

Источники питания

Ковалев Н.С.

Источники питания бывают первичные и вторичные, или источники вторичного электропитания.

Первичные источники питания служат для преобразования различных видов энергии – механической, химической, тепловой, световой и прочих в электрическую энергию. Это, например, генераторы электростанций, бензогенераторы, ветрогенераторы, солнечные батареи, электрохимические источники постоянного тока – гальванические элементы и аккумуляторы.

Источники вторичного электропитания преобразуют электрическую энергию первичного источника определённого вида в электрическую энергию, необходимую для питания определённого потребителя требуемой формы, величины напряжения, частоты и числа фаз (в случае переменного тока), требуемой стабильности, пульсации (при выходе на постоянном токе). Источник вторичного электропитания обеспечивает также требуемые защиты от перегрузки и (или) короткого замыкания, от перенапряжения и прочее, осуществляет при необходимости гальваническую развязку (электрическую изоляцию) от первичного источника.

Разделение источников питания на первичные и вторичные достаточно условно. Так, например, к выходу некоторого источника вторичного электропитания может быть подключен один или несколько других вторичных источников электропитания, при этом первый источник питания будет являться первичным по отношению к остальным. Обычно мы считаем первичным источником питания сеть переменного тока, хотя от электростанции до электрической розетки в нашем помещении может быть несколько различных преобразователей, трансформаторов и т.д.

Источники вторичного электропитания различаются по типу входного и выходного тока.

1. Источники питания переменного тока на входе и выходе (преобразователи переменного тока в переменный), или AC/AC (обычно используется английский вариант обозначения -alternating current, переменный ток.).
2. Преобразователи переменного тока в постоянный, или AC/DC (DC-direct current-постоянный ток).
3. Преобразователи постоянного тока в постоянный, или DC/DC.
4. Преобразователи постоянного тока в переменный, или DC/AC.

Источники питания АС/АС

Источники питания АС/АС могут быть как нестабилизирующими, так и стабилизирующими. Первые обычно либо изменяют уровень напряжения (пример-автотрансформатор 220/110 В), либо осуществляют гальваническую развязку от питающей сети для повышения безопасности (пример-развязывающий трансформатор 220/220 В), либо выполняют обе функции сразу (пример-понижающий и развязывающий трансформатор 220/36 В или 220/12 В). Частота выходного напряжения может как совпадать с частотой питающего напряжения (аналогично предыдущим примерам), так и отличаться от неё, например, при частоте сети 50 Гц частота выходного напряжения может быть 400 Гц или наоборот. Может также отличаться и число фаз на входе и выходе. Особый класс источников питания АС/АС составляют источники бесперебойного питания, которые содержат промежуточное звено постоянного тока с резервной аккумуляторной батареей, обеспечивающей питание нагрузки в течение определенного времени при пропадании напряжения сети.

Стабилизирующие источники питания АС/АС (стабилизаторы напряжения) обеспечивают стабильное (в определенных пределах) напряжение на выходе при изменении напряжения питающей сети и тока нагрузки. Существует несколько типов таких стабилизаторов, различающихся принципом действия. Наиболее распространенные-электромеханические и релейные с переключением обмоток автотрансформатора или трансформатора с помощью электромагнитных реле или полупроводниковых (твердотельных) реле, или симисторов (симметричных тиристоров или триаков). Стабилизаторы напряжения переменного тока могут быть как с гальванической развязкой, так и без гальванической развязки. Чаще используются без гальванической развязки. Наилучшими характеристиками обладают инверторные стабилизаторы переменного тока с преобразованием напряжения питающей сети в напряжение постоянного тока, которое поступает на инвертор и снова преобразуется в стабилизированное переменное напряжение. Они позволяют получить высокую точность выходного напряжения, отсутствие перерывов из-за коммутации, чистую синусоиду, защиту от различных выбросов в сети, электронную защиту от перегрузки и короткого замыкания.

К источникам питания АС/АС относятся также бескорпусные понижающие трансформаторы 220/12 В для питания галогенных ламп и других потребителей, бескорпусные понижающие трансформаторы 220/36 В для питания различных нагрузок безопасным напряжением а также тороидальные трансформаторы и трансформаторы других (по желанию заказчика) конфигураций на нужные заказчику выходные напряжения. Бескорпусные трансформаторы могут быть встроены в оборудование заказчика или помещены в нужный заказчику корпус.

К источникам питания АС/АС можно также отнести такие специфические источники питания, как «электронные трансформаторы» для питания галогенных ламп и Электронные ПускоРегулирующие Аппараты (ЭПРА) для питания электролюминесцентных ламп. В обоих случаях питание нагрузки осуществляется переменным током ультразвуковой частоты.

Источники питания AC/DC

Это самый широкий и наиболее востребованный класс источников. Источники питания AC/DC также могут быть как нестабилизирующими, так и стабилизирующими, с гальванической развязкой и без неё. Наиболее часто используются источники питания AC/DC с гальванической развязкой от питающей сети, так как они обеспечивают наибольшую электробезопасность потребителей электроэнергии.

Нестабилизирующие источники питания AC/DC обычно содержат трансформатор, работающий на частоте сети, выпрямитель и сглаживающий фильтр. Трансформатор изменяет величину напряжения в соответствии с коэффициентом трансформации (если нужно) и осуществляет гальваническую развязку. Выпрямитель выпрямляет (преобразует из переменного в постоянное) напряжение вторичной обмотки трансформатора. Сглаживающий фильтр фильтрует выпрямленное напряжение, снижая величину пульсации.

Сравнительно редко встречаются нестабилизирующие источники питания AC/DC с преобразователями напряжения, в которых выпрямитель выпрямляет сетевое напряжение, которое затем преобразуется в напряжение повышенной частоты 20-200 кГц, которое подается на трансформатор, а затем снова выпрямляется. Преимущество здесь – трансформатор, работающий на повышенной частоте, благодаря чему снижаются его габариты, вес и стоимость, а также габариты и вес источника питания в целом. Недостаток – более сложная схема с большим количеством элементов, что снижает надёжность и повышает стоимость.

Стабилизирующие источники питания AC/DC могут быть выполнены как с линейными стабилизаторами напряжения (с непрерывным регулированием, или аналоговыми), так и с импульсными. Первые из них обладают очень хорошими характеристиками, самым низким уровнем пульсаций, шумов и помех. Недостатком их является низкий КПД, который обычно не превышает 50% и наличие громоздкого сетевого трансформатора.

Применение импульсного стабилизатора вместо линейного (во вторичной цепи после выпрямителя) решает проблему низкого КПД (повышая его до 80-90%), но остается громоздкий сетевой трансформатор и появляется другой недостаток – резко повышается уровень шумов и помех. Но во многих применениях это не критично.

И в этих случаях очень широко применяются импульсные источники питания с бестрансформаторным входом. Подавляющее большинство серийно выпускаемых источников питания – именно такие источники.

Эти источники питания не содержат низкочастотного трансформатора, работающего на частоте сети (50 или 60 Гц). Напряжение питающей сети сразу выпрямляется выпрямителем и фильтруется сглаживающим фильтром, а затем подается на преобразователь напряжения (инвертор), который снова преобразует его в переменное, но повышенной частоты (50-300 кГц) и прямоугольной формы. Это позволяет значительно уменьшить габариты и вес

трансформатора и снизить его стоимость за счет уменьшения стоимости сердечника, меди и снижения трудоёмкости изготовления.

Одновременно преобразователь напряжения осуществляет функцию стабилизации напряжения или тока за счет изменения длительности (шиотно-импульсная модуляция, ШИМ) или частоты (частотно-импульсная модуляция, ЧИМ) импульсов, или одновременно того и другого (ЧИМ-ШИМ). Недостатком таких источников питания, кроме выше перечисленных, является низкий коэффициент мощности (примерно 0,6). Для его устранения во многих импульсных источниках питания устанавливается корректор коэффициента мощности, который позволяет его повысить до 0,95-0,99.

В импульсных источниках питания обратная связь в большинстве случаев осуществляется с выхода и подается на преобразователь напряжения через оптическое или трансформаторное устройство гальванической развязки, что позволяет получить высокую стабильность выходного напряжения или тока. При низких значениях выходного напряжения и больших токах нагрузки в некоторых источниках питания дополнительно используется обратная связь непосредственно с питаемой нагрузки.

Источники питания DC/DC

Источники питания DC/DC могут быть как нестабилизирующими, так и стабилизирующими, с гальванической развязкой и без гальванической развязки. Источники питания DC/DC применяются в тех случаях, когда первичным источником питания является источник постоянного тока, а питать оборудование непосредственно от него невозможно – требуется другое напряжение, или другая полярность, или другая стабильность, или гальваническая развязка. Во всех этих DC/DC источниках питания в основном используются импульсные преобразователи напряжения различных конфигураций.

Стабилизирующие импульсные преобразователи напряжения (конверторы) без гальванической развязки позволяют в зависимости от конфигурации получить следующие величины напряжения и полярности относительно входного напряжения питания:

1. Понижающие конверторы (step-down)- выходное напряжение всегда ниже входного, полярность та же, что и входного напряжения.
2. Повышающие конверторы (step-up, boost)-выходное напряжение всегда выше входного, полярность та же, что и входного напряжения.
3. Полярно-инвертирующие конверторы (inverting)-выходное напряжение по величине может быть как меньше, так и равно и больше входного. Полярность противоположна полярности входного напряжения.
4. Конвертор с топологией SEPIC позволяет получить выходное напряжение по величине как меньше, так и равно и больше входного при той же полярности, а с топологией Чука при обратной полярности.

Существуют и другие конфигурации конверторов.

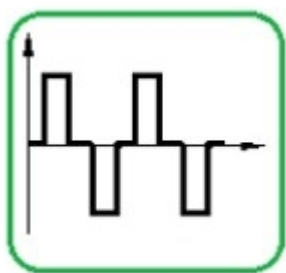
Конверторы с гальванической развязкой благодаря наличию трансформатора позволяют получить любую величину и полярность выходного напряжения по отношению к входному. Они могут быть как стабилизирующими, так и нестабилизирующими. В тех случаях, когда гальваническая развязка не нужна и не очень большая разница напряжений между входом и выходом, применяются линейные стабилизаторы напряжения, в основном интегральные, при этом выходное напряжение всегда меньше входного.

Источники питания DC/AC

Источники питания DC/AC (инверторы) применяются в тех случаях, когда имеется первичный источник питания постоянного тока, а для питания нагрузки необходимо напряжение переменного тока. Такая ситуация может встречаться, например, при необходимости питания нагрузки переменного тока от бортсети подвижных объектов (автомобилей, кораблей, самолётов и т.д.), от стационарного источника питания постоянного тока аппаратуры телекоммуникаций, в автономных системах электропитания от солнечных батарей, ветрогенераторов и т.п., в источниках бесперебойного питания (ИБП) с промежуточным звеном постоянного тока в виде резервной аккумуляторной батареи.

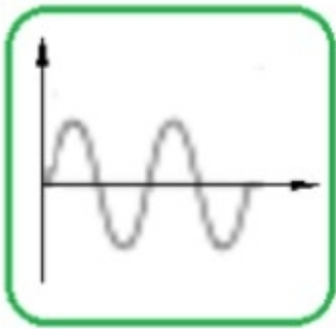
Инверторы (в том числе и входящие в состав ИБП) выпускаются двух видов в зависимости от формы выходного напряжения:

С модифицированной синусоидой – выходное напряжение представляет собой двухполярные прямоугольные импульсы с паузой между ними, максимально приближенные по гармоническому составу к синусоиде, следующие с заданной частотой (наиболее часто 50 или 60 Гц).



Мод. синус

С чистой синусоидой – выходное напряжение синусоидально с незначительными искажениями.



Чистый синус

Достоинством первых является более простая схема и низкая стоимость, недостатком – несинусоидальная форма кривой выходного напряжения, из-за чего не все потребители могут работать с таким инвертором.

Достоинством вторых является чистая синусоидальная форма кривой выходного напряжения, благодаря чему с этими инверторами могут работать любые потребители электрической энергии. Недостатком – более высокая цена, габариты и вес.