

- ◆ Плата управления TSIS231.765 и цифровой LED-тепловыключатель на ее основе
- ◆ Драйверы компании Texas Instruments для светодиодных ламп и осветительных приборов
- ◆ Новейшие каменнодверные холодильники Samsung
- ◆ Электронные модули EWX14 стиральных машин AEG/ELECTROLUX



# СХЕМОТЕХНИКА ИНДУКЦИОННЫХ ВАРОЧНЫХ ПЛИТ

**Схемы на вкладке:**

- к статье «Схемотехника источников питания ЖК телевизоров  
фирмы TCL (часть 6)»
- музыкального центра «LG FH-299AX»



www.remserv.ru

ISSN 1993-5935



9 771993 593770



2 1005



Учредитель и издатель:  
ООО «СОЛОН-Пресс»  
115487, г. Москва,  
пр-кт Андропова, дом 38,  
помещение № 8, комната № 2

Генеральный директор  
ООО «СОЛОН-Пресс»:  
Владимир Митин  
E-mail: rem\_serv@solon-press.ru

Главный редактор:  
Александр Родин  
E-mail: ra@solon-press.ru  
Зам. главного редактора:  
Николай Тюнин  
E-mail: tunin@solon-press.ru

Редакционный совет:  
Владимир Митин,  
Александр Пескин,  
Дмитрий Соснин

Рекламный отдел:  
E-mail: rem\_serv@solon-press.ru  
Телефон: 8 (495) 617-39-64

Подписка  
E-mail: kniga@solon-press.ru

Дизайн, верстка:  
Константин Бобрусь

Корректор:  
Михаил Побочин

Адрес редакции:  
123242, г. Москва,  
Садовая-Кудринская ул., 11,  
офис 336 Д  
Для корреспонденции:  
123001, г. Москва, а/я 82  
Телефон/факс:  
8 (495) 617-39-65  
E-mail: rem\_serv@solon-press.ru  
http://www.remserv.ru

При использовании материалов, опубликованных  
в журнале, ссылка на «РС» обязательна. Повторное  
печатание, воспроизведение или иное использование  
материалов без письменного разрешения редакции  
запрещается. Мнение автора не всегда совпадает  
с мнением редакции.

Свидетельство о регистрации журнала  
в Государственном Комитете РФ по печати: № 018010  
от 05.08.98



Журнал выходит при  
поддержке Российского  
и Московского фондов  
защиты прав потребителей

Подписано к печати 28.08.2021  
Формат: 60 × 84 1/8 Печать офсетная. Объем: 10 п.л.  
Тираж: 6 000 экз.

Отпечатано в АО «ПРИЗ»  
190010, г. Рязань, проезд Школьный, 4  
Тел.: 8 (4912) 21-44-21  
www.priiz.ru  
Цена свободная  
Заказ № 794

ISSN 1993-5935

© «Ремонт & Сервис», № 5 (272), 2021

**ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!**

Ремонт и обслуживание техники, питающейся от  
электронной сети, следует проводить с абсолютным  
соблюдением правил техники безопасности при работе  
с электрическими приборами (10 и 200 В).

**СОДЕРЖАНИЕ**

**● НОВОСТИ**

- Новая линейка многодверных холодильников Samsung уже в России . . . . . 2
- Компания Cerebras представила огромный процессор Wafer Scale Engine 2 . . . . . 2
- Струйные фотопритеры Canon PIXMA G640 и G540 — «Формула выгодной печати» . . . . . 3
- Ультрабелая краска способна заменить кондиционеры . . . . . 4
- Apple представила трекер AirTag для поиска потерянных вещей . . . . . 4
- Проекторы Nebula уже на российском рынке . . . . . 5

**● ТЕЛЕВИЗИОННАЯ ТЕХНИКА**

- Николай Елагин  
Плата управления T.SIS231.T65 и цифровые LED-телевизоры RUBIN на ее основе (часть 1) . . . . . 6
- Александр Седов  
Схемотехника источников питания ЖК телевизоров фирмы TCL (часть 6) . . . . . 15

**● БЫТОВАЯ ТЕХНИКА**

- Александр Ростов  
Электронные модули EWX14 стиральных машин AEG/ELECTROLUX (часть 2) . . . 29
- Борис Пескин  
Схемотехника индукционных варочных плит (часть 2) . . . . . 37

**● ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА. ОБОРУДОВАНИЕ**

- Портативные осциллографы эконо-класса Актаком: три прибора в одном корпусе . . . . . 45
- Анализаторы и регистраторы сети ND45 Lumel . . . . . 46
- Smart Bench Essentials — четыре бюджетных инструмента с единым графическим интерфейсом для анализа и обработки данных . . . . . 47
- HD06000BR — новое поколение осциллографов высокого разрешения . . . . . 48

**● КОМПОНЕНТЫ И ТЕХНОЛОГИИ**

- Юрий Петропавловский  
Современные микросхемы драйверов для светодиодных ламп и осветительных приборов компании Texas Instruments . . . . . 49
- SQJA81EP — лучший в отрасли 80-вольтовый автомобильный P-MOSFET . . . . . 60
- 2ED2101/03/04, 2ED2110S06M — новые 650-вольтовые драйверы полумостов семейства EiceDRIVER . . . . . 60
- SiC8xx — новое семейство силовых интеллектуальных силовых модулей VRPower . . . . . 61
- Это не пыль, а новые сверхмалые высокоемкие конденсаторы Samsung . . . . . 61
- Электролитические конденсаторы серии FH от Panasonic: до 10000 часов при 105 °С . . . . . 62

**● КЛУБ ЧИТАТЕЛЕЙ**

- Подписка . . . . . 63

- НА ВКЛАДКЕ:** Схемы к статье «Схемотехника источников питания ЖК телевизоров фирмы TCL (часть 6)» . . . . . I, XIV  
Схемы музыкального центра «LG FFH-299AX» . . . . . II

## Новая линейка многодверных холодильников Samsung уже в России

Компания Samsung Electronics открывает продажи новых многодверных холодильников French Door с двухконтурной системой охлаждения для длительного поддержания свежести продуктов и привлекательным ценовым предложением для устройств данного класса. Модель RF5000A из этой линейки уже сейчас можно приобрести на официальном сайте магазина Samsung и в магазинах партнеров. Рекомендованная розничная цена данной модели составляет 109 990 рублей.

Двухконтурная система охлаждения Twin Cooling Plus независимо контролирует и оптимизирует температуру, поддерживает необходимую влажность продуктов и предотвращает смешивание запахов между камерами. Тихий и экономичный инверторный компрессор нового поколения Digital Inverter Compressor гарантирует бесперебойную работу устройства (надежность данного узла подтверждена 10-летней гарантией).

Система Total No Frost обеспечивает охлаждение продуктов в холодильной и морозильной камерах без образования инея и наледи, благодаря чему эта модель не требует размораживания. Также предусмотрена функция интенсивного охлаждения и заморозки продуктов. Режим «Мощное охлаждение» позволяет быстро остужать блюда и напитки, а «Мощная заморозка» подходит для замораживания пищи и льда. Морозильная камера оборудована вместительными выдвижными корзинами, а их особая конструкция помогает без труда найти все необходимое.

Настройками холодильника можно легко управлять благодаря внутреннему сенсорному дисплею, кото-



рый расположен на доступной для людей с пониженной мобильностью высоте. Яркое и экономичное LED-освещение позволяет легко и быстро найти нужные продукты.

Особенностью French Door холодильника является стильный и гармоничный дизайн. За счет уменьшенной глубины он выглядит как встраиваемый, а минималистичные утопленные ручки не разрушают целостность. Полезный объем холодильника 431 литр. Модель представлена в двух цветах — ин inox и графитовый.

Источник: пресс-релиз Samsung Electronics

## Компания Cerebras представила огромный процессор Wafer Scale Engine 2

Американская компания Cerebras Systems представила самый большой из когда-либо созданных процессоров Wafer Scale Engine 2. Стоит отметить, что данная система представляет собой единый монолитный чип с рядом новейших функций.

Сообщается, что огромная машина построена на 7 нм технологии TSMC и включает в себя 2,6 трлн. транзисторов и 850 000 ядер, оптимизированных для работы ИИ (у первого Wafer Scale Engine было 1,2 трлн. тран-



зисторов и 400 000 ядер). В WSE2 находится 40 ГБ SRAM с пропускной способностью 20 ПБ/с. Скорость подключения внутреннего интерфейса — до 220 ПБ/с, тактовая частота составляет до 3 ГГц, а общее энергопотребление — 15 кВт.

Размер нового процессора составляет 46 225 мм<sup>2</sup>, что в 56 раз больше, чем у самого крупного графического процессора из когда-либо созданных NVIDIA Ampere A100 (его размер — всего 826 мм<sup>2</sup> на кристалле размером 54 миллиарда транзисторов).

Предположительно, стоимость Wafer Scale Engine 2 будет составлять несколько миллионов долларов.

Источники:  
<https://hi-tech.news>  
<https://cso-tv.ru>

## Струйные фотопритеры Canon PIXMA G640 и G540 — «Формула выгодной печати»

Canon расширяет линейку струйных принтеров со встроенной системой СНПЧ (система непрерывной подачи чернил) для фотопечати двумя новыми моделями: МФУ PIXMA G640 и принтером PIXMA G540. Система печати с печатающими головками FINE и шесть цветов чернил ChromaLife 100 на основе специальных красителей позволяют создать яркие и живые отпечатки, которые будут оценены по достоинству, а простое обслуживание и поддержка широкого ассортимента типов носителей делают эти устройства отличным решением для разных категорий пользователей.



### Яркая и качественная печать на любой поверхности

В устройствах PIXMA G640 и G540 используется шестичерновая система чернил на основе специальных красителей. Два новых цвета — красный и серый — позволяют расширить цветовую гамму и лучше передать затененные области и насыщенные оттенки так, чтобы получить фотографии с выраженным контрастом. Обе модели оснащены печатающей головкой FINE, которая повышает качество, снижая зернистость, и делает цвета более интенсивными.

Единообразная передача цвета на разных носителях — от двусторонней матовой до глянцевой и полуглянцевой фотобумаги — обеспечивает стабильно высокое качество изображений. Пользователи могут печатать снимки без полей вплоть до формата A4, выбрав бумагу из ассортимента Canon, например, магнитную фотобумагу для печати собственных магнитов на холодильник или многоразовые фотонаклейки для украшения интерьера.

### Фотопечать в больших объемах

Новые принтеры Canon оснащены встроенной системой СНПЧ с ресурсом, который идеально подходит не только для домашнего использования, но и для фотолaborаторий или фотоателье с большим количеством заказов. Одного комплекта чернил хватает при-

мерно на 3800 фотографий размерами 10×15 см, а значит, устройству реже нуждается в перезаправке, существенно сокращая затраты. Новые устройства помогают повысить продуктивность работы: печать снимка 10×15 см занимает не более 47 с, а задний лоток вмещает до 100 листов бумаги.

### Простое использование и обслуживание

Благодаря заменяемому абсорберу, который можно приобрести самостоятельно, без обращения в сервисный центр, пользователям PIXMA G640/G540 будет проще планировать работу и минимизировать простои. Для экономии времени бутылочки с чернилами оснащены специальными соплами с функцией ключа, которая облегчит перезаправку и исключит вероятность ошибки в цвете в процессе заправки.

Кроме того, функция автоматического включения/выключения принтера позволяет экономить электроэнергию, а двухсторонний ЖК экран упрощает управление устройствами. В новых моделях есть встроенный модуль Wi-Fi, так что пользователи могут в беспроводном режиме подключиться к компьютеру, камере или любому мобильному устройству и легко отправлять понравившиеся изображения на печать с помощью приложения Canon PRINT, а также использовать функции Mopria для Android и Apple AirPrint.

Источник: пресс-релиз компании

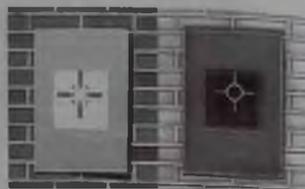
## Ультрабелая краска способна заменить кондиционеры

Последние десятилетия средняя температура на планете неуклонно возрастает, что обусловлено рядом факторов, в том числе и жизнедеятельностью человека. Рост температуры требует установок в жилищах все более мощных систем кондиционирования, требующих большего количества электричества, выработка которого приводит к выбросу в атмосферу вредных веществ, способствующих изменению климата. Разорвать этот порочный круг способно простое, но эффективное изобретение американских ученых, основанное на свойстве поверхностей, окрашенных в белый цвет, отражать как световую, так и тепловую энергию.

Еще в 2012 году ученые из NASA привели любопытные результаты исследований, в которых утверждалось, что покраска всех домов

Нью-Йорка от крыши до фасадов стандартной белой краской способно снизить температуру зданий на 24° С в жаркие дни. При этом средняя промышленная белая краска обладает коэффициентом отражения тепла от солнечного света величиной от 80 до 90 %. Ученые из университета Пердью (Индиана) пошли дальше и разработали краску с уникальным коэффициентом отражения 98 %.

В основу новой «ультрабелой» краски, созданной учеными, входит соединение под названием сульфат бария, применяющийся в фотобумаге и косметической промышленности. Для охвата всего спектра частот солнечного цвета ученые применили высокую концентрацию сульфата бария с частицами разной величины, так как солнечный свет с различной длиной волны отражается частицами



вещества разной величины. Кроме того такое нововведение увеличило прочность слоя краски, предотвращая его от шелушения.

Согласно данным эксперимента, проведенного при окраске поверхностей в новую «ультрабелую» краску и поверхность с черным покрытием, разница днем в температуре на крыше составила до 4° С, а ночью достигла 10° С. Во время тестирования была покрашена крыша площадью 93 м², а использование новой краски дало «охлаждающий эффект», эквивалентный мощности 10 кВт, что сопоставимо с мощностью центральных кондиционеров, установленных в городских домах.

Источник: <https://24gadget.ru/>

## Apple представила трекер AirTag для поиска потерянных вещей

AirTag — это небольшой аксессуар круглой формы, который поможет найти потерянные вещи: ключи, сумку, рюкзак, кошелек и др. Он работает с помощью приложения Apple Find My. Корпус AirTag изготовлен из нержавеющей стали и защищен от пыли и воды по стандарту IP67. Крышка съемная для более удобной замены аккумулятора. Как и в случае с AirPods, гаджет необходимо просто поднести к iPhone, и он подключится автоматически.

В приложении можно просмотреть текущее или последнее известное местоположение элемента на карте. Если утерянная вещь находится в пределах досягаемости Bluetooth, трекер подаст зву-

ковой сигнал, а на экране высветится направление и количество шагов. Если же метка находится вне зоны действия Bluetooth, сеть Find My может помочь отследить ее, обнаружив сигнал с помощью своей огромной сети (около 1 миллиарда устройств). Местоположение передается владельцу в фоновом режиме, анонимно и конфиденциально.

Если кто-то найдет потерянный AirTag, он может обнаружить его с помощью своего iPhone или любого устройства с поддержкой NFC и перейти на веб-сайт, на котором будет отображен контактный номер телефона владельца, если он его предоставил.



В то же время, никакие данные о местоположении или история местоположений физически не хранятся в AirTag, и только владелец устройства имеет доступ к данным.

Продажи AirTag стартовали уже 30 апреля. Стоимость составляет \$29 за единицу и \$99 за набор из четырех меток. Кстати, у конкурента «Samsung Galaxy SmartTag» такой же ценник.

Источники: <https://www.apple.com/>, <https://gagadget.com/>

## Проекторы Nebula уже на российском рынке

Компания Anker представила в России проекторы бренда Nebula. Все новинки объединены общей «неземной» тематикой в названиях и дизайне, поэтому стали отличным подарком ко Дню космонавтики, который отмечается 12 апреля. Свое необычное название проекторы Nebula (от английского «туманность») получили не зря, ведь в каждом продукте инженеры бренда стремятся добиться по-настоящему космического качества проекции, невероятной яркости, максимальной автономности и поддержки самых современных технологий. Продукты Nebula делятся на две основных линейки: портативные и компактные модели со встроенным аккумулятором и более традиционные устройства с питанием от сети. Всего на российском рынке доступно 6 моделей: Astro, Apollo, Capsule II, Mars II Pro, Vega и Cosmos Max.

### Astro — твой портативный кинотеатр

Миниатюрный проектор Astro выполнен в виде сферы и отлично впишется в интерьер любой детской. Благодаря минимальному весу и простоте управления справиться с ним смогут пользователи практически любого возраста. Помимо качественной проекции с разрешением 854 × 480 пикселей новинка отличается поддержкой автоматической вертикальной коррекции изображения, возможностью работать в качестве Bluetooth-колонки и ОС Android, которая позволяет устанавливать дополнительное ПО из магазина приложений.

### Apollo — карманный проектор

Apollo легко поместится в сумку или рюкзак пользователя и подарит множество приятных моментов дома или в гостях. Проектор отличается мощным аккумулятором, который обеспечивает до 4 часов непрерывного просмотра видео, поддержкой ОС Android и высокой яркостью проекции. Новинка управляется при помощи удобной сенсорной панели. Также Apollo может использоваться в качестве беспроводной колонки, а встроенного 6-ваттного динамика хватит для любой вечеринки.

### Capsule II — Android TV в миниатюре

Беспроводной проектор Capsule II поддерживает высокое разрешение проекции 720p, а доступ к Android TV дает возможность загружать любое из 3600 приложений, понравившихся пользователю. Также новинка отличается поддержкой голосового помощника Google Assistant и удобным автофокусом, а встроенный аккумулятор можно быстро зарядить через порт USB-C.



### Mars II Pro — портативный кинотеатр

Эта модель обеспечивает высокое качество проекции в домашних условиях. Благодаря яркости в 500 люменов, поддержке разрешения 720p и мощным стереодинамикам Mars II Pro поможет устроить домашний кинозал из любой комнаты в квартире пользователя. Также новинка поддерживает вертикальную и горизонтальную коррекцию изображения и автофокус.

### Vega Portable — лучшее от обоих миров

Несмотря на свою компактность, Vega Portable отличается поддержкой высокого разрешения 1080p, максимальной яркостью в 500 люменов и поддержкой HDR 10. Это обеспечивает отличную детализацию, четкость и качество цветопередачи проекции. Также модель оборудована стереодинамиками мощностью 4 Вт с поддержкой технологии Dolby Digital Plus и может работать в режиме портативной колонки. Встроенный аккумулятор обеспечивает до 3 часов работы без подзарядки, а платформа Android TV — огромный выбор приложений для просмотра видео и не только.

### Cosmos Max — космическое качество проекции

Поддержка разрешения 4k и мощная лампа с яркостью 1500 люменов превращают модель Cosmos в идеальный гаджет для киноманов. Также эта модель отличается насыщенным и мощным звуком с поддержкой технологии Dolby Digital Plus, возможностью коррекции изображения, наличием ОС Android TV 9.0 с собственным магазином приложений и стильным дизайном.

Источник: пресс-релиз компании Anker

Николай Елагин (г. Зеленоград)

## Плата управления T.SIS231.T65 и цифровые LED-телевизоры RUBIN на ее основе (часть 1)

Копирование, тиражирование и размещение данных материалов на Web-сайтах без письменного разрешения редакции преследуется в административном и уголовном порядке в соответствии с Законом РФ.

В статье рассматриваются схемотехника, диагностика и ремонт цифровых LED-телевизоров торговой марки RUBIN (РУБИН), выполненных на основе платы управления T.SIS231.T65 производства КНР, разработанной специально для рынка Европы в 2013 году.

### Общие сведения и технические характеристики

Плата управления T.SIS231.T65 предназначена для производства цифровых ЖК телевизоров со светодиодной (LED) подсветкой панелей. В России на основе этой платы на предприятиях компании ROLSEN производят целую линейку ЖК телевизоров под брендом RUBIN (РУБИН) с

диагоналями панелей от 19 до 24 дюймов, а именно: RB-19SE1(F)T2C, RB-22SE1(F)T2C, RB-24SE1(F)T2C, RB-19SE7(F)T2C, RB-22SE7(F)T2C, RB-24SE7(F)T2C, RB-19SE5FT2C, RB-22SE5FT2C, RB-24SE5FT2C. Также на основе этой платы производились ТВ под брендами ROLSEN, HYUNDAI, IZUMI, THOMSON и др.

Плата T.SIS231.T65 обрабатывает сигналы аналогового (системы цветности PAL/SECAM) и цифрового (стандарты DVB-T/T2/C) телевидения, а также видеоконтент, сжатый по стандарту H.264. Основные возможности и функции телевизоров RUBIN на основе платы T.SIS231.T65 приведены в таблице 1. Кроме того, ТВ имеют USB MKV-видеоплеер, реализованный про-

Таблица 1. Основные функции и возможности ТВ RUBIN на основе платы T.SIS231.T65

Модель	RB-19SE5T2C	RB-22SE5FT2C	RB-24SE5T2C
Размер панели, дюймы	19	22	24
Тип панели	LED HD-ready 60 Гц	LED Full HD 60 Гц	LED HD-ready 60 Гц
Разрешение панели, пиксели	1366x768	1920x1080	1366x768
Гибридный тюнер (ATV+DTV)	ATV: (PAL/SECAM), DTV: DVB-T2/DVB-T/DVB-C		
Системы звука ТВ	B/G, D/K, I, L/L', NICAM/A2		
Системы цветности ATV	PAL/SECAM/NTSC		
Макс. количество каналов	99 (ATV), 1200 (DTV)		
Запись каналов DTV	+ (PVR)		
Телетекст (TXT)	1000 страниц		
Интерфейс PCMCIA	CI+		
Поддерживаемые режимы по входу YPbPr	480i, 480p, 576i, 576p, 720p, 1080i	480i, 480p, 576i, 576p, 720p, 1080i, 1080p	480i, 480p, 576i, 576p, 720p, 1080i
Поддерживаемые режимы по входу HDMI	версия 1.4, (480i, 480p, 576i, 576p, 720p, 1080i)	версия 1.4, (480i, 480p, 576i, 576p, 720p, 1080i, 1080p)	версия 1.4, (480i, 480p, 576i, 576p, 720p, 1080i)
Электропитание (AC/DC-адаптер)	AC 100...240 В/50...60 Гц, DC 12 В, 3А		
Потребляемая мощность (Вт) в рабочем/дежурном режиме	36/1		48/1
Габариты, мм	444x170x323	509x170x362	557x170x388
Поддержка VGA-режимов			
640x480@60 Гц	+	+	+
800x600@60 Гц	+	+	+
1024x768@60 Гц	+	+	+
1366x768@60 Гц	+	+	+
1600x900@60 Гц	—	+	—
1920x1080@60 Гц	—	+	—
Выходная мощность УМЗЧ, Вт	2 x 6 Вт на нагрузке 4 Ом при THD < 10 %		

Таблица 2. Поддерживаемые типы файлов и форматы через порт USB (версии 1.1 и 2.0)

Контент	Тип файла	Кодек		Примечание
		Видео	Аудио	
Movie	.avi	MJPEG	MP3, WMA, AAC, PCM	Макс. разрешения и частота кадров 1280x720@30fps; макс. скорость передачи: 20 Mbps
		Xvid, MPEG-4, H.264, WMV9/VC-1		
	.mp4/ mpeg4	MPEG-2, MPEG-4, H.264, Xvid, MJPEG	MP3, AAC, PCM	
	.ts/.trp	MPEG-1, MPEG-2, H.264, VC-1	MP1, MP2, MP	
	.mpg / .mpeg	MPEG-1, MPEG-2	MP1, MP2, MP3, AAC, PCM	
	.mkv	MPEG-2/4, H.264, Xvid, RV30, RV40, VC-1	MP3, AAC, PCM, COOK	
	.mov	MPEG4, H.264, MJPEG	MP3, AAC, PC, M, AMRNB	
	.dal	MPEG-1	MP1	
Photo	.vob	MPEG-2	MP1/MP2, MP3, PCM	Разрешение 800x600 (RV30), 1280x720 (rv40) Макс разрешение 1920x1080 Макс разрешение 1920x1080 Глубина цвета 8/24/32 бита Макс разрешение 1920x1080
	.rm / .rmvb	RV30, RV40	AAC, COOK	
	.jpg	Progressive DCT		
	.jpeg	Baseline DCT		
Music	.bmp	—		Частота дискретизации 32-48 кГц Битрейт 32 К-320 Kbps Channel: Mono/Stereo
	.png	—		
	.mp3	—	MP3	
	.wmv	—	PCM	
Text	.mp4/ .aac / .m4a	—	AAC	Частота дискретизации 8-48 кГц Битрейт: 24 К-384 Kbps Каналы: Mono/Stereo
	.txt	ANSI/UNICODE GB/UTF8		

граммно, который позволяет воспроизводить различные типы медиафайлов (см. таблицу 2) через интерфейс USB (версии 1.1 и 2.0).

Плеер совместим с файловыми системами FAT-32 и NTFS, в папках поддерживается до 500 файлов.

### Плата управления T.SIS231.T65

Плата управления реализована на основе однокристального микропроцессора (МП) U1 типа SIS231C1C1 компании Silicon Integrated Systems (SiS) (Тайвань), больше известной, как производитель чипсетов для материнских плат ПК. МП SIS231C1C1 совмещает в себе функции обработки входных аналоговых и цифровых видео- и аудиосигналов, управляющего микроконтроллера и графического процессора.

В МП встроены контроллер интерфейса Common Interface Plus (CI+) условного доступа, высокоскоростной и низкоскоростной АЦП и ФАПЧ, 2-портовый ресивер HDMI, многоформатные видео- и аудиодекодеры высокой четкости, многостандартный видеомодулятор (VIF), ТВ декодер с 3-мерным гребенчатым фильтром,

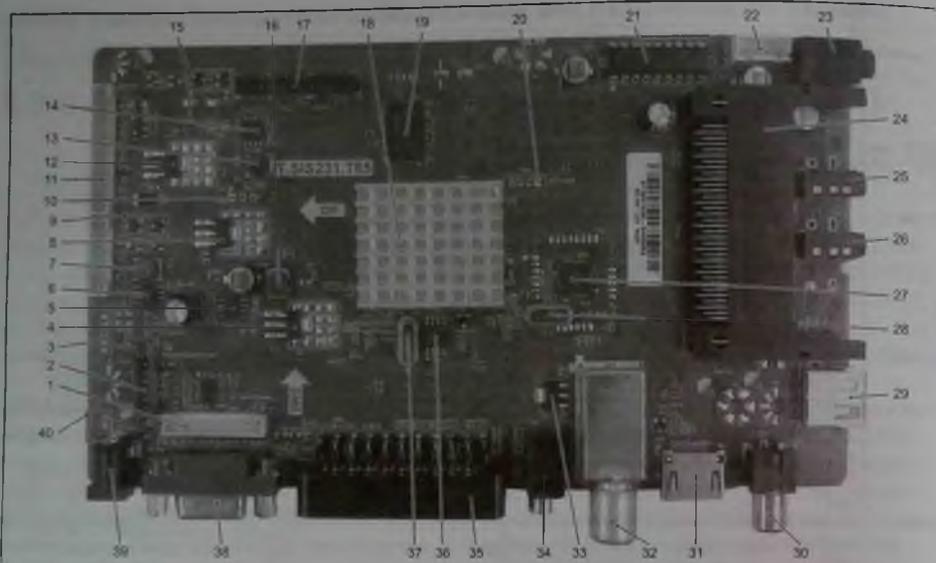
мультистандартный ТВ аудиомодулятор и звуковой декодер, узел масштабирования, контроллер памяти DDR, узел управления цветом, sRGB/xVCC-процессор, контроллер экранного меню (OSD) на основе растровых изображений и шрифтов, интерфейс VGA и одно- или двухканальный LVDS-передатчик.

Кроме того, в составе МП имеются различные интерфейсы для подключения различных типов внешних ИМС и отладки/прошивки встроенного ПО, в том числе интерфейсы I<sup>2</sup>C, I<sup>2</sup>S, SPI, UART, GPIO и т.д.

Для подключения внешних источников аналоговых и цифровых сигналов в составе МП имеются соответствующие интерфейсы (см. разъемы на рис. 1).

МП выполнен в 407-выводном корпусе BGA и для его питания требуются напряжения 1, 1.5 и 3.3 В.

Для хранения обрабатываемых данных и управляющего программного обеспечения (ПО) МП к нему подключены соответственно ИМС оперативной памяти U2 (DDR3 типа W631GG6KB-12, 1 Гбит, орг. 8,388,608 слов x 8



**Рис. 1. Внешний вид платы управления T.SIS231.T65, где:** 1 — CN14 (DVD SIGNAL), 2 — CN5 (POWER INVERTER), 3 — CN2 (5V\_POWER), 4 — UL1 (3V3\_STB), 5 — UD1 (5V), 6 — UD11 (DVD\_5V), 7 — LD11 (DVD\_5V), 8 — UL11 (3V3\_M), 9 — QM31 QM32 (5V\_M), 10 — CN9 (SW\_PVCC), 11 — CN7 (IR&KEY), 12 — UL61 (1V5\_DDR), 13 — LD43 (1V0\_M), 14 — UD41 (1V0\_M), 15 — QM1 QM2 (VCC\_Panel), 16 — LD1 (5V), 17 — CN11 (LVDS), 18 — U1 (МП), 19 — U2 (DDR3), 20 — CN4 (EXT-USB), 21 — UA1 (УМЗЧ), 22 — CN18 (SPEAKER), 23 — AV30 (EARPHONE OUT), 24 — AV20 (CI+), 25 — AV11 (AV\_IN, L/R\_IN), 26 — AV18 (YPbPr), 27 — UT4 (Demod), 28 — YT2 (16 МГц), 29 — AV1 (USB), 30 — (SPDIF OUT), 31 — AV2 (HDMI), 32 — UT2 (Tuner), 33 — UT1 (3V3\_Tun), 34 — AV7 (PC\_IN R/L), 35 — AV8 (SCART), 36 — U5 (SPI FLASH), 37 — Y1 (24,576 МГц), 38 — AV6 (VGA), 39 — CN1 (12V\_IN), 40 — CNJ1 (12V\_IN)

банков x 16 бит) и ИМС Flash-памяти с интерфейсом SPI U5 (типа GD25Q64BSI, орг. 8 Мбит x 8).

Для стабилизации тактовой частоты внутреннего генератора МП U1 к нему подключен кварцевый резонатор Y1 частотой 24,576 МГц.

Тюнер выполнен на микросхеме UT2 типа MxL601 — программируемый универсальный гибридный ТВ тюнер фирмы MaxLinear Inc. Поддерживаемые стандарты включают: PAL, SECAM, NTSC, DVB-T/T2, ISDB-T, ISDB-Tmm, ATSC, ATSC M/H, DTMB, ITU-T J.83 Annex A (DVB-C) / B (US Cable)/C (Japan). ИМС MxL601 преобразует входной РЧ сигнал выбранного пользователем диапазона частот в сигналы ПЧ. Если входной сигнал аналоговый, то сигнал ПЧ поступает на демодулятор в составе МП U1. Если же принима-

ется цифровой сигнал стандартов DVB-T/T2/C, то сигнал ПЧ подается на внешний демодулятор UT4 типа Si2168 фирмы Silicon Labs. С выхода демодулятора цифровой сигнал транспортного потока подается на процессор U1.

В качестве усилителя звукового сигнала применена ИМС UA1 типа CD1517CP (аналог — TDA1517) — стереоусилитель класса В с выходной мощностью 2x6 Вт ( $V_{cc}=14$  В,  $R_n=4$  Ом, при  $THD=10$  %), дежурным режимом и входом блокировки звука.

Для питания платы управления требуется всего лишь один источник напряжения 12 В (см. таблицу 1), все остальные напряжения для питания ИМС, ЖК панели, УМЗЧ и т.д. вырабатываются на самой плате с помощью интегральных DC/DC-конверторов и LDO-регуляторов. Электриче-

**Таблица 3. Электрические параметры источников напряжений**

Источник питания	Обозначение	Диапазон напряжения, В	Макс. ток, мА	Пульсации, мВ, $\pm 25$ °С
12 В (внешний адаптер)	12V	12±0,6	2500	170
12 В (встроенный)	12V	12±0,6	2500	120
DC/DC-конверторы	12V	12±10 %	1000	120
12V/5V/5V_STB (встроенные)	5V	5...5,25	2000	50
	5V STB	5...5,25	500	50

ские параметры этих источников напряжений приведены в таблице 3.

Внешний вид платы управления T.SIS231.T65 приведен на рис. 1, здесь же указаны основные компоненты, размещенные на плате, а спецификации компонентов платы сведены в таблицу 4.

**Схема питания платы T.SIS231.T65**

На плате, кроме основных компонентов — процессора, ИМС памяти, УМЗЧ и т.д. — размещены DC/DC-конверторы и линейные LDO-регуляторы, которые из постоянного напряжения 12 В (12V на рис. 2) сетевого адаптера вырабатывают все необходимые напряжения питания узлов платы и ЖК панели. Принципиальная электрическая схема этих источников приведена на рис. 2.

Напряжение 12V подается на DC/DC-конвертор UD1 типа TPS54329EDDAR. Это 3-амперный синхронный понижающий DC/DC-конвертор с регулируемым выходным напряжением и фиксированной ключевой частотой 650 кГц в корпусе SO-8B. ИМС формирует из него дежурное напряжение 5 В (5V или 5V\_STB). Из этого напряжения LDO-регулятором UL1 типа LC1117R33 (1-амперный с фиксированным выходным напряжением 3,3 В, падение на регулирующем транзисторе не более 1,25 В) формируется дежурное напряжение 3V3\_STB для питания дежурного контроллера в составе МП U1.

Ядро процессора U1 питается напряжением 1 В (1V0\_M), которое формируется для него DC/DC-конвертором UD41 типа RT7237CHGSP (2-амперный, ключевая частота 800 кГц, корпус SO-8B) из напряжения 12V. Конвертор управляется сигналом POWER\_EN от МП, активный — высокий уровень.

Источник питания DVD-плеера (может быть в составе ТВ в качестве опции) UD1 выполнен на ИМС такого же типа, что и UD41 (RT7237CHGSP).

Этот конвертор управляется сигналом DVD\_EN от МП.

Для переключения МП (и телевизора) из дежурного в рабочий режим служит узел на транзисторах (ключах) QM31, QM32, который управляется сигналом 5V\_EN (формирует МП, активный — высокий уровень). Высоким уровнем этого сигнала ключ QM31 QM32 открывается и напряжение 5 В (5V\_M) поступает на LDO-регуляторы, формирующие из него следующие напряжения для питания узлов платы:

- 3V3\_M, питание МП и ИМС памяти, формируется ИМС UL11 (LC1117R33);
- 3V3\_Tuner, питание тюнера, формируется ИМС UT1 (LC1117R33);
- 3V3\_Demo, питание демодулятора DVB-T/T2/C, формируется ИМС UT8 (LC1117R33);
- 1V5\_DDR, питание ИМС памяти DDR3, формируется ИМС UL61 (LC1117RAD);
- 1V2\_Demo, питание демодулятора DVB-T/T2/C, формируется ИМС UT9 (LC1117RAD).

Питание на микросхему УМЗЧ UA1 подается только в рабочем режиме ТВ, для этого служит транзисторный ключ QM21 QM22, на входе которого напряжение 12V, а на выходе — 12V\_OFF (подается на УМЗЧ). Ключ управляется сигналом 12V\_EN от МП U1.

На рис. 2 также приведены узлы питания ЖК панели и управления LED-подсветкой.

Транзисторный ключ QM1 QM2 (рис. 2) коммутирует напряжение питания ЖК панели VCC\_Panel. Он управляется сигналом PANEL\_VEN от МП U1. Напряжение на входе ключа PVCC, в зависимости от типа панели, можно выбрать с помощью контактной группы CN9, на которую заведены напряжения 3V3\_STB и 5V.

Сигналы управления модулем LED-подсветки BL\_EN (включение) и BL\_PWM (уровень яркости —

димминг) с соответствующих выводов МП через транзисторные буферы (инверторы) QG1 и QG2 подаются на контакты 3, 4 разъема CN5, через который модуль подключается к плате управления.

**Сервисный режим**

Плата управления T.SIS231.T65 имеет сервисный режим для выполнения заводских регулировок, установок различных опций и т.д. Для входа

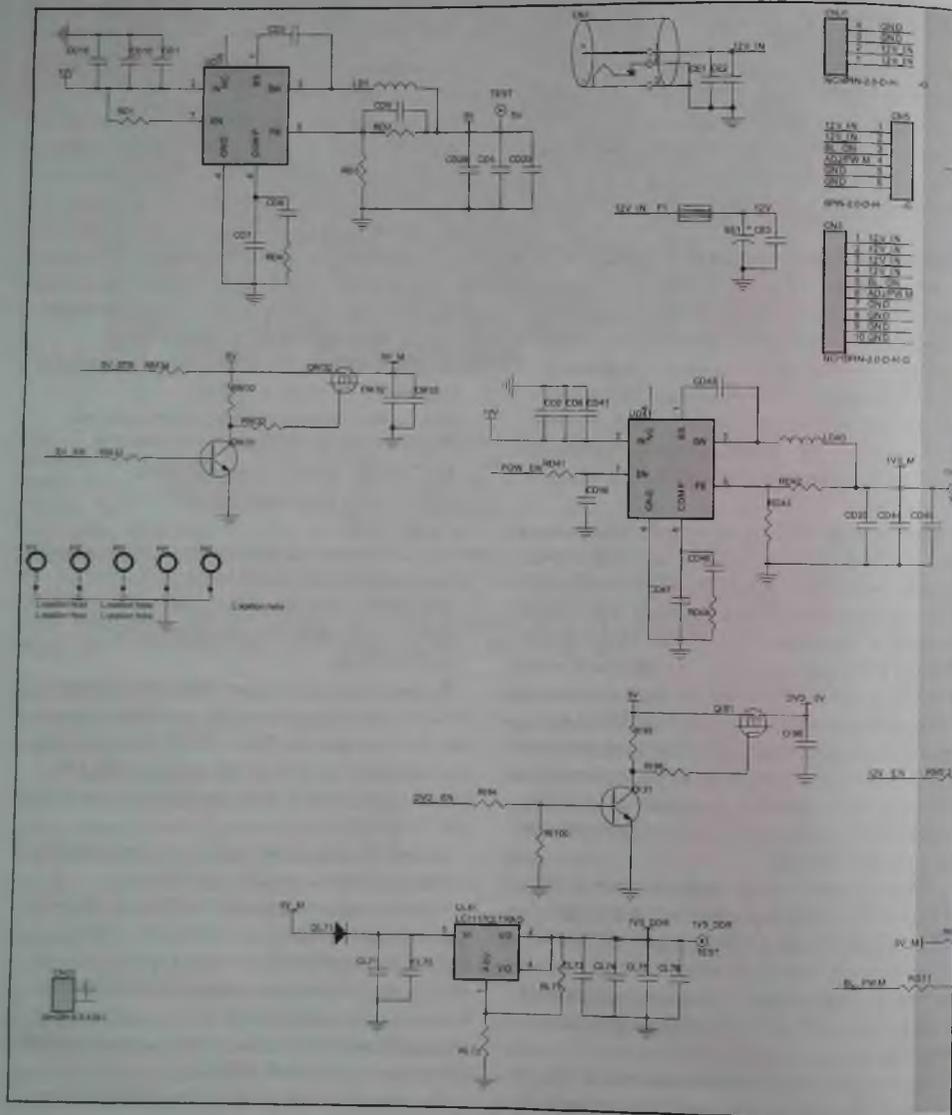
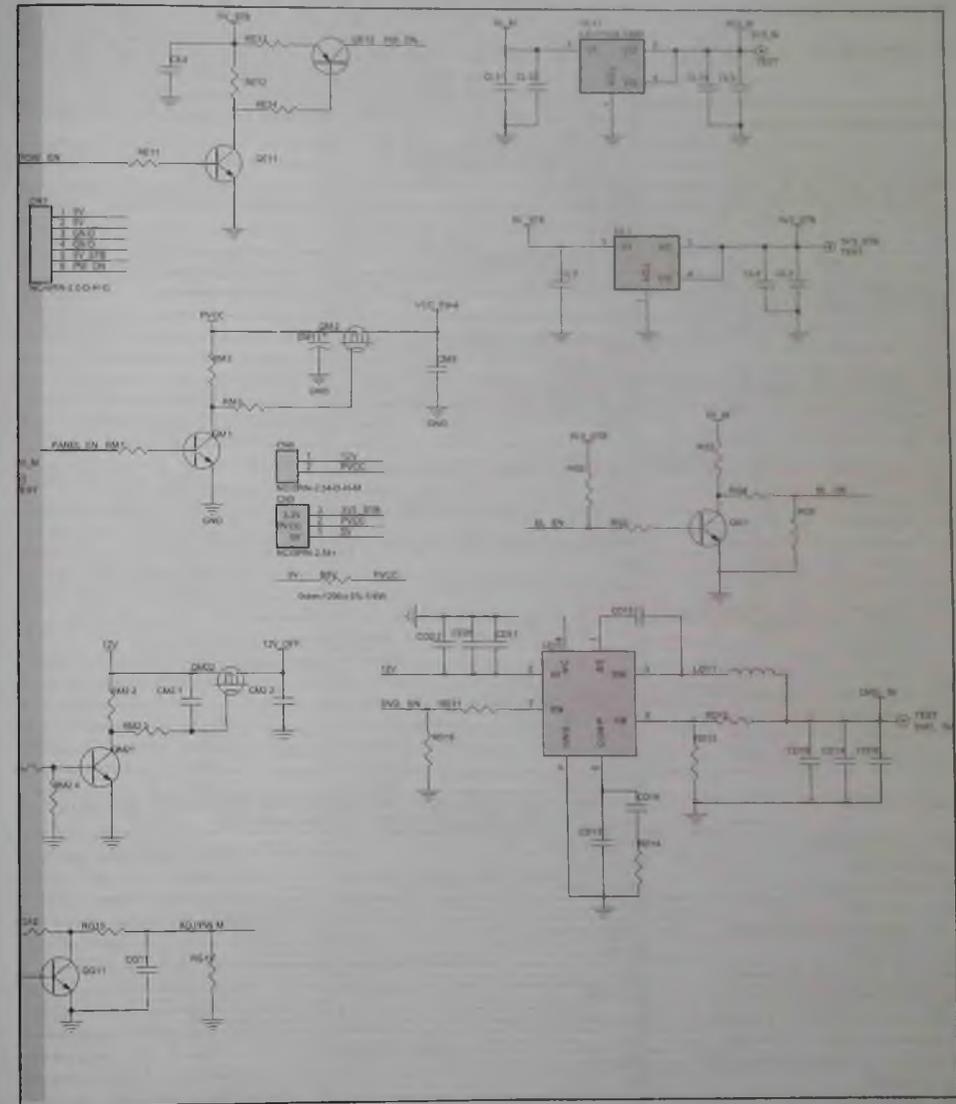


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема

в сервисный режим необходимо включить ТВ, на штатном ПДУ нажать кнопку «МЕНЮ» и сразу же ввести цифровой код «710». Для навигации в сервисном меню используют курсорные кнопки

«Вверх/Вниз», для изменения параметров — «Влево/Вправо», а для выхода из сервисного меню — «Exit».



источников питания на плате T.SIS231.T65

Таблица 4. Спецификации компонентов платы управления T.SIS231, T65

Номинал и типоразмер	Позиционное обозначение
Наименование платы управления	T SIS231 T65 (Europe) (Part. № SIS-1307018)
33 пФ-0402-NPO-±5%-50V	C2, C3, CV11, CV12
1 мкФ-0402-X5R-±20% 6.3V	05, 010, 011, 014, 015, 016, C33, C34, C45, C59, C64, C70, 0384, CL3, CQ7, CQ16, CQ17, CQ18, CS24, CS80, CS81, CT5, CT13, CT16
0,1 мкФ-0402-Y5V-+80%-20%-16V	06, 07, 08, 09, 012, 017, C23, C24, C28, C30, C32, C36, 046, C65, C66, C67, 073, 0130, 0208, 0385, CA1, CA2, CA7, CC1, CD1, CD3, CD11, CD13, CD14, CD28, CD41, CD43, CD44, CD56, CE1, CE3, CF51, CH61, C15, C16, C184, 0190, 0191, CK5, CL2, CL13, CL72, CL73, CM21, CM22, CM32, CM33, CQ8, CQ14, C55, C56, CS25, CT1, CT4, CT6, CT11, CL73, CM21, CM22, CM32, CM33, CQ8, CQ14, C55, C56, CS25, CT1, CT4, CT6, CT11, CT12, CT15, CT21, CT22, CT31, CT32, CT34, CT35, CT36, CT37, CT38, CT39, CT40, CT41, CT42, CT43, CT48, CT49, CT50, CT52, CT53, CT54, CV19, CV20
10 мкФ-0603-X5R-±20% 6.3V	018, 035, C60, 0386, CD15, CD19, CD20, CD25, CD45, CF1, CL5, CL74, CL75, CS7, CT17, CT44, CT45, CT51
1000 пФ-0402-X7R- ±10%-50V	C55, OH 1, CM 2, CT7, CT8, CT9
330 пФ-0402-X7R-±10%-50V	CA3, CA4, CF52
4700 пФ-0402-X7R-±10%-50V	CA5, CA6, CM 3
NC/10 мкФ-0805-X5R-±20%-16V	CA8
22 мкФ-0805-X5R-±20% 6.3V(HH)	CC2
10 мкФ-0805-X5R-± 10% 16V	CD2, CD8, CD10, CD21
NC/10 мкФ-0603-X5R-±20%-6.3V	CD5, CL4, CL76
NC/3300 пФ-0402- X7R-±10%-50V	CD6
0,47 мкФ-0402-Y5V-+80%-20%-10V	CD7
22 пФ-0402-NPO-±5%-50V	CD 9
3300 пФ-0402-X7R-+10%-50V	CD16, CD46
220 пФ-0402-X7R-±10%-50V	CD 17, CD47, CM
10 мкФ-1206-X5R-± 10%-16 V	CD18
NC/10 мкФ-0805-X5R-±10%/c*16V	CD22
NC/0,1 мкФ-0402- Y 5 V+80 % -20 % -16 V	CE2, CI96
NC/ 22 мкФ-0805-X5R-±20%-6.3V	CE4
NC/1 мкФ-0402-X5R-±20%-6.3V	CG11
27 пФ-0402-NPO-±5%-50V	CH7, CH8
0,047 мкФ-0402-X7R-±10%-16V	CI4, CI8, CI34, CI36, CI38, CI40, CS4, CS14, CS16, CS18, CS20, CV4, CV6, CV8
56 пФ-0402-NPO-±5%-50V	CI32
100 пФ-0402-NPO-±5%-50V	CI89, CS1, CS9, CS10, CS30
NC/0,01 мкФ-0402-X7R-±10%-50V	CK1, CK2
NC/10 мкФ-0603-X5R-±20%-10V	CL11, CL71, CT3
1 мкФ-0402-X5R-± 20%-1 0V	CL12
10 мкФ-0805-X5R-± 20%-16 V	CM 6
NC/1000пФ-0402- X7R-±10%-50V	CS3, CS8
0,01 мкФ-0402-X7R-± 10%-50V	CS82, CS83
10 мкФ-0603-X5R-± 20%-10 V	CT46
18 пФ-0402-NPO-±5%-50V	CT64, CT65
AVLC18S02003	CV31, CV32
NC/AVLC18S0200 3	D11, DH4, DM, DI31, DI32, DI33, DS1, DS2, DS3, DS4, DS5, DS6, DS7, DS9, DS11, DS12, DS13, DV1, DV2, DV3, DV4, DV5, DV6, DV7, DV8, DV9
AIES12U020R2	DF1, DI2, DI3
NC/AIES12U020R2	DF41, DF42
NC/AIES12U020R2	DF43, DF44
PMLL4148L-XC	DH11
1000 пФ-0402-X7R- ±10%-50V	DH23
M7(G00D-ARK)	DL71
470 мкФ-16V-±20%-8 *12-105°C	EA1
220 мкФ-16V-±20%6 *7.0-105°C	EA2, EA3
100 мкФ-16V-±20%6 *5.4-105°C	EA4, EA6
470мкФ-16V-±20%-8 *12-105°C	EE1
NC/100 мкФ-16V-±20%6 *5.4-105°C	EM1
S1206H3-TR	F1
MF-M5MF110-2	F2

Таблица 4. Спецификации компонентов платы управления T.SIS231, T65 (продолжение)

Номинал и типоразмер	Позиционное обозначение
FCM1005KF-121T06(120Om-500mA)	LC3
SLN54T4R7M	LD1, LD11
PCD0504A-2R2M-T	LD43
300 Ом-0402-±25%	LH3, LH4
BW21S7511A01TF	LT1
390 нГн-0603-±5%-C	LT2
NC/560 нГ-0603-±5%-C	LT3
120 нГн-0402-±5%-1/8 W	LT6, LT8
0 Ом-0402-±5%-1/16W	LT10, LT16, LT17
MARK	M1, M2, M3, M4
MMBT3904 (f>350MHz)	QA1, QA2, QG1, QG11, QH21, QK1,
	QM1, QM21, QM31, QS1
NC/MMBT3904 (f>350MHz)	QE11
NC/PMBT3906	QE12
NC/LMBT3904LT1-G	QI31
NC/WPM2341A-3/TR	QI81
WPM2341A-3/TR	QM2, QM32
AO3407A	QM22
LMBT3906LT1G	QS2
4,7 кОм-0402-±5%- 1/16W	R1, R191, RA5, RA7, RA17, RH27, RK2, RK4, RK15, RM2, RM22, RM32, RT14, RT15, RT34, RV15, RV17
10 кОм-0402-±5%- 1/16W	R2, R7, RA1, RA2, RA3, RA6, RD16, RG2, RG11, RH21, RH22, RH24, RH25, RI2, RI3, RI92, RI93, RK17, RM1, RM21, RM31, RS2, RS3, RV21, RV22
0 Ом-0402-±5%- 1/16W	RA, RS, R6
0 Ом-1206-±5%-1/4W	RSV
1 кОм-0402-±5%- 1/16W	R8, R576, R578, RA12, RA13, RG3, RH23, RK8, RK9, RK16, RK18, RS19, RT3, RT58, RV31, RV32
33 Ом-0402-±5%- 1/16W	R17, RG4, RG13, RH35, RH36, RS24, RT56, RT57
6,4 кОм-0402-± 1%-1/ 16W	RA2
499 Ом-0402-±1 %- 1/16W	RS1
9,1 кОм-0402-+1 %- 1/16W	RS2
1 кОм-0402-±1 %- 1/16W	RS3, RS6, RQ14
75 Ом-0402-±5%- 1/16W	RS8, RI1, RI31, RI32, RI33, RI87, RI88, RI89, RS1, RS8, RS11, RS12, RS13, RS23, RS28, RS29, RS30, RV1, RV2, RV3
2,2 кОм-0402-±5%- 1/16W	RA4, RH28
NC/1 кОм-0402-± 5%-1/ 16W	RA14, RA15
22 Ом-0402-±5%- 1/16W	RC1, RC2, RC3, RC4, RC9, RC10, RI82, RI83, RK12
NC/4,7 кОм0402-± 5%-1/ 16W	RC5, RE12, RI95
100 кОм 0402-± 5%-1/ 16W	RD1, RM23, RM33
68 кОм -0402-±1 %- 1/16W	RD2, RD12
12 кОм-0402-±1 %- 1/16W	RD3, RD43
NC/10 кОм-0402-± 5%-1/ 16W	RD4, RDT11, RE11, RE14, RI94, RT55
100 Ом-0402-±5%-1/16W	RD11, RD41, RF52, RH14, RI81, RQ7, RT37, RV11, RV12
12,4 кОм -0402-± 1%-1/ 16W	RD13
22 кОм-0402-±5%- 1/16W	RD14, RD44, RS10, RV13, RV14
3,3 кОм -0402-±1 %- 1/16W	RD42
NC/ 510 Ом-0402-± 5%-1/ 16W	RE13
NC/0 Ом-1206-±5%-1/4W	RE17
5,1 Ом-0402-±5%- 1/16W	RF41, RF42
NC/ 5,1 Ом-0402- ±5%-1 /16W	RF45, RF46
120 Ом-0402-±5%- 1/16W	RF51
T-14.5x25x9- IEC14.5-LHD(-%)	RFT1
510 Ом-0402-±5%- 1/16W	RG1, RG12, RS27
NC/2K2ohmv0402± 5%-1/ 16W	RG5
NC/NC/3, 3 кОм- 0402-±5%-1 /16W	RG15
27 кОм-0402-±5%- 1/16W	RH11



Таблица 4. Спецификации компонентов платы управления T.SIS231.T65 (окончание)

Номинал и типоразмер	Позиционное обозначение
1000 пФ-0402-Х7Р- ±10%-50V	RH37
82 Ом-0402-±5%- 1/16W	RH65
180 Ом-0402-±5%- 1/16W	RH66
220 Ом-0402-±5%- 1/16W	RI4, RI34, RI36, RI38, RK13, RS4, RS9, RS14, RS16, RS18
7,5 кОм-0402-±5%- 1/16W	RI5, RI6, RI90, RI91, RSS, RS6, RV19, RV20
47 Ом-0402-±5%- 1/16W	RI8, RT2, RT4, RT5, RT6, RV16, RV18
330 Ом-0402-±5%- 1/16W	RI40, RK34, RS20, RS80, RS81, RV4, RV6, RV8
NC, 100кОм-0402- ±5%-1 /16W	RI96
NC/NC/10кОм- 0402-±5%-1 /16W	RI100
1,5 кОм-0402-±5%- 1/16W	RK1, RK7
12 кОм-0402-±5%- 1/16W	RK3, RK5
4,7 кОм-0402-±1%- 1/16W	RK10, RK11
NC/27 кОм-0402-± 5%-1/ 16W	RK14
470 Ом-0402-±1 %- 1/16W	RL71
100 Ом-0402-±1 %- 1/16W	RL72
200 кОм-0402-± 5%-1/ 16W	RM3, RQ16, RQ17, RQ18, RS25, RS26
NC/12 кОм-0402-± 5%-1/ 16W	RM24
0 Ом-1206-±5%-1/4W	RM34
4*47 Ом-0402-±5%- 1/16W	RP1, RP2
NC/0 Ом-0402-± 5%-1/ 16W	RQ8, RQ9, RQ10, RQ11, RQ12, RQ13
470 Ом-0402-±5%- 1/16W	RQ15
6,8 кОм-0402-±5%- 1/16W	RSO
NC/ 330 Ом-0402-± 5%-1/ 16W	RS7
NC/47 кОм-0402-± 5%-1/ 16W	RS89, RS94
750 кОм-0402-± 5%-1/ 16W	RT1
51 Ом-0402-±5%- 1/16W	RT38, RT39
SIS231C1CI	U1 (BGA407/0.8)
W631GG6KB-12	U2 (BGA96)
GD25Q64BSIG	U5 (SOIC8)
CD1517CP	UA1 (DIP18)
TPS54329EDDAR	UD1 (SO-8B)
RT7237CHGSP	UD11, UD41 (SO-8B)
LC1117CLTR33	UL1, UL11 (TO-263)
LC1117CLTRAD	UL61 (TO-263)
SGM330A-YQS/TR-(C)	UQ1 (SSOP16-2)
LC1117CLTR33	UT1, UT9 (SOT-223)
MxL601	UT2 (QFN24/0.5-1)
SI2168-A30-GM R	UT4 (QFN48/0.5-1)
LC1117CLTRAD	UT8 (SOT-223)
24 576 МГц-± 30PPM-20 пФ	Y1 (XTAL5)
16 МГц - ±20PPM-20f	Y1, Y2 (XTAL5)

Продолжение следует

**Литература и интернет-источники**

1. Программатор Postal 2/3. FAQ/сборка/настройка/вопросы/ответы/обсуждения <http://monitor.net.ru/forum/postal2-3-faq-info-436716.html>

2. Форум по программатору RT809H:

<https://4pda.ru/forum/index.php?showtopic=940332>

3. Тема на форме МОНИТОР по ремонту ТВ на шасси T.SIS231.T65: <https://monitor.net.ru/forum/threads/563421/>

**Внимание!**

Редакция журнала «Ремонт & Сервис» приглашает авторов. С условиями сотрудничества Вы можете ознакомиться на сайте: [www.remserv.ru](http://www.remserv.ru)

Тел./факс: 8 (495) 617-39-64  
Свои предложения направляйте по адресу 123001, г. Москва, а/я 82 или по e-mail: [ra@solon-press.ru](mailto:ra@solon-press.ru)

Александр Седов (г. Москва)

**Схемотехника источников питания ЖК телевизоров фирмы TCL (часть 6)**

Копирование, тиражирование и размещение данных материалов на Web-сайтах без письменного разрешения редакции преследуется в административном и уголовном порядке в соответствии с Законом РФ

Продолжение.  
Начало см. № 12, 2020 г.,  
№ 1-4, 2021 г.

Таблица 22. Назначение выводов MC VIPER17L

Номер вывода	Обозначение	Назначение
1	GND	Общий провод силовой части
2	VDD	Напряжение питания цепей управления
3	CONT	Вывод управления (выбор режима)
4	FB	Вход обратной связи
5	BR	Вход защиты от короткого замыкания с гистерезисом
6	NC	Не используется
7, 8	DRAIN	Сток внутреннего MOSFET

Рассмотрим теперь две очень похожие схемы ИП **Power Supply PW272C0 (01-P272C0-PWA1XG)** и **Power Supply PW152C0 (01-P152C0-PWC1XG)**, каждая из которых включает классический набор составляющих: ККМ, формирователи напряжений +3.3V и +24V, секция защиты и стабилизации.

Схема ККМ первого ИП приведена на рис. 34.

Он реализован по схеме повышающего преобразователя, управляемого контроллером

U301 типа NCP1654. Структурная схема MC и схема ее включения приведены на рис. 35, а назначение выводов — в таблице 23.

В состав ККМ, кроме контроллера, входят дроссель (индуктор) LP3, диод D305, конденсаторы CE2, CE3, силовой ключ на параллельно включен-

ных MOSFET QW1, QW2 и драйвер на транзисторах Q301, Q302. На выходе ККМ, принцип работы которого описан ранее в [1], формируется напряжение VBUS, равное +400 В

Схема ККМ второго ИП приведена на рис. 36. В ней используется MC контроллера U301 типа NCP1607, структур-

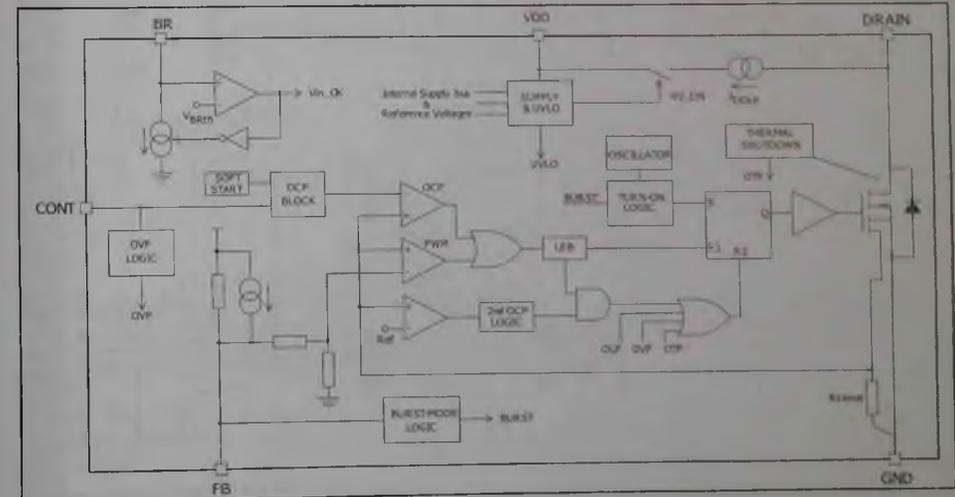


Рис. 33. Структурная схема MC VIPER17L

Таблица 23. Назначение выводов MC NCP1654

Номер вывода	Обозначение	Назначение
1	GND	Общий провод
2	VM	Выход подключения цепи, определяющей рабочий цикл ККМ
3	CS	Выход источника тока, пропорционального току индуктора, служит для токовой защиты и ограничения выходной мощности. Защита включается, если ток превышает 200 мкА
4	BR-OUT	Вход обнаружения низкого входного напряжения. Уровень сигнала на входе пропорционален среднеквадратичному значению входного напряжения
5	VCTRL	Выход подключения цепи, управляющей входным сопротивлением и, следовательно, коэффициентом мощности
6	FDBACK	Вход обратной связи по току
7	VCC	Напряжение питания
8	DRIVER	Выход драйвера на затвор MOSFET

ная схема которой и схема ее включения приведены на рис. 37, а назначение выводов — в таблице 24.

Помимо контроллера, силового ключа и дросселя LP1 в состав этого ККМ входят диод

D301, конденсатор CE2 и драйвер на транзисторах Q301, Q302. В качестве силового ключа здесь используется один MOSFET QW2, в отличие от предыдущей схемы, где их используется два. В отличие от преды-

дущей схемы, используется также вспомогательная обмотка токового датчика дросселя LP1 (обмотка N2), откуда через резистор R326 на выв. 5 MC снимается сигнал обратной связи, предназначенный для контроля

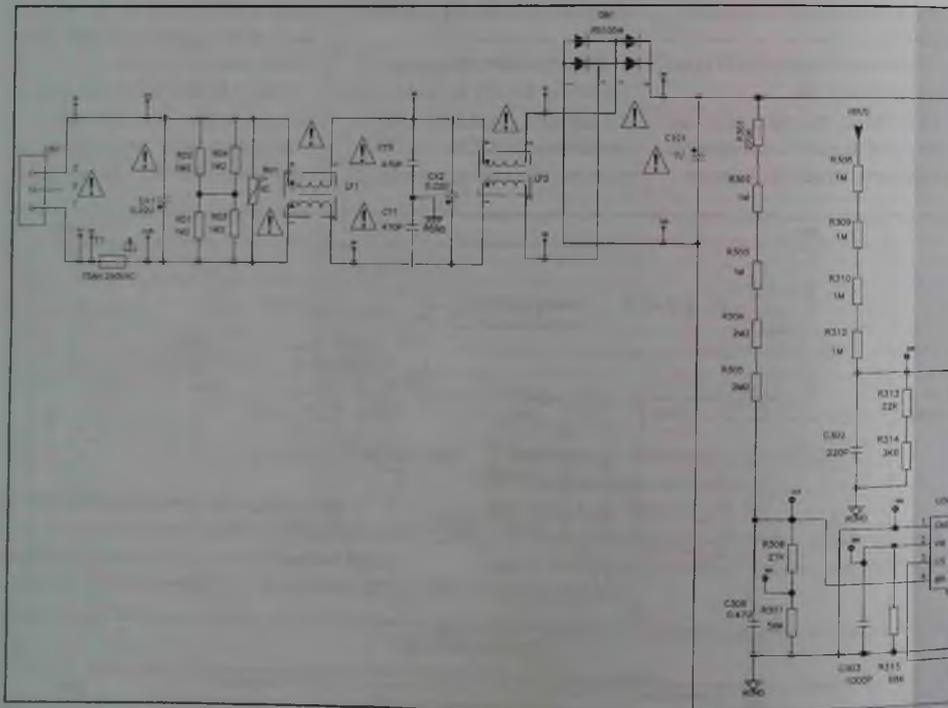


Рис. 34. Схема ККМ ИП Power Supply

Таблица 24. Назначение выводов MC NCP1607

Номер вывода	Обозначение	Назначение
1	FB	Инвертирующий вход обратной связи внутреннего усилителя ошибки
2	CONTROL	Выход внутреннего усилителя ошибки
3	CT	Выход подключения внешнего синхронизирующего конденсатора
4	CS	Вход обратной связи ограничения тока через MOSFET
5	ZCD	Вход подачи напряжения со вспомогательной обмотки индуктора для определения его размагничивания
6	GND	Общий провод
7	DRV	Выход драйвера
8	VCC	Напряжение питания

перехода тока в дросселе через резистор, что обеспечивает открытие MOSFET при нулевом значении тока и работу в оптимальном энергетическом режиме.

Схема источника напряжения дежурного режима +3.3V ИП

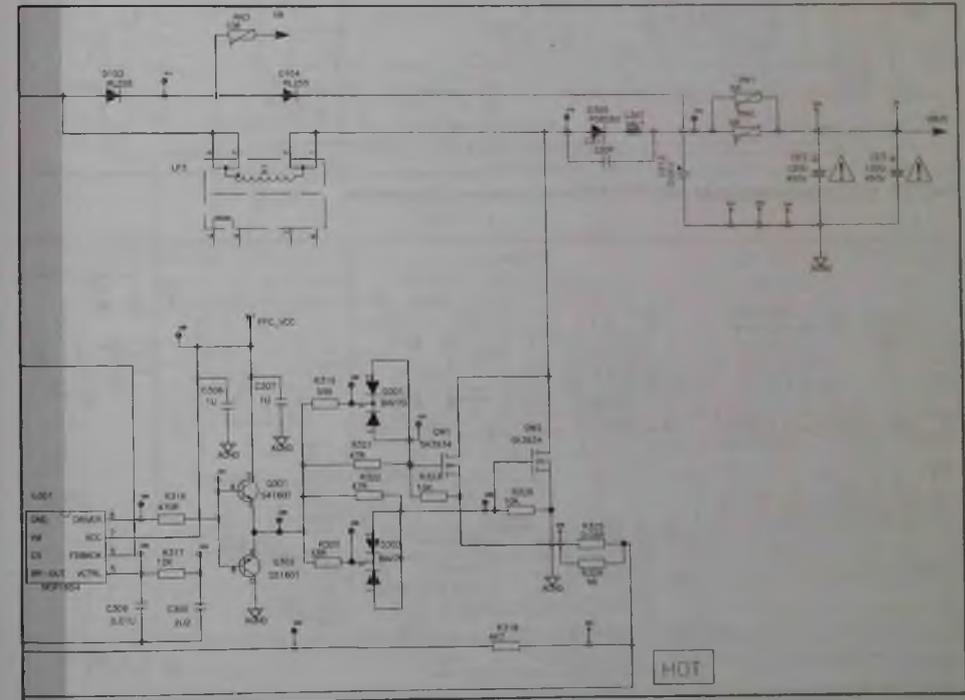
Power Supply PW272C0 приведена на рис. 38.

Он представляет собой обратноточковый преобразователь и построен на базе уже известной читателю (см. рис. 33 и таблицу 22) MC VIPER17L

(U201), включающей в себя ШИМ контроллер и высоковольтный силовой MOSFET

Выпрямленное сетевое напряжение VB через диод D210 (конденсатор CE1 — сглаживающий), резисторы R201-R203 и первичную обмотку 7-6 импульсного трансформатора TS1 подается на сток находящегося в MC ключевого MOSFET (выв. 7, 8)

После запуска MC она питается подаваемым на выв. 2 напряжением от обмотки 4-3 трансформатора через выпрямитель D207 C204. Для формирования напряжения обратной связи на выв. 4 MC используют



PW272C0 (01-P272C0-PWA1XG)

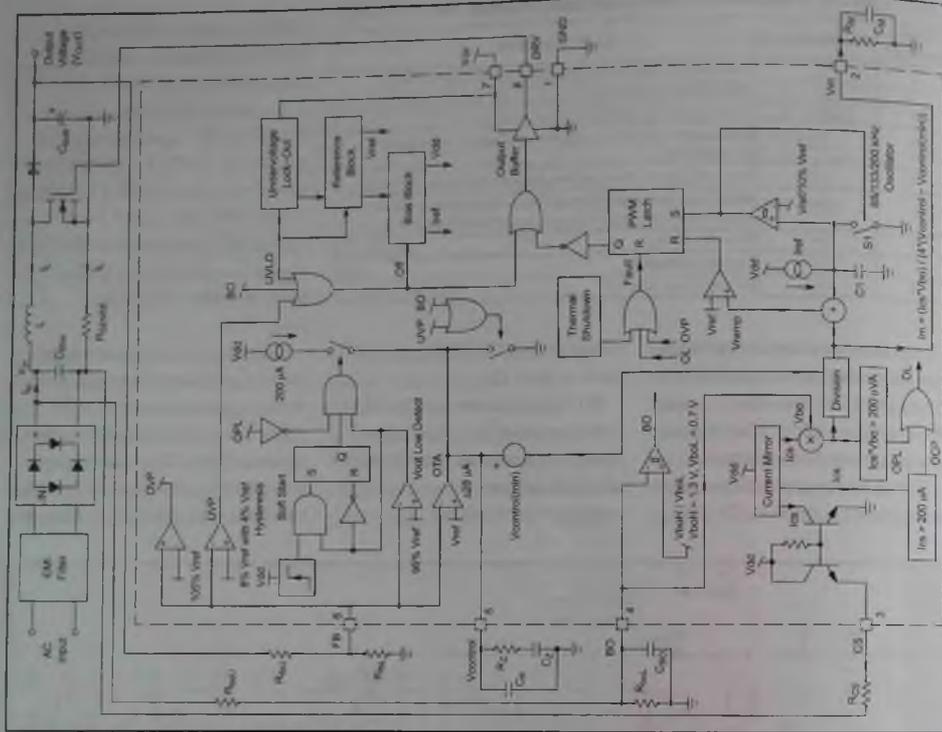


Рис. 35. Структурная схема MC NCP1654 и схема ее включения

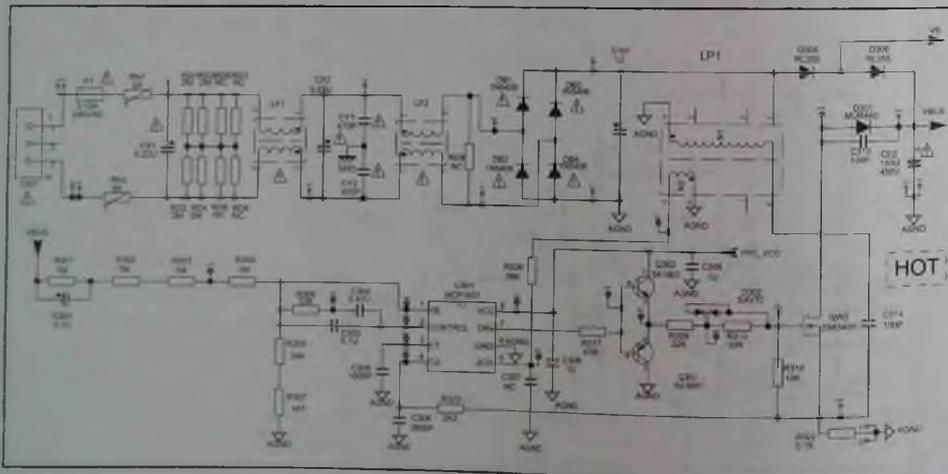


Рис. 36. Схема ККМ ИП Power Supply PW152C0 (01-P152C0-PWC1XG)

ся регулируемый стабилизатор U202, контролирующей выходное напряжение источника +3.3VSB, и оптрон гальванической развязки PC1.

Импульсное напряжение с вторичной обмотки 8-9 трансформатора выпрямляется диодом DS1 и конденсатором C208 и после фильтра L201 C210 образуется напряжение питания дежурного режима +3.3VSB.

Импульсы с дополнительной обмотки 1-2 трансформатора

TS1 выпрямляются диодом D204 и конденсатором C206. Полученное на конденсаторе напряжение подается на стабилизатор напряжений питания KKM (PFC\_VCC) и конвертора +24V (LLC\_VCC), выполненный на соединенных параллельно транзисторах Q201, Q202 и стабилитроне D209.

Сигнал P\_ON, подаваемый на базу транзистора Q407 с МП ТВ, изменяет ток светодиода и фототранзистора оптрона PC3.

что по цепям CONTROL1, CONTROL2 позволяет включать/выключать рабочий режим

Схема формирователя напряжения дежурного режима +3.3V ИП Power Supply PW152C0 приведена на рис. 39. Она несущественно отличается от только что описанной. Например, в стабилизаторе напряжений PFC\_VCC и LLC\_VCC используется один транзистор Q201. Другое отличие: подача

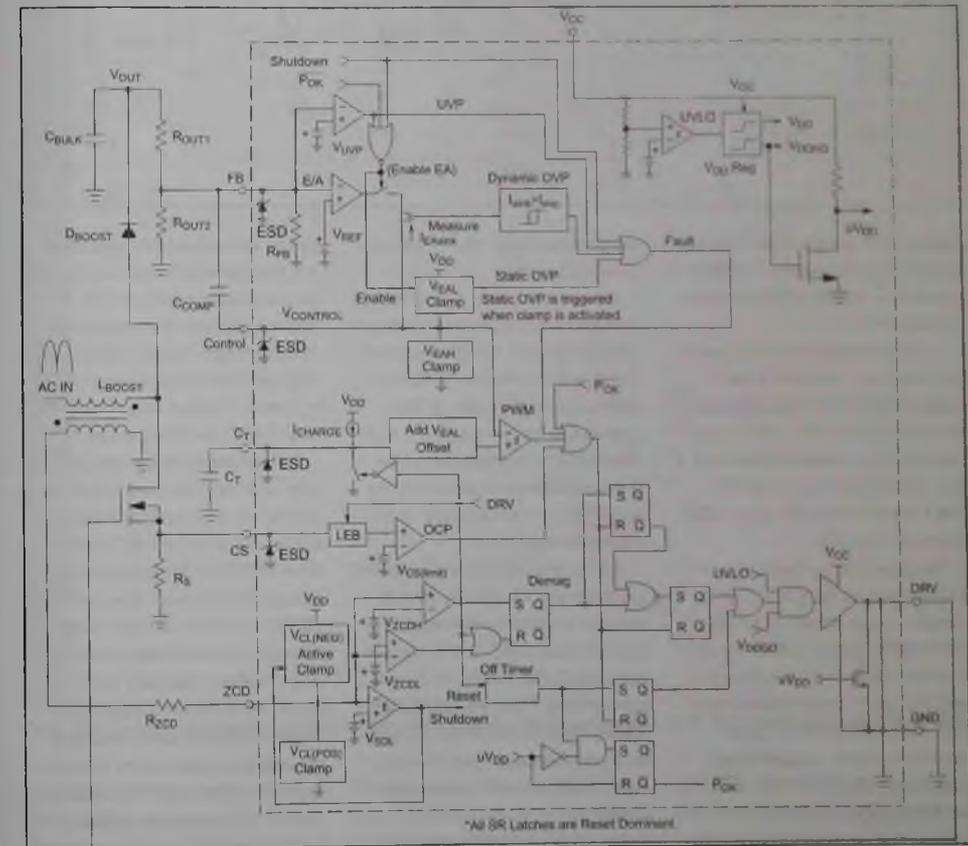
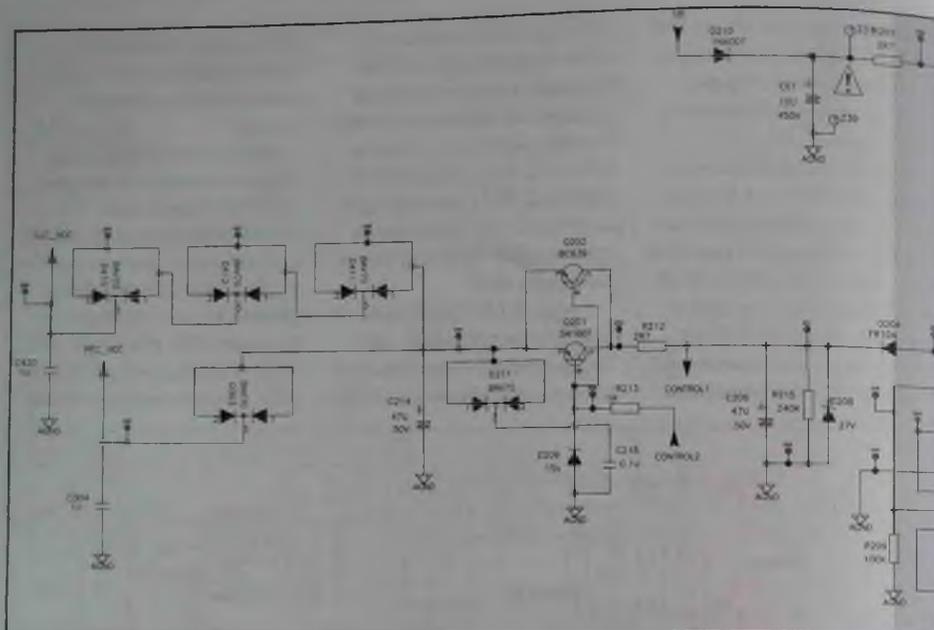


Рис. 37. Структурная схема MC NCP1607 и схема ее включения



первого из напряжений производится через резистор R324, а другого — через одну диодную сборку D411.

Схема конвертора напряжения питания +24V ИП Power Supply PW272C0 (рис. 40) представляет собой DC/DC-преобразователь, выполненный на уже знакомой читателю МС U401 типа L6599 (см. рис. 19 и таблицу 13 в [2]).

Силовая часть конвертора выполнена по полумостовой схеме на ключевых MOSFET QW3, QW4, нагрузкой которой служит первичная обмотка 3-5 импульсного трансформатора TS3. На сток MOSFET QW3 верхнего плеча подается напряжение VBUS от ККМ, а на затворы обоих MOSFET — управляющие сигналы с выходов драйверов верхнего и ниж-

него плеча (выв. 15, 11 МС соответственно).

Импульсы с выв. 5 трансформатора выпрямляются диодами сборки D403 и конденсатором C404, и полученное напряжение подается на выв. 6 МС с целью контроля среднего значения тока в первичной цепи для определения возможного короткого замыкания на выходе контроллера.

К вторичной обмотке трансформатора 15, 16-13, 14 подключен выполненный на диодных сборках DS2-DS5 и конденсаторах C452, C454, C455 выпрямитель. Полученное напряжение фильтруется параллельно включенными дросселями L401, L402 и конденсатором C457.

Шунт-регулятор U402 и оптрон PC2 в цепи обратной

связи используются для защиты от коротких замыканий в источнике напряжения +24V. В случае аварии на коллекторе транзистора оптрона формируется соответствующий сигнал, который, будучи поданным на выв. 5 МС, выключает ее.

Защита источника напряжения +24V по току выполнена на одном из двух компараторов, входящих в состав МС U404 типа LM393M. На его инвертирующий вход (выв. 2) по цепи ISEN подается сигнал с включенных параллельно резисторов токового датчика R423, R424, на которых образуется падение напряжения при превышении предельного тока нагрузки. На выходе компаратора (выв. 1) при этом образуется сигнал, который через диоды сборки D406, транзистор Q403

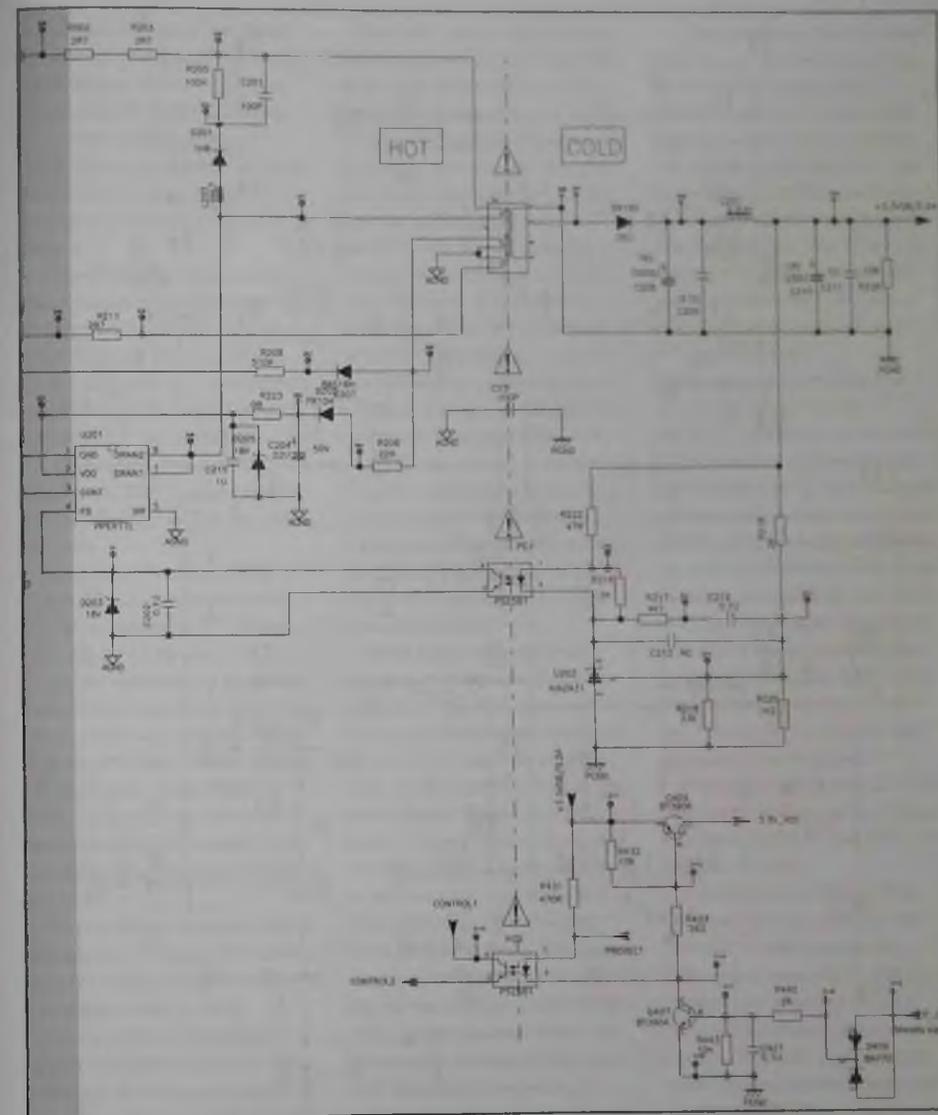


Рис. 38. Схема формирователя напряжения дежурного режима +3.3V ИП Power Supply PW272C0

и MOSFET Q404 и транзисторы Q405, Q406 по цепи PROTECT воздействует на ток светодиода и фототранзистора оптрона

PC3 (см. рис. 38). При этом, как было сказано выше, по цепям CONTROL1, CONTROL2 происходит отключение напряжения

питания ККМ (PFC\_VCC) и конвертора +24V (LLC\_VCC), что позволяет переключать режимы работы рабочий/дежурный.

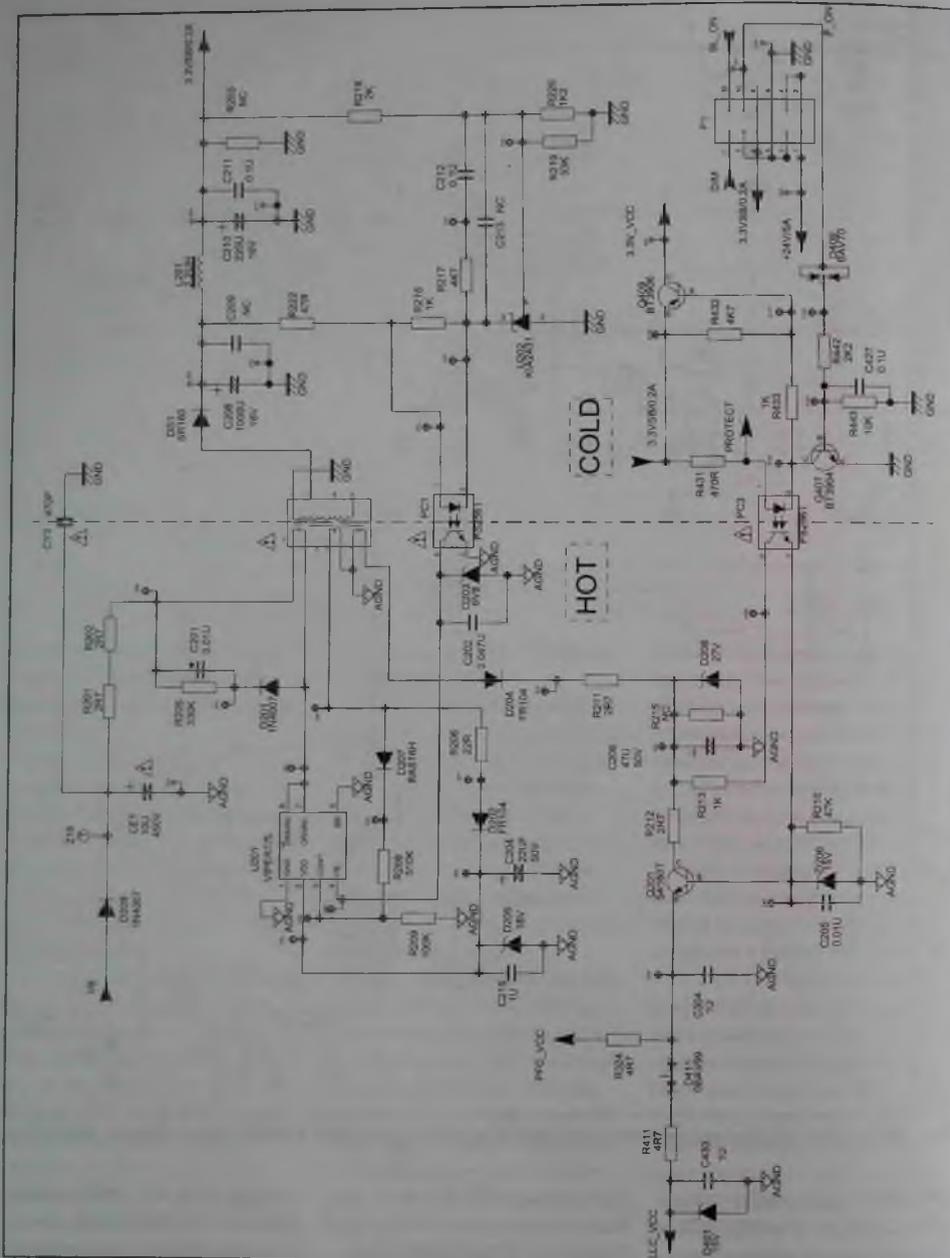


Рис. 39. Схема формирователя напряжения дежурного режима +3.3V ИП Power Supply PW152C0

Защита от перенапряжения осуществляется подключением напряжения +24V к базе транзистора Q405 через стабилитрон D407 и диоды сборки D408. Когда оно превысит установленную норму, транзистор открывается и процесс повторяется.

Схема конвертора напряжения питания +24V ИП Power Supply PW152C0 (рис. 41) мало отличается от описанной.

Это использование импульсного трансформатора TS2 с обмотками 5-2 (первичная) и 11-10 (вторичная), одного дросселя L401 и одного резистора R424 в качестве токового датчика.

Подключение обоих ИП к узлам ТВ производится через контакты разъемов P1, P2 (см. рис. 40) и P2 (см. рис. 41).

Теперь перейдем к рассмотрению двух схожих по построению и составу схем ИП **Power Supply LPL26A** и **Power Supply LPL37A**, в которые входят: ККМ, источники напряжений питания, инвертор задней подсветки и узлы защиты и стабилизации.

На рис. 42 (на вкладке) приведен фрагмент схемы ИП Power Supply LPL26A с ККМ и источником напряжения 3.3VSB.

Здесь ККМ реализован по схеме повышающего преобразователя, в составе которого дроссель LP1, диод D2, конденсатор CE1, силовой ключ на MOSFET QF1, драйвер на транзисторе QF3 и управляющий контроллер на MC UF1 типа L6562D (см. рис. 25 и таблицу 17 в [1]).

При включении рабочего режима напряжение питания -VC через резисторы RF21, RF22 подается на выв. 8 MC UF1 и на ее выв. 7 появляются выходные импульсы, которые через драйвер на транзисторе QF3 поступают на затвор ключевого MOSFET QF1. Когда под действием управляющих импульсов запуска он открывается, через дроссель LP1 протекает линейно-нарастающий ток и в нем происходит накопление магнитной энергии. По окончании управляющих импульсов MOSFET закрывается, и накопленная в дросселе энергия поддерживает ток, который через диод D2 заряжает конденсатор CE1, на котором формируется высоковольтное напряжение VBUS.

Часть этого напряжения с нижнего плеча резистивного делителя RF5-RF8 подается на инвертирующий вход встроенного в MC усилителя ошибки (выв. 1). Выходной сигнал этого усилителя внутри MC подается на перемножитель, на который также с нижнего плеча резистивного делителя RF1-RF4 через выв. 3 поступает часть выпрямленного диодным мостом D1 напряжения VAC. Сигнал на выходе перемножителя, изменяющийся пропорционально мгновенному значению напряжения на выв. 3, управляет формированием импульсов запуска и зависит от изменения выходного напряжения, величина которого задается на выв. 1 номиналами резисторов указанного делителя.

С параллельно включенных резисторов токового датчика RF17-RF20 в цепи стока MOSFET снимается напряжение обратной связи, которое через выв. 4 MC поступает на вход токового ШИМ-компаратора и сравнивается там с сигналом перемножителя. При превышении тока через MOSFET сверх установленной нормы выходные импульсы на выв. 7 MC блокируются.

Изменение длительности включенного состояния MOSFET, зависящее от мгновенного значения пульсирующего напряжения, от уровня напряжения питающей сети и от тока нагрузки, обеспечивает коррекцию коэффициента мощности и стабилизацию выходных напряжений. При уменьшении напряжения сети и снижении напряжения питания на выв. 8 MC ниже порогового значения контроллер блокирует формирование управляющих импульсов.

Источник напряжения 3.3VSB построен на базе контроллера UB1 типа FSQ510 (см. рис. 14 и таблицу 9 в [3]).

Напряжение питания VAC, выпрямленное диодным мостом D1, через диоды DB1, DB2, резисторы RB31, RB32, первичную обмотку 7-5 импульсного трансформатора TS2 и выв. 7 MC UB1 подается на сток находящегося в ней ключевого MOSFET.

Импульсы с выв. 1 дополнительной обмотки трансформатора TS2 выпрямляются диодом DB8 и конденсатором CB7. Полученное в результате стабилизации параметрическим

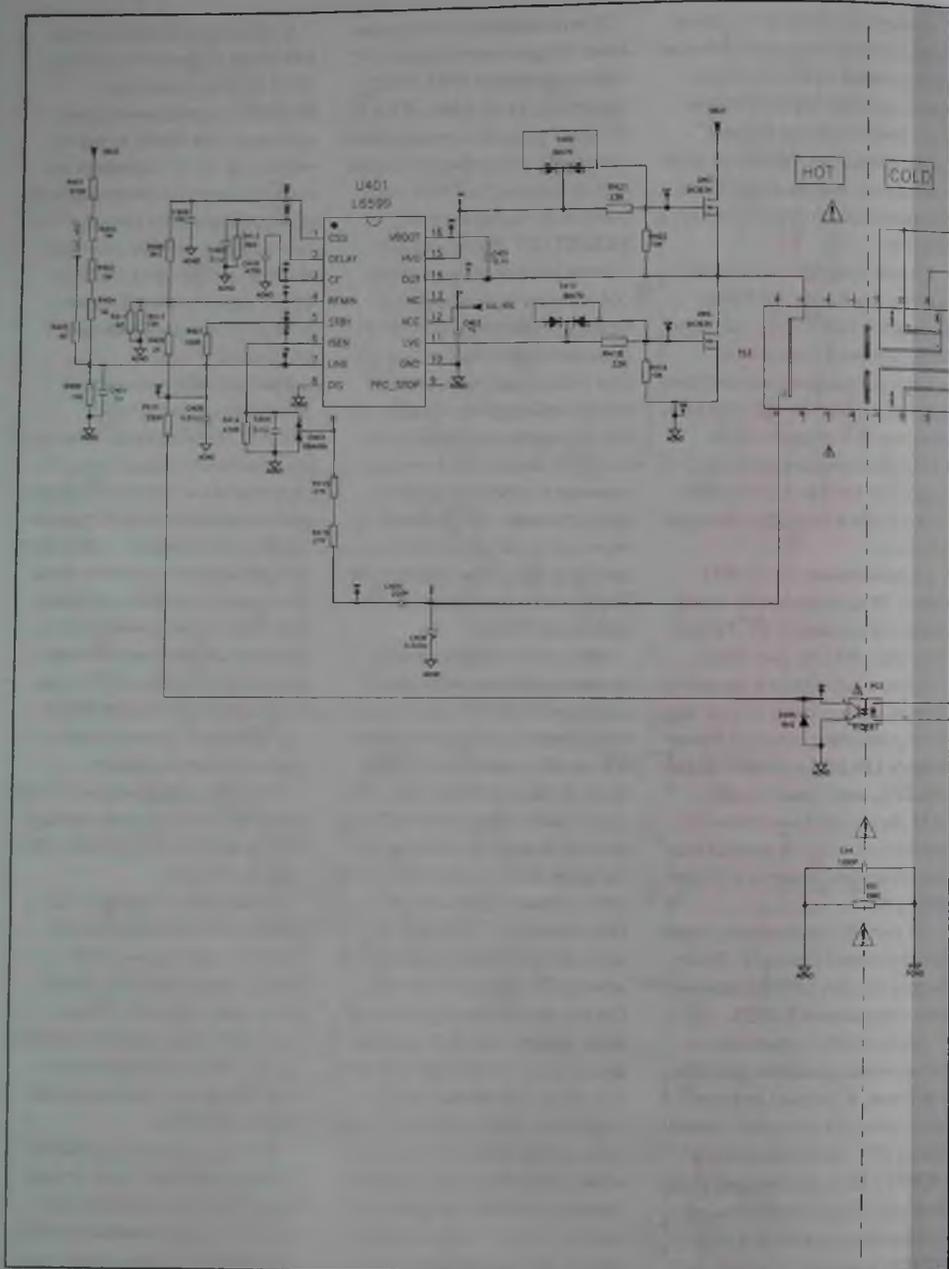
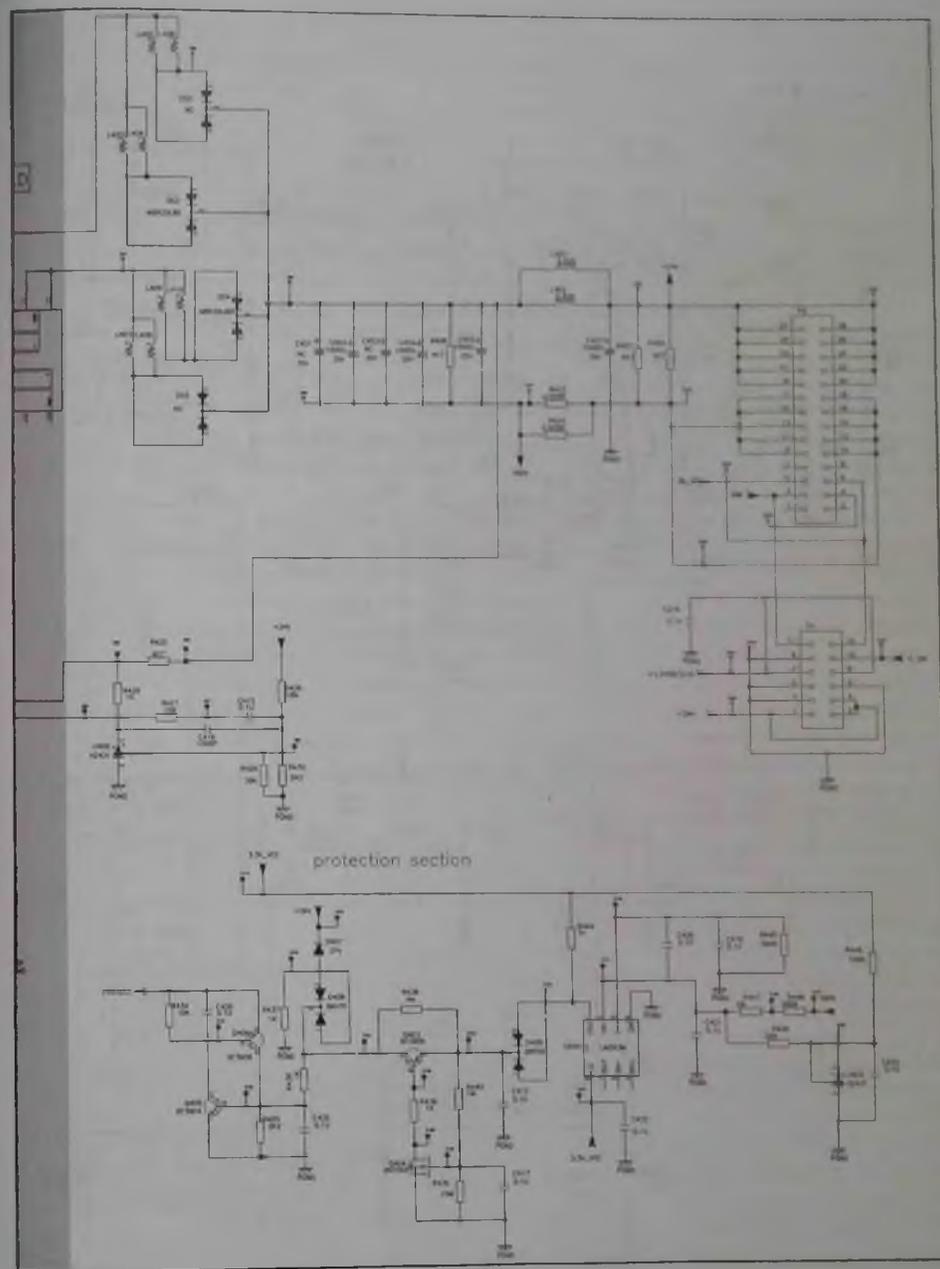


Рис. 40. Схема конвертора напряжения питания



+24V ИП Power Supply PW272C0

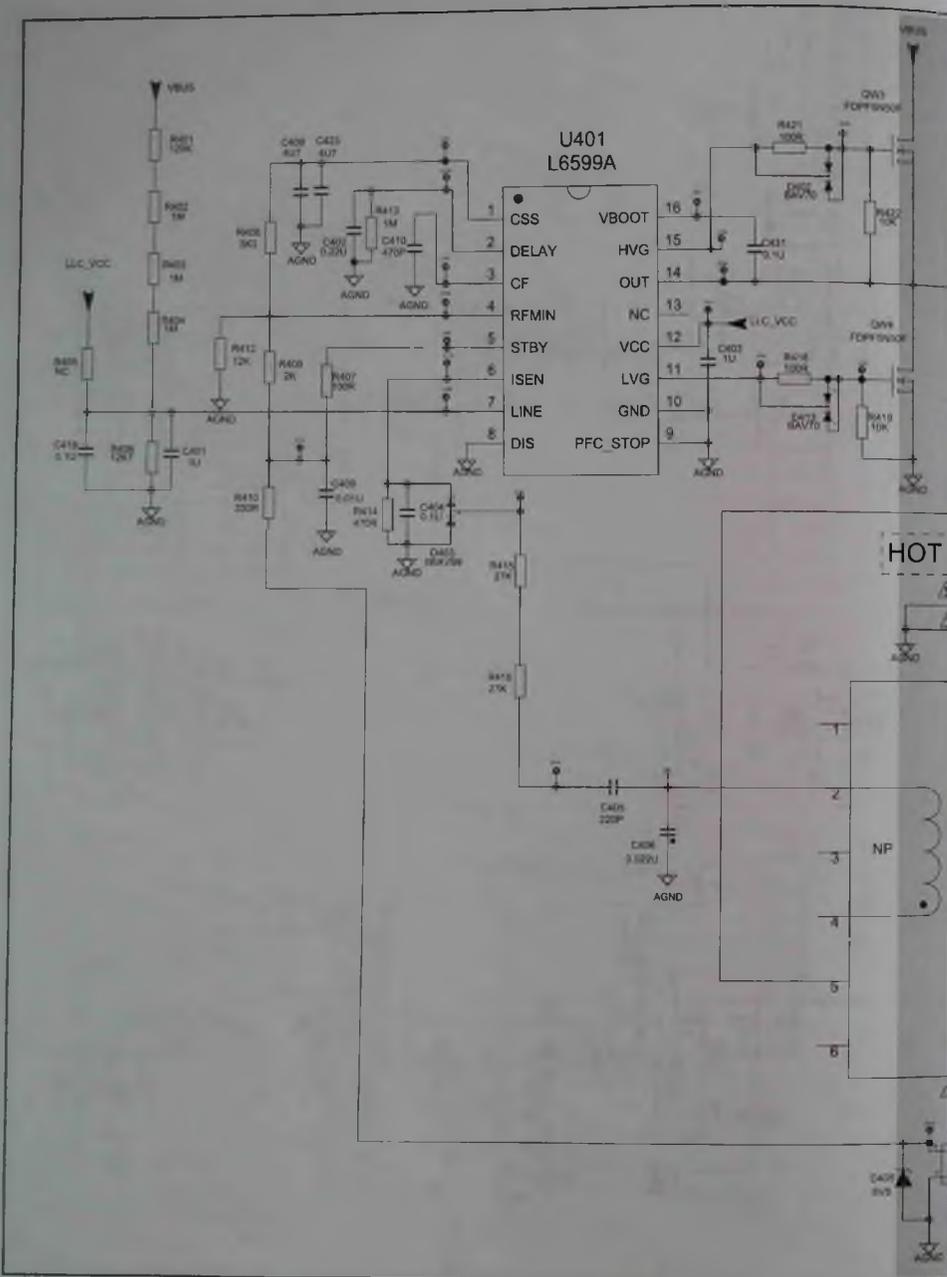
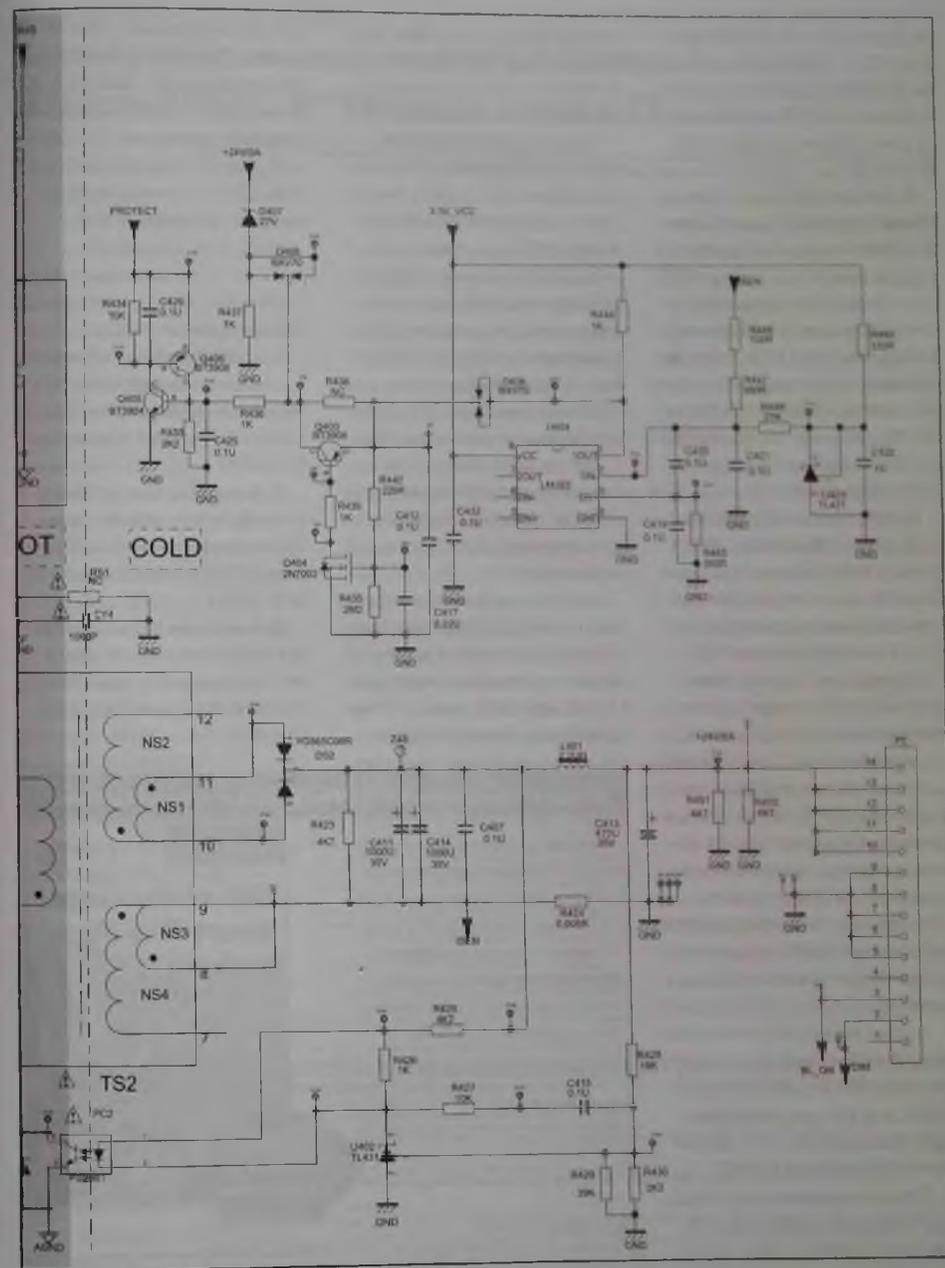


Рис. 41. Схема конвертора напряжения



питания +24V ИП Power Supply PW152C0

стабилитроном ZB3 напряже- ние +VCC, проходя через ключ на транзисторе QB1 и получая обозначение +VC, использует- ся для питания контроллера KKM UF1.

В дежурном режиме ключ на транзисторе QB4 закрыт, соот- ветственно закрыты светодиод и фототранзистор оптрона PC2 и ключ на транзисторе QB1, от которого по цепи +VC питается контроллер KKM UF1. Когда акти- вируется приходящий на базу транзистора QB4 от МП ТВ сиг- нал PS\_ON, ключ на транзисторе QB1 открывается, подавая питание на KKM.

После запуска MC UB1 она питается напряжением, полу- ченным выпрямлением диодом DB6 и конденсатором CB4 им- пульсов дополнительной обмот- ки 2-3 трансформатора TS2.

Во вторичных цепях транс- форматора TS2 имеются два выпрямителя: первый из них, подключенный к обмотке 11-10, выполнен на диоде DB13 и кон- денсаторе CB19. На его выходе формируется напряжение, ко- торое, проходя через ключ на транзисторе QB3 и получая обозначение +VB, используется для питания ШИМ контроллера, управляющего инвертором (см. далее).

Второй выпрямитель, подклю- ченный к обмотке 8-9, выполнен на диоде DB12 и конденсаторе CB11, и на выходе сглаживаю- щего фильтра LB2 CB13 форми- руется напряжение 3.3VSB.

Для формирования напряже- ния обратной связи по выв. 3 MC используется схема на ос- нове прецизионного управле-

мого стабилизатора UB4, кон- тролирующего выходное на- пряжение 3.3VSB, и оптрона гальванической развязки PC1.

Еще одна цель обратной связи, отслеживающая измене- ние напряжения 3.3VSB, вклю- чает в себя транзистор QB2 и оптрон PC2. Так, понижение этого напряжения ниже допу- стимой нормы приводит к от- крыванию светодиода и фото- транзистора оптрона, к закры- ванию транзистора т.е. к выклю- чению напряжения +VB, а соот- ветственно, выключению KKM.

На том же комплекте MC по- строена схема ИП Power Supply LPL37A с KKM и формировате- лем напряжения +3.3V (рис. 43 на вкладке).

Отличие заключается лишь в том, что параллельно дросселю и диоду D2 включены последо- вательно соединенные диоды D3, D4, назначение которых чи- тателю уже известно. Кроме

того, есть небольшое отличие и в схеме защиты, где вместо двух транзисторов QB5, QB6 (рис. 42 на вкладке), отслеживающих из- менение напряжения 12V\_OUT, используются три транзистора QB5-QB7, отслеживающих из- менение напряжения +24V.

Продолжение следует

**Литература**

1. Александр Седов. Схемо- техника источников питания ЖК телевизоров фирмы TCL (часть 4). Ремонт & Сервис № 3, 2021 г.
2. Александр Седов. Схемо- техника источников питания ЖК телевизоров фирмы TCL (часть 3). Ремонт & Сервис № 2, 2021 г.
3. Александр Седов. Схемо- техника источников питания ЖК телевизоров фирмы TCL (часть 2). Ремонт & Сервис № 1, 2021 г.

**Издательство «СОЛОН-ПРЕСС» представляет**

В очередной книге серии «Ремонт» описаны популярные модели современных жидкокристаллических телевизоров со светодиодной подсветкой матриц (Фирмы) AKA, BDK, DNS, ERISSON, FUSION, GOLDSTAR, GRUNDIG, ORION, TELEFUNKEN, THOMSON, MISTERY, PHILIPS, ROLSEN, SAMSUNG, SUPRA, TCL.

Рассмотрены четыре телевизионных шасси: два из кото- рых — QV9202H-TRW и MS82S-AP1A — производства XNP. На основе этих шасси выпускается большое количество теле- визоров под различными торговыми марками.

Для из рассматриваемых шасси — QF02 IE LA (PHILIPS) и UBDC (SAMSUNG) — поддерживают мультимедийную техно- логию Smart TV, позволяющую с помощью встроенного про- граммированного обеспечения работать в беспроводной и провод- ной сетях (Интернет) с поддержкой различных протоколов обмена и форматом звука и видео: Dolby и т.д.

В приложении на примере LED-телевизоров LG 2013 г.г. приводится методика ремонта в блоках питания при отсутствии принципиальных электрических схем.

По каждой модели приводится блок-схема принципиаль- ной электрической схемы, подробно описывается работа всех ее главных частей, и рядок регулировки шасси в «сервисном» режиме и обслуживания программного обе- спечения.

Практическая ценность книги определяется подробным описанием типовых неисправно- стей и описаниями методики их поиска и устранения.

**Как купить книгу**  
 Оформите заказ на сайте [www.solon-press.ru](http://www.solon-press.ru) или пришлите заявку на адрес [knpa@solon-press.ru](mailto:knpa@solon-press.ru)  
 Телефоны для справок: 8 (495) 617-39-64, 8 (495) 617-39-65.  
 Цены для предоплаты действительны до 31.05.2021.

Александр Ростов (г. Зеленоград)

**Электронные модули EWX14 стиральных машин AEG/ELECTROLUX (часть 2)**

Копирование, тиражирование и размещение данных материалов на Web-сайтах без письменного разрешения редакции преследуется в административном и уголовном порядке в соответствии с Законом РФ

Продолжение.  
 Начало см. № 4, 2021 г.

**Элементы управления исполнительными устройствами СМ**

На плате ЭМ расположены следующие элементы управле- ния исполнительными устрой- ствами ЭМ и СМ:

- Симисторы управления клапанами залива воды основной и предварительной стирок соответственно Q11 и Q10 (рис. 5).  
 Цепь управления симистора Q11: выв. 45 МК U3 — R92 — управляющий электрод Q11.  
 Цепь управления симистора Q10: выв. 46 U3 — R79 — управ- ляющий электрод Q10.
- Симистор управления клапа- ном кондиционера/отбели- вателя Q9. Его цепь управле- ния: выв. 47 U3 — R71 — управляющий электрод Q9.
- Симистор TY2 помпы, его управляющая цепь: выв. 31 U3 — R165, R164 — управ- ляющий электрод TY2. Необхо-

димо отметить, что при срабатывании датчика Aqua Control он замыкает цепь питания помпы (шунтирует силовые контакты симистора) и она начинает откачивать воду из бака независимо от состояния симистора TY2. Цепь питания помпы через коммутирующие элементы подключена непосредственно к сетевым линиям L и N. Симистор TY2 может быть включен по отдельной цепи: выв. 42 U3 — QD2 — R19 — управляющий электрод симистора. Данная дублиру- ющая цепь может быть за- действована, если прессо- стат зафиксировал уровень перелива воды в баке или при других аварийных ситуациях.
- Симистор TY3 рециркуляци- онной помпы, его управляю- щая цепь: выв. 16 U3 — 28, R27 — управляющий элек- трод TY3. Цепь питания рециркуляционной помпы отличается от цепи сливной помпы тем, что первая

питается от коммутируемой сетевой линии LINE DOOR (с выхода УБЛ), а вторая непо- средственно от сети LINE. Симистор TY3 может быть включен по отдельной дубли- рующей цепи (как в предыду- щем случае) выв. 43 U3 — QD3 — R31 — управляющий электрод симистора.
- Симистор УБЛ TY1, его цепь управления: выв. 41 U3 — R336 — QD1 — R3 — управ- ляющий электрод TY1.
- Реле RL1 ТЭН стирки/ТЭН сушки и блокирующее реле ТЭН сушки RL2.  
 Реле ТЭН RL1 управляется по цепи: выв. 49 U3 — QD4 — об- мотка реле. Силовая контактная группа реле в пассивном состо- янии коммутирует питание (по сетевой линии N) на ТЭН стирки (через соединитель J5), а в ак- тивном состоянии — через кон- тактную группу другого реле RL2 подает питание на ТЭН сушки (через соединитель J8). Реле RL2 выполняет защитную (блокирующую) функцию (для

Таблица 2. Назначение выводов микросхемы LNK364 (для корпусов DIP /SMD-8B)

Номер вывода	Обозначение	Назначение
5	DRAIN (D)	Сток внутреннего силового МОП транзистора. Через этот вывод ИМС питается как при запуске, так и в рабочем режиме
3	BYPASS (BP)	Вывод подключения внешнего блокировочного конденсатора внутреннего источника опорного напряжения 5,8 В
4	FEEDBACK (FB)	Вход обратной связи. Данный вывод управляет состоянием силового МОП транзистора в составе ИМС. Включение МОП транзистора происходит, если ток через вывод FB превышает 49 мкА
1, 2, 7, 8	SOURCE (S)	Исток внутреннего силового МОП транзистора, общий провод для выводов BYPASS и FEEDBACK

функционирования ТЭН сушики необходимо одновременное срабатывание двух реле — RL1 и RL2. RL2 управляется по цепи: выв. 12 U3 — QD5 — обмотка реле.

Реле RL1, RL2 коммутируют нагрузки (ТЭН) со стороны сетевой линии N (NEUTRAL). В свою очередь, сетевая линия (L) поступает на оба ТЭН (стирки и сушики) с выхода УБЛ (коммутируемая линия LINE DOOR).

● Реле RL5, RL7 сетевого питания инвертора приводного мотора. Контактные группы обоих реле включены последовательно (см. рис. 6). В активном положении контактной группы реле RL5 сетевая линия N подается на другую контактную группу блокирующего реле RL7, а с него — на контакт 1 соединителя J30 (и далее на плату инвертора мотора). Контакты 1 (линия N) и 2 (LINE DOOR) соединителя J30 (обе линии поступают на плату инвертора приводного мотора) дублируются соответствующими контактами соединителя J22

(устанавливается опционально). Также необходимо отметить, что состояние контактной группы реле RL5 контролируется МК — в пассивном состоянии его группы сетевая линия N (она также соединена с линией +5 В) поступает на специальную контрольную цепь (см. описание ниже). Реле RL5 и RL7 управляется по цепям (в скобках для RL7): выв. 55 (37) U3 — QD11 (QD12) — обмотка реле.

Таким образом, для подачи питания на плату инвертора должны быть в активном состоянии реле RL5, RL7 и силовая контактная группа УБЛ.

Как отмечалось выше, питание датчиков в составе CM коммутируется с помощью ключа Q2 (МОП транзистор с р-каналом), на вход которого (исток) подается напряжение +5 В, а с выхода (сток) снимается напряжение, имеющее обозначение +5 В комм. Ключ Q2 управляется с выв. 50 U3. Напряжение +5 В комм. поступает на цепи питания следующих датчиков (датчики сушики используются опцио-

нально и в рассматриваемой версии ЭМ элементы их цепи на плате отсутствуют):

- контакт 1 соединителя J12 (прессостат);
- контакт 5 J30 (датчик температуры стирки);
- контакт 8 J30 (расходомер);
- контакты 2 и 3 соединителя J9 (два датчика сушики).

### Измерительные и сигнальные цепи

На МК поступают измерительные сигналы с датчиков в составе CM, обмена данными, а также сигналы, контролирующие состояние элементов и цепей, входящих в ЭМ:

- С датчика температуры (подключен к контактам 4, 5 соединителя J12) сигнал поступает через резисторы R88, R89 на выв. 29 МК U3.
- С аналогового прессостата (подробнее см. [3]) сигнал поступает на контакт 3 соединителя J12 и далее через резисторы R82, R83 — на выв. 61 U3.
- С датчика потока сигнал поступает на контакт 6 соединителя J12 и далее через каскад на транзисторе QD8 — на выв. 64 U3.
- Сигнал контроля состояния симистора УБЛ TY1 поступает по цепи: выв. 1 симистора (верхний по схеме на рис. 5) — R17 — C12, C13 — R11, D5, R20, C116 — R16 — выв. 25 U3.
- Сигнал контроля состояния датчика AQUA Control и симистора помпы TY2. Сигнал снимается с контакта 2 соединителя J31 и

далее поступает по цепи: R5, R6, R9 — R10, D50, C5 — R7 — выв. 13 U3. Сам датчик подключен параллельно симистору помпы TY2 и его срабатывание приводит к включению помпы независимо от состояния симистора.

- Сигнал контроля состояния контактной группы реле ТЭН стирки RL1 снимается с левого (по схеме на рис. 5) контакта сетевой группы реле и далее поступает по цепи: R42, R45, R46 — R50 — D11, C19 — R43 — выв. 22 U3. Состояние контактной группы второго реле (RL3) ТЭН не контролируется МК.
- Сигнал контроля состояния контактной группы реле RL5 коммутатора сетевого питания (по линии N) на инвертор приводного мотора. Схема формирования данного сигнала требует пояснений. На самом деле сигнал формируется как инверсия от подачи питания на инвертор. Левое (по схеме на рис. 5) положение переключателя реле означает подачу питания на контактную группу блокирующего реле RL7, а с нее на контакт 1 соединителя J30 (контакт 1 J22). Таким образом, для подачи питания на инвертор необходимо активное состояние двух реле — RL5 и RL7 (см. описание выше).

В данной схеме контролируется только пассивное состояние реле RL5 — при правом (по схеме) положении переключателя подается напряжение +5 В (соединено с сетевой линией N) на буфер на транзисторе

Q14 прохождения сигнала с выв. 53 (передача) до выв. 32 (прием) U3. В данном случае прохождение сигнала по данной схеме есть, а вот в активном состоянии RL5 сигнал в данной цепи блокируется (снимается питание с буферного каскада). Состояние реле RL7 не контролируется МК.

- Сигнал контроля срабатывания силовой контактной группы УБЛ (с нее по коммутируемой сетевой шине LINE DOOR (рис. 6) питаются цепи клапанов залива воды, ТЭН стирки, рециркуляционной помпы, инвертора приводного мотора и элементов сушики). Сигнал снимается с контакта 3 соединителя J3 и по цепи R55-R57 — R51, R58 поступает на выв. 27 U6. Данный сигнал кроме срабатывания УБЛ сигнализирует об уровне сетевого напряжения.
- Сигнал контроля поступления напряжения +5 В комм. с ключа Q2 на цепи датчиков в составе CM (расходомер, датчики температуры сушики и стирки, прессостат). Сигнал снимается с линии +5 В комм. и через резистор R326 поступает на выв. 24 U3. В версии ЭМ с сушикой на выв. 24 U3 также поступает контрольный сигнал активации ключа на транзисторе QD5, блокирующего реле RL2 ТЭН сушики.
- Сигнал контроля поступления напряжения +12 В на ключ QD5 управления реле сушики RL2. По сути, данный сигнал контролирует целостность резистора-перемычки

(0 Ом), через который напряжение +12 В поступает на указанную цепь

- Линия ISO Rx:Tx однопроводного 2-направленного интерфейса одновременно подключена к контактам 3 соединителей J16 (управление инвертором приводного мотора) и J14 (ПУ).

Линии приема-передачи подключены раздельно на МК и соединяются только в точке верхнего по схеме (рис. 5) вывода резистора R106. Рассмотрим эти цепи:

- передача данных: выв. 11 U3 — R101 — Q6 — R106 — R96.
- прием данных: R96 — R106 — R87 — Q5 — R85 — выв. 10 U3
- Линии 2-проводного последовательного интерфейса для работы внешнего программатора (например, Sidekick) через соединитель J11. Цепь передачи данных: выв. 62 U3 — R76 — контакт 2 соединителя J11. Цепь приема данных: контакт 1 соединителя J11 — R73 — выв. 63 U3.
- SWIM-интерфейс для работы внешнего программатора (программирование Flash-памяти МК) через соединитель J15:
  - 1-проводный двунаправленный последовательный интерфейс: контакт 3 соединителя J15 — R95 — выв. 58 U3;
  - внешний сигнал начального сброса (NRST) МК: контакт 2 соединителя J15 — R104, R105 — выв. 1 U3.

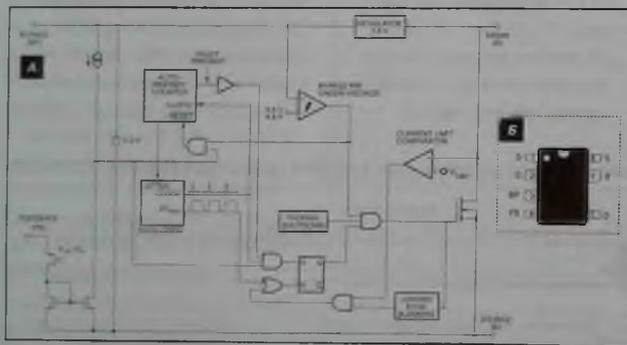


Рис. 6. Структурная схема микросхемы LNK364 (а) и расположение ее выводов (б)

**Микроконтроллер**

В ЭМ EWX11 используется 8-разрядный МК STM8S207xxx семейства STM8S. ИМС выполнена в корпусе LQFP-64 и имеет высокую помехоустойчивость. Микроконтроллеры указанного семейства (более 120 типов) имеют ядро Гарвардской архитектуры, имеющего производительность до 16 MIPS (на тактовой частоте 16 МГц).

- Основные элементы и возможности МК STM8S207xxx:
- 8-битное процессорное ядро.
- ОЗУ объемом 2 кбайт.
- Тактовый генератор с ФАПЧ (частота может быть стабилизирована внешним кварцевым резонатором).

- Объем Flash-памяти 128 кбайт (для STM8S207RBTxx).
- 52 линии универсальных портов ввода/вывода.
- 10-битный 16-канальный АЦП.
- Диапазон питающий напряжений 2,95...5,5 В.
- Последовательные интерфейсы SPI, UART, I<sup>2</sup>C и др. Обозначение и назначение (применительно к ЭМ) выводов МК приведено в таблице 3.

**Маркировка SMD-компонентов в составе ЭМ**

В таблице 4 приведена маркировка некоторых SMD-ком-

понентов в составе ЭМ и их основные характеристики.

**Программирование ЭМ**

Программирование ЭМ возможно как рекомендованным производителем программно-аппаратным комплексом SIDEKICK, так и альтернативными продуктами. Для подключения SIDEKICK к ЭМ EWX14 необходим кабельный адаптер EDGE RAST-5 и, собственно, сам программатор (комплект программатора имеет заказной код 50299779004) (см. [3], [8] и рис. 7), он подключается к соединителю J11. Главное ограничение — с помощью этого комплекса можно прошивать только файл конфигурации. Функции

Таблица 3. Назначение выводов микроконтроллера STM8S207 применительно к ЭМ EWX14

Номер вывода	Обозначение	Назначение
1	NRST	Вход начального сброса МК. Соединен через резисторы с контактом 2 соединителя J15 (используется для подключения программатора)
2	OSCIN/PA1	Не используются
3	OSCOU/PA2	
4	V <sub>DD</sub>	Подключены к общему проводу
5	V <sub>SS</sub>	
6	V <sub>CAP</sub>	Подключен к общему проводу через конденсатор
7	V <sub>DD</sub>	Напряжение питания 5 В
8	V <sub>DDO</sub>	
9	TIM2_CH3/PA3	Соединен с общим проводом через резисторы R272, R274
10	UART1_RX/PA4	Вход сигнала RX последовательного интерфейса с контакта 3 соединителей J16, J14 (соответственно, с платы инвертора приводного мотора и ПУ)
11	UART1_TX/PA5	Выход сигнала TX последовательного интерфейса с контакта 3 соединителей J16, J14 (соответственно, на плату инвертора приводного мотора и ПУ)
12	UART1_SCK/PA6	Выход управления блокирующим реле ТЭН сушки RL2
13	AIN15/PF7	Вход сигнала с датчика AQUA Control или состояния симистора сливной помпы TY2
14	AIN14/PF6	Соединен с общим проводом через резистор R69
15	AIN13/PF5	Соединен с общим проводом через резистор R78
16	AIN12/PF4	Выход управления симистором TY3 рециркуляционной помпы
17	AIN11/PF3	Вход напряжения с резистивного делителя напряжения R278-R280
18	V <sub>DD</sub>	Соединены с линией +5 В
19	V <sub>DD</sub>	
20	V <sub>SS</sub>	
21	V <sub>DD</sub>	Соединены с общим проводом
22	AIN10/PF0	
23	AIN7/PB7	Вход сигнала контроля состояния контактной группы реле ТЭН стирки RL1
		Соединен с общим проводом через резистор R305

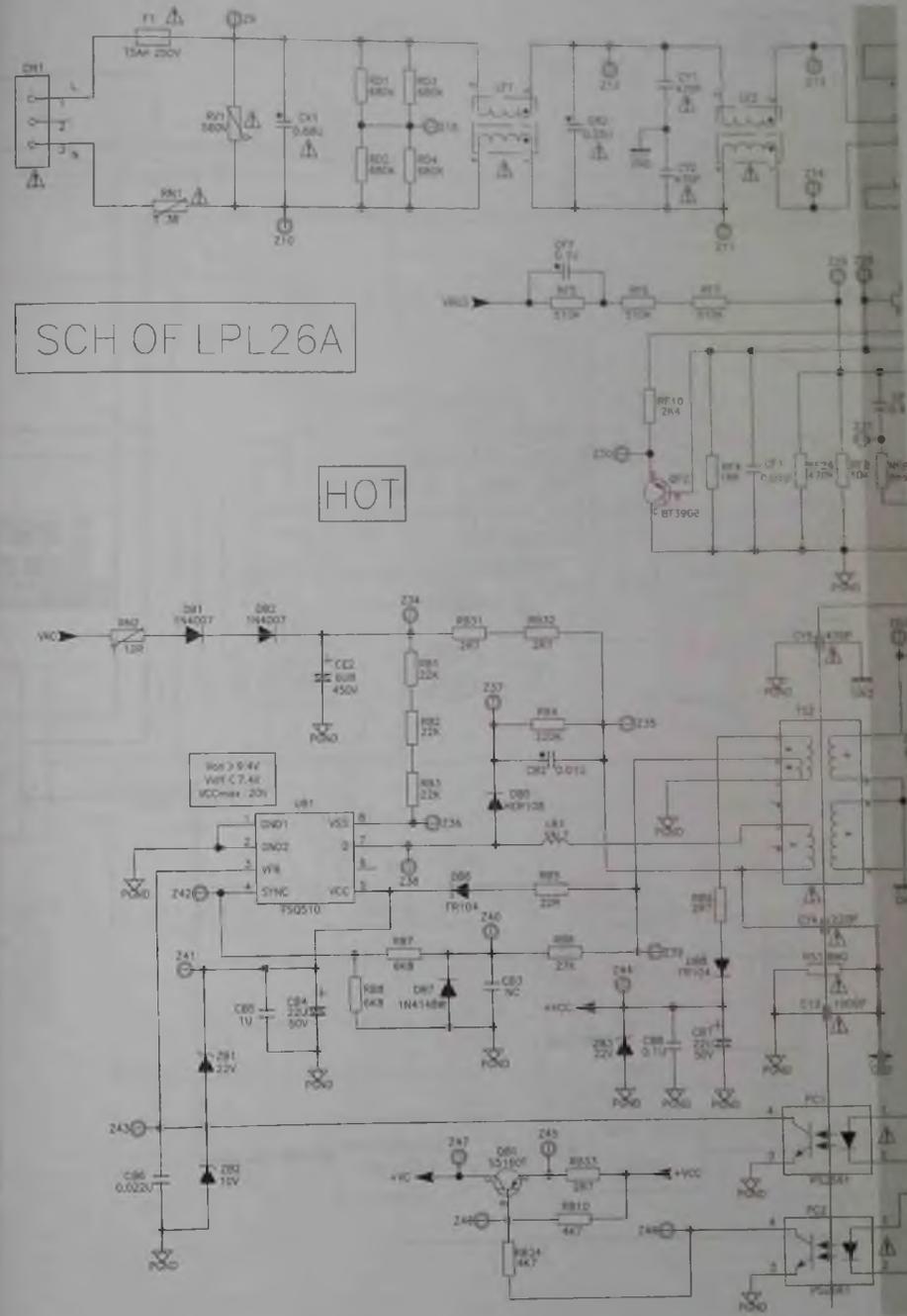
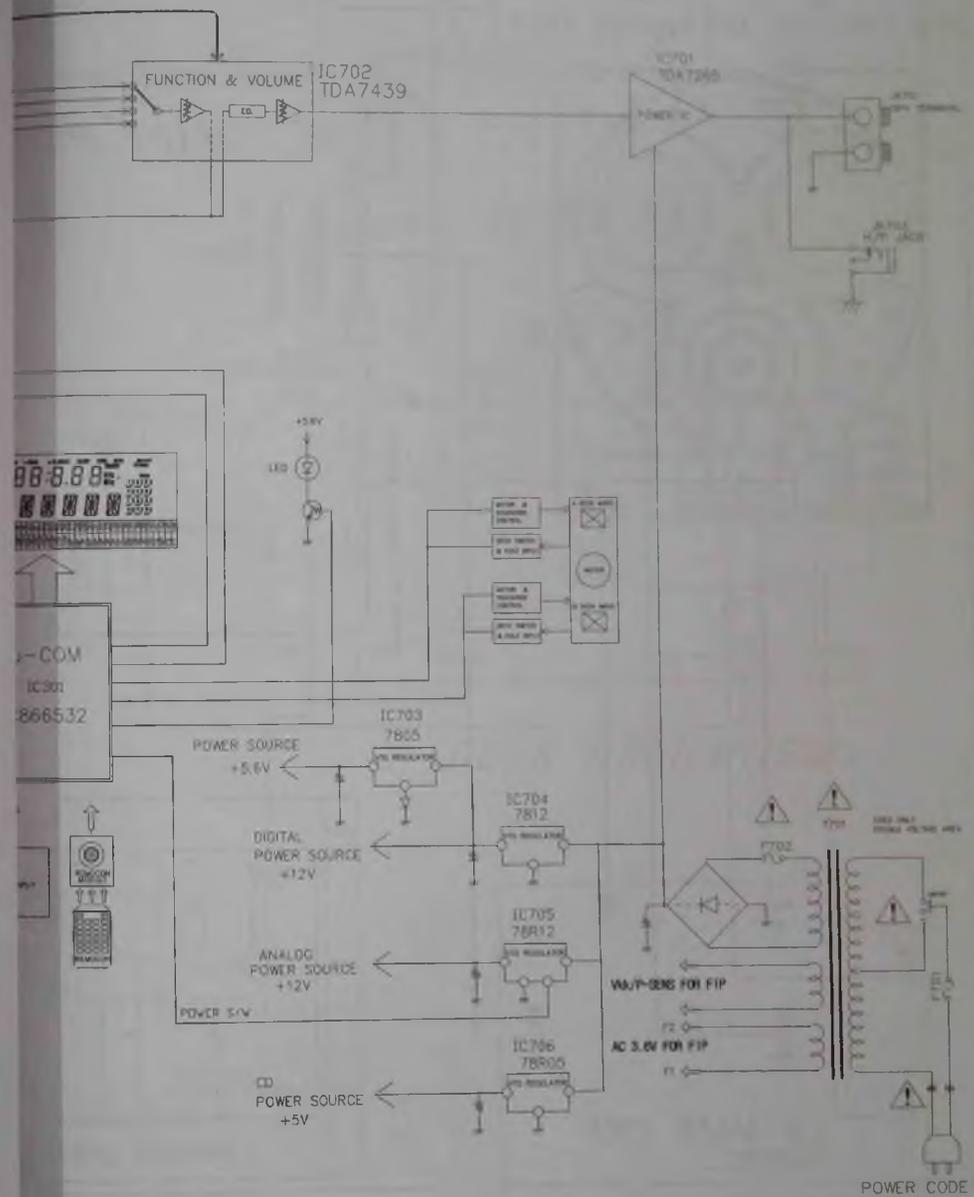
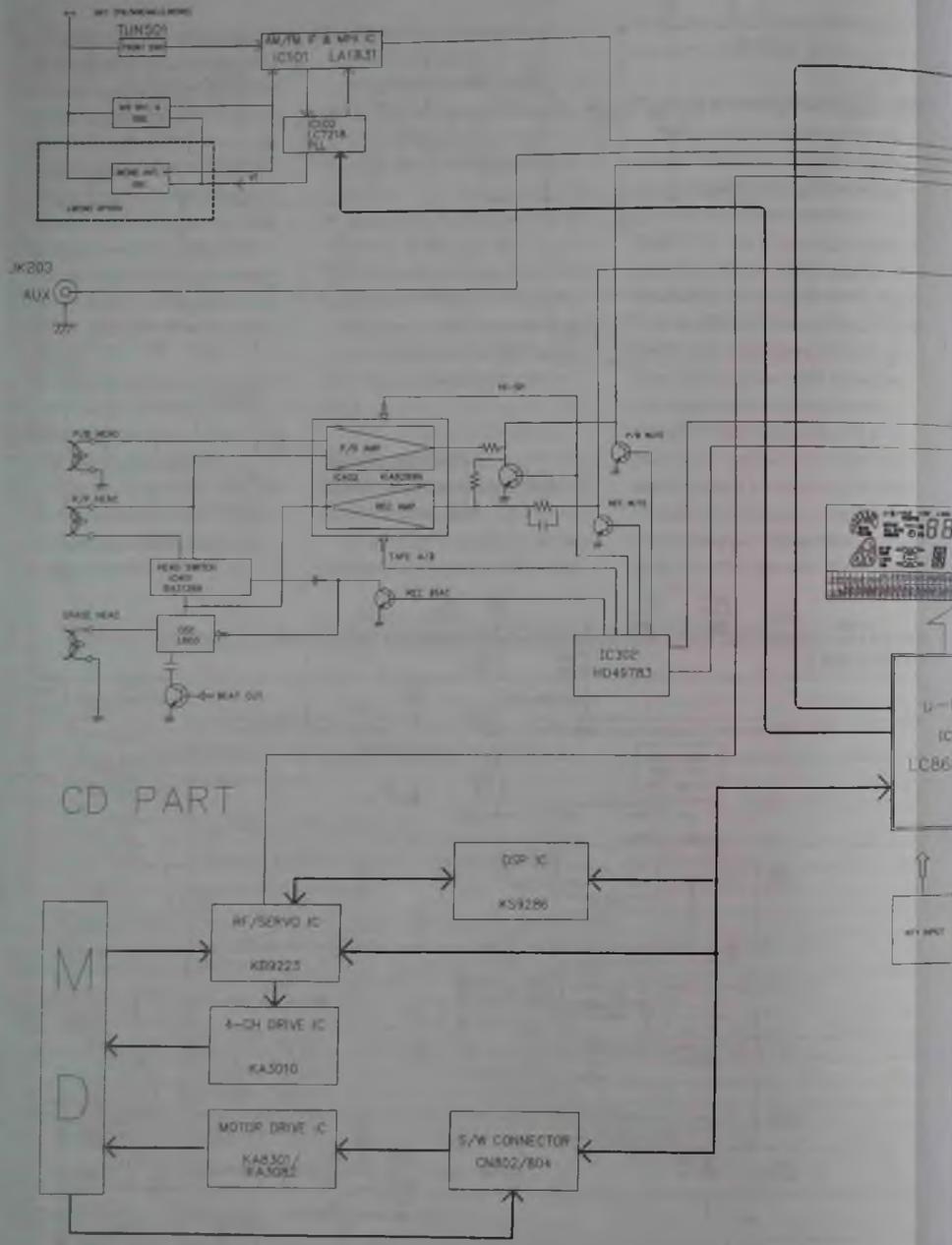


Рис. 42. Фрагмент схемы ИП Power Supply LPL26A с ККМ и формирователем напряжения 3.3VSB (1/2)

Продолжение на странице XIV

Схемы музыкального центра «LG FFH-299AX»

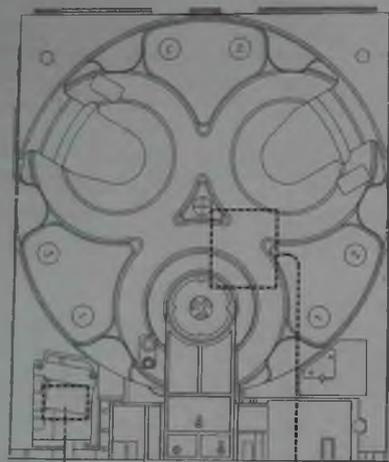
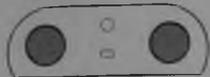


В ПАПКУ РЕМОНТНИКА

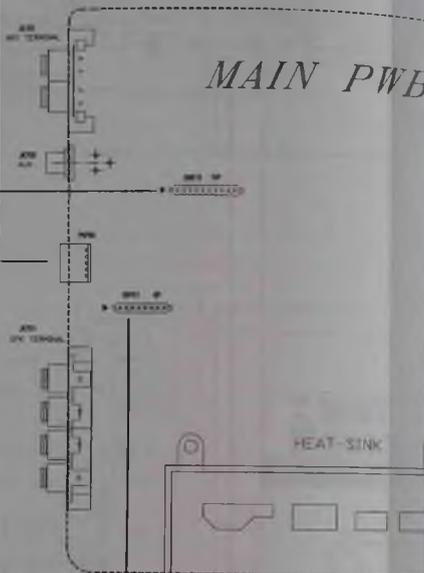
В ПАПКУ РЕМОНТНИКА

3CD CHANGER MECHANISM ASSY

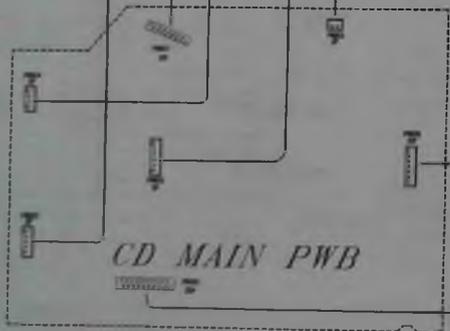
MTB (OPTION)



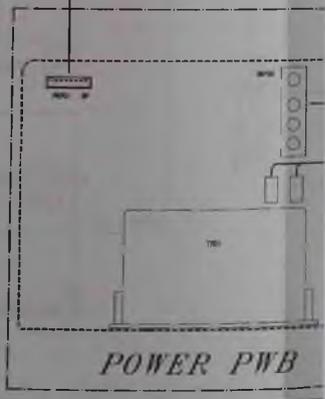
MAIN PWB



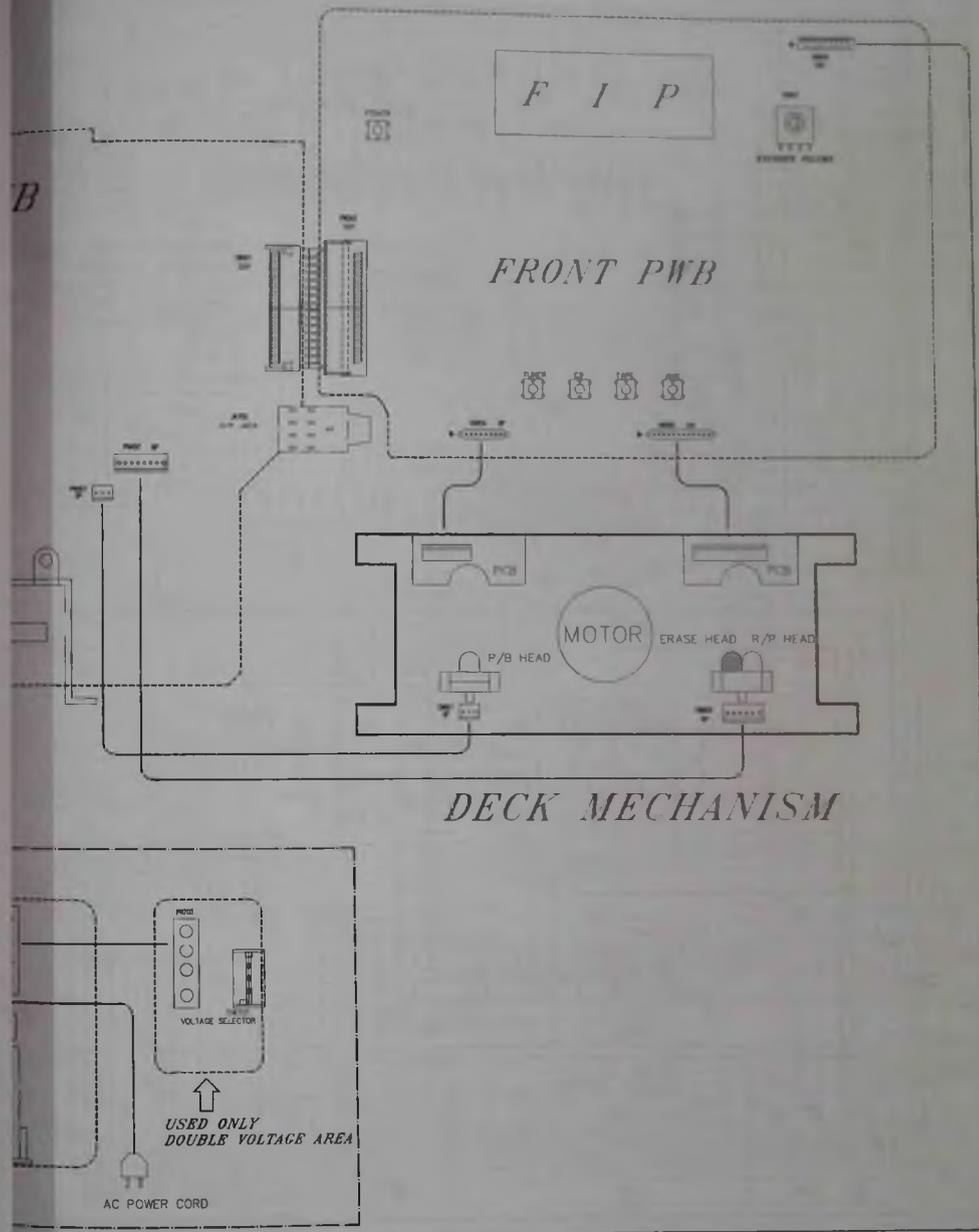
HEAT-SINK



CD MAIN PWB



POWER PWB



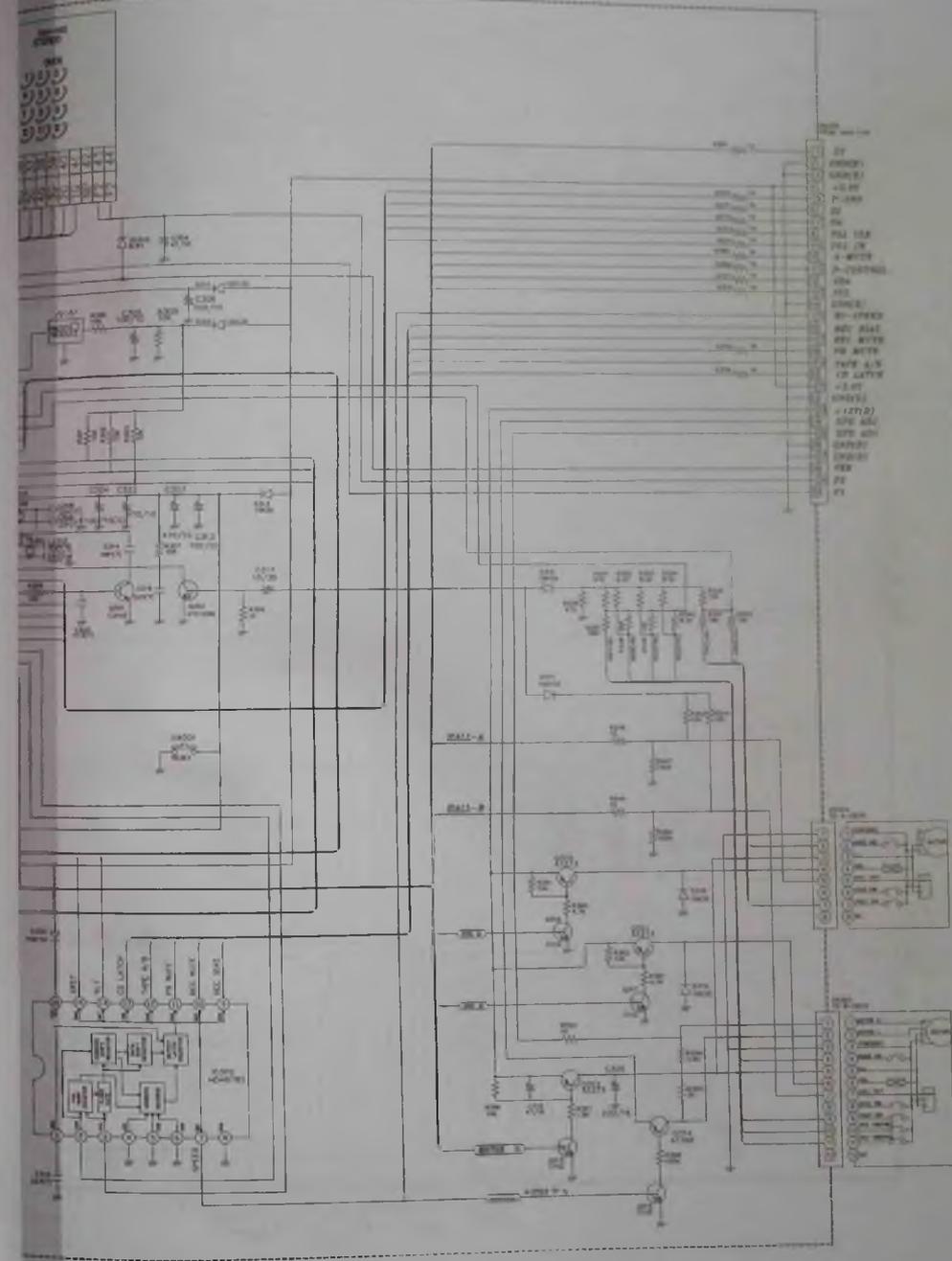
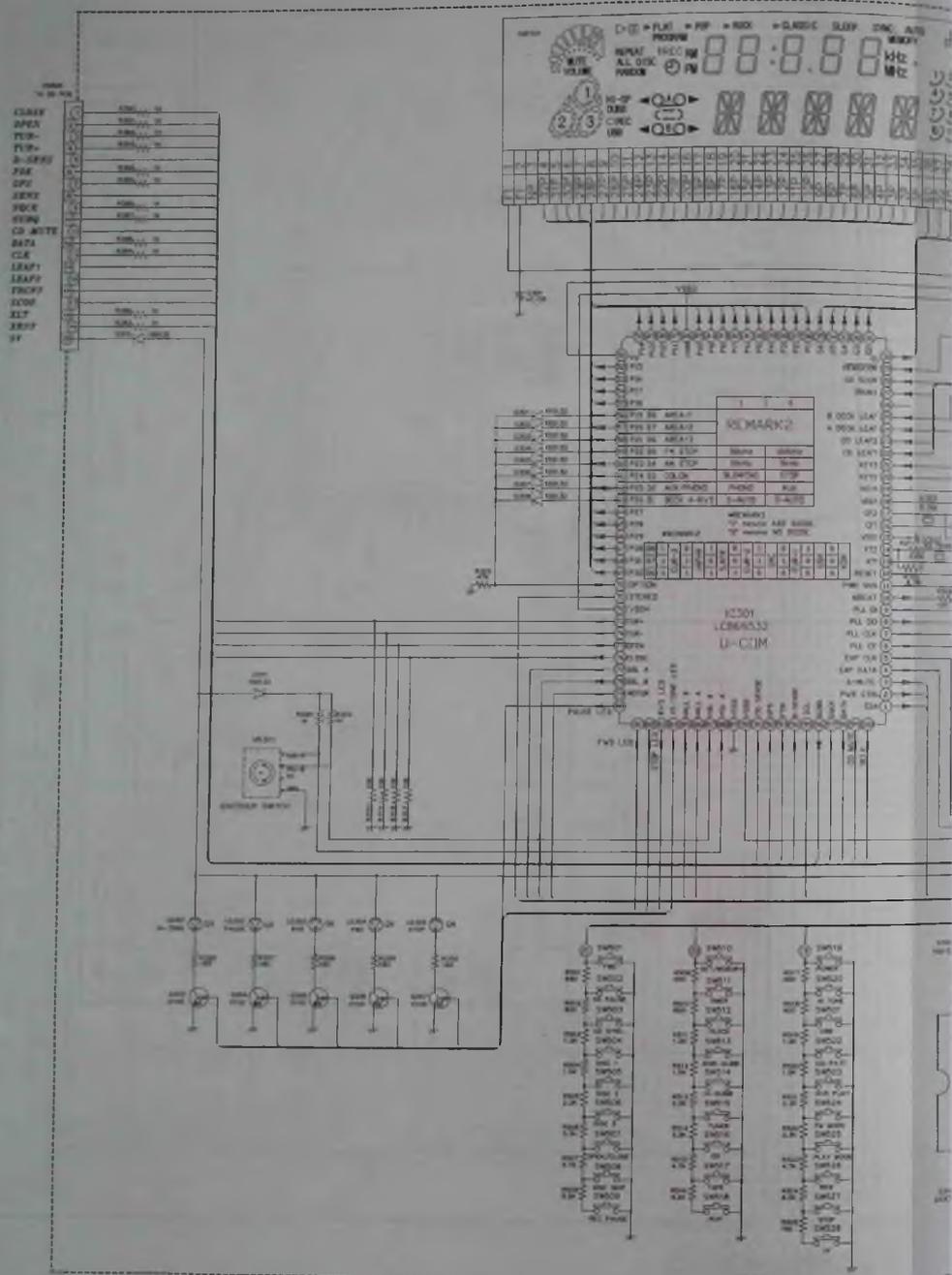
FRONT PWB

DECK MECHANISM

USED ONLY  
DOUBLE VOLTAGE AREA

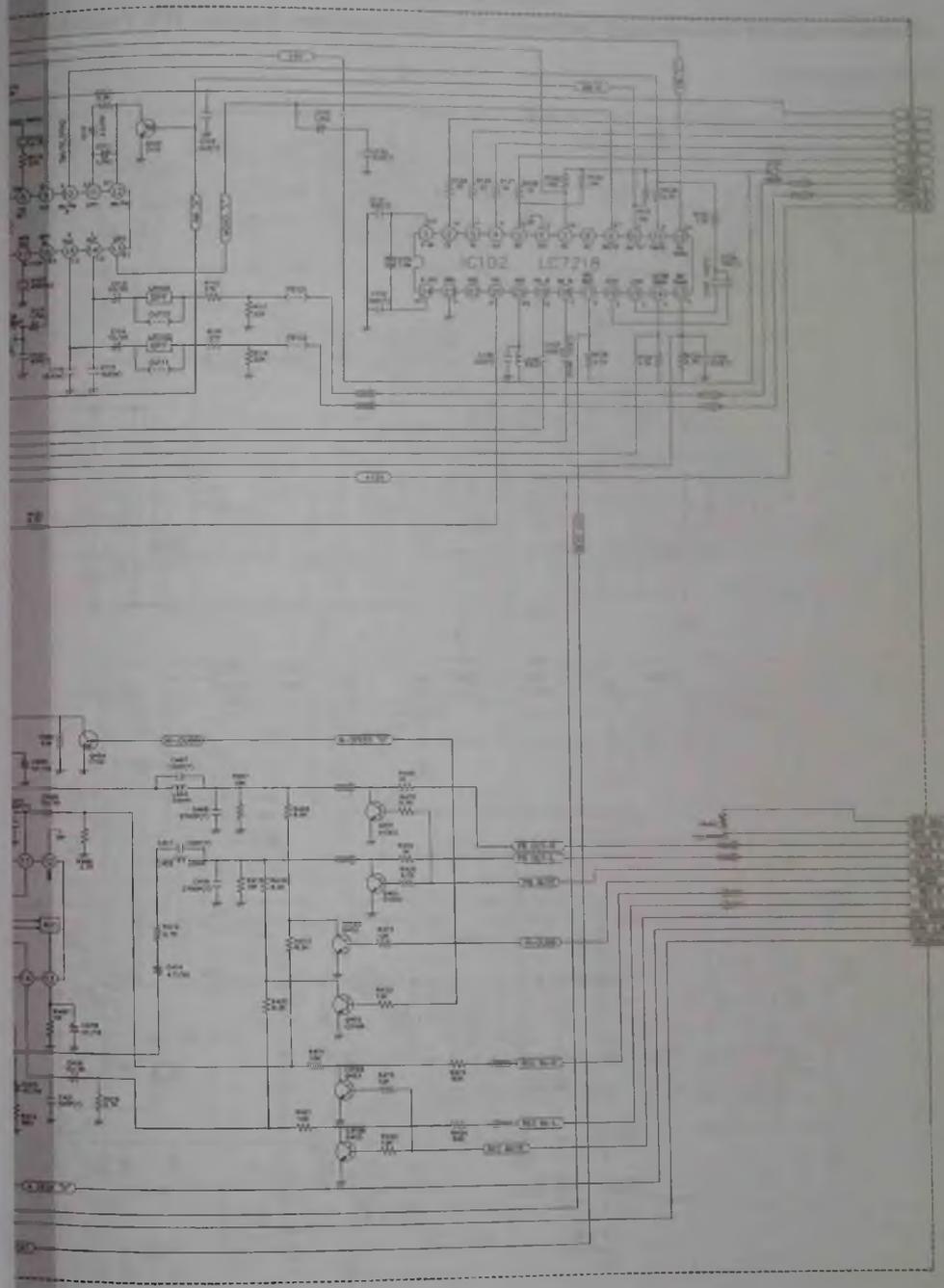
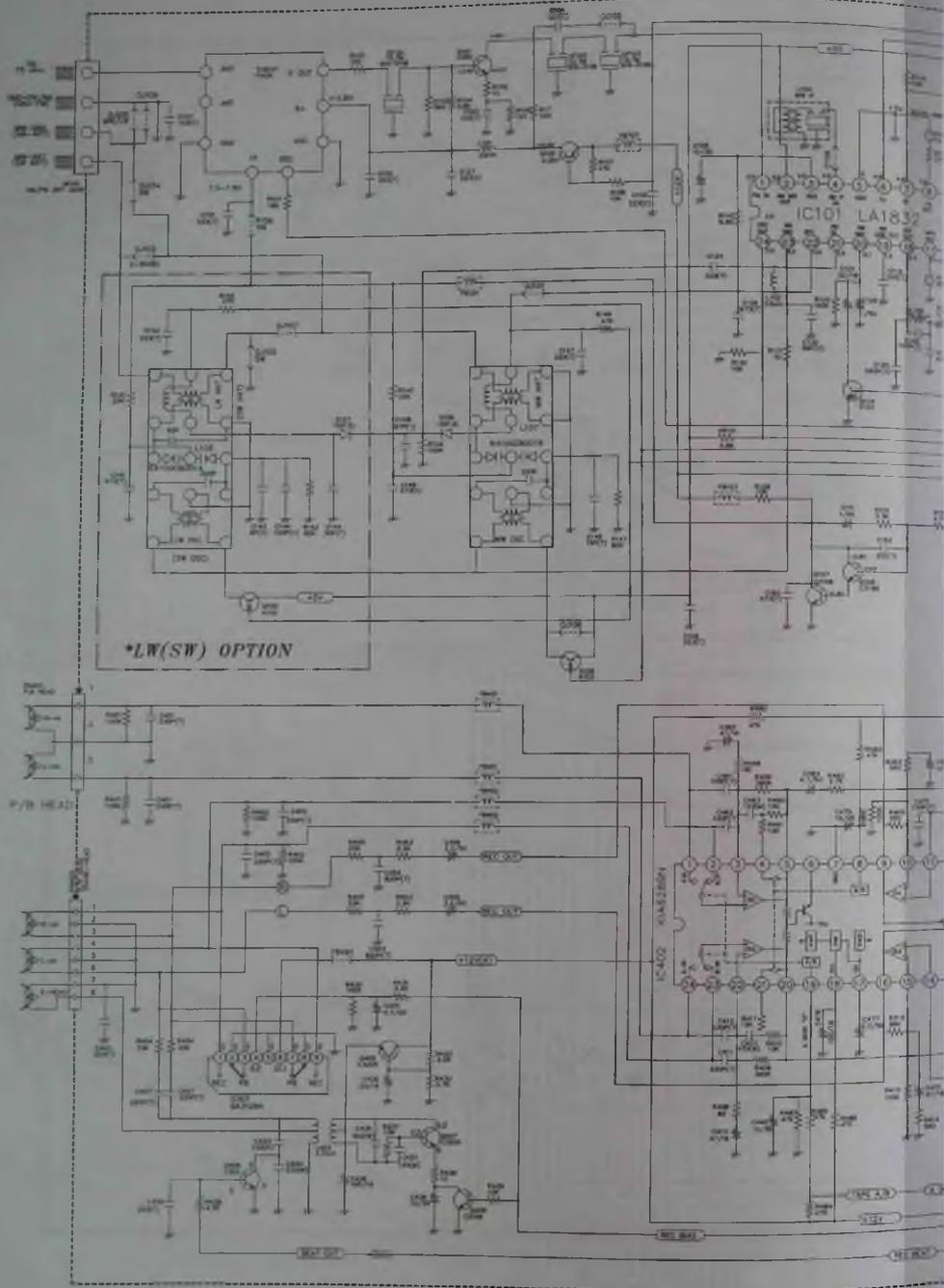
AC POWER CORD





Принципиальная электрическая схема фронтальной панели





Схемы к статье  
«Схемотехника источников питания ЖК телевизоров фирмы TCL (часть 6)»

Начало на странице 1

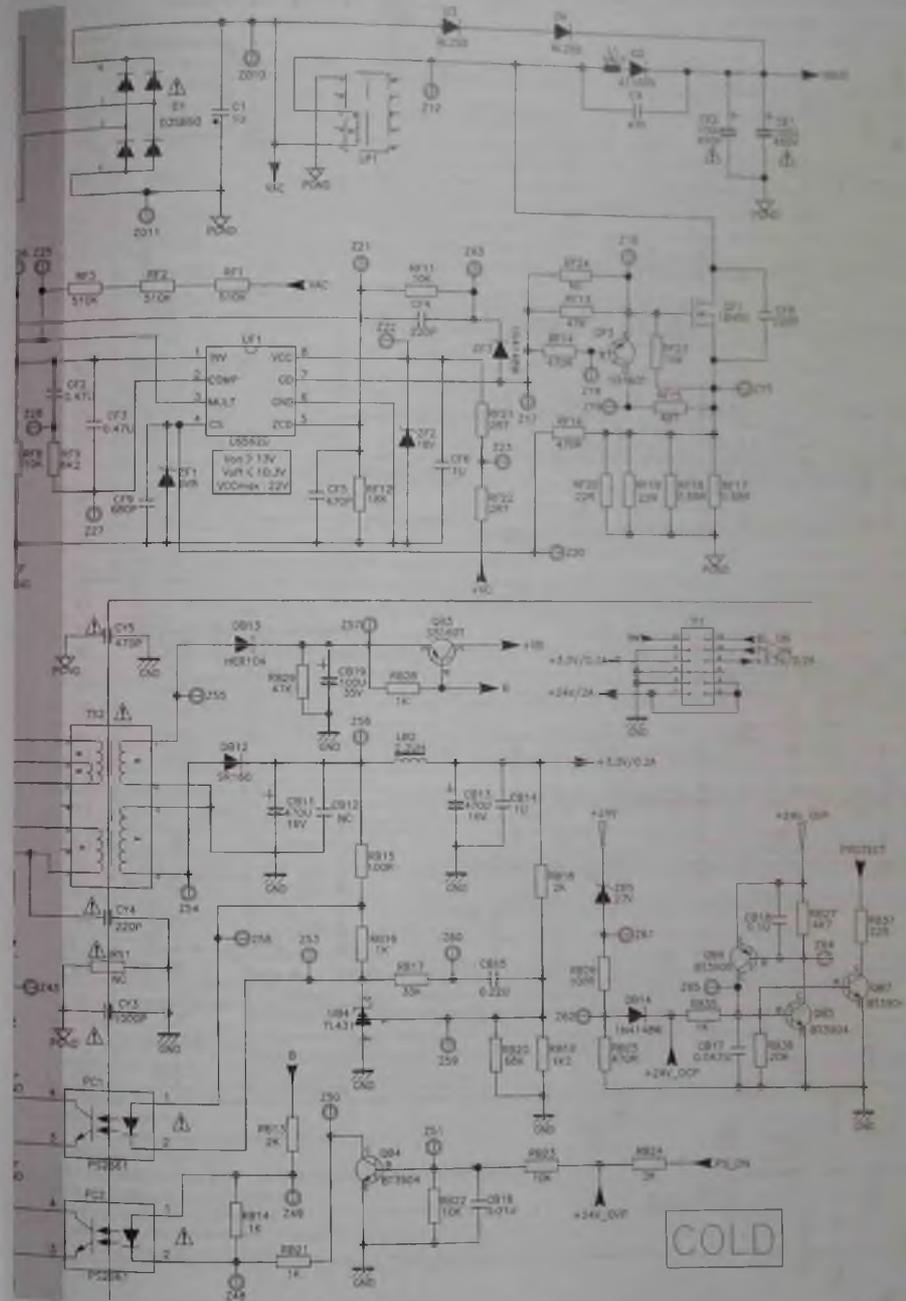
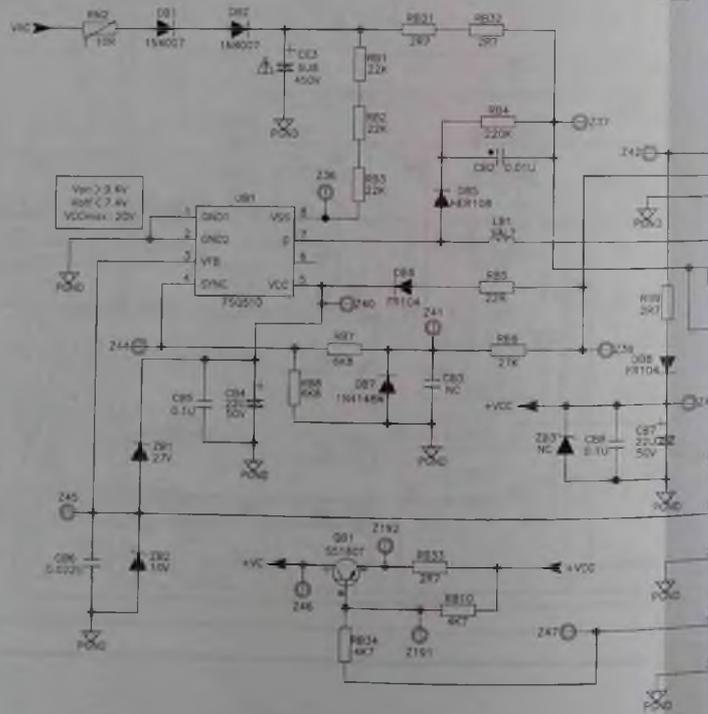
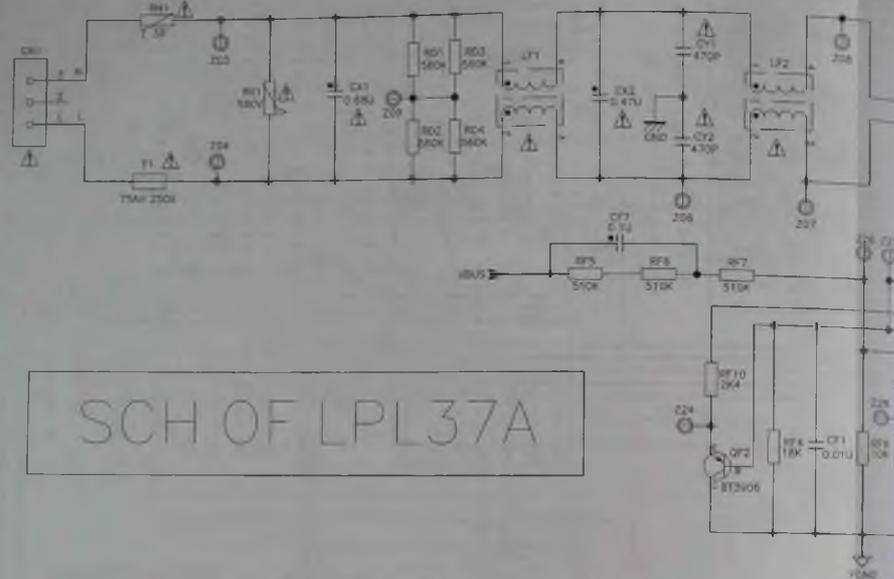


Рис. 43. Фрагмент схемы ИП Power Supply LPL37A с ККМ и формирователем напряжения +3.3V

Таблица 3. Назначение выводов микроконтроллера STM8S207 применительно к ЭМ EWX14 (окончание)

Номер вывода	Обозначение	Назначение
24	AIN6/PB6	Контрольный вход поступления напряжения +5 В комм. с ключа Q2 или состояния ключа QD5 реле сушки RLZ
25	AIN5/PB5	Вход контроля состояния симистора УБЛ TY1
26	AIN4/PB4	Соединен с общим проводом через резисторы R63, R64
27	AIN3/PB3	Сигнал контроля срабатывания силовой контактной группы УБЛ. Данный сигнал также контролирует уровень сетевого напряжения после силовой контактной группы УБЛ (косвенно ток, потребляемый инвертором приводного мотора)
28	AIN2/PB2	Вход 1 сигнала сетевой синхронизации
29	AIN1/PB1	Вход сигнала с датчика температуры стирки
30	AIN0/PB0	Вход контроля поступления (через резистор-перемычку) напряжения +12 В на цепь ключа QD5 управления реле сушки RL2
31	AIN8/PE7	Выход управления симистором TY2 сливной помпы
32	AIN9/PE6	Вход сигнала с цепи контроля состояния реле RL5 коммутации сетевого питания на инвертор приводного мотора
33	PE5/SPI_NSS	Не используется
34	PC1/TIM1_CH1	Вход 2 сигнала сетевой синхронизации
35	PC2/TIM1_CH2	Подключен к контакту 1 соединителя J17 через цепь R107 R108 C13
36	PC3/TIM1_CH3	Не используется
37	PC4/TIM1_CH4	Выход управления реле блокирующего реле RL7 коммутатора подачи сетевого питания на инвертор приводного мотора
38	PC5/SPI_SCK	Не используется
39	V <sub>DD2</sub>	Соединен с общим проводом
40	V <sub>DD1</sub>	Напряжение питания +5 В
41	PC6/SPI_MOSI	Выход управления симистором УБЛ TY1
42	PC7/SPI_MISO	Дублирующий выход управления симистором TY2 сливной помпы
43	PG0/CAN_TX	Дублирующий выход управления симистором TY3 рециркуляционной помпы
44	PG1/CAN_RX	Не используется
45	PG2	Выход управления симистором Q11 клапана залива воды основной стирки
46	PG3	Выход управления симистором Q10 клапана залива воды предварительной стирки
47	PG4	Выход управления симистором Q9 клапана залива воды отделения кондиционера/отбеливателя
48	PI0	Не используется
49	PG5	Выход управления реле RL1 ТЭН стирки/ТЭН сушки
50	PG6	Выход управления ключом Q2 (коммутация напряжения -5 В комм.)
51, 52	—	Не используются
53	PE3/TIM1_BKIN	Выход сигнала на цепь контроля состояния реле RL5 коммутации сетевого питания на инвертор приводного мотора
54, 55	—	Не используются
56	PE0/CLK_CCO	Выход управления реле RL5 коммутатора подачи сетевого питания на инвертор приводного мотора
57	PD0/TIM3_CH2	Не используется
58	PD1/SWIM	Выход двунаправленного 1-проводного последовательного SWIM-интерфейса для обеспечения работы внешнего программатора
59, 60	—	Не используются
61	PD4/TIM2_CH1	Вход импульсного сигнала с прессостата
62	PD5/UART3_TX	Выход линии передачи данных TX последовательного интерфейса для работы внешнего программатора (Sidekick) (через соединитель J11)
63	PD6/UART3_RX	Вход линии приема данных RX последовательного интерфейса для работы внешнего программатора (Sidekick) (через соединитель J11)
64	PD7/TI1	Вход сигнала с датчика потока

В таблице приведены обозначения сигналов, сгруппированные по назначению. Приведем некоторые из них:  
 AINx — линии АЦП;  
 Px — линии универсальных портов ввода/вывода;  
 TIMx — линии таймеров;  
 CANxx, UARTx, I2Cx, SPIx — линии последовательных интерфейсов;  
 NRST — вход начального сброса;  
 VREFx — опорное напряжение;  
 VDDxx — (+) входы питания;  
 VSSxx — (-) входы питания и др.

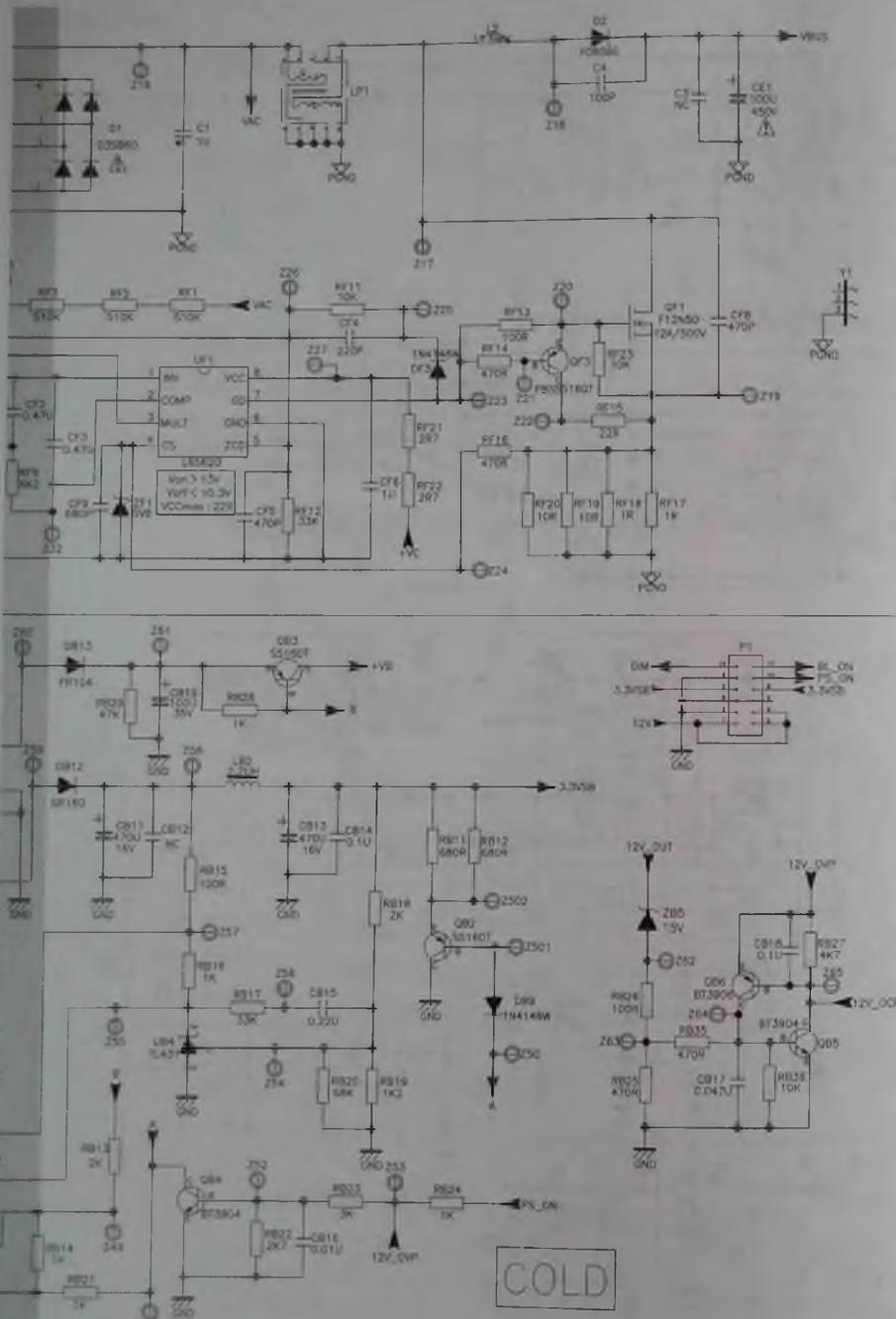


Рис. 42. Фрагмент схемы ИП Power Supply LPL26A с ККМ и формирователем напряжения 3.3VSB (2/2)

Таблица 4. Маркировка и основные характеристики полупроводниковых SMD-компонентов в составе ЭМ

Код маркировки	Тип элемента	Основные параметры
5Сх	Биполярный транзистор BC807-40, корпус SOT-23-3	p-n-p, $U_{кэ}$ =45 В, $I_c$ =500 мА
6Сх	Биполярный транзистор BC817-25, корпус SOT-23-3	p-n-p, $U_{кэ}$ =45 В, $I_c$ =500 мА
t02	«Цифровой» биполярный транзистор PDC143ET (R1, R2=4,7 кОм), корпус SOT-23-3	p-n-p, $U_{кэ}$ =50 В, $I_c$ =100 мА
52AP	P-канальный МОП транзистор FDN352AP, корпус SOT23-3	$U_{кз}$ =30 В, $I_c$ =1,3 А, $R_{ст.откр}$ =180 МОм
52	«Цифровой» биполярный транзистор DTA123xx (R1, R2=2,2 кОм)	p-n-p, $U_{кэ}$ =50 В, $I_c$ =100 мА, корпус SOT-23-3
2008 6D	Симистор BTA2008-600D, корпус SOT-223	$I=0,8$ А, $U=600$ В, $I_{гэ}$ =0,25...5 мА
2008W 8D	Симистор BTA2008W-800D, корпус SOT-223	$I=0,8$ А, $U=800$ В, $I_{гэ}$ =0,25...5 мА
A7	Сборка из двух последовательно включенных диодов BAV99, корпус SOT-23-3	$U=70$ В, $I=200$ мА
PR	Супрессор SMBJ170A, корпус DO-214AC	$U=170$ В, $I_{макс}$ =2 А
S1M	Быстродействующий выпрямительный диод S1M, корпус DO-214AC	$U=700$ В, $I=1$ А
U1D	Сверхбыстродействующий выпрямительный диод U1D, корпус DO-214AC	$U=200$ В, $I=1$ А
HF8	Быстродействующий выпрямительный диод HFMAF108, корпус SOD-123FL	$U=700$ В, $I=1$ А
4R	Стабилитрон MM1Z6V2, корпус SOD-123	$U_{ст}$ =6,8 В, $I_{ст.макс}$ =30 мА
W2	Универсальный импульсный диод 1N4148WS, корпус SOD-323	$U=75$ В, $I=100$ мА
B260	Выпрямительный диод Шоттки B260-13-F, корпус DO-214AA	$U=60$ В, $I=2$ А
431A1	Источник опорного напряжения/регулируемый стабилитрон TL431A, корпус SO-8	$U_{вых}$ =2,5...36 В, $I_{пр}$ =1...100 мА

тестирования и другие сервисные опции для указанного семейства модулей недоступны.

К соединителю J15 можно подключить SWIM-программатор/отладчик, который, в том числе, позволяет работать с Flash-памятью МК (см. [4]), с его внутренними регистрами и др. Наиболее распространены среди подобных устройств ST-LINK и ST-LINK V2 — см. [6], [7]. Более подробно с особенностями программирования МК семейств STM8S207/208xx можно ознакомиться в соответствующей документации на них.

Необходимо заметить, что файлы ПО и конфигурации МК для ЭМ EWX14 и CM на их основе доступны для специалистов. Что же касается программных оболочек при работе с SWIM-программаторами, в качестве

примера можно привести универсальный пакет ST Toolset, в состав которого входит программа ST Visual Programmer для внутрисхемного программирования Flash-памяти МК.



Рис. 7. Подключение кабельного адаптера EDGE RAST-5 комплекса SIDEKICK к соединителю J11 ЭМ EWX14

### Возможные неисправности ЭМ

Отказы в работе ЭМ, как и любых программно-аппаратных комплексов, могут быть связаны с проблемами в работе ПО и отказами элементов в составе ЭМ. Выход из строя компонентов модуля может также быть следствием внешних причин (попадание влаги, неисправности исполнительных силовых узлов CM и др.). Если говорить о цепях в составе ЭМ, которые наиболее подвержены отказам, ими являются силовые цепи управления исполнительными элементами (УБЛ, помпа, ТЭН и др.) и ИП. Большинство дефектов ЭМ локализуется исходя из приведенного выше описания, базовых знаний и опыта конкретного специалиста. Также можно использовать заложенные в CM диагностические возможности.

Перечислим несколько примеров дефектов ЭМ, с которыми могут столкнуться специалисты в своей работе.

### CM не включается, на выходе ИП отсутствуют все выходные напряжения

Причин подобного отказа может быть несколько, наиболее частая из них может быть вызвана короткими замыканиями в нагрузках ИП.

Среди потребителей в составе ЭМ наиболее вероятны короткие замыкания в цепях выходных выпрямителей ИП и МК U3. Если при признаках подобной неисправности наблюдается потемнение резистора R2, выход из строя диодов D1, D2, D6, супрессора TRSB1 и/или разрушение корпуса U2, заменяют ИМС и проверяют элементы первичных цепей ИП, а также элементы цепи обратной связи, подключенные к выв 1 (FB) контроллера (см. описание выше). ИП также может не запуститься вследствие утечки бypass-конденсатора C15.

### При работе CM появляются ошибки E7x (ошибка датчиков температуры), причем датчики исправны

Дополнительная проверка цепей датчиков на ЭМ показала, что неисправен транзистор Q2 (FDN352AP) и диодная сборка D15 (BAV99) (см. рис. 8). Причина дефекта оказалась связана с тем, отказ (замыкание) диодов сборки привело к замыканию линии +5 В комм. на общий провод и к выходу из строя Q2.

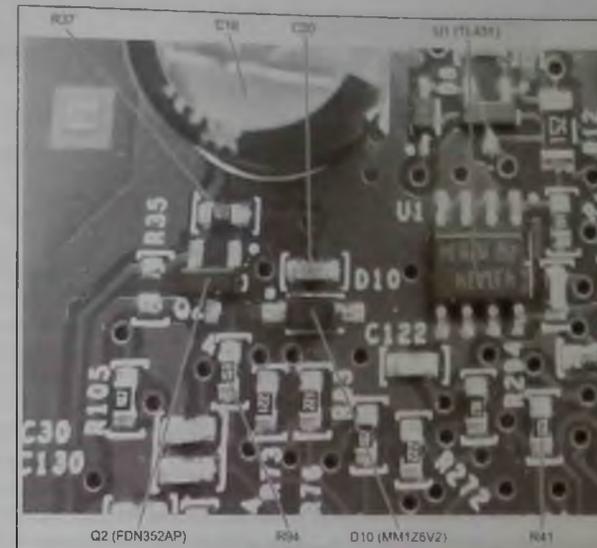


Рис. 8. Расположение элементов коммутации цепи +5 В комм. на ЭМ

Похожий случай (с отказом/разрушением корпусов Q2, D10, C20) был зафиксирован при попадании влаги на ЭМ (утечка в цепи «сетевая линия L — общий провод»). В этом случае последствия были более плачевными — кроме перечисленных элементов потребовалась замена МК, некоторых элементов ИП и других цепей на ЭМ. Данный дефект встречается достаточно часто.

### На CM фиксируется ошибка E5E (ошибка связи между ЭМ и платой инвертора)

При поиске неисправности необходимо учесть, что линия обмена данными между этими платами (ЭМ и инвертор) подключена еще к ПУ — поэтому в первую очередь необходимо выяснить причину отказа, проверить и этот источник.

Применительно к рассматриваемому ЭМ на нем чаще всего выходит из строя буферный каскад на транзисторе Q6 (Tx) и диодная сборка D16. В подобном случае также необходимо проверить компоненты соответствующей цепи платы инвертора, а также поступление питающих напряжений +5 и +12 В на эту плату с ЭМ.

### На CM фиксируются ошибки (E5B, H/C, EN(EВ)3/5), связанные с низким/высоким уровнями сетевого напряжения, в том числе, поступающего с ЭМ на плату инвертора

Если проверка выявила, что данные ошибки не связаны с платой инвертора и соединителями между обоими платами, необходимо проверить компо-

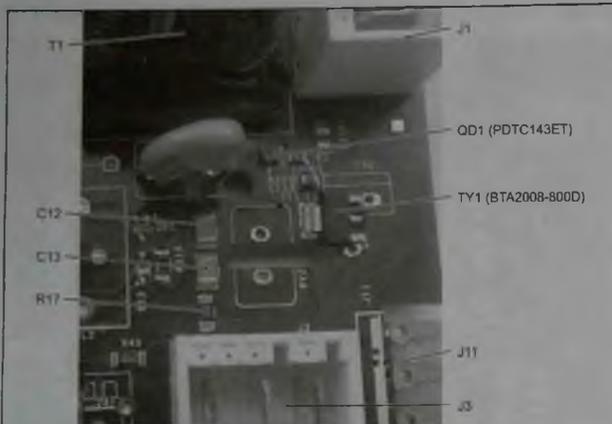


Рис. 9. Расположение элементов управления УБЛ на ЭМ

менты цепи контроля сетевого напряжения на основном ЭМ (R55-R58, C22, R51, R54)

**На СМ фиксируются ошибки из ряда Е4х (ошибки, связанные с УБЛ)**

Данный дефект, кроме самого УБЛ и его цепей обратной связи, также может быть связан с симистором УБЛ и его управляющими цепями. В худшем случае при отказе управляющих цепей УБЛ возможно разрушение симистора TY1 и компонентов его цепи (R3, OD1, R336) и выход из строя соответствующего порта МК (выв. 41 U3).

На рис. 9 показана часть компонентов управления УБЛ (с компонентами контрольной цепи).

**Примечание.** При проведении ремонтных работ на ЭМ, связанных с заменой симисторов BTA2008W-600/800D, следует учесть, что в большинстве цепей модуля EWX14 аналоги указанных симисторов могут не

функционировать. Это связано, в том числе, с тем, что оригиналы симисторов и большинство их аналогов имеют разную цоколевку (применительно к корпусу SOT-223). Кроме того, у симисторов BTA2008W-600/800D ниже значение тока на управляющем электроде ( $I_{GT}/I_{VS}$ ) может составлять 0,25 мА (верхнее значение этого параметра 5 мА — см. таблицу 4) — у большинства аналогов этот параметр нормирован и составляет 5 мА.

**Литература и интернет-источники**

1. Ростов А., Новоселов М. Электронный модуль EWM1100

стиральных машин ELECTROLUX/ZANUSSI/AEG. Ремонт & Сервис, № 4, 5, 2011 г.

2. Гринченко В., Ростов А. Электронный модуль EWM2100 стиральных машин ELECTROLUX/ZANUSSI/AEG. Ремонт & Сервис, № 11, 12, 2015 г.

3. Гринченко В., Ростов А. Электронные модули EWM09 стиральных машин ELECTROLUX/AEG/ZANUSSI. Ремонт & Сервис, № 8, 9, 2016 г.

4. Гринченко В., Ростов А. Электронные модули EWX11 стиральных машин AEG/ELECTROLUX/ZANUSSI. Ремонт & Сервис, № 4, 5, 2018 г.

5. Гринченко В., Ростов А. Электронные модули «Invensys AT003» стиральных машин АТ-ЛАНТ». Ремонт & Сервис, № 1, 2015 г.

6. STlife.augmented. User manual. [http://www.st.com/st-web-ui/static/active/en/resource/technical/document/user\\_manual/DM00040810.pdf](http://www.st.com/st-web-ui/static/active/en/resource/technical/document/user_manual/DM00040810.pdf)

7. ST-LINK/V2 in-circuit debugger/programmer for STM8 and STM32. <http://ib.chipdip.ru/163/DOC001163688.pdf>

8. Sidekick PC. Guide for AMI Interface Connectors. ESSEN, BRE. 31.05.2016

**Сеть магазинов «ЗАПЧАСТИ ДЛЯ БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ»**

ПОЛНЫЙ АССОРТИМЕНТ ЗАПЧАСТЕЙ И АКСЕССУАРОВ к бытовой технике — ведущих мировых производителей

ZIP-M

ARDO, ARISTON, Electrolux, Whirlpool, AEG, Indesit, Zanussi, Stinol, Zanussi, Zerowat

**ПРОДАЖА, СЕРВИС, ДОСТАВКА**

Москва и МО: +7 (495) 229-39-40  
 Регионы: +7 (800) 333-29-89 (звонок бесплатный)  
 Интернет-форум. онлайн заказа на [www.zipm.ru](http://www.zipm.ru)

Борис Пескин (г. Москва)

**Схемотехника индукционных варочных плит (часть 2)**

Копирование, тиражирование и размещение данных материалов на Web-сайтах без письменного разрешения редакции преследуется в административном и уголовном порядке в соответствии с Законом РФ.

Продолжение. Начало см. № 4, 2021 г.

Принципиальная электрическая схема силовой платы **индукционной плиты «Protel T13B»** приведена на рис. 7. Основное отличие этой схемы от рассмотренной выше заключается в использовании для построения источника питания ИМС U2 типа AP8012, которая, так же, как и рассмотренная выше VIPer12A, сочетает в одном кремниевом кристалле ШИМ контроллер и MOSFET. Напряжение на ИМС U2 подается через замкнутые контакты 1, 3 разъема CN1, диод D6 и резистор R30. Источник питания выполнен по схеме понижающего преобразователя.

Структурная схема ИМС AP8012 приведена на рис. 8, а назначение ее выводов — в таблице 2.

С целью защиты схемы от перенапряжения часть выпрямленного напряжения с нижнего плеча делителя R29 R1 R11 через выв. 1 сигнального процессора U1 подается на вход находящегося в нем компаратора, а с нижнего плеча делителя R29 R3 R15 — через его выв. 8 на находящийся в нем АЦП (это напряжение усреднено конденсатором C14).

Другое отличие схемы заключается в том, что в состав драйвера IGBT входит один из ОУ в составе ИМС U4 (LM393, ОУ включены по схеме компаратора) и эмиттерный повторитель на комплементарных транзисторах Q1, Q3. На инвертирующий вход компаратора (выв. 6) по цепи PPG подается управляющий сигнал с выв. 3 процессора U1, а на неинвертирующий вход (выв. 5) — опорное напряжение, сформированное делителем R18 R17. Сигнал с драйвера подается на базы соединенных параллельно транзисторов IGBT1, IGBT2 того же типа, что и в предыдущей схеме (см. рис. 5).

Второй компаратор ИМС U4 используется в схеме защиты от превышения напряжения VDD

сверх допустимого значения. Часть этого напряжения с нижнего плеча делителя R23 R22 подается на инвертирующий вход компаратора (выв. 2), где сравнивается с поступающим на неинвертирующий вход (выв. 3) указанным выше опорным напряжением. В случае аварии с выхода этого компаратора (выв. 1) сигнал ошибки через диод D9 блокирует процессор U1 через его выв. 1.

Через контакты разъема CON1 к силовой плате подключается плата управления и индикации, принципиальная электрическая схема которой приведена на рис. 9. Можно предположить, что аналогичная плата используется и в описанной выше модели «Protel C18-13».

На плате расположены: процессор U1 (условный тип T24A); клавиатура с функциональными кнопками управления K1 (ON/OFF), K2 (TIMER), K3 (TEMP), K4 (HEAT), K5 (+), K6 (-), подключенными к выв. 7-10, 5, 6 процессора соответственно; светодиодные индикаторы LED1 (POWER), LED2 (TIMER), LED3 (TEMP), LED4 (HEAT), LED5 (HEAT), LED6 (TEMP), LED7 (TIMER), подключенные к выв. 21, 20, 19, 18, 15, 16 процессора соответственно; цифровой 7-сегментный индикатор SMG1.

Принципиальная электрическая схема силовой платы **индукционной плиты «Protel BT-2007J»** («HENDI 3500») приведена на рис. 10. В состав платы входят: сетевой фильтр и выпрямитель, инвертор с управляющим драйвером, индуктор, источник питающих напряжений +18V и +5V, каскад включения/выключения вентилятора, микроконтроллер (МК) управления индукционным нагревом и узлы контроля работы и защиты.

Сетевой фильтр, выпрямитель и источник питающих напряжений +18V и +5V на ИМС IC1 типа VIPer12A мало чем отличаются от описанных выше (см. рис. 5). Индуктор подключается к

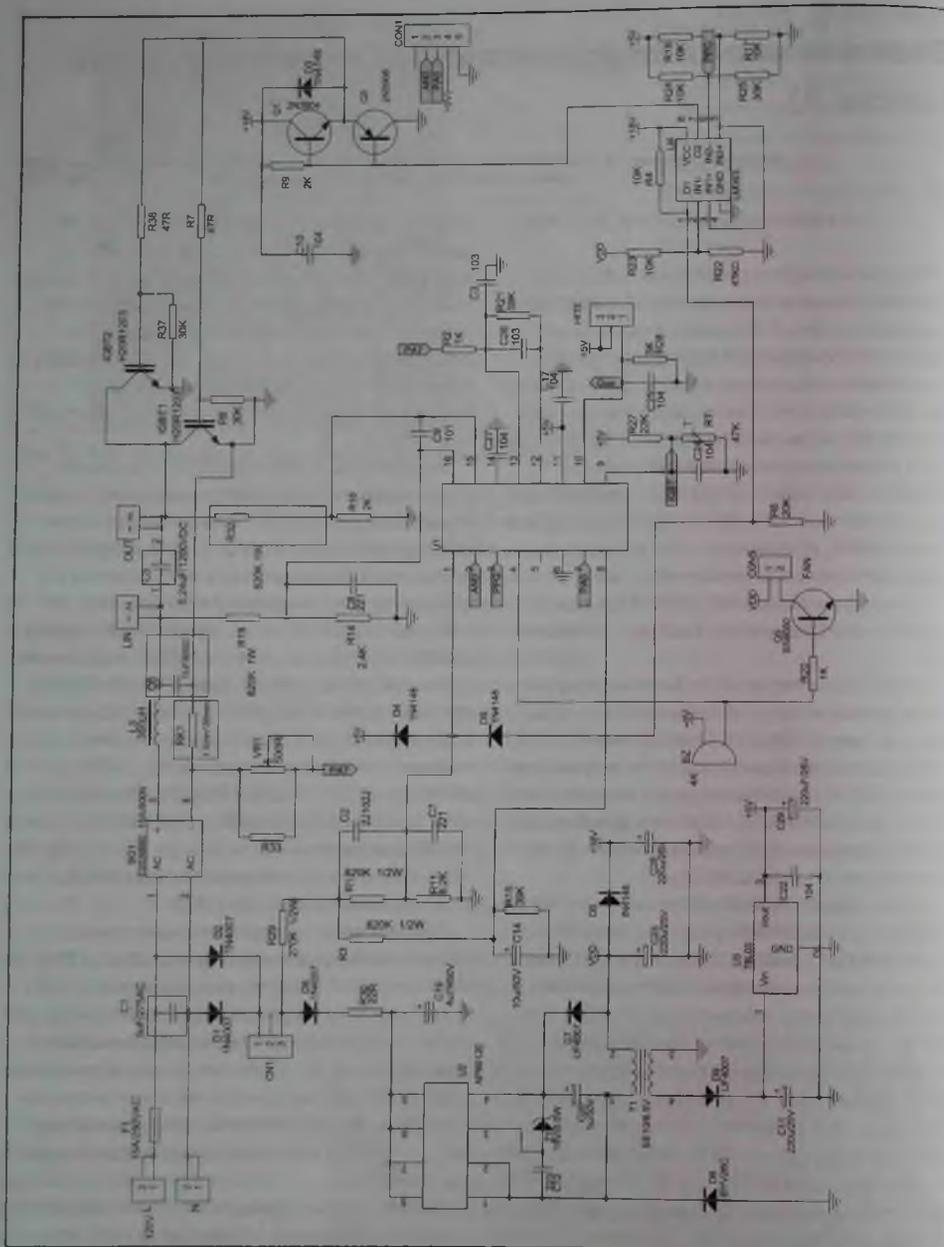


Рис. 7. Принципиальная электрическая схема силовой платы индукционной плиты «Protel T13B»

контактам разъемов OUT1, OUT2 через фильтр, состоящий из дросселя L1 и конденсатора C11.

Управление индукционным нагревом осуществляется специальным МК IC2 типа S3F9454 со встроенным в него ШИМ контроллером. Рассмотрим назначение некоторых выводов МК:

- 5 (BUZ/FAN) — выход сигнала включения/выключения вентилятора и звукового излучателя;
- 9 (PAN) — вход сигнала сравнения уровней сигналов на выводах индуктора и сообщающий о том, что на рабочей поверхности отсутствует посуда или она выполнена из неподходящего материала;
- 12 (V-AD) — вход сигнала контроля наличия выпрямленного сетевого напряжения и перегрузки по напряжению;
- 13 (PWM) — выходной ШИМ сигнал, который управляет инвертором;
- 15 (T-IGBT) — вход сигнала с терморезистора, установленного на одном из IGBT-транзисторов;
- 16 (I-AD) — вход сигнала со вторичной обмотки токового трансформатора CT1, свидетельствующий о том, что по силовому диодному мосту течет ток и предотвращающий перегрузку по току.

Кварцевый резонатор XL1 предназначен для стабилизации работы внутреннего генератора МК IC2 подключен между его выв. 2 и 3.

В контрольных цепях схемы устройства используется четыре ОУ (включены по схеме компаратора), входящие в состав ИМС IC3 типа LM339.

На неинвертирующий вход (выв. 11) одного из них (IC3D) подается ШИМ сигнал с выв. 13 МК IC2, а с его выхода (выв. 2) через драйвер — эмиттерный повторитель на комплементарных транзисторах Q7, Q8 управляющий сигнал подается на затворы соединенных параллельно

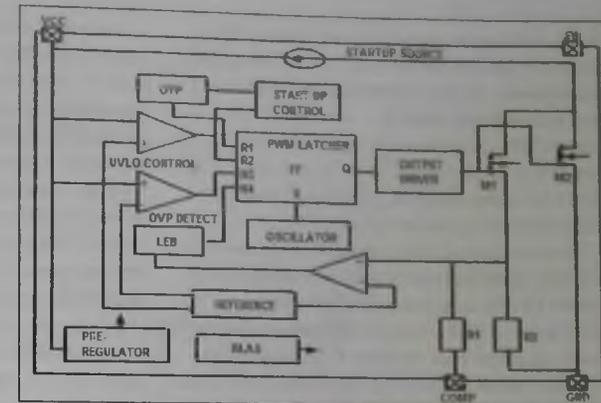


Рис. 8. Структурная схема ИМС AP8012

Таблица 2. Назначение выводов ИМС AP8012

Номер вывода	Обозначение вывода	Назначение вывода
1, 2	GND	Общий провод
3	COMP	Вход обратной связи
4	VCC	Напряжение питания
5-8	SW	Вывод подключения к первичной обмотке трансформатора стока внутреннего MOSFET

транзисторов IBG1, IBG2. На тот же неинвертирующий вход подается сигнал с выхода (выв. 1) компаратора IC3B, а на инвертирующий вход (выв. 10) компаратора IC3D — сигнал с выхода (выв. 14) компаратора IC3C. Эти компараторы (IC3B и IC3C) производят сравнение напряжений, пропорциональных напряжениям на выводах индуктора, подключенного к контактам разъемов OUT1, OUT2. Эти напряжения, подаваемые по цепям H1 и H2 на делители R4 R5 R23 и R19 R20 R22 R23 и снимаемые с их нижних плеч, подаются на входы указанных компараторов с целью обеспечения защиты от перенапряжения. Если эти напряжения (или одно из них) превышают заданные пороговые значения, подача управляющих импульсов PWM блокируется.

Те же компараторы и цепи используются для определения отсутствия посуды на конфорке или если она из неподходящего материала. Так, раз в 2 с IGBT-транзисторы открываются на 1

мс и в этот период идет подсчет числа колебаний в контуре (индуктор, С16, С17) до их полного затухания. Если их будет больше определенного значения (от 3 до 24 — зависит от программы МК), то подача сигнала с выхода (выв. 14) компаратора IC3С на выв. 9 МК IC2 по цели PAN прекращается, что также блокирует подачу управляющих импульсов PWM.

Схема защиты от токовой перегрузки включает в себя трансформатор СТ1, выпрямитель на диодах D6-D9, сглаживающий конденсатор EC2 и компаратор IC3А. Размах переменного напряжения на вторичной обмотке 1-3 трансформатора пропорционален току, протекающему в его первичной обмотке 2-4. Если он превышает критическое значение, то постоянное напряжение на конденсаторе EC2 превысит норму, и сигнал I-AD, подаваемый на выв. 16 МК, предотвратит перегрузку по току.

Кроме того, поскольку часть выпрямленного диодами D6-D9 напряжения попадает на неинвертирующий вход (выв. 5) компаратора, то в этом случае на его выходе (выв. 2) уровень сигнала INT падает до логического нуля, что приводит к открыванию диода D4 и транзисторов Q3, Q2, вследствие чего инвертор выключается.

Защита от перенапряжения осуществляется подачей по цепи V-AD на выв. 12 МК части выпрямленного сетевого напряжения с нижнего плеча делителя R2 R52 R18.

Контроль температуры одного из IGBT-транзисторов производится терморезистором RT, конструктивно расположенном на одном из них. Сигнал T-IGBT подается на выв. 15 МК IC2.

Обычно схема откалибрована таким образом, что при температуре свыше 85° С мощность понижается, а при температуре свыше 90° С плата отключается.

Выходной сигнал BUZ/FAN, подаваемый с выв. 5 МК IC2, предназначен для включения/выключения вентилятора (по постоянному току) и звукового излучателя (по переменному току). Вентилятор с помощью транзистора Q1 подключается к источнику напряжения +18V1 через контакты разъема FAN.

Плата управления и индикации, схема которой производителем не приводится, подключается к силовой плате через контакты разъема CN4.

Рассмотрим схемотехнику модели **индукционной плиты «ONLiM IC3703»** производства китайских компаний Sunbowelectrical

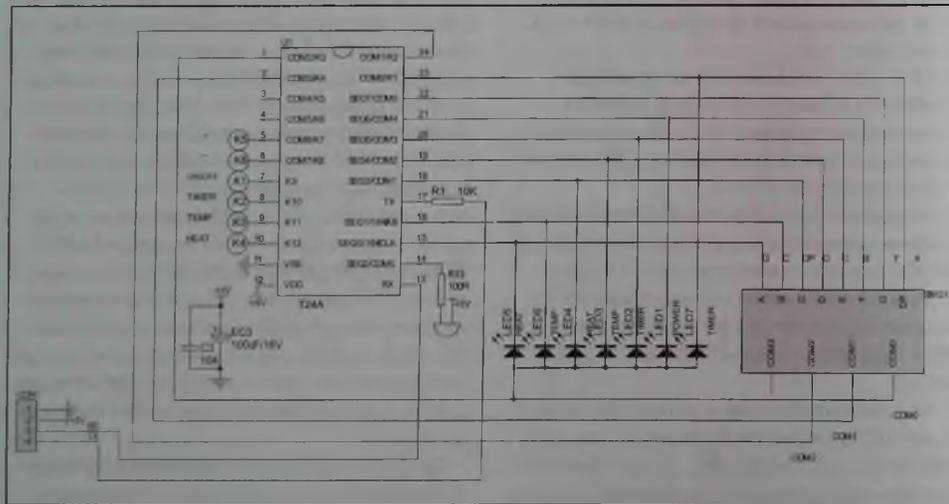


Рис. 9. Принципиальная электрическая схема платы управления и индикации индукционной плиты «Protel T13B»

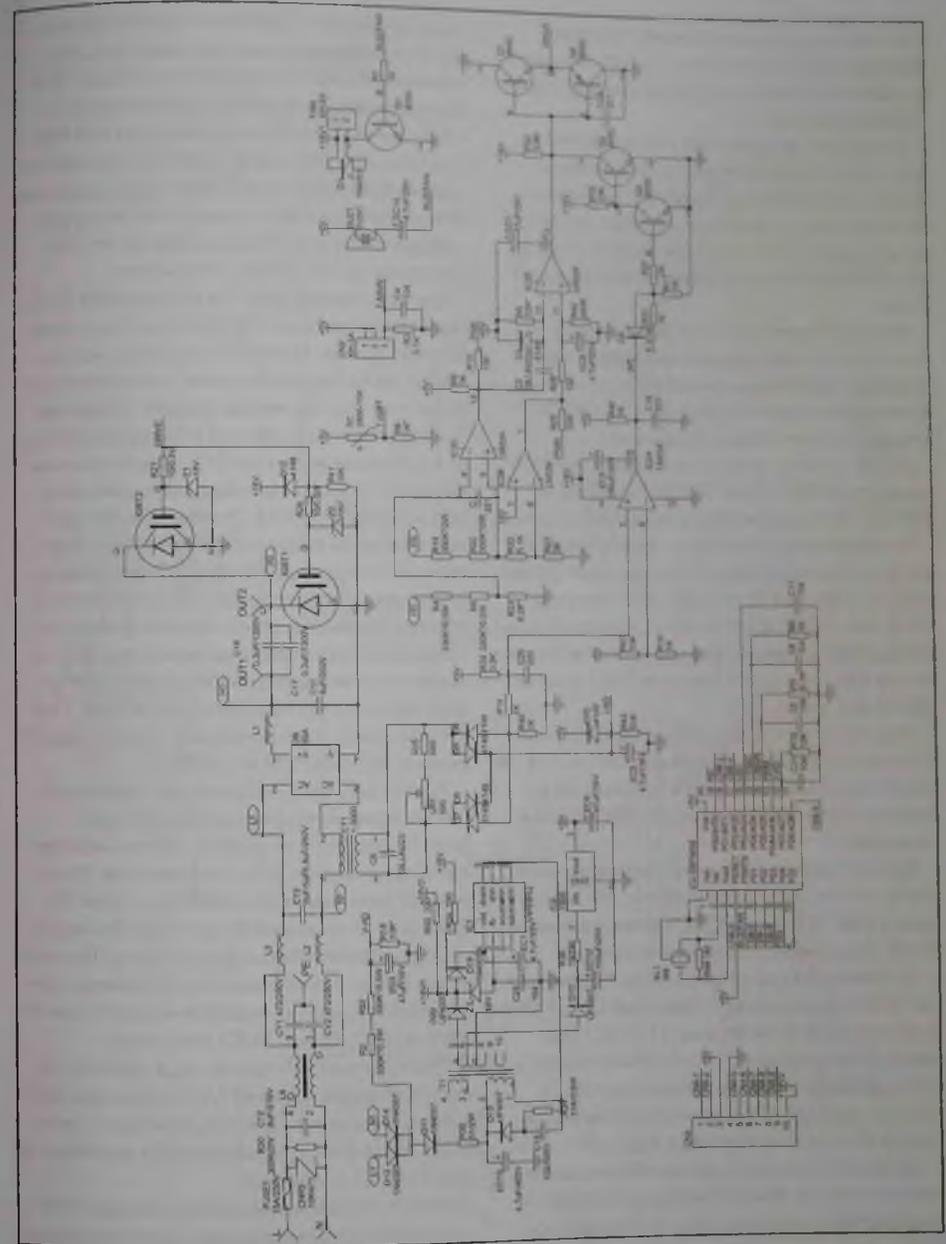


Рис. 10. Принципиальная электрическая схема силовой платы индукционной плиты «Protel BT-2007J» («HENDI 3500»)

Equoments Co. Ltd. или Guangdong Xinbao Electrical Appliances Holdings Co. Ltd. Принципиальная электрическая схема ее силовой платы приведена на рис. 11.

Плата по своему составу похожа на описанные выше и также включает в себя сетевой фильтр, выпрямитель, инвертор с управляющим драйвером, индуктор, источник питающих напряжений +18V и +5V, узлы защиты и управления вентилятором, а также звуковым излучателем.

Схемы сетевого фильтра, выпрямителя, источника питающих напряжений +18V и +5V и драйвера (эмиттерного повторителя) совпадают с приведенными на рис. 10, отличаются только их позиционные обозначения.

В этой плате используется только один IGBT-транзистор IGBT1 типа 1HW30N 120R2 (30 A, 1200 B), что также является ее особенностью.

Вентилятор MOTOR FAN включается здесь через контакты разъема CN2, ключевой транзистор Q7 и контакт 11 разъема CN1 сигналом FAN с выв. 52 МК IC1 (см. ниже). Звуковой излучатель BUZ1 управляется через ключевой транзистор Q8 и контакт 12 разъема CN1 с выв. 48 МК IC1 (см. ниже).

Защита от перенапряжения осуществляется подачей через контакт 8 разъема CN1 на выв. 5 МК IC1 части выпрямленного сетевого напряжения с нижнего плеча делителя R50 R52 R54 (цель UN).

Для контроля за правильной работой платы здесь, так же, как и в схеме на рис. 10, используется ИМС IC1 типа LM339, содержащая четыре ОУ, включенных по схеме компаратора.

На неинвертирующий вход (выв. 7) одного из них (IC1B) через контакт 10 разъема CN1 (PWM) подается ШИМ сигнал с выв. 11 МК IC1 (см. ниже). С выхода (выв. 1) этого компаратора через драйвер (эмиттерный повторитель на транзисторах Q3, Q4) управляющий сигнал подается на затвор транзистора IGBT1.

На тот же неинвертирующий вход подается сигнал с выхода (выв. 14) компаратора IC1C, а на инвертирующий вход (выв. 6) компаратора IC1B — сигнал с выхода (выв. 13) компаратора IC1D. Эти два компаратора (IC1C и IC1D) произ-

водят сравнение напряжений, пропорциональных напряжениям на выводах индуктора, подключенного к контактам разъемов F202 и F201. На входы указанных компараторов подаются напряжения с нижних плеч делителей R19 R20 R70 R24 и R73 R25 соответственно. Если эти напряжения или одно из них превышает заданные нормы, компараторы блокируют подачу управляющих импульсов PWM на драйвер, что обеспечивает защиту от перенапряжения.

Сигнал с выхода (выв. 13) компаратора IC1D, подаваемый по цепи PAN через контакт 3 разъема CN1 на выв. 16 МК IC1 (см. ниже), используется также для определения отсутствия посуды на плите или ее неподходящего материала.

Схема защиты от токовой перегрузки включает в себя трансформатор СТ1, выпрямитель на диодах D10-D13, сглаживающий конденсатор EC5 и компаратор IC1A. Размах переменного напряжения на вторичной обмотке трансформатора пропорционален току, протекающему в его первичной обмотке. Когда ток в первичной обмотке превышает критическое значение, постоянное напряжение на конденсаторе EC5 повышается, а поскольку оно подается по цепи CUR через контакт 6 разъема CN1 на выв. 7 МК IC1 (см. ниже), то он блокирует подачу управляющих импульсов PWM на драйвер.

Кроме того, часть напряжения с резистора R32 попадает на неинвертирующий вход (выв. 5) компаратора, и, если оно превысит допустимое значение, на его выходе (выв. 2) уровень сигнала падает до логического нуля, что приводит к открыванию диода D15 и блокировке подачи ШИМ импульсов на драйвер. Помимо этого, сигнал блокировки с того же выхода компаратора по цепи INT подается через контакт 4 разъема CN1 на выв. 14 IC1 (см. ниже).

Температура IGBT-транзистора контролируется терморезистором RT1, конструктивно расположенным на нем. Для этого сигнал по цепи TIGBT через контакт 9 разъема CN1 подается на выв. 4 МК IC1 (см. ниже).

На рис. 12 приведена принципиальная электрическая схема платы управления и индикации индукционной плиты «ONLiM IC3703». На плате расположены:

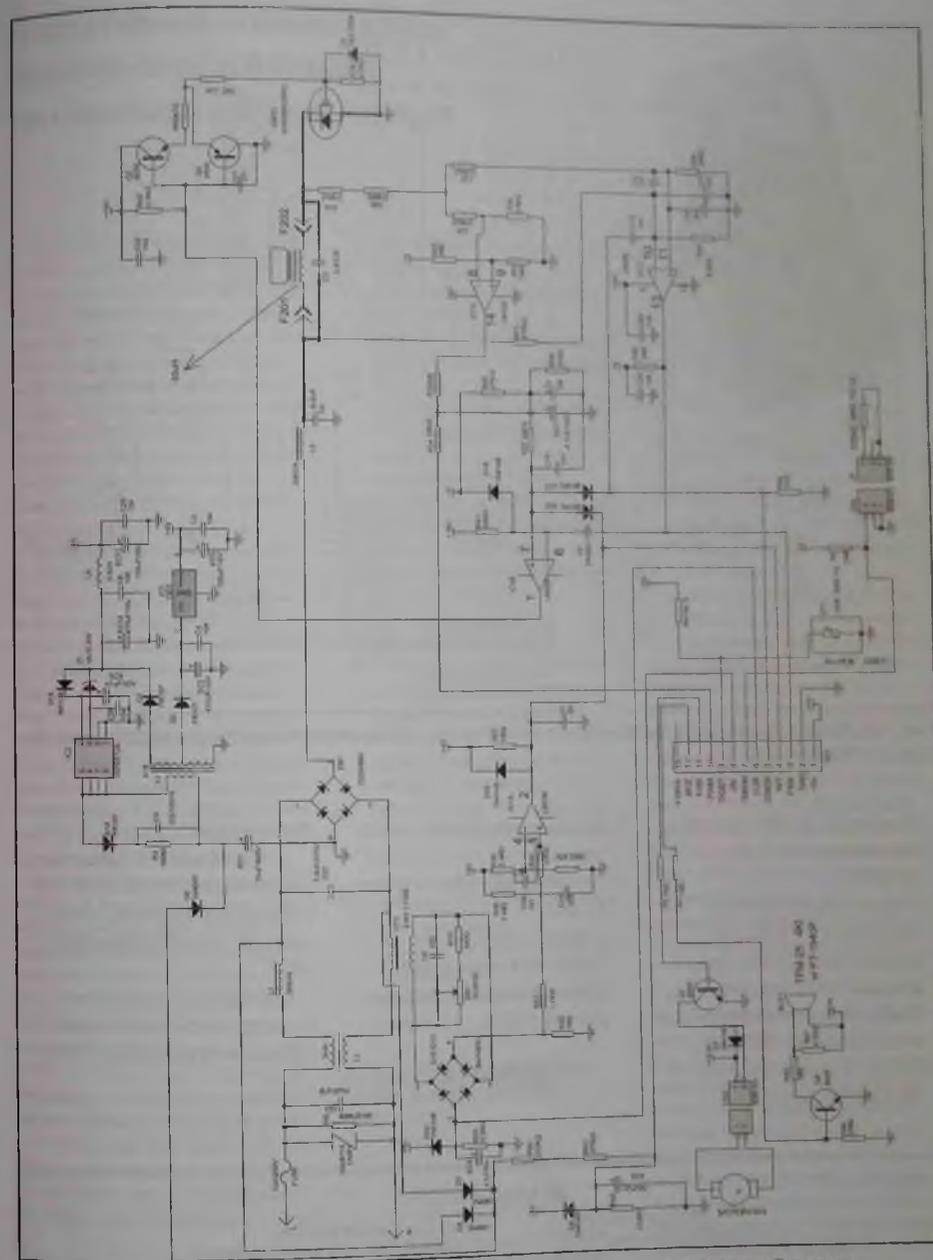


Рис. 11. Принципиальная электрическая схема силовой платы индукционной плиты «ONLiM IC3703»

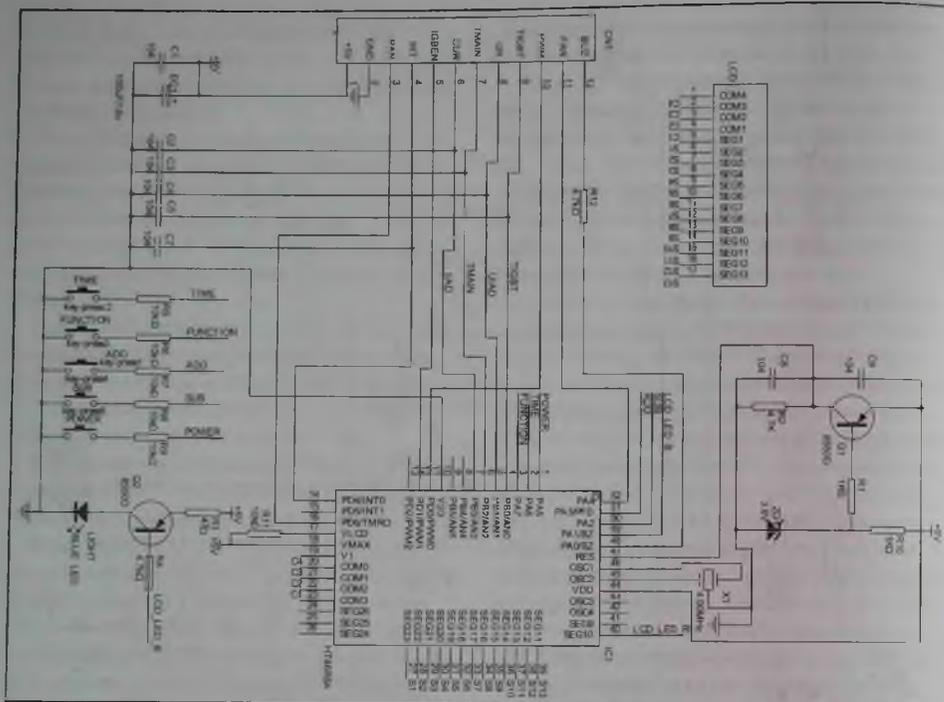


Рис. 12. Принципиальная электрическая схема платы управления и индикации индукционной плиты «ONLIM IC3703»

- 8-разрядный RISC-микроконтроллер IC1 типа HT46R64;
- клавиатура управления (Key-press1 (TIME), Key-press2 (FUNCTION), Key-press3 (ADD), Key-press4 (SUB), Key-press5 (POWER));
- индикаторный светодиод LIGHT с ключом управления на транзисторе Q2;

- 13-сегментный ЖК индикатор LCD;
- схема сброса на транзисторе Q1;
- кварцевый резонатор X1. Плата подсоединяется к силовой плате с помощью разъема CN1.

Продолжение следует

**Литература**

1. Жеребцов И.П. Электрические и магнитные цепи. Основы электротехники. — Ленинград. Энергоатомиздат, 1982.
2. AND9166/D. Induction Cooking. ON Semiconductor Components Industries. 2014.

**Внимание!**

Редакция журнала «Ремонт & Сервис» приглашает авторов. С условиями сотрудничества Вы можете ознакомиться на сайте [www.remserv.ru](http://www.remserv.ru)  
 Тел./факс: 8 (495) 617-39-64  
 Свои предложения направляйте по адресу: 123001, г. Москва, а/я 82 или по e-mail: [ra@solon-press.ru](mailto:ra@solon-press.ru)

**Портативные осциллографы эконо-класса Актаком: три прибора в одном корпусе**



Какими потребительскими свойствами должен обладать прибор, который будет использоваться в качестве «рабочей лошади», например, при оперативных выездах специалистов для устранения неполадок? У разных специалистов будут свои ответы на данный вопрос, но общим для всех них будут: малые габариты и вес, достаточная функциональность, совмещение нескольких приборов в одном корпусе, батарейное питание.

Этим условиям удовлетворяет новая серия комбинированных измерительных приборов компании Актаком в компактном корпусе ADS-204x. Несмотря на небольшие размеры, которые сопоставимы с обычным смартфоном, и малый вес, новые приборы могут совмещать в одном корпусе до трех полнофункциональных измерительных устройств: цифровой 2-канальный осциллограф, 4 ½ разрядный мультиметр TrueRMS и генератор сигналов специальной формы.

Новая серия комбинированных приборов Актаком включает в себя четыре прибора: ADS-2044/2045/2046/2047. Приборы различаются максимальной полосой пропускания осциллографа. Для приборов ADS-2044/2045 этот параметр составляет 40 МГц, а для ADS-2046/2047 — 70 МГц. Также модели различаются наличием или отсутствием встроенного генератора сигналов: в моделях ADS-2045/2047 эта функция присутствует, а в ADS-2044/2046 — нет. Основные особенности новых приборов:

- максимальная полоса пропускания до 70 МГц;
- частота дискретизации до 250 Мвыб/с;
- скорость захвата 10000 осц/с;
- максимальная глубина записи 8 К точек;
- курсорные измерения;
- 7 типов автоматических измерений;
- режим XY;
- пиковый детектор;
- возможность сохранения показаний на USB-накопитель;
- отдельный выход калибратора пробников.

**Цифровой мультиметр:**

- 4 ½ разряда, 20000 отсчетов;
- измерение истинных среднеквадратических значений TrueRMS;
- функции измерения: напряжение постоянного и переменного тока, постоянный и переменный ток, сопротивление, емкость, тестирование диодов, прозвонка цепи;
- автоматический выбор диапазона измерения;
- функция удержания измеренных значений;
- режим относительных измерений.

**Генератор сигналов специальной формы (для ADS-2045/2047):**

- 1 канал;
- максимальная частота генерации 25 МГц;
- основные формы сигнала: синусоидальная, прямоугольная, пилообразная, импульсная;

**Цифровой осциллограф:**

- два канала;

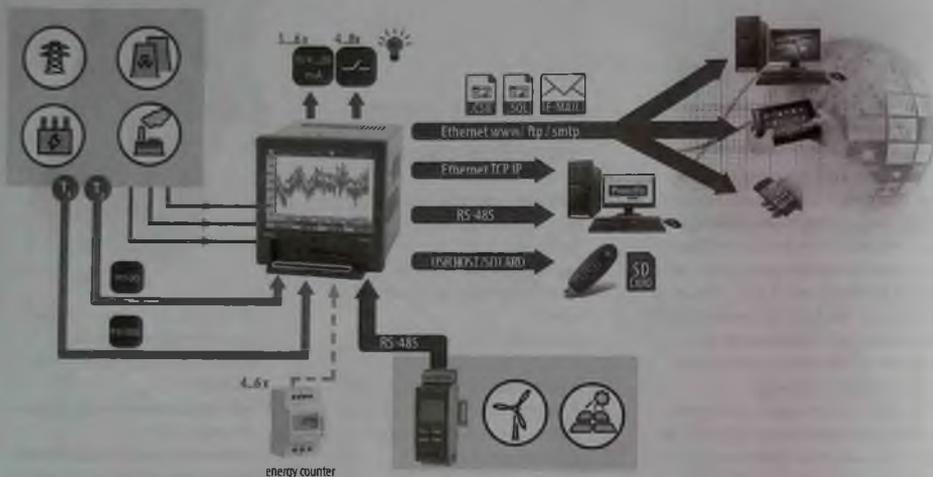
- 8 типов встроенных специальных форм сигнала
- вертикальное разрешение 14 бит;
- максимальная выходная амплитуда 5 В.

Комбинированные осциллографы Актаком данной серии питаются от двух литий-ионных аккумуляторов общей емкостью 4400 мА·ч с возможностью зарядки через USB-интерфейс. На полном заряде аккумуляторов приборы могут работать до 6 часов. Кроме функции зарядки USB-интерфейс используется для связи с ПК. Управление приборами возможно при помощи SCPI-команд. В приборах Актаком серии ADS-204x используется цветной ЖК дисплей с TFT-матрицей размерами 320x240 точек и диагональю 3,5 дюйма.

Благодаря компактному размеру, высокой функциональности, широкому измерительным функциям и доступной цене (от 11500 руб.) приборы могут быть полезны организациям с небольшим бюджетом, специалистам, работающим на выездных работах, в сервисных центрах, и при работе в ограниченном рабочем пространстве. Также приборы могут быть рекомендованы для образовательных и обучающих целей.

Источник: <https://www.aktakom.ru/>

## Анализаторы и регистраторы сети ND45 Lumel



Компания Lumel выпустила новую серию анализаторов параметров электрической сети ND45 на базе популярной модели ND40 (эта серия снимается с производства). Приборы измеряют и записывают до 500 характеристик электроэнергии по классу А (интервал 3с), фиксируют гармоники до 51-й включительно, рассчитывают потребление электроэнергии по четырем тарифам, а также сохраняют в память осциллограммы с наиболее значимыми событиями (например, провалами или скачками по питанию). Управление настройками прибора осуществляется как через дисплей, так и по сети через web-сервер.

Удобно разработаны режимы визуализации данных, на дисплее можно вывести как цифровое, так и графическое изображение результатов измерений, а также вектор-

ные графики, осциллограммы и таблицы.

Анализатор ND45 производится в различных модификациях. Пользователь может выбрать нужный тип входа: по напряжению, току, дискретный вход 0/5...24 В или принимать данные с датчиков температуры или сопротивления. Производитель предлагает два типа выходов: аналоговые по току или релейные программируемые.

Анализатор не только информирует о событии, но и предоставляет полную информацию: параметры будут записаны как до, так и после события и будут отправлены по электронной почте для оповещения. Все необходимое ПО можно бесплатно скачать на сайте производителя.

### Возможности регистратора:

- Настраиваемая архивация значений и событий.

- Запись данных на SD-карту объемом до 32 Гб.
- Дискретные входы (опционально).
- Релейные, дискретные или аналоговые выходы (опционально).
- Рассылка e-mail сообщений при возникновении контролируемого события.
- Web-сервер (HTTP-протокол), FTP-сервер, DHCP-клиент.
- Интерфейсы: RS-485 Modbus Master/Slave, Ethernet 100 Base-t (Modbus TCP/IP-сервер), USB.
- Цветной сенсорный дисплей: LCD TFT 5.6", 640 × 480 пикселей.
- Синхронизация часов реального времени через NTP-сервер.
- Габаритные размеры: 144 × 144 × 104 мм.

Источник: <https://www.platan.ru/>

## Smart Bench Essentials — четыре бюджетных инструмента с единым графическим интерфейсом для анализа и обработки данных



Компания Keysight Technologies запустила новую линейку бюджетных решений для лабораторий, Smart Bench Essentials (SBE), объединяющую в себе четыре уникальных инструмента, в том числе трехканальный источник питания, генератор сигналов произвольной формы, цифровой мультиметр и осциллограф с единым графическим интерфейсом, а также встроенными возможностями анализа и обработки данных.

Многим специалистам необходимы приборы, которые были бы связаны друг с другом, с компьютерами в лаборатории, с облаком и с инновациями. Эти дифференцированные связи позволяют клиентам быстрее находить решения, будь то в обучении, преподавании или поиске неисправностей.

Линейка лабораторных приборов Smart Bench Essentials от Keysight — это надежные и полезные инструменты, предназначенные для разработки и испытания изделий в области производства и научных исследований, предлагающие компактное и масштабируемое решение, которое идеально подходит для небольших производств.

Приложение PathWave BenchVue от Keysight дополняет серию приборов SBE, позволяя заказчикам быстро настроить инструменты, при этом работая на этом же экране ПК над испытываемым устройством. Приложение хранит данные на ПК и экспортирует их в стандартных форматах для последующего анализа и составления отчетов.

Серия приборов SBE от Keysight также предлагает дополнительное программное обеспечение PathWave Remote Access Lab и PathWave Lab Manager, которые позволяют повысить эффективность работы и продуктивность лаборатории. ПО PathWave Remote Access Lab предоставляет возможность учебным лабораториям в университетах без проблем перейти на онлайн-обучение. Она позволяет получить удаленный доступ к возможностям лаборатории и выполнять все работы через веб-браузер. ПО PathWave Lab Manager от Keysight работает с ин-

струментами серии Smart Bench Essential, что позволяет эффективно и продуктивно работать с лабораторным оборудованием.

Серия приборов SBE от Keysight — это сочетание оборудования и программного обеспечения, которое ускоряет процесс передачи знаний от преподавателей студентам, а также улучшает техническую разработку электронных средств и способность инженеров анализировать и находить недостатки в продукции благодаря следующим важным преимуществам:

- Конфигурация, управление и отслеживание множества инструментов на одном экране.
- Тестирование, анализ и возможность совместного использования лабораторных инструментов из любого места, что позволяет продолжать обучение в условиях пандемии, а также обеспечивает удаленный доступ к инструментарию из любой точки мира.
- Автоматизация частых задач от настройки и сбора данных до составления отчетов.
- Централизованное управление всеми инструментами в лаборатории и их настройка для обеспечения наибольшей продуктивности.
- Инструменты Smart Bench Essentials (SBE) для лабораторных испытаний включают в себя встроенную техническую поддержку KeysightCare. Пользователи получат:
  - Возможность рассмотрения заявок на техническую поддержку в течение 2 рабочих дней.
  - Круглосуточный сетевой доступ к центру компетенций, в котором представлены тысячи технических материалов и примеров программного кода, собранных за несколько десятилетий научно-исследовательской деятельности.
  - Отслеживание обращений в службу поддержки с целью ускоренного рассмотрения заявок на портале самообслуживания.

Источник: пресс-релиз Keysight Technologies

## HDO6000BR — новое поколение осциллографов высокого разрешения

Компания Teledyne LeCroy (США) объявила о начале выпуска серии HDO6000BR, представляющей собой новую линейку цифровых осциллографов с технологией HD4096. Модели линейки имеют полосы пропускания в диапазоне значений от 350 МГц до 1 ГГц, указанная серия приборов обеспечивает частоту дискретизации 10 ГГц и максимальную длину записи в памяти до 250 Мб. Компактный форм-фактор прибора обеспечивает малую площадь на столе, но при этом имеет большой 15,6" дисплей с разрешением 1920×1080

Опциональный встроенный генератор обеспечит воспроизведение стандартных сигналов и формирование сигналов произвольной формы. Общий пакет измерительных ресурсов осциллографа по совокупности аналитических функций является наиболее полным в отрасли. Дизайн серии HDO6000BR является первой программно-аппаратной реализацией для обеспечения в одном приборе интеграции широких измерительных и аналитических возможностей с постоянной поддержкой разрешения осциллографа по вертикали АЦП 12 бит без каких-либо ограничений.

Все эти обширные измерительные возможности обеспечиваются программно-аппаратным пакетом MAUI® с интерфейсом пользователя OneTouch. MAUI® с OneTouch упрощает настройки измерений и при поиске аномалий сигнала значительно быстрее предоставляет исследователю ответ о причине проблем.

### Большой дисплей, малая площадь основания

Имея широкоформатный экран 15,6" с разрешением 1920×1080 серия HDO6000BR позволит пользователю захватить и рассмотреть сигнал наиболее подробно, во всех деталях. Подключите осциллограф к внешнему монитору и рассмотрите мельчайшие нюансы сигнала в разрешении 4K. Компактный размер корпуса в глубину (17 см) на 25 % меньше чем у конкурентных моделей других производителей.

### HD4096 — технология высокого разрешения

Лидирующая на рынке технология HD4096 реализована в серии HDO6000BR применением 12-битных АЦП с высокой частотой дискретизации, маломощных входных усилителей и системной архитектуры с низким уровнем собственных шумов. Это позволяет осциллографам выполнять захват сигналов в полосе частот до 1 ГГц с высокой дискретизацией и отобра-



жать результат с разрешением в 16 раз выше, чем осциллографы других производителей.

### Спектральный анализ

Программный пакет Spectrum-Pro-2R обеспечит наиболее гибкий спектральный анализ с логарифмическим масштабированием и технологией drag-and-drop, которая позволяет, не отрывая палец от экрана управлять спектрограммами, копировать блоки, настраивать каналы, математические функции и параметры. Прибор имеет длинную внутреннюю память сбора данных для выполнения частотного анализа в полосе до 100 МГц с разрешением полосы пропускания от 1 Гц (RBW).

### Пакет MAUI Studio

Используя персональный компьютер и функциональность пакета MAUI Studio, пользователи получают доступ к мощным ресурсам измерений прибора, находясь в любом месте мира. Легкость взаимодействия с прибором и управляющей программной оболочкой обеспечит каждому из удаленных пользователей доступ ко всем программным опциям прибора для автономного анализа в offline режиме.

### Интерфейс MAUI с управлением жестами OneTouch

Новая серия Осциллографов HDO6000BR, как все другие линейки, оснащена MAUI с OneTouch. MAUI® — это усовершенствованный пользовательский интерфейс, разработанный для удобства оператора и облегчения доступа ко всем широким измерительным возможностям осциллографа HDO6000BR. Данный интерфейс оптимизирован возможностью сенсорного управления, все основные операции (позиционирование и масштабирование, перемещение курсоров, настройка измерений и взаимодействие с результатами вычислений) выполняются касанием экрана, что делает управление осциллографом интуитивно понятным и простым.

Источник: <https://prist.ru/>

Юрий Петропавловский (г. Таганрог)

## Современные микросхемы драйверов для светодиодных ламп и осветительных приборов компании Texas Instruments

Копирование, тиражирование и размещение данных материалов на Web-сайте без письменного разрешения редакции преследуются в административном и уголовном порядке в соответствии с Законом РФ

В широкой номенклатуре продуктов компании Texas Instruments (TI) представлено и большое число интегральных микросхем (ИМС) для полупроводниковой светотехники, в том числе разработанных компанией National Semiconductor (наименования микросхем LMxxx), приобретенной TI в 2011 г.

Большинство ИМС для полупроводниковой светотехники компании являются импульсными преобразователями напряжения и тока для драйверов светодиодов (LED) с внешними или внутренними ключевыми MOSFET, с выпрямителями или без них, и выполненными с применением импульсных трансформаторов или дросселей на ферритовых сердечниках.

В каталогах компании ряда последних лет представлены следующие категории ИМС LED-драйверов (каталог 2021 года на сайте компании [1]):

- Драйверы для осветительных приборов (LED Lighting Ics) — в эту категорию включены приборы для ретрофитных\* ламп и потолочных светильников (Bulbs & Downlight's), для уличного и пространственного освещения (Area & Street Lighting).
- Драйверы для светодиодных информационных панелей (LED Signage Ics) — в эту категорию входят многоканальные драйверы 16 RGB (48 выходов, 16 × 3), 8 RGB (24 выхода, 8 × 3), 16-канальные драйверы типа включено/выключено с ШИМ управлением для рекламных щитов и вывесок, 3-...12-канальные драйверы для декоративной подсветки знаков

(«Выход», «Открыто» и т. п.) и указателей на стенах и зданиях.

- Драйверы для устройств задней подсветки дисплеев (Backlight Ics) — в эту категорию входят высокоэффективные (High Performance), автомобильные, в пластиковых корпусах, с управлением по шине I<sup>2</sup>C, с простым управлением большим числом LED.
- Устройства для управления вспышками портативных гаджетов (Camera Flash Ics) — быстродействующие драйверы с выходным током от 600 мА до 2 А.
- Драйверы индикаторных и RGBW-светодиодов (Indicator/RGBW Ics).
- Драйверы для автомобильной светотехники (Automotive LED driver Ics) — драйверы для автомобильных фар (Exterior Lighting), внутреннего освещения (Interior Lighting) и задней подсветки информационных ЖК панелей.

Следует отметить, что приведенная классификация достаточно условна, поэтому многие ИМС могут одновременно фигурировать в различных категориях LED-драйверов. Ряд микросхем компании с успехом применяются в ретрофитных лампах типов A (A-Lamp, с резьбовыми цоколя-



Рис. 1. Внешний вид ретрофитных ламп, в которых применяются ИМС компании Texas Instruments

\* «Ретрофит» — это модернизация, предусматривающая добавление новой технологии или ее свойств к более старым системам. Применительно к лампам данный термин означает, что в привычном корпусе люминесцентной лампы используются современные светодиодные технологии.

ми), R, BR, GU10, PAR, T8 MR16 и др. (см. рис. 1), потолочных и уличных светильниках.

Классификационные параметры ряда ИМС драйверов светодиодов компании приведены в таблице.

LED-ретрофитные лампы выпускаются для работы в сетях переменного тока с номинальным напряжением 100...240 В, а также для работы от низковольтных источников постоянного и переменного тока 12 В (MR16 и другие). Светодиод-

Классификационные параметры ИМС драйверов светодиодов компании Texas Instruments

Наименование	Тип	U вх, В	I <sub>вых</sub> , А	U <sub>вых</sub> , В	Число выходов	Топология*	Диммирование	Корпус, габариты, мм
LM3401	DC/DC	4,5...35	1	0,2...33	1	Buck	ШИМ	VSSOP-8, 3 × 3
LM3402	DC/DC	6...42	0,525	0,2...40	1	Buck	ШИМ	VSSOP-8, 3 × 3
LM3402HV	DC/DC	6...75	0,525	0,2...73	1	Buck	ШИМ	VSSOP-8, 3 × 3
LM3404	DC/DC	6...42	1	0,2...40	1	Buck	ШИМ	SOIC-8, 3,9 × 4,9
LM3404HV	DC/DC	6...75	1	0,2...73	1	Buck	ШИМ	SOIC-8, 3,9 × 4,9
LM3405	DC/DC	3...15	1	0,2...13,5	1	Buck	ШИМ	SO-8 PowerPad, 3,9 × 4,89
LM3405A	DC/DC	3...22	1,5	0,2...20	1	Buck	ШИМ	SOT-6, 1,6 × 2,9
LM3406	DC/DC	6...42	1,5	0,2...40	1	Buck	ШИМ, проводное	SOT-6, 1,6 × 2,9
LM3406HV	DC/DC	6...75	1,5	0,2...73	1	Buck	ШИМ, проводное	HTSSOT-14, 4,4 × 5
LM3407	DC/DC	4,5...30	0,35	0,45...27	1	Buck	ШИМ	HTSSOT-14, 4,4 × 5
LM3409	DC/DC	6...42	5	1,24...42	1	Buck	ШИМ, аналоговое	MSOP-8, PowerPad, 3 × 3
LM3409HV	DC/DC	6...75	5	1,24...75	1	Buck	ШИМ, аналоговое	MSOP-10, PowerPad, 3 × 3,15
LM3410	DC/DC	2,7...5,5	1,5	3...24	1	Buck, Sepic	ШИМ, аналоговое	WSON-6, SOT-5, MSOP-8, 3 × 3,15
LM3414	DC/DC	4,5...42	1	0,2...42	1	Buck	ШИМ, аналоговое	WSON-8, SO-8, 3,9 × 4,8
LM3414HV	DC/DC	4,5...65	1	0,2...65	1	Buck	ШИМ, аналоговое	WSON-8, SO-8, 3,9 × 4,8
LM3421	DC/DC	4,5...75	5	3...72	1	Buck, Boost, Sepic, Buck-Boost	ШИМ, аналоговое	HTSSOP-16, 4,4 × 5
LM3423	DC/DC	4,5...75	5	3...72	1	Buck, Boost, Sepic, Buck-Boost	ШИМ, аналоговое	HTSOP-20, 4,4 × 6,5
LM3424	DC/DC	4,5...75	5	7...72	1	Buck, Boost, Sepic, Buck-Boost	ШИМ, аналоговое	HTSOP-20, 4,4 × 6,5
LM3429	DC/DC	4,5...75	5	3...72	1	Buck, Boost, Sepic, Buck-Boost	ШИМ, аналоговое	HTSOP-14, 4,4 × 5
LM3431	DC/DC	4,5...36	0,6	5,5...40	3	Boost	ШИМ, аналоговое	HTSOP-28, 4,4 × 9,7
LM3433	DC/DC	9...14	30	0...11	1	Buck	ШИМ, аналоговое	WOFN-24, 4 × 4
LM3434	DC/DC	9...30	30	0...27	1	Buck	ШИМ	WOFN-24, 4 × 4
LM3435	DC/DC	2,7...5,5	2	1,5...4,7	3	Buck-Boost	ШИМ	WOFN-40, 5 × 5
LM3492	DC/DC	4,5...65	0,2	5...65	2	Boost	ШИМ	HTSSOP-20, 4,4 × 6,5
LM3492HC	DC/DC	4,5...65	0,25	5...65	2	Boost	ШИМ	HTSSOP-20, 4,4 × 6,5
TPS40211	DC/DC	4,5...52	5	7...52	1	Boost	ШИМ, аналоговое	VSON-10, 3 × 3
TPS92510	DC/DC	3,5...60	1,5	0,2...58	1	Buck	ШИМ, аналоговое	MSOP-10, PowerPad, 3 × 3,15
TPS92511	DC/DC	4,5...65	0,5	0,2...65	1	Buck	ШИМ, аналоговое	SOP-8, PowerPad, 3 × 3
TPS92512	DC/DC	4,5...42	2,5	0,2...40	1	Buck	ШИМ, аналоговое	SO-8, PowerPad, 3 × 3
TPS92512HV	DC/DC	4,5...60	2,5	0,2...58	1	Buck	ШИМ, аналоговое	MSOP-10, PowerPad, 3 × 3
TPS92513	DC/DC	4,5...42	1,5	0,2...40	1	Buck	ШИМ, аналоговое	MSOP-10, PowerPad, 3 × 3
TPS92550	DC/DC	4,5...36	0,45	0...34	1	Buck	ШИМ, аналоговое	PMOD-7, 9,85 × 10
TPS92551	DC/DC	4,5...60	0,45	0,2...58	1	Buck	ШИМ, аналоговое	TO-PMOD-7, 9,85 × 10,16
TPS92560	DC/DC	6,5...42	2	5...42	1	Buck, Boost, Sepic	Аналоговое	MSOP-PowerPad, 3 × 3
TPS92561	DC/DC	6,5...42	2	5...40	1	Boost	Аналоговое	MSOP-8, PowerPad, 3 × 3
TPS92640	DC/DC	7...85	5	0...83	1	Buck	Фазовое, аналоговое	HTSSOP-14, 4,4 × 5
TPS92660	DC/DC	10...80	5	0...78	2	Buck	ШИМ, аналоговое	HTSSOP-20, 4,4 × 6,5

Классификационные параметры ИМС драйверов светодиодов компании Texas Instruments

Наименование	Тип	U вх, В	I <sub>вых</sub> , А	U <sub>вых</sub> , В	Число выходов	Топология*	Диммирование	Корпус, габариты, мм
TPS92690	DC/DC	4,5...75	5	3...72	1	Buck, Boost, Sepic, Buck-Boost	ШИМ, аналоговое	HTSSOP-16, 4,4 × 5
TPS92691	DC/DC	7,5...65	5	3...65	1	Buck, Boost, Sepic, Buck-Boost	ШИМ, аналоговое	HTSSOP-16, 4,4 × 5
LM3444	AC/DC	8...13	2	9...60	1	Buck, Flyback	Аналоговое	VSOIP-10, 3 × 3
LM3445	AC/DC	8...12	2	9...60	1	Buck, Flyback	ШИМ, Фазовая	VSOIP-10, 3 × 3
LM3447	AC/DC	7,5...17,5	2	9...60	1	Flyback	Фазовая	TSSOP-14, 4,4 × 5
LM3450	AC/DC	20...85	2	9...60	1	Flyback	Фазовая	TSSOP-16, 4,4 × 5
TPS92001	AC/DC	12...21	2	9...60	1	Boost, Buck, Flyback	Аналоговое	VSSOP-8, 3 × 3
TPS92002	AC/DC	16...21	2	9...60	1	Boost, Buck, Flyback	Аналоговое	VSSOP-8, 3 × 3
TPS92010	AC/DC	14...21	2	9...60	1	Flyback	Аналоговое	SOIC-8, 3,91 × 4,9
TPS92070	AC/DC	9...21,5	0,5	9...60	1	Flyback	Фазовое	TSSOP-16, 4,4 × 5
TPS92210	AC/DC	9...20	2	9...60	1	Buck	Аналоговое	SOIC-8, 3,91 × 4,9
TPS92310	AC/DC	13...36	2	9...60	1	Flyback	Аналоговое	VSOIP-10, 3 × 3
TPS92314	AC/DC	13...35	2	9...60	1	Buck, Flyback	Аналоговое	SOIC-8, 3,91 × 4,9
TPS92314A	AC/DC	13...35	2	9...60	1	Flyback	Аналоговое	SOIC-8, 3,91 × 4,9
TPS92315	AC/DC	9...35	2	9...60	1	Flyback	Аналоговое	SOT-6, 1,6 × 2,9
TPS92410	AC/DC	9,5...450	1	30...450	1	Flyback	Аналоговое	SOIC-13, 3,91 × 8,65
TPS92411	AC/DC	8...94	0,35	9...94	1	Buck	Фазовое	SOT-23, 1,6 × 2,9
UCC28810	AC/DC	13...18	5	9...400	1	Boost, Flyback, Buck	Аналоговое	SOIC-8, 3,91 × 4,9
UCC28811	AC/DC	13...18	5	9...400	1	Boost, Flyback, Buck	Аналоговое	SOIC-8, 3,91 × 4,9

\* Flyback — обратный преобразователь; Boost (step-up) — повышающий преобразователь; Buck (step-down) — понижающий преобразователь; Buck-boost — комбинированный понижающе-повышающий преобразователь; Sepic — универсальный DC/DC-преобразователь (англ. single-ended primary-inductor converter — преобразователь с несимметрично нагруженной первичной индуктивностью)

ные потолочные светильники могут питаться как непосредственно от сетей переменного тока, так и от низковольтных источников питания на основе понижающих трансформаторов.

### Драйверы для применения в ретрофитных лампах и потолочных светильниках

Компания TI рекомендует использовать в этих применениях следующие микросхемы:

TPS92411 — плавающий MOSFET-ключ (Floating MOSFET Switch) со схемой управления (структура ИМС показана на рис. 2). Предназначен для светодиодных драйверов переменного тока. Но основе микросхемы

возможна реализация автономных драйверов светодиодов, управляемых переменным напряжением и не содержащих индуктивных элементов и импульсных трансформаторов.

Принцип работы драйвера светодиодов на микросхеме TPS92411 иллюстрируется упрощенной схемой, приведенной на рис. 3.

На сток верхнего из последовательно включенных ключевых MOSFET (вывод DRAIN, рис. 2) микросхемы поступает пульсирующее напряжение частотой 100 Гц от мостового выпрямителя (см. рис. 4). Исток нижнего MOSFET (вывод VS) соединен с корпусом через стабилизатор тока. Пороги срабатывания каждого ключа устанавливаются индивидуально внешними резисторами,

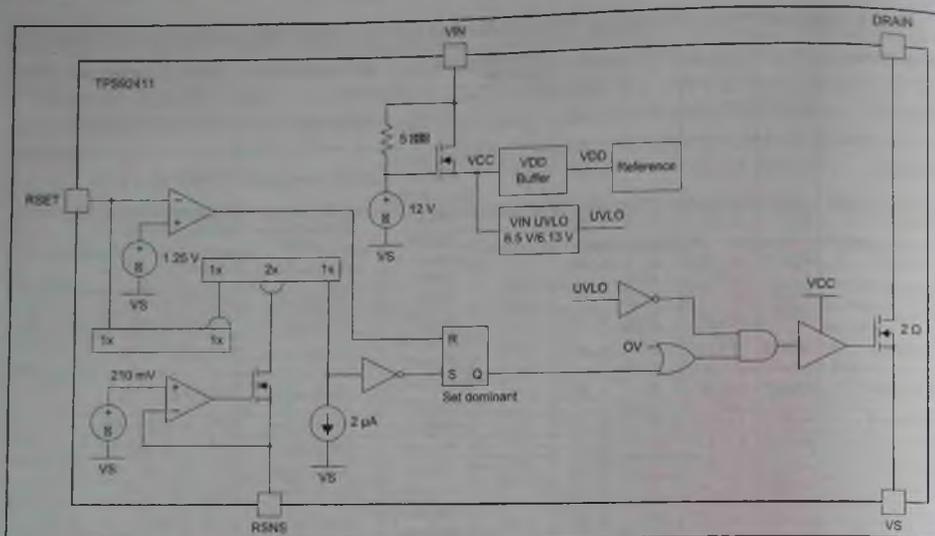


Рис. 2. Структурная схема ИМС TPS92411

подключаемыми к выводам RSET, RSNS ИМС. Для драйверов на сетевое напряжение 230 В рекомендуемые пороги включения и номинальные напряжения на светодиодах ступеней составляют 46/40 В, 86/80 В, 166/160 В.

Для решений на основе микросхемы компания выпускает отладочные модули LED-драйверов на

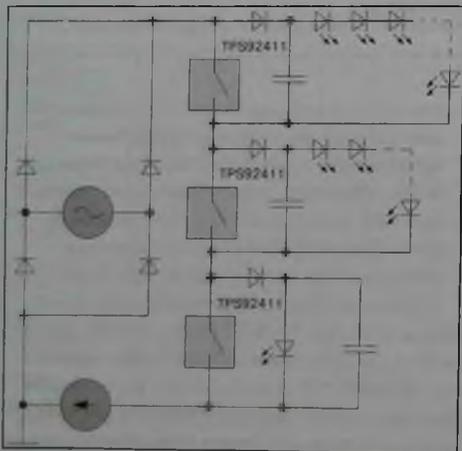


Рис. 3. Упрощенная схема работы драйвера TPS92411

напряжение 120 В (TPS92411EVM-001) и 230 В (TPS92411EVM-002). Внешний вид модуля на 230 В показан на рис. 5. На плате модуля установлено 14 светодиодов Xlamp MX-6S компании Cree с прямым напряжением 20 В и прямым током до 175 мА, в нижней ступени включены 2 светодиода, в средней — 4, в верхней — 8.

Приведем основные параметры отладочного модуля TPS92411EVM-002 (на 230 В):

- номинальный входной ток 72 мА (при входном напряжении 230 В);
- коэффициент мерцаний (Flicker Index) 0,06;
- пульсации выходного тока 30 мА (23 %);

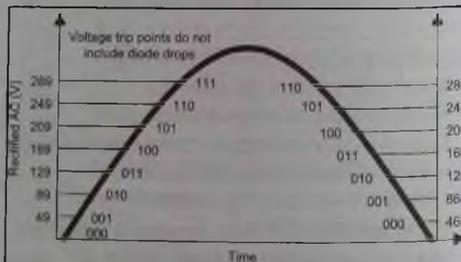


Рис. 4. Напряжение (100 Гц) на входе драйвера с мостового выпрямителя

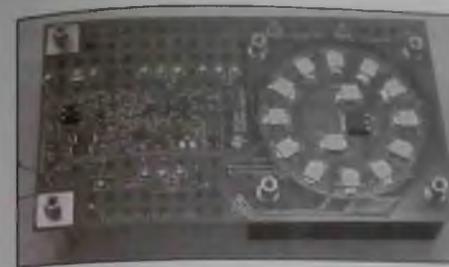


Рис. 5. Внешний вид отладочного модуля TPS92411EVM-002

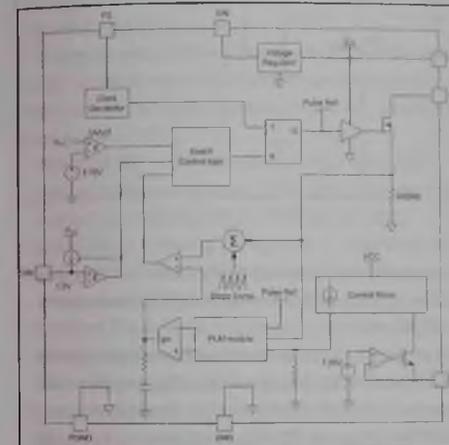


Рис. 6. Структурная схема ИМС TPS92511

- общая эффективность (КПД) 77 % (без диммирования);
- коэффициент мощности (Power Factor) 0,966;
- общий уровень гармонических искажений (THD) 16,6 %.

Линейный стабилизатор тока светодиодов для TPS92411 может быть выполнен как на дискретных элементах, так и на специальной микросхеме TPS92410, обеспечивающей меньший уровень искажений и больший коэффициент мощности.

♦ **TPS92511** — простой в применении импульсный DC/DC-преобразователь для управления одной LED-цепочкой на ток до 0,5 А (имеется встроенный ключевой N-MOSFET). Микросхема отличается широким диапазоном входных напряжений (4,5...65 В), регулируемой частотой переключения в диапазоне 50...500 кГц и

высоким КПД (до 95 %). Для реализации драйверов на этой ИМС требуются всего пять внешних компонентов, ее структура приведена на рис. 6, а типовая схема включения — на рис. 7. ИМС может найти применение в ретрофитных лампах MR-16, автомобильных осветительных приборах и потолочных светильниках. Для отработки решений на основе микросхемы компания выпускает отладочную плату драйвера TPS92511EVM (см. рис. 8), рассчитанного на напряжение 48 В и подключение светодиодных цепочек на напряжение 38 В и ток 0,5 А. Частота переключения драйвера 300 кГц, КПД — 95 %. За разработку рассматриваемой микросхемы компания награждена дипломом «SAPHIRE AWARDS» Winner-2015 журнала LEDs Magazine

♦ **LM3447** — контроллер обратногоходового импульсного преобразователя с коррекцией коэффициента мощности (ККМ) и фазовым диммированием, типовое включение ИМС приведено на рис. 9. ИМС совместима с

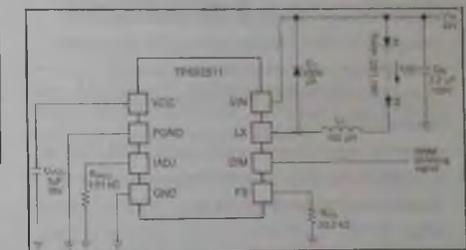


Рис. 7. Типовая схема включения ИМС TPS92511

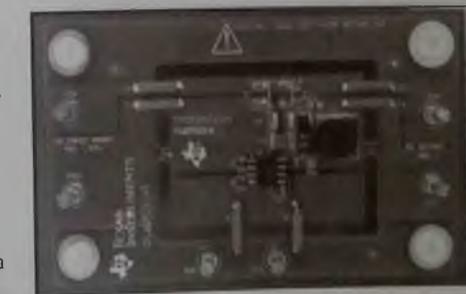


Рис. 8. Внешний вид отладочного модуля TPS92511EVM

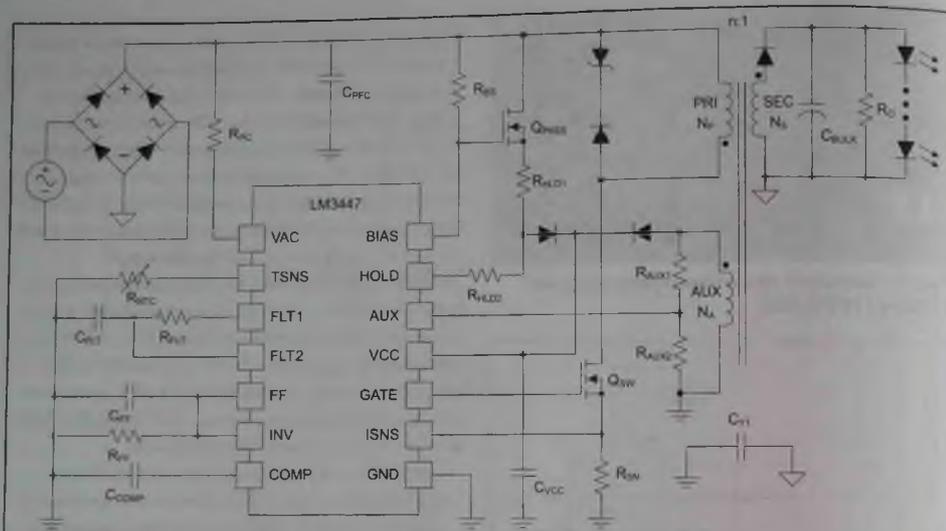


Рис. 9. Типовое включение ИМС LM3447

тиристорными диммерами и обеспечивает качественную регулировку яркости LED в диапазоне 50:1. Параметры LED-драйвера, реализованного на отладочной плате LM3447-A19-230VEVM (для ретрофитных ламп A19/R27):

- входное переменное напряжение 180...265 В;
- выходной ток 500 мА (при напряжении 30 В);
- частота переключения 69 кГц;
- КПД=85 %;
- коэффициент мощности 0,96.

♦ **TPS92075** — простой в использовании неизолированный преобразователь с ККМ и фазовым диммированием, выполненный по топологии

логи Buck-Boost без импульсного трансформатора, типовое включение ИМС приведено на рис. 10.

В качестве реактивного элемента преобразователя используется дроссель индуктивностью порядка 2 мГн. Параметры LED-драйвера на сетевое напряжение 230 В для ретрофитных ламп GU-10 мощностью 5 Вт, реализованного на отладочной плате PMP60 16 на основе ИМС TPS92075:

- выходное напряжение 36 В;
- стабилизированный выходной ток 150 мА ±5 %;
- КПД=71 %;
- коэффициент мощности 0,91.

♦ **TPS92560** — простой AC-DC-преобразователь для ретрофитных ламп MR16, AR111, выполненный в миниатюрном корпусе HVSSOP-10 размерами 3 × 3 мм. LED-драйверы на основе этой микросхемы могут быть выполнены по топологиям Boost и Sepic с внешним ключом на полевом транзисторе, типовое включение ИМС приведено на рис. 11. ИМС может питаться как постоянным, так и переменным напряжением 12 В (в ее составе имеется внутренний выпрямитель). Параметры LED-драйвера, выполненного на отладочной плате

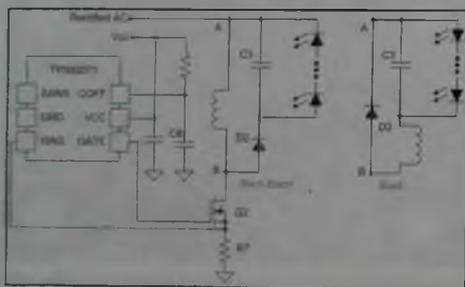


Рис. 10. Типовое включение ИМС TPS92075

TPS92560MR16STEVM для ретрофитных ламп MR16:

- входное постоянное напряжение 3...18 В (входное переменное напряжение 6...14 В);
- выходной ток 500 мА;
- число светодиодов — до 6 (на общее напряжение 20 В);
- частота переключения преобразователя 1,6 МГц;
- индуктивность дросселя ключа 15 мкГн.

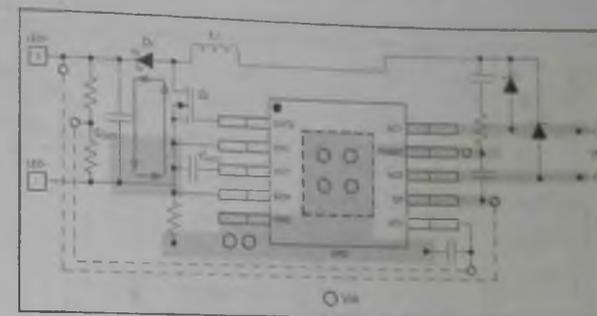


Рис. 11. Типовое включение ИМС TPS92560

Участок платы с электронными компонентами после отработки может быть перенесен непосредственно в конструкцию лампы так, как показано на рис. 12.

♦ **TPS92210** — регулируемый квазирезонансный преобразователь с ККМ для ретрофитных ламп A19, E26/E27, E14, PAR30/38. ИМС работает в режиме критической проводимости (CRM — Critical-Condition-Mode) с детектированием нулевого тока (ZCD — Zero Current Detection). Типовое включение ИМС приведено на рис. 13.

Параметры LED-драйвера, реализованного на отладочной плате TPS92210EVM-613:

- входное переменное напряжение 184...265 В;
- выходной ток 350 мА (при напряжении 19...32 В);
- частота переключения 115 кГц;
- КПД=87 %;
- коэффициент мощности 0,95.

♦ **LM3404HV, LM3409HV** — DC-DC-преобразователи для драйверов мощных светодиодов со стабилизацией выходного тока на входное напряжение до 75 В. Выходной ток LM3404HV до 1 А, LM3409HV — определяется параметрами внешнего MOSFET.

### Драйверы для уличного и пространственного освещения

В данную группу каталога компании 2016 года включено более шести десятков типов микросхем AC/DC и DC/DC-преобразователей с наименованиями LMxxx, TPSxxx и UCCxxx, классификационные параметры микросхем приведены

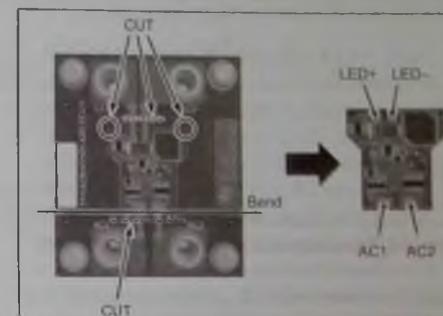


Рис. 12. Участок отладочной платы TPS92560MR16STEVM, который может быть встроен в конструкцию лампы

в таблице (см. выше). Рассмотрим особенности некоторых ИМС этой группы, разработанных в последние годы, более подробно.

♦ **TPS92690 (2015 г.)** — контролер N-MOSFET для диммируемых LED-драйверов со входом для датчика тока нижнего плеча. LED-драйверы на основе микросхемы могут быть реализованы по топологиям Boost, Cuk, Flyback, Sepic, Buck-Boost, Quasi-Resonant. Типовое включение микросхемы по топологии Sepic приведено на рис. 14.

Микросхема отличается широким диапазоном входных напряжений (4,5...75 В), регулируемым выходным током в пределах 50...500 мА, регулируемой частотой переключения в пределах 300...900 кГц и возможностью внешней синхронизации. Параметры LED-драйвера, выполненного по топологии Boost на отладочной плате TPS92690EVM:

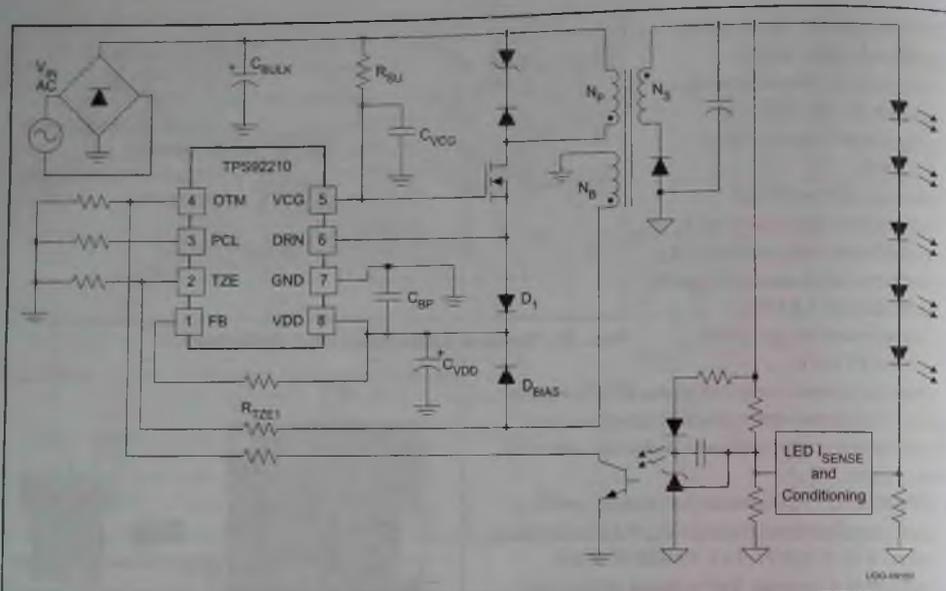


Рис. 13. Типовое включение ИМС TPS92210

- входное напряжение 8...19 В (при токе до 2,4 А);
- выходное напряжение 20...35 В (при выходном токе от 2 мА до 1 А);
- нестабильность выходного тока  $\pm 0,5\%$  (при изменении входного напряжения в пределах 8...19 В);
- частота переключения 420 кГц;
- КПД=94% (при входном напряжении 12 В).

TPS92691, TPS92691-Q1 (2015 г.) — универсальные LED-драйверы с усилителем сигналов датчиков тока класса Rail-to-Rail («от шины до шины»), предназначенные для систем наружного и архитектурного освещения. Драйверы светодиодов на основе этих микросхем могут быть выполнены практически по всем возможным топологиям импульсных преобразо-

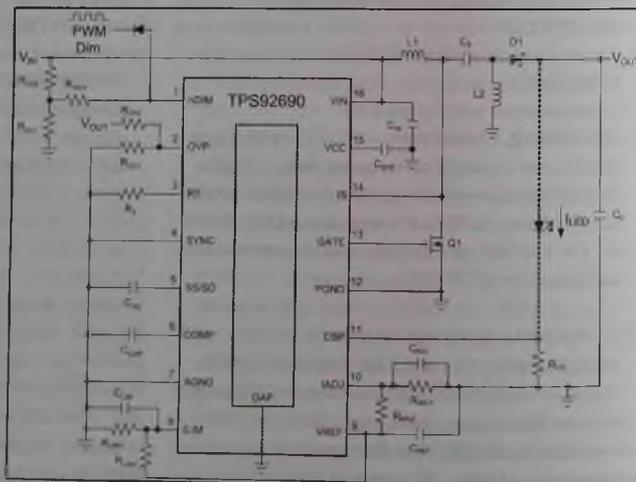


Рис. 14. Типовое включение ИМС TPS92690

вателей, на рис. 15 приведено типовое включение ИМС по топологии Boost.

Включение резистивного датчика тока Rcs в «горячую» цепь питания светодиодов и его дифференциальное подключение к выводам 10 (CSP), 9 (CSN)

микросхемы позволило добиться работы с малым падением напряжения на резисторе Rcs при высокой точности ( $\pm 3\%$ ) поддержания заданного тока светодиодов в диапазоне входных напряжений 0...60 В при изменениях температуры в пределах 25...140 °С. Заданный выходной ток может регулироваться резисторами Radj1, Radj2 в пределах 15:1. Диммирование в соотношении 1000:1 обеспечивается подачей импульсов ШИМ на вывод 4 (PWM) ИМС. Частота переключения в пределах 165...450 кГц задается резистором Rt, подключаемым к выводу 3 (RT/SYNC) ИМС. Исполнение TPS92691-Q1 удовлетворяет требованиям к автомобильным компонентам по квалификации Q100 Grade 1.

Основные параметры LED-драйвера, реализованного на отладочной плате TPS92691EVM-001 (см. рис. 16):

- входное напряжение 7...40 В (при токе 100...1700 мА);
- максимальная выходная мощность 25 Вт;
- частота переключения 390 кГц;
- КПД=90% (при входном напряжении 14 В и токе 300 мА).

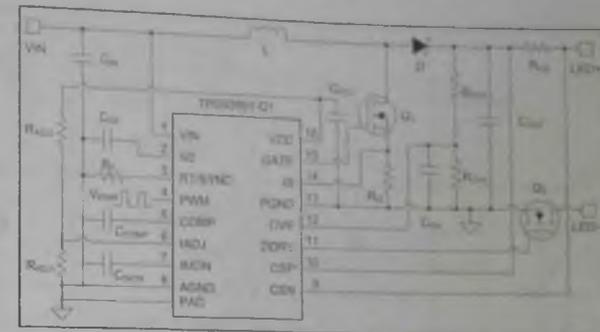


Рис. 15. Типовое включение ИМС TPS92691-Q1 по топологии Boost

TPS92512, TPS92512HV (2015 г.) — простые в применении понижающие преобразователи для драйверов светодиодов с интегрированными ключевыми MOSFET, рассчитанные на выходной ток до 2,5 А при выходном напряжении 4,5...42 В (4,5...60 для TPS92512HV) и имеющие отдельные входы для линейного и ШИМ диммирования. Микросхемы отличаются низким сопротивлением открытого ключа  $R_{ds(on)}$  (0,2 Ом), высокой точностью поддержания тока светодиодов ( $\pm 5\%$ ) и широким диапазоном регулировки частоты переключения (100 кГц...1 МГц). Типовое включение ИМС по топологии Buck приведено

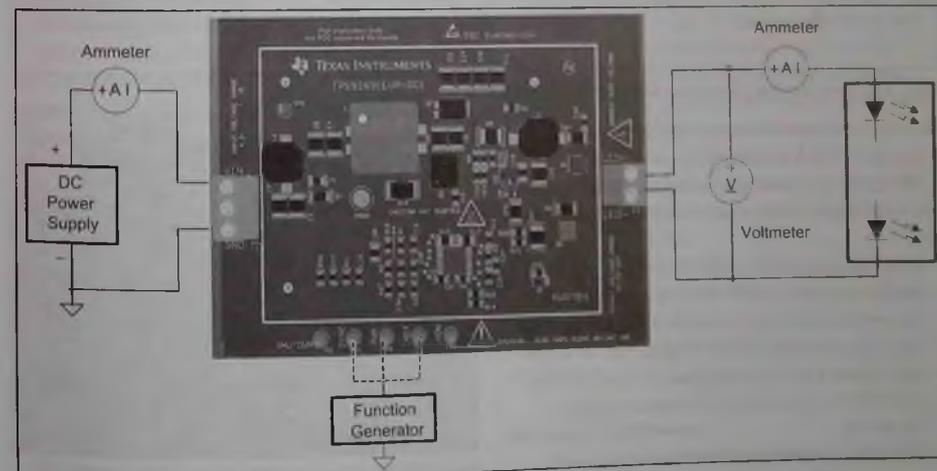


Рис. 16. Отладочная плата TPS92691EVM-001 и ее подключение

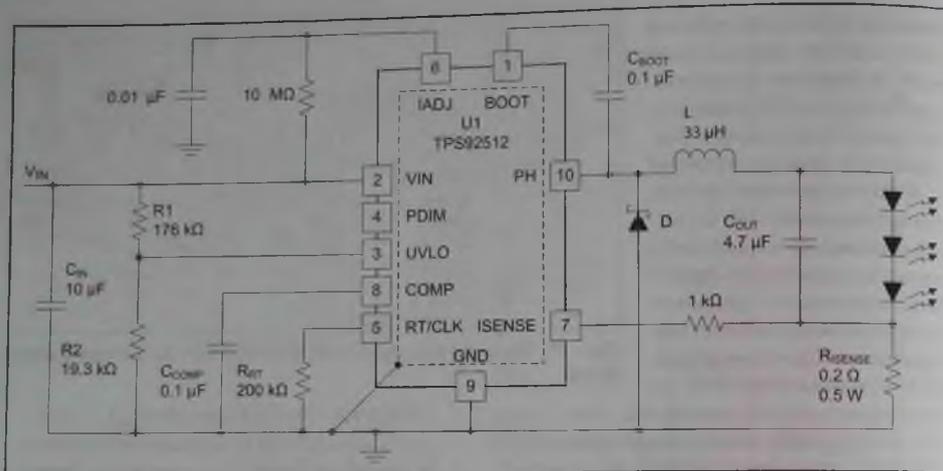


Рис. 17. Типовое включение ИМС TPS92512 по топологии Buck

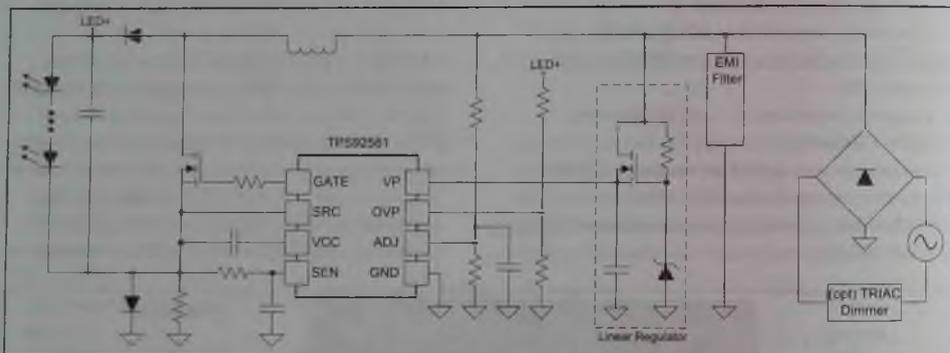


Рис. 18. Типовое включение ИМС TPS92561

на рис. 17 (соответствует схеме отладочной платы TPS92512EVM-001).

При приведенных на схеме номиналах элементов драйвер обеспечивает следующие параметры:

- входное напряжение 12...48 В;
- выходное напряжение 10 В (при напряжении на цепочке из трех светодиодов 9,7 В и токе 1,5 А);
- частота переключения 570 кГц;
- пульсации тока светодиодов не более 10 мА;
- КПД=93 % (при индуктивности дросселя 33 мкГн).

TPS92513, TPS92513HV — микросхемы отличаются от TPS92512/HV только меньшим

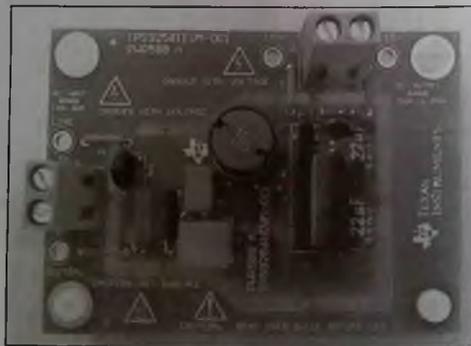


Рис. 19. Внешний вид отладочной платы TPS92561EVM-001

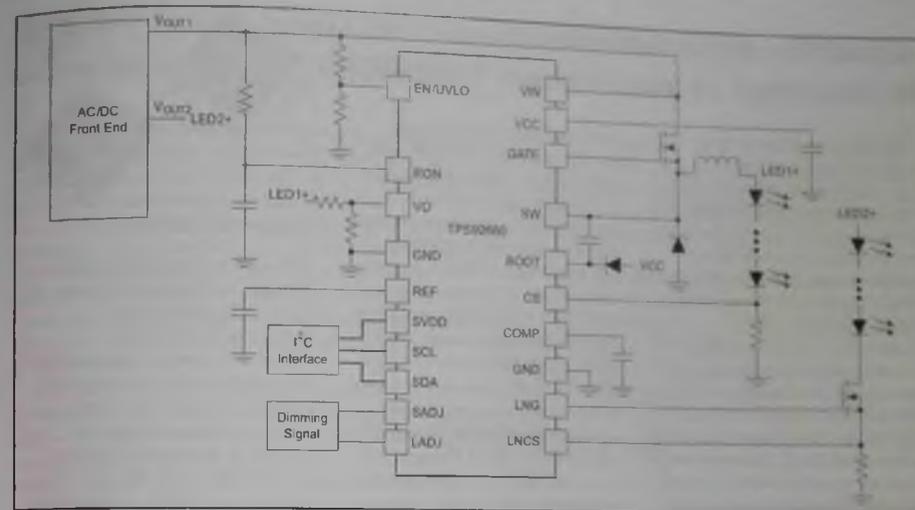


Рис. 20. Типовое включение ИМС TPS92660

выходным током (1,5 А), другие параметры практически не отличаются.

TPS92561 (2013 г.) — однокаскадный повышающий преобразователь для LED-драйверов с фазовым диммированием. Для реализации LED-драйверов на основе ИМС требуется минимум внешних компонентов, типовое включение ИМС с линейным стабилизатором напряжения, питающегося от сетевого выпрямителя, приведено на рис. 18.

Драйверы на основе ИМС отличаются высокой эффективностью (более 90 %) и коэффициентом мощности (более 0,9). Параметры драйвера светодиодов на основе этой микросхемы, выполненного на отладочной плате TPS92561EVM-001 (см. рис. 19):

- входное напряжение 90...120 В;
- выходное напряжение 215 В ± 2,5 % (при выходном токе 45 мА);
- КПД=92 %;
- пиковый коэффициент мощности 0,99.

TPS92660 (2013 г.) — специализированный драйвер для осветительных приборов с регулируемой цветовой температурой, типовое включение микросхемы приведено на рис. 20. В составе ИМС интегрированы однократно программируемое ПЗУ и узел интерфейса I²C.

На вход VIN микросхемы поступает постоянное напряжение от внешнего выпрямителя 8,6...80 В, с выхода GATE импульсное напряжение подается на ключевой MOSFET для питания цепочки белых светодиодов LED 1+. С выхода LNG регулируемое напряжение поступает на MOSET для питания цепочки красных LED. Цветовая температура осветительного прибора определяется соотношением уровней излучения белых и красных светодиодов, смонтированных рядом друг с другом. Яркость обеих LED-цепочек регулируется по интерфейсу I²C, после нахождения требуемой цветовой температуры данные для конкретных светильников запоминаются в ПЗУ.

Основные параметры импульсного преобразователя на основе микросхемы (отладочная плата TPS92660EVM):

- входное напряжение 20...80 В;
- выходное напряжение/ток 30...36 В/760...840 мА;
- частота переключения 330 кГц;
- КПД=95 %.

Интернет-источники

1. <http://www.ti.com/lscs/ti/power-management/led-driver-overview.page>

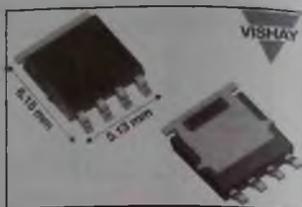
## SQJA81EP — лучший в отрасли 80-вольтный автомобильный P-MOSFET

Vishay Intertechnology представила лучший в отрасли P-канальный 80-вольтный TrenchFET MOSFET, сертифицированный в соответствии со стандартом AEC-Q101. Разработанный подразделением Vishay Siliconix новый прибор SQJA81EP с самым низким сопротивлением открытого канала среди всех P-канальных устройств с допустимым напряжением стока -80 В увеличит удельную мощность и КПД автомобильных приложений. Транзистор SQJA81EP в компактном корпусе PowerPAK SO-8L размерами 5,13 × 6,15 мм при напряжении затвора 10 В имеет сопротивление канала (макс./тип.) 17,3/14,3 мОм.

Сопротивление открытого канала этого MOSFET на 28 % ниже, чем

у ближайших конкурирующих устройств в корпусах DPAK, при этом площадь устройства на 50 % меньше. Это экономит энергию за счет минимизации потерь проводимости и увеличивает удельную мощность. SQJA81EP имеет лучшее в своем классе произведение сопротивления открытого канала на заряд затвора, что является критическим показателем качества для MOSFET, используемых в приложениях преобразования энергии.

Номинальное напряжение стока -80 В обеспечивает запас прочности, необходимый для поддержки нескольких популярных шин входного напряжения, включая системы 12, 24 и 48 В. Как и всякое P-канальное устройство, SQJA81EP



Vishay — SQJA81EP

упрощает конструкцию драйвера затвора, не требуя зарядового носителя, необходимого его N-канальным аналогам.

Приборы отвечают предписаниям директивы RoHS, не содержат свинца, галогенов и способны работать при температурах до +175°С. В настоящее время доступны единичные образцы и промышленные партии транзисторов SQJA81EP.

Источник: <https://www.rlocman.ru/>

## 2ED2101/03/04, 2ED2110S06M — новые 650-вольтные драйверы полумостов семейства EiceDRIVER

Infineon Technologies расширяет свое семейство микросхем EiceDRIVER новыми 650-вольтными драйверами затворов полумостов. Новые устройства основаны на уникальной технологии КНИ (кремний на изоляторе). Драйверы помогут создавать более надежные и компактные конструкции драйверов MOSFET и IGBT. Новые микросхемы предназначены для ВЧ приложений, таких как ИИП и ИБП, а также для промышленных приводов



Infineon — 2ED2101, 2ED2103, 2ED2104, 2ED2110S06M

и встраиваемых инверторов, бытовой техники, электроинструментов и т.д.

Максимальный выходной ток микросхемы EiceDRIVER 2ED2110S06M составляет 2,5 А, а у слаботочных версий EiceDRIVER 2ED2101/03/04 — 0,7 А. Слаботочные устройства выпускаются в корпусах DSO-8, тогда как силовой драйвер представляется в корпусе DSO-16W. Приборы могут поддерживать приложения с частотами переключения в диапазоне 500 кГц, а также традиционные приложения управления двигателями. 2ED2110S06M имеет функцию отключения и раздельные выводы логической и силовой «земли». Интегрированный бул-стрепный диод с низким временем обратного восстановления имеет в открытом состоянии типовое сопротивление 30 Ом.

Способность узла VS выдерживать отрицательные 100-вольтные повторяющиеся 300 нс импульсы обеспечивает большой запас прочности и высокую надежность работы. Безопасность работы гарантируется встроенными схемами защиты от сквозных токов и независимой блокировкой при пониженном напряжении питания верхнего и нижнего плечей драйвера. EiceDRIVER 2ED2110S06M и 2ED2101/03/04 S06F могут заменить устройства более раннего поколения IR(S)2110/2113S и IR(S)2101/03/04S.

Микросхемы можно заказать в стандартных для отрасли корпусах DSO-8 (SOIC8) и в корпусах DSO-16W, выдерживающих электростатические разряды модели человеческого тела до 2 кВ.

Источник: <https://www.rlocman.ru/>

## SiC8xx — новое семейство силовых модулей VRPower

Vishay Intertechnology представила девять новых 70-, 80- и 100-амперных интеллектуальных силовых модулей VRPower с интегрированными схемами контроля тока и температуры в корпусах PowerPAK MLP56-39 размером 5 × 6 мм с улучшенной теплопроводностью. Семейство интеллектуальных силовых модулей SiC8xx разработано подразделением Vishay Siliconix для снижения затрат на электроэнергию в центрах обработки данных и других объектах высокопроизводительных вычислений и мобильной инфраструктуры 5G.

В силовых модулях объединены мощные MOSFET и усовершенствованные микросхемы драйверов. Высокая энергоэффективность устройств является результатом применения внутренних MOSFET, изготовленных по технологии TrenchFET 4-го поколения, обеспечивающей низкие потери переключения и проводимости. Пиковый КПД интеллектуальных силовых модулей SiC8xx превышает 93 % в различных условиях применения. Для обеспечения высокого КПД во всем диапазоне выходных токов при малых нагрузках может быть включен режим эмуляции диода.

В семействе SiC8xx для контроля энергопотребления используется измерение на MOSFET нижнего

плеча, обеспечивающее точность лучше 3 %. Это приводит к улучшению характеристик и лучшему управлению тепловыми режимами схем питания силовых процессоров и SiC. Устройства оптимизированы для синхронных понижающих преобразователей.

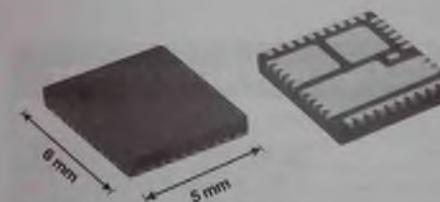
### Электрические параметры модулей SiC8xx

Обозначение	Уровень ШИМ, В	Ток, А	Входное Напряжение, В
SiC822	5 В	70	4,5-16
SiC822A	3,3 В		
SiC820	5 В		
SiC820A	3,3 В	80	
SiC840	5 В		
SiC840A	3,3 В	100	
SiC832	5 В	70	4,5-21
SiC832A	3,3 В		
SiC830	5 В	80 А	
SiC830A	3,3 В		

Интеллектуальные силовые модули SiC8xx поддерживают широкий диапазон входных напряжений (см таблицу) и частоту переключения до 2 МГц. Функции безопасности включают в себя предупреждения о коротком замыкании и перегрузке MOSFET верхней плеча, защиту от перегрева и блокировку при пониженном напряжении. Приборы семейства SiC8xx, в зависимости от версии, могут управляться тристабильными логическими сигналами ШИМ с уровнями 3,3 или 5 В, что обеспечивает совместимость с широким спектром ШИМ контроллеров.

Потребителям уже доступны как единичные образцы, так и промышленные партии интеллектуальных силовых модулей.

Источник: <https://www.rlocman.ru/>



## Это не пыль, а новые сверхмалые высокоемкие конденсаторы Samsung

Компания Samsung представила первый в мире сверхмалый и высокоемкий многослойный керамический конденсатор (MLCC) с повышенным рабочим напряжением. Новые конденсаторы настолько крохотные, что с небольшого расстояния могут показаться просто пылью. Размеры конденсатора составляют 0,4 × 0,2 мм (типораз-

мер 01005), емкость — 1 мкФ, номинальное напряжение — 6,3 В.

Это не первые в мире конденсаторы такого размера, но ранее лучшие из них при такой же емкости имели рабочее напряжение 4 В, что ограничивало их применение в современных электронных устройствах.



Samsung уточняет, что такие конденсаторы найдут применение в смартфонах с 5G, но этим сегментом они явно не ограничатся.

Источник: <https://www.ixbt.com/>

## Электролитические конденсаторы серии FH от Panasonic: до 10000 часов при 105°С

Panasonic выпускает новые алюминиевые электролитические конденсаторы повышенной надежности. Серия FH работает в диапазоне напряжений 6,3...50 В, имеет емкость 10...680 мкФ и отличается длительным сроком службы.

Долгое время алюминиевые электролитические конденсаторы были «слабым местом» цепей электропитания практически любой электронной аппаратуры. Компания Panasonic сосредоточила свое внимание на повышении надежности выпускаемых алюминиевых электролитических конденсаторов, результатом чего стал выпуск новой серии FH (рисунок 1). Отличительной особенностью данной серии является длительный срок службы — время наработки на отказ составляет 10000 часов при

температуре окружающей среды 105°С (ø 6x8: 7000 ч, 50 В: 7000 ч). В настоящее время доступны конденсаторы с рабочим напряжением 6,3...50 В и емкостью 10...680 мкФ, которые отличаются особенно низким значением эквивалентного последовательного сопротивления (ESR).

Сферой применения конденсаторов FH являются системы с длительным сроком эксплуатации — от систем интеллектуального освещения, ИТ-оборудования и информационно-развлекательных систем до промышленных источников электропитания, где стабильность параметров является необходимым условием.

Новая серия соответствует требованиям RoHS, а также доступна безгалогеновая версия.



Электролитический конденсатор серии FH

### Основные технические характеристики:

- рабочий температурный диапазон –55...105°С;
- рабочее напряжение 6,3...50 В;
- емкость 10...680 мкФ;
- величина ESR 0,15...0,75 Ом;
- габаритные размеры (Ø): 6,3x7,7 мм; 8x10,2 мм; 10x10,2 мм.

Источник: <https://www.compel.ru/>

### Уважаемые читатели!

В связи с закрытием компаний «РОСПЕЧАТЬ» и «АПР» подписку на журнал на 2021 год можно оформить следующими способами:

1. Самый удобный способ! На сайте издательства «СОЛОН-Пресс» [www.solon-press.ru](http://www.solon-press.ru) удобным для вас способом онлайн-оплаты с оплатой по телефону, т.д., используя сервис РОБОКАССА.
2. Через любой банк (квитанцию для оплаты показана ниже)
3. На сайте журнала [www.remserv.ru](http://www.remserv.ru) на странице «Подписка».

На журнал можно подписаться в редакции.  
Подписка в редакции дешевле любой альтернативной подписки!

### СТОИМОСТЬ ПОДПИСКИ В РЕДАКЦИИ на 2021 год:

Для физических лиц	Для юридических лиц
на год — 4560 руб.; на полугодие — 2280 руб.	на год — 5880 руб.; на полугодие — 2940 руб.
Для этого Вам надо перевести (желательно через Сбербанк) на счет редакции согласно банковским реквизитам (необходимо сумму с обязательным указанием Вашего почтового адреса (в том числе почтового индекса) и оплачиваемых номеров журнала (бланк подписки прилагается)	Для этого Вам нужно отправить заявку в произвольной форме на электронной почте на адрес: <a href="mailto:rem@solon-press.ru">rem@solon-press.ru</a> . В ней указать реквизиты компании, заказываемые номера журнала и их количество

### СТОИМОСТЬ КОМПЛЕКТА ЖУРНАЛОВ (вместе с почтовой доставкой)

2015-2017 гг.	3600 руб.	любое полугодие — 1800 руб.	Стоимость электронной версии на CD:
2018 год	3720 руб.	любое полугодие — 1860 руб.	архив 1998-2005 г (4 диска) — 1000 руб.
2019 год	3840 руб.	любое полугодие — 1920 руб.	
2020 год	3960 руб.	любое полугодие — 1980 руб.	

## Издательство «СОЛОН-ПРЕСС» представляет

В этой книге рассматривается элементная база, архитектура и методика ремонта импульсных источников питания, применяющихся в современной технике.

В книге предоставлен актуальный материал (как теоретический, так и практический) достаточный для того, чтоб читатель научился понимать принципы работы устройства, познакомился с элементной базой и, как следствие, смог самостоятельно нарабатывать опыт диагностики и ремонта различных источников питания.

В приложении приводится информация о том, как определить и избежать покупки контрафактных компонентов. Также дана нормативно-правовая база деятельности мастерской по ремонту бытовой техники.

Книга ориентирована на инженеров, разработчиков электронной аппаратуры, преподавателей и студентов вузов и колледжей, специалистов по ремонту электронной техники (мастеров, сервисных инженеров), желающих систематизировать и углубить свои знания об импульсных источниках питания различных видов.



### Как купить книгу

Оформите заказ на сайте [www.solon-press.ru](http://www.solon-press.ru) или пришлите заявку на адрес [knp@solon-press.ru](mailto:knp@solon-press.ru).  
Телефоны для справок: 8 (495) 817-39-64, 8 (495) 817-39-65.  
Цены для предпочтительны действительны до 31.05.2021

Цена 590 руб.  
+ услуги почты

Извещение

Форма № ПД-4

ООО «СОЛОН-Пресс»

(наименование получателя платежа)

7724905367/772501001 40702810200070360021

(ИНН получателя платежа)

(номер счета получателя платежа)

Филиал «Корпоративный» ПАО «Совкомбанк»

БИК 044525360

(наименование банка получателя платежа)

Номер кор/сч. банка получателя платежа 30101810445250000360

за журнал «Ремонт & Сервис» № .20 год

(наименование платежа)

(номер лицевого счета (кош) заявителя)

Ф.И.О. плательщика:

Адрес плательщика:

Сумма платежа: руб. коп. Сумма платы за услуги: руб. коп.

Итого руб. коп. 20 г.

С условиями приема указанной в платежном документе суммы, в т.ч. с суммой взимаемой платы за услуги банка ознакомлен и согласен

Подпись плательщика

Кассир

ООО «СОЛОН-Пресс»

(наименование получателя платежа)

7724905367/772501001 40702810200070360021

(ИНН получателя платежа)

(номер счета получателя платежа)

Филиал «Корпоративный» ПАО «Совкомбанк»

БИК 044525360

(наименование банка получателя платежа)

Номер кор/сч. банка получателя платежа 30101810445250000360

за журнал «Ремонт & Сервис» № .20 год

(наименование платежа)

(номер лицевого счета (кош) заявителя)

Ф.И.О. плательщика:

Адрес плательщика:

Сумма платежа: руб. коп. Сумма платы за услуги: руб. коп.

Итого руб. коп. 20 г.

С условиями приема указанной в платежном документе суммы, в т.ч. с суммой взимаемой платы за услуги банка ознакомлен и согласен

Подпись плательщика

Квитанция

Кассир

✂ - линия отреза

19-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ЭЛЕКТРОНИКИ

# ChipEXPO-2021

КОМПОНЕНТЫ | ОБОРУДОВАНИЕ | ТЕХНОЛОГИИ

ВЫСТАВКА ПРОЙДЕТ



# 14-16.09



В ТЕХНОПАРКЕ ИННОВАЦИОННОГО ЦЕНТРА

# СКОЛКОВО



ТЕМАТИЧЕСКИЕ ЭКСПОЗИЦИИ:

- Экспозиция Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга России, включая:
  - экспозицию предприятий, являющихся изготовителями изделий, включенных в единый реестр российской радиоэлектронной продукции (Постановление Правительства РФ №878)
  - экспозицию разработок, созданных в рамках государственной программы «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013-2025 годы» (Постановление Правительства РФ №109)
  - экспозицию разработок, обеспечивающих выполнение приоритетных национальных проектов.
- Дивизионы кластера «Радиоэлектроника» ГК «Ростех»
- Стартапы в электронике
- Квалифицированные поставщики ЭКБ
- Консорциумы и дизайн-центры по электронике
- Участники конкурса «Золотой Чип»
- Корпорация развития Зеленограда

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:



МИНПРОМТОРГ  
РОССИИ



РОСЭА



ОРГАНИЗАТОРЫ:

Организаторы: ООО «СКОЛКОВО» (ИНН 50/0011011), ООО «СКОЛКОВО-ИННОВАЦИИ» (ИНН 50/0011012), ООО «СКОЛКОВО-ТЕХНОЛОГИИ» (ИНН 50/0011013)