 4 тактам, получаем: 4 × 4 × 256 × 250 × 2 × 2 = = 4 096 000. Установка флагов времени и инкрементирование регистров часов выполняются во время прерывания по переполнению таймера TMR0. Ранее автором неоднократно рассматривалась эта подпрограмма [1, 2], поэтому в данном алгоритме работы она не приводится.

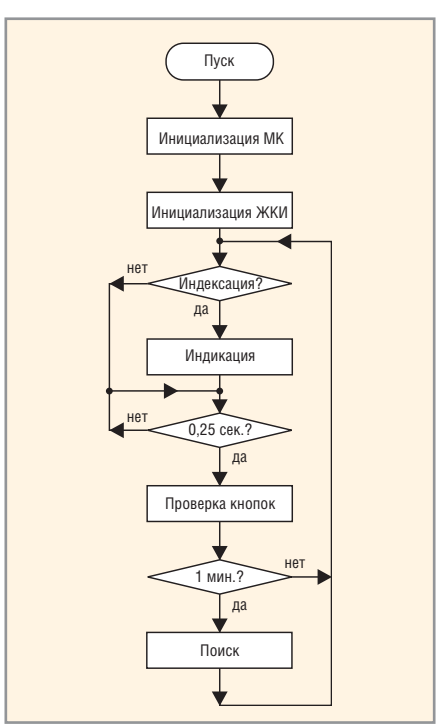


Рис. 1. Алгоритм работы МК

Для компенсации разброса частоты кварцевых резонаторов предусмотрена коррекция хода часов, которая выполняется в начале каждой минуты. Величина коррекции – до ±1/4 с; её дискретность примерно равна 1 мс. Для работы часов при выключенном сетевом напряжении предусмотрено резервное питание от батареи или элементов питания с напряжением 4,5 В.

Все установки МК выполняются четырьмя кнопками: «Режим», «Разряд», «Установка», «Поиск/Сброс».

Если флаг «0,25 с» включён, то выполняется проверка кнопок. Поскольку кнопки подключены к шине данных ЖК-индикатора, то перед проверкой кнопок и после неё переустанавливаются регистры установки выходов. Если после проверки состояния кнопок хотя бы одна кнопка остаётся нажатой, то включается флаг запрета индикации. Далее проверяется состояние флага «одной минуты». Если одна минута ещё не прошла, то процессор возвращается к выводу на индикацию и цикл повторяется. Если флаг «одной минуты» включён, то в памяти выполняется поиск установок, время которых совпадает с текущим временем. Если такие установки имеются, то соответствующий выход устанавливается в то состояние, которое записано в данной установке, т.е. включается или выключается. Программа переходит к индикации.

Алгоритм программы проверки кнопок показан на рисунке 2. Проверка состояния кнопок выполняется в два этапа. При первом прохождении программы определяются нажатые кнопки и устанавливается флаг кнопки. При втором прохождении (через 0,25 с) программа реагирует на установленный флаг. Пока кнопка нажата, реакции на её нажатие не будет, так как все установки выполняются с задержкой на 0,25 с после отпускания кнопки. Такой алгоритм работы устраняет влияние дребезга контактов.

Далее допустим, что программа выполняет второе прохождение проверки кнопок, т.е. проверяются состояния флагов кнопок. Если флаг установки включён, то программа по номеру курсора выбирает разряд установки. В каждом выбранном разряде его значение увеличивается на единицу и сбрасывается флаг кнопки. Но второй разряд может принимать только два значения: включено и выключено. Эти значения фиксируются флагом состояния. При любом изменении флага состояния выполняется запись установки в энергонезависимую память МК.

Во время работы устройства каждую установку можно включить, выключить или стереть. Установленные значения времени включения и выключения выхода записываются в энергонезависимую память. Дискретность установок времени включения и выключения равна 1 минуте.

Для записи в память необходимо найти свободные (незанятые) ячейки. Поиск свободного места начинается с поиска по номеру выхода, который записывается в трёх старших разрядах часов. Если номер выхода, считанный из памяти, равен нулю, то данная ячейка памяти считается свободной, т.к. нулевого выхода нет. Если ячейки с нулевым выходом найти в памяти не удаётся, то поиск продолжается по состоянию выхода. Поскольку пользователь по желанию может включить или выключить установку, по флагу состояния установки можно найти выключенный выход. Значение флага состояния записывается в старший разряд минут включения. Если старший разряд минут включения нулевой, значит, по данному адресу можно выполнять запись. При поиске выключенного выхода соответствующий ему адрес записи часов сохраняется.

Если не удаётся найти выключенный выход, то регистры индикации обнуляются, и на индикаторе во всех разрядах высвечиваются прочерки. Это значит, что память заполнена и

дальнейшая запись возможна только после стирания какой-либо установки.

После записи установки в память проверяется флаг разряда. Если флаг включён, то значение курсора увеличивается на единицу. Поскольку в различных режимах индикации существуют разные «пустые» разряды (не требующие установки), то, в зависимости от режима индикации, номер курсора переустанавливается на номер разряда, требующего установки.

После проверки флага разряда выполняется проверка флага режима. При включённом флаге инкрементируется регистр режима, и по номеру режима выбираются регистры, значение которых переписывается в регистры индикации. Если ни одна кнопка не была нажата, то всё равно проверка кнопок завершается выбором режима индикации. В каждом выбранном режиме происходит перезапись в регистры индикации и возврат из подпрограммы, кроме режима просмотра установок. В этом режиме проверяется состояние кнопки «Поиск».

Если флаг кнопки включён, то в памяти выполняется поиск установок с номером выбранного выхода. Поскольку номера выходов записаны в установках часов, то память проверяется только по адресам часов включения. Если номер установленного выхода совпадает с записанным номером выхода, то считывается остальная информация для данного номера выхода и переписывается в регистры индикации.

Если номер выхода по считанному адресу не совпадает с установленным, то проверяется счетчик адреса на максимальное значение. Для адреса часов включения максимальное значение равно 64. Если счетчик адреса не заполнен, то его значение увеличивается на два, и поиск продолжается. Если в памяти нет записи с установленным номером, то счетчик адреса обнуляется, во всех регистрах индикации устанавливаются прочерки, и программа возвращается из подпрограммы проверки кнопок.

Если найдена запись с номером выхода, совпадающим с установленным, то счётчик адреса сохраняет своё значение до следующего нажатия кнопки «Поиск». Таким образом просматривается вся память с установленным номером выхода. Поскольку запись в память выполняется в свободные ячейки, а выборка из памяти начинается с нулевого адреса, то и индикация может начинаться с любой установки. Установку со старшим адресом записи можно определить по смене индикации после двойного нажатия кнопки «Поиск/Сброс». После этого поиск начинается с нулевого адреса.

Каждую минуту выполняется сравнение текущего времени с установками, записанными в память. Перед рассмотрением программы поиска разберёмся с форматом записи в память.

Максимальное значение часов – 23. В двоичном формате это займет 5 младших разрядов. Три старших разряда используются для записи номера выхода, который может принимать значения 0...7. Часы включения записываются по чётным адресам памяти с нулевого по 62 адрес, а часы выключения записываются в нечётные адреса памяти с первого по 63 адрес. Номер выхода, к которому относится данная установка, записывается в адреса часов включения и выключения. Это необходимо для того, чтобы при поиске совпадений часов с реальным временем по номеру записанного выхода можно было выполнить и включение, и выключение выхода.

Максимальное значение минут в двоичном формате займёт шесть разрядов (5910 = 1110112). Старший разряд используется для записи флага состояния выхода. Поскольку состояние выхода необходимо знать только при записи установки включения, то старший разряд минут выключения всегда будет нулевым. Поэтому при поиске свободного места в памяти по состоянию установки проверяются только минуты включения. Минуты включения и выключения записываются по адресам, отстоящим от адресов «своих» часов на плюс 64. То есть чётные адреса памяти 64...126 предназначены для записи минут включения, а нечётные адреса 65...127 – для минут выключения.

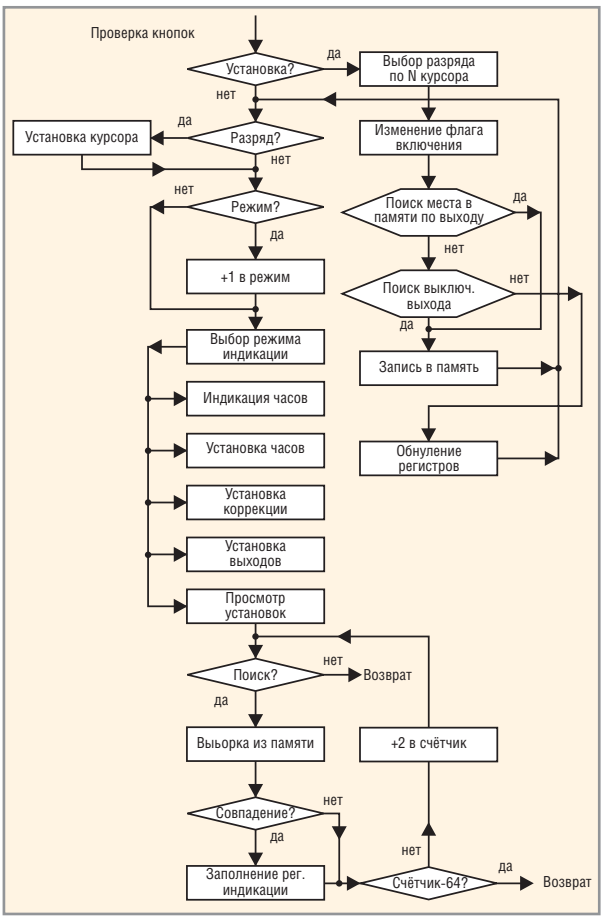


Рис. 2. Алгоритм подпрограммы проверки кнопок

Алгоритм работы программы поиска показан на рисунке 3. Перед началом поиска обнуляется счётчик адреса и выполняется считывание по нулевому адресу. Из восьмиразрядного числа выделяются пять разрядов с записанной установкой часов. Считанное значение часов сравнивается с часами текущего времени. Если равенства нет, то счётчик адреса инкрементируется, проверяется на переполнение, и процедура считывания и сравнения повторяется. Если проверены все адреса, а равенства нет, то программа выходит из подпрограммы поиска.

При совпадении установки часов с часами реального времени к счётчику адреса добавляется 64, и из памяти считывается значение минут. Выделенные минуты сравниваются с текущими и если они совпадают, то из считанных значений выделяется состояние установки и номер выхода. По номеру выхода выбирается выходной порт МК и по значению состояния устанавливается в 0 или 1. Поиск и установка выходов выполняются по всем адресам памяти, поэтому если установка с младшим адресом включает выход, а установка со

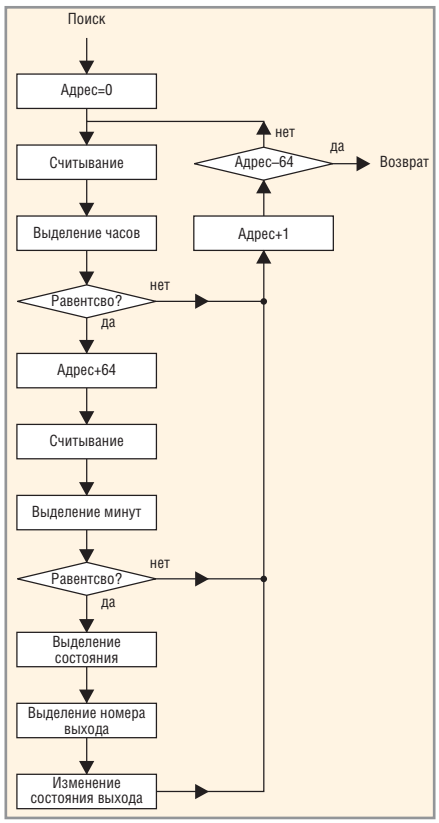


Рис. 3. Алгоритм работы подпрограммы поиска

старшим адресом выключает его, то выход будет выключён. То есть выход остаётся в том состоянии, которое записано в установке со старшим адресом. Если значение счётчика адреса равно 64, то программа возвращается к проверке флага индикации и цикл повторяется.

Принципиальная схема

На рисунке 4 показана схема таймера. Микроконтроллер DD1 сконфигурирован на использование внутреннего сброса, поэтому вывод RA5 используется для входа кнопки SB1. В этом режиме вывод RA5 может использоваться только как вход, иначе его можно было бы использовать как восьмой управляющий выход. Кнопки SB2...SB4 подключены параллельно шине данных индикатора HG1. Ко входам порта «B» подключены внутренние подтягивающие резисторы, а поскольку для входа RA5 такой резистор не предусмотрен, установлен внешний резистор R20.

Резистором R21 устанавливают необходимую контрастность изображения индикатора таким образом, чтобы при включённом резервном питании изображение было удовлетворительным.

Диоды VD1, VD2 необходимы для отключения светодиодов оптосимисторов U1...U7 в режиме резервного питания, когда работают только МК и индикатор. Индикация не пропадает при снижении напряжения батареи до 4 В, а работоспособность МК без буквы «L» – до 3 В. Потребляемый ток (МК и индикация) в этом режиме равен 5 мА.

Работа с таймером

Изменение режима индикации выполняют нажатием и отпусканием кнопки «Режим». Таймер имеет следующие режимы индикации (рис. 5):

- индикация текущего времени и включённых выходов (см. рис. 5а);
- индикация в режиме просмотра (см. рис. 5б);
- установка часов (см. рис. 5в);
- установка коррекции (см. рис. 5г);
- установка выходов (см. рис. 5д).

В режиме индикации текущего времени показания часов и минут разделены чертой, мигающей с периодом, равным одной секунде. Слева от показаний часов высвечивается номер включённого в данный момент выхода (на рис. 5а это выход 5). В этом режиме МК реагирует только на нажатие кнопки «Режим».

В режиме просмотра записанных в память установок МК реагирует на кнопки «Установка» и «Поиск/Сброс». При нажатии и отпускании кнопки «Установка» изменяется значение крайнего левого разряда, высвечивающего номер выхода, по которому будет вестись поиск (на рис. 5б это выход 1). Нажимают кнопку «Поиск/Сброс», и на индикаторе появляется следующая установка для данного выхода. Если после нажатия кнопки «Поиск/Сброс» индикация не изменилась, это может означать, что установка для данного выхода только одна или вся память просмотрена, и просмотр начинается с нулевого адреса. Если для данного выхода нет установок, то во всех разрядах высветятся прочерки (см. рис. 5е).

Индикация на рисунке 5в обозначает, что первый выход (1) запрограммирован на включение («ВК») в 10 ч 00 мин (1000), а выключен будет («Вы») в 11 ч 30 мин (1130).

Если необходимо делать установку в режиме установки выходов, то в режиме просмотра необходимо установить нулевой номер выхода (или номер выхода, не имеющего установок) и нажать кнопку «Поиск/Сброс». На индикаторе во всех разрядах высветятся прочерки, как это показано на рисунке 5е. Это необходимо для того, чтобы буквы рядом с номером выхода изменились с «ВК» на «Вы». Если необходимо выключить какую-либо установку, то её нужно найти в режиме поиска и перейти в режим установки.

В режиме установки часов кнопкой «Разряд» перемещают курсор (мигающая черта под разрядом) в необходимый разряд, а кнопкой «Установка» устанавливают нужное значение. Кнопкой «Поиск/Сброс» в данном режиме обнуляют значения секунд и единиц минут (если это необходимо) по сигналам точного времени. Обнуление происходит в момент отпускания кнопки. Необходимо помнить,

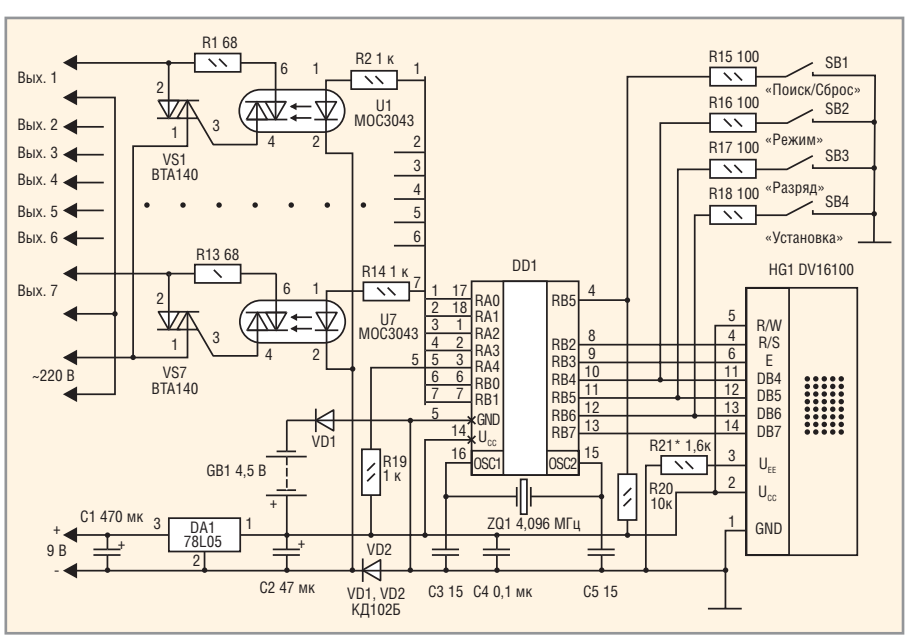
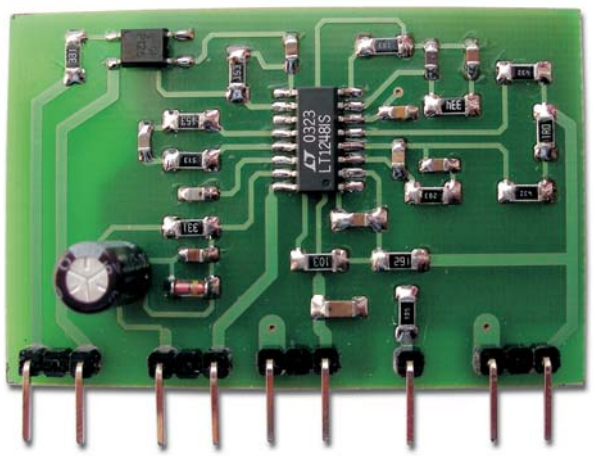
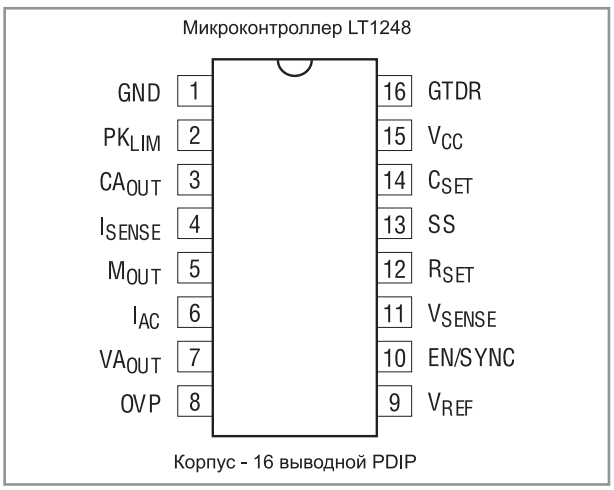


Рис. 4. Принципиальная схема таймера на 7 выходов

Корректор коэффициента мощности — это просто!



Контроллер ККМ промышленного стандарта LT1248



Основные достоинства

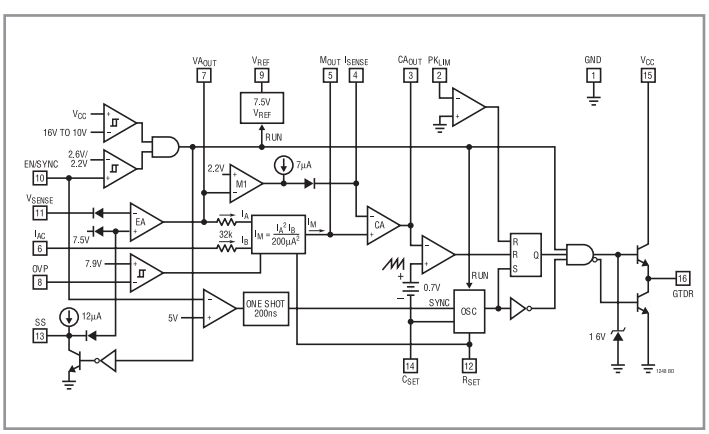
- Управление по среднему току
- Высокая помехоустойчивость
- Минимальная величина «мёртвой зоны» сетевого тока
- Высокая точность коррекции
- Возможность внешней синхронизации
- Низкий ток потребления
- Режим дистанционного управления
- Высокоскоростной мощный драйвер ключевого транзистора

Область применения: ККМ и конверторы напряжения до 1500 Вт

Электрические характеристики:

Наименование	Значение
Напряжение питания, В	18
Порог включения, В	16,5
Порог выключения, В	10,5
Опорное напряжение, В	7,5
Выходное напряжение драйвера, В	15
Пиковый ток драйвера, А	2
Время нарастания/спада (Сн = 1 нФ), нс	25
Максимальный рабочий цикл	0,96

В компании ПРОСОФТ разработаны оценочные платы на базе LT1248 для построения ККМ мощностью до 500 Вт и до 1500 Вт



PROSOFT®
ПРОСОФТ — АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА
Телефон: (095) 234-0636 • E-mail: info@prochip.ru • Web: www.prochip.ru

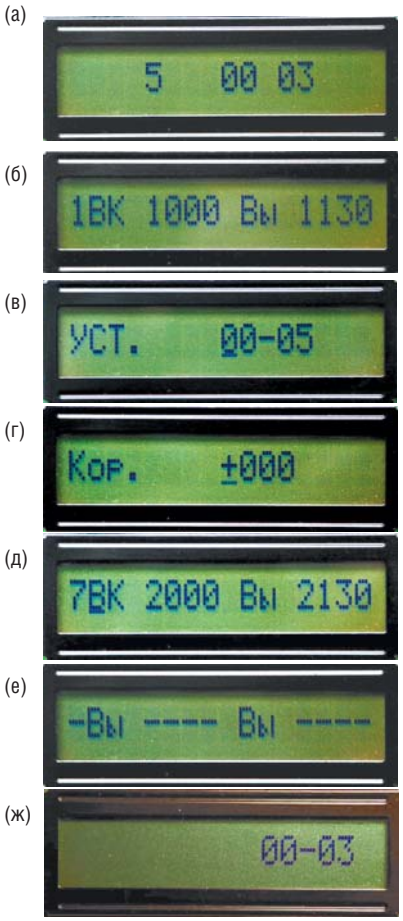


Рис. 5. Индикация таймера в различных режимах

что такая установка выполняется с погрешностью 1/4 с.

В режиме установки коррекции хода часов кнопками «Разряд» и «Установка» набирают нужное значение коррекции. Знак плюс устанавливают, если часы отстают, и наоборот. Максимальное абсолютное значение коррекции не может превышать 249. При попытке набрать число 250 или больше все разряды установки коррекции обнулятся. Нахождение числа коррекции проще выполнить практически, сравнивая ход часов с эталонными за фиксированный период времени, например, за час или сутки. Методом последовательного приближения добиваются приемлемой точности хода часов. При помощи частотомера можно подобрать точный кварцевый резонатор – тогда величина коррекции будет нулевой.

В режиме установки выходов выполняют запись в память установленных значений. Для этого кнопкой «Установка» набирают необходимые значения, перемещая курсор по разрядам кнопкой «Разряд». Необходимо помнить, что четыре левые цифры относятся к установке времени включения, а правые – к установке выключения. При переходе в режим установки курсор находится под десятками часов включения. То есть сначала устанавливают время, затем переходят к установке номера выхода, и наконец, кнопкой «Установка» устанавливают состояние выхода, изменяя буквы «Вы» на буквы «ВК». Если необходимо выключить установку, то её состояние изменяют с «ВК» на «Вы». Перед выключением установки её необходимо найти в режиме поиска. Когда курсор находится во втором разряде слева, кнопку «Установка» можно нажимать только один раз, иначе будет записано состояние установки и «ВК», и «Вы», т.е. установка не будет включена. В любом случае после записи в память установки необходимо проверить её в режиме просмотра.

Визуально режим просмотра и установки выходов можно различить по наличию или отсутствию курсора. В режиме просмотра курсор не высвечивается, поскольку изменяется только один крайний левый разряд, и в индикации курсора нет необходимости.

Если нужно удалить установку, то находят её в режиме просмотра и переходят в режим установки. Не изменяя значений часов, устанавливают для данной установки нулевой номер выхода. Переводят курсор во второй разряд и нажимают кнопку «Установка». Предыдущее состояние («ВК» или «Вы») не имеет значения – во всех разрядах высветятся прочерки и состояние «Вы», как это показано на рисунке 5е. По данному адресу можно сделать новую запись.

Таймер на девять выходов

Увеличить число управляющих выходов до 9 можно за счёт использования дополнительных выходов МК.

Устройство выполнено на микроконтроллере PIC16F628, имеющем внутренний RC-генератор с типовым значением частоты 4 МГц. Если установить конфигурацию МК на использование внутреннего генератора, то это позволит использовать выводы микроконтроллера, предназначенные для подключения кварцевого резонатора, в качестве цифровых входов/выходов. Однако внутренний генератор данного МК не имеет калибровочной константы, как это сделано в других типах МК с внутренним генератором. Для компенсации разброса частоты в различных кристаллах предусмотрена коррекция хода часов. Поскольку частота внутреннего генератора может значительно отличаться от 4 МГц (согласно [4] частота калибруется в диапазоне 3,65...4,28 МГц), значение коррекции вводится каждые 10 с. Числовое значение коррекции такое же, как и для таймера на 7 выходов. Автору удалось установить такую коррекцию, что суточный ход часов не превышал 1 с. В любом случае применение этого таймера целесообразно в приложениях, не требующих большой точности суточного включения устройств. Например,

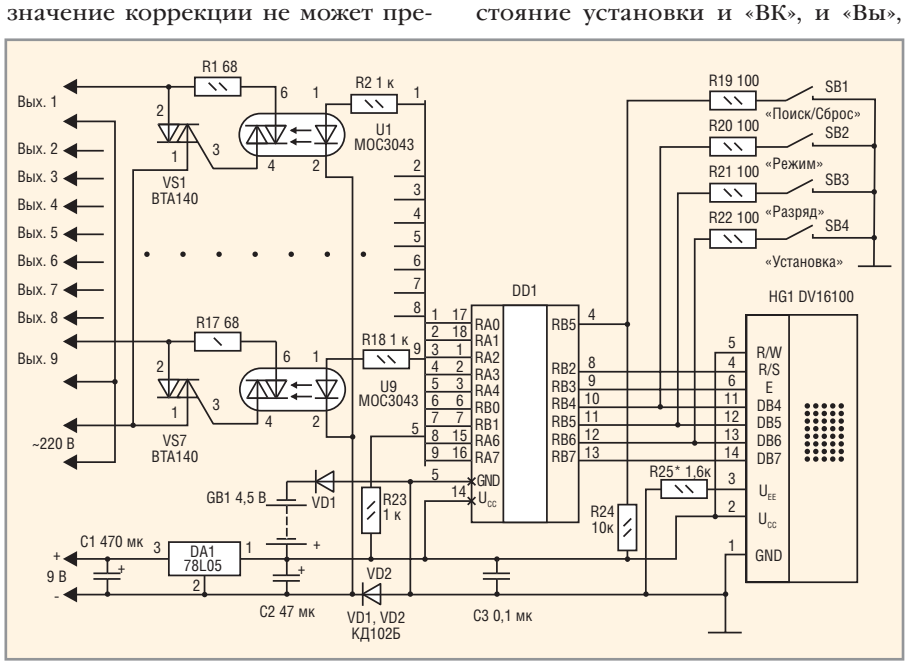


Рис. 6. Принципиальная схема таймера на 9 выходов

его можно применить для имитации присутствия людей в квартире включением освещения в комнатах, телевизора и т.п.

Схема таймера на 9 выходов показана на рисунке 6 и отличается от схемы, показанной на рисунке 4, наличием дополнительных выходов на RA6, RA7. Алгоритм и порядок работы с таймером на 9 выходов ничем не отличаются от таймера на 7 выходов, за исключением индикации часов и включенных выходов. Так как число выходов увеличено до 9, индикация текущего времени смещена вправо на два знакоместа для того, чтобы уместить индикацию выходов (см. рис. 5ж).

Чертежи печатной платы таймера и расположения элементов на ней, а также файл для программирования микроконтроллера (timer7.hex и timer9.hex) размещены на сайте журнала. Для контроля работоспособности таймера при изготовлении в программу включена запись в память 8 × 16 значений установок.

Литература

1. *Заец Н.И.* Радиолюбительские конструкции на PIC-микроконтроллерах. М.: СОЛОН-Пресс, 2003.
2. *Заец Н.И.* Электронные самоделки для быта отдыха и здоровья. М.: СОЛОН-Пресс, 2004.
3. Схемотехника. 2003. № 7.
4. Datasheet DS40300b. С. 136, табл. 17-4.

Новости мира News of the World Новости мира

Фотошаблоны для EUV-литографии

Компания Intel выпустила первые фотошаблоны стандартного (6" × 6") формата для использования в Extreme Ultraviolet (EUV) литографии. Технология разработана для применения в технологическом процессе по нормам 0,07 мкм. Так как все ведущие производители процессоров проявляют серьёзный интерес к EUV-литографии и не жалеют средств на разработки в этой области, аналитики считают, что приход новой технологии на смену используемой в настоящее время Deep Ultraviolet (DUV) литографии не за горами и появление процессоров с тактовыми частотами 10 ГГц и выше – вопрос нескольких ближайших лет. Сама Intel прогнозирует начало массового производства по этой технологии на 2005...2007 гг. Главная проблема, которую сейчас решает консорциум EUV LLC, в который, помимо Intel, входят Advanced Micro Devices, Motorola, Micron Technologies, Infineon, национальные лаборатории Sandia и Lawrence Livermore, а также недавно присоединившаяся IBM, – разработка специальных покрытий, состоящих из нескольких слоёв молибдена и кремния.

http://www.ci.ru/

Электронная бумага на основе нанотехнологий

Ирландская компания Ntera предложила новую технологию производства электронной бумаги, основанную на использовании электрохромного материала виологена (viologen).

Электрохромные материалы могут менять свою светимость в зависимости от приложенного напряжения. Прототип, созданный инженерами Ntera, состоит из отражающего слоя на основе диоксида титана и расположенного поверх него слоя виологена с нанопористой структурой. Пространство между диоксидом титана и виологеном заполнено специальным электролитом. При отсутствии внешнего потенциала экран выглядит абсолютно белым, однако при приложении напряжения виологен окрашивается в тёмно-тёмно-синий (близкий к чёрному) цвет. Таким образом, «включая» или «выключая» отдельные участки дисплея NanoChromics, можно формировать изображение.

Как отмечают разработчики, экраны, созданные на базе новой технологии, обладают очень высокой контрастностью, сравнимой с контрастностью печатных документов. Углы обзора составляют до 180 градусов, рабочее напряжение не превышает одного вольта. Более того, дисплеи не нуждаются в подсветке, а сформированное изображение может храниться сколь угодно долго без дополнительного питания (энергопотребление NCD-экранов составляет около 10% энергопотребления традиционных жидкокристаллических дисплеев). Кроме того, компания Ntera выделяет относительно небольшое время отклика и низкую себестоимость производства. В перспективе методика может быть адаптирована для создания многоцветных экранов, содержащих несколько слоёв электрохромного материала.

Компания Ntera уже продемонстрировала образцы устройств с NCD-дисплеями, в частности, модифицированную версию MP3-плеера Apple iPod (на фото) и электронную книгу, которая, впрочем, ещё нуждается в доработках.



http://science.compulenta.ru/

Получены электропроводящие нанотрубки рекордной длины

Американские учёные из Калифорнийского университета в Ирвине создали электропроводящие нанотрубки рекордной длины.

Как сообщается в пресс-релизе, в ходе экспериментов исследователи применяли относительно простую методику. Микроскопические частицы железа или, как их ещё называют, наночастицы, помещённые в небольшую печь, вступали в химическую реакцию с природным газом. Синтезировавшиеся в ходе данного процесса структуры осаждались на сетке из тончайших золотых проводков.

В результате были получены нанотрубки длиной около четырёх миллиметров, что примерно в десять раз больше предыдущего рекорда. Более того, последующие опыты показали, что созданные нанотрубки обладают очень высокой электропроводностью, превосходящей электропроводность меди. По данному показателю нанотрубки (с учётом их длины) также являются абсолютными рекордсменами. Таким образом, подчеркивают учёные, проведённые эксперименты доказывают, что даже длинные наноструктуры могут являться превосходными проводниками электрического тока.

Предполагается, что в перспективе результаты работ сотрудников Калифорнийского университета в Ирвине будут использованы при создании сверхпрочных и лёгких материалов, массивов памяти высокой плотности, микроскопических биосенсоров и элементов компьютеров следующего поколения.

http://science.compulenta.ru

ISD-кодек для автосервиса

Владимир Попов

Несложный прибор, содержащий микроконтроллер и голосовой кодек, комментирует процесс работы оборудования автосервиса, помогая мастеру и информируя клиентов.

Постановка задачи

Мой знакомый содержит маленькую мастерскую шиномонтажа. Помещение буквально три на три метра, где сосредоточено всё оборудование – шиномонтажный станок, прокатка дисков, ванна, балансировочная машина и так далее. Один мастер вполне управляется. Клиенты подают колеса с улицы через дверь. Вот с клиентами и возникает проблема. Точнее, с самыми любопытными из них. Вместо того чтобы отдать колесо в ремонт и спокойно дожидаться в сторонке, они норовят «поучаствовать» в ремонте. Суют нос буквально во все операции, следят за колесом как за больным родственником.

Мало кому понравится, когда «дышат в затылок» во время работы, да и небезопасно для любопытных – мастерская есть мастерская. Может ключ сорваться, на балансировочной машине колесо вращается со скоростью 400 об./мин, а индикатор виден только оператору. Клиенту очень хочется знать, сколько грамм дебаланса на его колесе.

Вот знакомый и обратился ко мне с просьбой сделать дополнительный выносной индикатор балансировочной машины, чтобы повесить его на стенку для развлечения клиентов. И чтобы голосом произносился измеренный дебаланс в граммах, разные фразы – «Балансировка колеса», «Колесо сбалансировано», «Оплатите в кассу» и другие. Табло должно было стать ещё и отличительной чертой этой мастерской.

Задача понятна и достаточно линейна. Необходимо получить показания индикатора станка, передать их на большое табло, озвучить числа с помощью заранее записанных фраз. Но при детализации задачи проявляются проблемы.

Во-первых, станок – это законченное изделие, никаких выходов у него нет. Не было даже принципиальной схемы. Её удалось получить от разработчиков станка по электронной почте, но описание алгоритма работы и прошивки ПЗУ разработчики не предоставляют.

Во-вторых, вмешательство в схему должно быть минимальным, чтобы не нарушить работоспособность самого станка в любом случае.

И в-третьих, устройство должно быть простым в использовании и недорогим.

Всё это нужно сделать в разумные сроки. Приступим.

Решение

Осмотр станка показал, что индикатор состоит из шести семисегментных светодиодных разрядов. Разряды сгруппированы по три – дебаланс «внутри» и «снаружи». На индикаторы выводятся не только цифры, но и различные служебные сочетания, которые показывать на табло клиента нет необходимости. Анализ принципиальной схемы позволил предположить, что используется динамическая индикация. Получаем, что надо «подслушивать» семь сегментов индикатора – a, b, c, d, e, f, g (точка не используется) и три разряда выбора позиции (в станке стоит дешифратор ИД7). Использовать осциллограф или логический пробник для детального исследования было невозможно, так как станок всё время был нужен в работе. Пришлось остановиться на теоретическом выводе о способе формирования показаний (как потом оказалось, правильном) и дальнейшую разработку вести «вслепую».

Очень удачным для «врезки» в конструкцию станка оказалось подключение штатного индикатора к основной плате – оно выполнено в виде плоского 40-жильного кабеля с разъёмами типа IDE. Я заменил штатный кабель на стандартный IDE с тремя разъёмами, немного укороченный. К среднему разъёму будет подключаться модуль, обеспечивающий параллельное получение текущих показаний индикатора и питание +5 В моего дополнительного устройства от станка. Родной кабель я порекомендовал хозяину сохранить на тот случай, если он захочет вернуть всё как было.

На этом этапе разработки уже имеем питание +5 В, стабилизированное от станка, и десять сигналов TTL-уровня для считывания. С таким числом выводов справится микроконтроллер AVR AT90S2313 [1] (рис. 1). Считанные показания надо отобразить на большом индикаторе – шесть разрядов по семь сегментов. Он будет находиться на некотором расстоянии от станка, и тянуть тринадцать проводов нерационально. Я решил применить для формирования показаний на табло микроконтроллер AVR AT90S8515, его выводов хватает на все нужды. Между собой модули считывания и отображения связаны стандартными UART, которые есть в каждом из применённых AVR. На расстояние 4...5 метров его вполне хватает. Скорость будет 9600.

Теперь главная проблема – голос. Я сразу рассчитывал на применение ISD-кодека для озвучивания [2]. Очень удобная микросхема, позволяет воспроизводить звуковой отрезок заданной длительности с заданного места из записанного в неё объёма. Минимальный шаг 0,2 секунды, для голосовых сообщений этого достаточно. Из всего ряда ISD я выбрал ISD4002-120 в DIP-корпусе. Можно записать 120 секунд с качеством 8 кГц. Режимы микросхемы описаны в документации производителя. Я выбрал режим воспроизведения, в котором задаётся стартовый адрес воспроизведения $n \times 0{,}2$ секунды и считаются микроконтроллером импульсы RAC. Один импульс RAC соответствует 0,2 секунды длительности звука. Микросхема ещё позволяет воспроизводить записанный звук по отдельным фразам с формированием прерывания INT окончания фразы. Признак окончания фразы заносится в кодек при записи. Но этот способ мне не понравился из-за тех-

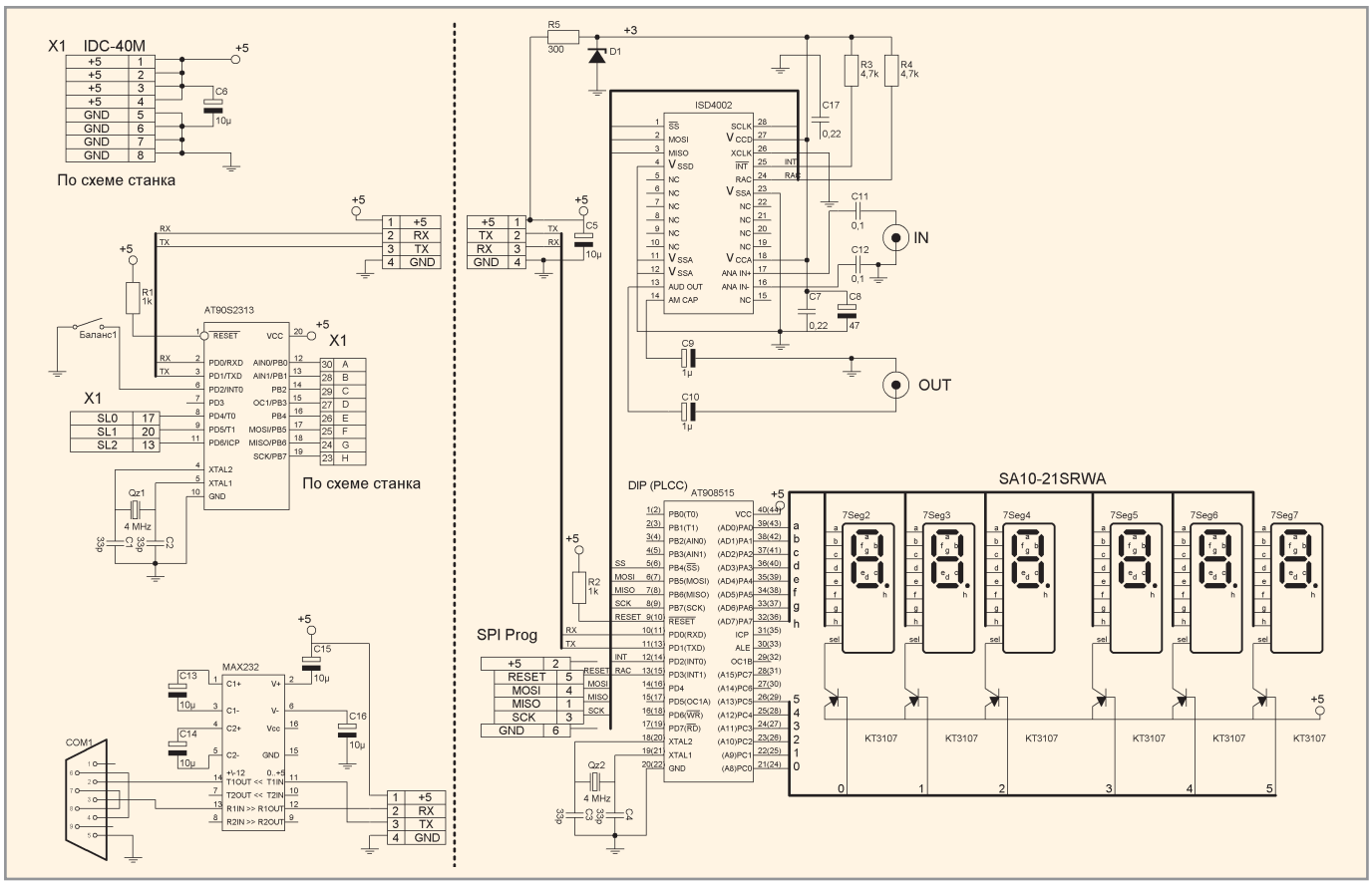


Рис. 1. Принципиальная схема голосового табло

нологии подготовки и записи в кодек звуковых фрагментов. Здесь остановлюсь подробнее.

Микросхема ISD по сути является «цифровым магнитофоном» – оцифровывает аналоговый звуковой сигнал и записывает его в память. Воспроизводит наоборот – считывает из памяти байты и через ЦАП выдаёт НЧ-сигнал. Прямого доступа к памяти кодека ISD нет, только через команды PLAY и REC по интерфейсу SPI.

Вот фрагмент из листинга управления ISD – команда PLAY.

```
// глобальные переменные
#define isdPOWERUP 0b00100000 //
команды управления для ISD
#define isdSETPLAY     0b11100000
#define isdPLAY        0b11110000
#define isdSTOP        0b00110000
#define isdAnyByte     0b11111111
…
void isdPlay(void)
{
// Play с заданного адреса
// включить питание
PORTB.4=0;
isdRet.byte[1]=spi(isdAnyByte);
isdRet.byte[0]=spi(isdPOWERUP);
PORTB.4=1;
// задержка на Tpud
delay_ms(25);
// команда SETPLAY с адреса в
isdAdr
PORTB.4=0;
isdRet.byte[1]=spi(isdAdr.byte
[0]);
isdRet.byte[0]=spi(isdSETPLAY |
isdAdr.byte[1]);
PORTB.4=1;
delay_ms(1);
// команда Play
PORTB.4=0;
isdRet.byte[1]=spi(isdAnyByte);
isdRet.byte[0]=spi(isdPLAY);
PORTB.4=1;
// ожидание окончания фонемы с
проверкой на таймаут по длитель-
ности
Sec=0;
while (isdRAC!=0){};
// стоп
PORTB.4=0;
isdRet.byte[1]=spi(isdAnyByte);
isdRet.byte[0]=spi(isdSTOP);
PORTB.4=1;
delay_ms(50);
}
```

Другие команды аналогичные. Включение записи требует инициализации микросхемы, поэтому одна и та же фраза, записанная несколько раз, может оказаться разной длительности (кратной 0,2 с) и разместится по разным адресам. На слух это практически незаметно для простых фраз, но для составных принципиально. Мне надо формировать числительные – ноль, пять, десять, пятнадцать, двадцать и т.д. до трёхсот с шагом пять. Чтобы записать подряд все фразы, нужно много памяти, поэтому я разбил их на сотни, десятки и единицы. Озвучивание числа 125 состоит из последовательного воспроизведения слов «сто», «двадцать» и «пять». Вот здесь лишние или отсутствующие 0,2 с очень заметны на слух – фраза получается или затянутой, или искажённой. Подготовка реплик для записи в кодек – тоже не совсем простая задача. Надо иметь хорошее качество, разборчивость. Клиент пожелал иметь женский голос. Фонемы для числительных можно было бы найти в Интернете или в программах с голосовыми сообщениями. Но фразу «Балансировка колеса» надо записывать. Чтобы голос был везде одинаковый, придётся записать все фразы. Привлек свою супругу в качестве диктора. Записывал с помощью компьютера. Начитанные подряд фразы потом отредактиро-

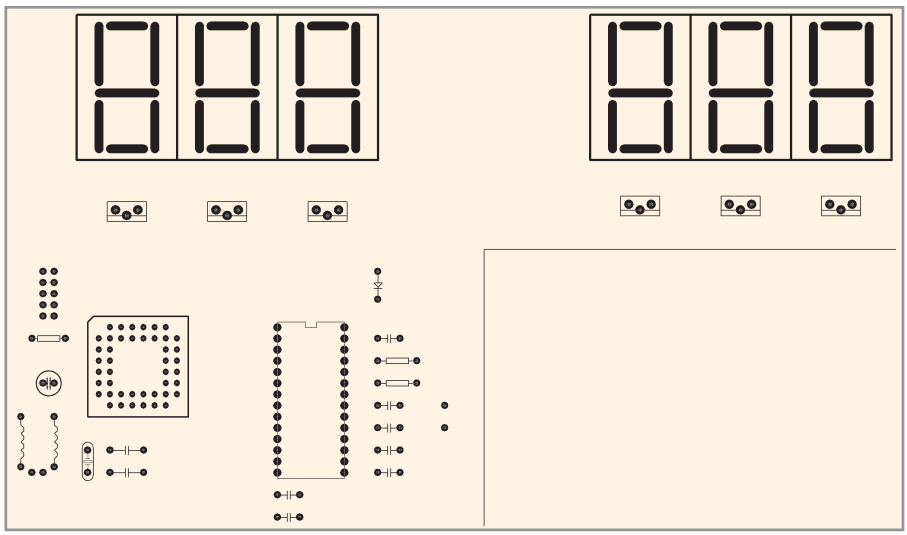


Рис. 2. Примерная компоновка элементов

вал – вырезал лишние паузы и привязал начало реплик к сетке, кратной 0,2 с. Теперь встала задача: как многократно записывать подготовленный wav-файл в кодек по одним и тем же адресам? Многократно потому, что надо проверять и тестировать разные варианты голосовых сообщений. Для записи необходимо дать команду REC на кодек и одновременно начать воспроизводить звуковой файл. Причём все неизбежные задержки должны быть всегда одинаковыми. Я заложил эти функции в модуль индикации AT90S8515. Связь с компьютером осуществляется через COM-порт и микросхему MAX232 в типовом включении. Используется один UART и для программирования, и для работы. Я выполнил порты на стандартном телефонном разъёме RJ и телефонном четырёхжильном проводе. Благодаря этому могу выбирать режимы, соединяя узлы:

- компьютерный COM-порт – MAX232 – AT90S8515 для программирования кодека, для эмуляции работы станка, проверки индикации;
- компьютерный COM-порт – MAX232 – AT90S2313 для проверки модуля считывания;
- станок – AT90S2313 – AT90S8515 в рабочем режиме.

Повторюсь, что все работы выполнялись без «живого» станка, поэтому был необходим эмулятор. После завершения проекта модуль MAX232 остался у меня для других разработок, а микроконтроллеры соединены напрямую AT90S2313 – AT90S8515.

Протокол обмена между модулями простой, через порт передаётся текстовое сообщение вида:

XXX 0011223344556677CRLF,

где XXX – команды: Rec – Запись, Say – Воспроизведение, Err – Ошибка, Tst – Тест .

Байты 00, 11, ..., 77 передаются в текстовом Hex-виде. 001122 – показания левого индикатора, 334455 – показания правого индикатора, 66 – состояние кнопки, 77 – не используется. В конце байты 0D0A – возврат каретки и перевод строки. Текстовый формат выбран для возможности легко управлять модулем через простую терминальную программу работы с COM-портом, я использовал TTY. В модулях пришлось добавить функцию перевода HEX – BIN, памяти для этого хватило.

Общий алгоритм работы получается следующим.

Модуль AT90S2313 опрашивает состояния индикатора с частотой 1008 раз в секунду. Показания фиксируются: PD3 = 0 по изменению сегментов, PD3 = 1 по изменению разряда. Нулевой разряд инициирует передачу всего блока Say 0001020304050607CRLF, где 00... – Hex-вид нулевого и далее разрядов. В 06 позиции значение кнопки: FF – нажата, 00 – не нажата. Блок передаётся при изменении любого разряда и при нажатии кнопки. При отсутствии динамической индикации MaxTimeOut более 5 секунд передаётся блок Err 0011223344556677.

Модуль AT90S8515 ожидает команду вида XXX 0011223344556677CRLF, при этом выводятся текущие показания на индикатор. Say – выводит показания на индикаторы и активирует процедуру воспроизведения фразчислительных через кодек. Err – сообщение об ошибке. Rec – активирует запись всей памяти кодека, начиная с адреса 0 и заканчивая 599, все 120 секунд. Одновременно с приходом этой команды должно начаться воспроизведение звукового файла, поступающего на вход кодека. Tst AAAAAABBBBBB – режим адресного воспроизведения. С адреса AAAAAA проиграть длительность BBBBBB.

На Делфи была написана программа EmulStanok, которая решала несколько вспомогательных задач:

- выдачу в COM-порт команды REC с одновременным запуском воспроизведения wav;
- формирование команды Say с любым сочетанием показаний разрядов для тестирования;
- воспроизведение любого звукового фрагмента памяти кодека заданной длительности.

Режим Tst использовался для уточнения адресов и длительностей фраз после их записи в кодек. Воспроизведение идёт по таблице констант (начальный адрес, длительность), которая задаётся при программировании AT90S8515 в памяти программы. EPPROM не использовал по причине вероятных сбоев.

Порядок действий такой:

- в AT90S8515 записываем код программы с примерной таблицей адресов и длительностей;
- записываем в кодек весь звуковой файл;
- программой EmulStanok и командой Tst AAAAAABBBBBBxx поочерёдно проверяем все звуковые фрагменты, уточняя начальный адрес и длительность. Важно чётко попасть в начало фразы, без лишней паузы, и не «откусить» окончание. Особенно режет слух подрезание «...ать» у «тридцать», «двадцать». Можно обойтись и без программы EmulStanok, просто набирая в терминалке команду Tst 0011223344556677. Из EmulStanok просто удобнее;
- уточнённую таблицу заносим в код программы AT90S8515, компилируем и перешиваем Flash-память.

Теперь алгоритм должен точно собирать заданные фразы.

Памяти 120 секунд оказалось много для голосовых сообщений, и я до-

бавил звуковые фрагменты для придания некоторого юмора системе: «визг тормозов», «разбитое стекло».

Фрагменты воспроизводятся в зависимости от ситуации. Например, фраза «Очень большой дебаланс» сопровождается жутким визгом тормозов и разбивающимся стеклом.

Фразы «Заходите к нам ещё», «Оплатите в кассу», «Удачи на дорогах!», «Счастливого пути» воспроизводятся в случайной последовательности.

Для синхронизации модуля считывания и отображения, для показа клиенту только значений дебаланса без служебных символов используется особенность алгоритма работы станка. При запуске измерения дебаланса гаснет штатный индикатор. А после измерения первое выведенное сообщение и есть дебаланс. С учётом этой закономерности служебные сообщения игнорируются и на табло выводятся только измеренные граммы.

В качестве УНЧ был применён готовый блок автомобильного усилителя. Единственное требование – устойчивая работа от +5 В. Динамик тоже от автомобильной акустики, подходящего размера.

Печатная плата не разрабатывалась, всё было сделано навесным монтажом. Вариант компоновки элементов на рис. 2. Индикаторы расположены с противоположной стороны от компонентов. Все поместилось в корпусе 30 × 30 × 5 см. Элементная база выбиралась исходя из доступности и простоты монтажа.

При программировании микросхем серии AT90 использовался SPI-программатор.

Существует множество вариантов его исполнения. Некоторые перечислены здесь: http://www.meteokot.narod.ru/progr.html.

Необходимо предусмотреть отключение сигналов MOSI, MISO, SCK от кодека ISD при программировании AT90S8515 (или вынимать ISD из панельки), так как возможно самопроизвольное переключение ISD в режим записи и порча записанных сообщений!

Исходный текст прошивок модулей размещён на сайте журнала.

Литература

1. http://www.atmel.com – описание микроконтроллеров семейства AT90S.

2. http://www.isd.com – описание кодека ISD.

Новости мира News of the World

Рынок ЖК-дисплеев

Согласно исследованиям, проведённым аналитиками IDC, рынок плоских жидкокристаллических TFT-экранов, который включает экраны телевизоров, ноутбуков и мониторы ПК, будет увеличиваться со среднегодовым коэффициентом роста, составляющим 15%. В 2003 г. объём этого рынка составлял 24 млрд. долл. По данным IDC, объём продаж на этом рынке увеличится в текущем году на 56% – до 37 млрд. долл., а к 2007 г. достигнет 42 млрд. К 2007 г. диаметр 43% экранов жидкокристаллических телевизоров превысит 30 дюймов по сравнению с 4% в 2003 г. Размер экранов большинства ноутбуков составит 14,1 и 15 дюймов. Суммарная доля рынка панелей этих двух размеров возрастёт к 2007 г. до 90%.

http://www.osp.ru/

В США презентовали новую технологию ТВ

Главной сенсацией завершившейся в Лас-Вегасе выставки Consumer Electronics Show (CES) стали телевизоры принципиально нового типа – на углеродных нанотрубках. Такие ТВ-приёмники обещают на порядок лучшее по качеству и более яркое изображение. Однако их скорому выходу на массовый рынок препятствуют два фактора: тупик в исследованиях новой технологии и засилье конкурирующих жидкокристаллических экранов.

Углерод, который применяется в теннисных ракетках и болидах «Формулы-1», в скором времени может стать основным элементом в производстве телевизоров. В рамках выставки CES-2005 было показано сразу несколько прототипов экранов нового поколения.

Технология FED (field emission display), которая лежит в основе новых телевизоров, представляет собой гибрид электронно-лучевой трубки и жидкокристаллического (ЖК) экрана. Проще говоря, FED-телевизор состоит из сотен тысяч микрокинескопов, выполненных на кристалле. Именно эти кинескопы, сделанные из особым способом полученного углерода, и обеспечивают повышенную яркость и детализацию изображения. Прототип FED-дисплея, выпущенный в 2004 г., имеет диагональ 38 дюймов. Но производители заявляют, что такие экраны могут иметь диагональ от 2 до небывалых 100 дюймов.

Согласно теоретическим расчётам, FED-телевизоры будут потреблять меньше энергии, чем плазменные панели или ЖК-экраны, показывать более чёткую картинку и даже стоить дешевле. «Концепция нанотрубочного телевизора обеспечивает качество картинки, близкое к традиционным электронно-лучевым дисплеям, а наилучшее качество изображения до сих пор обеспечивают именно они, – говорит Том Питстик, вице-президент по маркетингу хьюстонской компании Carbon Nanotechnologies. – Все крупнейшие производители дисплеев сейчас смотрят в сторону ТВ на нанотрубках». Корейская компания Samsung, которая также участвует в CES-2005 со своим прототипом FED-дисплея, обещает, что её модель появится на прилавках в конце 2006 г. Крупнейшие инвесторы в новую технологию, японские компании Canon и Toshiba, также ожидают, что их приёмники выйдут на рынок в 2006 г.

Однако у нарождающейся FED-технологии есть и немало препон для развития. В первую очередь исследовательских. Дело в том, что учёные ещё не настолько уверенно справляются с углеродными нанотрубками (основным элементом FED-экранов), как бы им хотелось. Для производства FED-телевизора необходимы миллионы одинаковых нанокристаллов, расположенных на одной панели. Как раз выращивание этих кристаллов – и есть самая сложная задача. Ещё в 2003 г. оптимисты говорили, что первые телевизоры на нанотрубках появятся в 2005 г. Один из пионеров в этих исследованиях, американская компания Candescent, потратила свыше $600 млн. на разработки в сфере FED, пока не продала свои активы Canon в августе 2004 г., через 2 месяца после того, как объявила о банкротстве.

Интересно, что у продвижения FED-дисплеев есть и рыночные проблемы. Как говорит вице-президент специализированного исследовательского агентства iSupply Пол Семенца, новичкам будет сложно войти на FED-рынок, в то время как инвестиции в конкурирующую технологию жидкокристаллических дисплеев измеряются миллиардами долларов. Аналитик Lux Research Мэтью Нордан соглашается с коллегой, указывая при этом, что хотя первые экземпляры телевизоров нового поколения и появятся в 2006 г., их массовое производство начнётся не раньше 2008–2009 гг.

http://www.expoua.com/

Новости российских дистрибьюторов

Промышленный 19-дюймовый ЖК-дисплей LD1946 от Litemax

Компания Litemax начала серийный выпуск нового 19-дюймового жидкокристаллического дисплея для сложных условий внешней освещённости – LD1946. Корпус и подставка выполнены из алюминия белого цвета. Новинка оснащена встроенной системой охлаждения из двух вентиляторов. Равномерность подсветки составляет 80%.

LD1946 способен обеспечить изображение наивысшего качества даже в сложных наружных условиях. Входные сигналы включают VGA, AV и S-видео. Дисплей может применяться на железнодорожных вокзалах, автобусных станциях, в аэропортах, торговых центрах, биржах, музеях и медицинских центрах. Яркость дисплея – 700 кд/м^2. Поэтому насыщенность, угол обзора и контрастное отношение весьма высоки. Ресурс системы задней подсветки этого изделия составляет 50 000 часов.

В то время как яркость стандартных ЖКД уменьшается непрерывно, LD1946 всегда имеет возможность постепенно снижать яркость, сохранять контрастность при любых условиях внешней освещённости.

Технические характеристики:

- Яркость 700 кд/м^2
- Шаг пикселя 0,294 × 0,294 мм
- Разрешение 1280 × 1024 пикселей (SXGA)
- Контрастное отношение 700 : 1
- Площадь изображения 376,32 × × 301,056 мм
- Время электрооптического отклика 20 мс (тип.)
- Число передаваемых цветов 16,7 млн.
- Угол обзора 170°/170°
- Максимальная мощность потребления 80 Вт

Компактный жидкокристаллический дисплей фирмы i-sft, устойчивый к внешним воздействующим факторам

Известный производитель ЖК-дисплеев для промышленных применений фирма i-sft начала поставки малоформатного 6,5-дюймового ЖК-дисплея 120i.06 для применения на транспортных средствах, промышленных применений, аппаратуре наружной установки.

Высокая яркость 1200 кд/м^2 позволяет считывать информацию даже при прямом солнечном освещении, при этом контрастное отношение равно 500 : 1. Система задней подсветки характеризуется большим сроком службы – более 50 000 часов (до уменьшения первоначальной яркости изображения вдвое); встроенный инвертор обеспечивает регулировку яркости в диапазоне 1000 : 1; упрочнённая конструкция устойчива к воздействию вибрации и механических ударов. Диапазон рабочих температур –20...+71°C, диапазон температур хранения от –25...+75°C.

Разрешение 640 × 480 пикселов, количество воспроизводимых цветов 262 144, шаг пиксела 0,207 × 0,207 мм; время электрооптического отклика 13 мс; 6-битные цифровые сигналы для каждого из трёх составляющих цвета RGB (Red, Green, Blue).

Габариты: 185,8 × 130,4 × 23,5 мм; вес 660 г; потребляемая мощность не более 12 Вт.

3,6-дюймовый ландшафтный ЖК-дисплей от компании Sharp

Фирма Sharp Microelectronics разработала жидкокристаллический дисплей LQ036Q1DA01 с размером диагонали 3,6 дюйма, который предназначен для мобильных аудио-/видеоустройств, характеризующихся ландшафтным представлением информации (изображение вытянуто по горизонтали). Цифровой дисплей поддерживает телевизионные видеостандарты и увеличивает производительность, поскольку исключает необходимость поворачивать изображение на экране. До этого изготовители комплектного оборудования, выпускающие аудио-/видеоизделия, применяли дисплеи, разработанные для PDA («карманных» компьютеров – Personal Digital Assistant) с вертикально расположенным изображением (изображение вытянуто по вертикали), и вынуждены были задействовать вычислительные возможности микропроцессоров или интегральных систем цифровых сигнальных процессоров (DSP) для поворота изображения в горизонтальное положение.

Новый дисплей является оптимальным решением для таких устройств, как портативные звуковые и DVD-проигрыватели, которым необходимо применение цветных дисплеев с небольшим потреблением мощности, обеспечивающих полноцветное изображение и выполненных в тонком лёгком корпусе.

Подсветка осуществляется светодиодами, поэтому цветной экран может быть затемнён на длительное время, сохраняя энергию для других функций. Естественная горизонтальная ориентация изображения сберегает вычислительные ресурсы, которые в других обстоятельствах требовали бы от ARM-процессора или DSP поворачивать изображение.

Цифровой ЖК-дисплей, выполненный на аморфном кремнии, характеризуется светодиодной системой задней подсветки, разрешением QSVGA, высотой 3,3 мм, яркостью 300 кд/м2 (что обеспечивается семью светодиодами с током потребления 17 мА каждый), контрастностью 350 : 1 и 45% NTSC. Дисплей интегрируется с микроконтроллерами серии BlueStreakTM и устройствами System-on-Chip (система на кристалле), отлично дополняя законченное системное решение от Sharp.

Прочный 8,4-дюймовый ЖК-дисплей

Корпорация Sharp представила жидкокристаллический дисплей на основе активной матрицы управляющих тонкоплёночных транзисторов (TFT) LQ084S3DG01. Новинка имеет среднюю яркость свечения 350 кд/м2, диагональ 21,3 см (8,4").

Небольшая высота (всего 1,16 см) позволяет применять дисплей в компактной конструкции. Мощная система задней подсветки обеспечивает прекрасное восприятие информации даже в сложной световой обстановке. Этому способствует разрешение 800 г 600 пикселов и низкий уровень отражения. Широкий температурный диапазон работы (–10...+65°C) позволяет применять дисплей при различных погодных условиях. Кроме того, температура хранения лежит в пределах –30...+80°C.

Таким образом, дисплей LQ084S3DG01 идеально подходит для применения в телекоммуникационных системах, банкоматах, информационных терминалах, в автомобильной промышленности, для навигационных систем, в медицине, в измерительной аппаратуре и функциональных дисплеях.

6-битный ТТЛ-интерфейс обеспечивает воспроизведение 262 144 цветов. Ресурс дисплея составляет 50 000 часов, что превышает средний ресурс дисплеев Sharp того же класса при полной яркости и вы-



Новости российских дистрибьюторов

соком качестве изображения.

Технические характеристики:

- размер диагонали 21,3 см (8,4"),
- разрешение 800 × 600 пикселов,
- габариты: 19,95 × 14,95 × 1,16 см,
- количество воспризводимых цветов 262 144,
- контрастное отношение 250 : 1,
- интерфейс: 18-битный сигнал данных (6 бит/цвет),
- напряжение питания 3,3 В.

Качественное изображение в небольшом формате – 6,4"

Компания Sharp Microelectronics представила новинку – 6,4-дюймовый TFT-дисплей LQ064V3DG01. Эта модель продолжает ряд малоформатных промышленных жидкокристаллических дисплеев, прочных, ярких, устойчивых к воздействию температур.

Новый дисплей обеспечивает яркость изображения 350 кд/м2. Современная система задней подсветки обеспечивает оптимальную чёткость изображения даже в условиях недостаточной освещённости.

Качественное изображение дисплея обеспечивается высоким разрешением – 640 × 480 пикселов, значительным количеством воспроизводимых цветов – 262 144 и низким отражением. Система задней подсветки имеет ресурс 50 000 часов при условии непрерывной работы, что значительно выше средних ожидаемых показателей обычных моделей. Экстремальные температуры также не представляют проблем для дисплея: дисплей функционирует в температурного диапазона –10...+70°C и может храниться при температуре –30...+80°C. Для сравнения, современные жидкокристаллические дисплеи с размером диагонали 6,4" функционируют только в пределах температурного диапазона 0...+60°C (максимум).

Новый дисплей может применяться во множестве приложений. Например, для служебных терминалов: в наружных установках, где дисплеи подвергаются воздействию температурных и погодных условий. Новая модель может использоваться вне зависимости от значительных колебаний температуры, что особенного актуально для России. Благодаря своей высокой яркости и устойчивости к воздействиям температур, ударов, вибраций, давления этот модуль также может быть рекомендован в качестве идеального решения для отображения информации в системах управления машинным оборудованием, медицинским оборудованием и в других приложениях с использованием сенсорных экранов.



Основные технические характеристики:

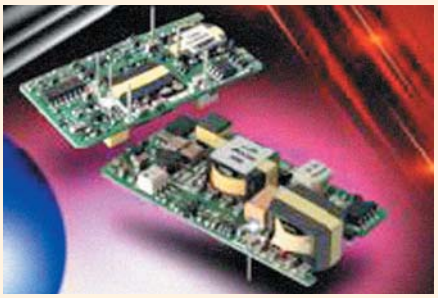
- размер экрана: 16,3 см (6,4"),
- разрешение: 640 × 480 пикселов,
- габариты: 161,3 × 117 × 12 мм,
- количество цветов: 262 144,
- контрастность: 150 : 1,
- КМОП: 18-битный сигнал данных (6 бит/цвет),
- напряжение питания: 3,3/5 В.

DC/DC-преобразователь UX40 от компании Nemic-Lambda обеспечивает большой ток нагрузки в широком температурном диапазоне

Фирма Nemic-Lambda представила новое 40-Вт пополнение к своей UX серии DC/DC-преобразователей со стандартными размерами основания 2 × 1 дюйм (50,8 × 25,4 мм). UX40 подходит для применения в распределённых системах электропитания, используется отдельно или как внешнее эффективное решение в случае сопряжения с DC/DC-преобразователем класса point-of-load. Это идеальный выбор для широкого ряда применений в технике связи, информационной технике, промышленности, позволяющий разработчикам сполна использовать преимущество принудительного охлаждения потоком воздуха, чтобы достичь более высокого тока нагрузки в широком диапазоне температур.

Во всём диапазоне рабочих температур UX40 характеризуется чрезвычайно высоким значением КПД – 89%. Частота преобразования 265 кГц. UX40 работает от сети постоянного напряжения с номинальным значением 48 В в диапазоне 36…75 В и имеет один канал выходного напряжения с номинальным значением 3,3 В. UX40 обеспечивает в нагрузке ток 7,5 А при температуре +50°C. Принудительный обдув воздухом небольшой интенсивности – 1,5 м/с – позволяет достигнуть максимального тока нагрузки 12 А при температуре до +70°C.

Преобразователь обладает стандартными сервисными функциями, включая ограничение тока нагрузки, защиту от превышения выходного напряжения, защиту от перегрева, выключение при низком входном напряжении; регулировку выходного напряжения внешним резистором. Доступны два варианта дистанционного включения-выключения.



DC/DC-преобразователи Nemic-Lambda серии PH

DC/DC-преобразователи фирмы Nemic-Lambda серий PH75F110-5/100, PH150S110-24/100 и PH300F110-24/100 идеально подходят для широкого ряда распределённых систем электропитания. Одноканальные модули питания являются компонентами комплексной PH-серии DC/DC-преобразователей, которая имеет выходные мощности 60...600 Вт и номинальные значения выходного напряжения 2...48 В. Модули DC/DC-преобразователей имеют высокий КПД и надёжность, а также обеспечивают параллельную работу с равномерным распределением тока нагрузки, что позволяет применять их в системах с резервированием. Все три модуля характеризуются диапазоном входного напряжения 66...160 В постоянного тока. Модель PH75F110-5/100 с номинальной выходной мощностью 75 Вт имеет выходной канал с напряжением 5 В, регулируемый в диапазоне –60...+20% от номинального значения при максимальном значении тока нагрузки 15 А.

Модель PH50S110-24/100 с номинальной мощностью 150 Вт имеет номинальное значение выходного напряжения 24 В, регулируемое в диапазоне –10...+10% (при входном напряжении100 В), и максимальное значение тока нагрузки 6,3 А. Наконец, модель PH300F110-24/100 обеспечивает мощность 302 Вт при выходном напряжении 24 В, регулируемом в диапазоне –60...+20% номинального значения, и максимальном значении тока нагрузки 12,6 А.

Защита по току ограничивает ток нагрузки на уровне 105...140%, а защита от перенапряжения отключает модуль при уровне выходного напряжения 145% от номинального значения. Преобразователи работают в диапазоне температур –20...+85°C и относительной влажности 30...95%.

Связь компьютеров через USB

Олег Вальпа (Челябинская обл.)

В статье рассказывается о том, как можно обеспечить связь между двумя компьютерами через интерфейс USB с помощью простого адаптера.

В настоящее время интерфейс USB является одним из самых распространённых компьютерных интерфейсов и входит в состав практически всех современных IBM PC-совместимых компьютеров. Фактически интерфейс USB стал стандартом соединения мультимедийных, промышленных и бытовых устройств. Однако он допускает подключение к компьютеру только периферийных устройств и не позволяет подключить другой компьютер для организации канала связи между ними. Это связано с тем, что спецификация на данный интерфейс определила его для связи только одного управляющего компьютера со множеством подчинённых ему устройств.

Тем не менее, эту проблему можно довольно просто решить, применив в схеме связи между двумя компьютерами простой адаптер USB–USB. Предлагаемый вниманию читателей адаптер разработан на основе микросхемы CP2101, которая представляет собой мост USB–UART.

Применив две такие микросхемы, включённые навстречу друг другу интерфейсами UART, можно изготовить адаптер с двумя интерфейсами USB, который можно подключать к разным управляющим компьютерам. Для каждого из двух компьютеров адаптер будет представлять собой подчинённое периферийное устройство, и конфликтной ситуации в использовании USB-интерфейса не возникнет. А интерфейсы UART внутри адаптера обеспечат взаимный обмен информацией между компьютерами.

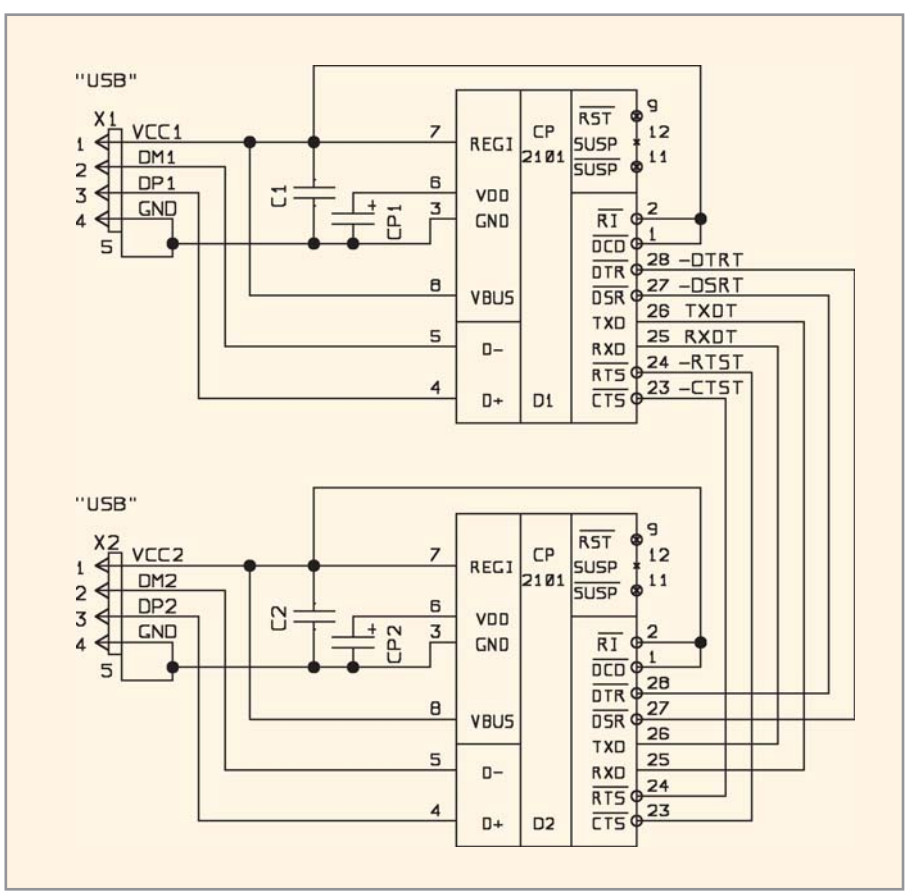


Рис. 1. Принципиальная схема адаптера

Помимо простоты схемы, данный адаптер обладает ещё одним замечательным качеством: он не требует разработки драйверов и другого специального программного обеспечения для реализации протокола связи между компьютерами. Дело в том, что в состав ОС Windows входит программа «прямое кабельное соединение», которую можно использовать для связи компьютеров через данный адаптер. Принципиальная схема адаптера показана на рисунке 1.

Как видно из схемы, она состоит всего лишь из двух микросхем CP2101, четырёх фильтрующих конденсаторов и двух разъёмов. Перечень элементов схемы с указанием их типов и номиналов приводится в таблице 1.

Микросхема CP2101 представляет собой однокристальный преобразователь USB–UART, не требующий внешних элементов, кроме фильтрующих конденсаторов. Кроме того, эта микросхема имеет малые размеры – 5 × 5мм, что позволяет создавать на её основе компактные устройства. Подробнее об этой микросхеме будет рассказано чуть позже.

Все элементы устройства размещены на печатной плате, топология (в растровом формате и формате PCAD2002) и сборочный чертёж которой доступны на сайте журнала.

Перед первым подключением адаптера к компьютеру необходимо при помощи тестера убедиться в отсутствии замыканий между выводами разъёмов X1 и X2, а также между соседними выводами микросхем D1 и D2. Адаптер не требует отладки и настройки, и при правильной сборке сразу начинает работать.

Рассмотрим подключение и установку драйверов для адаптера на компьютер с операционной системой Windows98. До подключения адаптера к компьютеру необходимо разрешить на компьютере работу USB-портов (в CMOS Setup) После этого в «Свойствах компьютера» должна присутствовать запись о наличии контроллеров шины USB, включаю-

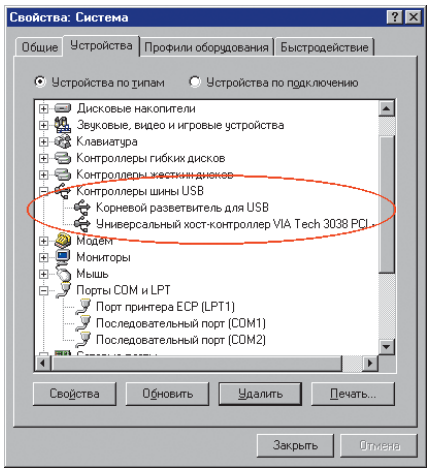


Рис. 2. Наличие включённых устройств USB

щих в себя корневой разветвитель для USB и универсальный хост-контроллер. Пример такой записи для операционной системы Windows98 приведён на рисунке 2.

Затем следует установить на компьютер драйверы для работы с адаптером. Для этого загрузите с сервера производителя [1] свободно распространяемые драйверы для микросхемы CP2101 и запустите на выполнение файл Setup.exe из загруженного пакета (для облегчения поиска драйверов и других программ, упоминаемых здесь, они размещены на сайте журнала). После запуска программа выведет на экран окно, показанное на рисунке 3.

Для продолжения работы программы нажмите кнопку Install. После завершения работы программы на жёстком диске компьютера будет создан каталог с драйверами в разделе C:\Program Files\Cygnal\CP2101 USB to UART Bridge Controller.

Теперь подключите адаптер USB-USB к компьютеру при помощи обычного USB-кабеля для периферийных устройств. При этом компьютер автоматически выведет сообщение о том, что обнаружено новое устройство, и начнёт поиск и создание базы драйверов для него. При появлении запроса компьютера укажите путь к каталогу размещения драйверов, приведённый выше. Компьютер автоматически установит драйверы.

После завершения данной процедуры, в списке контроллеров шины USB должны появиться устройства Cygnal USB Composite Device и CP2101 USB to UART Bridge Controller. В списке портов компьютера должен появиться новый виртуальный COM-порт CP2101 USB to UART Bridge Con-

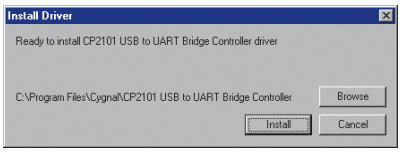


Рис. 3. Окно программы установки драйвера

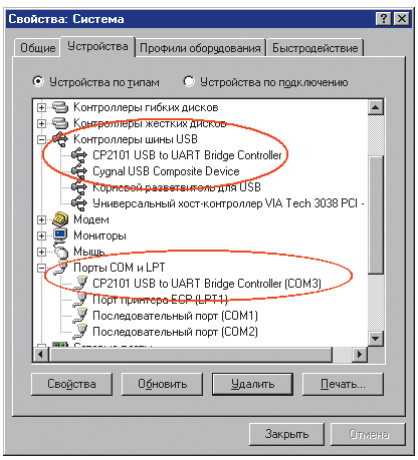


Рис. 4. Наличие обнаруженных и установленных устройств USB

troller (COM3), которому будет присвоен номер COM3 или другой свободный (см. рис. 4).

Если потребуется деинсталлировать драйверы адаптера, необходимо отключить адаптер USB–USB от компьютера и запустить программу CYG_Uninstall.exe из каталога C:\Program Files\Cygnal\CP2101 USB to UART Bridge Controller, после чего перезагрузить компьютер.

После установки драйверов на обоих соединяемых при помощи адаптера USB–USB компьютерах связь между ними можно осуществить при помощи программы прямого соединения, о которой было сказано выше. Для передачи файлов следует установить на каждом компьютере через «Свойства сетевого окружения» службу доступа к файлам и принтерам сетей Microsoft, входящую в состав инсталляционного пакета ОС Windows, и открыть доступ к файлам компьютера. Пример такой установки показан на рисунках 5 и 6 соответственно.

Кроме того, выбрав какой-нибудь каталог для обмена файлами между

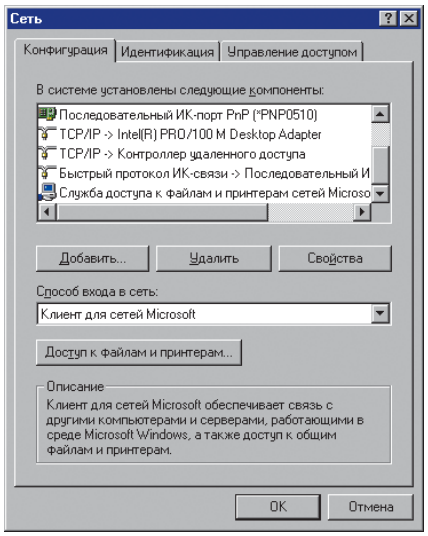


Рис. 5. Установка службы доступа к файлам и принтерам сетей Microsoft

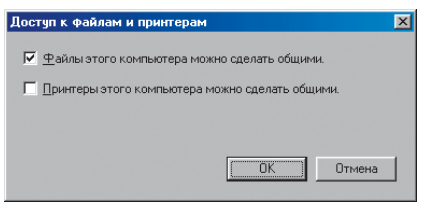


Рис. 6. Включение общего доступа к файлам

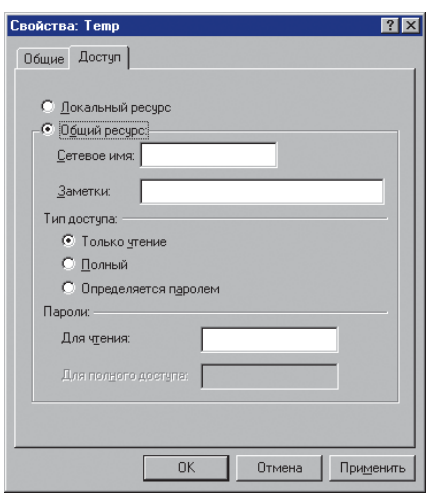


Рис. 7. Включение доступа к каталогу

компьютерами (или создав такой каталог специально), нужно задать в его свойствах полный доступ без пароля (см. рис. 7).

Теперь можно запустить программу прямого кабельного соединения поочерёдно на каждом из компьюте-

Таблица 1. Перечень элементов адаптера USB-USB

Позиционное обозначение	Наименование	Количество	Примечание
C1, C2	ЧИП-конденсаторы керамические 0805, 1 мкФ	2	
CP1, CP2	ЧИП-конденсаторы электролитические, CT-100+-20%-010-A	2	10 мкФ, 10 В
D1, D2	Микросхемы, CP2101 (CP2102)	2	MLP-28
X1, X2	Соединители, вилка USB B-4 на плату, тип B	2	

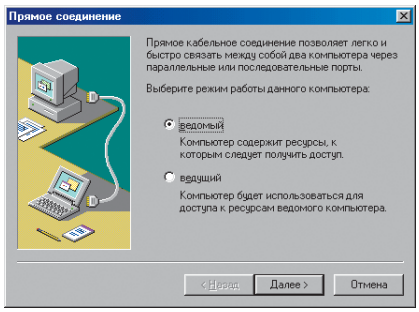


Рис. 8. Выбор режима работы компьютера (ведущий/ведомый)

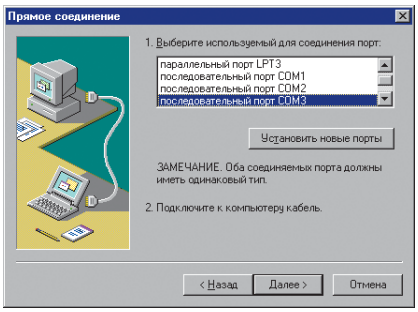


Рис. 9. Наличие дополнительного виртуального COM-порта

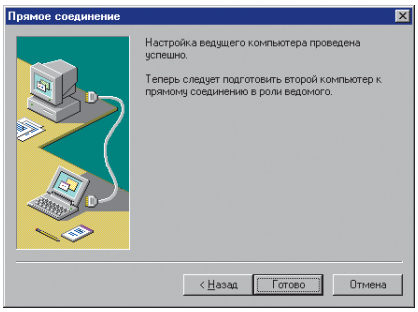


Рис. 10. Окно сообщения о готовности компьютера к связи

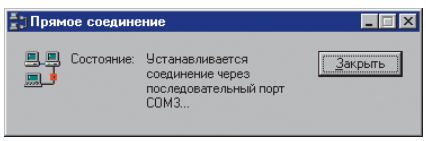


Рис. 11. Окно установки соединения

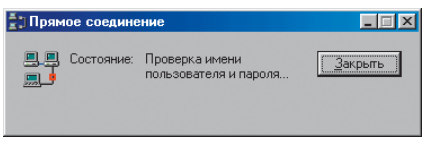


Рис. 12. Окно проверки имени пользователя и пароля

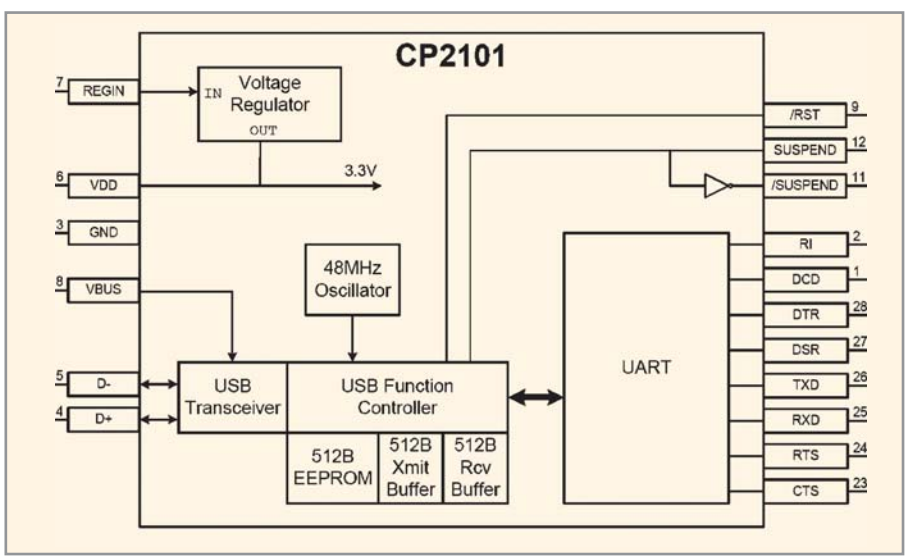


Рис. 13. Структурная схема CP2101

ров. Один из компьютеров необходимо назначить ведущим, а другой – ведомым (см. рис. 8).

Далее требуется выбрать порт для соединения между компьютерами. В нашем случае должен быть выбран последовательный виртуальный COM-порт, который появился в списке оборудования компьютера после подключения к нему адаптера USB-USB и установки драйверов (см. рис. 9).

Если требуемый порт отсутствует в списке оборудования программы прямого кабельного соединения, необходимо нажать в окне программы кнопку установки новых портов. По завершении настройки программы должно появиться окно (см. рис. 10) с сообщением о готовности компьютера.

Аналогично производится установка программы для второго компьютера, но уже в роли ведомого. После этого даётся разрешение работе программ на обоих компьютерах путём нажатия кнопки готовности. При этом на экране монитора появляется окно установки соединения (см. рис. 11).

Через несколько секунд на экране монитора ведущего компьютера должно появиться окно проверки имени пользователя и его пароля (см. рис. 12), после чего открывается доступ к каталогу ведомого компьютера со стороны ведущего. При этом пользователь ведущего компьютера может свободно читать и записывать файлы каталога ведомого компьютера при помощи «Проводника» или любого другого навигатора. Таким образом, адаптер USB-USB позволяет организовать между двумя компьютерами полноценную связь с возможностью обмена файлами, используя при этом готовое программное обеспечение, входящее в состав операционной системы компьютеров.

Теперь настало время несколько подробнее описать характеристики микросхемы CP2101 для оценки возможностей адаптера. Для большей наглядности на рисунке 13 показана структурная схема CP2101.

Основные узлы и технические характеристики микросхемы CP2101 таковы:

- встроенный контроллер USB-интерфейса спецификации 2.0 со скоростями передачи до 12 Мбит/с;

Таблица 2. Поля данных программы CP2101SetIDs.exe и их назначение

Название поля	Назначение	Данные
Select Device	Выбранное устройство	Служебное имя устройства
VID	Код поставщика	10C4
PID	Код производителя	EA60
Max. Power (2 mA Units)	Максимальное потребление тока (2 мА на единицу)	32
Power Use Attributes	Атрибуты питания	Self-powered (режим энергосбережения)
Serial Number	Серийный номер	0001 (не более 63 символов)
Product String	Название продукта	CP2102 USB to UART Bridge Controller (не более 126 символов)
Release Version	Номер версии	1.0

- встроенный асинхронный последовательный контроллер с поддержкой всех сигналов модемного интерфейса;
- поддержка 5-, 6-, 7- и 8-битных форматов передачи данных с 1, 1,5 или 2 стоп-битами, контролем чётности, нечётности и т.д.;
- обеспечение связи на скоростях от 300 бод до 921,6 Кбод;
- встроенные буферы принимаемых и передаваемых данных объёмом по 512 байт;
- встроенные 512 байт энергонезависимой EEPROM для записи идентификационных номеров USB, названия, версии устройства и т.д.;
- интегрированный приёмопередатчик USB, не требующий внешних компонентов обвязки;
- интегрированный тактовый генератор на 48 МГц, не требующий подключения внешнего кварцевого резонатора;
- встроенная схема сброса и инициализации;
- малое потребление энергии (в активном режиме 18 мА и 90 мкА в режиме ожидания);
- встроенный стабилизатор напряжения на 3,3 В с выходным током 80 мА, обеспечивающий питание как самого контроллера CP2101 непосредственно от USB-шины с напряжениями от 4 до 5,25 В, так и внешних активных элементов;
- миниатюрный корпус MLP-28 размером 5 × 5 мм;
- широкий рабочий температурный диапазон от –45 до 85°C.

На основе микросхемы CP2101 можно разрабатывать множество полезных устройств. Вот далеко не полный перечень областей её применения:

- адаптеры USB-UART для модернизации различных устройств;
- адаптеры USB-RS232/RS422/RS485;
- интерфейсы для мобильных телефонов, цифровых фотокамер, MP3-проигрывателей и т.п.;
- считыватели Smart Card, Flash card и т.п.;
- USB-модемы и системы управления;
- USB-считыватели штрих-кодов.

Микросхему CP2101 до недавнего времени выпускала фирма Cygnal, которая в 2004 г. была куплена фирмой Silicon Laboratories. Более подробную информацию о данной микросхеме можно найти на сайте [1]. В

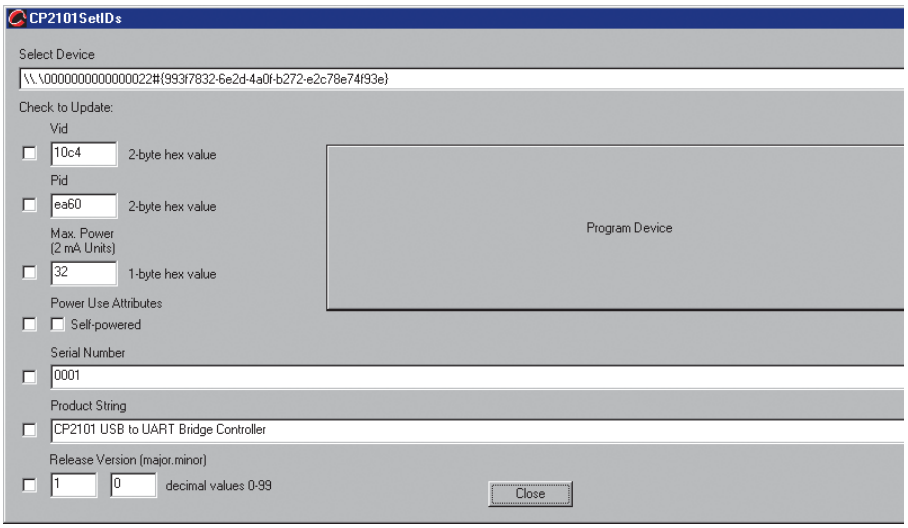


Рис. 14. Окно с данными для программирования микросхемы CP2101

настоящее время фирмой Silicon Laboratories выпущена модернизированная версия микросхемы – CP2102, которая полностью совместима с CP2101 как по контактам корпуса, так и по программному обеспечению. Модернизация коснулась лишь повышения степени защиты некоторых внутренних узлов от некорректных действий со стороны пользователя, поэтому микросхемы являются полностью взаимозаменяемыми.

После изготовления адаптера при желании можно выполнить программирование конфигурационной памяти EEPROM, входящей в состав микросхемы CP2101, например, с целью изменения названия адаптера или его серийного номера. При изготовлении все микросхемы программируются заводскими установками. Перепрограммирование может потребоваться и в том случае, если возникнет необходимость подключения к компьютеру одновременно нескольких адаптеров – в этом случае номера адаптеров должны отличаться друг от друга. Для программирования вовсе не требуется ни программатор, ни источник питания. Программирование производится непосредственно через интерфейс USB, который одновременно служит источником питания. Перед программированием необходимо скачать на сайте [1] (или на сайте журнала) свободно распространяемую программу CP2101SetIDs.exe, запакованную в архив AN144SW.zip (размер файла – 160 797 байт). Распакуйте все файлы из архивного файла AN144SW.zip в отдельный каталог, подключите адаптер к USB-интерфейсу компьютера и запустите программу CP2101SetIDs.exe. В результате на экране монитора появится окно с полями для заполнения различных идентификаторов, кода продукта, его названия и т.п. В таблице 2 приведены данные, которые должны находиться в полях программы, и пояснение их назначения.

На рисунке 14 в качестве образца показано окно с заполненной формой программы. Для успешного перепрограммирования необходимо изменить номер или название устройства в соответствующем поле формы программы, установить флажок напротив этого поля и щёлкнуть левой кнопкой мыши по кнопке Program Device. Поскольку адаптер содержит две микросхемы CP2101, программировать их необходимо по очереди, подключив адаптер к компьютеру сначала со стороны первого, а затем со стороны второго разъёма.

Описанный адаптер можно модифицировать, превратив его в полноценный адаптер USB-UART, USB-COM, USB-RS422, USB-485 и т.п. Это осуществляется при помощи соответствующих согласующих микросхем, включаемых после микросхемы CP2101. Таким образом, адаптер может использоваться для решения множества задач и принести большую пользу разработчикам схемотехнических устройств.

Литература

1. www.silabs.com

Закономерные тенденции синхронного выпрямления

Гари Бокок (Великобритания)
Перевод и дополнения – Виктор Жданкин (Москва)

Режим синхронного выпрямления обеспечивает более высокий КПД и удельные массогабаритные показатели высокочастотных регулируемых преобразователей. Поначалу он использовался лишь в наиболее передовых и дорогостоящих изделиях. Однако развитие технологий сделало возможным использование преимуществ синхронного выпрямления в устройствах, «чувствительных к стоимости». Статья поясняет, каким образом в настоящее время обеспечивается доступность высокоэффективных источников электропитания с выходными напряжениями 5 В и ниже в пределах популярного 130-ваттного диапазона.

Что такое синхронное выпрямление?

В схемах с синхронным выпрямлением используются коммутируемые полевые транзисторы (MOSFET), которые заменяют прямой и обратный диоды понижающего регулятора. Успех синхронного выпрямления обусловлен стремительным снижением стоимости силовых MOSFET, а также значительным уменьшением сопротивления открытого канала. Преимущества становятся очевидными при анализе потерь на токе 20 А.

Потери проводимости диода с номинальным напряжением 0,5 В в открытом состоянии (прямосмещённом):

$$20 \times 0{,}5 = 10 \text{ Вт},$$

тогда как потери проводимости MOSFET с сопротивлением открытого канала 14 мОм при 100°С:

$$20 \times 20 \times 14 = 5{,}6 \text{ Вт}.$$

В результате это обеспечивает 44-процентное увеличение КПД для 100-ваттного источника питания.

Несмотря на то что потери сокращаются почти вдвое, синхронное выпрямление не является идеальным решением для всех значений выходных напряжений, так как MOSFET с более высокими рабочими напряжениями, как правило, имеют и большее сопротивление открытого канала R_{DC}.

В стандартных схемных решениях синхронного выпрямления используются относительно сложные и дорогостоящие ИМС для коммутации MOSFET и обеспечения синхронизации и необходимого управления. Предотвращение одновременного открывания обоих ключей исключительно важно, чтобы минимизировать потери на переключение и генерацию помех. Мы коснёмся этих проблем ниже.

Преимущества синхронного выпрямления

Несмотря на то что КПД часто используется как основной энергетический показатель качества источников электропитания, преимущества становятся более очевидными, если рассматривать не КПД, а потери. Рост КПД на 10% – с 80 до 90% – означает снижение потерь с 20 до 10 Вт при мощности 100 Вт. Это означает, что потери, а значит, и количество рассеиваемого тепла, сокращаются вдвое. Даже повышение КПД с 85% до 90% приводит к уменьшению потерь с 15 до 10 Вт (при 100-Вт мощности), что означает 33-процентное уменьшение рассеиваемого тепла.

Уменьшение рассеиваемой мощности позволяет обойтись без принудительного охлаждения или уменьшить размеры источника вторичного электропитания (ИВЭП). Кроме того, в тех случаях, когда ИВЭП установлен вблизи другой радиоэлектронной аппаратуры, он будет меньше нагревать её. Поскольку частота отказов электронного оборудования обычно возрастает вдвое при увеличении температуры окружающей среды на 10°С, уменьшение рассеиваемой мощности ИВЭП может повысить общую надёжность системы. Меньшее выделение тепла также упрощает размещение или ориентацию ИВЭП, так как отпадает необходимость установки специальных теплоотводов, охлаждаемых свободным воздушным потоком.

Так как потери в диодах зависят от $I \times V_{FD}$ (где V_{FD} – прямое падение напряжения на диоде), параллельное включение диодов не уменьшает рассеиваемую мощность, и при больших токах необходимы мощные диоды. Напротив, потери MOSFET зависят от $I^2 \times R_{DS}$ (где R_{DS} – сопротивление открытого канала сток-исток), поэтому распределение тока между двумя MOSFET уменьшает каждый ток вдвое, а мощность рассеяния в каждом транзисторе – в 22, то есть вчетверо, уменьшая общую рассеиваемую мощность вдвое. Положительная температурная зависимость R_{DS} также благоприятно сказывается при разделении тока через MOSFET. Разнообразие вариантов исполнения MOSFET увеличивает гибкость конструирования, позволяя выбирать конструктивные параметры, высоту и т.д., что даёт возможность создавать устройства с меньшей стоимостью.

Проблема низкого выходного напряжения

Даже беглое исследование большинства источников питания показывает, что при выходном напряжении менее 5 В обнаруживаются трудности, так что достаточно проверить справочные данные, чтобы увидеть – или уменьшаются максимально допустимые мощности, или предусмотрен значительно больший воздушный поток, или разработчик вынужден применять особые способы теплоотвода.

Потери на сопротивлениях соединительных проводников в источниках с выходным напряжением 3,3 В и менее часто требуют введения стабилизации напряжения непосредственно на нагрузке (point-of-load), однако всё ещё существует спрос на модули ИВЭП с выходными напряжениями 5 и 3 В, которые просты в применении, компактны, надёжны и характеризуются высокими энергетическими показателями. Сконцентрировавшись на экономичном решении этой проблемы, компания XP (www.xpplc.com) представила новую структуру синхронного выпрямления и несколько запатентованных методов снижения помех и обеспечения коррекции коэффициента мощности, чтобы упростить конструктивное исполнение системы. Новая технология применяется в модулях ИВЭП серии JPS130 компании XP.

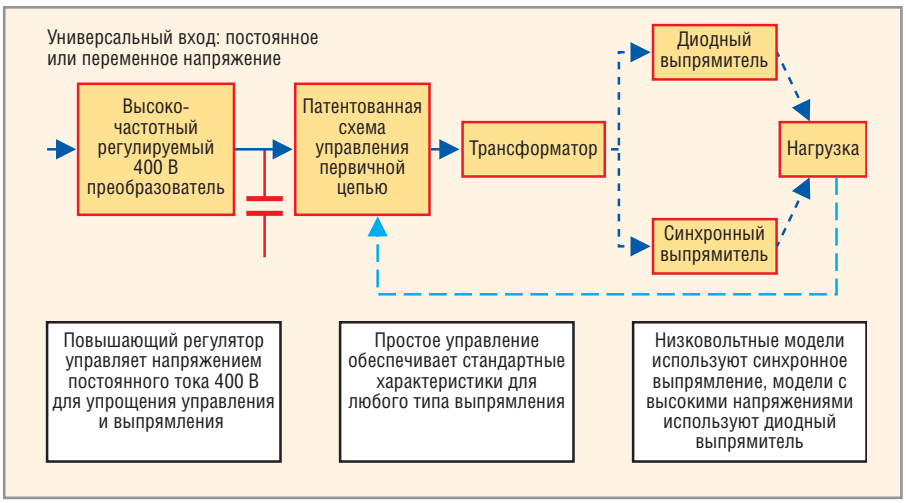


Рис. 1. Структурная схема разделения управления входом и выходом в источнике электропитания серии JP130

Синхронное выпрямление для стандартных конструкций

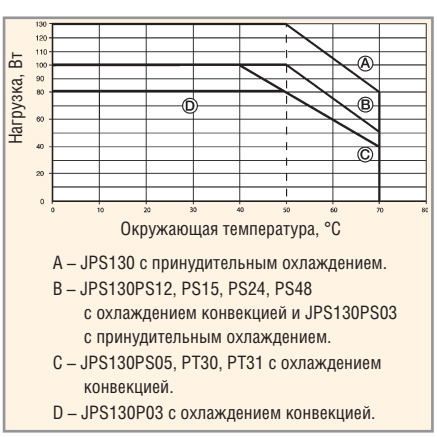
Необходимость управления переключением MOSFET требует применения в большей части существующих конструктивных решений сложных схем управления, высокая стоимость которых уменьшает преимущества, предоставляемые технологией синхронного выпрямления. Как правило, управление входом и выходом в подобных системах объединено. Однако, разделив управление входом и выходом (см. рис. 1), а также обеспечив стабильность напряжения первичной шины, ограничив коэффициент заполнения импульсов в каскаде высокочастотного регулируемого преобразователя, можно коммутировать выходные транзисторы MOSFET при помощи относительно простой и поэтому недорогой схемы управления. Этот каскад может управлять как выходом понижающего регулятора с демпферным диодом, так и выходом синхронного выпрямления, в котором вместо диодов применяются коммутируемые MOSFET. Поэтому можно создать единый ряд ИВЭП с разными выходными секциями для различных номинальных напряжений: с синхронным выпрямлением для 5- и 3,3-вольтовых модулей и с диодным выпрямителем для более высоких напряжений. Причём их стоимость снижается благодаря унификации.

Входная секция спроектирована как подсистема импульсного повышающего регулятора, что позволяет конструкции использовать как постоянное, так и переменное (47...63 Гц) напряжение в диапазоне 85...264 В. Имеется встроенный активный корректор коэффициента мощности, обеспечивающий значение КМ > 0,9 (тип.), что соответствует стандартным для промышленности рабочим параметрам. Предусмотрены все типовые сервисные функции, такие как защита по току, защита от перенапряжения, выносная обратная связь. Помимо высокой величины показателя среднего времени наработки на отказ (MTBF – Mean Time Between Failure), существуют и другие преимущества, которые делают эти ИВЭП простыми и экономичными в эксплуатации.

Скрытые издержки

Большинство системных разработчиков сталкивалось с необходимостью дополнительных затрат для обеспечения принудительного охлаждения и связанными с этим проблемами, такими как ненадёжность вентилятора и чрезмерный шум; поэтому некоторые рабочие характеристики требуют разъяснения для их правильного понимания. Модуль с одинаковыми габаритами обеспечивает в нагрузке 130 Вт при принудительном обдуве с интенсивностью 0,5 м³/мин (18 CFM) и 100 Вт при отводе выделяемой тепловой энергии конвекцией для любого из двух выходных напряжений 48 или 5 В. Это возможно благодаря применению синхронного выпрямления для моделей с выходными каналами 5 В и ниже, в отличие от других серий, где 5- и 3,3-вольтовые выходы имеют одинаковый ток нагрузки. Модель JPS130 с 3,3-вольтовым выходом обеспечивает дополнительные 25% тока при 25 А по сравнению с 20 А для 5-вольтового модуля. Как можно видеть из рисунка 2, охлаждение конвекцией обеспечивает выходную мощность 100 Вт при температуре окружающей среды до 50°C для 48-, 24-, 15- и 12-вольтовых моделей, до 40°C – для 5-вольтовой модели и 80 Вт – при температуре до 50°C для 3,3-вольтовых моделей.

Источники электропитания оказывают влияние на электромагнитную совместимость (ЭМС) законченной системы. И хотя свой вклад вносят также нагруженность и способ прокладки проводов, однако чем меньше помехи, создаваемые ИВЭП, тем про-



A – JPS130 с принудительным охлаждением.
B – JPS130PS12, PS15, PS24, PS48 с охлаждением конвекцией и JPS130PS03 с принудительным охлаждением.
C – JPS130PS05, PT30, PT31 с охлаждением конвекцией.
D – JPS130P03 с охлаждением конвекцией.

Рис. 2. Зависимость выходной мощности от нагрузки для различных моделей ИВЭП серии JPS130 и различных видов отвода тепловой энергии

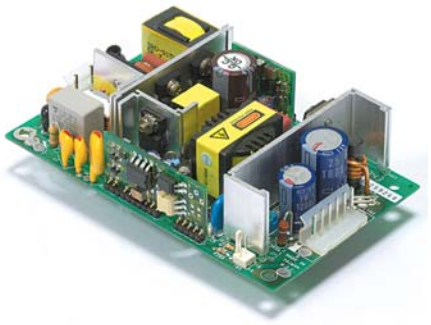


Рис. 3. Внешний вид модуля источника питания серии JPS130 фирмы XP

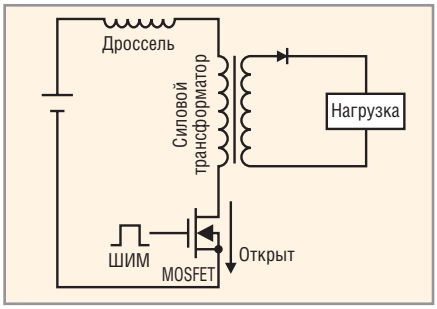


Рис. 4. Упрощённая схема метода регулирования посредством широтно-импульсной модуляции

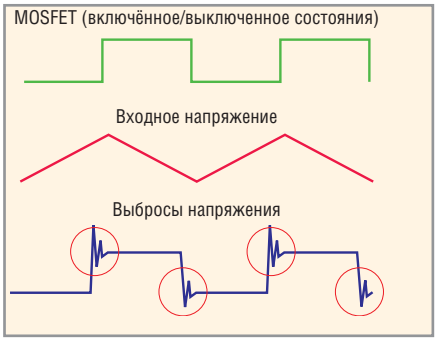


Рис. 5. Осциллограммы напряжений ШИМ-регулирования

ще достигнуть ЭМС системы в целом. А так как процесс коммутации транзисторных ключей вносит значительный вклад в электромагнитные помехи, а также влияет на потери мощности в других компонентах, этот аспект при проектировании ИВЭП является определяющим.

На рисунке 3 показан внешний вид источников электропитания серии JPS130, а в таблице представлены их основные технические характеристики.

Переключение при нулевом напряжении с ограничением амплитуд выбросов

Существует много работ (например, [1]), исследующих высокочастотный процесс преобразования напряжения с переключением транзисторов при нуле напряжения с ограничением амплитуд выбросов и СВЧ-помех при малых коммутационных потерях. Резонансные схемы, как правило, требовали или большого зазора в сердечнике основного трансформатора, или внешнего дросселя, но паразитные «звоны» в индуктивности рассеяния и паразитной ёмкости вносят дополнительные потери и нежелательные помехи.

В типовом ИВЭП контроллер осуществляет регулирование методом ШИМ с постоянной рабочей частотой и обратной связью по напряжению, а также дополнительной обратной связью по току дросселя (ДОСТД). Схема управления обеспечивает прохождение импульсов напряжения через силовой MOSFET, а регулирование выходного напряжения осуществляется изменением коэффициента заполнения импульсов. Передача энергии первичного источника через трансформатор в нагрузку происходит тогда, когда MOSFET находится в режиме отсечки или полностью открыт. В промежуточных состояниях, будучи неспособным переключиться мгновенно, он рассеивает значительную мощность.

В период, когда транзистор MOSFET закрыт, входное напряжение, прикладываемое параллельно ему, постепенно увеличивается (см. рис. 4, 5). Когда MOSFET открывается, входное напряжение через трансформатор передаётся в нагрузку. При этом MOSFET подвергается воздействию выбросов напряжения, что снижает эффективность преобразования. Поскольку для того, чтобы MOSFET полностью открылся или закрылся, требуется некоторое время, при стандартном ШИМ-регулировании невозможно достичь высокой частоты переключения (иначе КПД будет неприемлемо низок), а значит, приходится использовать громоздкие и малоэффективные компоненты.

В структуре с коммутацией при нуле напряжения/нулевом токе (см. рис. 6) применяется пара MOSFET, которые включаются и выключаются в моменты времени, когда отсутствуют ток или напряжение. Процесс описывается временной диаграммой (см. рис. 7) и происходит в следующем порядке:

1. Входное напряжение прикладывается к ZVS MOSFET.
2. С начальным током в начальный момент времени t_0 ZCS MOSFET открывается (нет тока – нет потерь, вызванных выбросами напряжения) и даёт току постепенно протекать в контур-накопитель. Как только в нём накопится энергия, напряжение на ZVS MOSFET спадает до нуля.
3. ZVS MOSFET открывается при нулевом напряжении, и энергия отво-

Основные технические характеристики ИВЭП серии JPS130 фирмы XP Plc

Модель	Выходное напряжение, В	Ток нагрузки, А		Выходная мощность, Вт	Общая пульсация (двойная амплитуда), мВ
		естественное воздушное охлаждение	принудительное воздушное охлаждение (интенсивность обдува 18CFM)		
JPS130PS03	3,3	25	30	50	100
JPS130PS05	+5,0	20	26	50	130
JPS130PS12	+12,0	9	10,8	120	130
JPS130PS15	+15,0	7	8,7	120	130
JPS130PS24	+24,0	4,5	5,4	200	130
JPS130PS48	+48,0	2,3	2,7	200	130
JPS130PT31	+5,0[1] +12,0[2] –12,0[3]	11,5 3,0 0,5	15,0 4,0 0,5	50 100 100	130
JPS130PT30	+3,3[1] +5,0[2] +12,0[3]	10,0 8,0 0,5	15,0 15,0 0,5	50 50 100	130

[1]Для обеспечения требований к стабильности напряжений дополнительных каналов, канал V1 должен быть нагружен минимум на 20%.

[2]Нестабильность по току дополнительных каналов определена в диапазоне 60% номинального значения ±40%.

[3]Пульсация выходного напряжения измерена в полосе пропускания 15 МГц; на каждом выходном канале установлен керамический высокочастотный конденсатор ёмкостью 0,47 мкФ и электролитический конденсатор ёмкостью 22 мкФ при номинальной нагрузке и номинальном входном напряжении.

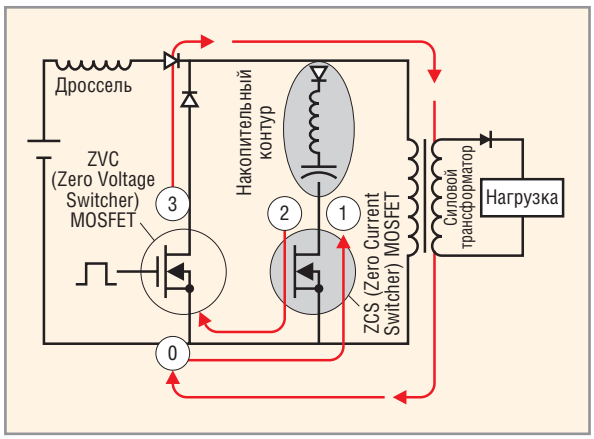


Рис. 6. Упрощённая схема структуры преобразователя с переключением при нуле напряжения

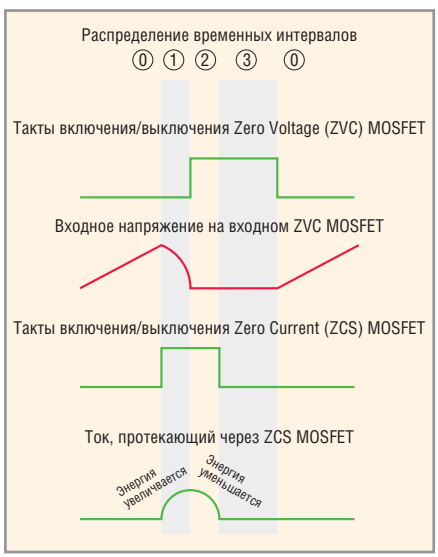


Рис. 7. Временная диаграмма процессов в структуре преобразователя с коммутацией при нуле напряжения

дится через него из накопительного контура, пока ток не станет нулевым (Zero Current); тогда ZCS MOSFET запирается.

4. Пока ZVC MOSFET открыт, он даёт входному напряжению передаваться через трансформатор во вторичную цепь. ШИМ-контроллер изменяет коэффициент заполнения ZVC MOSFET и осуществляет регулирование выходного напряжения.

Применение патентованной схемы первичной цепи в ИВЭП серии XP, которая автоматически устраняет «звон» индуктивных и ёмкостных компонентов, позволило уменьшить помехи на 6 дБ, сократить потери мощности, понизить номинальное значение обратного напряжения для вторичного выпрямителя и поднять рабочую частоту. Это позволило достичь удельной мощности 420 Вт/дм^3 для моделей с выходными напряжениями от 5 до 48 В.

Синхронное выпрямление для всех

Сегодня синхронное выпрямлени не является чем-то выдающимся, и сейчас для системных разработчиков настало время двигаться дальше и сконцентрироваться на том, что же данный источник питания даст для их системы и общего процесса разработки. Поскольку новая структура снимает вопрос технологии и стоимости синхронных ИВЭП стандартных систем, разработчики могут вновь обратиться к рассмотрению основных требований их систем, что предпочтительнее, чем рассмотрение синхронного выпрямления в качестве «чаши Грааля».

Несмотря на то что КПД является общим главным энергетическим показателем, рассмотрение фактических потерь мощности даёт лучшее сравнение разных ИВЭП и позволяет более глубоко проникнуть в суть таких факторов, как обеспечение тепловых режимов и общей надёжности. Также важно обратить внимание на такие вопросы, как необходимые запасы по ЭМС и коэффициент мощности, чтобы законченная система гарантированно соответствовала требованиям международных стандартов по ЭМС, была устойчивой к воздействию импульсных помех большой энергии, радиочастотному электромагнитному полю, электростатическим разрядам, динамическим изменениям напряжения электропитания.

В [2…18] можно дополнительно ознакомиться с методом синхронного выпрямления, коррекции коэффициента мощности (литература добавлена при переводе).

Литература

1. *Henze C.P., Martin H.C., Paraley D.W.* Zero-Voltage Switching in High Frequency Power Converters Using Pulse Width Modulation. IEEE Applied Power and Electronics Conference Proceedings, 1998. P. 33–40.
2. *Blake C., Guerra A.* The Decision between Schottky Diodes and Synchronous Rectification Using FETs.
3. *Yee H.P.* Prediction Technology to Control Synchronous Rectifiers.
4. Synchronous Rectification. Application Note DC-006 DC/DC-converters, Beta Dyne.
5. IR Speeds Efficient Isolated DC-DC Converters Design with New Synchronous Rectification IC: International Rectifier, May 29, 2000.
6. *Жикленков Д.В., Исаков М.С., Карзов Б.Н.* Синхронное выпрямление в прямоходовой схеме преобразователя напряжения. Практическая силовая электроника. 2002. № 8 С. 23–26.
7. *Карзов Б.Н., Кастров М.Ю., Малышков Г.М.* МДП-транзисторы как диоды. Практическая силовая электроника. 2001. № 1. С. 29–31.
8. *Васильев А., Худяков В., Хабузов В.* Анализ современных методов и технических средств коррекции коэффициента мощности у импульсных устройств. Силовая электроника. 2004. № 2. С. 72–77.
9. *Кастров М., Герасимов А., Малышков Г.* Однофазные корректоры коэффициента мощности в системах вторичного электропитания. Электроника: Наука, Технология, Бизнес. 2004. № 1. С. 16–20.
10. *Григорьев В., Дуплякин Е.* Коррекция коэффициента мощности во вторичных источниках электропитания. Электронные компоненты. 2000. №№ 2, 3.
11. *Хантер П.* Улучшение характеристик импульсных источников питания путём коррекции коэффициента мощности. Электроника. 1992. № 11–12.
12. *Коул Б.К.* Решение проблемы коррекции коэффициента мощности. Электроника. 1989. № 13. С. 48–50.
13. *Климов В.П., Смирнов В.Н.* Коэффициент мощности однофазного бестрансформаторного импульсного источника питания. Практическая силовая электроника. 2002. № 5. С. 21–23.
14. *Климов В.П., Федосеев В.И.* Схемотехника однофазных корректоров коэффициента мощности. Практическая силовая электроника. 2002. № 8. С. 8–11.
15. *Goryanskey I.* Zero-Voltage Switching Quasi Square Wave Converters. Cinema&Photo Research Institute (NIKFI). Moscow, Russia, January 1998.
16. *Кастров М.Ю., Карзов Б.Н., Овчинников Д.А.* Преобразователи с переключением при нуле напряжения. Практическая силовая электроника. 2001. № 3. С. 7–12.
17. *Кабелев Б.В.* Регуляторы и преобразователи с коммутацией при нуле напряжения. Электроника: Наука, Технология, Бизнес. 1998. № 3–4. С. 83–86.
18. *Лукин А.В.* Высокочастотные преобразователи постоянного напряжения и их классификация. Электроника: Наука, Технология, Бизнес. 1998. № 1. С. 33–36.

Электромагнитная совместимость и ограничения при конструировании печатных плат

Публикуется по: Electromagnetic Compatibility and Printed Circuit Boards Constraints, Philips Semiconductors Application Note ESG 89001 (http://www.semiconductors.philips.com/acrobat/applicationnotes/U89001.pdf).

Перевод Владимира Семёнова (г. Великий Новгород)

В последнее время всё большее внимание уделяется обеспечению электромагнитной совместимости радиоэлектронных устройств. В Руководстве по применению, перевод которого публикуется с согласия фирмы Philips, предпринята попытка численно оценить уровень излучения радиоэлектронного устройства, смонтированного на печатной плате, и даны рекомендации по уменьшению уровня такого излучения. В первой части перевода Руководства рассматривается построение соединений на плате как линий передачи, состоящих из прямого и обратного сигнальных проводников с известными параметрами.

Введение

Трассировка печатной платы оказывает значительное влияние на электромагнитную совместимость устройства, в котором эта плата применяется, как в отношении электромагнитного излучения самой схемой, так и её чувствительности к электромагнитным полям. Также большое влияние оказывают кабели, соединяющие печатную плату с другими компонентами системы, например, генератором сигнала, розеткой кабельного телевидения, источником питания постоянного тока или сетью.

Для обеспечения требований по ЭМС необходимо в соответствии с рекомендациями, данными в этой статье, оптимизировать трассировку печатных проводников, расположение разъёмов и элементов развязки по питанию.

Для получения экономичного, но функционального проекта печатной платы следует обеспечить:

- правильный выбор *формата печатной платы* (односторонняя, двусторонняя, многослойная);
- свой *обратный проводник* для каждого сигнального проводника, проходящий как можно ближе к последнему;
- необходимую *развязку по питанию* для каждой интегральной схемы или группы схем;
- *ограничение длины* проводников и *площади* контуров до допустимых значений;
- правильное *размещение соединителей* (разъёмов);
- правильный *выбор кабелей* и соединителей для них;
- правильное использование и размещение *фильтров*.

Ниже эти положения будут рассмотрены подробнее. *Главной задачей проектировщика является установление полного контроля над протеканием токов по печатной плате.*

Общие положения

Проводники

Одиночные проводники имеют индуктивность порядка 1 мкГн/м (в предположении, что обратные провода и поверхности удалены настолько, что их влиянием можно пренебречь. – *Прим. перев.*). На частотах ниже 1 кГц учитывается только сопротивление постоянному току. В соответствии с законом Ома, разность потенциалов между некоторыми точками определяется полным сопротивлением (импедансом) между этими точками и током, протекающим через это сопротивление. Для уменьшения разности потенциалов нужно уменьшать импеданс и (или) ток.

В типичных цифровых схемах разность потенциалов не зависит от частоты. Ток прямоугольной формы, возникающий в резистивной нагрузке при прямоугольном выходном напряжении, может быть описан как сумма гармоник (синусоидальных волн), где амплитуда гармоники уменьшается пропорционально частоте (см. рис. 1а). Импеданс индуктивности увеличивается пропорционально частоте (см. рис. 1б), поэтому разность потенциалов остаётся постоянной (см. рис. 1в).

Когда ток имеет треугольную форму, например, вследствие емкостной нагрузки, амплитуда гармоник обратно пропорциональна квадрату частоты, а разность потенциалов на индуктивности уменьшается прямо пропорционально.

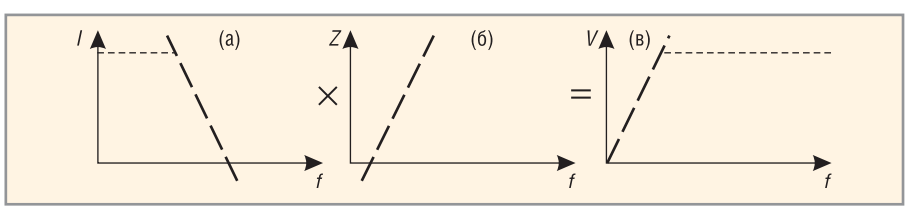


Рис. 1. Разность потенциалов как произведение тока и импеданса в функции частоты

Линии передачи

Обозначив индуктивность одиночного провода как L_i, взаимную индуктивность – M, а ёмкость между дорожками – C_i (используются погонные параметры, т. е. отнесённые к единице длины. – *Прим. перев.*), можно определить характеристический импеданс линии передачи, показанной на рисунке 2:

$$Z_0 = \sqrt{L_{\text{eff}} / C},$$

где $L_{\text{eff}} = L1 + L2 - 2M$; $k = \sqrt{(L1 + L2)/M}$ и $C = C1 + C2$.

С ростом коэффициента связи k между проводниками линии передачи эффективная индуктивность L_{eff} будет быстро уменьшаться. Коэффициенты электромагнитной связи для некоторых линий передачи приведены в таблице 1.

Вид сигнальных проводников, проведённых произвольно (см. рис. 3а), должен быть преобразован к виду линии передачи (см. рис. 3б). Это снизит эффективную индуктивность L_{eff} линии связи между двумя микросхемами, что приведёт к уменьшению разности потенциалов между их общими точками.

Емкостная и индуктивная электромагнитная связь

Если сигнальная линия и её обратный проводник всё же не образуют эффективную линию передачи, можно отдельно использовать емкостные и индуктивные величины (см. рис. 2) для вычисления перекрёстной связи между соседними дорожками. Емкостная связь в виде наведённого тока:

$$I_{C_k} = C_k \times dV / dt ,$$

где C_k – ёмкость между соседними проводниками (на практике – 100 пФ/м; зависит от близости других проводников; см. Приложение).

Индуктивная связь в виде наведённого напряжения:

$$V_{mk} = M_k \times dI/dt,$$

где M_k – взаимоиндуктивность между двумя проводниками (более подробно см. в разделе «Сигнальный и обратный проводники»).

В большинстве случаев такая связь между проводниками оказывается существенной.

Выбор параметров печатной платы

Правильно выбрав материал и осуществив грамотную разводку печатной платы, можно создать хорошие линии передачи, имеющие слабую электромагнитную связь с другими дорожками. Слабая перекрёстная связь может быть получена, когда расстояние между двумя проводниками линии передачи d меньше, чем расстояние от них до других соседних проводников (см. рис. 4).

При использовании этих примеров геометрии дорожек параметры связи между S1, S2, S_{ij} и (S2) GND, V_{ee} и/или V_{cc} легко определяемы, а электромагнитная связь между проводниками S2 и S1 является слабой. Наиболее экономичный формат (число слоёв) печатной платы должен выбираться с учётом:

- нормативных и/или функциональных требований к электромагнитной совместимости изделия;
- допустимой плотности дорожек;
- возможностей сборочного производства;
- возможностей системы CAD;
- расходов на проект;
- количества печатных плат;
- стоимости экранов электромагнитного излучения.

Особое внимание необходимо обратить на совокупную стоимость (монтаж компонентов + формат печатной платы + защита от электромагнитного излучения + конструкция + сборка) в том случае, когда рассматривается вариант изделия с неэкранированным корпусом. Во многих случаях выбор соответствующего формата печатной платы может исключить необходимость использования металлического экрана внутри пластмассового корпуса.

Для того чтобы уменьшить нежелательное излучение (или улучшить защиту от него), целесообразно, особенно для сигналов с крутыми фронтами, создание линий передачи между $S \leftrightarrow V_{cc}$, $S \leftrightarrow V_{ee}$ и $V_{ee} \leftrightarrow V_{cc}$, как показано на рисунке 5.

Сигнальный ток определяется симметрией выходного каскада интегральной схемы. Для КМОП (CMOS) $I_{OL} = I_{OH}$, в то время как для ТТЛ $I_{OL} > I_{OH}$.

Выбранное семейство логических микросхем и функциональные моменты определяют типичный характеристический импеданс Z_0 для линий передачи, перечисленных в таблице 2.

Для двух соседних проводников применяется следующая формула:

$$Z_0 = 120\ln(\pi b/(b+c))/\sqrt{\varepsilon_r} ,$$

где b – расстояние между проводниками; b – ширина проводника; c – его толщина (типичное значение 17 мкм).

Для двух проводников, расположенных один над другим:

$$Z_0 = 120\pi(h/(h+b))/\sqrt{\varepsilon_r} ,$$

где h – толщина диэлектрика (типичное значение 1,5 мм).

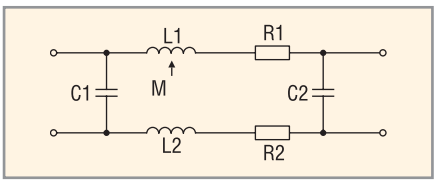


Рис. 2. Отрезок линии передачи

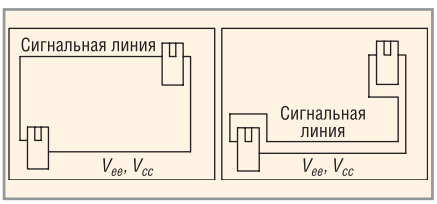


Рис. 3. Варианты проведения сигнальных линий на печатной плате:
а) линия передачи сигнала, проведённая произвольно; нет связи $S \leftrightarrow V_{ee}$, V_{cc}; б) хорошая линия передачи сигнала: есть связь $S \leftrightarrow \leftrightarrow V_{ee}$, V_{cc}

Когда дорожка находится над заземлённой плоскостью, применяется следующая формула:

$$Z_0 = 87\ln(6h/(0{,}8b+c))/(\sqrt{\varepsilon_r}+\sqrt{2}).$$

И наконец, в случае, *когда проводник расположен между двумя (заземлёнными) плоскостями*, применяется формула:

$$Z_0 = 60\ln(4K/(0{,}67\pi b(0{,}8+c/b)))/\sqrt{\varepsilon_r},$$

где K – расстояние между плоскостями.

Таблица 1. Коэффициенты электромагнитной связи между проводниками линии передачи

Линия передачи	Коэффициент связи
Параллельные провода	0,5...0,7
Двусторонняя печатная плата	0,6...0,9
Многослойная печатная плата	0,9...0,97
Коаксиальные кабели	0,8...1,0
Коаксиальный кабель RG-58	0,996

Таблица 2. Импедансы линий передач Z_0 (для некоторых случаев)

Функция/логическое семейство	Z_0, Ом
Линии питания	<< 10
Сигнал ЭСЛ (ECL)	50
Сигнал ТТЛ (TTL)	100
Сигнал HC(T)	200

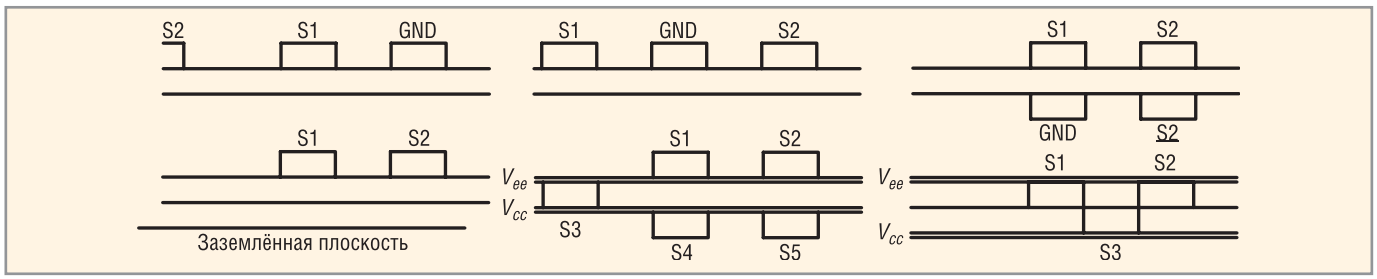


Рис. 4. Типичные форматы печатной платы:
один слой (а, б) d(S1 ↔ GND) < d(S2 ↔ S1); два слоя (в) d(S1 ↔ GND) < D(S2 ↔ S2); (г) d(S1 ↔ GND) и d(S2 ↔ GND) < d(S1 ↔ S2); несколько слоёв (д, е) $d(S_i \leftrightarrow V_{ee})$ или $d(S_i \leftrightarrow V_{cc}) < d(S_i \leftrightarrow S_j)$; $l < i, j <<$ число проводников

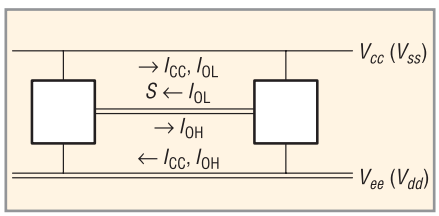


Рис. 5. Типичная схема с двумя цифровыми интегральными схемами, на которой показано три специфических линии передачи.
I_{CC} – ток потребления; I_{OL} – выходной ток низкого уровня; I_{OH} – выходной ток высокого уровня

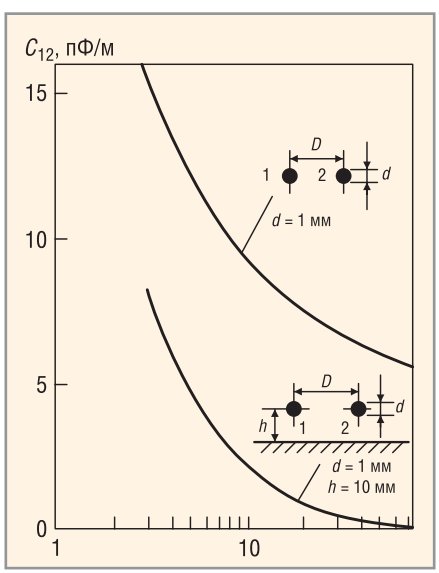


Рис. 6. Емкостная связь двух проводников в свободном пространстве и двух проводников, находящихся над заземлённой плоскостью

Типичное значение диэлектрической проницаемости диэлектрика $\varepsilon_r = 4{,}7$.

Сигнальный и обратный проводники

Необходимо, чтобы обратные проводники находились как можно ближе к сигнальным для того, чтобы предотвратить излучение с площади контура между этими проводниками и уменьшить магнитную восприимчивость к напряжениям, которые могут быть наведены в этом контуре, например, от радиочастотных передатчиков или посредством электростатического разряда (ESD).

Обычно когда расстояние между двумя проводниками равно ширине проводников, коэффициент электромагнитной связи равен 0,5...0,6, а эффективная индуктивность проводников падает от 1 мГн/м до 0,4...0,5 мГн/м. Это значит, что от 40 до 50% возвратного тока может свободно проходить через другие проводники печатной платы.

Для каждого сигнального пути между двумя микросхемами, как аналоговыми, так и цифровыми, необходимо наличие трёх правильно спроектированных линий передач с импедансами, приведёнными в табл. 2 и показанными на рис. 5.

В схемах ТТЛ втекающий ток при переходе от высокого состояния к низкому выше, чем вытекающий ток. В этом случае линию передачи следует определять между V_{cc} и S, в отличие от общепринятого V_{ee} и S.

Взаимоиндуктивность между двумя параллельными проводниками может быть рассчитана из двойного интеграла:

$$M_k = \mu/(4\pi)\int_{l_1}\int_{l_2} d\underline{s}1\, d\underline{s}2\, d\underline{r}/|\underline{r}|,$$

где l_1, l_2 – длина проводников 1 и 2; r – относительное расстояние между линейными сегментами; $ds1$, $ds2$ каждого проводника.

Подставляя для геометрии двух параллельных линий, получаем:

$$M_k = 200\left[l\ln\left\{\left(1+\sqrt{l^2+b^2}\right)/b\right\}+ +\sqrt{l^2+b^2}+b\right] \text{[нГн]},$$

где l – длина двух параллельных проводников; b – расстояние между проводниками (толщина и ширина проводников не учитываются).

Если взаимоиндуктивность между двумя проводниками линии передачи слишком низкая, её увеличит до ≈1 ферритовый тороид с несколькими витками (μ_r > 200 (–5000)). Используя ферритовые тороиды, можно получить полный контроль над сигнальными и обратными токами.

Если проводники параллельны, феррит может повлиять на характеристический импеданс такой линии передачи. Если применяется коаксиальный кабель, присутствие феррита отразится только на внешних параметрах кабеля.

Выводы:

1. Используйте самые тонкие, насколько это возможно, проводники и располагайте их рядом, а не один над другим (т.к. расстояние между ними удастся сделать меньше 1,5 мм – толщины диэлектрика двухслойной печатной платы).
2. Создайте трассу, где каждая сигнальная линия имеет свой обратный проводник как можно ближе друг к другу (применяется как к сигнальным проводникам, так и к проводникам питания).
3. Если взаимоиндуктивность между проводниками линии передачи недостаточна, можно использовать ферритовый тороид.

Приложение. Емкостная связь между проводниками

В этом приложении дано графическое представление емкостной связи двух проводников в свободном пространстве и двух проводников, находящихся над заземлённой плоскостью.

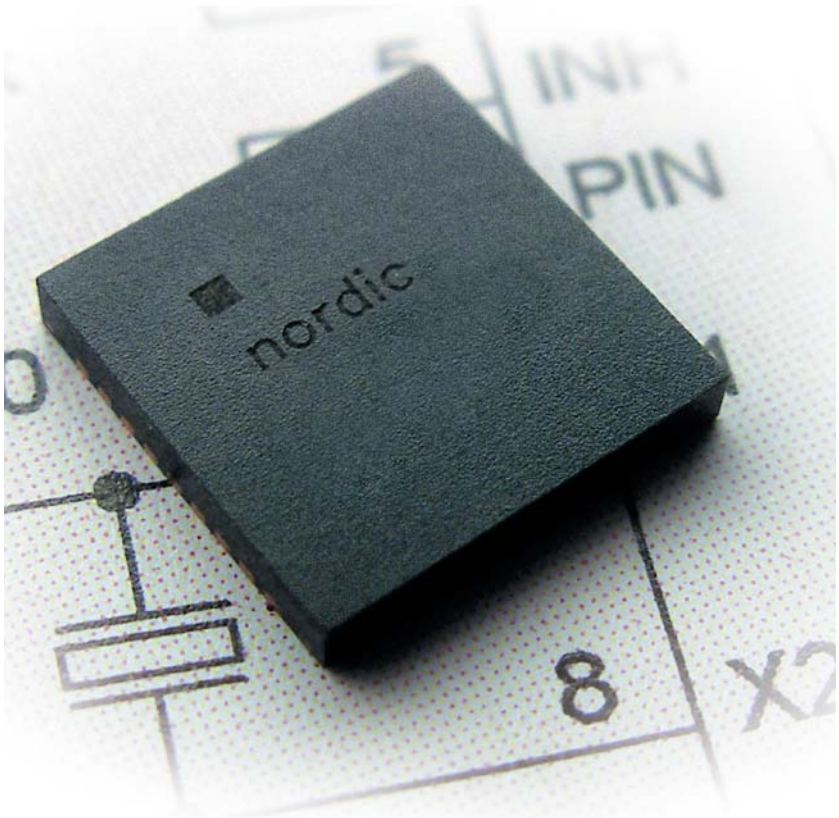
График (см. рис. 6) показывает, что для уменьшения емкостной связи между проводниками необходимо располагать их ближе к заземлённой плоскости.

Продолжение следует.

Твой шаг в мир без проводов:

однокристальные трансиверы Nordic Semiconductor со встроенным микроконтроллером и АЦП

nordic
Nordic VLSI ASA



ОСНОВНЫЕ ДОСТОИНСТВА

- Малые габариты (корпус 6 × 6 мм)
- Сверхнизкое потребление тока в режиме покоя
- Аппаратнореализованные помехоустойчивые протоколы обмена
- Встроенные АЦП и микроконтроллер
- Не требуется стабилизованного питания

Основные характеристики	nRF9E5	nRF24E1
Диапазон частот	433/868/915 МГц	2,4 ГГц
Микроконтроллер	встроенный 8051-совместимый	встроенный 8051-совместимый
Встроенный АЦП 10 бит	4-канальный	8-канальный
Расширенный диапазон питающих напряжений	1,9…3,6 В	1,9…3,6 В
Скорость передачи	до 100Кбит/с	до 1Мбит/с
Диапазон рабочих температур	индустриальный	индустриальный
Количество внешних компонентов	минимальное	минимальное
Сверхнизкое потребление тока в режиме покоя	2,5 мкА	2 мкА
Защита от коллизий	аппаратные схемы	аппаратные схемы
Области применений	системы сбора данных	- компьютерная периферия
	- охранные системы	- бытовая электроника
	- телеметрия	- спортивное оборудование
	- автоматизация зданий	- медицинское оборудование
	- устройства удаленного контроля и управления	- телеметрия
		- системы контроля доступа
		- промышленная и домашняя автоматика
		- автомобильная электроника
Дополнительные характеристики		возможность одновременного приема по двум каналам

PROSOFT®
ПРОСОФТ — АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА
Телефон: (095) 234-0636 • E-mail: info@prochip.ru • Web: www.info@prochip.ru

Анализ работы выходного MOSFET-каскада УМЗЧ

Александр Тищенко (Москва)

В статье методом математического моделирования ищется оценка нелинейных искажений и демпинг-фактора двухтактных выходных каскадов УМЗЧ для различных типов мощных полевых транзисторов.

Связан ли однозначно коэффициент нелинейных искажений усилителя с качеством его звучания? В общем случае нет, это скажет любой специалист по звукотехнике. Причин «отсутствия звука» может быть много, обычно они связаны с ошибками в конструкции усилителя, но их анализ не является предметом данной статьи. Мы займёмся математическим моделированием работы выходного каскада на полевых транзисторах (MOSFET), не имея возможности оценить его «на слух». Сразу оговорюсь: модель не учитывает зависимость тока стока от напряжения на нём, частотные свойства транзисторов и эффект тепловой конверсии.

Поставим себе непростую задачу: в нашем усилителе не будет отрицательной обратной связи (ООС), с помощью которой разработчики уменьшают коэффициент общих гармонических искажений (THD) и увеличивают демпинг-фактор (DF). За и против ООС сломано немало перьев, и мне не хочется здесь вступать в полемику с её защитниками. Скажу лишь, что с моей точки зрения неправилен сам принцип ООС: сперва сделать плохо, а потом исправлять. Логично сразу формировать на нагрузке высококачественный сигнал, тогда и ООС можно отсечь бритвой Оккама как лишнюю сущность[1].

Будем исходить из следующих положений:

- чем THD меньше, тем лучше. Зададимся целью достичь значения THD не более 0,1% (–60 дБ) для сигналов с максимальным уровнем (40 В), а для сигналов с уровнем –10 дБ от максимального (14 В) добиться THD не более 0,01% (–80 дБ);
- чем DF выше, тем лучше. Установим минимальное значение DF = 30 дБ.

Интерес к MOSFET как к активным приборам выходного каскада УМЗЧ возник в 70-е годы прошлого столетия в связи с разработкой мощных латеральных (боковых) транзисторов. Наиболее распространенными в те годы были транзисторы 2SK135, 2SJ39 фирмы Hitachi. Современным аналогом этой легендарной пары являются транзисторы 2SK1058 и 2SJ162. Кроме них в рассмотрение попали комплементарные звуковые транзисторы и других фирм – см. таблицу. Исключением в этой таблице являются импульсные транзисторы IRFP240 и IRFP9240. Производитель не позиционирует их как комплементарные звуковые, однако есть сведения об их успешном использовании в выходных каскадах УМЗЧ с ООС.

Коэффициенты передаточных характеристик MOSFET

Тип	Производитель	Канал	A	B	U0
EC-10N	Exicon	N	0,962	1,402	0,621
EC-10P	Exicon	P	0,55	1,579	0,379
2SK1529	Toshiba	N	3,264	1,598	2,204
2SJ200	Toshiba	P	3,162	1,609	2,202
BUZ900P	Magnatec	N	0,522	1,552	0,037
BUZ905P	Magnatec	P	0,331	1,696	0,033
2SK1058	Hitachi	N	0,329	1,654	0,035
2SJ162	Hitachi	P	0,368	1,481	0,067
IRFP240	IR	N	0,969	2,857	3,607
IRFP9240	IR	P	2,937	1,667	3,679

Исходной для расчётов является передаточная характеристика – зависимость тока стока полевых транзисторов от напряжения на затворе. Теоретически эта зависимость должна быть квадратичной, но на практике оказывается, что это далеко не так. Попытки аппроксимировать передаточную характеристику квадратичной функцией не дают приемлемого по точности результата.

Не вдаваясь в теорию работы MOSFET и не заботясь о размерности и физическом смысле коэффициентов, представим зависимость тока стока I от напряжения затвор-исток Ug в виде функции:

$$I = A\,(Ug - U0)^B,$$

где: U0 – пороговое напряжение, A и B – расчётные коэффициенты.

Оказывается, такое представление передаточной функции позволяет получить довольно точное соответствие расчётных кривых графикам передаточных характеристик, приводимым производителями транзисторов. Результаты расчётов коэффициентов аппроксимации для нескольких типов транзисторов приведены в таблице. Наиболее доступными на российском рынке являются транзисторы фирм Hitachi, Toshiba и IR, поэтому дальнейшие расчёты проводятся именно для них.

Нелинейные искажения и демпинг-фактор выходного MOSFET-каскада рассчитываются для схемы ком-

[1] *У Оккама : entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem. В дословном переводе: сущностей не следует умножать сверх необходимости. Бритва Оккама – это принцип отбора гипотез и решений, согласно которому нет нужды использовать более сложные построения, пока не исчерпаны простые.*

плементарного истокового повторителя (КИП), приведённой на рис. 1. Для расчётов важны коэффициенты A и B характеристик транзисторов, а пороговым напряжением U0 в дальнейшем можно пренебречь.

Источник Ui генерирует синусоидальное входное напряжение КИП. Источники Ub1 и Ub2 задают на затворах начальное напряжение смещения, обеспечивающее ток покоя каскада Ib:

$$Ub = \left(\frac{Ib}{NA}\right)^{\frac{1}{B}} + \frac{Ib \cdot Rs}{N},$$

где: N – число транзисторов в плече; Rs – сопротивление резисторов в истоках.

Источники Um обеспечивают питание КИП, его нагрузкой является резистор Rl. Число транзисторов в плече N можно менять, при этом в истоке каждого транзистора остаётся резистор Rs, а суммарный ток покоя каскада Ib остаётся неизменным.

Входной сигнал Ui генерируется в виде 16 отсчётов одного периода синусоиды, его амплитуда меняется от 1 до Um. Выходное напряжение каскада Uo для каждого отсчёта входного напряжения Ui находится в результате решения нелинейной системы уравнений:

$$Ui + Ub1 - Ug1 - Rs \cdot I1(Ug1) = Uo$$
$$Ui - Ub2 + Ug2 + Rs \cdot I2(Ug2) = Uo$$
$$(I1(Ug1) - I2(Ug2))RI \cdot N = Uo$$

где: Ug1, Ug2 – напряжения затвор-исток транзисторов соответственно с N- и P-каналом; I1(Ug1), I2(Ug2) – токи стоков транзисторов соответственно с N- и P-каналом.

Для полученных отсчётов периода выходного сигнала выполняется БПФ, а затем находятся коэффициент общих гармонических искажений и относительные уровни гармоник сигнала. Кроме того, отнеся выходной сигнал к разности входного и выходного сигналов, получаем демпинг-фактор. Все расчётные величины пересчитываются в децибелы и заносятся в двумерный массив $S_{i,U}$, где:

i = 0 – строка значений DF;
i = 1 – строка значений THD;
i = 2…8 – относительные значения 2…8 гармоник сигнала соответственно;
U – амплитуда входного сигнала в вольтах.

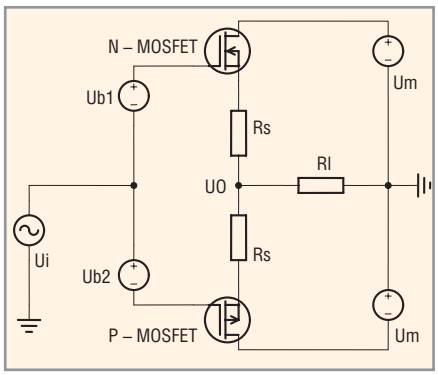


Рис. 1. Схема включения мощных MOSFET в выходном каскаде УМЗЧ

Для удобства восприятия полученные результаты можно вывести в виде графика. Зададимся сопротивлением нагрузки Rl = 8 Ом и приступим к расчётам. Желающие могут взять на сайте журнала написанные для Mathcad программы Approx и Distortion и не только повторить приводимые в статье расчёты, но и просчитать с их помощью свои варианты.

Транзисторы 2SK1058 и 2SJ162

Добиться необходимого значения THD = –60 дБ для КИП на этих транзисторах удаётся при токе покоя Ib = 1,4 A и N = 4 (рис. 2).

Как видно из рис. 2, основной вклад в THD практически во всём диапазоне выходного напряжения вносит 2-я гармоника сигнала. Как известно, чётные гармоники возникают из-за неидентичности транзисторов с P- и N-каналом. Логично попробовать скомпенсировать неидентичность транзисторов истоковыми резисторами Rs, но в данном случае это не даёт никакого положительного результата, наоборот, искажения только растут. В этом режиме достигается DF = 30,8 дБ.

Можно попробовать снизить ток покоя каскада до 1 A, а снижение THD «купить» увеличением числа транзисторов в плече до N = 6 (рис. 3). Результат THD = –61 дБ, DF = 32 дБ вполне приемлемый. Дальнейшее снижение тока покоя приводит к угрожающему росту 5-й гармоники при больших уровнях сигнала. В обоих вариантах включения не удаётся достичь уровня THD = –80 дБ для сигнала амплитудой 14 В.

Транзисторы 2SK1529 и 2SJ200

Уровень THD = –65 дБ, недостижимый для 12 транзисторов от Hitachi,

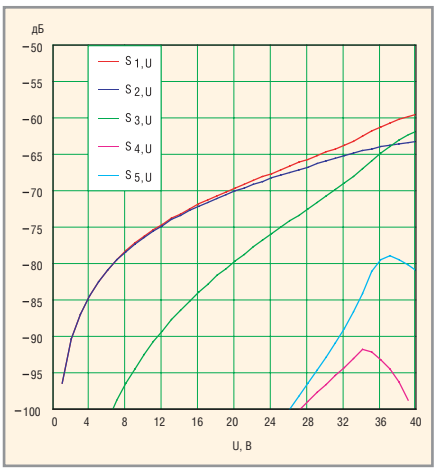


Рис. 2. Нелинейные искажения КИП на транзисторах 2SK1058 и 2SJ162 (N = 4, Ib = 1,4 A)

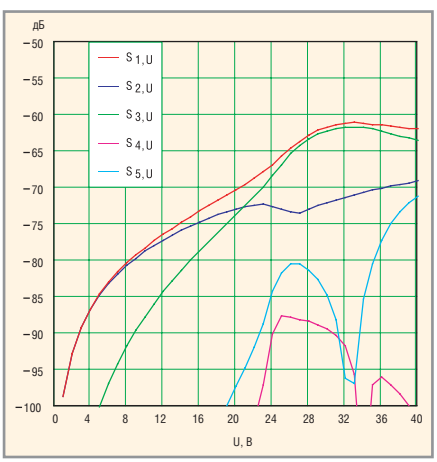


Рис. 3. Нелинейные искажения КИП на транзисторах 2SK1058 и 2SJ162 (N = 6, Ib = 1 A)

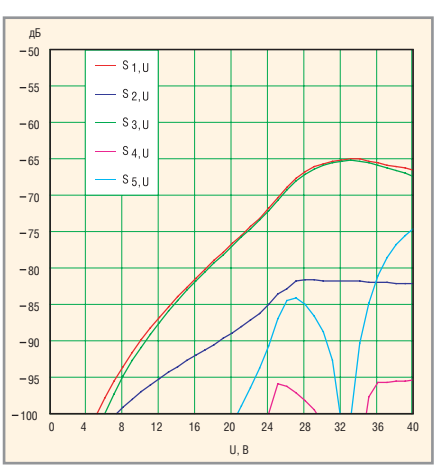


Рис. 4. Нелинейные искажения КИП на транзисторах 2SK1529 и 2SJ200 (N = 1, Ib = 1 A)

оказался по плечу двум транзисторам от Toshiba при том же токе покоя, – сравните рис. 3 и 4. Характерно, что в данном случае основной вклад в THD вносит 3-я гармоника, поскольку транзисторы с P- и N-каналами идентичны. В этом режиме получаем D = 34 дБ, а для сигнала амплитудой 14 В получаем THD = –84 дБ. В случае N = 4 при том же токе покоя

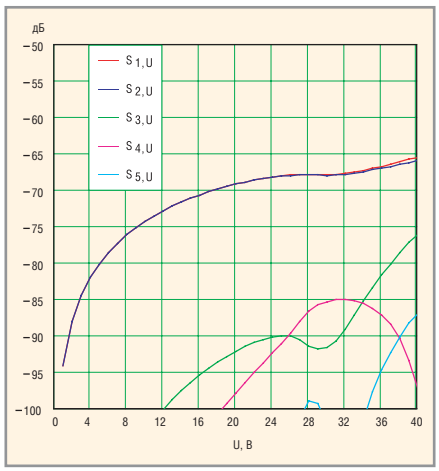


Рис. 5. Нелинейные искажения КИП на транзисторах IRFP240 и IRFP9240 (N = 1, Ib = 1 А)

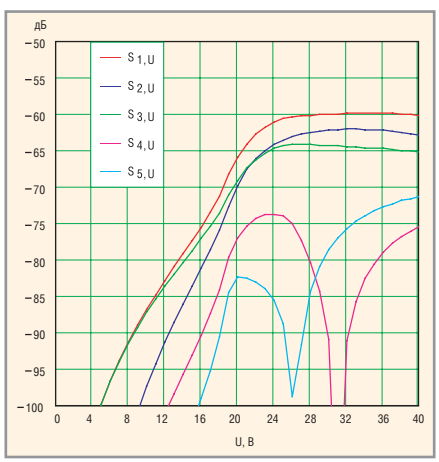


Рис. 6. Нелинейные искажения каскада на транзисторах IRFP240 и IRFP9240 (N = 4, Ib = 1 А, Rs = 0,33 Ом)

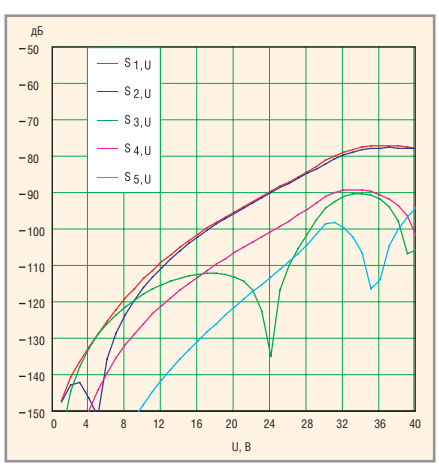


Рис. 7. Нелинейные искажения КИП на транзисторах IRFP240 и IRFP9240 (N = 2, Ib = 1,22 А)

получим максимальное значение THD = –72 дБ и DF = 42 дБ. Графики для этого варианта приводить не буду: вид кривых остаётся практически неизменным, они просто «сползают» вниз на 7...8 дБ. Введение истоковых резисторов не уменьшает, а только увеличивает THD.

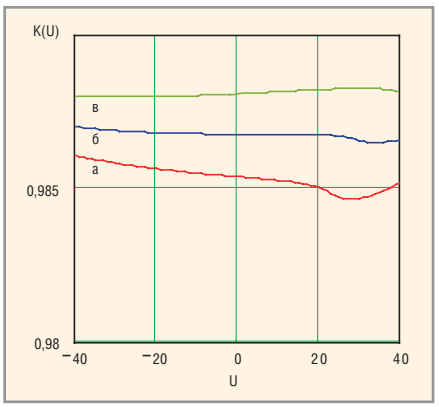


Рис. 8. Коэффициент передачи КИП на транзисторах IRFP240 и IRFP9240 (N = 2) при различных токах покоя:
(а) 1 А, (б) 1,22 А, (в) 1,5 А

Транзисторы IRFP240 и IRFP9240

Эти транзисторы не являются «звуковыми», они предназначены для работы в ключевом режиме в схемах импульсных силовых устройств. Тем не менее, есть сведения о том, что эти транзисторы успешно используются для замены выходных биполярных транзисторов при апгрейде серийных УМЗЧ различных фирм. Они широко распространены и недороги – эти обстоятельства также в пользу того, чтобы исследовать особенности их использования в выходных каскадах УМЗЧ. Первое «включение»: повторяем условия предыдущего эксперимента и получаем максимальное значение THD = –65 дБ, DF = 33 дБ (рис. 5). Как и следовало ожидать, THD формируется 2-й гармоникой сигнала, причём в области малых уровней сигнала искажения выше, чем у других транзисторов. Введение истоковых резисторов Rs в этом режиме работы приводит только к росту THD.

Увеличение числа транзисторов в плече до N = 4 снижает THD на 4...7 дБ, демпинг-фактор вырастает до DF = = 39 дБ. В этом режиме введение истоковых резисторов номиналом 0,33 Ом позволяет симметрировать каскад, «укротить» 2-ю гармонику и существенно снизить THD в области малых сигналов. Удаётся достичь THD = –80 дБ для сигнала амплитудой 14 В (рис. 6). Как и следовало ожидать, демпинг-фактор каскада немного уменьшается: DF = 36 дБ.

Тот факт, что при большом и при малом токе покоя транзисторов реакция КИП на введение истоковых резисторов различна, наталкивает на мысль найти ток, при котором свойства каскада претерпевают изменения. Оказалось, что для пары IRFP240 и IRFP9240 существует «волшебная» точка при токе примерно 0,61 А, в которой THD каскада резко падает (см. рис. 7).

Бесполезно искать эту точку у других пар транзисторов: её там нет. Появление этой точки обусловлено уникальным значением B = 2,857 у транзистора IRFP240 (см табл. 1), а точнее, сочетанием B < 2 у одного транзистора пары и B > 2 у другого. Оказывается, в этом случае график коэффициента передачи каскада меняет наклон в зависимости от изменения тока покоя и при определённом его значении может оставаться постоянным вблизи нуля, как показано на рис. 8б. Именно в этом режиме и происходит значительное снижение искажений.

Я не случайно сравниваю показатели степени характеристик транзисторов с их теоретическим значением, равным 2. Дело в том, что КИП с такими гипотетическими транзисторами работает ... без искажений вообще! Правда, до выходного тока, равного учетверённому току покоя. Вот случай пожалеть о расхождении теории и практики!

Подведём итоги

Как и предполагалось, низкие искажения выходного MOSFET-каскада достигаются не только увеличением тока покоя, но в ряде случаев и параллельным включением нескольких транзисторов. Параллелить «звуковые» полевые транзисторы нужно без истоковых резисторов, последние только увеличивают искажения и снижают демпинг-фактор.

Искажения, вносимые транзисторами 2SK1058 и 2SJ162 от Hitachi, определяются в основном 2-й гармоникой сигнала. Строго говоря, эта пара не позволяет добиться малых искажений для сигналов ниже 14 В, но вторая гармоника, по мнению многих слушателей, не является неприятной и вносит в звук теплоту. Я этот вариант опробовал на практике, мне звук понравился.

Пальма первенства достаётся транзисторам 2SK1529 и 2SJ200 от Toshiba. Они идентичны, поэтому основной вклад в искажения сигнала вносит 3-я гармоника. КИП на этих транзисторах имеет не только наи-

меньшие искажения, но и наивысший демпинг-фактор.

Применение импульсных транзисторов IRFP240 и IRFP9240 от IR в выходном каскаде УМЗЧ возможно, но имеет некоторые особенности. Эти транзисторы необходимо использовать при небольшом токе покоя, для чего включать по несколько штук параллельно, причём обязательно с истоковыми резисторами. Если эти требования выполнены, то каскад может показать вполне приличные результаты.

Расчёты показывают резкое снижение искажений для этой пары транзисторов при определённом токе покоя. Можно, конечно, пробовать работать в этой точке, но возникает не только задача попасть в узкую область оптимального тока, но и поддерживать работу в ней при прогреве транзисторов. Вопрос о том, куда будет смещаться эта точка при повышении температуры, да и сохранится ли она вообще, не исследовался.

В целом результат исследований утешительный: вполне достижимы вносимые выходным MOSFET-каскадом искажения 0,01% для сигналов с амплитудой до 14 В и 0,1% для пиковых сигналов с амплитудой до 40 В. Демпинг-фактор может превышать 100. Это означает, что аудиофильные УМЗЧ без обратной связи уже сегодня могут быть реализованы без особых технических ухищрений. Остаётся только ждать появления MOSFET со строго квадратичной характеристикой, после чего задача создания УМЗЧ без искажений станет просто скучной.

Новости мира News of the World Новости мира

Новый алгоритм сжатия для HDTV

Лос-Аламосская национальная лаборатория при Департаменте энергетики США разработала алгоритм, позволяющий сжимать телевизионный сигнал высокого разрешения (HDTV) в обычный телевизионный вещательный канал стандартной шириной 6 МГц.

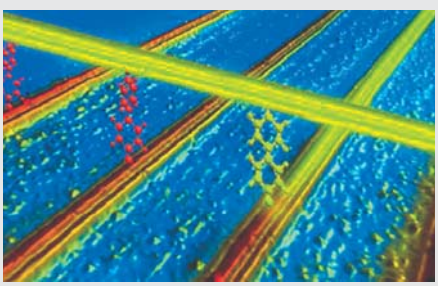
Общераспространённый аналоговый телевизор может принимать стандартные телевизионные каналы, а при подключении к нему цифровой декодирующей приставки появится возможность просматривать принимаемый HDTV-сигнал на дисплеях с разрешением 1280 г 720 пикселов и прогрессивной разверткой.

Представители лаборатории сравнили новую технологию с тем, как в своё время передачи цветного телевидения были адаптированы для приёма в старых чёрно-белых диапазонах. Применяемый в настоящее время метод сжатия HDTV несовместим с современными телевизорами, поскольку изображение сжимается и конвертируется в специальный формат, который на обычном телевизоре выглядит «белым шумом».

http://www.ci.ru/

Новая технология производства компьютерных микросхем

В соответствии с эмпирическим законом Мура, количество элементов в компьютерных микросхемах, а следовательно, и их быстродействие, возрастает в два раза примерно каждые полтора-два года. Однако, по мнению ряда ученых, без внедрения принципиально новых технологий данный закон уже в следующем десятилетии может потерять актуальность из-за физических ограничений. В компании Hewlett-Packard утверждают, что разработали методику изготовления микросхем,



Нанопереключатели для микросхем следующего поколения

которая позволит продлить действие закона Мура по крайней мере на 50 лет.

Суть новой технологии сводится к следующему. Вместо транзисторов исследователи HP предлагают использовать так называемые «защёлки», состоящие из трёх нанопроводников и двух молекулярных переключателей. Два из этих проводников расположены параллельно друг другу и размещены над третьим под прямым углом (см. рисунок). При этом молекулярные переключатели служат для соединения нанопроводников друг с другом. Причём переключатели всегда находятся в различных состояниях: один из них открыт, а другой – закрыт, или наоборот. Эти комбинации и соответствуют логическим 0 и 1.

По словам учёных, технология теоретически позволит создавать сверхбыстродействующие микросхемы для компьютеров следующего поколения. Другим достоинством методики является относительно низкая себестоимость производства чипов, для изготовления которых предполагается применять систему, напоминающую струйную печать.

Примечательно, что патент на предложенную технологию был получен компанией Hewlett-Packard ещё в 2003 году, однако доказать жизнеспособность методики исследователям удалось только сейчас. Планируется, что первые гибридные микросхемы, содержащие и транзисторы, и "нанозащёлки", появятся на рынке в первой половине следующего десятилетия. Изготавливаться такие чипы будут, предположительно, по 32-нанометровой технологии. Коммерциализация новой методики намечена на 2020-е гг., сообщает CNET News.

http://science.compulenta.ru/

Разработан 5-дюймовый квадратный массив СИД мощностью 1,4 кВт/28 клм

В феврале компания Lamina Ceramics of Westhampton (Нью-Джерси, США) объявила о создании массива белых СИД, яркость которого в 14 раз превосходит яркость прежде демонстрировавшегося массива белых СИД. Новый твердотельный прибор обладает яркостью 28 клм, имеет форму квадрата со стороной 5 дюймов и мощность 1,4 кВт. Объявление о создании нового прибора сделано спустя всего три месяца после того, как был анонсирован предыдущий RGB-осветитель. Новый массив содержит 1120 СИД и имеет исправленную цветовую температуру 5500°K.

www.compoundsemi.com/news

IXYS предлагает драйверы маломощных белых СИД

Компания IXYS (Санта-Клара, Калифорния, США) начала производство драйвера белых СИД, предназначенного для использования в переносной аппаратуре с батарейным низковольтным питанием. MX841 был разработан специально для того, чтобы включать до 3 белых СИД последовательно при напряжении питания от 1,1 В. Выходная мощность драйвера позволяет использовать в приборах более 20 последовательно/параллельно включенных белых СИД при питании 5 В.

www.compoundsemi.com/news

Визуальные средства разработки программ для малых встраиваемых систем. Опыт применения

Александр Елисеев (г. Вильнюс, Литва)

Интенсивное развитие встраиваемых систем способствует росту интереса к визуальным средам разработки программ для них. Визуальная разработка может существенно ускорить создание программного обеспечения, но только при условии адекватного её применения, поскольку существует множество концепций и методик этого процесса. В статье приведён краткий обзор существующих подходов и частный случай внедрения среды визуальной разработки.

Введение

Предприятие автора занимается разработкой систем малой автоматизации и внедрением M2M-технологий (автоматизацией технологического оборудования, малых энергогенерирующих объектов, объектов распределённых инфраструктур, систем охраны и т.д.). В работе используются микроконтроллерные платформы собственной разработки – так называемые «малые встраиваемые системы» (Low-end systems согласно классификации Embedded Systems Research), как правило, работающие в режиме жёсткого реального времени под управлением простейших операционных систем или без них, общей ценой до 500 долл., разрабатываемые силами одного-двух человек.

Обычно при разработке программного обеспечения (ПО) используется язык Си, реже – Ассемблер. Большая часть разработок начинается с готовых шаблонов, включающих операционную систему, набор коммуникационных модулей, фрагменты пользовательского интерфейса. Сама прикладная функциональность, специфицированная заказчиком, может занимать небольшую долю всего ПО, но она же является и его самой динамичной частью.

В нашей практике часто случается так, что множество подобных объектов с одинаковой микроконтроллерной платформой требуют нескольких различных алгоритмов управления или даже сценариев использования, причём нередко модифицируемых со временем. В таких случаях незначительные отличия с точки зрения заказчика для разработчиков могут оборачиваться неделями отладки и поиска программных ошибок после кажущейся «безобидной» коррекции исходных текстов. Не менее трудоёмко восстановление в памяти контекста старых проектов или попытки нахождения общего языка с заказчиком при описании функционирования проектируемых систем. Даже наличие наработанных библиотек и согласованных правил оформления исходных текстов и документации недостаточно ускоряет процесс быстрой адаптации ПО под меняющиеся требования.

Мы стали искать способы сделать менее трудоёмким процесс программирования или отдельные его этапы; возможно даже, возложить часть программирования на самого заказчика.

Подобные задачи решают программируемые логические контроллеры (ПЛК) с их языками функциональных блоков и SCADA-системы. Индустрия ПЛК развита очень сильно, здесь можно найти решения очень многих задач. Но часто по критерию цена – эффективность – функциональность в условиях непрерывного роста мощности микроконтроллеров ПЛК проигрывают на поле малых встраиваемых систем.

Способов облегчить различные аспекты программирования встраиваемых систем на самом деле придумано немало: аппаратно-независимые языки типа Java, объектно-ориентированные надстройки типа SystemC, специализированные и гибридные языки под специфику прикладных задач, сложная параметризация вместо программирования и т.д. Мы остановились на технологии визуальной разработки ПО как наиболее привлекательной и простой в освоении.

Тем, кто занимается малой автоматизацией, хорошо знакомы ПЛК серий LOGO фирмы Siemens, ALPHA фирмы Mitsubishi и др. Они пользуются большой популярностью во многом благодаря простоте создания управляющих программ. Кроме того, поставляются бесплатные версии инструментальных программ, при помощи которых алгоритм функционирования контроллера создаётся в графическом виде из связываемых в определённой последовательности функциональных блоков.

В мире наблюдается всё более широкое применение концепции разработки ПО, управляемого моделью (MDD, model-driven development), с использованием нотации UML (унифицированный язык моделирования) и методов объектно-ориентированного программирования. Существующая диспропорция между ростом производительности микроконтроллеров и микропроцессоров (70% в год), средств разработки аппаратного обеспечения (35% в год) и создания ПО (10% в год) заставляет сообщество программистов искать новые технологии создания ПО. В частности, хорошие перспективы есть у MDD, и хотя там и преследуются цели, несколько отличные от наших, тем не менее, визуальная разработка – важнейшая составляющая этой модели.

Анализ вариантов

Рассмотрим предлагаемые на рынке продукты, которые могут быть пригодны для нашей цели. При этом помним, что технология не должна быть дорогой для пользователя и не должна требовать от него значительных усилий по её освоению.

Simulink фирмы MathWorks [1]

Это довольно известный продукт в среде профессиональных разработчиков алгоритмов. Он представляет собой одно из самых мощных средств имитационного моделирования как простых, так и сложных систем, преимущественно для цифровой обработки данных. Продукт снабжается специальными инструментами разработки ПО для определённых микропроцессорных платформ (например, C167, HC12, MPC555, TI C2000, C6000), список которых постоянно пополняется (см. рис. 1).

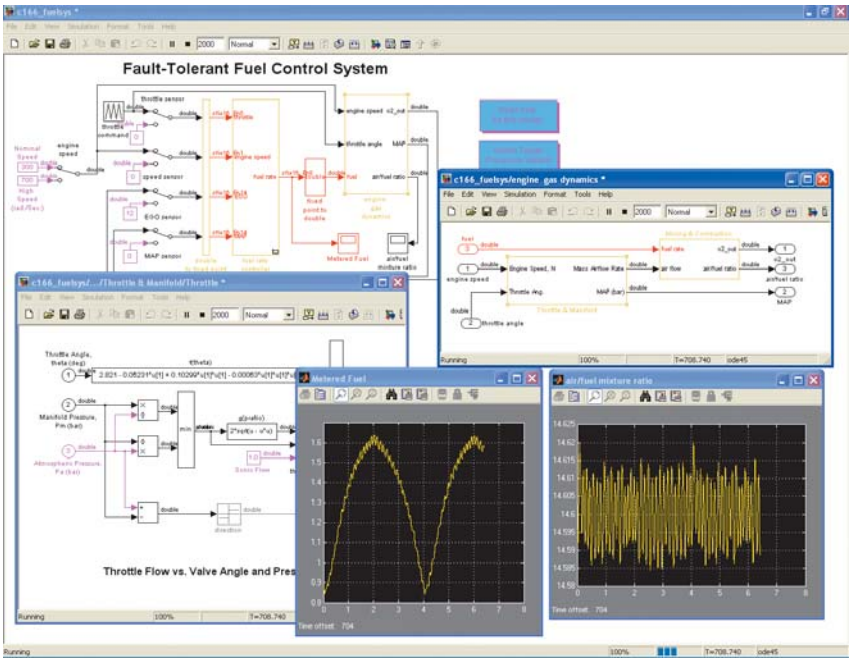


Рис. 1. Окно работающего пакета Simulink

Идёт симуляция модели системы управления подачи топлива в двигатель, предназначенной для 16-битных МК серий C167, XC167, ST10 и оптимизированной для вычислений с фиксированной запятой. Модель системы управления может быть конвертирована и загружена в реальный контроллер без дополнительного редактирования

Пакет Simulink поддерживает построение моделей на основе функциональных блоков и моделей в виде диаграмм перехода состояний. Он имеет библиотеку, содержащую около пятисот функциональных блоков, разбитых по тематикам: от нейросетей и нечёткой логики до механики, электроники и связи, из которых может строиться модель системы. Блоки могут выполнять как элементарные математические и логические операции, так и сложные функции, например, скрэмблерование, сжатие данных, матричные операции и т.д. Среда Simulink позволяет создавать пользовательские функциональные блоки и элементы пользовательского интерфейса, благодаря чему её можно настраивать под узкоспециализированные применения. Уникальна среда Simulink ещё и тем, что способна генерировать алгоритмы как для работы с дискретным временем (сигналы в модели не изменяются между циклами обработки), так и с непрерывным (сигналы изменяются между циклами обработки), их сочетанием, а также алгоритмы на основе конечных автоматов. Благодаря этому в Simulink одинаково легко исследовать электрические цепи, решать дифференциальные уравнения, проектировать цифровые фильтры или разрабатывать алгоритмы автоматизированного управления. Некоторые фирмы производят контроллеры, специально предназначенные для выполнения программ, созданных в Simulink: например, серия 8x38 фирмы ICP DAS.

Программа создаётся в несколько этапов. Сначала из функциональных блоков и диаграмм перехода состояний строится графическая модель программы. Производится симуляция работы алгоритма и его отладка. Потом при помощи инструмента Real-Time Workshop Embedded Coder модель конвертируется в текст программы на языке Си. После этого программа компилируется кросс-средствами под определённую микропроцессорную платформу/контроллер. Средствами Simulink можно также отлаживать и параметрировать программу и на целевой платформе (т.е. на реальном устройстве) после её загрузки.

Однако такая технология, безусловно, дорога и сложна в освоении. Пакет Simulink входит как компонент в общую систему математических расчётов и моделирования MATLAB. Достаточно сказать, что дистрибутив MATLAB 7 в сжатом виде имеет размер более 1 Гб.

Помимо этого, пользователю необходимо иметь кросс-средства для используемой им целевой платформы: компилятор языка Си, линкер, отладчик и т.п.

С некоторой точки зрения, использование языка Си на промежуточном этапе полностью ставит крест на идее простоты технологии. Известно, что развитые кросс-средства для Си весьма дороги, кроме того, одного текста программы, выполненного в стандарте ANSI Си, совсем не достаточно для превращения его в исполняемый модуль. Спецификаторы памяти, особенности приведения типов, синтаксиса наречий языка Си в разных компиляторах, обход известных ошибок семантических анализаторов в оптимизирующих компиляторах, учёт упрощений реализации спецификации ANSI Си в стандартных библиотеках компиляторов, углубление в детали аппаратной реализации платформ, оценка и планирование ресурсов памяти и стека, профайлинг (анализ времени выполнения различных участков программы) – вот неполный перечень проблем, к которым привычны разработчики встраиваемых систем, но которые будут непосильны для рядового пользователя. Не случайно модели, генерируемые в Simulink для встроенных приложений, накладывают большое число ограничений на используемые в них блоки и операторы, а также требуют применения только определённых компиляторов.

Естественно, есть исключения, когда компилятор тесно интегрирован с визуальной средой разработки и явно не заставляет пользователя использовать Си. Но тогда производители подобных систем не рискуют генерировать весь исполняемый код для целевой платформы, а предпочитают использовать некую подготовленную пользователем среду исполнения на целевой платформе, гото-

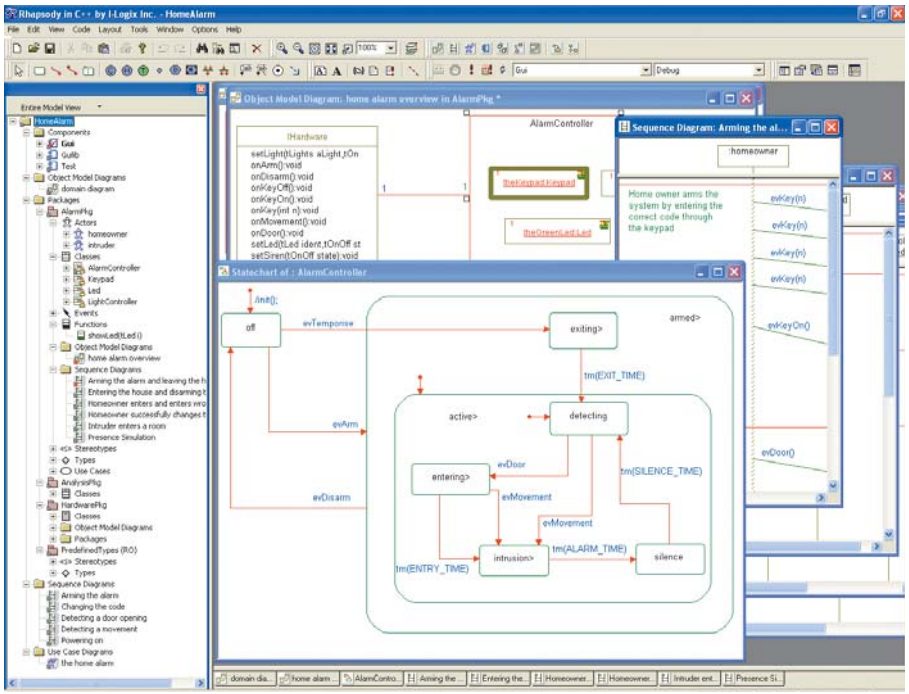


Рис. 2. Окно проекта домашней охранной системы в Rhapsody

Слева – браузер проекта. Справа – диаграммы в нотации UML. Десятки диаграмм для сравнительно простой функциональности – расплата за полноту модели и возможность автоматической генерации кода

вую принять сгенерированный код. Код в таком случае лишён низкоуровневых функций работы с периферией и достаточно независим от архитектуры платформы, а средой может быть либо развитая операционная система, либо специализированные микропрограммные ядра, написанные в соответствии со строгими спецификациями. Такие компиляторы вынуждены быть весьма консервативными: не поддерживать оптимизацию, базироваться только на наиболее общем подмножестве команд микропроцессорных ядер, поддерживать весьма ограниченный набор микропроцессорных ядер.

Rhapsody фирмы I-Logix [2]

Пакет Rhapsody является визуальной средой разработки приложений реального времени для встраиваемых систем. Можно упомянуть также почти аналогичную систему Telelogic TAU. В основу положена концепция разработки управляемой моделью – MDD, и в этом заключается качественное отличие от Simulink. В то время как Simulink в основном специализирован для разработки алгоритмов обработки данных и в меньшей степени – для разработки систем, реагирующих на внешние сигналы и управляемых событиями, Rhapsody решает более глобальные задачи. Основная – это сведение этапов анализа, проектирования, кодирования и тестирования ПО в один технологический процесс на основе модели проектируемой системы. Отсюда и название технологии. На этапе анализа образ модели зарождается; к этапу тестирования модель принимает окончательную форму. Все участники разработки: аналитик, проектировщик, кодировщик и тестер работают с единой документированной моделью – это облегчает их взаимодействие, сокращает количество ошибок, автоматизирует кодирование, ускоряет тестирование, повышает общую производительность труда. Для описания модели используется графическая нотация UML. Язык UML – унифицированный язык описания моделей, использующий принципы объектно-ориентированного программирования. Для всестороннего описания модели в нотации UML предлагается девять видов диаграмм: прецедентов, классов, объектов, кооперации, последовательности, состояний, деятельности, компонентов и развёртывания. В рамках нотации UML можно провести весь цикл проектирования ПО, включающий следующие этапы: задание и моделирование функциональных требований (диаграммы прецедентов), построение статической модели, выявление в системе классов объектов и декомпозиция (диаграммы классов и объектов), построение динамических моделей классов на основе конечных автоматов (диаграммы перехода состояний), построение моделей взаимодействия объектов (диаграммы кооперации и последовательности), разработка организации программных модулей и взаимозависимостей (диаграммы компонентов), разработка физической конфигурации системы (диаграммы развёртывания). Все диаграммы в совокупности и представляют модель системы в технологии MDD (см. рис. 2).

На основе модели пакет Rhapsody позволяет сгенерировать для встраиваемой системы исходные тексты на языках Си, C++, Java или Ada. Отсюда и тот же недостаток, что у Simulink, хотя и в меньшей степени. Некоторые производители компиляторов, в частности, фирма Green Hills, производящая компиляторы Multi 2000 для различных микропроцессорных платформ, сами разрабатывают отладочные инструменты для работы с Rhapsody. Rhapsody создаёт код, работающий под управлением ОС, таких как Windows, Linux, Integrity, VxWorks, QNX и т.д. Принципиально эти ОС могут быть размещены в малых встраиваемых системах, однако это довольно дорого. Для создания кода, выполняющегося на контроллерах без операционной системы, Rhapsody предлагает среду, управляемую прерываниями, но в этом случае разработчик должен сам позаботиться обо всех низкоуровневых функциях работы с периферией.

В UML нет места функциональным блокам, поэтому для написания алгоритмов обработки данных приходится обращаться всё к тем же старым текстовым нотациям, включаемым, например, в диаграммы перехода состояний.

Однако в пятой версии Rhapsody уже введена возможность построения диаграмм на основе функциональных блоков для создания моста между концепциями структурного и объектно-ориентированного программирования. Однако по-прежнему отсутствуют библиотеки функциональных блоков и эффективные инструменты работы с ними.

В целом для большинства пользователей встроенных систем парадигма MDD, придуманная профессиональными программистами, является, по нашему мнению, слишком

сложной. С другой стороны, для малых встраиваемых систем проблемы, решаемые Rhapsody, не являются актуальными. Пакет Rhapsody, так же как и Simulink, требует наличия у пользователя кросс-средств разработки на языке высокого уровня для целевой платформы. И это тоже становится серьёзным препятствием для использования Rhapsody при решении нашего круга задач.

IAR visualSTATE фирмы IAR [3]

Этот пакет концептуально напоминает Rhapsody, но значительно упрощён (см. рис. 3). Из всего стандарта UML оставлены только диаграммы состояний. Однако при этом фирма IAR сама разрабатывает хорошо зарекомендовавшие себя компиляторы языка Си для разнообразных микропроцессорных платформ. Таким образом, проблема совместимости сгенерированного кода на Си или C++ с компилятором легко решается. IAR visualSTATE ориентирован на более низкий уровень встраиваемых систем, чем Rhapsody, – на 8-, 16- и 32-разрядные микроконтроллеры без использования операционных систем или под управлением RTOS OSEK. Как и в Rhapsody, для «голых» платформ (при отсутствии RTOS) нельзя обойтись без дополнительного кодирования – пользователь должен самостоятельно писать драйверы аппаратных ресурсов, что для visualSTATE является совсем не простым делом.

Пакет visualSTATE можно применить для весьма ограниченного круга задач, он не является законченной системой, предусматривающей отладку и развёртывание на целевой платформе, и в целом не годится для обозначенных целей.

CoDeSys фирмы S3 [4]

Этот пакет – универсальный инструмент программирования, соответствующий стандарту IEC 61131-3, для широкого спектра целевых платформ и широко применяется для программирования промышленных логических контроллеров (ПЛК). Наряду с ним можно упомянуть пакеты ISaGRAF, UltraLogic, SOFTLOGIC и т.д., но рассчитанные на PC-совместимые системы или развитые операционные системы – QNX, VxWorks, OS/9 и т.д.

Среда CoDeSys позволяет создавать программы на пяти языках, описанных в IEC 61131-3. Большинство ПЛК малого и среднего класса используют ту или иную вариацию языков из IEC 61131-3. Три из них представляют собой графическую нотацию (у языков последовательных функциональных схем (SFC), функциональных блоковых диаграмм (FBD) и релейных диаграмм (LD)), и два – текстовую. В CoDeSys есть также язык в графической нотации, не стандартизированный IEC, – язык непрерывных функциональных схем (CFC). Язык SFC представляет собой некоторое подобие диаграммы состояний в UML, описывающей конечный автомат с той разницей, что в SFC может быть несколько одновременно активных состояний. Язык FBD применяется для построения простых цепей из функциональных блоков с довольно ограниченными возможностями. Язык LD во многом копирует стиль старых релейных управляющих схем, применявшихся до появления логических контроллеров. Язык CFC (см. рис. 4) напоминает язык функциональных блоков, применяющийся в Simulink, но с меньшими возможностями.

Для работы с CoDeSys не требуется наличия на целевой платформе ОС, но на ней обязательно должна присутствовать специализированная система времени выполнения, называемая RTS. При отсутствии операционной системы RTS берёт на себя некоторые её функции, а также предоставляет коммуникационные, отладочные и другие сервисы, необходимые для стыковки со средой разработки на PC. Для 8-, 16- и 32-разрядных микроконтроллеров необходимы разные типы RTS.

Среда разработки CoDeSys позволяет симулировать выполнение программы, загружать и отлаживать её на целевой платформе. Кроме того, CoDeSys снабжена развитыми средствами визуализации на PC для контроля процессов, происходящих в ПЛК. Однако элементы визуализации – анимированные индикаторы, кнопки, графики, рисунки и т.д. невозможно разместить на самих диаграммах, как, например, в Simulink. Для этого требуется создавать отдельные окна визуализации. Поведение элементов визуализации определяется глобальными переменными, назначаемыми пользователем вручную и предварительно описанными текстовой нотацией в окнах диаграмм. В CoDeSys также есть инструменты для разработки интерфейсов человек-машина (HMI) для самих ПЛК, снабжённых дисплеем и клавиатурой.

Ориентацией системы на промышленные контроллеры продиктовано наличие таких компонент, как OPC-

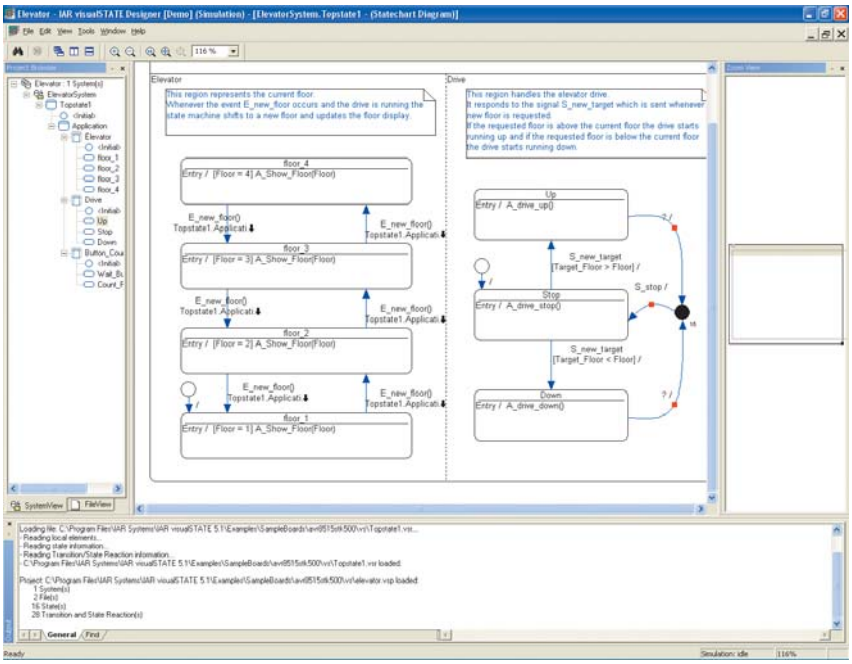


Рис. 3. Упрощённая модель системы управления лифтом для 8-битного МК серии AVR в окне построителя диаграмм состояний пакета visualSTATE

Скудность инструментов создания модели компенсируется полной интеграцией с кросс-средствами языка Си для большого класса микроконтроллеров, включающего серии AVR, PIC, NEC 78K, NEC V850, ARM7, MSP430, M16C, R8C

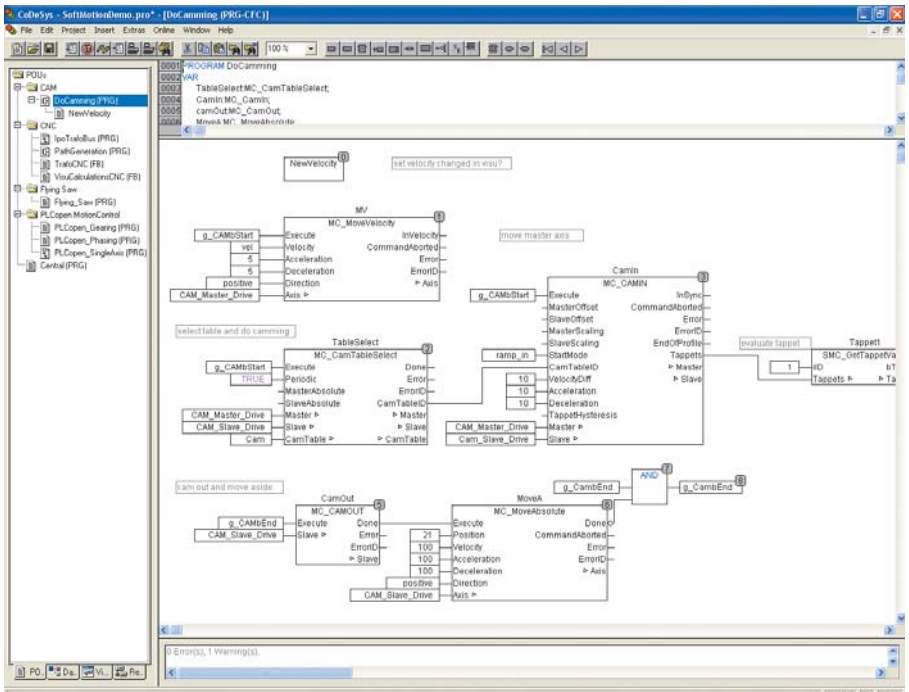


Рис. 4. Среда разработки CoDeSys

Пример программы в нотации CFC. Следование стандартам приводит к сухости графической нотации, мало чем выигрывающей перед текстовой. Для визуализации в CoDeSys нужно строить отдельные окна

сервер для интеграции ПЛК в SCADA-программы и модули работы с промышленными протоколами связи.

Для того чтобы пользователь мог переносить программы, созданные в CoDeSys, во встраиваемую систему, он предварительно должен адаптировать и перенести туда RTS. CoDeSys компилирует диаграммы непосредственно в код целевой платформы; для этого в систему встроены компиляторы для некоторого набора семейств микроконтроллеров – от 8- до 32-разрядных (лицензия на каждый продаётся отдельно). Встроенные компиляторы поддерживают обычно только базовый набор команд семейств микроконтроллеров, и для создания по-настоящему эффективных программ на этапе подготовки целевой платформы может понадобиться создание библиотек при помощи внешних оптимизирующих компиляторов.

Фирма S3 применяет систему лицензирования, согласно которой за каждый выпущенный контроллер с RTS производитель ПЛК выплачивает фирме определённые отчисления, но при этом саму среду CoDeSys получает бесплатно. Для разработки ПЛК производитель также, естественно, должен приобрести и саму RTS.

В целом CoDeSys мог бы стать приемлемым вариантом, если бы мы не нашли более дешёвой альтернативы.

ICon-L фирмы ProSign [5]

Итак, поиск привёл нас к продукту фирмы ProSign, называемому iCon-L. Идея этого пакета во многом повторяет CoDeSys, но рассчитан он на более широкий круг применений, чем только промышленная автоматизация. iCon-L поддерживает два языка в графической нотации: язык функциональных блоков, отражающий потоки данных, и язык блок-схем, отражающий потоки управления. Язык функциональных блоков по выразительности ничем не уступает аналогичному языку в Simulink и значительно превосходит аналогичный в CoDeSys. Поэтому iCon-L находит применение в самых различных областях – от управления детскими роботами (см. рис. 5) до оригинальных преобразователей протоколов (CAN, RS-485, Ethernet и т.д.) и промышленных ПЛК (см. рис. 6, 7).

Создание программ в среде iCon-L интуитивно понятно пользователю (см. рис. 8). Это одна из немногих систем, где не приходится применять текстовую нотацию в разработке программы. Здесь не нужно заблаговременно объявлять никаких переменных и не нужно знать никаких подробностей о карте памяти целевой платформы/контроллера или типе процессорного ядра, как, например, в CoDeSys. Элементы визуализации внедряются в саму диаграмму с функциональными блоками, что значительно повышает «читабельность» программы. Диаграммы могут иметь иерархическую структуру и поддерживают макросы. Человеко-машинный интерфейс целевой платформы может быть спроектирован на той же диаграмме функциональных блоков благодаря уникальной гибкости среды разработки iCon-L. Помимо большой библиотеки стандартных и специализированных функциональных блоков пользователи iCon-L имеют

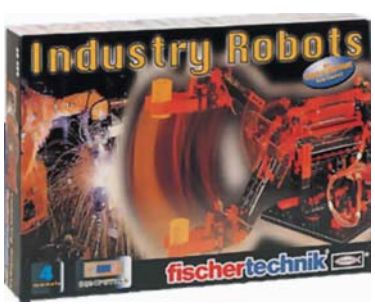


Рис. 5. Роботы-конструкторы фирмы Fischertechnik

Роботы, собранные из конструкторов, снабжаются встраиваемой системой с 16-битным МК, способным выполнять программы, созданные в iCon-L



Рис. 6. Микроминиатюрный контроллер/web-сервер фирмы BECK в корпусе DIL32 размером 22 × 44 × 9,5 мм

Контроллер снабжён 16-битным МК, работающим на частоте 40 МГц, Ethernet-интерфейсом, Flash-памятью, ОЗУ, портами ввода/вывода и RTOS. Изделие находит применение в ПЛК фирмы FESTO, широко используется во встраиваемых системах и служит идеальной платформой для iCon-L



Рис. 7. Промышленные PC-совместимые контроллеры фирмы Beckhoff серии CX1000

Для них был разработан весьма недорогой вариант интеграции с iCon-L с использованием ОС Linux и надстройкой RTAI, обеспечивающей работу Linux в реальном времени

возможность создавать собственные заготовки функциональных блоков. Стандартная библиотека включает группы блоков, реализующие логические операции (включая различные триггеры и сдвигающие регистры), арифметические операции, математические функции, вычисление произвольных функций, PID, PI и другие регуляторы, нелинейные преобразователи, селекторы, мультиплексоры, компараторы, блоки ввода/вывода, архивирования данных в памяти, работы со временем, строками, блоки визуализации и многое другое. Данные могут быть битами, целыми числами, длинными целыми числами, числами с плавающей запятой, строками, массивами из перечисленных типов. Кроме того, могут быть созданы пользовательские типы данных.

Другой положительной чертой iCon-L является совместимость набора функциональных блоков со стандартом IEC61131-3, благодаря чему программы из промышленных ПЛК легко могут быть перенесены в iCon-L. Более того, на смену устаревающему стандарту IEC61131-3 приходит новый стандарт – IEC61499, лучше учитывающий особенности систем, работающих в реальном времени, и распределённых систем. Примером того, как в iCon-L можно реализовать программы, управляемые событиями согласно IEC61499 в противовес обычному циклическому выполнению, может служить пакет DACHSview фирмы Steinhoff, основанный на iCon-L.

Обычный сценарий использования iCon-L для встраиваемой системы таков. Сначала разработчик покупает лицензию на среду разработки iCon-L и адаптирует визуальную оболочку iCon-L для будущих задач, используя средства разработки на языке Си. Для этого он создаёт дополнительные специализированные библиотеки функциональных блоков (ФБ) для визуальной оболочки и целевой платформы. Затем необходимо создать саму целевую платформу или подготовить уже имеющуюся. После этого подготовленные устройство и визуальная среда разработки iCon-L передаётся конечному пользователю, который в дальнейшем разрабатывает свои программы, используя только графическую нотацию среды iCon-L.

Система iCon-L существенно дешевле пакетов-конкурентов благодаря оригинальной технологии однократной компиляции. Идея заключается в том, что код функциональных блоков для контроллера компилируется разработчиками один раз на этапе подготовки системы времени исполнения для целевой платформы и остаётся в постоянной памяти контроллера. При загрузке же программы пользователя в контроллер iCon-L не производит компиляции в обычном смысле, а подготавливает связанную таблицу вызовов функций блоков по известным адресам в контроллере. Эта таблица затем и служит программой для исполняющей системы контроллера. Таким образом, для работы iCon-L не требуется компилятор, что значительно удешевляет среду разработки, при этом достигается большая надёжность создаваемых программ и большая временная детерминированность по сравнению с регулярно перекомпилируемым кодом обычных систем. Известно, что обычной практикой для профайлинга и контроля качества генерируемого машинного кода является идентификация и просмотр ассемблерных текстов, создаваемых компиляторами. Для систем с жёстким реальным временем или бюджетных систем с малыми резервами временных ресурсов разработчикам приходится раз за разом использовать этот способ при оптимизации программ. В случае однократной компиляции разработчик может быстрее и проще оценить потребность программы во временных ресурсах и ресурсах памяти либо даже автоматизировать этот процесс, не прибегая к дорогостоящим статистическим методам анализа на реальных объектах, поскольку профайлинг может быть выполнен ещё на стадии подготовки целевой платформы.

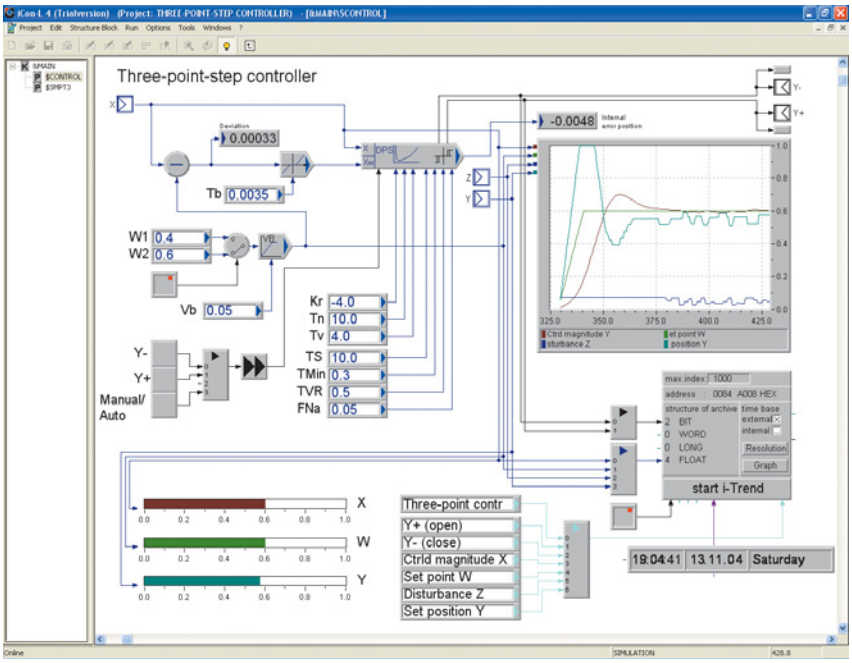


Рис. 8. Пример программы в среде iCon-L

Исполнение программы по связанной таблице происходит быстрее, чем интерпретируемой программы, и медленнее, чем обычной скомпилированной программы, но благодаря высокой оптимизации прекомпилированных функциональных блоков в системе времени исполнения проигрыш в быстродействии оказывается незначащим.

Центром архитектуры iCon-L (см. рис. 9) является визуальная среда разработки с одноимённым названием. В ней производится создание программы из функциональных блоков, симуляция её выполнения, загрузка в контроллер и наблюдение за работой программы на контроллере при помощи функциональных блоков визуализации.

Как и в CoDeSys, целевая платформа/контроллер для работы с iCon-L должна содержать специализированную систему времени исполнения. Здесь она называется VICK. На диаграмме компоненты VICK изображены чёрным цветом. VICK предлагается фирмой ProSign в виде исходных текстов на языке ANSI Си. Исходные тексты VICK представляют собой хорошо структурированный набор мо-

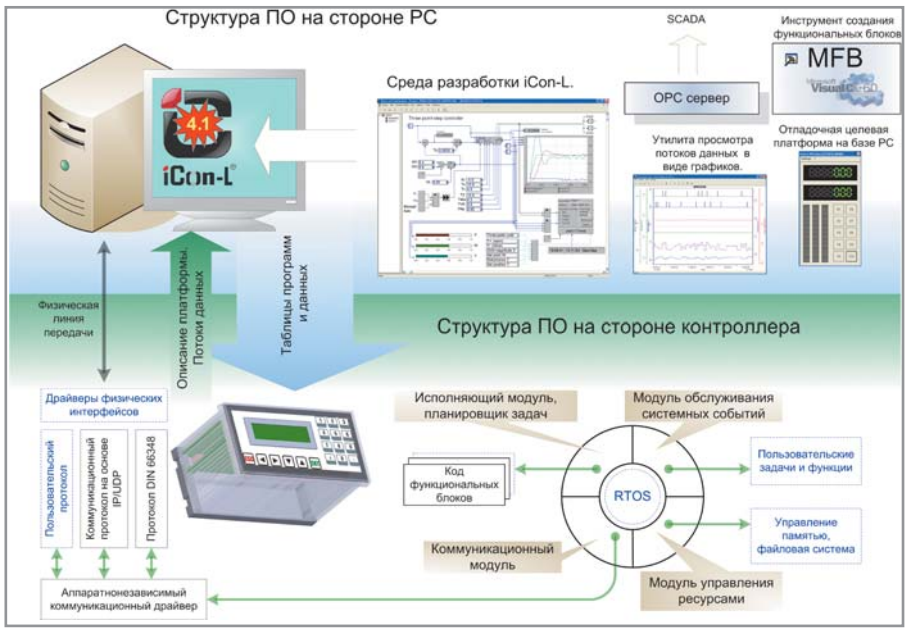


Рис. 9. Архитектура iCon-L

дулей с минимальной аппаратной зависимостью, поэтому они могут быть с одинаковым успехом скомпилированы и для 8-, 16-, и для 32-разрядных платформ (например, 8-разрядных контроллеров серии PIC18 фирмы Microchip, 16-разрядных МК серии C166 и 32-разрядных МК на базе ядра ARM).

Для нормального функционирования VICK на конкретной платформе разработчики также должны реализовать небольшое количество низкоуровневых функций работы с аппаратной частью (на рис. 9 показаны синим пунктиром). Это драйверы физических интерфейсов, ввода/вывода, функции чтения/записи энергонезависимой памяти, генерации временных интервалов и т.д. ОС реального времени может не использоваться, поскольку VICK сам предоставляет механизм кооперативной многозадачности. Система может поддерживать до 15 задач с различными уровнями приоритетности и независимыми продолжительностями циклов выполнения. Однако наличие вытесняющей RTOS упрощает создание драйверов и помогает оптимизировать использование ресурсов микроконтроллера.

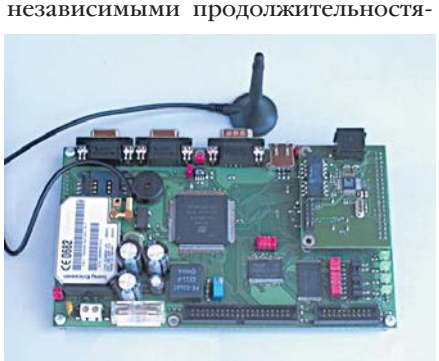


Рис. 10. Тестовая целевая платформа для работы с iCon-L

Пример целевой платформы

Нами была проведена адаптация VICK для целевой платформы на базе 16-битного микроконтроллера ST10F269 с тактовой частотой 40 МГц (см. рис. 10). Платформа располагает двумя интерфейсами RS-232, двумя CAN-интерфейсами, интерфейсом Ethernet 10Base-T, интерфейсом графического дисплея, Flash-памятью ёмкостью 2 Мб и ОЗУ ёмкостью 512 Кб, встроенным GSM-GPRS-модемом и энергонезависимыми часами реального времени.

Кратко опишем принципиальную схему целевой платформы (см. рис. 11, 12).

Микроконтроллер DD1 в рабочем варианте выполняет программу из своей внутренней памяти программ, но для целей отладки в схеме предусмотрено ОЗУ большой ёмкости (512 Кб) DD2, куда можно загрузить отладочный вариант программ вместе с модулем отладчика (отладочный монитор). Благодаря размещению программы в ОЗУ и отладочному монитору специальная программа-отладчик на PC может устанавливать в программе контроллера точки останова, выполнять её по шагам, просматривать и изменять содержимое всех регистров микроконтроллера и ячеек внешнего ОЗУ. При обращении к внешнему ОЗУ МК использует самый быстрый 16-битный режим работы внешней шины. Для изменения области выполнения программы с внутренней на внешнюю нужно изменить положение перемычки External bus enable в группе перемычек J4. Группами перемычек J4, J6 также задаются все важнейшие параметры работы МК перед стартом программы после сброса: частота тактового генератора, тип внешней шины и её разрядность, тип управления внешней шиной, режим начальной загрузки и т.д. Режим начальной загрузки позволяет загрузить во внутреннее ОЗУ МК данные или программу и запустить её до того, как МК начнёт выполнять собственную программу. Этот режим используется при отладке и программировании памяти программ МК.

Для хранения файлов и программ пользователя в среде VICK используется внешняя Flash-память DD3. В этой памяти хранятся файлы системных настроек, конфигурации VICK, файлы статических HTML- и WML-страниц (для доступа с мобильных устройств), графика, журналы системных событий и т.д. Линейная файловая система, реализованная в этой памяти, обеспечивает очень быстрый доступ к данным, так как в ней исключена фрагментация. Но при этом на одном логическом разделе файловой системы на запись может быть открыт только один файл. Эта трудность преодолевается созданием достаточного количества логических разделов.

Наличие только одного встроенного UART вынудило применить дополнительный внешний UART DD4. Использование драйвера USB-интерфейса DD9 было продиктовано желанием ускорить обмен с PC.

Микросхема часов реального времени DD6 при отсутствии напряжения питания поддерживает ход часов от литиевой батарейки GB1. Её ресурса должно хватать на 10 лет автономной работы. Точность хода часов при указанной марке кварцевого резонатора – около нескольких секунд в месяц в ту или иную сторону в зависимости от температуры окружающей среды.

На микросхеме DA1 собран узел внешнего сброса, внешний сторожевой таймер и схема предупреждения о снижении напряжения питания.

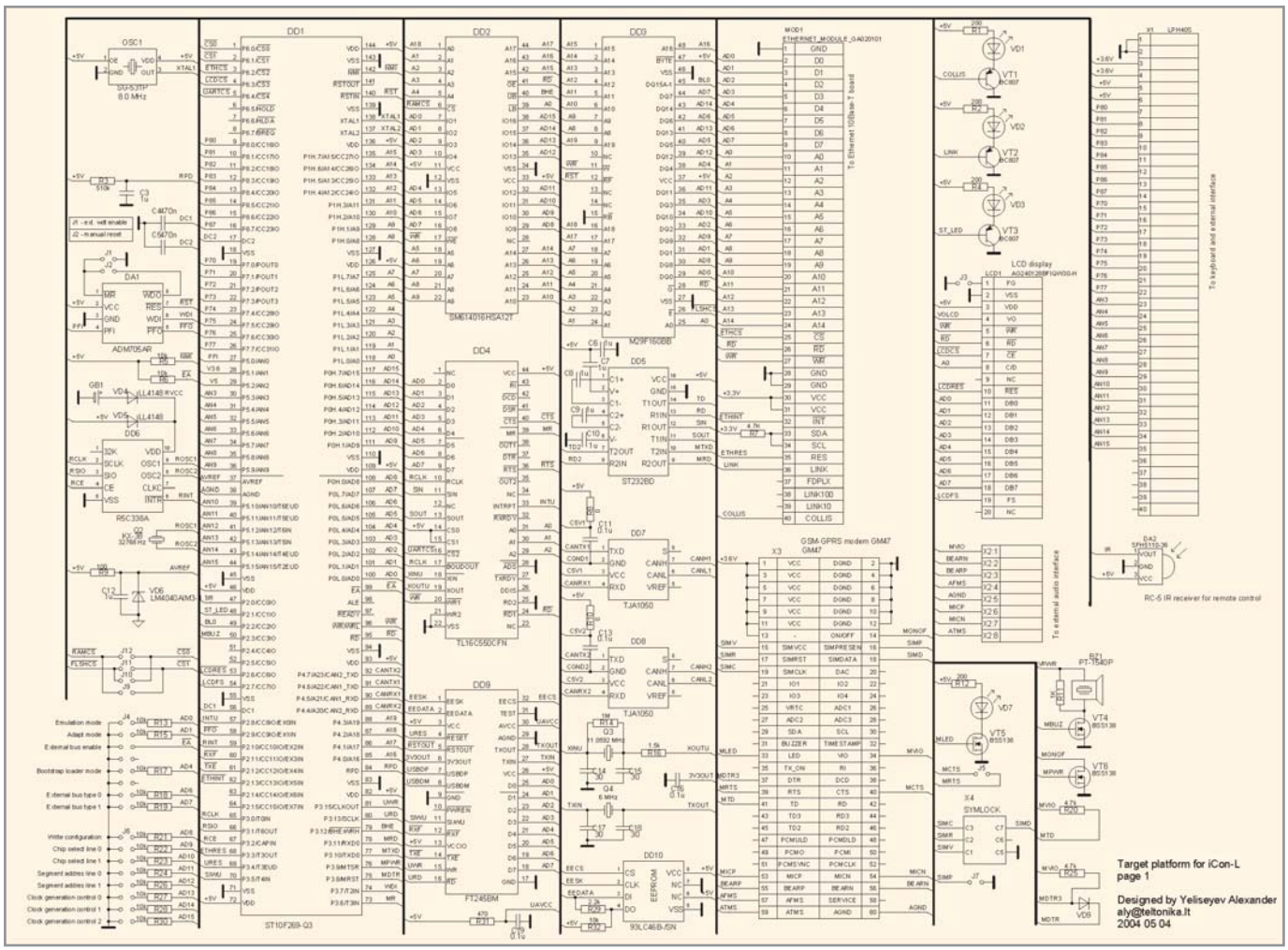


Рис. 11. Схема процессорного модуля целевой платформы

DD7 и DD8 являются физическими драйверами шины CAN. Шине CAN многие эксперты прочат роль последней конкурентоспособной «полевой» шины после того, как эта область будет завоевана шиной Industrial Ethernet. Но покуда Ethernet ещё достаточно дорог, мы применяем для связи с внешними модулями ввода/вывода шину CAN. Эта шина аппаратно реализует все жизненно важные функции, которые, например, в RS-485 приходилось выполнять программно: контроль целостности, квитирование, повторные передачи, арбитраж и т.д. Два CAN-интерфейса позволяют превратить устройство в повторитель или преобразователь протоколов для сетей CAN. На прикладном уровне для работы по CAN был использован протокол CANopen, который применяется во многих промышленных контроллерах и поддерживается многими устройствами и модулями ввода/вывода. CANopen интересен тем, что в режиме обмена в реальном времени он не вносит никаких дополнительных заголовочных или служебных данных в пакеты CAN, как это обычно принято в стеках стандартных протоколов, таким образом нисколько не снижая показатели скорости передачи данных по CAN.

GSM-модуль – непременный атрибут M2M-систем. На схеме применён GM47. Его характерная особенность в том, что он, как и многие подобные модули, имеет нестандартные напряжения питания и импульсный режим потребления мощности, что вынуж-

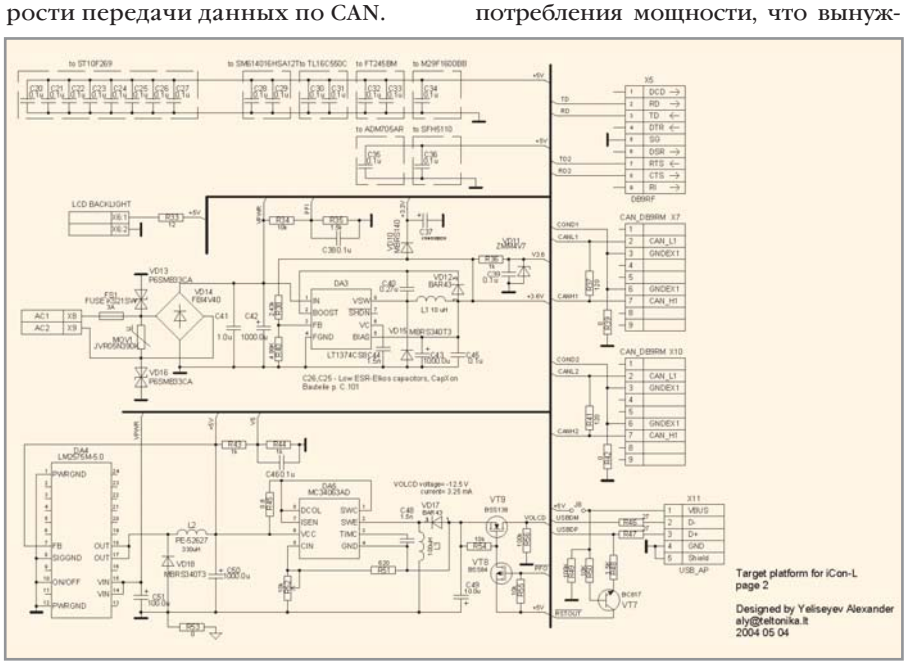


Рис. 12. Схема модуля питания целевой платформы

дает применять отдельные стабилизаторы напряжения и схемы согласования уровней сигналов.

Через разъём MOD1 к схеме подключается внешний модуль интерфейса Ethernet. Внешний модуль может быть выполнен по разным схемам; доступ к нему осуществляется через 8-битный параллельный интерфейс. Ethernet в системе используется для связи с удалёнными клиентами или серверами через Internet. Для работы через Internet был выбран стек протоколов TCP/IP из открытого проекта OpenTCP [6]. Для адаптации OpenTCP под конкретную платформу требуется лишь дописать программный драйвер для контроллера Ethernet. В нашем случае это драйвер для чипа W3100A фирмы WIZnet.

Разъём LCD1 предназначен для подключения графического дисплея – в нашем случае это графический монохромный ЖК-дисплей AG240128BFIQW30-H с разрешением 240×128. Графические дисплеи такого типа довольно дешевы, но характеризуются значительной инерционностью, поэтому в программе желательно использовать механизмы буферизированной прорисовки. Здесь можно порекомендовать известный пакет uC/GUI фирмы Micrium, который полностью совместим с нашей платформой.

Разъём X1 используется для подключения клавиатуры и дополнительных функциональных модулей.

Работа многочисленных драйверов и модулей на нашей платформе координируется простой операционной системой реального времени (ОСРВ или RTOS) uCOS-II фирмы Micrium.

VICK в нашей системе представляет одну из задач RTOS uCOS-II. Для коммуникации со средой разработки iCon-L контроллер может использовать либо RS-232, либо Ethernet. В качестве транспортного протокола по RS-232 VICK использует DIN 66348, а по Ethernet – протокол на основе IP/UDP. Поверх транспортных протоколов реализованы прикладные протоколы взаимодействия со средой разработки iCon-L, обмена файлами и работы в режиме командной строки. Для большей гибкости дополнительно был реализован обмен файлами через Ethernet по протоколу TFTP. Для настройки рабочих параметров контроллера, не связанных с системой iCon-L, был выбран протокол HTTP, позволяющий взаимодействовать с контроллером через обычный web-браузер.

Для разработчиков всегда важны цифры, позволяющие оценить ресурсы памяти, требуемые для реализации системы на целевой платформе. Приведём несколько величин, характеризующих ресурсопотребление VICK на нашей платформе:

- объём постоянной памяти, занимаемый ядром VICK, – 39 Кб;
- объём оперативной памяти для VICK, не включая коммуникационные буферы, – 1,8 Кб;
- объём постоянной памяти, занимаемый кодом 157 функциональных блоков VICK, – 29 Кб;
- объём памяти для коммуникационных буферов и областей, содержащих данные пользовательских программ, – 56 Кб.

Для сравнения приведём данные RTOS uCOS на нашей платформе:

- объём постоянной памяти, занимаемый RTOS, – 11 Кб;
- объём оперативной памяти для RTOS, включая системные стеки для 8 задач, – 3,3 Кб.

Для разработки применялся компилятор TASKING для ST10 версии 7.5. Как показано, VICK требует довольно скромных ресурсов, которые можно дополнительно сократить за счёт оптимизации состава библиотек и сервисов ядра. Всё программное обеспечение для нашей платформы разместилось в 256 Кб внутренней Flash-памяти ST10F269.

Не менее важны для разработчика параметры, характеризующие быстродействие системы. Здесь VICK также показывает неплохие результаты:

- выборка ссылки на очередной функциональный блок (ФБ) и передача ему управления – 2,2 мкс;
- выполнение ФБ сложения двух переменных типа длинное целое, включая передачу аргументов и сохранение результата, – 4,5 мкс;
- выполнение ФБ умножения двух переменных типа длинное целое, включая передачу аргументов и сохранение результата, – 5,9 мкс.

Нужно заметить, что ко времени выполнения каждого ФБ добавляется время выборки ссылки на этот блок с передачей управления. При выполнении простых блоков большую часть занимает время выборки аргументов и сохранения результатов. Поэтому для повышения быстродействия в программе целесообразно использовать более сложные блоки, выполняющие цепочки операций. Выбор ядра с более быстрыми операциями над длинными указателями также способствует повышению быстродействия.

Программа пользователя на целевой платформе обычно выполняется циклически. Пользователь сам выбирает время цикла и ограничен только минимальным значением этой величины. Если цикл выполняется раньше, то он приостанавливается до истечения установленного времени цикла и вновь выполняется с начала. Порядок выполнения ФБ в программе устанавливается самой средой iCon-L на основе информации о связях между блоками, однако пользователь при необходимости может его изменить. В нашей целевой платформе минимальная длительность цикла выполнения программы равна 10 мс. За такое время, например, контроллер может изменить по сети CAN состояние 720 аналоговых выходов или 5760 дискретных. Выбор такой длительности явился компромиссом между требуемым быстродействием пользовательских программ и коэффициентом использования ими вычислительных ресурсов процессора. При таком базовом цикле около 2,5% процессорного времени уходит на обслуживание сервисов RTOS. При уменьшении длительности цикла доля времени, отнимаемая RTOS, увеличивается, сокращая общее допустимое количество ФБ в пользовательских программах. Если пользовательская программа выполняется дольше, чем длится базовый цикл, или какие-либо сервисы RTOS начинают отнимать слишком много времени, исполняющий модуль VICK сразу же отправляет сообщение о нехватке вычислительных ресурсов в среду iCon-L. Кроме того, на нашей целевой платформе предусмотрена возможность генерации динамических HTML-страниц с информацией о состоянии и потребляемых ресурсах всех задач RTOS, позволяющая дистанционно через Internet диагностировать возможный дефицит ресурсов – как вычислительных, так и памяти.

Как уже говорилось, для встраиваемой системы, вероятнее всего, понадобится создание дополнительного

набора функциональных блоков, обеспечивающих функции ввода/вывода для конкретной платформы, коммуникационные функции и т.д. Создание новых ФБ в iCon-L – процесс сравнительно нетрудный. Для этого служит набор инструментальных средств MFB.

Функциональный блок в iCon-L представляется тремя программными автономными компонентами: модулем визуального представления ФБ в среде iCon-L (двоичный файл с расширением .mco), модулем для симуляции функционирования ФБ (исполняемый в Windows файл с расширением .dll) и модуль ФБ для целевой платформы (исходный текст на Си или библиотека, подключаемые на этапе компиляции и сборки исполняемого модуля для целевой платформы). Все три компонента автоматически генерируются при помощи инструмента MFB из одного исходного текста, написанного на специальном гибридном языке PSL. Это довольно практичный вариант создания ФБ, поскольку при сравнительной простоте PSL, напоминающего Pascal, он позволяет описать все аспекты поведения ФБ в одном текстовом модуле и сгенерировать непротиворечивые программные компоненты ФБ. MFB для генерации dll-файлов использует среду разработки MS Visual C++. В PSL можно использовать богатый набор функций для рисования графических элементов ФБ, выполнения математических и логических операций, вызова внешних функций из dll-файлов, перехвата событий, работы с параметрами и данными и т.д. Автоматическая генерация программных модулей ФБ для целевой платформы не означает, что их нельзя написать вручную на Си или Ассемблере. Мы так и поступили, когда разрабатывали ФБ, представляющий собой внешний модуль ввода/вывода, подключённый по сети CAN. Сгенерированный текст был использован как шаблон с приёмом и возвратом параметров, а само тело функции переписано с использованием сервисов, предоставляемых RTOS. Таким образом, был выполнен блок, отправляющий сообщения по CAN согласно стандарту CANopen с использованием очереди сообщений вместо обычного механизма, использующего разделяемую память, что сэкономило ресурсы процессора и упростило программирование для конечных пользователей.

Разработчикам предоставляются широкие возможности по изменению поведения ФБ в среде iCon-L при помощи вызовов пользовательских функций из dll-файлов в ответ на различные события: щелчок мыши по ФБ, вставка/удаление ФБ, старт/останов программы и т.д. Пользовательские функции могут вызывать произвольные диалоги, передавать и принимать данные и параметры в ФБ, вести журналы событий и т.д. Также работой ФБ в iCon-L могут управлять внешние программы – посылая специальные сообщения в окно оболочки iCon-L.

Для интеграции в SCADA-пакеты система iCon-L предоставляет OPC-сервер – промежуточное программное обеспечение, выполненное с использованием технологии OLE, работающее в среде Windows и занимающееся передачей данных от ПЛК в SCADA-пакеты и обратно.

Если такое решение слишком дорого, то для взаимодействия с целевой платформой можно использовать программные модули на Си из ядра VICK для обмена по протоколу DIN 66348, со встраиванием их в собственные программы на PC. В целом идея использования средства визуальной разработки программ себя оправдала. Программа в iCon-L быстрее редактируется, значительно сокращается количество грубых логических промахов в алгоритмах, а число синтаксических ошибок по сравнению с разработкой программ на Си сводится к нулю. Возможность дистанционной отладки через Internet также даёт много преимуществ. Отпечатанная копия программы из iCon-L сама по себе может являться отличной документацией, поясняющей алгоритм функционирования системы, избавляя от дополнительной рутинной работы. Заказчик также может принять участие в создании программы. Легче решаются вопросы поддержки ПО. В файловую систему целевой платформы можно загрузить сам проект программы в iCon-L, чтобы восстановить его в случае необходимости, не используя архивов.

Одним словом, технология визуальной разработки наступает на всех направлениях. И разработчикам остаётся только не упустить шанс поднять производительность своего труда ещё на одну ступень.

Литература

1. www.mathworks.com.
2. www.ilogix.com.
3. www.iar.com.
4. www.3s-software.com.
5. www.pro-sign.de.
6. www.opentcp.org.

Новости мира News of the World Новости мира

Новая компьютерная программа подражает людям

Сотрудники Лидского университета (Великобритания) создали новую программу «искусственного интеллекта», которая, наблюдая за людьми, смогла изучить правила простейшей игры.

Работа CogVis (такое название дали учёные своей разработке) основана на анализе визуальной информации, передаваемой видеокамерой, а также аудиосигнала, снимаемого микрофонами. В ходе исследования добровольцам было предложено сыграть несколько раз в «камень, ножницы, бумага» при помощи специальных карточек с изображениями соответствующих предметов. Результат игры при этом объявлялся вслух. Сопоставив изображения на карточках с действиями игроков и их фразами, компьютер через некоторое время смог объявлять итоги очередного раунда, – сообщает New Scientist.

По словам одного из исследователей, работу программы можно сравнить с поведением ребенка. Аналогично тому, как дитя пытается повторить действия взрослых, CogVis подражает поведению людей. При этом разработчики постарались отказаться от сложных программных алгоритмов, заменив их реальной информацией, получаемой в ходе наблюдения.

Несмотря на то что во время эксперимента CogVis изучала правила одной из самых простых игр, учёные утверждают, что полученные результаты могут оказать огромное влияние на дальнейшее развитие систем «искусственного интеллекта». В ближайшее время сотрудники Лидского университета намерены обучить CogVis правилам игры в крестики-нолики и шашки. Не исключено, что именно CogVis послужит базой для самоадаптирующихся программ управления роботами.

http://science.compulenta.ru/

Выставка-конференция ElectronExpo в Санкт-Петербурге состоялась

21...22 февраля 2005 г. в выставочном комплекса Ленэкспо в Гавани прошла выставка-форум ElectronExpo. В рамках форума были проведены 10 семинаров и 1 конференция.

Поскольку по замыслу организаторов ключевую роль на ElectronExpo играла именно конференция, её проведению и было уделено основное внимание. И это оправданно: ведь именно возможность пообщаться с коллегами и получить максимум новой полезной информации привлекает профессионалов на выставки. А тем для общения было предостаточно. ОАО «Светлана», например, во второй день выставки представило программу докладов под общим названием «Новейшие технологии российской электроники». Презентации проходили практически непрерывно в течение всего дня. Интересны для специалистов были и три презентации, проведённые компанией ПРОСОФТ. Особый интерес вызвал рассказ о программируемых логических матрицах (FPAA) фирмы Anadigm – идеальном инструменте для проектировщика аналоговых и аналогово-цифровых устройств самого разного назначения. Как отметили после выставки специалисты компании ПРОСОФТ, относительно небольшое количество посетителей форума (порядка пятисот человек) с лихвой компенсировалось их качественным составом.

Фирмы «Диполь» и «Спринг-Электроникс» представили на выставке оборудование и мебель для комплексного оснащения рабочих мест радиомонтажников; ЗАО «ИМТЕХ» – эксклюзивный представитель германской фирмы ODU Connector Systems – представило широкий ассортимент разъёмов и соединителей для любых условий эксплуатации; ОАО «Орбита» – отечественный производитель полупроводниковых приборов и продукции на их основе – представляло готовые решения в области силовой электроники; ОАО «Светлана» – одно из старейших российских предприятий электронной промышленности – собственную полупроводниковую продукцию. Пресса на форуме была представлена как широко известными изданиями – «Электронные компоненты», «Ремонт электронной техники», «Живая электроника России», «Компоненты и технологии», – так и новым интересным журналом «Современная электроника» издательства СТА, предназначенным для специалистов – разработчиков радиоэлектронной аппаратуры.

Случайных посетителей на форуме не было, поскольку приглашения рассылались организаторами по тщательно выверенным критериям, важнейшим из которых, безусловно, являлся профессиональный интерес к заявленной тематике. Многие из гостей заранее согласовывали с участниками дату и время своего прихода, чтобы послушать интересующие их выступления. Согласитесь, более полусотни человек в зале на презентации в рамках совершенно нового форума – это неплохой итог и задел на будущее.

Итак, участники остались довольны первым опытом и изъявили желание представлять свои компании на ElectronExpo-2006. А что же гости? Не удивительно, что большую часть их составляли питерские специалисты. Присутствие на стендах людей, на высоком уровне способных ответить на любой технический вопрос, отмечалось посетителями как несомненное достоинство этого форума. Как известно, в Санкт-Петербурге и Ленинградской области сосредоточено множество предприятий, занимающихся разработкой и производством изделий оборонного назначения. Поэтому многие гости форума были представителями ВПК. Вполне вероятно, что в силу актуальности для Северо-Западного региона темы и проявленного интереса в дальнейшем приоритет оборонной тематики в форуме будет выше.

К сожалению, по мере увеличения масштабов любого подобного меро-









приятия удельное число технических консультантов среди работников стендов снижается. На смену им приходят коммерческие специалисты, зачастую не способные дать никакой полезной информации, кроме стоимости товара. Всё более имиджевый характер мероприятия начинает отпугивать от него настоящих специалистов. Надеемся, что эта участь минует форум ElectronExpo и он и впредь будет представлять интерес для разработчиков. Организаторы форума не зря акцентируют внимание на его профессиональности, как со стороны участников, так и со стороны гостей.

Полагаем, что этот критерий позволит держать планку мероприятия достаточно высоко. Приглашаем вас на ElectronExpo-2006! Идеальные контакты возможны, и мы докажем это вам!

Организаторы выставки

Семинар по проектированию систем на печатных платах

Приглашаем руководителей и ведущих специалистов принять участие в международном семинаре по проектированию систем на печатных платах, который состоится 19 апреля 2005 г. по адресу: отель «Балчуг Кемпински Москва», зал «Владимир I & II», ул. Балчуг, д. 1 (10 мин. от м. «Новокузнецкая»). Семинар проводится совместно компанией Mentor Graphics и её официальным дистрибьютором – Megratec/Inline Group. Компания Mentor Graphics является одним из мировых лидеров в области САПР электроники. Диапазон средств, предлагаемых Mentor Graphics, охватывает все основные этапы проектирования и верификации интегральных схем, печатных плат и систем – от концептуального уровня до подготовки производства изделий. Одним из направлений, в которых Mentor Graphics занимает доминирующее положение на мировом рынке, является проектирование систем на печатных платах (32% мирового рынка – данные за 2003 год). На данном семинаре компания представлена ведущими специалистами, которые сделают обзор текущего состояния по данному направлению, проанализируют тенденции развития и задачи, которые ещё предстоит решить. Отдельные этапы будут продемонстрированы на рабочих версиях пакетов DxDesigner, I/O Designer, FPGA Advantage, DMS, Expedition PCB, PADS, HyperLynx, ICX и др. Все презентации сопровождаются качественным синхронным переводом. В заключение семинара докладчики с удовольствием ответят на ваши вопросы и примут участие в дискуссии. Участие в семинаре бесплатное. Проживание иногородним участникам не предоставляется. Предварительная регистрация участников обязательна.

По вопросам предварительной регистрации заявок обращаться по телефону 095-787-5940 или по электронной почте tatyana@megratec.ru. Контактное лицо Лохова Татьяна Олеговна.

Семинары фирмы «Алкон»

ООО «Алкон» проводит серию семинаров 1...3 марта 2005 г. в Санкт-Петербурге в Выставочном центре Северо-Запада РФ.

1 марта, вторник (2 этаж, зал № 2)

11:15...12:00

Фотоумножители Perkin Elmer, сравнительный анализ продукции Perkin Elmer и Hamamatsu.

12:15...13:00

Новейшие разработки компании Philips. Кодеры/декодеры для стандартов MP3, MD, CD, MPEG-AUDIO, AC-3, MPEG2 (DVD). Основные характеристики, примеры использования.

14:15...15:00

Обзор новой продукции компании Murata. Керамические линзы Lumicera, оптические трансиверы и другая продукция.

2 марта, среда (2 этаж, зал № 2)

10:15...11:00

Продукция Perkin Elmer для высокоскоростных линий оптической связи.

12:15...13:00

Светодиоды Cosmo: обзор новой продукции.

3 марта, четверг (1 этаж, зал 4)

11:15...12:00

Новейшие разработки компании Philips: 16/32-разрядные микроконтроллеры серии LPC2292/2294 для автомобильной техники. Бюджетные микроконтроллеры для использования в портативной технике.

Адрес Выставочного центра Северо-Запада РФ: г. Санкт-Петербург, пл. Победы, 2 (ст. метро «Московская»).

Более подробную информацию можно получить по тел. (812) 149-4930, (812) 560-0321.

ПРОСОФТ стал официальным дистрибьютором компании CREE

С 1 января 2005 г. ПРОСОФТ стал официальным представителем компании CREE в России и странах бывшего СССР.

Штаб-квартира CREE и её основное производство расположены в Калифорнии, США. Компания разрабатывает следующие основные направления:

- Microwave and RF – микроволновое и радиочастотное направление. Основная продукция – силовые высокочастотные транзисторы;
- Materials and Epitaxy – материалы и подложки для производства полупроводниковых приборов;
- LED Products – кристаллы для производства SiC-светодиодов, в том числе суперъяркого свечения;
- Lamp Products – мощные светодиодные лампы для различных применений;
- Power Semiconductors – силовые полупроводники. Основная продукция – SiC Zero Recovery® – мощные диоды Шоттки. В скором времени будут доступны для коммерческого использования также силовые SiC-полевые транзисторы и тиристоры.

Электронные компоненты на основе карбида кремния (SiC) от компании CREE – уникальная, не имеющая аналогов по совокупности свойств продукция. Практически во всех областях применения замена стандартных компонентов на их SiC-аналоги приводит к качественному улучшению свойств конечных изделий.

Возьмём, к примеру, силовые высоковольтные Zero Recovery® диоды Шоттки. По характеру поведения эти приборы с принципиальным отсутствием эффекта обратного восстановления, обладающие высокой радиационной стойкостью, напоминают ламповые, то есть близки к идеальным. К их достоинствам относятся: способность работать на высоких частотах (единицы мегагерц), практически не зависимые от температуры характеристики кристалла, положительный температурный коэффициент, работоспособность при температурах порядка сотен градусов. Благодаря грамотному их применению в своих разработках вы сможете значительно уменьшить габариты изделий силовой электроники. Приборы компании CREE будут самым надёжным элементом вашей схемы.

Мы понимаем, что уникальность и новизна продуктов компании CREE, а также дефицит информации практического характера создают определённые препятствия для разработчиков, желающих ознакомиться с их применением. Надеемся, публикация цикла статей, доклады и презентации специалистов компании ПРОСОФТ на выставках дадут вам достаточно исходной информации. А для тех, кто заинтересуется этой темой всерьёз, всегда к услугам консультации и помощь в разработках любого уровня от нашей службы технической поддержки. На нашем складе имеются образцы продукции, которые мы готовы вам предоставить.

Помимо методической помощи разработчикам, в настоящее время ПРОСОФТ готовит к промышленному производству ряд собственных проектов с использованием продуктов CREE. Среди них:

- набор модулей контроллера управления активными корректорами коэффициента мощности (ККМ) мощностью до 1500 Вт;
- полнофункциональный модуль ККМ 1500 Вт в нескольких вариантах исполнения;
- линейка источников вторичного электропитания с ККМ, резонансным преобразованием напряжения и синхронным выпрямлением для питания устройств телекоммуникационной аппаратуры и промышленной автоматики.

Мы приглашаем вас к сотрудничеству! Ресурсы компании и собственная производственная база позволяют ПРОСОФТ планировать и осуществлять долгосрочные совместные проекты.

В наше время самый ценный продукт – это знание. Мы готовы поделиться им с вами. Приходите с 5 по 8 апреля на выставку ЭкспоЭлектроника в СК «Олимпийский». Примите участие в семинарах ПРОСОФТ и оцените предлагаемый нами уровень поддержки разработчиков!

Новости мира News of the World Новости мира

Компания CREE заключила с фирмой NICHIA взаимное патентное соглашение

Компания CREE объявила о заключении взаимного патентного соглашения с фирмой NICHIA в области технологии белых светодиодов. Подробности соглашения не разглашаются. Президент компании CREE Чак Свобода (Chuck Swoboda) заявил по этому поводу: «NICHIA разработала пионерную технологию в области белых светодиодов, и заключённое соглашение даёт CREE доступ к этой выдающейся технологии. В то же время, соглашение признаёт интеллектуальную собственность CREE и укрепляет лидерство обеих компаний в области светоэлектроники».

Белые СИД как альтернатива лампам накаливания

Компания CREE, входящая в «большую пятерку» производителей светодиодов, объявила на международной конференции «Стратегия света», прошедшей в начале февраля этого года в городе Burlingame (Калифорния, США), о своём последнем крупном достижении в области создания белых светодиодов. Эффективность белых светодиодов серии 7090 XLamp удалось довести до 100 лм/Вт при максимальном световом потоке 60 лм и токе 350 мА. Как заявляет Крис Джеймс, менеджер по маркетингу компании CREE, «мы демонстрируем значительные уровни яркости и КПД как стандартных, так и мощных светодиодов. Совершенствование белых светодиодов находится на переломном пути к сокращению затрат энергии для освещения во всём мире. Хотя предстоит сделать ещё многое, я полагаю, что светодиодная промышленность продвигается к замене обычных ламп накаливания даже быстрее, чем несколько лет назад».

www.compoundsemi.com/news