FSCQ0765RT

Квази-резонасный ключевой преобразователь с функциями энергосбережения фирмы Fairchild (FPS™)

Особенности

- Оптимизирована для квази-резонансных инверторов (QRC)
- Расширенный пакетный режим работы для уменьшения потребляемой мощности до 1Вт без нагрузки.
- Поцикловое огарничение тока (5А)
- Защита от перегрузки (OLP) - Автозапуск
- Защита от перенапряжения (OVP) - Автозапуск
- Защита от превышения тока (AOCP) - Блокировка
- Защита от перегрева (TSD) - Блокировка
- Блокировка при пониженном напряжении (UVLO) с гистерезисом
- Небольшой ток запуска (типовое значение: 25мкА)
- Небольшой потребляемый ток (типовое значение: 4мА)
- Встроенный высоковольтный ключ с датчиком тока (SenseFET)
- Встроенный мягкий старт (20мс)
- Расширенный квазирезонансный режим для широкого диапазона нагрузок

Выходная мощность		
Микросхма	230В ±15%(2)	85-265В
	Открытый(1)	Открытый(1)
FSCQ0765RT	100 Вт	85 Вт
FSCQ1265RT	170 Вт	140 Вт
FSCQ1565RT	210 Вт	170 Вт

Таблица 1. Примечания:
1. **Практически максимальная постоянная мощность в открытой конструкции при температуре среды 50°C.**
2. **230В или 100/115В с удвоителем.**

Применение

- Кабельное ТВ
- DVD пригрыватели
- ИБП для звуковых устройств

Описание

В целом, квази-резонансный инвертор (QRC) даёт более низкие помехи (EMI) и более высокую мощность по сравнению с обычным инвертером с жесткой коммутацией на фиксированной частоте. Поэтому он хорошо подходит для приложений, чувствительных к шуму, таких как цветной телевизор и аудио. FSCQ0765RT - это интегрированный контроллер с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) со встроенным ключём с датчиком тока (Sense FET), специально предназначенный для квазирезонансных автономных источников питания с переключением (SMPS) с минимальным количеством внешних компонентов. ШИМ контроллер включает в себя встроенный генератор фиксированной частоты, блокировку при уменьшении и увеличении напряжения питания, leading edge blanking (LEB), оптимизированный драйвер затвора, встроенный плавный пуск, термокомпесированные прецизионные источники тока для ОС и схемы самозащиты. По сравнению с дискретным решением на контроллере и ключе, он может снизить общую стоимость, количество компонентов, размер и вес, одновременно повышая эффективность, производительность и надежность системы. Это устройство является базовой платформой, хорошо подходящей для рентабельных конструкций квазирезонансных преобразователей обратного хода.

Типовая схема

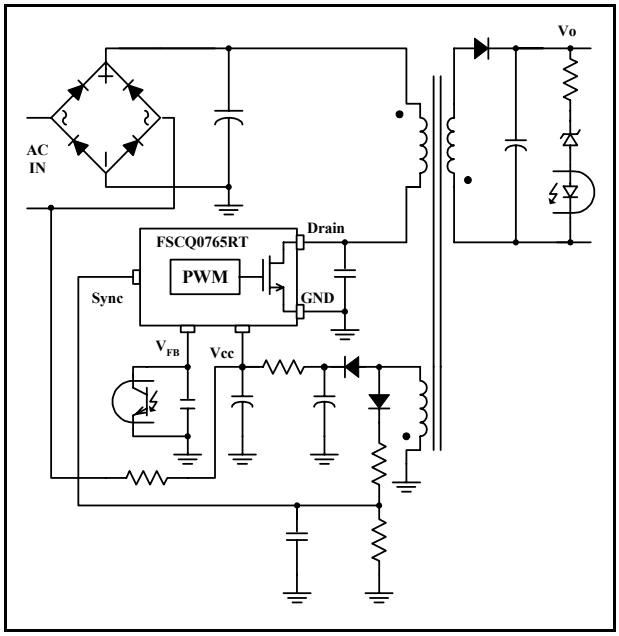


Рис 1. Типовая топология обратноходового преобразователя

©2004 Fairchild Semiconductor Corporation

Блок схема

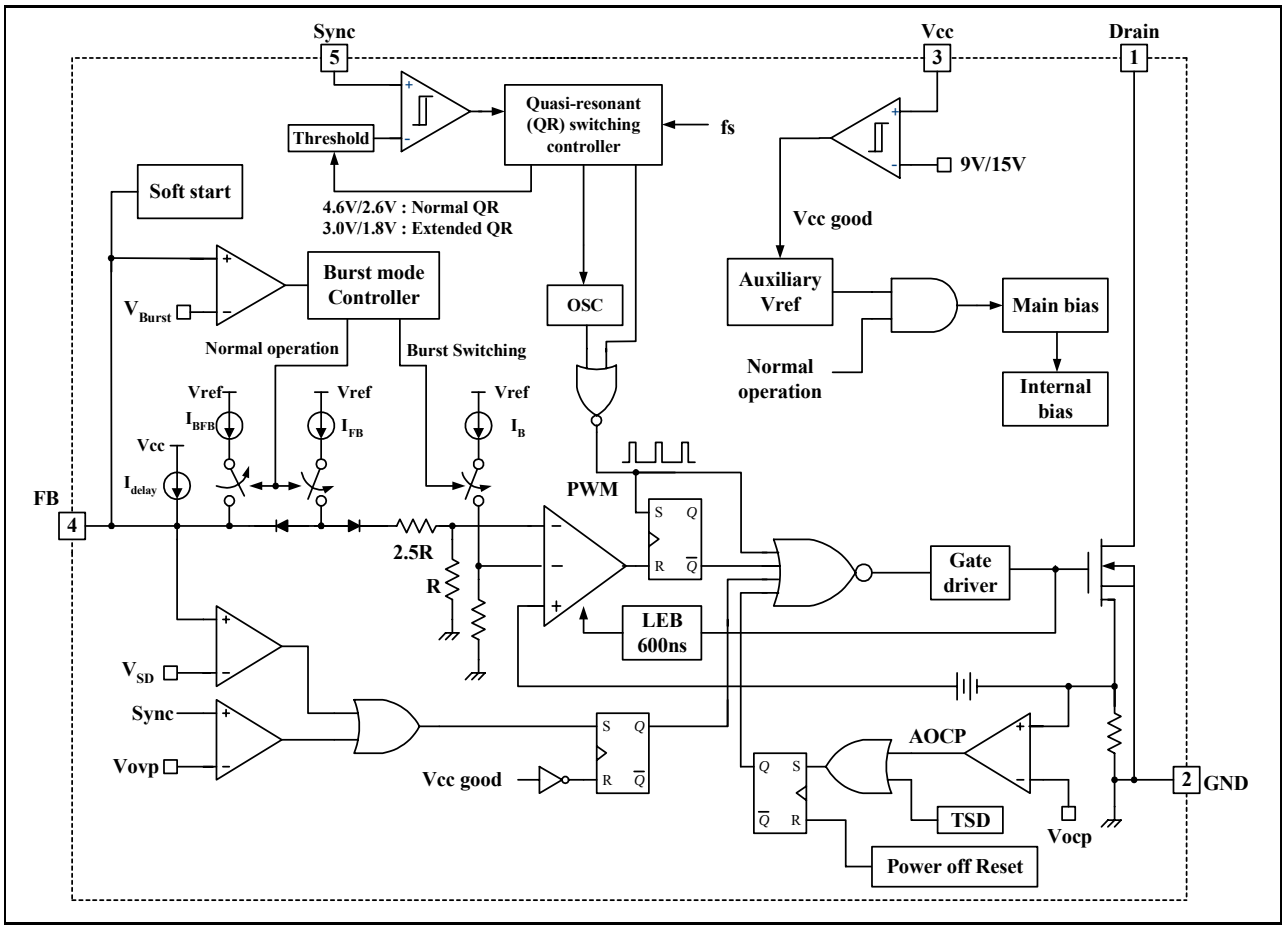


Рис 2. Функциональная блок схема FSCQ0765RT

Назначение выводов

Номер вывода	Название	Функциональное описание выводов
1	Drain	Высоковольтный вывод стока встроенноего ключа
2	GND	Общий вывод схемы управления и истока встроенного ключа
3	Vcc	Вывод напряжения питания контроллера. Обеспечивает внутренний рабочий ток как для запуска, так и для стационарного режима работы.
4	Vfb	Вывод ОС, внутри подключен к инвертирующему входу ШИМ компаратора. Коллектор оптопары обычно подключен к этому выводу. Для стабильной работы должен быть установлен конденсатор между этим выводом и GND. Если напряжение на выводе достигает 7,5 В, срабатывает защита от перегрузки, что приводит к отключению FPS.
5	Sync	Вывод внутри подключен к компаратору обнаружения синхронизации для квази-резонансного переключения. При нормальной квазирезонансной работе порог синхронизации компаратора составляет 4,6 В / 2,6 В. Между тем, порог синхронизации изменяется на 3,0 В / 1,8 В при расширенной квазирезонансной работе.

Конфигурация выводов

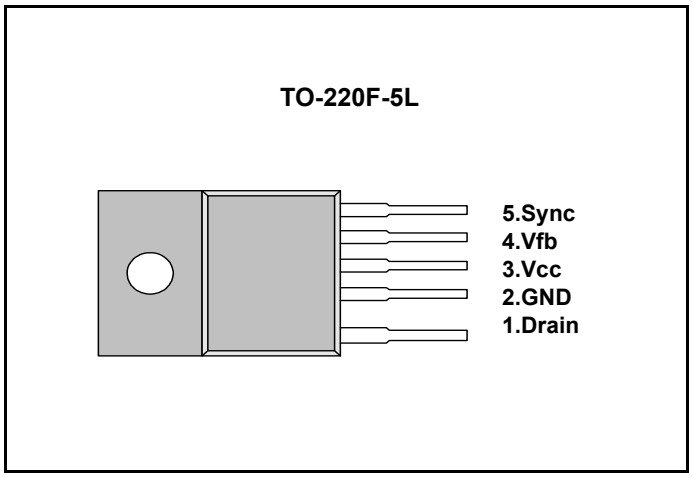


Рис 3. Конфигурация выводов (вид сверху)

Абсолютные максимальные значения параметров

(T среды = 25°C, если не указано другое)

Параметр	Символ	Значение	Ед. изм.
Наряжение Сток - Исток (GND) (1)	V_{DSS}	650	V
Напряжение Сток - Затвор (R_{GS}=1MΩ)	V_{DGR}	650	V
Напряжение Затвор - Исток (GND)	V_{GS}	±30	V
Импульсный ток Стока (2)	I_{DM}	15	A_{DC}
Энергия одиночного импульса (3)	E_{AS}	570	mJ
Постоянный ток Стока (Тк = 25°C)	I_D	3.8	A_{DC}
Постоянный ток Стока($T_к$=100°C)	I_D	2.4	A_{DC}
Напряжение питания	V_{CC}	20	V
Диапазон напряжений аналоговых входов	V_{sync}	-0.3 to 13V	V
	V_{FB}	-0.3 to V_{CC}	V
Общая рассеиваемая мощность	P_D	45	W
Рабочая температура кристалла	T_J	+150	°C
Рабочая температура среды	T_A	-25 to +85	°C
Диапазон температур при хранении	T_{STG}	-55 to +150	°C
Тепловое сопротивление	Rthjc	2.6	°C/W

Примечание:

1. T_j = 25°C to 150°C
2. Повторяющееся значение: Ширина импульса ограничена максимальной температурой кристалла
3. L = 21мГн, V_{DD} = 50В, R_G = 25Ω, начальная T_j = 25°C

Электрические характеристики встроенного ключа

(Tc=25°C если не указано другое)

Параметр	Символ	Условия	Мин.	Тип.	Макс.	Ед. изм.
Пробивное напряжение Сток Исток	BV_{DSS}	V_{GS} = 0V, I_D = 250μA	650	-	-	V
Ток стока при нулевом напряжении затвора	I_{DSS}	V_{DS} = Max, Rating, V_{GS} = 0V	-	-	200	μA
		V_{DS}= 0.8*Max., Rating V_{GS} = 0V, T_C = 85°C	-	-	300	μA
Сопротивление канала (Примечание)	$R_{DS(ON)}$	V_{GS} = 10V, I_D = 2.3A	-	1.4	1.6	Ω
Входная ёмкость	Ciss	V_{GS} = 0V, V_{DS} = 25V, f = 1MHz	-	1415	1840	pF
Выходная ёмкость	Coss		-	100	130	
Проходная ёмкость	Crss		-	15	20	
Время задержки включения	td(on)	V_{DD}= 0.5BV_{DSS}, I_D= 7.0A (MOSFET switching times are essentially independent of operating temperature)	-	25	60	ns
Длительность фронта	tr		-	60	130	
Время задержки выключения	td (off)		-	110	230	
Длительность спада	tf		-	65	140	
Общий заряд затвора (Затвор-Исток+Затвор-Сток)	Qg	V_{GS} = 10V, I_D = 7.0A, V_{DS} = 0.5BV_{DSS} (MOSFET Switching times are essentially independent of operating temperature)	-	40	52	nC
Заряд Затвор-Исток	Qgs		-	7	9.1	
Заряд Затвор-Сток (Миллер)	Qgd		-	12	17	

Примечание:

1. Импульсный тест : Длительность импульса ≤ 300мкс, К заполнения ≤ 2%

Электрические характеристики встроенного ключа

(Tc=25°C если не указано другое)

Параметр	Символ	Условия	Мин.	Тип.	Макс.	Ед. изм.
Параметры UVLO						
Пороговое напряжение запуска Vcc	V_{START}	V_{FB} = GND	14	15	16	V
Пороговое напряжение остановки Vcc	V_{STOP}	V_{FB} = GND	8	9	10	V
Парамтеры ключа						
Пробивное напряжение Сток-Корпус (Прим.4)	BVpkg	60HZ AC, Ta = 25°C	3500	-	-	V
Пробивное напряжение Сток-Исток	BVdss	Ta = 25°C	650	-	-	V
Ток утечки Сток-Исток	Idss	Vdrain = 400V, Ta = 25°C	-	-	200	uA
Параметры генератора						
Начальная частота	F_{OSC}	-	18	20	22	kHz
Зависимость от напряжения	F_{STABLE}	12V ≤ Vcc ≤ 23V	0	1	3	%
Тепературная сабильность (Прим.2)	ΔF_{OSC}	-25°C ≤ Ta ≤ 85°C	0	±5	±10	%
Максимальный коэффициент заполнения	D_{MAX}	-	92	95	98	%
Минимальный коэффициент заполнения	D_{MIN}	-	-	-	0	%
Параметры ОС						
Ток вывода ОС	I_{FB}	V_{FB} = 0.8V	0.5	0.65	0.8	mA
Напряжение выключения	V_{SD}	Vfb ≥ 6.9V	7.0	7.5	8.0	V
Ток задержки выключения	I_{DELAY}	V_{FB} = 5V	4	5	6	µA
Парамтеры защиты						
Защита отперенапряжения	V_{OVP}	Vsync ≥ 11V	11	12	13	V
Напряжение выкл. при перегрузке (Прим.2)	V_{OCL}	-	0.9	1.0	1.1	V
Температура выкл. при перегреве (Прим.4)	T_{SD}	-	140		-	°C

Примечание:

1. Этими параметрами являются ток, протекающий в схеме управления.
2. Эти параметры, хотя и гарантированы, протестированы только в процессе EDS (тест кристалла).
3. Эти парамтеры показывают ток дросселя
4. Эти параметры, хотя и гарантированы при проектировании, не тестируются в массовом производстве.

Электрические характеристики встроенного ключа (продолжение)

(Tc=25°C если не указано другое)

Параметр	Символ	Условия	Мин.	Тип.	Макс.	Ед. изм.
Параметры синхронизации						
Sync Threshold in normal QR (H)	V_{SH1}	Vcc = 16V, Vfb = 5V	4.2	4.6	5.0	V
Sync Threshold in normal QR (L)	V_{SL1}	Vcc = 16V, Vfb = 5V	2.3	2.6	2.9	V
Sync Threshold in extended QR (H)	V_{SH2}	Vcc = 16V, Vfb = 5V	2.7	3.0	3.3	V
Sync Threshold in extended QR (L)	V_{SL2}	Vcc = 16V, Vfb = 5V	1.6	1.8	2.0	V
Частота вкл. расширенного режима QR	F_{SYH}		-	90	-	kHz
Частота выкл. расширенного режима QR	F_{SYL}		-	45	-	kHz
Параметры пакетного режима						
Напряжение вкл. пакетного режима	V_{BEN}		0.25	0.40	0.55	V
Ток перехода в пакетный режим	I_{BFB}		60	100	140	uA
Время переключения в пакетный режим	T_{BS}	V_{FB} = 0V	1.2	1.4	1.6	ms
Время удержания пакетного режима	T_{BH}	V_{FB} = 0V	1.2	1.4	1.6	ms
Параметры мягкого запуска						
Время запуска (Прим.2)	T_{SS}		18	20	22	ms
Парамтеры ограничения тока (самозащита)						
Ограничение аикового тока (Прим.3)	I_{LIM}	-	4.4	5.0	5.6	A
Ограничение тока пакет. режима (Прим.4)	I_{BPK}	-	0.65	0.9	1.15	A
Общие параметры						
Ток запуска	I_{START}	V_{CC} = V_{START}-0.1V	-	25	50	uA
Постоянный ток блокировки	I_{SL}	V_{CC} = V_{STOP}-0.1V	-	50	100	uA
Рабочий ток (Прим.1)						
- нормальный режим	I_{OP}	Vfb = 2V, V_{CC} = 18V	-	4	6	mA
- пакетный режим (без перекючения)	I_{OB}	Vfb = GND, V_{CC} = 18V	-	0.25	0.50	mA

Примечание:

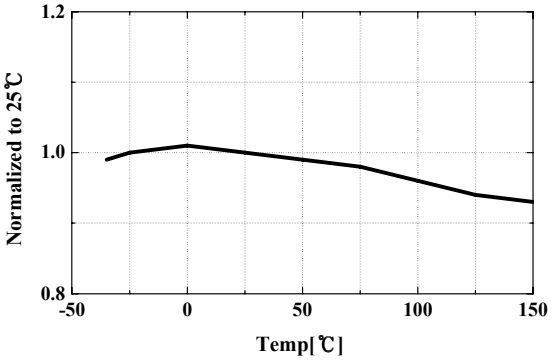
1. Этими параметрами являются ток, протекающий в схеме управления.
2. Эти параметры, хотя и гарантированы, протестированы только в процессе EDS (тест кристалла).
3. Эти парамтеры показывают ток дросселя
4. Эти параметры, хотя и гарантированы при проектировании, не тестируются в массовом производстве.

Отличия между KA5Q0765RT и FSCQ0765RT

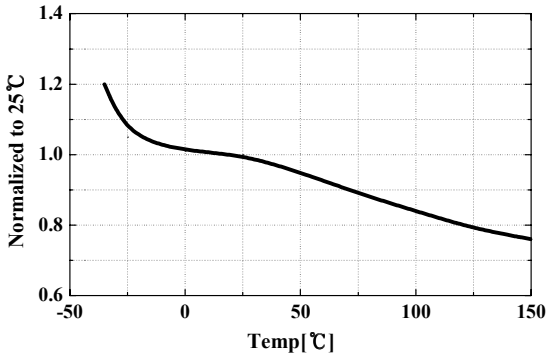
Функция	KA5Q0765RT	FSCQ0765RT	Преимущества FSCQ0765RT
Ток запуска	Макс. 200 мкА	Макс. 50 мкА	Низкое энергопотребление в режиме простоя
Рабочий ток	Тип. 10 мА	Тип. 4 мА	Рабочий ток уменьшается в пакетном режиме для уменьшения потерь в режиме ожидания - Normal operation : 4mA - Burst mode with switching : 4mA - Burst mode without switching : 0.25mA
Пакетный режим	QR режим	Фиксированная частота (20kHz)	
Регулировка выхода в режиме ожидания	Упр. Vcc с гистерезисом	Контроль ОС по Uвых.	Легко определить выходное напряжение в режиме ожидания
Выходное падение напряжения в пак. реж	около половины	Любой уровень	Снижение энергопотребления в режиме ожидания снижением выходного напряжения
Рег. первичной стороны	Доступно	Нет	
Мягкий запуск	Нет	Доступно	Встроенный мягкий старт (20ms)
Extended Quasi-resonant switching	Нет	Доступно	- Гарантирует широкий диапазон нагрузки - Высокий КПД при высоком напряжении сети

Электрические характеристики

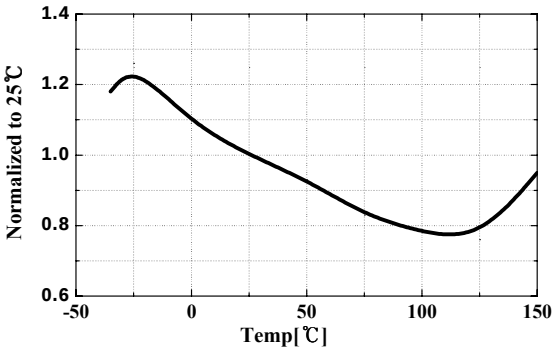
Рабочий потребляемый ток



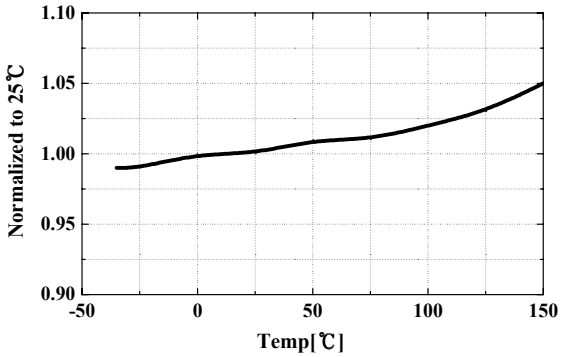
Потребляемый ток пакетного режима(без переключения)



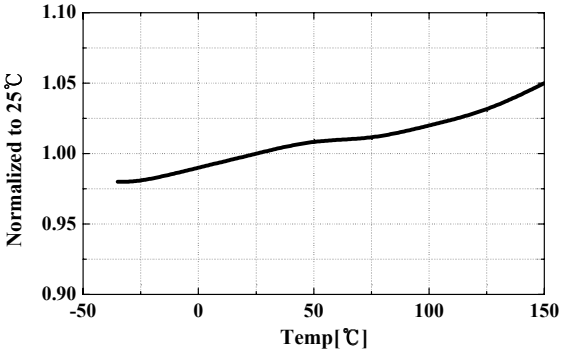
Ток запуска



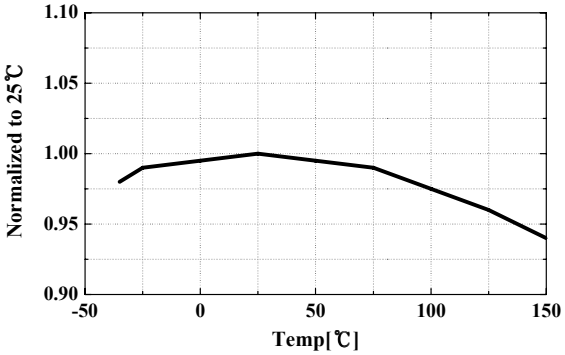
Пороговое напряжение запуска



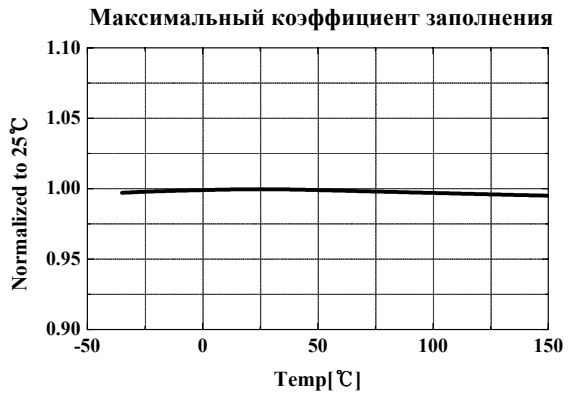
Пороговое напряжение останова

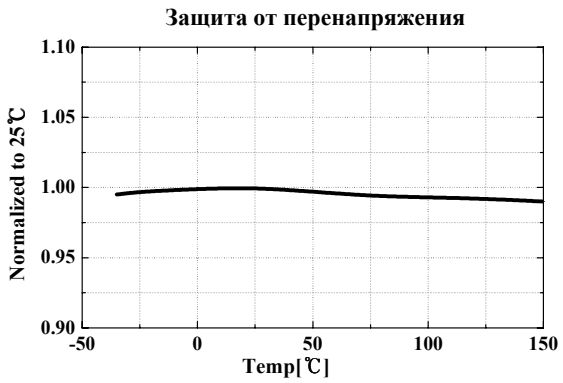


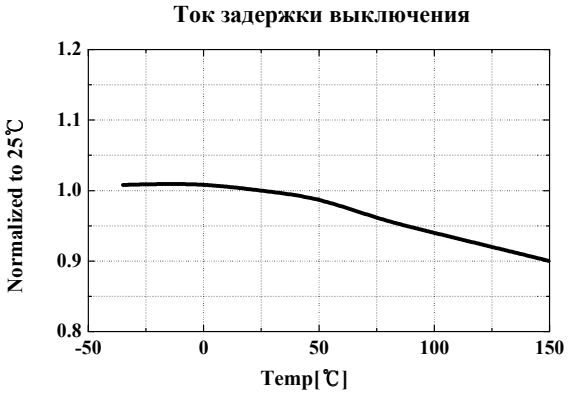
Начальная частота

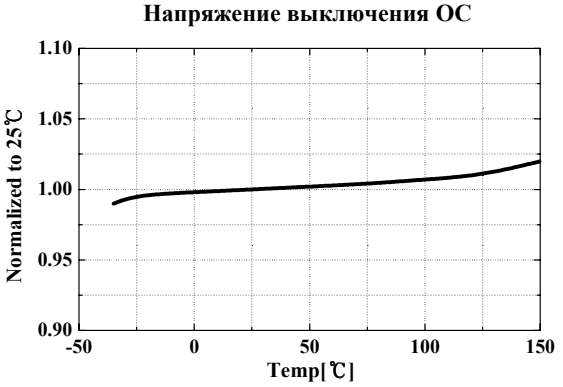


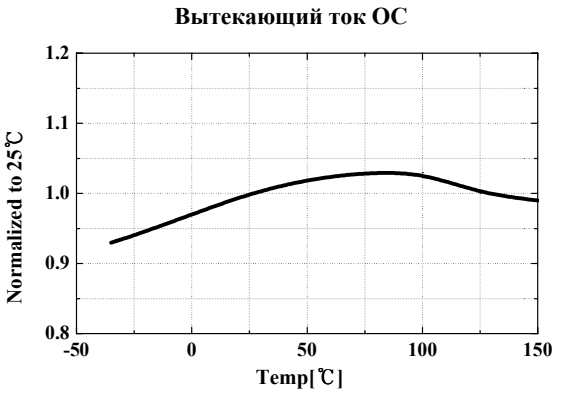
Электрические характеристики

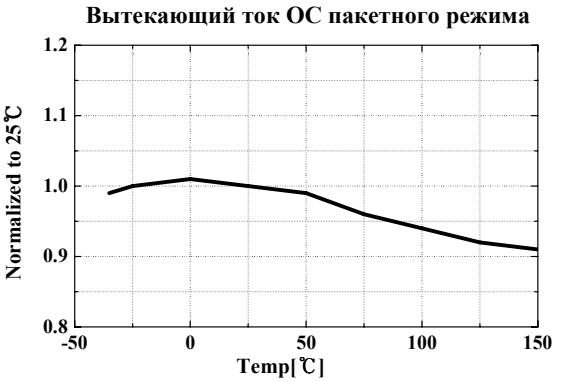




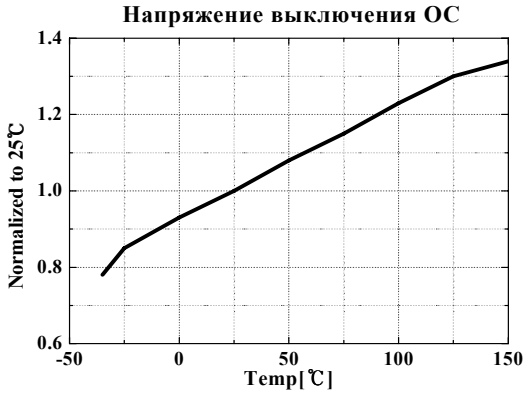


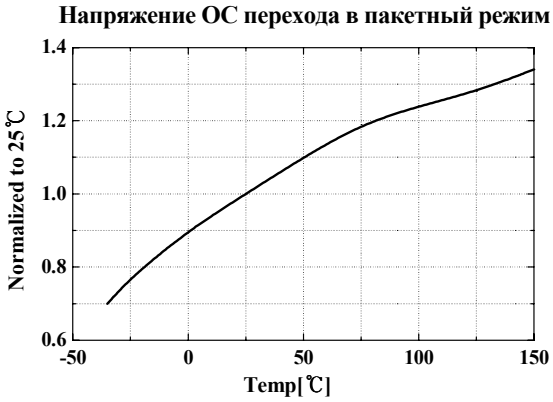


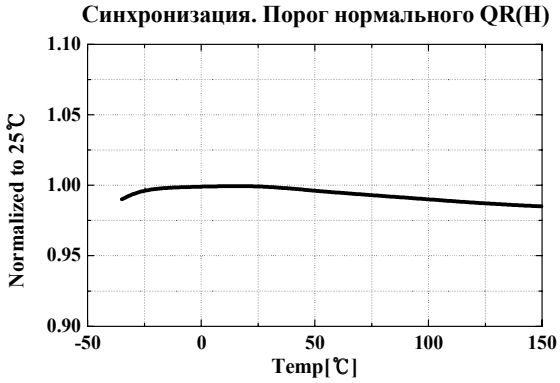


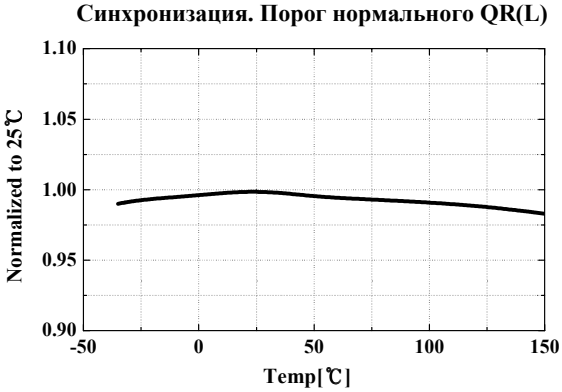


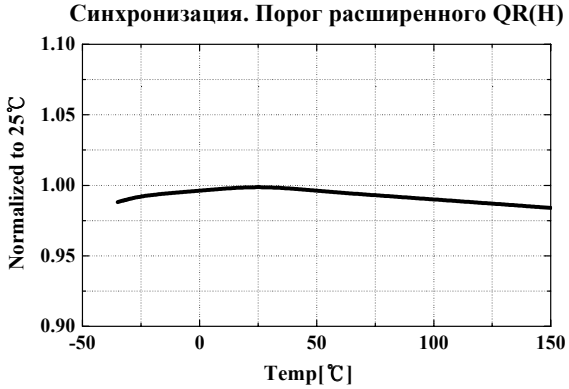
Электрические характеристики

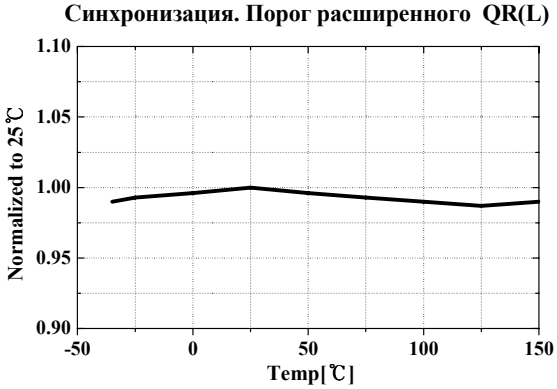












Функциональное описание

1. **Запуск** : Рис. 4 показывает типовую схему запуска и вспомогательную обмотку трансформатора для применения FSCQ0765RT. Перед запуском ИС потребляет только ток запуска (обычно 25 мкА), а ток, подаваемый от сети переменного тока, заряжает внешний конденсатор (Ca1), который подключен к выходу Vcc. Когда Vcc достигает начального напряжения 15 В (VSTART), ИС начинает работать, а потребляемый ток увеличивается до 4 мА. Затем ИС продолжает свою нормальную работу, и мощность, требуемая для этого устройства, подается от вспомогательной обмотки трансформатора, если Vcc не опускается ниже минимального рабочего напряжения 9 В (VSTOP). Чтобы гарантировать стабильную работу ИС, Vcc имеет блокировку напряжения (UVLO) с гистерезисом 6 В. На рисунке 5 показана зависимость между рабочим током питания FSCQ0765RT и напряжением питания (Vcc).

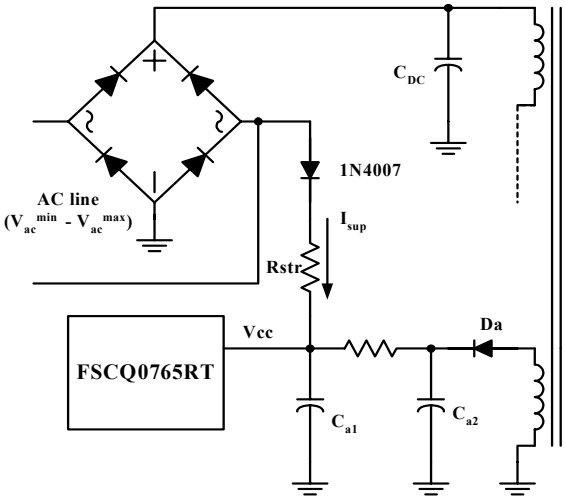


Рис 4. Схема запуска

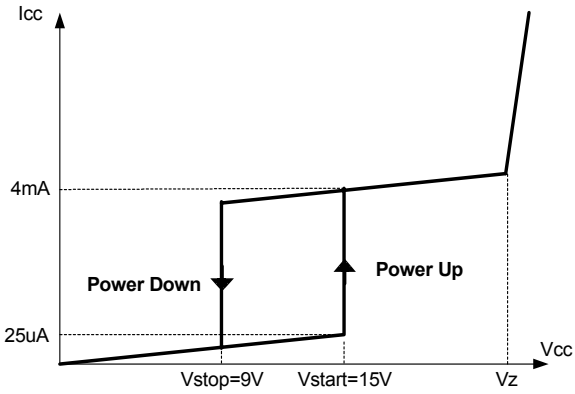


Рис 5. зависимость рабочего тока от напряжения питания (Vcc)

Минимальное среднее значение тока, потребляемого от сети, определяется выражением:

$$I_{sup}^{avg} = \left(\frac{\sqrt{2} \cdot V_{ac}^{min}}{\pi} - \frac{V_{start}}{2} \right) \cdot \frac{1}{R_{str}}$$

где V_{ac}^{min} - минимальное напряжение сети, V_{start} - напряжение запуска (15V) и Rstr - резистор запуска.

Резистор запуска должен выбираться так, что бы I_{sup}^{avg} был больше, чем максимальный ток запуска (50uA).

После определения значения резистора максимальные потери в нём определяются выражеием:

$$Loss = \frac{1}{R_{str}} \cdot \left(\frac{(V_{ac}^{max})^2 + V_{start}^2}{2} - \frac{2\sqrt{2} \cdot V_{start} \cdot V_{ac}^{max}}{\pi} \right)$$

где V_{ac}^{max} - максимальное напряжение сети. Резистор запуска должен иметь надлежащую номинальную мощность рассеивания.

2. **Синхронизация:** FSCQ0765RT использует квазирезонансную технологию для минимизации шумов и потерь при переключении. В этом методе конденсатор (Cr) добавляется между стоком и истоком МОП-транзистора, как показано на Рис 6. Основные формы сциллограмм квазирезонансного преобразователя показаны на Рис 7. Внешний конденсатор уменьшает нарастающее напряжение на стоке, чтобы уменьшить EMI, вызванные отключением MOSFET. Чтобы минимизировать потери переключения, ключ следует включить, когда напряжение стока достигнет минимального значения, как показано на Рис 7.

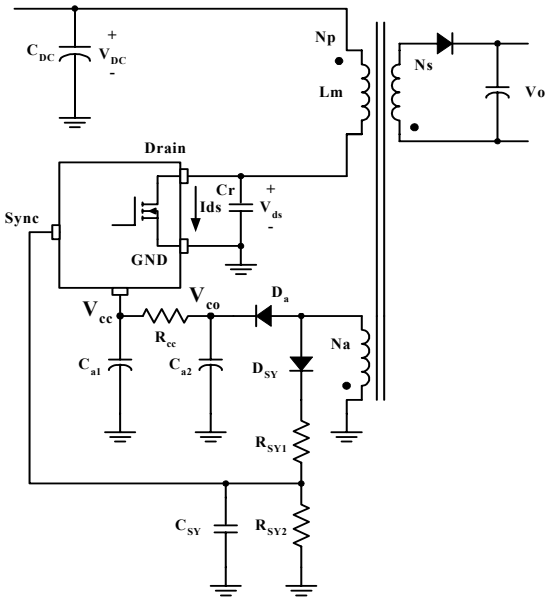


Figure 6. Схема синхронизации

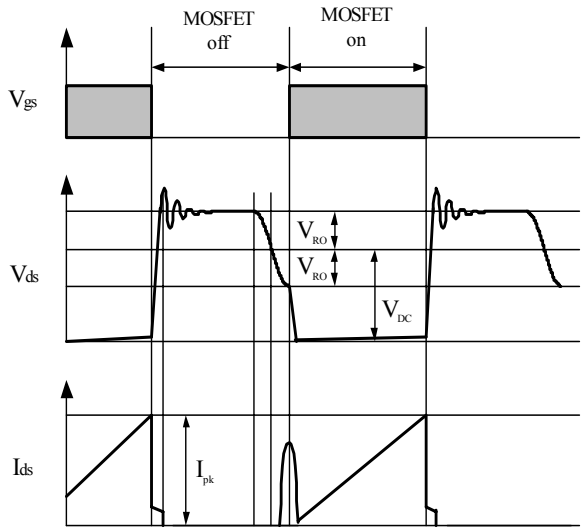


Рис 7. Осциллограммы квази-резонансного режима

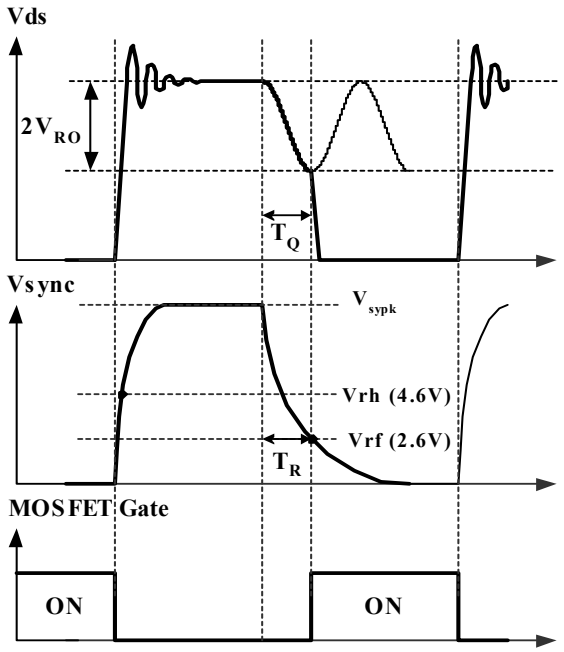


Рис 8. Осциллограммы нормального квази-резонансного режима

Минимальное напряжение на стоке опосредованно контролируется напряжением обмотки Vcc, как показано на Рис 6 и Рис 8. Делитель напряжения RSY1 и RSY2 следует выбирать так, чтобы пиковое напряжение сигнала синхронизации (Vsypk) было ниже напряжения OVP (12 В), чтобы избежать срабатывания OVP при нормальной работе. Обычно, значение Vsypk устанавливается ниже напряжения OVP на 3-4В (не более 8...9В).
Чтобы определить оптимальное время включения MOSFET, необходимо определить синхронизирующий конденсатор (CSY), чтобы длительность TR была такой же, как и TQ, как показано на Рис 8.
Длительности TR и TQ вычисляются в выражениях:

$$T_R = R_{SY2} \cdot C_{SY} \cdot ln\left(\frac{V_{co}}{2.6} \cdot \frac{R_{SY2}}{R_{SY1} + R_{SY2}}\right)$$

$$T_Q = \pi \cdot \sqrt{L_m \cdot C_{eo}}$$

$$V_{co} = \frac{N_a \cdot (V_o + V_{FO})}{N_s} - V_{Fa}$$

где L_m - индуктивность первичной обмотки трансформатора, N_s и N_a - количество витков выходной обмотки и обмотки питания Vcc. V_{Fo} и V_{Fa} - падение напряжения на выходном диоде и диоде питаия Vcc, и Ceo - суммарная ёмкость MOSFET (100...130 пФ) и внешнего конденсатора Cr.

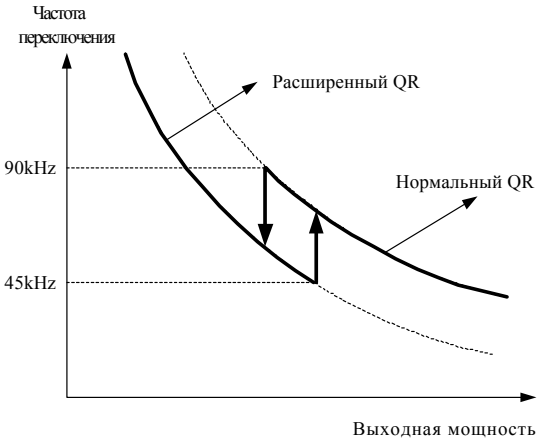


Рис 9. Расширенный квази-резонансный режим

В общем случае квазирезонансный преобразователь имеет ограничение по частоте в широком диапазоне нагрузок, так как частота переключения увеличивается с уменьшением нагрузки, что приводит к серьезным потерям при переключении в условиях малой нагрузки. Чтобы преодолеть это ограничение, FSCQ0765RT может переключаться в расширеый квазирезонансный режим. На Рис. 9 показано изменение режима между нормальной квазирезонансной работой и расширенной квазирезонансной работой. Из нормальной квазирезонансной работы FSCQ0765RT переходит в расширенную квазирезонансную работу, когда частота переключения превышает 90 кГц при уменьшении нагрузки. Затем МОП-транзистор включается, когда напряжение стока достигает второго минимального

уровня, как показано на Рис.10, что снижает частоту коммутации. Как только FSCQ0765RT входит в расширенный квазирезонансную режим, первый синхросигнал игнорируется. После применения первого сигнала синхронизации пороговые уровни изменяются с 4,6В и 2,6В на 3В и 1,8В соответственно, а время включения MOSFET синхронизируется со вторым синхросигналом. FSCQ0765RT возвращается к своей нормальной квазирезонансной работе, когда частота переключения достигает 45 кГц при увеличении нагрузки

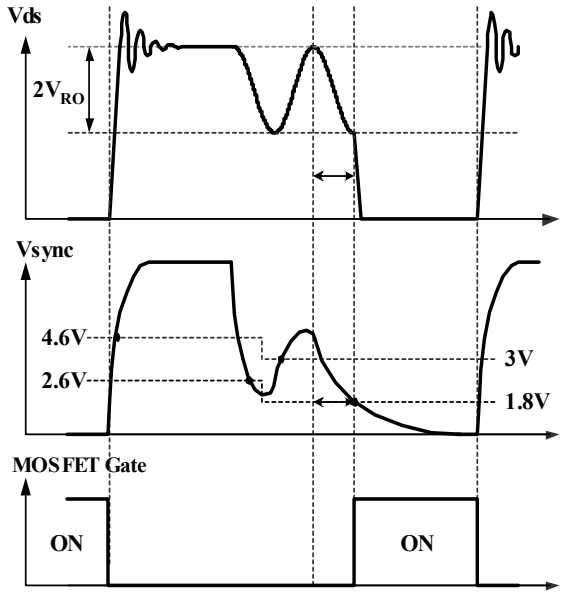


Рис 10. Осциллограммы расширенного квази-резонансного режима

3. **Управление обратной связью**:
FSCQ0765RT использует управление режимом, как показано на Рис. 11. Оптрон (PC817A) и шунтирующий стабилизатор (TL431) обычно используются для реализации цепи обратной связи. Сравнение напряжения обратной связи с напряжением на резисторе Rsense плюс напряжение смещения позволяет контролировать цикл переключения. Когда напряжение на регулирующем выводе TL431 превышает внутреннее опорное напряжение 2.5V, то ток светодиода оптрона возрастает, снижая напряжение обратной связи и уменьшая длительность рабочего цикла. Это событие обычно происходит при увеличении входного напряжения или уменьшении выходной нагрузки.

3.1 Поцикловое ограничение тока:
Поскольку используется управление токовым режимом, пиковый ток через Sense FET ограничен инвертирующим входом ШИМ-компаратора (Vfb *), как показано на Рис. 11. Ток обратной связи (IFB) и внутренние резисторы выбраны таким образом, что максимальное напряжение на катоде диода D2 составляет около 2.8 В, что происходит, когда весь входной ток (IFB) протекает через внутренние резисторы. Поскольку D1 блокируется, когда напряжение обратной связи (Vfb) превышает 2.8 В, максимальное напряжение катода D2 определяется этим напряжением, тем самым ограничивая Vfb*. Следовательно, максимальное значение тока через Sense FET ограничивается.

3.2 Задержка срабатывания защиты по току(LEB):
В момент включения внутреннего Sense FET появляется большой ток через него, вызванный разрядом резонансного конденсатора и восстановлением диодов выходных выпрямителей. Чрезмерное напряжение на резисторе Rsense приведет к неправильной работе обратной связи. Чтобы устранить этот эффект, FSCQ0765RT использует схему задержки срабатывания токовой защиты (LEB). Эта схема блокирует ШИМ-компаратор в течение короткого времени (TLEB) после включения Sense FET.

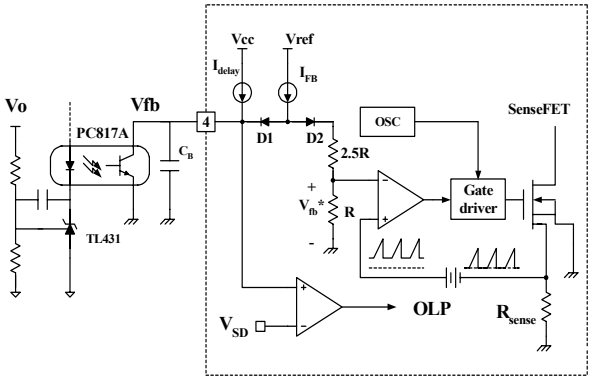


Рис. 11. Схема реализации ШИМ (PWM)

Схема защиты:
FSCQ0765RT имеет несколько функций самозащиты. Это защиты от перегрузки (OLP), аномального превышения тока (AOCP), превышения напряжения (OVP) и перегрева (TSD).
OLP и OVP - это режимы автоматического перезапуска, в то время как TSD и AOCP - это режимы блокировки. Поскольку эти схемы защиты полностью интегрированы в ИС без внешних компонентов, надежность может быть улучшена без увеличения стоимости.
- Режим автозапуска: при неисправности, ШИМ выклю.чается, и Sense FET остается выключенным. Это приводит к падению Vcc. Когда оно падает до уровня блокировки останова (UVLO) 9V, защита сбрасывается, и FSCQ0765RT потребляет только ток запуска (25uA). Затем конденсатор Vcc заряжается, так как ток, подаваемый через резистор запуска, больше, чем ток, потребляемый FPS. Когда Vcc достигает начального напряжения 15 В, FSCQ0765RT возобновляет свою нормальную работу. Если состояние неисправности не устранено, SenseFET снова выключается, а Vcc падает, чтобы снова сбросить защиту. Таким образом, автоматический перезапуск будет блокировать работу Sense FET до тех пор, пока не будет устранена неисправность (см. Рис. 12).
- Режим блокировки: при срабатывании защиты работа прекращается, и Sense FET остается выключенным до тех пор, пока не будет отключено сетевое напряжение. Напряжение питания Vcc будет меняться от 9В до 15В. Блокировка сбрасывается только тогда, когда Vcc становится ниже 6 В после отключения сети.

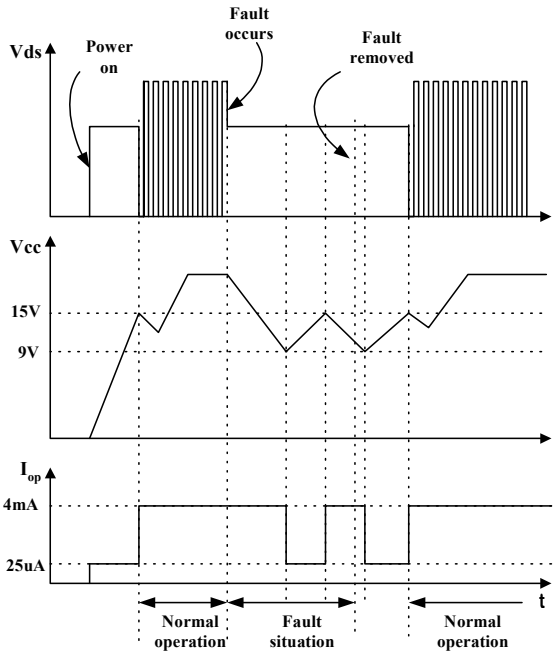


Рис 12. Режим автозапуска

4.1 Защита от перегрузки (OLP):
Перегрузка происходит при превышении тока нагрузки из-за неожиданного аномального события. В этом случае схема защиты должна предотвратить повреждение SMPS. Однако, даже если SMPS находится в нормальной работе, при перепадах нагрузки схема защиты от перегрузки может срабатывать. Чтобы избежать этого, схема защиты срабатывает только через определенное время, чтобы определить, произошла перегрузка или был переходный процесс. Из-за возможности ограничения по импульсному току максимальный пиковый ток через Sense FET ограничен, и поэтому максимальная входная мощность ограничена заданным входным напряжением. Если выход потребляет больше этой максимальной мощности, выходное напряжение (Vo) уменьшается ниже установленного напряжения. Это уменьшает ток через светодиод оптрона, который также уменьшает ток транзистора оптрона, что увеличивает напряжение обратной связи (Vfb). Если Vfb превышает 2.8V, D1 блокируется, и источник тока 5uA начинает заряжать конденсатор C_B медленно до Vcc. В этом состоянии Vfb продолжает увеличиваться до достижения 7,5 В, когда операция переключения заканчивается, как показано на Рис.13. Время задержки отключения - это время, необходимое для зарядки конденсатора C_B от 2,8 В до 7,5 В током 5 мкА. В общем, время задержки 20 ~ 50 мс типично для большинства приложений. Эта защита реализована в режиме автоматического перезапуска.

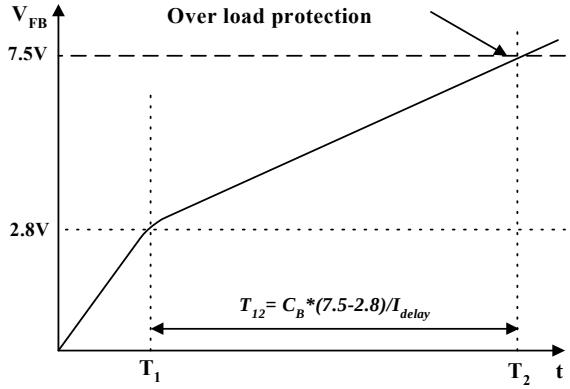


Рис 13. Защита от перегрузки

4.2 Аномальная защита по току (AOCP):
При замыкании выходных выпрямительных диодов или выводов трансформатора из-за задержки срабатывания токовой защиты (LEB) через SenseFET может проходить крутой перепад тока с чрезвычайно высоким значением di/dt. Несмотря на то, что у FSCQ0765RT есть защита от перегрузки (OLP), недостаточно защитить FSCQ0765RT в этом ненормальном случае, так как через SenseFET будет протекать ток до срабатывания OLP. FSCQ0765RT имеет внутреннюю схему аномальной защиты от перегрузки по току (AOCP), как показано на Рис. 14. Когда напряжение включения подается на затвор Sense FET, блок AOCP включен и контролирует ток через токозадающий резистор. Затем напряжение на резисторе сравнивается с предустановленным уровнем AOCP. Если напряжение на токозадающем резисторе больше уровня AOCP, напряжение включения блокируется, что приводит к отключению SMPS. Эта защита реализована в виде блокировки без автозапуска.

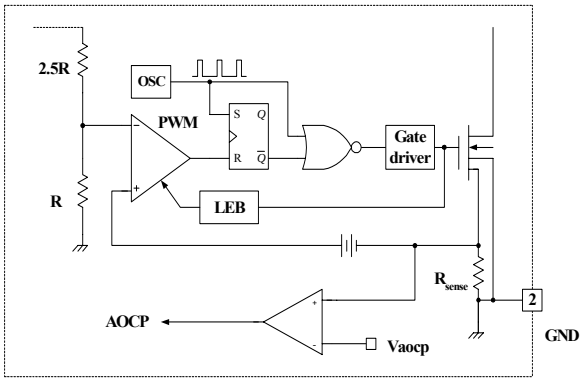


Рис 14. Аномальная защита по току (AOCP)

4.3 Защита от превышения напряжения (OVP):
Если при неисправности цепь обратной свзи будет разорвана, ток через транзистор оптрона становится почти нулевым. При этом напряжение Vfb увеличивается так же, как и с избыточной нагрузкой, заставляя заданный максимальный ток подаваться на SMPS до тех пор, пока не сработает защита от перегрузки.

Поскольку на выход подается больше энергии, чем требуется, выходное напряжение может превышать номинальное напряжение до срабатывания защиты от перегрузки, что приводит к поломке устройств на вторичной стороне. Для предотвращения этой ситуации используется схема защиты от перенапряжения (OVP). В общем, пиковое напряжение сигнала синхронизации пропорционально выходному напряжению, а FSCQ0765RT использует синхросигнал вместо прямого контроля выходного напряжения. Если сигнал синхронизации превышает 12 В, срабатывает схема защиты OVP, что приводит к отключению SMPS. Чтобы избежать нежелательного запуска OVP во время нормальной работы, пиковое напряжение синхросигнала должно быть рассчитано на уровень ниже 12 В. Эта защита реализована в режиме автоматического перезапуска.

4.4 Защита от перегрева (TSD):
SenseFET и ШИМ контроллер встроены в один корпус. Это упрощает контроль ИС для обнаружения аномальной температуры SenseFET. Когда температура превышает приблизительно 150°C, срабатывает защита от перегрева. Эта защита реализована как блокировка без автозапуска.

5. Мягкий старт:
FSCQ0765RT имеет встроенную схему плавного пуска, которая увеличивает длительность импульсов ШИМ, постепенно увеличивая входное напряжение вместе с током SenseFET после его запуска. Типовое время плавного пуска - 20 мсек. Длительность импульса постепенно увеличивается, чтобы установить правильные условия работы трансформаторов, дросселей и конденсаторов. Это также помогает предотвратить насыщение трансформатора и уменьшить напряжение на выходных выпрямительных диодах во время запуска. Для быстрого увеличения выходного напряжения, вводится опорный ток смещения.

6. Пакетный режим:
Для минимизации энергопотребления в режиме ожидания, FSCQ0765RT использует пакетный режим работы. После перехода в этот режим, уменьшаются все выходные напряжения и эффективная частота переключения.
На Рис. 15 показана типовая схема обратной связи для использования в кабельном ТВ. В нормальнои режиме напряжение включения подается и транзистор Q1, что исключает элементы R3, Dz и D1 из цепи обратной связи. Следовательно, выходное напряжение Vo1 будет определяться резисторами R1 и R2, согласно выражения:

$$V_{o1}^{norm} = 2.5 \cdot \left(\frac{R_1 + R_2}{R_2}\right)$$

В режиме ожидания напряжение включения пропадает и транзистор Q1 выключается, подсоединяя элементы R3, Dz и D1 к выводу управления KA431. В этом случае выходное напряжение Vo2 определяется напряжением пробоя стабилитрона. Предполагая, что падение прямого напряжения D1 равно 0,7 В, Vo2 в режиме ожидания приблизительно определяется выражением:

$$V_{o2}^{stby} = V_Z + 0.7 + 2.5$$

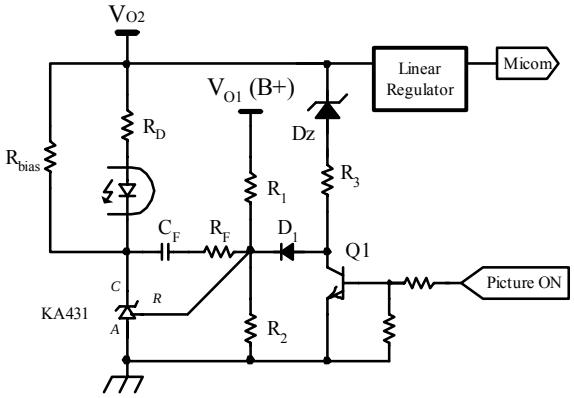
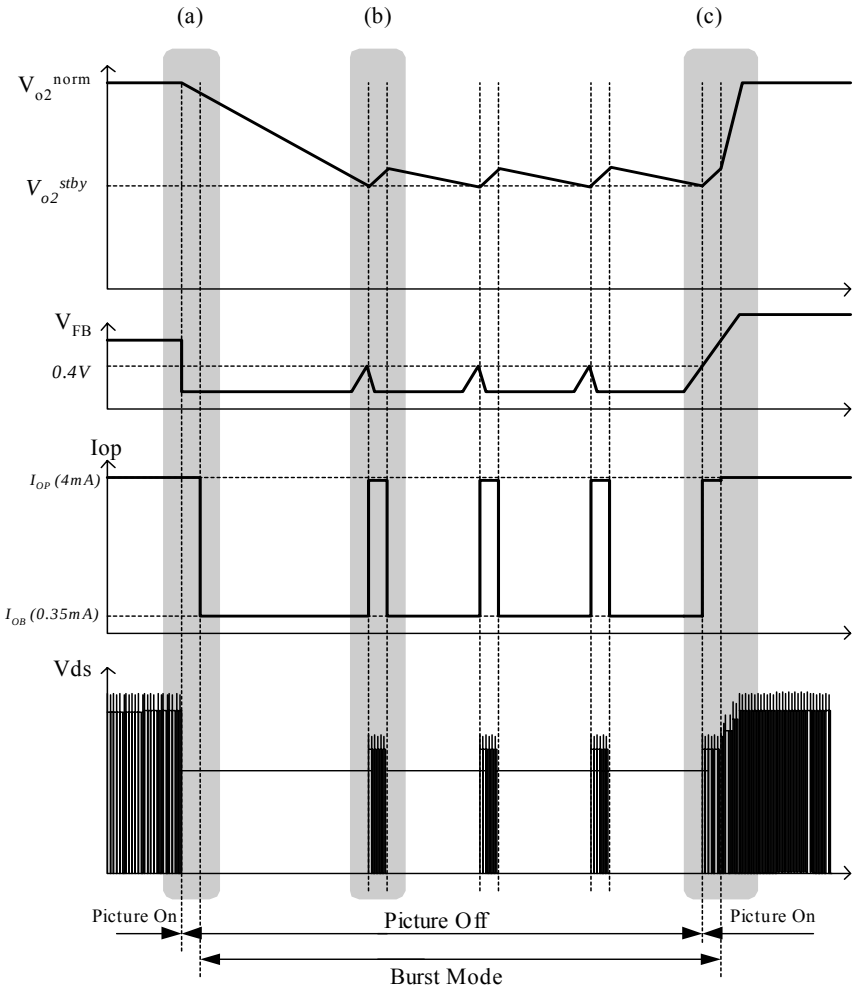
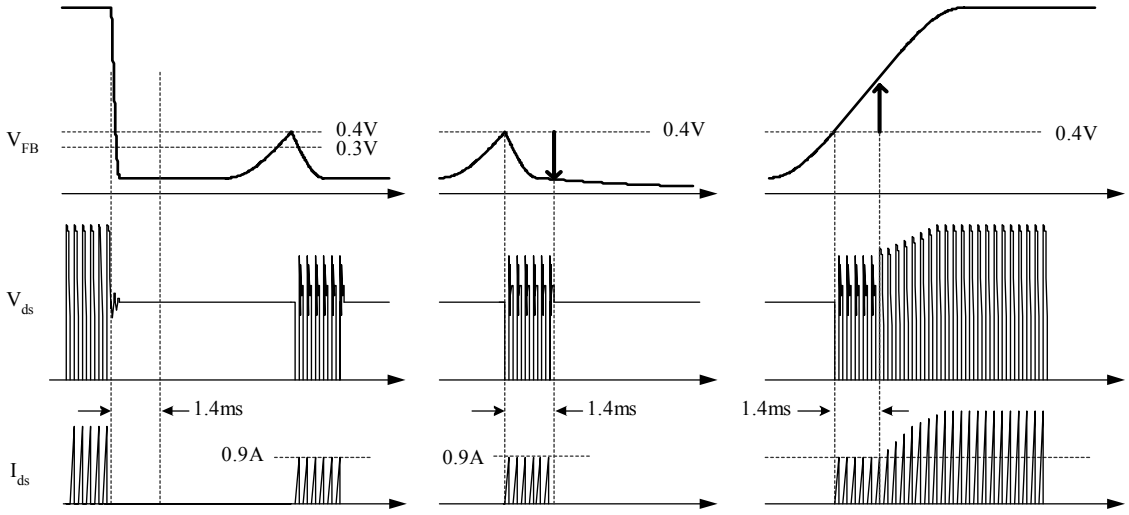


Рис 15. Типовая схема ОС для уменьшения выходного напряжения в режиме ожидания.

На рисунке 16 показаны осциллограммы пакетного режима. Когда напряжение включения пропадает то транзистор Q1 выключается, подсоединяя элементы R3, Dz и D1 к выводу управления KA431 через D1. Перед переходом Vo2 в Vo2stby, напряжение на выводе регулирования KA431 больше, чем 2.5V, что увеличивает ток через светодиод оптрона. Это уменьшает напряжение обратной связи (VFB) FSCQ0765RT и заставляет её прекратить работу. Если это состояние длится более 1.4 мс, FSCQ0765RT переходит в пакетный режим, а рабочий ток уменьшается с 4 мА (IOP) до 0,35 мА (IOB). Поскольку нет переключения, Vo2 уменьшается до тех пор, пока не достигнет Vo2stby. Когда Vo2 достигает Vo2stby, ток через светодиод оптрона уменьшается, что позволяет увеличить напряжение обратной связи. Когда напряжение обратной связи достигает 0,4 В, FSCQ0765RT возобновляет переключение с заданным пиковым током стока 0,9 А. Затем, через 1.4 мс FSCQ0765RT останавливает переключение и проверяет напряжение обратной связи. Если оно меньше 0.4 В, FSCQ0765RT останавливается, пока напряжение обратной связи не увеличится до 0.4 В. Если напряжение обратной связи выше 0.4 В, FSCQ0765RT возвращается к нормальной работе.





(a) Переход в пакетный режим **(b) Пакетный режим** **(c) Переход в нормальный режим**

Рис 16. Осциллограммы пактеного режима

Типовая схема применения

Приложение	Выходная мощность	Напряжение питания	Выходное напряжение (Ток)
C-TV	83Вт	Универсальный вход (~85-265В)	12В (1А) 18В (0.5А) 125В (0.4А) 24В (0.5А)

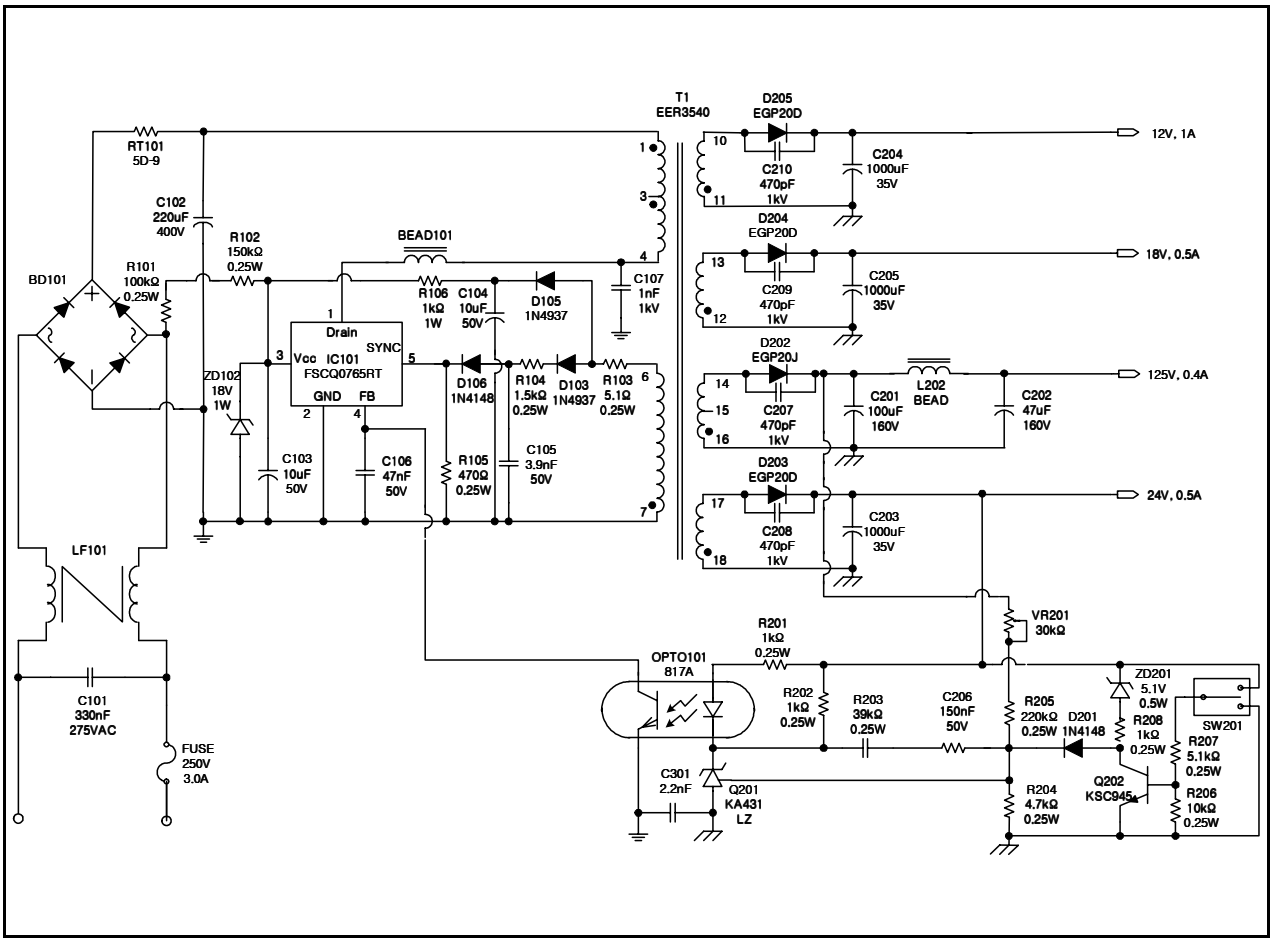
Особенности

- Высокий КПД (>80% при напряжении сети 85В)
- Широкий диапазон нагрузок в расширенном квази-резонансном режиме
- Низкое энергопотребление в дежурном режиме (<1Вт)
- Небольшое число компонентов
- Повышенная надежность системы благодаря различным функциям защиты
- Встроенный мягкий старт (20мс)

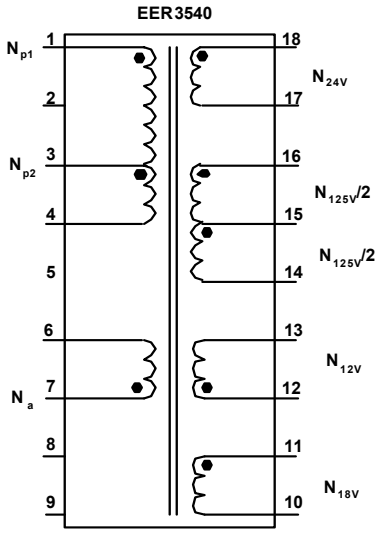
Ключевые примечания к разработке

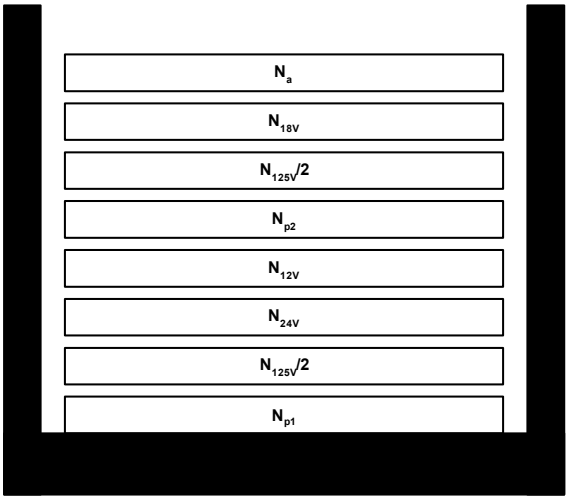
- Выход 24 В рассчитан на снижение до 8 В в режиме ожидания

1. Схема



2. Конструкция трансформатора





3.Спецификация обмоток

Номер	Вывод (s→f)	Провод	Число витков	Способ намотки
N_{p1}	1 - 3	$0.5^{\phi} \times 1$	32	Center Winding
$N_{125V/2}$	16 - 15	$0.5^{\phi} \times 1$	32	Center Winding
N_{24V}	18 - 17	$0.4^{\phi} \times 2$	13	Center Winding
N_{12V}	12 - 13	$0.5^{\phi} \times 2$	7	Center Winding
N_{p2}	3 - 4	$0.5^{\phi} \times 1$	32	Center Winding
$N_{125V/2}$	15 - 14	$0.5^{\phi} \times 1$	32	Center Winding
N_{18V}	11 - 10	$0.4^{\phi} \times 2$	10	Center Winding
N_a	7 - 6	$0.3^{\phi} \times 1$	20	Center Winding

4.Электрические характеристики

	Выводы	Значение	Примечание
Индуктивность	1 - 3	515uH ± 5%	1КГц, 1В
Индуктивность рассеивания	1 - 3	10uH Max	все вторичные закорочены

5. Сердечник и каркас

Сердечник: EER 3540
Каркас: EER3540
Ae : 107 mm^2

6.Спецификация элементов схемы

Элемент	Значение	Примечание	Элемент	Значение	Примечание
Предохранитель			C210	470pF / 1kV	Ceramic Capacitor
FUSE	250V / 3A		C301	3.3nF / 1kV	AC Ceramic Capacitor
Термистор (NTC)			**Дроссели**		
RT101	5D-9		BEAD101	BEAD	
Резисторы			BEAD201	5uH	3A
R101	100kΩ	0.25 W	**Диоды**		
R102	150kΩ	0.25 W	D101	1N4937	1A, 600V
R103	5.1Ω	0.25 W	D102	1N4937	1A, 600V
R104	1.5kΩ	0.25 W	D103	1N4148	0.15A, 50V
R105	470Ω	0.25 W	D104	Short	
R106	1kΩ	1 W	D105	Open	
R107	Open		ZD101	1N5246	18V, 1W
R201	1kΩ	0.25 W	ZD102	Open	
R202	1kΩ	0.25 W	ZD201	1N5231	5.1V, 0.5W
R203	39kΩ	0.25 W	D201	1N4148	0.15A, 50V
R204	4.7kΩ	0.25 W , 1%	D202	EGP20J	2A, 600V
R205	220kΩ	0.25 W , 1%	D203	EGP20D	2A, 200V
R206	10kΩ	0.25 W	D204	EGP20D	2A, 200V
R207	5.1kΩ	0.25 W	D205	EGP20D	2A, 200V
R208	1kΩ	0.25 W			
VR201	30kΩ		**Выпрямительный мост**		
Конденсаторы			BD101	GSIB660	6A, 600V
C101	330n/275VAC	Box Capacitor	**Сетевой фильтр**		
C102	220uF / 400V	Electrolytic	LF101		14mH
C103	10uF / 50V	Electrolytic	**Трансформатор**		
C104	10uF / 50V	Electrolytic	T101	EER3540	
C105	3.9nF / 50V	Film Capacitor	**Переключатель**		
C106	47nF / 50V	Film Capacitor	SW201	ON/OFF	For MCU Signal
C107	1nF / 1kV	Film Capacitor	**Полупроводники**		
C108	Open		IC101	FSCQ0765RT	TO220F-5L
C201	100uF / 160V	Electrolytic	OPT101	817A	
C202	47uF / 160V	Electrolytic	Q201	KA431LZ	TO-92
C203	1000uF / 35V	Electrolytic	Q202	KSC945	
C204	1000uF / 35V	Electrolytic			
C205	1000uF / 35V	Electrolytic			
C206	150nF / 50V	Film Capacitor			
C207	470pF / 1kV	Ceramic Capacitor			
C208	470pF / 1kV	Ceramic Capacitor			
C209	470pF / 1kV	Ceramic Capacitor			

7. Печатная плата

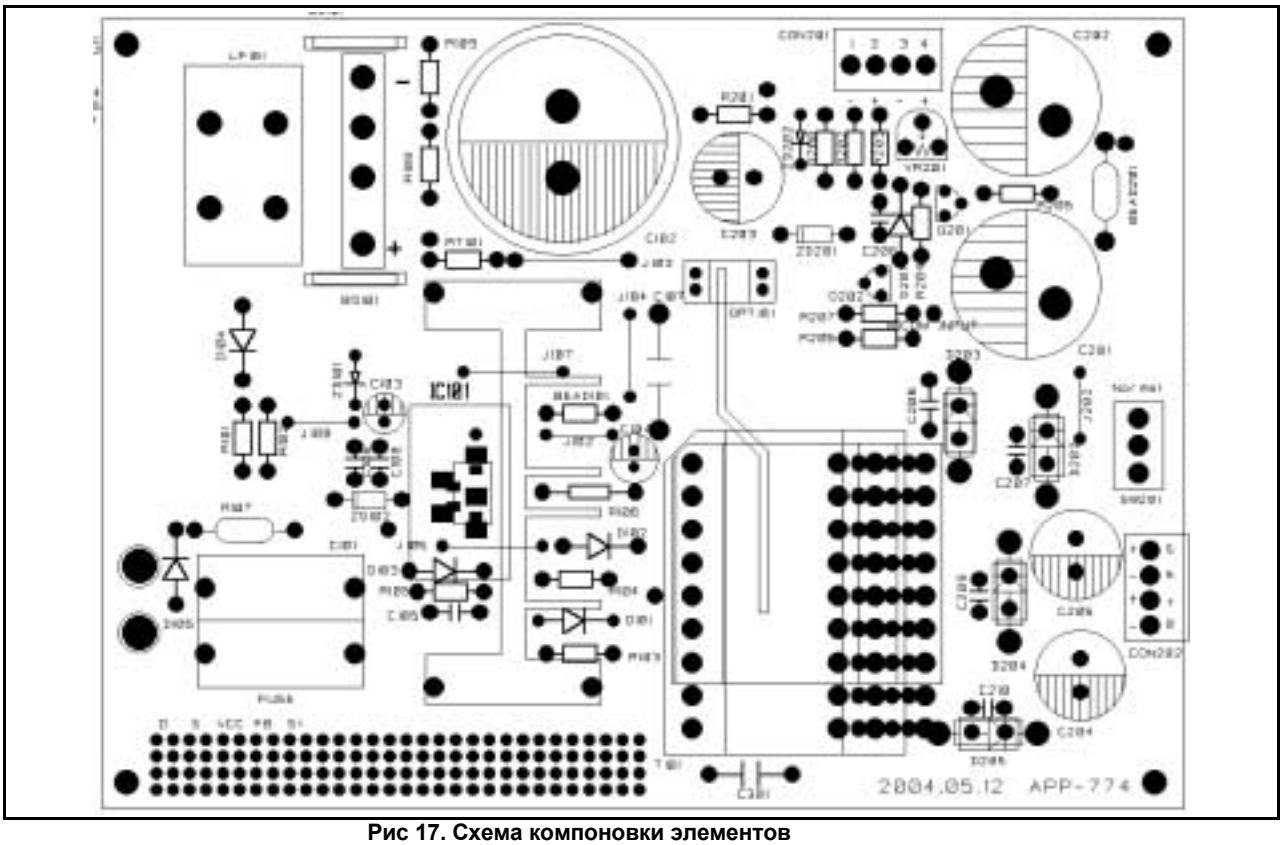


Рис 17. Схема компоновки элементов

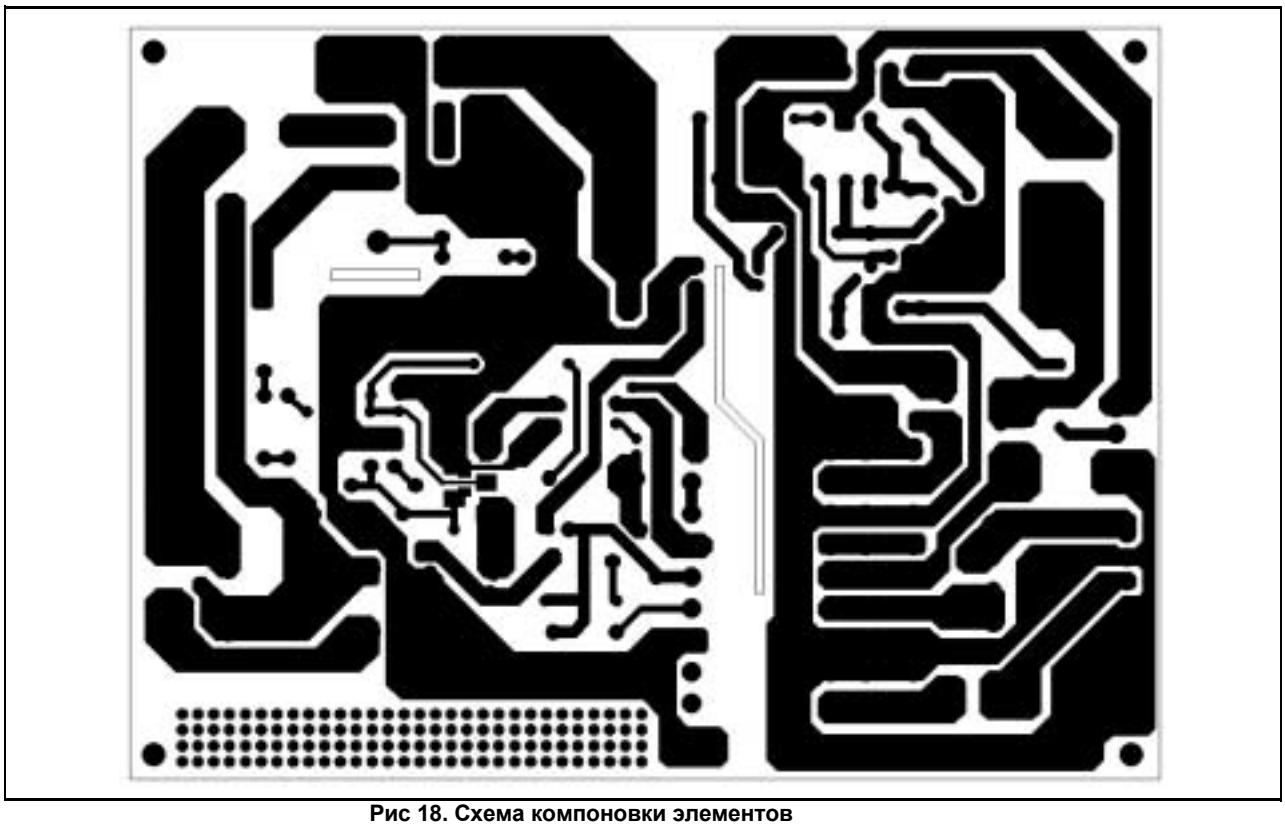
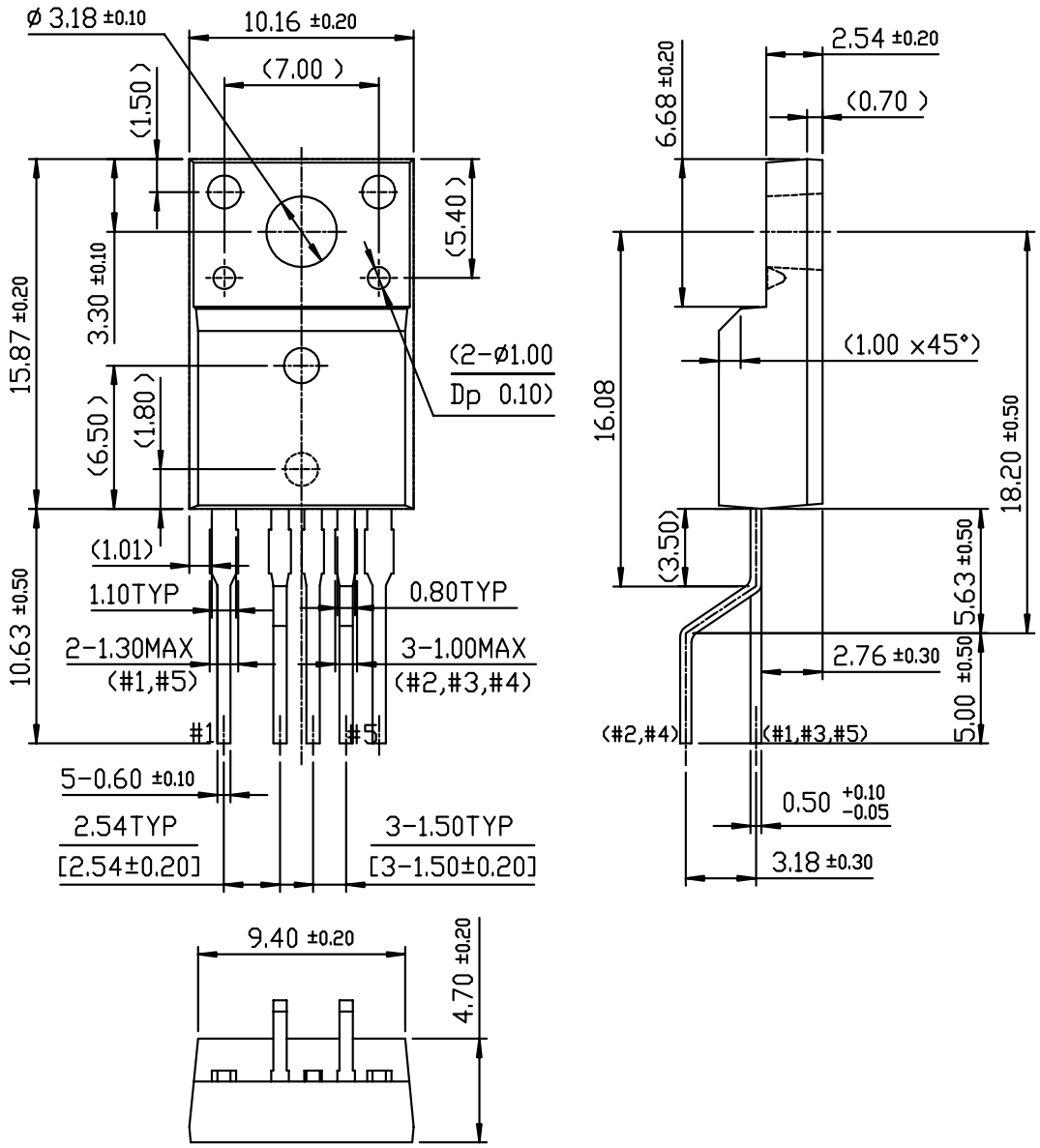


Рис 18. Схема компоновки элементов

Размеры корпуса

Размеры в миллиметрах

TO-220F-5L(с формовкой)



Информация для заказа

Наименование	Корпус	Маркировка	BVdss	$R_{ds(ON)}$ Max.
FSCQ0765RTYDTU	TO-220F-5L(Forming)	CQ0765RT	650V	1.6 Ω

YDTU : Способ формовки выводов

ОТКАЗ ОТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury of the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

www.fairchildsemi.com

© 2004 Fairchild Semiconductor Corporation