

Микросхема ШИМ-контроллера FSP3528 и submodule управления системным блоком питания на ее основе

Если раньше элементная база системных блоков питания не вызывала ни каких вопросов - в них использовались стандартные микросхемы, то сегодня мы сталкиваемся с ситуацией, когда отдельные разработчики блоков питания начинают выпускать собственную элементную базу, не имеющую прямых аналогов среди элементов общего назначения. Одним из примеров подобного подхода является микросхема FSP3528, которая используется в достаточно большом количестве системных блоков питания, выпускаемых под торговой маркой FSP.

С микросхемой FSP3528 приходилось встречаться в следующих моделях системных блоков питания:

- FSP ATX-300GTF;
- FSP A300F-C;
- FSP ATX-350PNR;
- FSP ATX-300PNR;
- FSP ATX-400PNR;
- FSP ATX-450PNR;
- ComponentPro ATX-300GU.

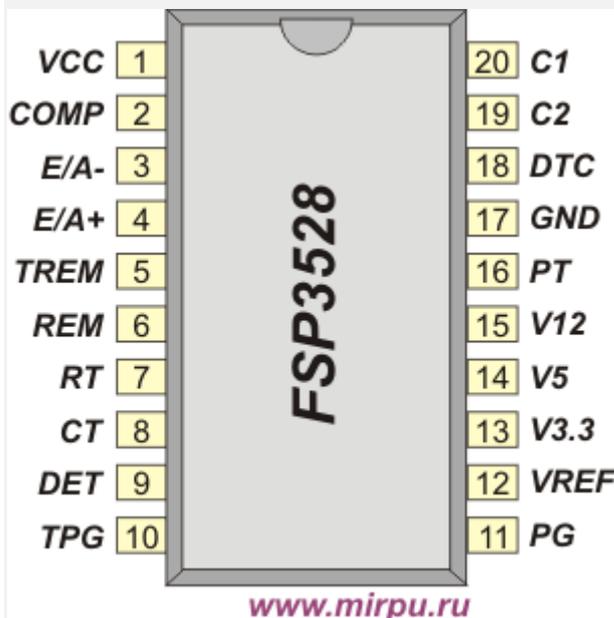


Рис.1 Цоколевка микросхемы FSP3528

Но так как выпуск микросхем имеет смысл только при массовых количествах, то нужно быть готовым к тому, что она может встретиться и в других моделях блоков питания фирмы FSP. Прямых аналогов этой микросхемы пока не приходилось встречать, поэтому в случае ее отказа, замену необходимо осуществлять на точно такую же микросхему. Однако в розничной торговой сети приобрести FSP3528 не представляется возможным, поэтому найти ее можно лишь в системных блоках питания FSP, отбракованных по каким-либо другим соображениям.

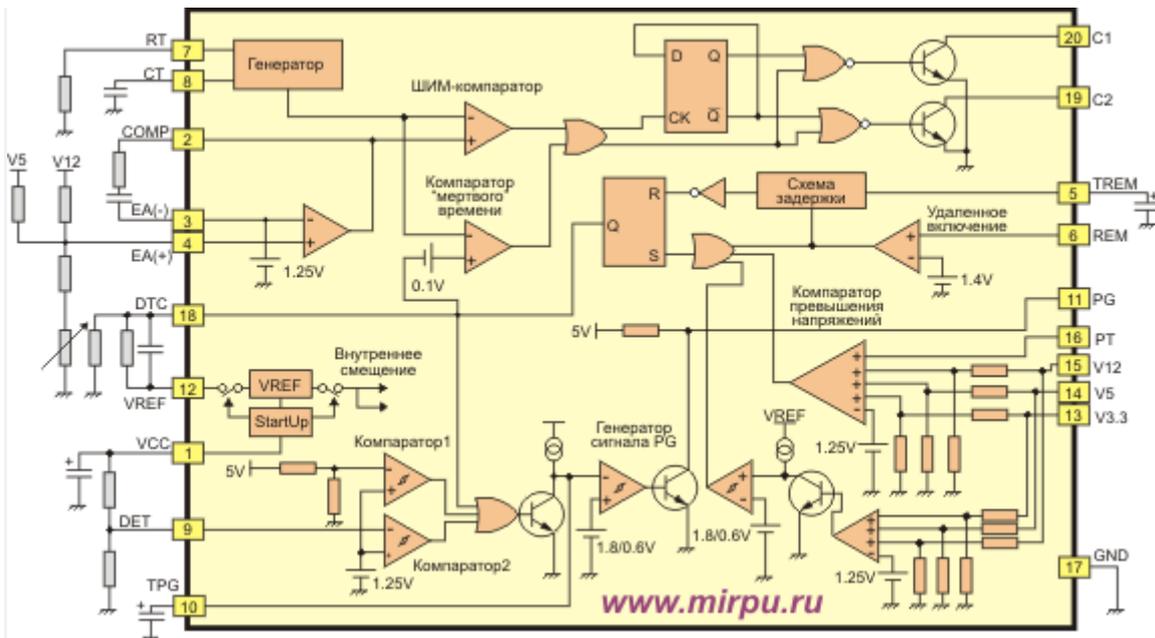


Рис.2 Функциональная схема ШИМ-контроллера FSP3528

Микросхема FSP3528 выпускается в 20-контактном DIP-корпусе (рис.1). Назначение контактов микросхемы описывается в таблице 1, а на рис.2 приводится ее функциональная схема. В таблице 1 для каждого вывода микросхемы указано напряжение, которое должно быть на контакте при типовом включении микросхемы. А типовым применением микросхемы FSP3528 является использование ее в составе субмодуля управления блоком питания персонального компьютера. Об этом субмодуле речь пойдет в этой же статье, но чуть ниже.

Таблица 1. Назначение контактов ШИМ-контроллера FSP3528

№	Сигнал	Вх/Вых	Описание
1	VCC	Вход	Напряжение питания +5В.
2	COMP	Выход	Выход усилителя ошибки. Внутри микросхемы контакт соединен с неинвертирующим входом ШИМ-компаратора. На этом выводе формируется напряжение, являющееся разностью входных напряжений усилителя ошибки E/A+ и E/A- (конт.3 и конт.4). Во время нормальной работы микросхемы, на контакте присутствует напряжение около 2.4В.
3	E/A-	Вход	Инвертирующий вход усилителя ошибки. Внутри микросхемы этот вход смещен на величину 1.25В. Опорное напряжение величиной 1.25В формируется внутренним источником. Во время нормальной работы микросхемы, на контакте должно присутствовать напряжение 1.23В.
4	E/A+	Вход	Не инвертирующий вход усилителя ошибки. Этот вход можно использовать для контроля выходных напряжений блока питания, т.е. этот контакт можно считать входом сигнала обратной связи. В реальных схемах, на этот контакт подается сигнал обратной связи, получаемый суммированием всех выходных напряжений блока питания (+3.3В/+5В/+12В). Во время нормальной работы микросхемы, на контакте должно присутствовать напряжение 1.24В.
5	TREM	-	Контакт управления задержкой сигнала ON/OFF (сигнала управления включением блока питания). К этому выводу подключается времязадающий конденсатор. Если конденсатор имеет емкость 0.1 мкФ, то задержка при включении (Ton) составляет около 8 мс (за это время конденсатор заряжается до уровня 1.8В), а задержка при выключении (Toff) составляет около 24 мс (за это время напряжение на конденсаторе при его разряде уменьшается до 0.6В). Во время нормальной работы микросхемы, на этом контакте должно присутствовать напряжение около +5В.
6	REM	Вход	Вход сигнала включения/выключения блока питания. В спецификации на разъемы блоков питания ATX этот сигнал обозначается, как PS-ON. Сигнал REM является сигналом TTL и сравнивается внутренним компаратором с опорным уровнем 1.4В. Если

			сигнал REM становится ниже 1.4В микросхема ШИМ запускается и блок питания начинает работать. Если же сигнал REM установлен в высокий уровень (более 1.4В), то микросхема отключается, а соответственно отключается и блок питания. На этом контакте напряжение может достигать максимального значения 5.25 В, хотя типовым значением является 4.6В. Во время работы на этом контакте должно наблюдаться напряжение, величиной около 0.2В.
7	RT	-	Частотозадающий резистор внутреннего генератора. При работе, на контакте присутствует на-пряжение, величиной около 1.25В.
8	CT	-	Частотозадающий конденсатор внутреннего генератора. Во время работы на контакте должно наблюдаться пилообразное напряжение.
9	DET	Вход	Вход детектора превышения напряжения. Сигнал этого контакта сравнивается внутренним компаратором с внутренним опорным напряжением. Этот вход может использоваться для контроля питающего напряжения микросхемы, для контроля ее опорного напряжения, а также для организации любой другой защиты. При типовом использовании, на этом контакте во время нормальной работы микросхемы должно присутствовать напряжение, величиной примерно 2.5В.
10	TPG	-	Контакт управления задержкой формирования сигнала PG (Power Good). К этому выводу под-ключается времязадающий конденсатор. Конденсатор емкостью 2.2 мкФ обеспечивает времен-ную задержку 250 мс. Опорными напряжениями для этого времязадающего конденсатора яв-ляются 1.8В (при заряде) и 0.6В (при разряде). Т.е. при включении блока питания, сигнал PG устанавливается в высокий уровень в момент, когда на этом времязадающем конденсаторе на-пряжение достигает величины 1.8В. А при выключении блока питания, сигнал PG устанавливается в низкий уровень в момент, когда конденсатор разрядится до уровня 0.6В. Типовое на-пряжение на этом выводе равно +5В.
11	PG	Выход	Сигнал Power Good – питание в норме. Высокий уровень сигнала означает, что все выходные напряжения блока питания соответствуют номинальным значениям, и блок питания работает в штатном режиме. Низкий уровень сигнала означает неисправность блока питания. Состояние этого сигнала при нормальной работе блока питания - это +5В.
12	VREF	Выход	Высокопрецизионное опорное напряжение с допустимым отклонением не более $\pm 2\%$. Типовое значение этого опорного напряжения составляет 3.5 В.
13	V3.3	Вход	Сигнал защиты от превышения напряжения в канале +3.3 В. На вход подается напряжение напрямую с канала +3.3V.
14	V5	Вход	Сигнал защиты от превышения напряжения в канале +5 В. На вход подается напряжение напрямую с канала +5V.
15	V12	Вход	Сигнал защиты от превышения напряжения в канале +12 В. На вход подается напряжение с канала +12V через резистивный делитель. В результате использования делителя, на этом контакте устанавливается напряжение примерно 4.2В (при условии, что в канале 12V напряжение равно +12.5В)
16	PT	Вход	Вход дополнительного сигнала защиты от превышения напряжения. Этот вход может использоваться для организации защиты по какому-либо другому каналу напряжения. В практических схемах этот контакт используется, чаще всего, для защиты от короткого замыкания в каналах -5V и -12V. В практических схемах на этом контакте устанавливается напряжение, величиной около 0.35В. При повышении напряжения до величины 1.25В, срабатывает защита и микросхема блокируется.
17	GND	-	«Земля»
18	DTC	Вход	Вход регулировки «мертвого» времени (времени, когда выходные импульсы микросхемы неактивны – см.рис.3). Неинвертирующий вход внутреннего компаратора «мертвого» времени смещен на 0.12 В внутренним источником. Это позволяет задать минимальное значение «мер-твого» времени для выходных импульсов. Регулируется «мертвое» время выходных импульсов путем подачи на вход DTC постоянного напряжения величиной от 0 до 3.3В. Чем больше напряжение, тем меньше длительность рабочего цикла и больше время «мертвого» времени. Этот контакт часто используется для формирования «мягкого» старта при включении блока питания. В практических схемах на этом контакте устанавливается напряжение величиной примерно 0.18В.

19	C2	Выход	Коллектор второго выходного транзистора. После запуска микросхемы, на этом контакте формируются импульсы, которые следуют в противофазе импульсам на контакте C1.
20	C1	Выход	Коллектор первого выходного транзистора. После запуска микросхемы, на этом контакте формируются импульсы, которые следуют в противофазе импульсам на контакте C2.

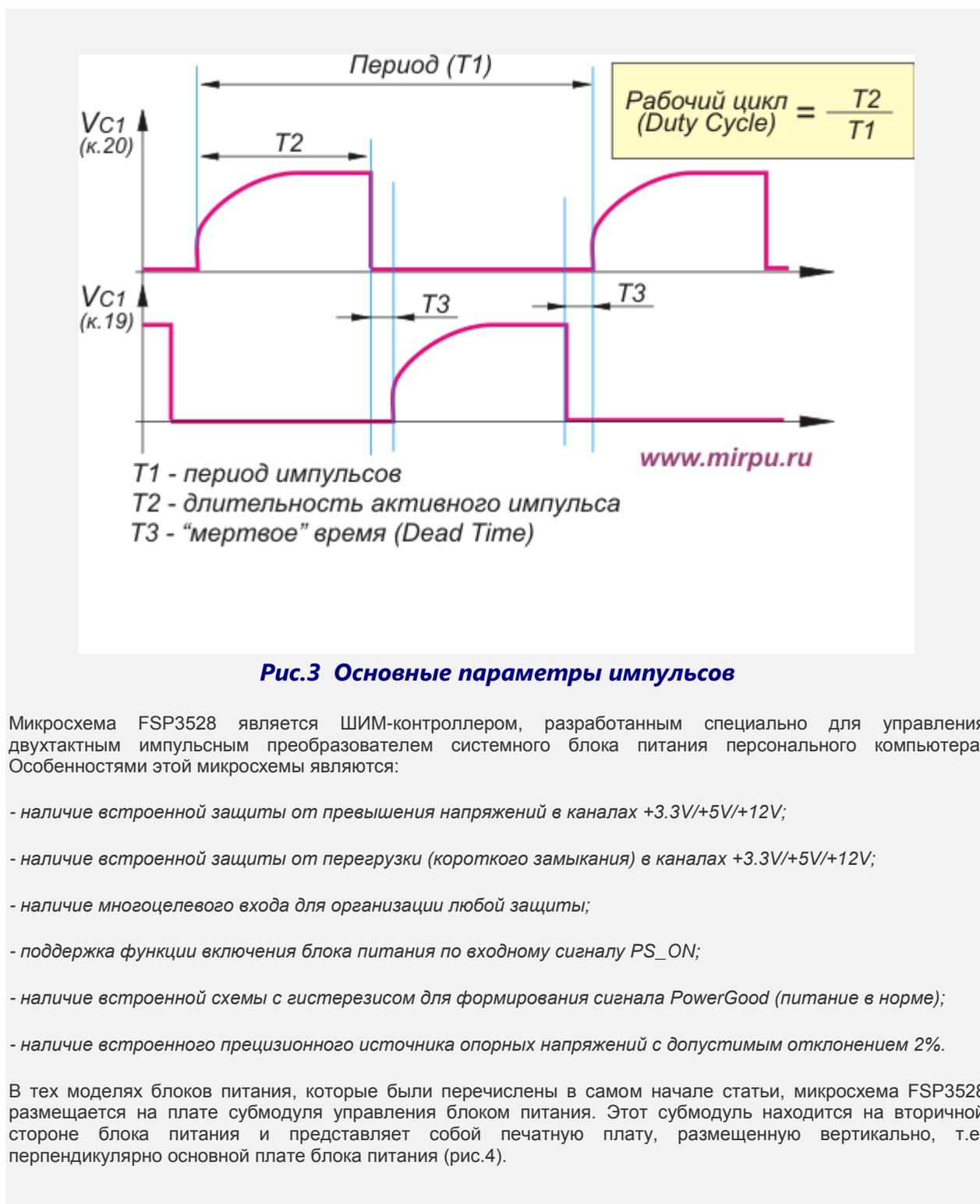


Рис.3 Основные параметры импульсов

Микросхема FSP3528 является ШИМ-контроллером, разработанным специально для управления двухтактным импульсным преобразователем системного блока питания персонального компьютера. Особенности этой микросхемы являются:

- наличие встроенной защиты от превышения напряжений в каналах +3.3V/+5V/+12V;
- наличие встроенной защиты от перегрузки (короткого замыкания) в каналах +3.3V/+5V/+12V;
- наличие многоцелевого входа для организации любой защиты;
- поддержка функции включения блока питания по входному сигналу PS_ON;
- наличие встроенной схемы с гистерезисом для формирования сигнала PowerGood (питание в норме);
- наличие встроенного прецизионного источника опорных напряжений с допустимым отклонением 2%.

В тех моделях блоков питания, которые были перечислены в самом начале статьи, микросхема FSP3528 размещается на плате субмодуля управления блоком питания. Этот субмодуль находится на вторичной стороне блока питания и представляет собой печатную плату, размещенную вертикально, т.е. перпендикулярно основной плате блока питания (рис.4).



Рис.4 Блок питания с сбмодулем FSP3528

Этот субмодуль содержит не только микросхему FSP3528, но и некоторые элементы ее «обвязки», обеспечивающие функционирование микросхемы (см. рис.5).



Рис.5 Субмодуль FSP3528

Плата субмодуля управления имеет двусторонний монтаж. На тыльной стороне платы находятся элементы поверхностного монтажа – SMD, которые, к слову сказать, дают наибольшее количество проблем из-за не очень высокого качества пайки. Субмодуль имеет 17 контактов, расположенных в один ряд. Назначение этих контактов представлено в табл.2.

Таблица 2. Назначение контактов субмодуля FSP33528-20D-17P

№	Назначение контакта
1	Выходные прямоугольные импульсы, предназначенные для управления силовыми транзисторами блока питания
2	
3	Входной сигнал запуска блока питания (PS_ON)
4	Входной сигнал защиты от коротких замыканий
5	Вход контроля напряжения канала +3.3V
6	Вход контроля напряжения канала +5V
7	Вход контроля напряжения канала +12V
8	Входной сигнал защиты от коротких замыканий
9	Не используется
10	Выход сигнала Power Good
11	Катод регулятора напряжения AZ431
12	Вход опорного напряжения регулятора AZ431
13	Вход опорного напряжения регулятора AZ431
14	Катод регулятора напряжения AZ431
15	Земля
16	Не используется
17	Питающее напряжение VCC

На плате субмодуля управления кроме микросхемы FSP3528, находятся еще два управляемых стабилизатора **AZ431** (аналог TL431) которые никак не связаны с самим ШИМ-контроллером FSP3528, и предназначены для управления цепями, расположенными на основной плате блока питания.

В качестве примера практической реализации микросхемы FSP3528, на рис.6 представлена схема субмодуля FSP3528-20D-17P. Этот субмодуль управления используется в блоках питания FSP ATX-400PNF. Стоит обратить внимание, что вместо диода **D5**, на плате устанавливается перемычка. Это иногда смущает отдельных специалистов, которые пытаются установить в схему диод. Установка вместо перемычки диода не изменяет работоспособности схемы – она должна функционировать, как с диодом, так и без диода. Однако установка диода **D5** способно снизить чувствительность цепи защиты от коротких замыканий.

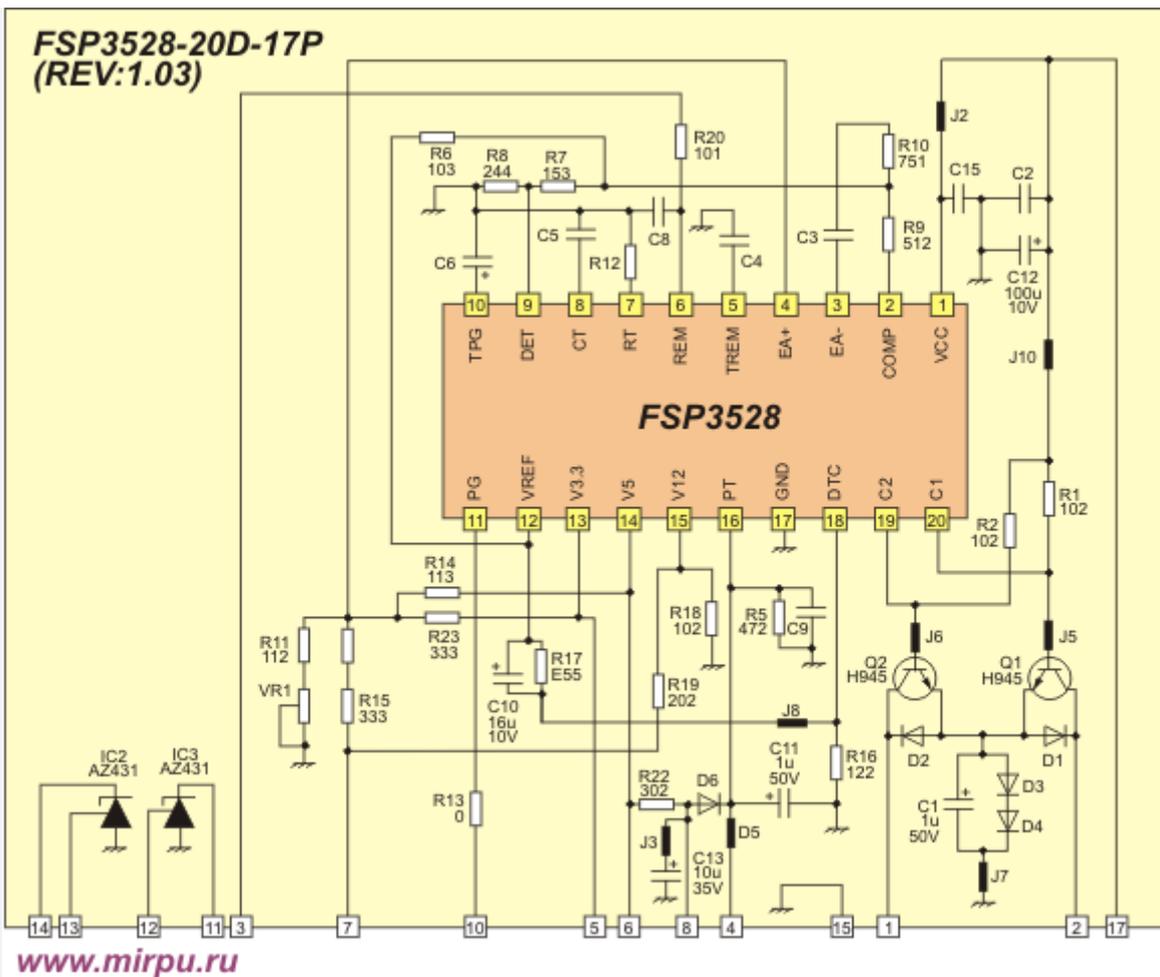


Рис.6 Схема субмодуля FSP3528-20D-17P

Подобные субмодули являются, фактически, единственным примером применения микросхемы FSP3528, поэтому неисправность элементов субмодуля зачастую принимается за неисправность самой микросхемы. Кроме того, нередко часто случается и так, что специалистам не удается выявить причину неисправности, в результате чего предполагается неисправность микросхемы, и блок питания откладывается в «дальний угол» или вообще списывается.

На самом же деле, выход из строя микросхемы – явление достаточно редкое. Гораздо чаще подвержены отказам элементы субмодуля, и, в первую очередь, полупроводниковые элементы (диоды и транзисторы).

На сегодняшний день, основными неисправностями субмодуля можно считать:

- выход из строя транзисторов Q1и Q2;
- выход из строя конденсатора C1, что может сопровождаться его «вспуханием»;
- выход из строя диодов D3 и D4 (одновременно или по отдельности).

Отказ остальных элементов маловероятен, однако в любом случае, при подозрениях на неисправность субмодуля, необходимо провести, в первую очередь, проверку пайки SMD-компонентов на стороне печатного монтажа платы.

Диагностика микросхемы

Диагностика контроллера FSP3528 ничем не отличается от диагностики всех других современных ШИМ-контроллеров для системных блоков питания, о чем мы уже неоднократно рассказывали на страницах нашего журнала. Но все-таки, еще раз, в общих чертах, расскажем, как можно убедиться в исправности субмодуля.

Для проверки необходимо блок питания с диагностируемым submodule отключить от сети, а на его выходы подать все необходимые напряжения (+5V, +3.3V, +12V, -5V, -12V, +5V_SB). Это можно сделать с помощью переключателей от другого, исправного, системного блока питания. В зависимости от схемы блока питания, возможно, потребуется подать еще и отдельное питающее напряжение +5B на конт.1 submodule. Это можно будет сделать с помощью переключателя между конт.1 submodule и линией +5V.

При этом на контакте **CT** (конт.8) должно появиться пилообразное напряжение, а на контакте **VREF** (конт.12) должно появиться постоянное напряжение +3.5B.

Далее, необходимо замкнуть «на землю» сигнал **PS-ON**. Это делается замыканием на землю либо контакта выходного разъема блока питания (обычно зеленый провод), либо конт.3 самого submodule. При этом на выходе submodule (конт.1 и конт.2) и на выходе микросхемы FSP3528 (конт.19 и конт.20) должны появиться прямоугольные импульсы, следующие в противофазе.

Отсутствие импульсов указывает на неисправность submodule или микросхемы.

Хочется отметить, что при использовании подобных методов диагностики необходимо внимательно анализировать схемотехнику блока питания, так как методика проверки может несколько измениться, в зависимости от конфигурации цепей обратной связи и цепей защиты от аварийных режимов работы блока питания.