

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» вольт-амперную 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 газораз-

рядных 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).

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 плоскочелюстные 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.

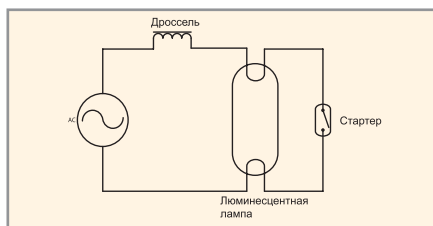


Рис. 1. Стандартная схема подключения люминесцентной лампы

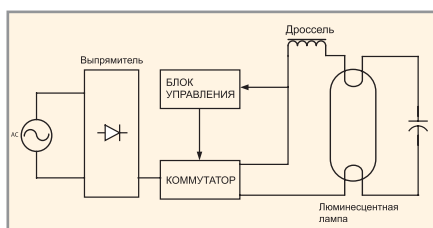


Рис. 2. Упрощенная структурная схема CCFL драйвера

- 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-драй-

веров и максимально соответствующие этим областям ИС фирмы MPS. Одно из наиболее распространённых применений CCFL-драйверов – подсветка ЖК-дисплеев в мониторах настольных компьютеров, ноутбуках, плоскочастотных 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:

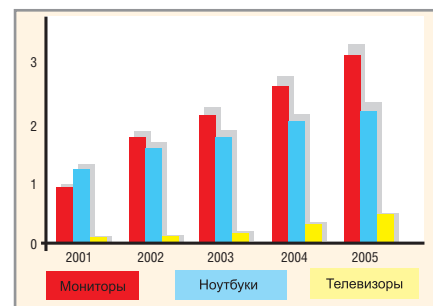


Рис. 3. Динамика объемов потребления люминесцентных панелей

- 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, копии	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
Плоскочастотные LCD-мониторы, рекламные щиты высокой яркости, читаемые при дневном свете	Подключение нескольких ламп, суммарная мощность до 150 Вт	MP1018C MP1038

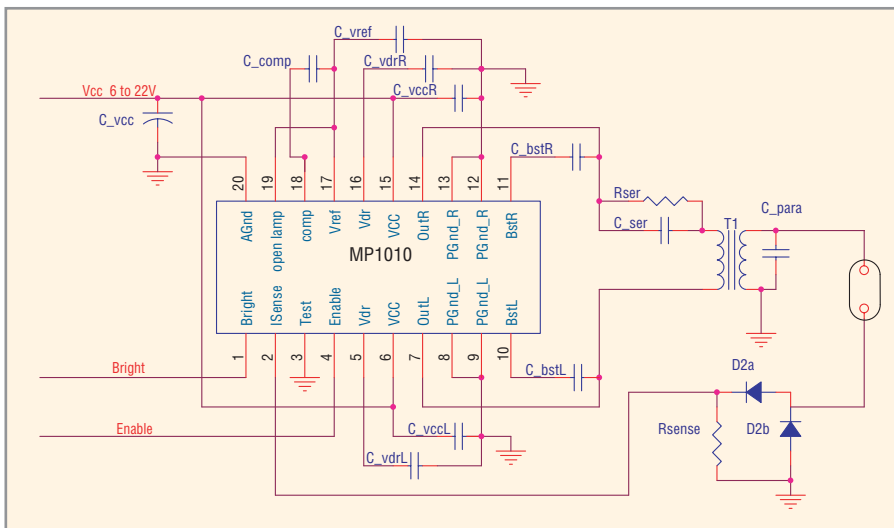


Рис. 4. Типовая схема подключения MP1010

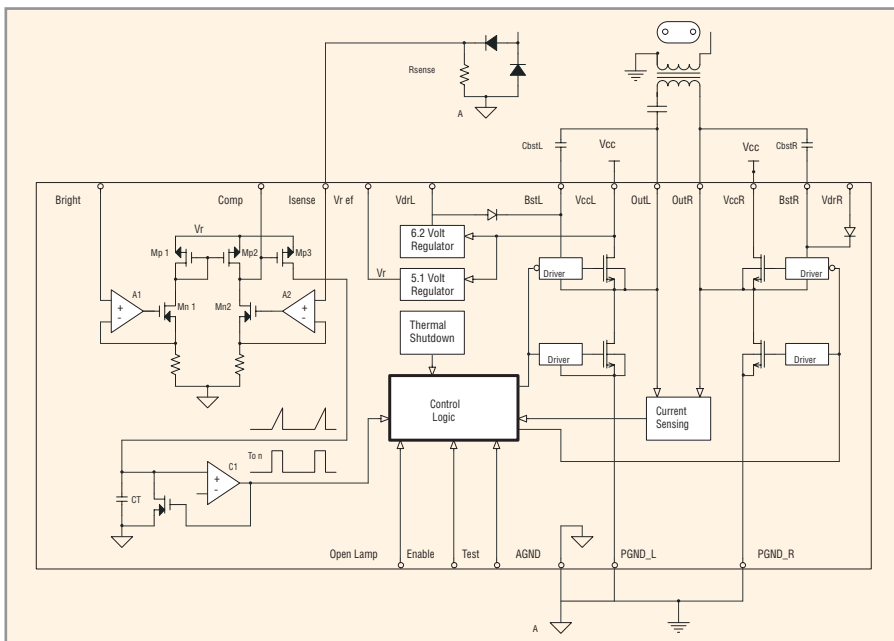


Рис. 5. Функциональная схема MP1010

- 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

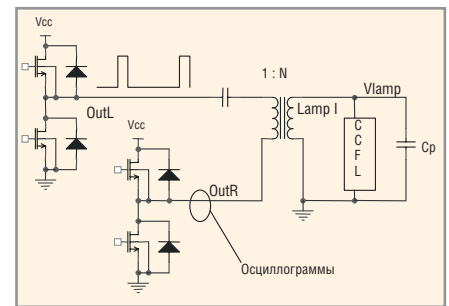


Рис. 6. Силовой выходной каскад MP1010

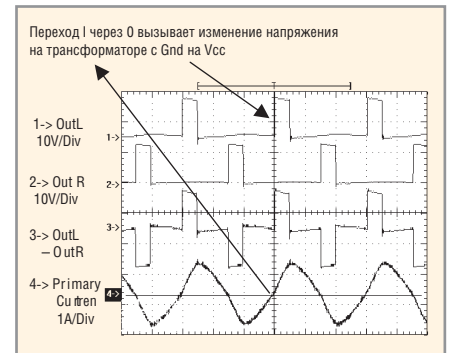


Рис. 7. Токи и напряжения на первичной обмотке трансформатора

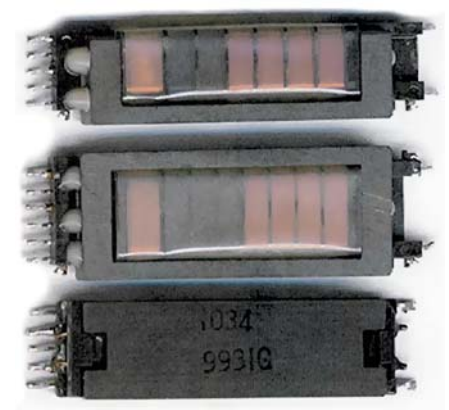


Рис. 8. Высоочастотные трансформаторы

полумостов, возбуждающие первичную обмотку трансформатора. На рисунке 7 приведены эпюры напряжений схемы. Эюра 3 – напряжение на первичной обмотке трансформатора, эюра 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 T_{on} , 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	ТОКО 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
Кэффициент трансформации	92	84

*Параметры измерены на частоте 10 кГц

Экономичная люминесцентная подсветка для любых сфер применения



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

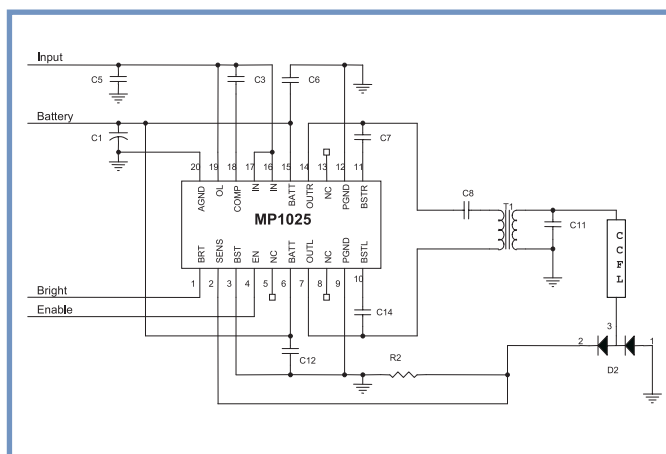
ОСНОВНЫЕ ДОСТОИНСТВА

- 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

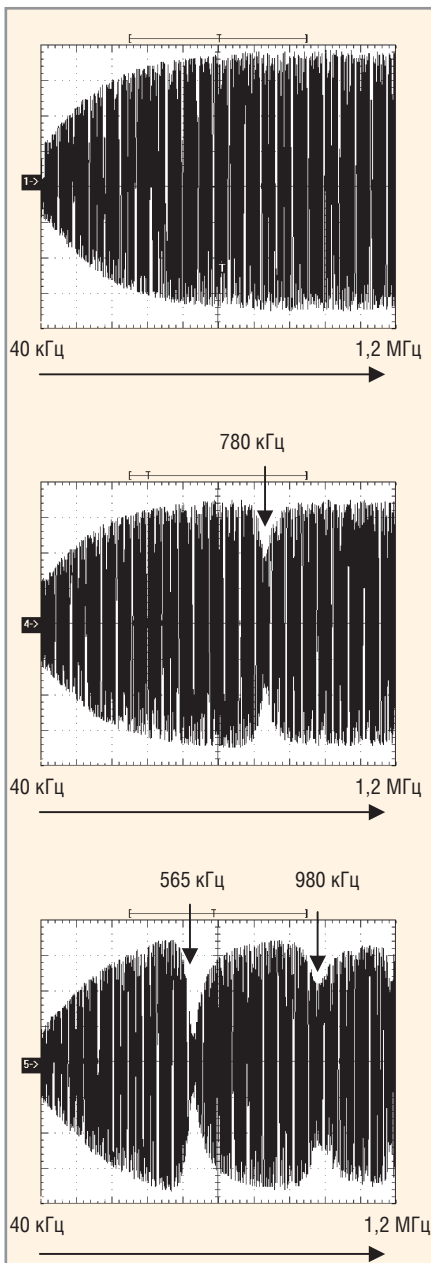


Рис. 9. Осциллограммы эффекта SRF в трансформаторах

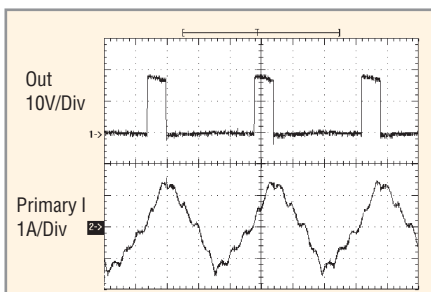


Рис. 10. Влияние эффекта SRF на форму сигнала

Энергия, передаваемая в лампу, примерно пропорциональна времени Top. Таким образом, управляя длительностью открытия ключевых транзисторов мостовой схемы, можно регулировать яркость свечения лампы. В MP1010 за эту функцию от-

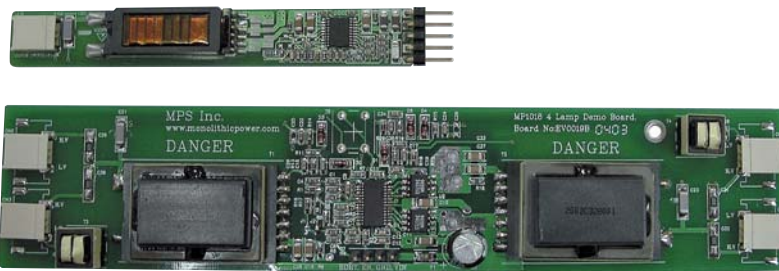


Рис. 11. Оценочные платы MPS

вечает вывод Bright, подачей на который напряжения от 0 до 2 В и осуществляется регулировка.

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 ТОКО, FDK и трансформатора с проблемной SRF-характери-

стикой. Как видно, трансформаторы ТОКО 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 получают изделия недопустимо крупных габаритов, либо не удаётся избежать значительных потерь мощности в кристалле и, как следст-

вие, 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 × 1080 пикселей. Это позволяет без преобразований вывести 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 бренду 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 четвертом 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/>