

Глава 1

Блоки питания BN44-165A (IP-231135) и BN44-167A (SIP400B)

Внимание! Копирование и размещение данных материалов на Web-сайтах и других СМИ без письменного разрешения редакции преследуется в административном и уголовном порядке в соответствии с Законом РФ.

Модели ТВ: «Samsung LE32R81WX/XEC», «Samsung LE40R81WX/XEC», «Samsung LE40R86BDX/XEC»

Характеристики блоков питания

Блоки питания BN44-165A (IP-231135) и BN44-167A (SIP400B*) используются в ЖК телевизорах «Samsung LE32R81WX/XEC», «Samsung LE40R81WX/XEC», «Samsung LE40R86BDX/XEC» и в других моделях серии LE40xxx. В телевизоры может устанавливаться как оригинальный блок типа IP-231135A (производитель — Samsung Electro-Mechanics Co., Ltd) или его аналог типа SIP400B (производитель — Hansol LCD Inc.). Характеристики этих блоков почти идентичны и приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1. Электрические характеристики блоков питания

Характеристика	Блок IP-231135A	Блок SIP400B
Входное напряжение	100...240 В, 50/60 Гц, 4 А	
Выходные напряжения	+5,2 В/0,5 А, +5,4 В/4 А, +12 В/1,2 А, +13 В/2 А, 2100 В/100 мА* (инвертор)	+5,2 В/0,3 А, +5,4 В/3,5 А, +12 В/1 А, 13В В/ 1,5А, 1500 В/ 72 мА* (инвертор)

* — амплитудное значение

Блок питания IP-231135A

Внешний вид платы IP-231135A приведен на рис. 1.1. Функционально эту плату можно разделить на следующие узлы:

- сетевой фильтр и выпрямитель;
- корректор коэффициента мощности (Power Factor Corrector, далее — PFC или ККМ);

- основной (рабочий) источник питания;
- дежурный источник питания;
- DC/AC-конвертор питания электролюминесцентных ламп задней подсветки (Cold Cathode Luminescent Lampe, далее — CCFL).

Рассмотрим схемотехнику этих узлов более подробно. Принципиальная схема трех первых узлов приведена на рис. 1.2. Сетевой помехоподавляющий фильтр выполнен по стандартной схеме на основе П-образных индуктивно-емкостных фильтров (элементы CX801S-CX803S, LX801S LX802S). Вход фильтра шунтирован варисторами VX801S, VX802S (750 В), защищающими элементы источника от бросков входного напряжения. С выхода фильтра через сетевой выпрямитель BD801S CP810 сетевое напряжение подается на вход ККМ.

Корректор коэффициента мощности

Назначение этого узла — минимизация индуктивной составляющей нагрузки источника с целью увеличения его КПД и уменьшения импульсных помех, создаваемых этим источником. Проще говоря, ККМ корректирует форму потребляемого источником тока, приближая его к той, которая возникает при подключении к сети чисто активной нагрузки.

Этот узел выполнен на основе контроллера ККМ типа ICE 1PCS02 (UP801S) фирмы INFINEON. Схема работает в режиме непрерывных токов и представляет собой повышающий конвертор (Boost topology). Микросхема ICE 1PCS02 работает на фиксированной частоте 65 кГц, имеет встроенный опорный источник 5 В, схемы защиты от перенапряжения на входе, тока в нагрузке, выпускается в корпусах DIP-8 и SO-8.

* Обозначение по спецификации производителя

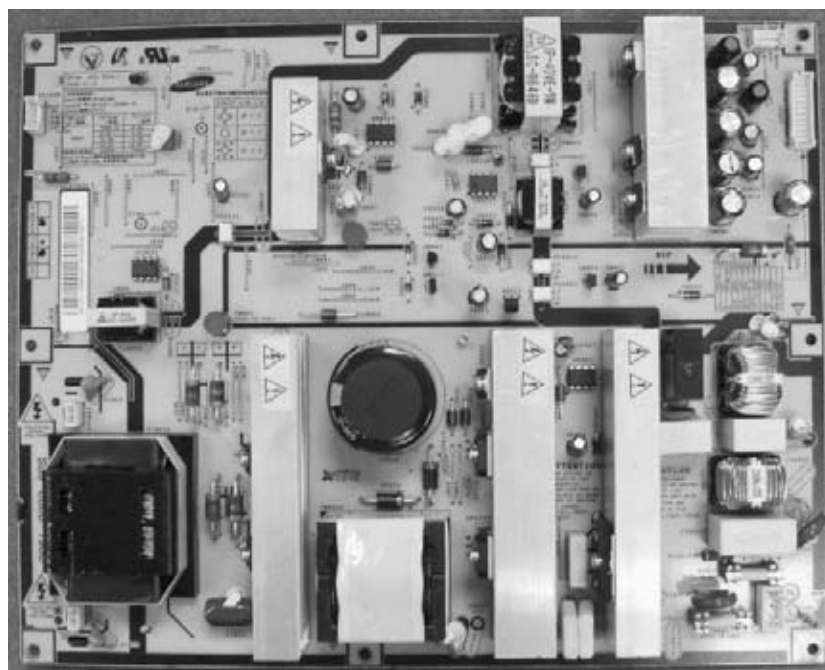


Рис. 1.1. Внешний вид платы блока питания IP-231 135A

Управляющий сигнал на выходе контроллера GATE (выв. 8) формируется при условии $V_{CC}=11,2\text{ В}$ (выв. 3), $V_{SENSE}>0,8\text{ В}$ (выв. 6) и $V_{INS}>1,5\text{ В}$ (выв. 4). Пусковой ток ИМС равен 200 мкА, рабочий — 18 мА. В дежурном режиме ($V_{SENSE}<0,8\text{ В}$) потребляемый ток равен 3 мА. При напряжении питания $V_{CC}<10,2\text{ В}$ ИМС выключается. В рассматриваемом блоке ИМС питается от стабилизатора 16 В на элементах QB813, ZB803, входящего в состав дежурного источника (принципиальная электрическая схема показана на рис. 1.3). Назначение выводов ICE 1PCS02 приведено в таблице 1.2.

Таблица 1.2. Назначение выводов микросхемы ICE 1PCS02

Номер вывода	Обозначение	Назначение
1	GND	Общий
2	ICOMP	НЧ фильтр схемы обратной связи по току
3	ISENSE	Вход обратной связи по току. Контролируется напряжение на датчике RP805 RP807
4	VINS	Вход обратной связи по напряжению
5	VCOMP	НЧ фильтр схемы обратной связи по напряжению
6	VSENSE	Вход напряжения обратной связи
7	VCC	Напряжение питания 9,4...21 В
8	GATE	Выход управляющего сигнала

Выходной ШИМ сигнал управляет силовым ключом — MOSFET-транзисторами QP801S,

QP802S типа 13N50S ($I_D=13,4\text{ А}$, $V_D=500\text{ В}$, $R_{DS(ON)}=0,43\text{ Ом}$ при $V_{GS}=10\text{ В}$ и $I_D=6,25\text{ А}$), включенными параллельно. В режиме накопления энергии ток течет с выхода выпрямителя через накопительные дроссели LB803, LB804 и открытые транзисторы на «землю». Разрядный диод DP803 в этот момент заперт. Когда транзисторы запираются, напряжение источника включается последовательно с ЭДС дросселей и через открытый диод DP803 подключается к нагрузке.

На выходе PFC формируется постоянное стабилизированное напряжение 385 В, которое подается на основной, дежурный источники и на инвертор питания CCFL.

Основной источник питания

Источник питания (см. принципиальную схему на рис. 1.2) вырабатывает постоянные стабилизированные напряжения 13, 12 и 5,4 В для питания узлов телевизора. Основа этого источника — ШИМ контроллер IC101 типа ICE 2BS01 фирмы INFINEON. Это контроллер импульсных источников с токовым управлением, в рабочем режиме он работает на фиксированной частоте 67 кГц, а в дежурном — на частоте 20 кГц. Количество внешних элементов для функционирования ИМС минимально — всего 5. Особенности этой микросхемы:

- блокировка при низком входном напряжении (гистерезис 8,5...13,5 В);

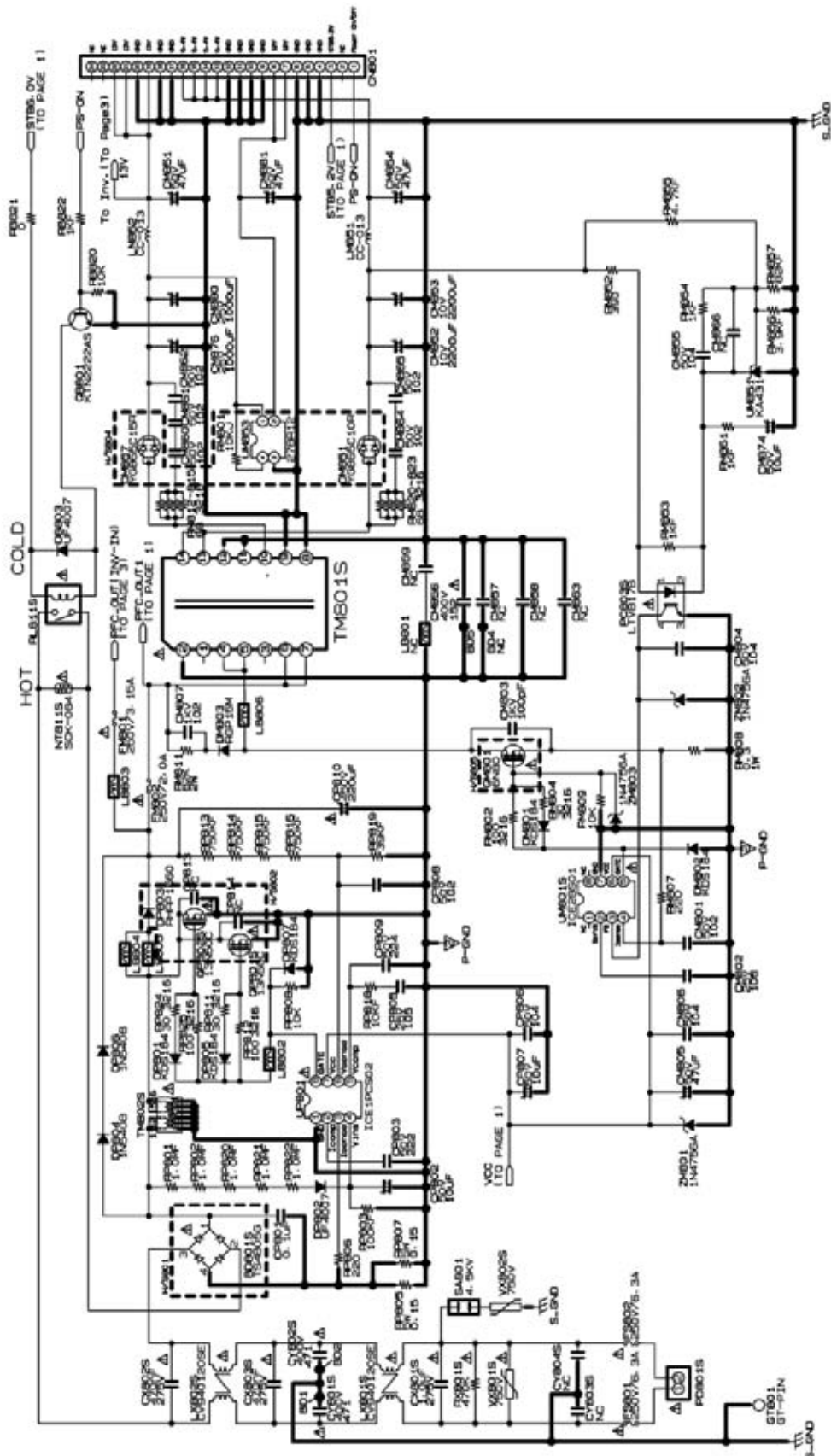


Рис. 1.2. Принципиальная электрическая схема блока питания IP-231135A. Сетевой фильтр, выпрямитель, корректор коэффициента мощности, основной источник питания

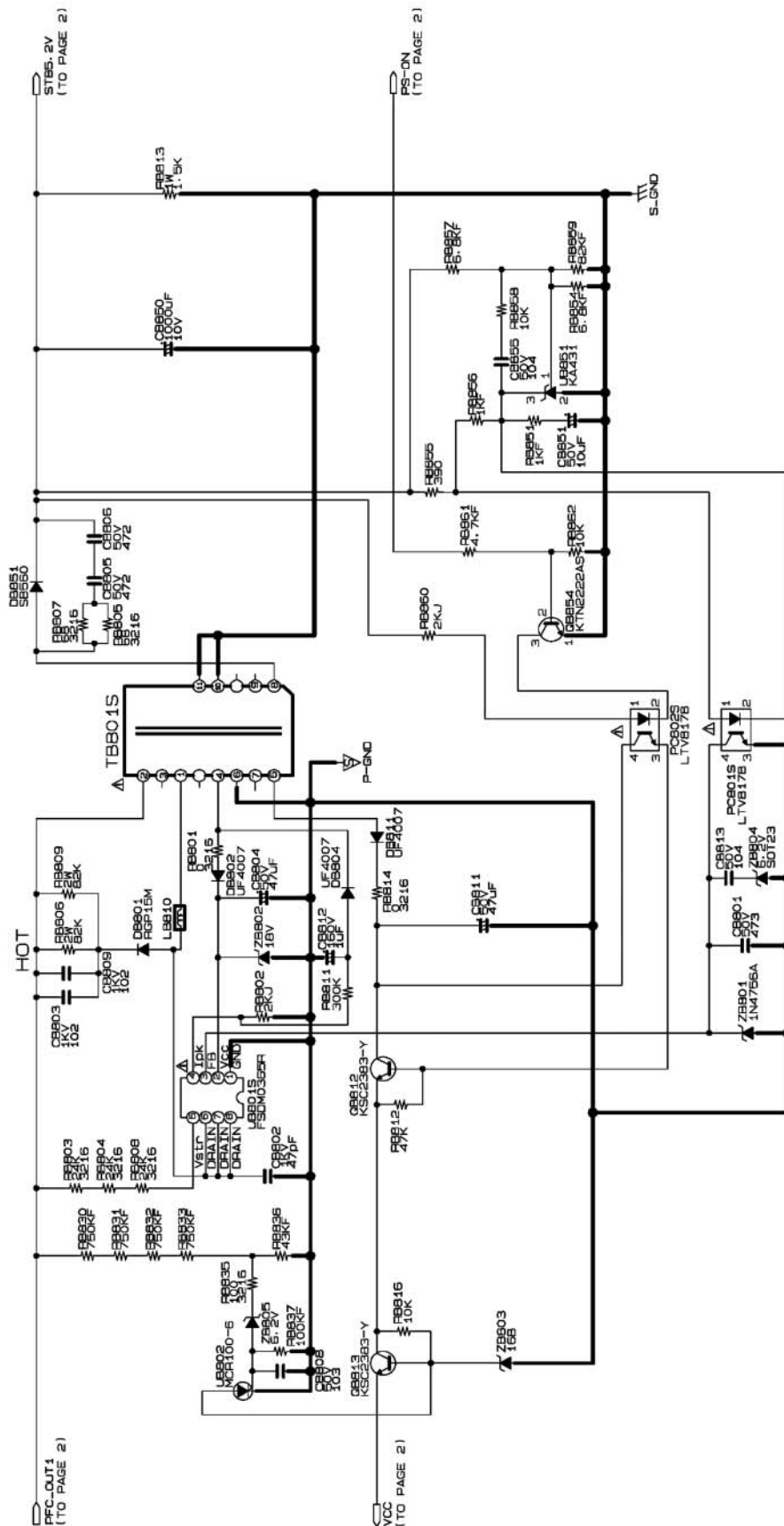


Рис. 1.3. Принципиальная электрическая схема блока питания IP-231135A.
 Дежурный источник питания

- максимальный рабочий цикл 72 %;
- низкое потребление в дежурном режиме;
- термозащита (140° С);
- перезагрузка при обрыве токовой петли;
- защита при перенапряжении на выходе через рестарт;
- регулируемое пиковое ограничение тока через силовой ключ;
- схема «мягкого» старта.

Назначение выводов ИМС ICE 2BS01 приведено в таблице 1.3.

Таблица 1.3. Назначение выводов микросхемы ICE 2BS01

Номер вывода	Обозначение	Назначение
1, 8	NC	Не подключены
2	SoftS	Вход схемы «мягкого старта» и управления рестартом. Подключается конденсатор, его емкость определяет время «мягкого» старта
3	FB	Вход напряжения обратной связи. Используется внутренним компаратором для управления рабочим циклом и схемой защиты
4	Isense	Вход контроля тока в первичной цепи
5	Gate	Выходной управляющий сигнал на внешний MOSFET-транзистор
6	VCC	Напряжение питания 8,5...21 В
7	GND	Общий

Токовое управление означает контроль рабочего цикла с помощью обратной связи по току в первичной цепи. Усиленный токовый сигнал обратной связи сравнивается с напряжением обратной связи, формируемым цепью из вторичного напряжения. Полученный в результате сравнения сигнал ошибки изменяет ширину управляющих импульсов (рабочий цикл) схемы, что приводит к стабилизации выходного напряжения преобразователя.

Как и в предыдущем случае (см. раздел «Корректор коэффициента мощности»), ИМС питается от стабилизатора 16 В QB813 ZB803 из состава дежурного источника.

Цепь обратной связи по напряжению из элементов UM851, PC101 контролирует вторичное напряжение 5,4 В и формирует напряжение обратной связи на выв. 3 UM801S. С токового датчика RM808, стоящего в цепи истока силового ключа QM801, снимается напряжение, пропорциональное току через ключ, и подается на выв. 4 UM801S. В результате сравнения этих сигналов вырабатывается напряжение ошибки, которое и определяет рабочий цикл схемы.

Частота преобразователя определяется величиной напряжения на входе FB UM801S (выв. 4). Если оно меньше 1,2 В, то это означает дежурный режим преобразователя, и его частота равна 20 кГц. Если напряжение на выв. 4 больше 1,7 В, это означает рабочий режим преобразователя и, соответственно, его рабочая частота равна 67 кГц.

Пиковое значение тока через MOSFET-транзистор ограничено на заданном уровне и контролируется по напряжению на выв. 4. Когда оно составляет 0,95...1,05 В, выходной драйвер микросхемы выключается.

Узел гашения переднего фронта сигнала (LEB) в составе микросхемы блокирует ШИМ в момент времени, когда MOSFET-транзистор полностью открыт и возможны импульсные выбросы в сигнале, что привело бы к нарушению цикла обратной связи. Постоянная времени гашения задается параметрами микросхемы и равна 220 нс.

Перегрузка на выходе преобразователя, обрыв в нагрузке, перенапряжение или перегрев кристалла фиксируются блоком защиты в составе ИМС — схемой-защелкой, которая выключает ШИМ модулятор и силовой ключ. Для исключения влияния импульсных помех и других факторов время задержки включения схемы-защелки равно 5 мкс. После выключения силового ключа начинает работать схема «мягкого» старта.

Выходной драйвер микросхемы выполнен по схеме тотемного каскада и имеет на входе защитный диод Зенера. Параметры сигналов драйвера: $I_{GATE} = -0,5/+0,7$ А (втекающий и вытекающий токи); $V_{GATELow(High)} = 0,95(11,5)$ В;

Основные параметры силового MOSFET-транзистора 6N80: $V_D = 800$ В, $I_{DM} = 23,2$ А, $I_D = 5,8$ А, $R_{DS(ON)} = 1,95$ Ом при $V_{GS} = 10$ В и $I_D = 2,9$ А.

Вторичные выпрямители основного источника выполнены по однополупериодной схеме. Напряжение 12 В формируется из вторичного напряжения 13 В с помощью интегрального стабилизатора UM853 типа 28R12.

Дежурный источник питания

От этого источника питаются некоторые узлы (в частности, управляющий микроконтроллер ТВ) в дежурном режиме, когда основные энергопотребляющие узлы (ЖК панель, инвертор) обесточены. Он вырабатывает напряжение 5,2 и 16 В, причем последнее используется для питания микросхем-контроллеров ККМ и основного

источника. Дежурный источник выполнен по схеме обратного преобразователя на основе контроллера FSDM0365K фирмы Fairchild Semiconductor. Микросхема выполнена по энергосберегающей технологии FPSTM и включает в себя полевой SenseFET-транзистор и ШИМ контроллер с токовым управлением, что позволяет снизить потребление в режиме ожидания и электромагнитное излучение (ЭМИ), а также сократить число внешних элементов. Особенности этой микросхемы:

- встроенный мощный полевой транзистор SenseFET, стойкий к лавинному пробую;
- экономичный пакетный режим (Burst Mode), обеспечивающий потребление 0,65 Вт при напряжении питания AC 240 В и мощности нагрузки 0,5 Вт;
- прецизионный генератор рабочей частоты 67 кГц;
- улучшенное ограничение пикового значения тока через SenseFET;
- схемы защиты OVP (Over Voltage Protection), OLP (Over Load Protection) и TSD (Thermal Shutdown) с рестартом;
- потребляемый рабочий ток 2,5 мА.

Назначение выводов микросхемы FSDM0365R приведено в таблице 1.4.

Напряжение питания микросхемы составляет 11...18 В (уровень OVP=20 В), рабочая частота микросхемы фиксирована и составляет 67 кГц. Принцип работы источника на основе подобной ИМС подробно рассмотрен в [1]. Отметим лишь некоторые особенности рассматриваемой схемы.

Источник питается напряжением с выхода сетевого выпрямителя (обозначение шины PFC_OUT). Дополнительный стабилизатор напряжения 16 В (от него питаются контроллеры PFC и основного источника) выполнен на элементах QB813, ZB813, он питается от обмотки 5-6 трансформатора TB801S, выпрямителя DB811 CB811 через ключ на транзисторе QB812. Ключ управляется сигналом микроконтроллера TB PS-ON через цепь гальванической развязки PC802S QB854. Когда сигнал PS-ON пассивен (низкий уровень 0 В), ключ QB813 закрыт и напряжение 16 В не формируется. В результате PFC и основной источник не работают, а энергопотребление минимально.

Основные параметры встроенного силового транзистора SenseFET: $V_D=650$ В, $I_{DM}=12$ А, $I_D=2$ А, $R_{DS}=3,6$ Ом при $V_{GS}=10$ В и $I_D=0,5$ А.

Таблица 1.4. Назначение выводов микросхемы FSDM0365R

Номер вывода	Обозначение	Назначение
1	GND	«Земля»
2	VCC	Напряжение питания микросхемы 12 В
3	Vfb	Напряжение обратной связи. Инверсный вход ШИМ компаратора. В стандартном включении сюда подключается коллектор транзистора оптрона цепи обратной связи и фильтрующий конденсатор (вторым выводом к «земле»). Если уровень на выводе превышает 6 В, срабатывает схема OLP и ШИМ выключается
4	l _{pk}	Вход регулировки ограничения тока через SenseFET-транзистор. Имеет внутренний резистор 2,8 кОм, подключенный к «земле». Втекающий ток 0,9 мА на этом выводе определяет ограничение тока на уровне 2,15 А
5	Vstr	Напряжение питания схемы старта — источника тока, которым заряжается внешний конденсатор, подключенный к выводу VCC. При достижении на нем уровня 12 В внутренний источник тока выключается
6-8	Drain	Сток мощного транзистора SenseFET. Подключается через обмотку импульсного трансформатора к выводу сетевого выпрямителя

Инвертор питания CCFL-ламп задней подсветки

Принципиальная схема этого узла приведена на рис. 1.4. Он выполнен по схеме несимметричного полумостового преобразователя. Нагрузкой полумоста на MOSFET-транзисторах MI801S, MI802S (тип 9N50C, см. характеристики в предыдущем разделе) служит первичная обмотка импульсного трансформатора TI801S. Транзисторы управляются противофазными сигналами драйвера UI807 типа LX1691A фирмы MICROSEMI. Ввиду того, что преобразователь питается высоким напряжением +385 В (подается с выхода ККМ, шина PFC_OUT), для защиты контроллера применена гальваническая развязка — трансформатор TI802S.

Назначение выводов микросхемы LX1691A приведено в таблице 1.5, а ее архитектура представлена на рис. 1.5.

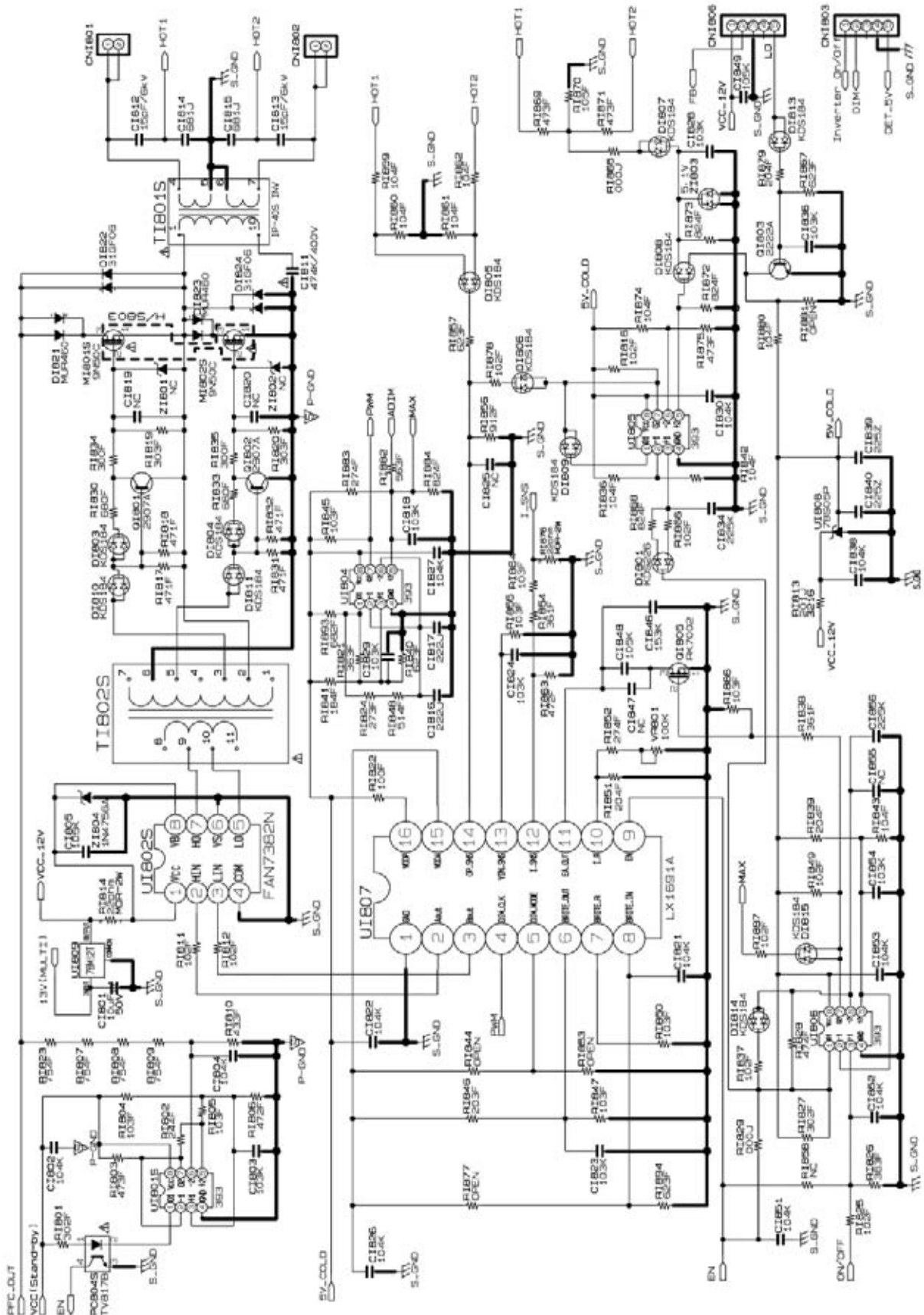


Рис. 1.4. Принципиальная электрическая схема блока питания IP-231135A. Инвертор питания CCFL-ламп задней подсветки

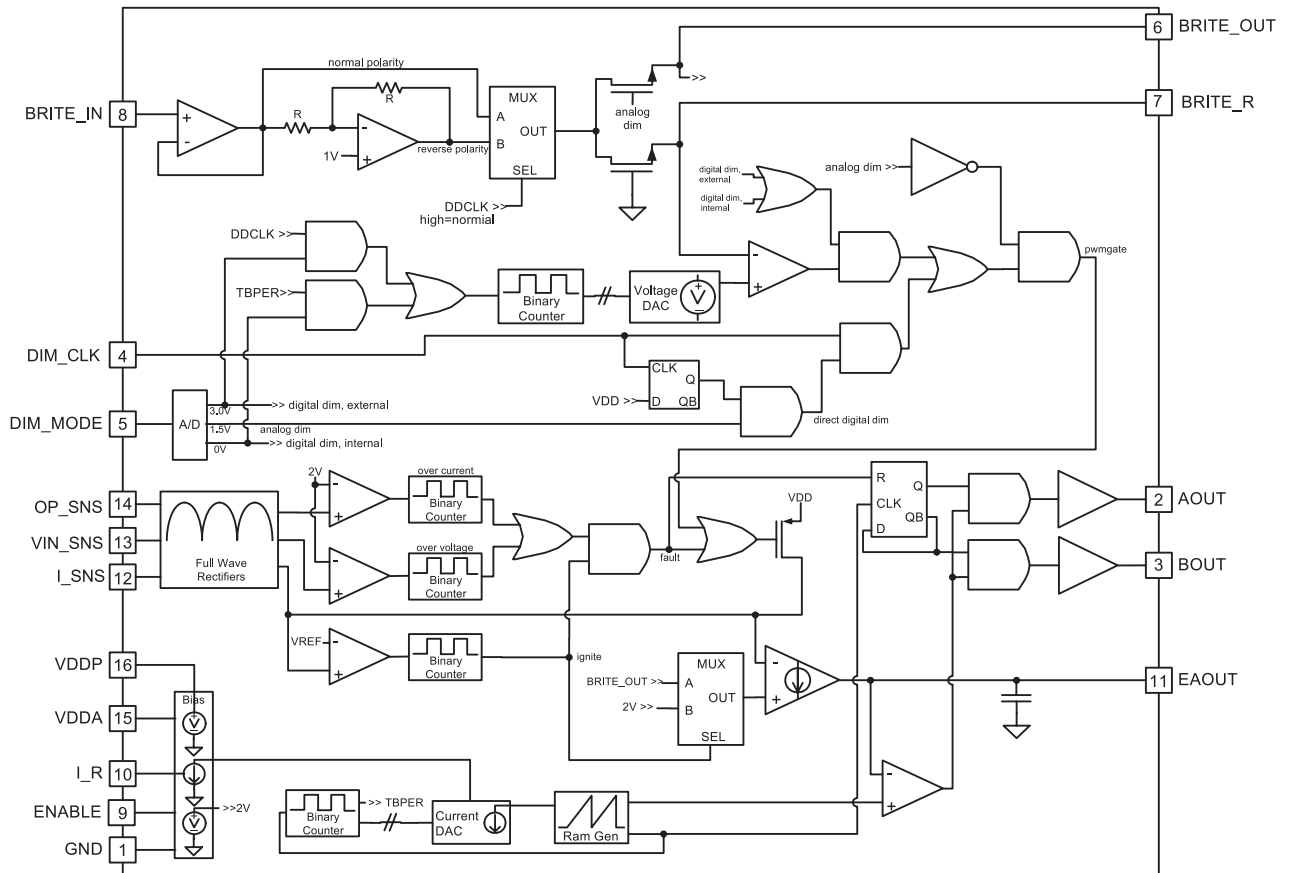


Рис. 1.5. Архитектура микросхемы LX1691A

Таблица 1.5. Назначение выводов микросхемы LX1691A

Номер вывода	Обозначение	Описание
1	GND	Общий («земля»)
2	AOUT	Выход A N-FET-драйвера. Подключен через внутренний резистор 10 кОм к VDDP. Пиковое значение тока ±100 мА
3	BOUT	Выход B N-FET-драйвера. Подключен через внутренний резистор 10 кОм к VDDP. Пиковое значение тока ±100 мА
4	DIM_CLK	Частота/полярность цифрового димминга (регулировка яркости, от англ. — Dimming). Вход управления для выбора частоты цифрового димминга. Может подключаться к VDDA или VSS или к тактовому сигналу до 1 МГц. Кроме того, используется для выбора полярности сигнала в режиме внутреннего тактирования при цифровом димминге. Если выбран аналоговый димминг (см. ниже Analog Dimming Mode), и этот вывод не подключен или подключен к шине VDDA, то выбирается обычная полярность димминга. Если вывод подключен к «земле», выбирается инверсная полярность димминга. Обычная полярность означает, что яркость лампы растет с увеличением напряжения на входе BRITE_IN, а обратная полярность — наоборот Если вход DIM_MODE не подключен и на вход DIM_CLK поданы НЧ импульсы, ток ламп изменяется пропорционально напряжению на входе BRITE_IN и рабочий цикл синхронизирован с сигналом DIM_CLK
5	DIM_MODE	Вход выбора режима димминга: 1. Аналоговый димминг. Вывод должен быть не подключен или подключен к шине VDDA/2. 2. Внутренний цифровой димминг. Вывод должен быть подключен к «земле». Частота генератора «вспышек» (это частота тока CCFL) получается делением частоты внутреннего генератора на 512, а рабочий цикл генератора прямо пропорционален напряжению на входе BRITE_IN. 3. Внешний цифровой димминг. Вывод подключен к шине VDDA. Частота генератора «вспышек» получается делением частоты внешнего сигнала на входе DD_CLK

Таблица 1.5. Назначение выводов микросхемы LX1691A (окончание)

Номер вывода	Обозначение	Описание
6	BRITE_OUT	Выход опорного источника тока регулировки яркости. В режиме аналоговой регулировки яркости сигнал на этом выводе формируется из мультиплексированных сигналов на входах BRITE_R и BRITE_IN. При подключении внешнего резистора между этим выводом и «землей» устанавливается минимальная яркость ламп
7	BRITE_R	Внешний резистор опорного источника тока регулировки яркости. При подключении этого вывода через резистор к шине VDDA выбирается минимальный рабочий цикл в режиме цифрового димминга. При подключении сенсора освещенности LX1970 к этому входу яркость регулируется в зависимости от внешней освещенности
8	BRITE_IN	Вход аналоговой регулировки яркости. Диапазон постоянного напряжения регулировки 0...2 В
9	ENABLE	Вход разрешения. Высокий уровень (VDDP) — разрешение, низкий (<0,3 В) — запрет
10	I_R	Внешний резистор внутреннего опорного источника тока. В зависимости от его номинала (40...100 кОм) можно регулировать частоту тока ламп от 60 до 250 кГц
11	EA_OUT	Выход усилителя ошибки. Сюда подключается внешний конденсатор (10...5000 пФ) для регулировки времени реакции инверторного модуля
12	I_SNS	Вход обратной связи по току. Подается вторичное напряжение, пропорциональное току ламп. Нормальный уровень — до ± 2 В. В течение времени поджига обеспечивается уровень 2 В на этом входе независимо от напряжения на входе BRITE_IN
13	VIN_SNS	Вход контроля перенапряжения на выходе. Контролируется напряжение на выходе инвертора, сигнал такой же, как и на входе OC_SNS. Превышение уровня 2 В вызывает блокировку ШИМ и выходного сигнала контроллера
14	OP_SNS	Вход контроля перегрузки по току. На вывод подается синусоидальное напряжение, пропорциональное вторичному напряжению инвертора. Это напряжение выпрямляется и подается на компаратор, сравнивается с опорным напряжением 2 В. При превышении опорного уровня выходной сигнал компаратора дополнительно управляет токовой обратной связью (вход ISNS) для ограничения тока. Если ненормальное состояние продолжается, инвертор выключается по превышению тока во вторичной цепи. Частотный диапазон входного сигнала — 10...500 кГц. Пиковое значение на этом выводе в диапазоне ± 10 В не вызывает выхода из строя контроллера
15	VDDA	Выход LDO-стабилизатора 3 В. Рекомендуется подключить к нему керамический конденсатор 1000 пФ на «землю». Допустимый выходной ток — 5 мА
16	VDDP	Напряжение питания микросхемы 3...5 В

В рассматриваемой схеме инвертора контроллер работает в режиме условной аналоговой регулировки яркости. Ток ламп прямо пропорционален напряжению на входе аналоговой регулировки BRITE_IN (выв. 8), но оно не изменяется — подается с делителя от опорного источника 3 В (выв. 15). Рабочий цикл схемы (соответственно, ток ламп и их яркость) прямо пропорционален цифровому ШИМ сигналу, подаваемому на вход DIM_CLK. Сигнал ШИМ формируется из аналогового сигнала DIM (поступает от управляющей схемы через контакт 2 CNI803) микросхемой UI804 (LM394), состоящей из двух ОУ. На одном ОУ (выв. 2, 3 — входы, выв. 3 — выход) реализован генератор пилообразного напряжения, а на втором ОУ (выв. 5, 6 — входы, выв. 7 — выход) — компаратор. С выхода компаратора ШИМ сигнал регулировки яркости подается на вход DIM_CLK (выв. 4). Инвертор включается сигналом ON/OFF (контакт 1 CNI803), из которого узлом на микросхеме UI806 вырабатывается сигнал EN и подается на вход разрешения UI807 — выв. 9. С помощью

переменного резистора VR801 регулируется номинальная частота тока ламп.

Выходные противофазные сигналы контроллера с выв. 2 и 3 подаются на входы драйвера UI802S (выв. 2 и 3), нагрузкой которого служит первичная обмотка импульсного трансформатора TI602S. С его вторичных обмоток управляющие напряжения через предусилители QI801, QI802, формирующие оптимальную форму напряжения, подаются на полумостовую схему, выполненную на N-канальных MOSFET-транзисторах MI801S, MI802S ($V_D=500$ В, $I_{DM}=36$ А, $I_D=9$ А, $R_{DS}=0,73$ Ом при $V_{GS}=10$ В и $I_D=4,5$ А). Схема питается постоянным напряжением +385 В с выхода PFC. Нагрузкой полумоста служит первичная обмотка высоковольтного трансформатора TI801S. С его вторичных обмоток снимаются напряжения псевдосинусоидальной формы и через соединители CNI801(2)S подаются на CCFL. С емкостных делителей, подключенных параллельно вторичным обмоткам TI801S, снимаются сигналы HOT 1(2) и через соответствующие цепи подаются на вход контроля токовой перегрузки —

выв. 14 UI807. Из этих же сигналов узлом на микросхеме UI805 формируется сигнал защиты при разрушении (обрыве в цепи, потере контакта в разъеме) одной из ламп, и контроллер выключается по входу EN (выв. 9).

Сигнал обратной связи по току FB снимается с датчика в цепи CCFL (на схеме не показан) и через контакт 1 CNI806 поступает на плату инвертора. Здесь (сигнал обозначен I_{SNS}) он через делитель подается на вход обратной связи по току I_{SNS} (выв. 12) UI807.

Все логические микросхемы и контроллер инвертора питаются напряжением 5 В (5V_COLD) от интегрального стабилизатора UI808 (78S05P), подключенного к основному источнику — каналу 12 В.

Блока питания SIP400B

Этот блок является аналогом рассматриваемого выше блока IP-231135A. Внешний вид платы блока питания SIP400 приведен на рис. 1.6.

Принципиальная электрическая схема PFC-контроллера этой платы приведена на рис. 1.7. Она почти совпадает со схемой аналогичного узла платы IP-231135A (рис. 1.2), поскольку выполнена на такой же микросхеме ICE PCS02 и особенностей не имеет.

Принципиальные электрические схемы основного и дежурного источников питания платы SIP400 приведены на рис. 1.8.

Основной источник, в отличие от предыдущей схемы, реализован на микросхеме ICM801 типа FSDM0565REW фирмы Fairchild Semiconductor. Микросхема выполнена по технологии CoolSET™-F3 и является более мощной версией контроллера FSDM0365K, на котором собран дежурный источник предыдущей платы, поэтому позволяет получить выходную мощность, достаточную для питания основных узлов телевизора (до 70 Вт при напряжении питания 230 В). Микросхема выполнена в корпусе TO-220F-6L.

Приведем параметры встроенного силового SenseFET-транзистора: $V_D=650$ В, $I_{DM}=11$ А, $I_D=2,8$ А, $R_{DS(ON)}=1,76$ Ом при $V_{GS}=10$ В и $I_D=2,5$ А.

Основные особенности ИМС FSDM0565REW:

- 650 В MOSFET-транзистор с технологией CoolMOS™ и ячеистой структурой;
- активный пакетный режим (burst mode) для низкого потребления в дежурном режиме;
- фиксированная частота преобразователя (67 кГц);
- авторестарт по перегреву кристалла, перенапряжению на выходе, низкому напряжению питания, перегрузке или обрыву в цепи нагрузки;
- схема «мягкого старта»;

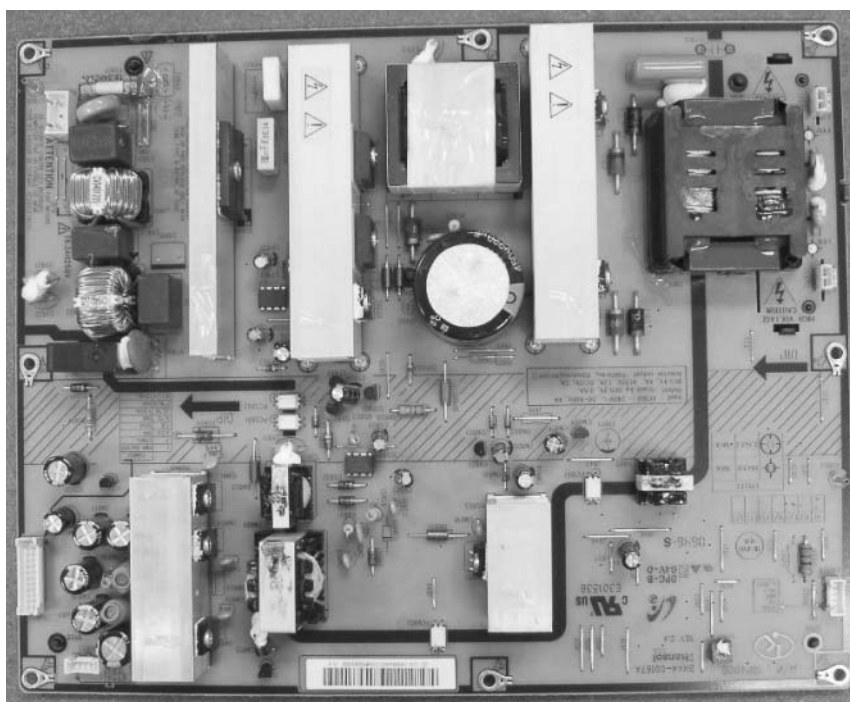


Рис. 1.6. Внешний вид платы блока питания SIP400