

Распространенные причины возникновения неисправностей источников питания и методы их устранения

Алексей БУЙСКИХ
alexey.buyskih@eltech.spb.ru

Импульсные источники питания (ИП) активно вытесняют линейные, особенно в таких отраслях, как телекоммуникации, компьютерная техника, силовая электроника, промышленное и военное оборудование, где применение импульсных ИП превышает 90%. Однако при эксплуатации импульсных ИП возникает целое множество вопросов. В статье даны ответы на большинство из них, а также рассмотрены причины выхода из строя импульсных ИП и рекомендации по их включению.

Введение

DC/DC-преобразователь — это составная часть любого AC/DC-преобразователя, который, в свою очередь, является составной частью более сложных систем и источников электропитания, например источников бесперебойного питания. Остановимся на возможных внешних причинах нестабильной работы ИП, а также на некоторых видах их защит. Разберем схему построения импульсного AC/DC-преобразователя (рис. 1).

Итак, в импульсном AC/DC-источнике существует защита от превышения входного напряжения, а также ограничение тока в момент включения.

Как защищен источник от «превышения» входного напряжения?

Нестабильность напряжения в сети, кратковременные высоковольтные импульсы, возникающие в момент включения мощных индукционных нагрузок, а также удары молнии в непосредственной близости от электроустановок либо в линию электропередачи, пробой изоляции, обрыв «нулевого» провода в трехфазной сети — все это вызывает опасные перенапряжения как в самой питающей сети, так и у потребителя электроэнергии [1].

Для защиты входа ИП используются нелинейные элементы. В большинстве преобразователей таких производителей, как Mean Well, Chinfa, Power-One, применяются варисторы, установленные по входу. Принцип действия защиты от превышения входного напряжения, построенной на варисторе, следующий: пока сетевое напряжение не выходит за пределы допустимого, сопротивление

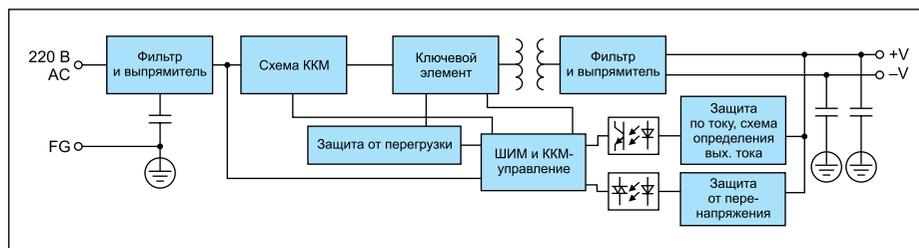


Рис. 1. Блок-схема импульсного AC/DC-источника питания

варистора велико (десятки МОм) и не влияет на работу схемы (рис. 2). При перенапряжении в сети варистор резко уменьшает свое сопротивление, при этом протекающий через него ток выжигает плавкий предохранитель. Остальные элементы блока питания остаются невредимыми. Сам варистор при этом обычно выходит из строя, что очень легко заметить по внешнему виду: он чернеет, трескается, на окружающих элементах заметна копоть (рис. 3).

Для восстановления работоспособности источника достаточно заменить перегоревшие предохранитель и варистор. В том случае, если варистор не успел сработать или прошел мощный импульсный скачок по входу, вслед за варистором сгорает целая цепочка элементов [2].

В ненадежных сетях для защиты входа ИП от внешних мощных бросков напряжения (удары молнии) рекомендуется дополнительно установить внешние варисторы. Мощные варисторы включаются параллельно входу, а также между входными проводами и землей (рис. 4). В случае перенапряжения в первую очередь выходят из строя варисторы на входе и предохранитель, а сам источник при этом (в большинстве случаев) остается целым [3].

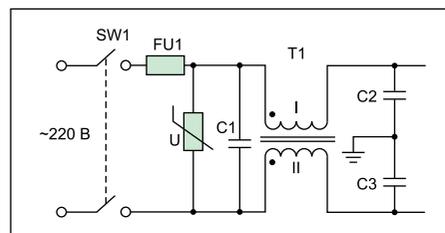


Рис. 2. Схема включения варистора на входе источника питания

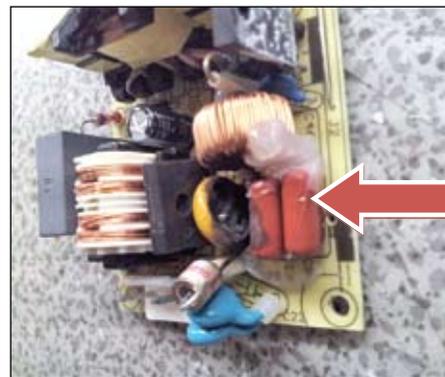


Рис. 3. Варистор, поврежденный из-за перенапряжения по входу

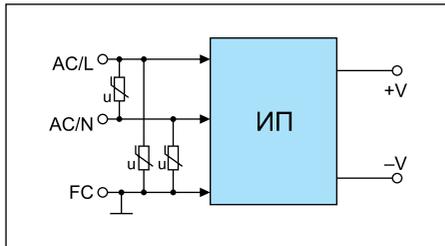


Рис. 4. Схема защиты входа ИП от мощных бросков напряжения

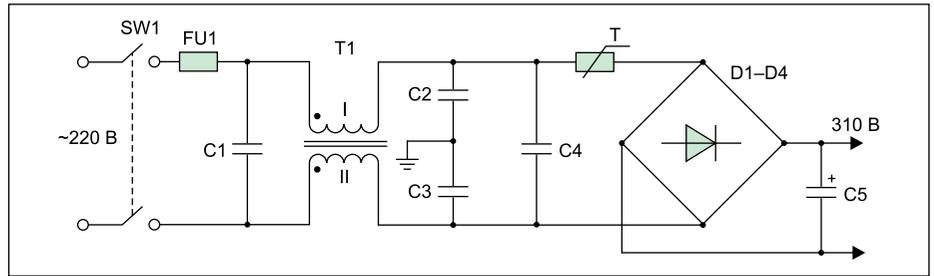


Рис. 5. Схема ограничения пускового тока с помощью терморезистора

Как реализовано ограничение токов в ИП при включении?

Величина тока при включении ИП зависит от времени переходного процесса, нагрузки и от того, присутствует или отсутствует схема ограничения входного тока. У большинства производителей (Mean Well, Chinfa, Power-One) схема ограничения пусковых токов выполнена на термисторе с отрицательным температурным коэффициентом (NTC-термисторы), включенным последовательно со входом, либо с помощью обычного мощного резистора.

Терморезистор с отрицательным ТКС (температурный коэффициент сопротивления) служит для ограничения броска зарядного тока через конденсатор C5 в момент включения источника питания (рис. 5). При включении блока питания в начальный момент времени через диодный мост протекает максимальный зарядный ток конденсатора C5, и этим током может быть выведен из строя один или более диодов выпрямителя. Так как в холодном состоянии сопротивление терморезистора составляет несколько Ом, ток через выпрямительные диоды моста ограничивается на безопасном для них уровне. Через некоторый промежуток времени в результате протекания зарядного тока терморезистор нагревается, его сопротивление уменьшается до долей Ома и больше не влияет на работу схемы [2].

Благодаря наличию токоограничивающего элемента появляется возможность выбирать сетевой автомат с минимальным запасом по пусковому току источника.

Такое решение проблемы ограничения броска зарядного тока при помощи элемента с нелинейной вольт-амперной характеристикой используется достаточно часто. Это один из самых простых и дешевых вариантов по сравнению с другими. Кроме того, вышеупомянутая схема повышает надежность ИП, что и обуславливает ее широкое применение.

Однако недостаток данной схемы в том, что ограничительный терморезистор, как и всякий нагреваемый элемент, обладает тепловой инерцией. Это означает, что для восстановления его свойств после выключения блока питания из сети должно пройти некоторое время (порядка нескольких минут), то есть он должен остыть. В этом случае следующее

включение блока питания произойдет также с ограничением броска зарядного тока. Это является дополнительным условием, из-за которого настоятельно рекомендуется выждать одну-две минуты перед следующим включением источника питания после его выключения. На практике часто встречаются ситуации, при которых необходимо выключить источник питания и тут же снова включить его, однако в таком случае при применении данной схемы могут выйти из строя диоды выпрямителя. Указанная проблема отсутствует в источниках, где ограничение пусковых токов происходит с помощью обычных токоограничивающих резисторов большой мощности, установленных по входу. Также применяют схемы с использованием дополнительных реле для шунтирования токоограничивающих резисторов.

От чего зависит стабильность запуска ИП при низких температурах?

Стабильность запуска источников питания в условиях низких температур зависит от того, каким образом реализовано ограничение тока при пуске.

Рассмотрим источник с рабочим температурным диапазоном от -10°C и с использованием термистора (рис. 5) для ограничения пусковых токов. При низких температурах (менее -10°C) термистор имеет такое высокое сопротивление, которое может ограничивать пусковой ток сверх меры. Это может создать проблемы для запуска ИП, поскольку для успешного пуска необходим достаточно большой ток.

Решить проблему можно с помощью следующих действий:

- Выключить/включить ИП с интервалом примерно в 2 с. Повторить эту процедуру несколько раз. Термистор прогреется и источник запустится.
- Снизить нагрузку на выходе до минимальной.
- Организовать локальный внутренний обогрев приборов, если они используются при низких температурах длительное время (например, при помощи мощного резистора).

Данного недостатка лишены источники питания, в которых терморезисторы не используются, а применяются ограничитель-

ные резисторы большой мощности (обычно белого цвета и имеющие форму параллелепипеда). Они имеют номинал сопротивления, равный нескольким Ом, мощность 5–10 Вт и обеспечивают ограничение тока не только в момент включения, но и постоянно при работе ИП. Поэтому на резисторе рассеивается достаточно большая мощность и он очень сильно нагревается. Источники питания, в которых применяется такая схема ограничения пускового тока, имеют невысокий КПД, зато минимальная рабочая температура у некоторых из них достигает -50°C . В таком случае производителем в документации обязательно указывается входное напряжение, при котором источник запустится при самой низкой температуре.

Снижение суммарного пускового тока при включении нескольких ИП

Во входных цепях мощных источников питания пусковой ток при включении достигает 60 А при напряжении питания 220 В. Когда используется несколько ИП, пусковой ток соответственно увеличивается во столько же раз и достигает нескольких сотен ампер. Чтобы избежать таких неприятных бросков в одной системе питания, применяется два метода: последовательное включение ИП и управление пусковым током каждого ИП. Возможна комбинация этих способов.

В случае последовательного включения все ИП разбиваются на ведущие и ведомые.

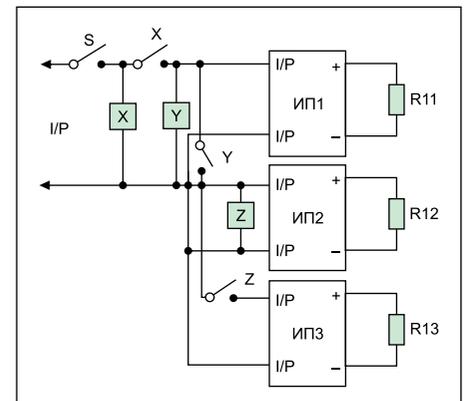


Рис. 6. Схема последовательного (с задержкой) включения ИП

