

# ШИМ контроллер LPG899

Микросхемой LPG 899 обеспечивается выполнение следующих функций:

- формирование сигналов для управления силовыми транзисторами двухтактного преобразователя;
- контроль выходных напряжений блока питания (+3.3v, +5v, +12v) на предмет их повышения, а также на наличие короткого замыкания в каналах;
- защита от значительного превышения напряжения;
- контроль отрицательных напряжений блока питания (-12v и -5v);
- формирование сигнала Power Good;
- контроль сигнала удаленного включения (PS \_ ON) и запуск блока питания в момент активизации этого сигнала;
- обеспечение "мягкого" старта блока питания.

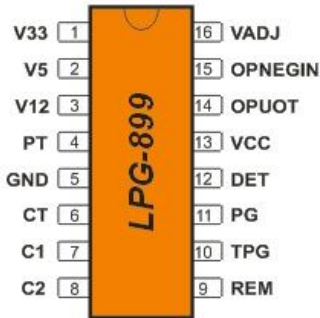


рис. 1

Микросхема выполнена в 16-контактном корпусе (рис.1). В качестве питающего напряжения используется +5V, вырабатываемое дежурным источником питания (+5v \_ SB). Применение LPG 899 позволяет значительно упростить схемотехнику блока питания, т.к. микросхема представляет собой интегральное исполнение четырех основных модулей управляющей части блока питания, а именно:

- ШИМ-контроллера;
- цепей контроля выходных напряжений;
- схемы формирования сигнала Power Good ;
- схемы контроля сигнала PS \_ ON и удаленного запуска блока питания.

Функциональная схема ШИМ-контроллера LPG 899 представлена на рис.2.

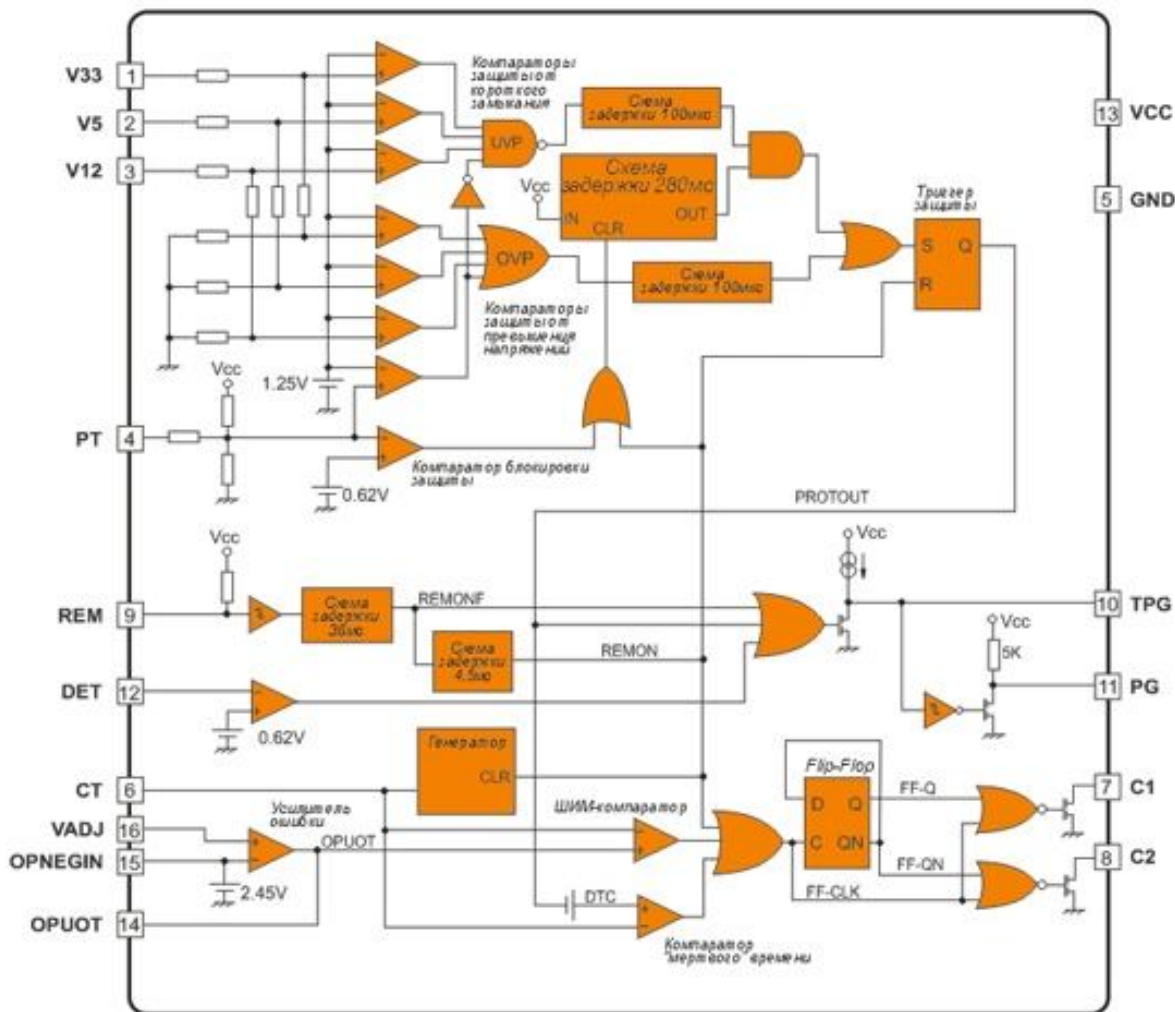


рис. 2

Описание контактов контроллера и его основные особенности функционирования табл.1.

№	Наименов.	Вход выход	Описание
1	<i>V33</i>	вход	Вход контроля напряжения канала +3.3В. Через контакт отслеживается и превышение напряжения в канале, и снижение напряжения (что соответствует короткому замыканию в нагрузке канала). Контакт напрямую соединен с каналом +3.3В. И превышение напряжения, и короткое замыкание приводят к блокировке выходных импульсов микросхемы. Входной импеданс контакта составляет 47 кОм.
2	<i>V5</i>	вход	Вход контроля напряжения канала +5В. Через контакт отслеживается и превышение напряжения в канале, и снижение напряжения (что соответствует короткому замыканию в нагрузке канала). Контакт напрямую соединен с каналом +5В. И превышение напряжения, и короткое замыкание приводят к блокировке выходных импульсов микросхемы. Входной импеданс контакта составляет 73 кОм.
3	<i>V12</i>	вход	Вход контроля напряжения канала +12В. Через контакт отслеживается и превышение напряжения в канале, и снижение напряжения (что соответствует короткому замыканию в нагрузке канала). Напряжение канала +12В подается на этот контакт через ограничивающий резистор. Как превышение напряжения, так и короткое замыкание в канале +12В приводят к блокировке выходных импульсов микросхемы. Входной импеданс контакта составляет 47 кОм.
4	<i>PT</i>	вход	Вход защиты. Контакт может использоваться по-разному, в зависимости от практической схемы включения. Этот входной сигнал позволяет обеспечить защиту от экстремального превышения напряжения (если потенциал контакта становится выше 1.25В) или позволяет запретить функционирование защиты от короткого замыкания (если потенциал контакта становится, ниже 0.625В). Входной импеданс контакта составляет 28.6 кОм.
5	<i>GND</i>	питание	Общий для цепи питания и логической части микросхемы
6	<i>CT</i>	—	Контакт для подключения частото задающего конденсатора. В момент запитывания микросхемы, на данном контакте начинает генерироваться пилообразное напряжение, частота которого, определяется емкостью подключенного конденсатора.
7	<i>CI</i>	выход	Выход микросхемы. На контакте генерируются импульсы с изменяющейся длительностью. Импульсы данного контакта находятся в противофазе импульсам на конт.8.
8	<i>C2</i>	выход	Выход микросхемы. На контакте генерируются импульсы с изменяющейся длительностью. Импульсы данного контакта находятся в противофазе импульсам на конт.7.
9	<i>REM</i>	вход	Вход сигнала удаленного управления PS_ON. Установка низкого уровня на данном контакте приводит к запуску микросхемы, и началу генерации импульсов на конт.7 и конт.8.
10	<i>TPG</i>	...	Контакт для подключения конденсатора, которым задается временная задержка при формировании сигнала Power Good.
11	<i>PG</i>	выход	Выходной сигнал Power Good - PG (питание в норме). Установка высокого уровня на этом контакте означает, что все выходные напряжения блока питания находятся в допустимом диапазоне значений.
12	<i>DET</i>	вход	Вход детектора, управляющего сигналом Power Good. Этот контакт может, например, использоваться для упреждающего сброса сигнала PG в низкий уровень при пропадании первичной сети.
13	<i>VCC</i>	питание	Вход питающего напряжения +5В
14	<i>OPOUT</i>	выход	Выход внутреннего усилителя ошибки.
15	<i>OPNEGIN</i>	вход	Инвертирующий вход усилителя ошибки. Этот внутренний усилитель ошибки осуществляет сравнение сигнала OPNEGIN с сигналом VADJ на конт.16. Внутренне этот контакт смещен на величину 2.45В источником опорного напряжения. Этот контакт также используется для подключения внешней компенсирующей цепи, позволяющей управлять частотной характеристикой замкнутой петли обратной связи усилителя.
16	<i>VADJ</i>	вход	Неинвертирующий вход внутреннего усилителя ошибки. Наиболее типовым использованием контакта является контроль комбинированного сигнала обратной связи каналов +5В и +12В. Изменение потенциала этого контакта приводит к пропорциональному изменению длительности выходных импульсов микросхемы, т.е. через этот контакт и осуществляется стабилизация выходных напряжений блока питания.

Импульсы, управляющие силовыми транзисторами двухтактного преобразователя, формируются на контактах С 1 и С 2, которые являются выходами с открытым стоком.

Внутренние транзисторы, формирующие сигналы С 1 и С 2, переключаются в противофазе, что обеспечивается триггером Flip - Flop , который можно считать делителем входной частоты ( FF - CLK ) пополам.

Длительность импульсов FF - CLK определяется двумя компараторам:

- ШИМ-компаратором;
- компаратором "мертвого" времени.

ШИМ-компаратор обеспечивает сравнение пилообразного напряжения, формируемого на выводе СТ , с сигналом постоянного тока, формируемым усилителем ошибки (сигнала OPOUT ).

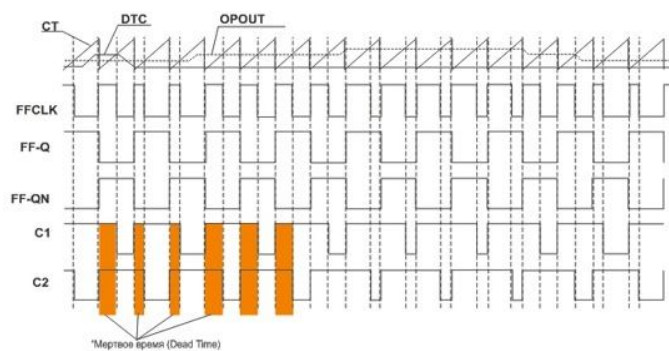


рис.3

Компаратор "мертвого" времени обеспечивает сравнение пилообразного напряжения, формируемого на выводе СТ , с сигналом PROTOUT , который формируется триггером защиты. В момент срабатывания одной из защит, сигнал PROTOUT , устанавливаясь в высокий уровень, блокирует работу компаратора "мертвого" времени, что приводит к прекращению генерации сигнала FF - CLK , и как результат, к отсутствию импульсов на выходах С 1 и С 2. На вход компаратора мертвого времени подается постоянное смещение (на схеме обозначено DTC ), задаваемое внутренним источником напряжения. Это смещение задает минимальную величину "мертвого" времени, которое гарантирует, что между импульсами на контактах С 1 и С 2 в любом случае имеется небольшой «зазор» (см. рис.3). «Мертвое время» (момент когда оба транзистора закрыты) обеспечивает защиту силовых транзисторы от «пробоя по стойке».

Принцип функционирования блока широтно-импульсной модуляции микросхемы LPG -899 представлен на рис.4.

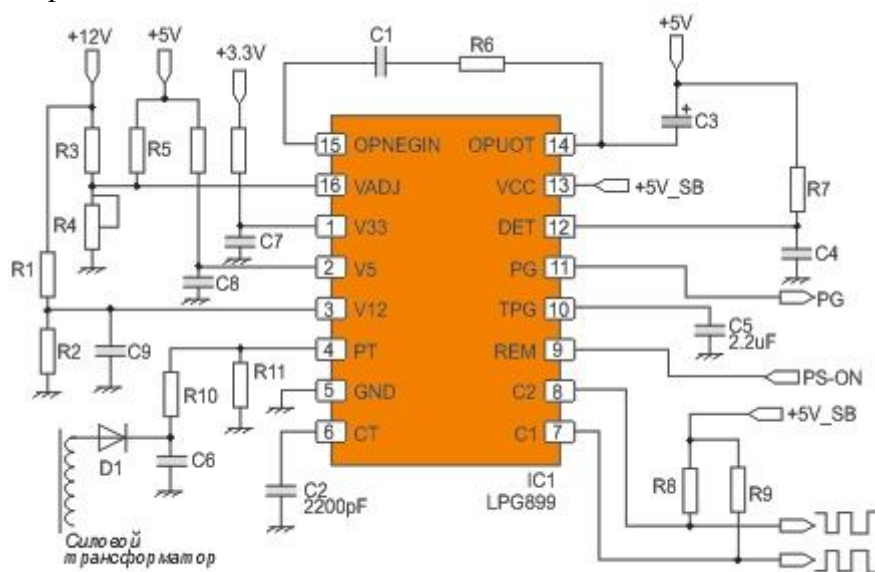


рис.4

Запуск блока широтно-импульсной модуляции осуществляется сигналом REMON , который формируется с временной задержкой 40.5 мс (сумма двух временных задержек: 36мс и 4.5мс) после установки входного сигнала REM в низкий уровень.

В момент запуска микросхемы может сработать ее внутренняя защита от короткого замыкания, т.к. выходные напряжения блока питания (+3.3В, +5В и +12В) при запуске микросхемы, естественно, пока еще равны нулю. Чтобы избежать при этом отключения микросхемы, защита от короткого замыкания блокируется на некоторый период времени компаратором блокировки защиты.

Защита от короткого замыкания становится работоспособной только после того, как на контакте РТ установится потенциал больше, чем 0.62V, т.е. когда на выходе блока питания появятся соответствующие напряжения.

Таблица.2

Характеристика	Значение			Ед изм.
	мин	тип	макс	
Уровень срабатывания защиты от превышения напряжения в канале +3.3V (конт.1)	3.8	4.1	4.3	V
Уровень срабатывания защиты от превышения напряжения в канале +5V (конт.2)	5.8	6.2	6.6	V
Уровень срабатывания защиты от превышения напряжения в канале +12 V (конт.3)	4.42	4.64	4.90	V
Уровень срабатывания защиты от превышения напряжения по входу РТ (конт.4)	1.2	1.25	1.3	V
Уровень срабатывания защиты от короткого замыкания в канале +3.3V (конт.1)	1.78	1.98	2.18	V
Уровень срабатывания защиты от короткого замыкания в канале +5V (конт.2)	2.7	3.0	3.3	V
Уровень срабатывания защиты от короткого замыкания в канале +12V (конт.3)	2.11	2.37	2.63	V
Уровень блокировки защиты от короткого замыкания по входу РТ (конт.4)	0.55	0.62	0.68	V
Частота генерации (при частотоподающем конденсаторе C=2200 пФ)	50	...	60	кГц
Временная задержка формирования сигнала Power Good (при конденсаторе C=2.2мкФ)	150	280	350	мс

Таблица.3

Параметр	Значение
Напряжение питания (VCC)	5.5v
Рассеиваемая мощность (Pd)	200 мВт
Напряжение выходов C1/C2	5.5v
Ток выходов C1/C2 (Icc1, Icc2)	200 мА
Диапазон рабочих температур	от -10до +70°C

Базовый вариант включения микросхемы LPG -899, на который необходимо ориентироваться при проектировании блоков питания, показан на рис.4.

Однако в реальных схемах можно встретить и другие примеры подключения LPG -899.

### Диагностирование микросхемы LPG-899

Диагностирование этой микросхемы очень похоже на проверку большинства ШИМ-контроллеров и может осуществляться несколькими способами. Эти способы отличаются информативностью получаемых результатов, скоростью получения результатов, типом используемого тестового оборудования. На основе всех этих факторов специалист и принимает решение о способе проверки микросхемы. Кроме того, на способ диагностики оказывает влияние и тип неисправности блока питания.

#### Экспресс диагностика

Самым простым способом тестирования микросхемы LPG -899 является проверка основных ее выводов на наличие «пробоя». При этом в первую очередь, проводится тестирование контактов:

- через которые осуществляется питание микросхемы;
- через которые осуществляется контроль выходных напряжений блока питания (+3.3V , +5V и +12V);
- на которых формируются выходные импульсы.

Для проведения такой диагностики достаточно иметь под руками только тестер, позволяющий измерять сопротивление цепи.

Некоторую часть проверок микросхемы "на пробой" придется проводить только после ее выпаивания, т.к. в каналах выходных напряжений (+3.3V , +5V и +12V) устанавливаются нагрузочные резисторы с малым сопротивлением, которые не позволят получить объективную картину.

Без выпаивания можно проверять цепь питания микросхемы и ее выходные контакты C1 и C2.

В первую очередь, необходимо проверить "на пробой" (т.е. измерить сопротивление относительно конт.5 - GND), следующие контакты микросхемы:

- V33 (конт.1);
- V5 (конт.2);
- V12 (конт.3);
- C1 (конт.7);
- C2 (конт.8);
- VCC (конт.13).

В случае различных высоковольтных бросков первичного напряжения, а также при неисправностях цепей обратной связи, именно по этим контактам могут произойти пробои вследствие возникновения резких всплесков вторичных напряжений.

Наличие малых сопротивлений (единицы и десятки Ом) между указанными контактами и конт.5 (GND), однозначно указывает на необходимость замены микросхемы.

При проведении всех этих измерений "минусовой" щуп тестера необходимо прикладывать к контакту GND, а "плюсовой" щуп к проверяемым выводам.

**Простая функциональная проверка** позволяет убедиться в том, что микросхема "в принципе исправна", и что ее основные функциональные узлы работают нормально. Однако часть внутренних каскадов микросхемы упрощенная диагностика, все-таки, не позволяет проверить. Так, например, она не позволяет убедиться в исправности схемы формирования сигнала Power Good.

Для проведения упрощенной функциональной диагностики требуется наличие следующего оборудования:

- регулируемого источника питания;
- осциллографа;
- тестера.

Суть проверки заключается в подаче на микросхему LPG -899 питающего напряжения от лабораторного источника питания. Преимуществом такого подхода является то, что для проведения диагностики, микросхему выпаивать не нужно, и не требуется включать блок питания в сеть, а, значит, полностью исключаются различные аварийные ситуации в силовой части, которые могут быть вызваны возможной неисправностью микросхемы.

### **I этап простой проверки**

От внешнего источника питания необходимо подать питающее напряжение величиной 5.0 – 5.5 В на конт.13 (VCC). Источник должен позволять регулировать это напряжение, чтобы была возможность анализировать, влияние изменения VCC на работу внутренних каскадов микросхемы. Данный этап диагностики позволяет убедиться в исправности внутренних источников опорных напряжений и задающего генератора, а также позволяет убедиться в отсутствии короткого замыкания в цепи VCC. При подаче питающего напряжения необходимо обратить внимание на следующее:

- 1) Если в цепи питания микросхемы имеется пробой, то источник питания, скорее всего, покажет перегрузку по току, а корпус микросхемы начнет быстро разогреваться.
- 2) На конт.6 (СТ) должно появиться пилообразное напряжение, частота и амплитуда которого не должны изменяться при изменении VCC.
- 3) На конт.9 (REM) должно установиться напряжение, равное VCC, т.е. величиной примерно 5В. Напряжение сигнала REM должно пропорционально изменяться с изменением VCC.

### **II этап простой проверки**

Продолжая питать микросхему от внешнего источника питания, необходимо соединить конт.9 (REM) с "землей" блока питания посредством перемычки. Таким образом, активизируется сигнал REM. Это призвано обеспечить запуск микросхемы. В момент активизации сигнала REM, микросхема должна запуститься (на очень короткий период времени) и на выходах C1 (конт.7) и C2 (конт.8) должны появиться импульсы прямоугольной формы. Однако практически сразу срабатывает защита от аварийных режимов работы и происходит блокировка микросхемы.

Защита срабатывает потому, что отсутствуют все остальные напряжения (+3.3v, +5v, +12v и т.д.), которые также анализируются микросхемой.

**Полная функциональная проверка** позволяет полностью проверить работоспособность микросхемы LPG -899.

Суть проверки заключается в том, чтобы, не запуская блок питания, и не выпаивая микросхему, эмулировать наличие всех выходных напряжений блока питания. Другими словами, необходимо будет к выходам тестируемого блока питания приложить напряжения +5V, +3.3V, +5V, +12V, -12V и -5V от внешних источников питания. Для этого можно использовать исправный системный блок питания. Схема проверочного стенда при использовании второго системного блока питания выглядит примерно так, как это показано на рис.5. Кстати сказать, метод использования второго блока питания в качестве лабораторного стенда оказался настолько удачным, что автор статьи самостоятельно изготовил переходник от главного разъема одного блока питания к главному разъему другого. Это позволяет проводить тестирование микросхем очень быстро, т.к. и избавляет от необходимости каждый раз коммутировать переключателями выходы двух блоков питания, и делает данный способ тестирования ШИМ-контроллера очень удобным.

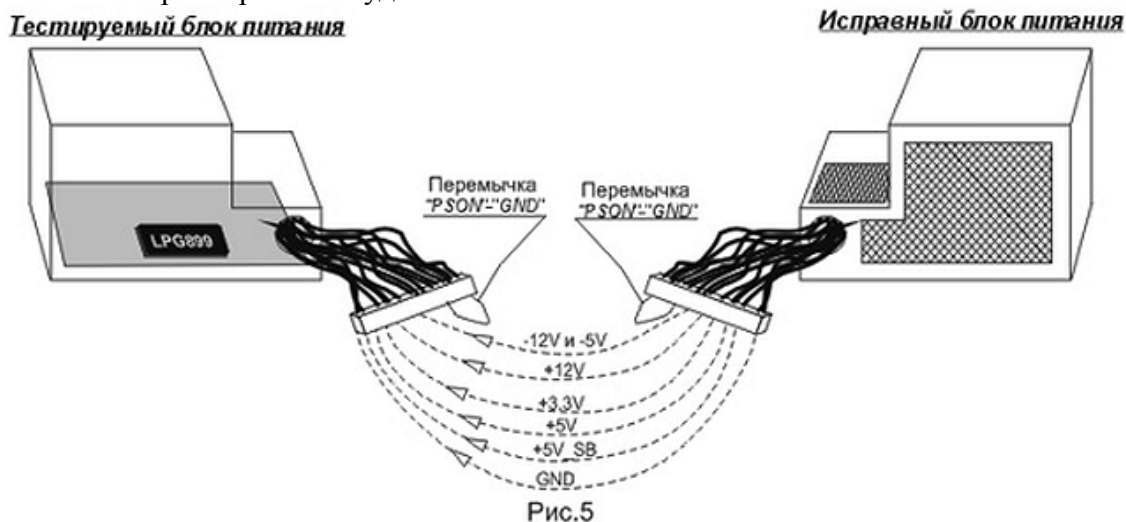


Рис.5

Итак, для запуска микросхемы необходимо проделать следующее:

- 1) К выходу тестируемого блока питания приложить напряжения +5V, +3.3V, +5V, +12V, -12V и -5V.
- 2) Контакт PSON главного разъема блока питания «закоротить на "землю" с помощью переключки.
- 3) Включить исправный блок питания в сеть.

В результате, микросхема LPG -899 должна начать работать, и ее работоспособность проверяется по следующим признакам:

- на конт.7 (С 1) и на конт.8 (С 2) присутствуют импульсы прямоугольной формы;
- на конт.16 (ADJ) присутствует постоянное напряжение величиной примерно 1.5-2V, что говорит, в большей степени, об исправности внешних цепей обратной связи блока питания (величина этого напряжения зависит от конфигурации делителей в цепи обратной связи);
- на конт.14 (OPOUT) присутствует постоянное напряжение;
- на конт.1 (V33) присутствует постоянное напряжение величиной примерно 3В, что говорит об исправности, как микросхемы, так и об исправности вторичных цепей канала +3.3v;
- на конт.2 (V 5) присутствует постоянное напряжение величиной примерно 5.0v, что говорит об исправности, как микросхемы, так и об исправности вторичных цепей канала +5v;
- на конт.3 (V 12) присутствует постоянное напряжение величиной примерно 0.7v, что говорит об исправности, как микросхемы, так и об исправности вторичных цепей канала +12v (величина этого напряжения зависит от параметров резистивного делителя в канале +12v);
- на конт.4 (PT) устанавливается напряжение в диапазоне от 0.7v до 1v (точное значение этого напряжение варьируется в зависимости от схемотехники источника питания);
- на конт.6 (СТ) формируется пилообразное напряжение частотой около 50 кГц;
- на конт.11 (PG) устанавливается сигнал высокого уровня величиной примерно 5v.

Полная функциональная проверка интересна еще и тем, что позволяет проверить не только микросхему, но и практически всю вторичную часть блока питания.

В частности, данная проверка позволяет проверить прохождение импульсов С1 и С2 до баз силовых транзисторов, находящихся в первичной части блока питания, что позволяет убедиться в исправности согласующего трансформатора и усилительного каскада.

Методика должна применяться с учетом схемотехники конкретного блока питания.