

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ И ИМПУЛЬСНАЯ ТЕХНИКА



Импульсная техника

Область техники, исследующая, разрабатывающая и применяющая методы и технические средства генерирования (формирования), преобразования и измерения электрических импульсов). В И. т. также исследуют и анализируют процессы, возникающие при воздействии электрических импульсов на различные электрических цепи, устройства и объекты.

Электрические импульсы тока и напряжения широко используются для тех или иных целей в различных областях науки и техники. Наиболее широко электрические импульсы применяются в электронике при импульсном режиме работы электронных устройств различного назначения. Здесь находят применение как одиночные импульсы (радиоимпульсы и видеоимпульсы), так и главным образом последовательности импульсов (серии импульсов), образующих импульсные сигналы, несущие информацию или выполняющие функции управления работой электронных устройств.

При импульсном режиме электронные устройства подвергаются воздействию электрических сигналов не непрерывно (в течение всего времени работы устройства), а прерывисто. При этом прерывистая структура импульсных сигналов составляет принципиальную основу полезных функций устройства, работающего в импульсном режиме. серии из 3 импульсов, сгруппированных согласно некоторому условному коду, определяемому, в частности, расстановкой импульсов в серии.

Импульсные сигналы могут иметь более сложную структуру, зависящую от вида модуляции и формы импульса. Некоторые электрические колебания сложной формы, в отличие от синусоидальных, имеют разрывной характер; им свойственны весьма широкий частотный спектр и наличие характерных точек, точнее участков весьма малой временной протяжённости, в которых скорость изменения колебательного процесса претерпевает резкие скачки (разрывы). Эти свойства сближают колебания сложной формы с типичными импульсными процессами. В И. т. часто применяют импульсные сигналы с частотным заполнением от десятков гц до десятков Ггц.

Рис. 2
Электрические колебания сложной формы:
а — пиковые; б — пилообразные

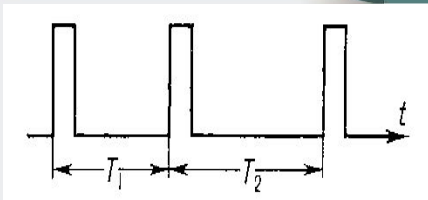
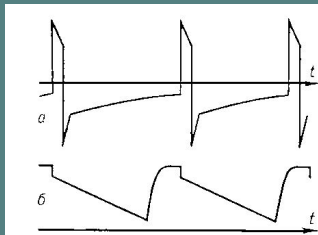
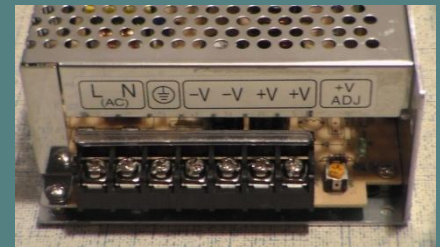


Рис. 1. Импульсный сигнал из трёх прямоугольных импульсов



Импульсная техника

Область техники; охватывает исследование, разработку и использование методов и технических средств генерирования, преобразования, усиления и измерения параметров электрических импульсов, а также исследование импульсных процессов в электрических цепях (главным образом в автоматике, вычислительной технике, электро- и радиотехнике).



Импульсы высоких напряжений используются при испытании электротехнической аппаратуры, имитации внутренних и грозовых перенапряжений в электрической сети, для моделирования молниезащитных устройств и т. д. В экспериментальной физике импульсы высоких напряжений применяются для создания сильных импульсных электрических полей при исследовании процессов электрического пробоя, для получения кратковременных (10^{-7} — 10^{-6} сек) вспышек рентгеновского излучения, для питания искровых камер, электронно-оптических преобразователей, Керра ячеек, в ускорителях заряженных частиц для создания импульсных электронных и ионных пучков. Амплитуды импульсов измеряются с помощью специальных ёмкостных, омических или смешанных делителей напряжения.

Импульсы сильных токов применяются: 1) для создания импульсных магнитных полей в термоядерных установках, ускорителях заряженных частиц, при ускорении плазмы и металлических тел, при магнитно-импульсной обработке металлов, в быстродействующих электромагнитных клапанах, импульсном электроприводе и т. д.); 2) для быстрого нагрева газа и проводников (нагрев газа при аэродинамических и термоядерных исследованиях, получение мощных ударных волн и расходящихся потоков жидкости для эхолокации и сейсморазведки, деформирование и разрушение материалов, электрический взрыв проводников, питание импульсных источников света электроэрозионная обработка металлов, импульсная сварка и др., 3) для испытания электротехнических устройств, коммутационной аппаратуры, моделирования разрушающего действия тока молнии и т. д.

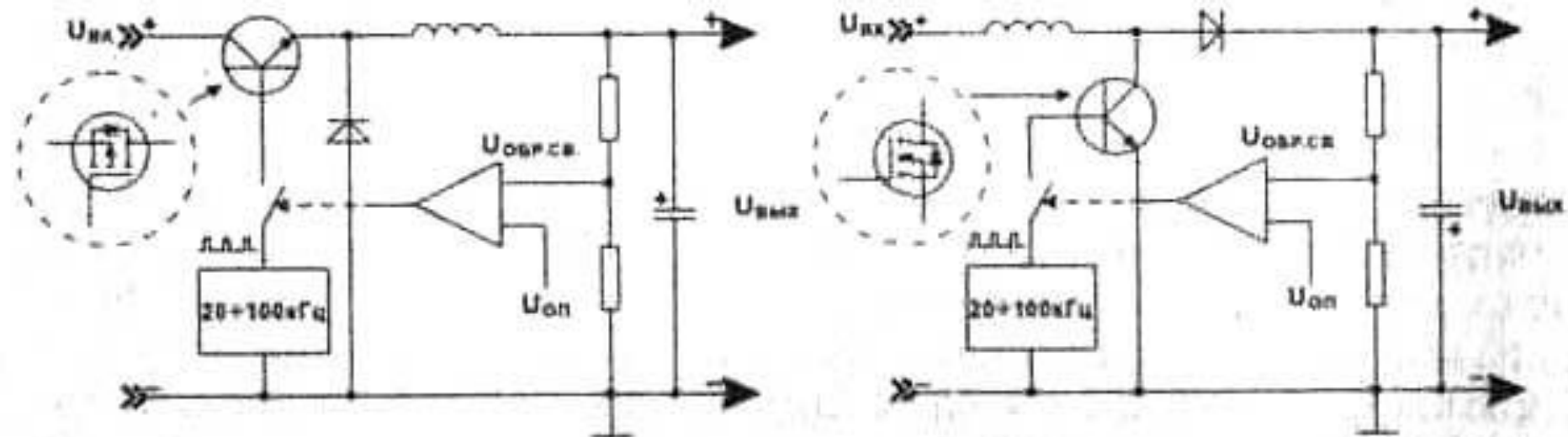
Источники питания — это радиоэлектронные устройства, предназначенные для обеспечения различных устройств электрическим питанием. В данном разделе приведены статьи по всем видам таких устройств: вторичным и первичным источникам питания, химическим, термоэлектрическим и импульсным источникам питания. Также рассматриваются различные способы и методы построения и производства современных систем электропитания, вопросы и проблемы применения и управления питанием.



Импульсные ИП используют методы и физические явления для генерации стабилизированного напряжения, а именно: эффект накопления энергии в катушках индуктивности, а также возможность высокочастотной трансформации и преобразования накопленной энергии в постоянное напряжение

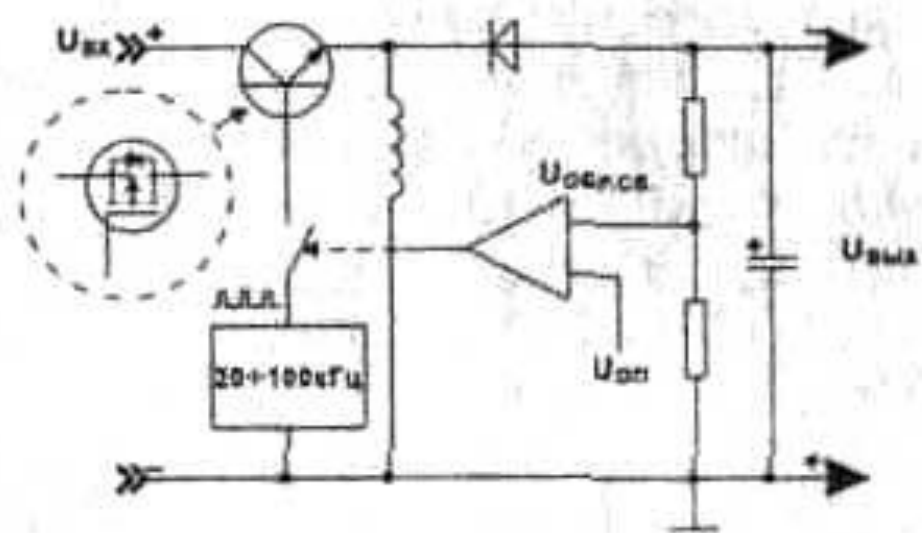
Импульсные источники питания

Существует три типовых схемы построения импульсных ИП : повышающая (выходное напряжение выше входного), понижающая (выходное напряжение ниже входного) и инвертирующая (выходное напряжение имеет противоположную по отношению к входному полярность). Отличаются они лишь способом подключения индуктивности, в остальном, принцип работы остается неизменным, а именно. Ключевой элемент (обычно применяют биполярные или МДП транзисторы), работающий с частотой порядка 20-100 кГц, периодически на короткое время (не более 50% времени) прикладывает к катушке индуктивности полное входное нестабилизированное напряжение. Импульсный ток, протекающий при этом через катушку, обеспечивает накопление запаса энергии в её магнитном поле $\frac{1}{2}LI^2$ на каждом импульсе. Запасенная таким образом энергия из катушки передается в нагрузку (либо напрямую, с использованием выпрямляющего диода, либо через вторичную обмотку с последующим выпрямлением), конденсатор выходного сглаживающего фильтра обеспечивает постоянство выходного напряжения и тока. Стабилизация выходного напряжения обеспечивается автоматической регулировкой ширины или частоты следования импульсов на ключевом элементе (для слежения за выходным напряжением предназначена цепь обратной связи). Такая схема позволяет существенно повысить КПД всего устройства. Кроме самой нагрузки в схеме отсутствуют силовые элементы, рассеивающие значительную мощность. Ключевые транзисторы работают в режиме насыщенного ключа (т.е. падение напряжения на них мало) и рассеивают мощность только в достаточно короткие временные интервалы (время подачи импульса). Помимо этого, за счет повышения частоты преобразования можно существенно увеличить мощность и



а) Понижающий импульсный ИП ($U_{\text{вых}} < U_{\text{вх}}$)

б) Понижающий импульсный ИП ($U_{\text{вых}} < U_{\text{вх}}$)



в) Инвертирующий импульсный ИП ($U_{\text{вых}} < 0$)

Рис. 3.4-1. Типовые структурные схемы импульсных источников питания.

Важным технологическим преимуществом импульсных ИП является возможность построения на их основе малогабаритных сетевых ИП с гальванической развязкой от сети для питания самой разнообразной аппаратуры. Такие ИП строятся без применения громоздкого низкочастотного силового трансформатора по схеме высокочастотного преобразователя. Это типовая схема импульсного ИП с понижением напряжения, где в качестве входного напряжения используется выпрямленное сетевое напряжение, а в качестве накопительного элемента — высокочастотный трансформатор (малогабаритный и с высоким КПД), со вторичной обмотки которого и снимается выходное стабилизированное напряжение (трансформатор обеспечивает также гальваническую развязку с сетью).

К недостаткам импульсных ИП можно отнести: наличие высокого уровня импульсных шумов на выходе, высокую, сложность и низкую надежность, необходимость применения дорогостоящих высоковольтных высокочастотных компонентов

Источниками импульсов тока служат: ударные электрические генераторы, накапливающие энергию до 10^8 дж в виде кинетической энергии массивного ротора (аккумуляторы, конденсаторные батареи (ёмкостные накопители), заряжаемые от источника постоянного напряжения (например, контур Горева); индуктивные накопители (накопление энергии происходит в катушке индуктивности); взрывные генераторы, в которых происходит уменьшение объёма контура или катушки с током при взрыве или под действием магнитного поля.

Для присоединения нагрузки к импульсным источникам сильных токов используют Тиратроны, (при токе до 10^3 — 10^4 а и напряжении Импульсная техника 20—30 кв), Разрядники с повышенным и атмосферным давлением (токи до 10^6 а и напряжения до 10^5 в), вакуумные разрядники с непрерывной откачкой (токи до 10^6 а, напряжения до 10—20 кв) и запаянные (токи до 10^3 а и напряжения до 10^5 в). Применяются также разрядники с твёрдым диэлектриком, заменяемым после каждого разряда (токи Импульсная техника 10^6 а, напряжения Импульсная техника 10^4 в). Для согласования ёмкостных и индуктивных накопителей с нагрузкой применяются импульсные трансформаторы. Измерение импульсных токов проводится с помощью Шунтов или измерительных трансформаторов (пояса Роговского) с интегрирующими цепями. Для этой же цели применяются устройства, использующие явление вращения плоскости поляризации (угол поворота плоскости поляризации пропорционален напряжённости магнитного поля, создаваемого измеряемым током).

Схема кабельного генератора наносекундных импульсов высокого напряжения; К — отрезки коаксиального кабеля; П — искровой промежуток; О — нагрузка.

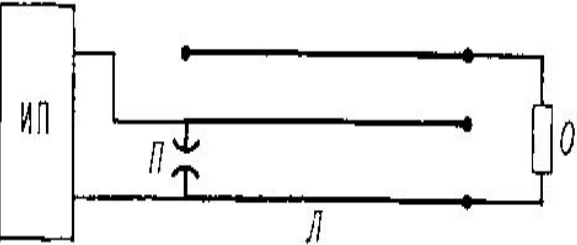
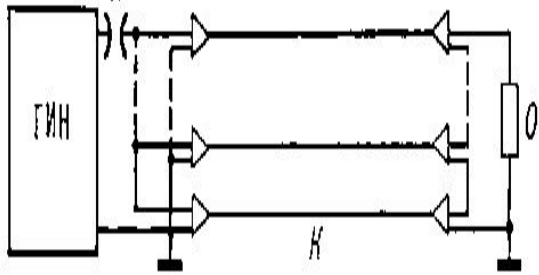
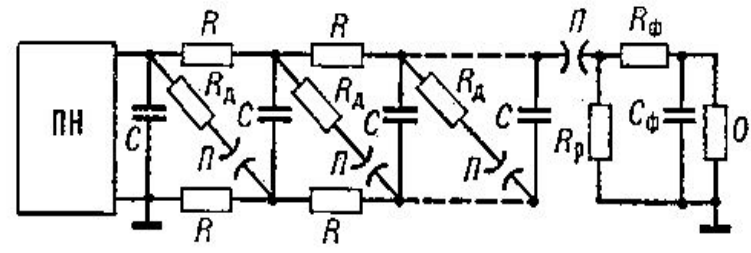
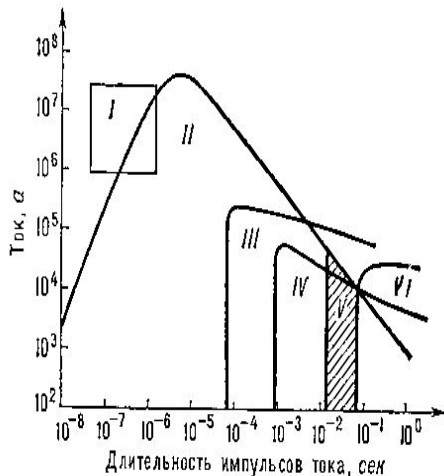
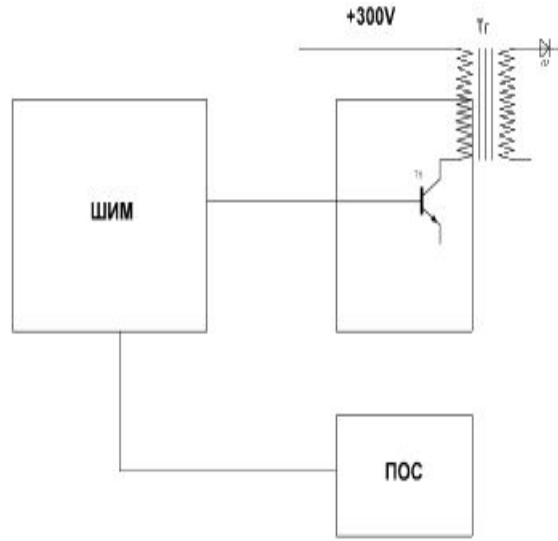


Схема генератора Блумлейна: ИП — источник постоянного напряжения или ГИН; Л — трёхполосная полосковая линия.

Схема генератора импульсных напряжений (ГИН, или схема Аркадьева — Маркса): ПН — источник постоянного напряжения; К — отрезки коаксиального кабеля; П — искровой промежуток; О — нагрузка. С — конденсаторы; R — зарядные сопротивления; R_д — демпфирующие сопротивления; R_р — разрядное сопротивление; П — искровые промежутки; О — объект испытания



СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ИМПУЛЬСНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ



Амплитуды и длительности токов, получаемых от различных импульсных источников тока: I — взрывные генераторы; II — ёмкостные накопители энергии; III — индуктивные накопители; IV — импульсные аккумуляторы; V — контур Горева; VI — ударные генераторы

Источники электропитания являются неотъемлемой частью радиотехнических устройств, к которым предъявляется целый ряд требований; они представляют собой комплекс элементов, приборов и аппаратов, вырабатывающих электрическую энергию и преобразующих ее к виду, необходимому для обеспечения требуемых условий работы радиоустройств.

Источники питания подразделяются на две группы: источники первичного и вторичного питания: Первичные источники - это устройства, преобразующие различные виды энергии в электрическую (электромашинные генераторы, электрохимические источники тока, фотоэлектрические и термоэмиссионные преобразователи и др.).

Вторичные устройства питания - это преобразователи одного вида электрической энергии в другой. К ним относятся: преобразователи переменного напряжения в постоянное (выпрямитель); преобразователи величины переменного напряжения (трансформаторы); преобразователи постоянного напряжения в переменное (инверторы).

Принцип действия

Сетевое напряжение 220 В выпрямляется диодным мостом VD1- VD4. Получившееся постоянное напряжение примерно 300 В подается на генератор, вырабатывающий последовательность импульсов, питающих малогабаритный импульсный трансформатор Т1 на магнитопроводе из феррита. Он и обеспечивает гальваническую развязку питаемой аппаратуры от сети.

Чтобы уменьшить проникновение импульсных помех в питающую сеть, обязательно устанавливают фильтр, содержащий дроссели L_{ϕ} и конденсаторы C_{ϕ} . Резистор R1 нужен для ограничения тока через диоды выпрямителя в момент включения, когда оксидный конденсатор C1 (емкостью до 100 мкФ и более) еще не заряжен. Керамический конденсатор C2 значительно меньшей емкости уменьшает высокочастотные пульсации выпрямленного напряжения при работе генератора.

Мощный высоковольтный транзистор VT1 работает в ключевом режиме с высоким КПД. Он открывается импульсами генератора и создает ток в первичной обмотке трансформатора. Импульсное напряжение со вторичных обмоток (III и IV) выпрямляется и сглаживается. Еще одна обмотка (II) питает цепь стабилизации, которая управляет длительностью и/или частотой импульсов так, чтобы напряжения U_1 и U_2 были стабилизированы.

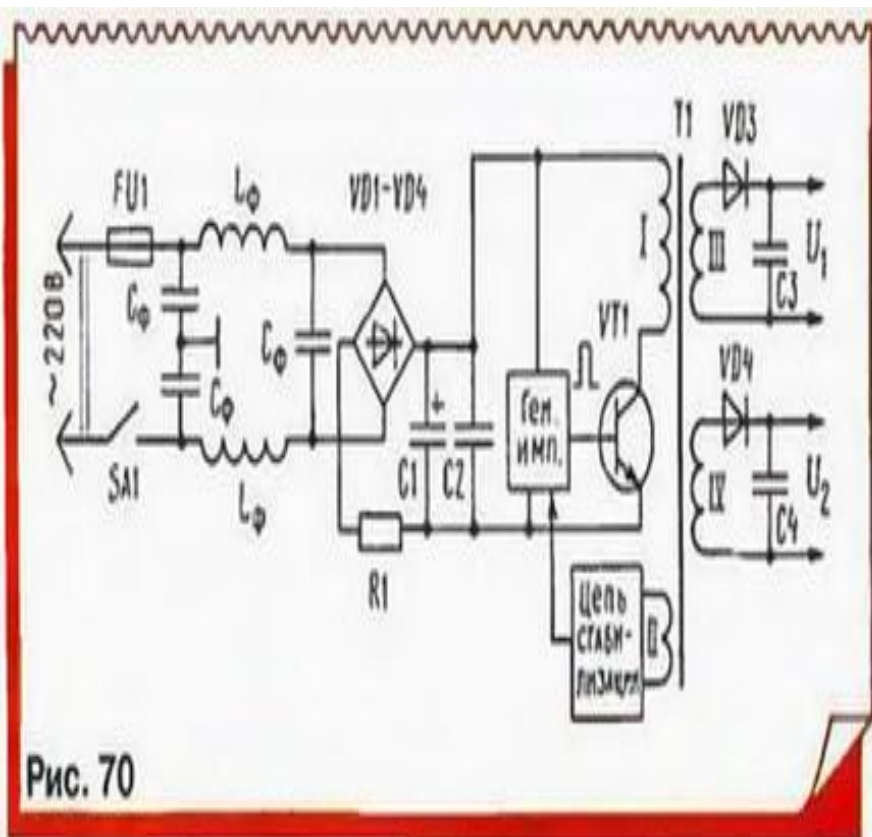
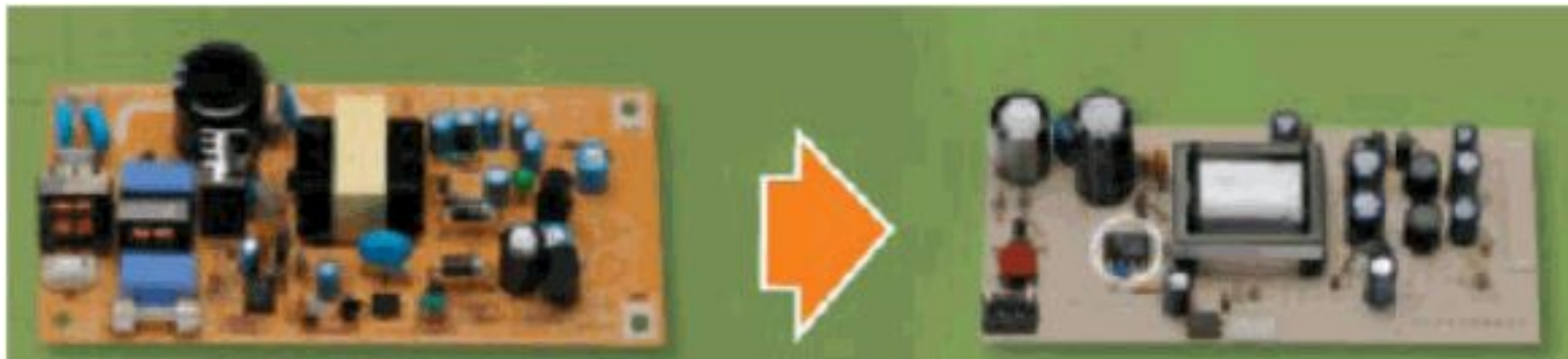
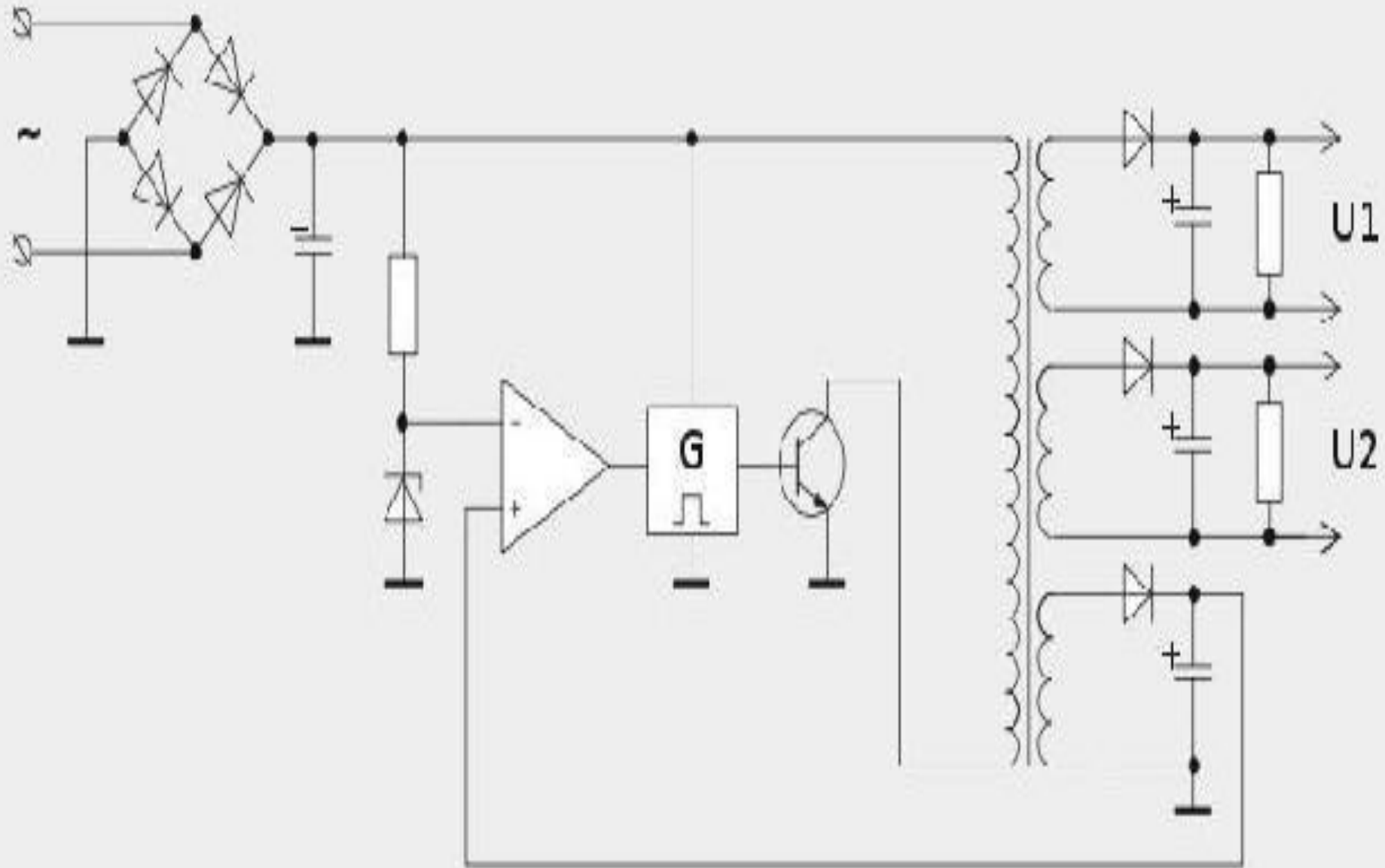


Рис. 70

Импульсные блоки питания прочно заняли лидирующие позиции на рынке: практически во всех современных телевизорах, видеоаппаратуре, бытовой технике, лабораторном оборудовании используются импульсные модули питания. Особенно широко импульсные источники применяются на автомобильном и железнодорожном транспорте, на борту водных и воздушных. Среди весомых причин перехода к импульсным преобразователям можно назвать: высокий КПД (вплоть до 90-98%), небольшой вес, меньшая стоимость, адаптация к отечественным условиям, наличие дополнительных функций. Из-за отсутствия громоздких и тяжелых деталей импульсный источник имеет великолепные массогабаритные характеристики. Они нормально работают в отечественных сетях с "размытым" стандартом качества электроэнергии, то есть при искажениях синусоидальной формы тока, колебаниях частоты и входного напряжения. Импульсные источники питания имеют более широкий диапазон входных напряжений



Принципиальная схема простейшего однотактного импульсного БП



Принцип функционирования импульсных источников питания

Импульсный источник питания является инверторной системой. В импульсных источниках питания переменное входное напряжение сначала выпрямляется. Полученное постоянное напряжение преобразуется в прямоугольные импульсы повышенной частоты и определенной скважности, либо подаваемые на трансформатор (в случае импульсных БП с гальванической развязкой от питающей сети) или напрямую на выходной ФНЧ (в импульсных БП без гальванической развязки). В импульсных БП могут применяться малогабаритные трансформаторы - это объясняется тем, что с ростом частоты повышается эффективность работы трансформатора и уменьшаются требования к габаритам (сечению) сердечника, требуемым для передачи эквивалентной мощности. В большинстве случаев такой сердечник может быть выполнен из ферромагнитных материалов, в отличие от сердечников низкочастотных трансформаторов, для которых используется электротехническая сталь. Напряжение сети поступает на выпрямитель, после чего сглаживается емкостным фильтром. С конденсатора фильтра, напряжение которого возрастает, выпрямленное напряжение через обмотку трансформатора поступает на коллектор транзистора, выполняющего функцию ключа. Устройство управления обеспечивает периодическое включение и выключение транзистора.

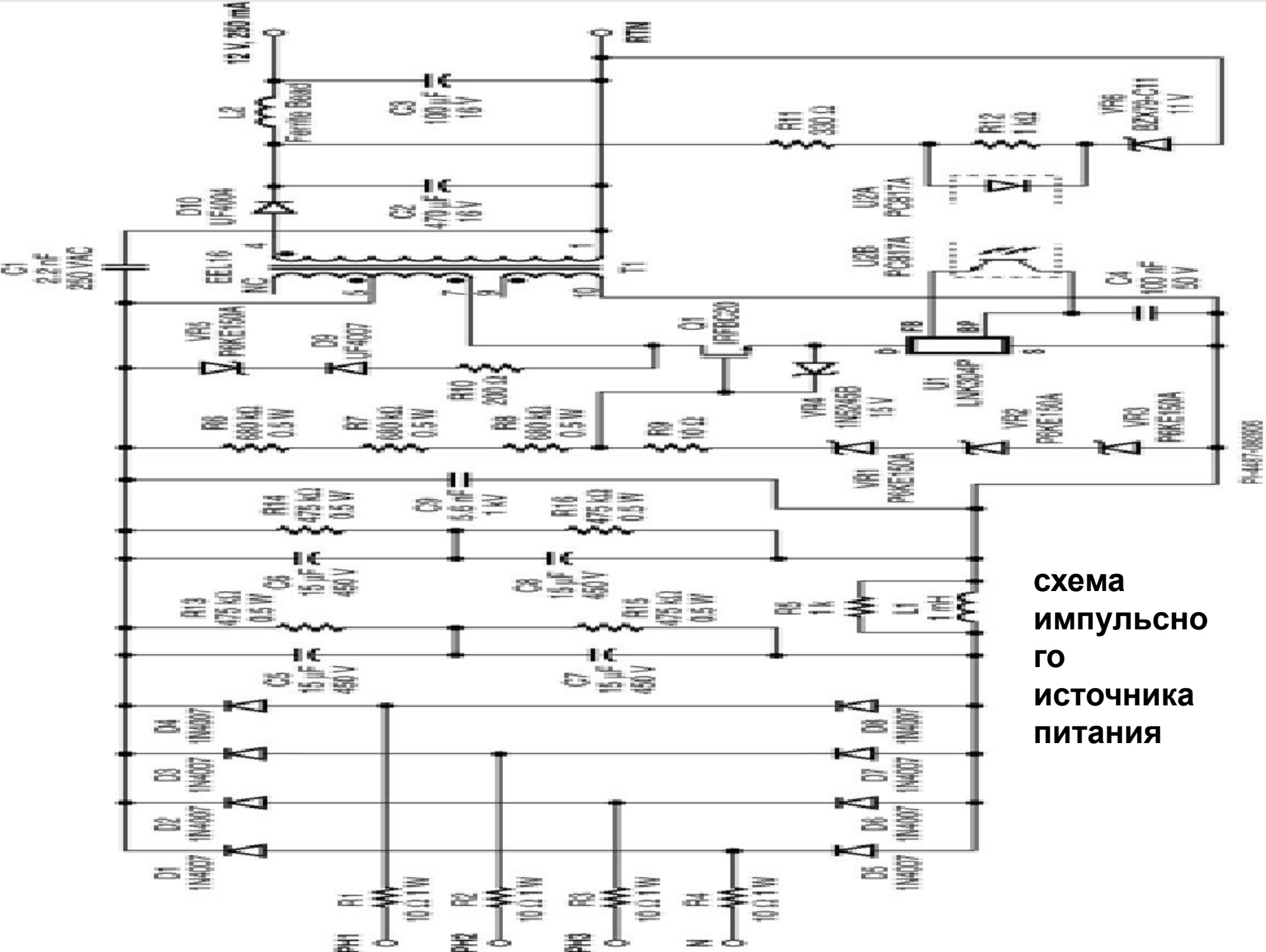


схема
 импульсно
 го
 источника
 питания

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ИМПУЛЬСНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

Классификация

импульсных источников питания (ИИП)

производится по нескольким **основным критериям:**

По виду входного и выходного напряжения;

По типологии;

По форме выходного напряжения;

По типу питающей цепи;

По напряжению на нагрузке;

По мощности нагрузки;

По роду тока нагрузки;

По числу выходов;

По стабильности напряжения на нагрузке.

По типологии ИИП

классифицируются следующим образом:

обратноходовые импульсные преобразователи (flybackconverter);

прямоходовые импульсные преобразователи (forwardconverter);

преобразователи с двухтактным выходом

(push-pull);

преобразователи с

полумостовым выходом

(halfbridgeconverter);

преобразователи

с мостовым

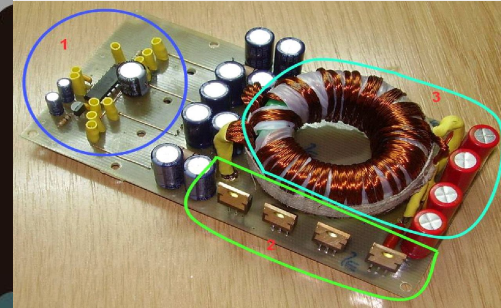
выходом

(fullbridgeconverter).

По форме выходного напряжения ИИП

классифицируются так:

- . С модифицированной синусоидой
- . С синусоидой правильной формы.



По типу питающей цепи:

ИИП, использующие электрическую энергию, получаемую от однофазной сети переменного тока;

ИИП, использующие электрическую энергию, получаемую от трехфазной сети переменного тока;

ИИП, использующие электрическую энергию автономного источника постоянного тока

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ИМПУЛЬСНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

По виду входного и выходного напряжения ИИП классифицируются следующим образом:

АС/DC - это преобразователи переменного напряжения в постоянное.

Такие преобразователи применяют в самых разных областях - это промышленная автоматика, телекоммуникационное оборудование, контрольно-измерительное оборудование, оборудование промышленного назначения для обработки данных, средства обеспечения безопасности, а также техника специального назначения.

.DC/DC - это преобразователи постоянного напряжения. В таких DC/DC конверторах используют импульсные трансформаторы с двумя и более обмотками, причем между входной и выходной цепью связь отсутствует. Импульсные трансформаторы имеют большую разность потенциалов между входом и выходом конвертора. Примером их применения может быть блок питания (БП) для импульсных фотовспышек с напряжением на выходе порядка 400 В.

.DC/AC - это преобразователи постоянного напряжения в переменное (инвертор). Основная область применения инверторов - работа в подвижном составе железнодорожных и других транспортных средств, имеющих бортовую электросеть постоянного напряжения. Также они могут быть применены в качестве основных преобразователей в составе источников резервного питания.

Высокая перегрузочная способность позволяет осуществлять питание широкого спектра устройств и оборудования, включая конденсаторные двигатели компрессоров холодильных установок и кондиционеров.

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ИМПУЛЬСНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

По напряжению на нагрузке:

- ИИП низкого (до 100 В) напряжения;
- ИИП среднего (от 100 до 1000 В) напряжения;
- ИИП высокого (свыше 1000 В) напряжения.

По мощности нагрузки:

- ИИП малой мощности (до 100 Вт);
- ИИП средней мощности (от 100 до 1000 Вт);
- ИИП большой мощности (свыше 1000 Вт).

По роду тока нагрузки:

- ИИП с выходом на переменном токе;
- ИИП с выходом на постоянном токе;
- ИИП с выходом на переменном и постоянном токе.

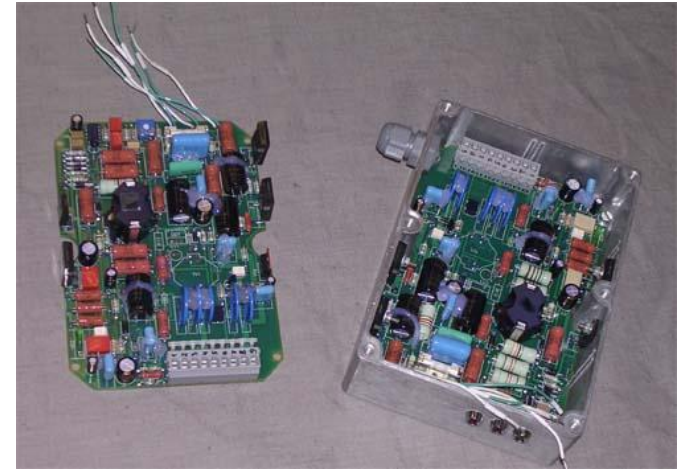
По числу выходов:

одноканальные ИИП, имеющие один выход постоянного или переменного тока;

многоканальные ИИП, имеющие два или более выходных напряжений.

По стабильности напряжения на нагрузке:

- стабилизированные ИИП;
- нестабилизированные ИИП.



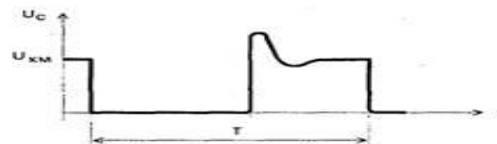
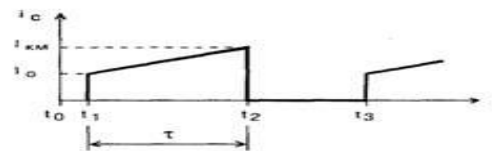
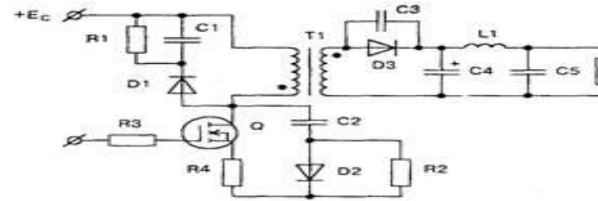
ОСНОВНЫЕ МОДУЛИ ИМПУЛЬСНОГО БЛОКА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

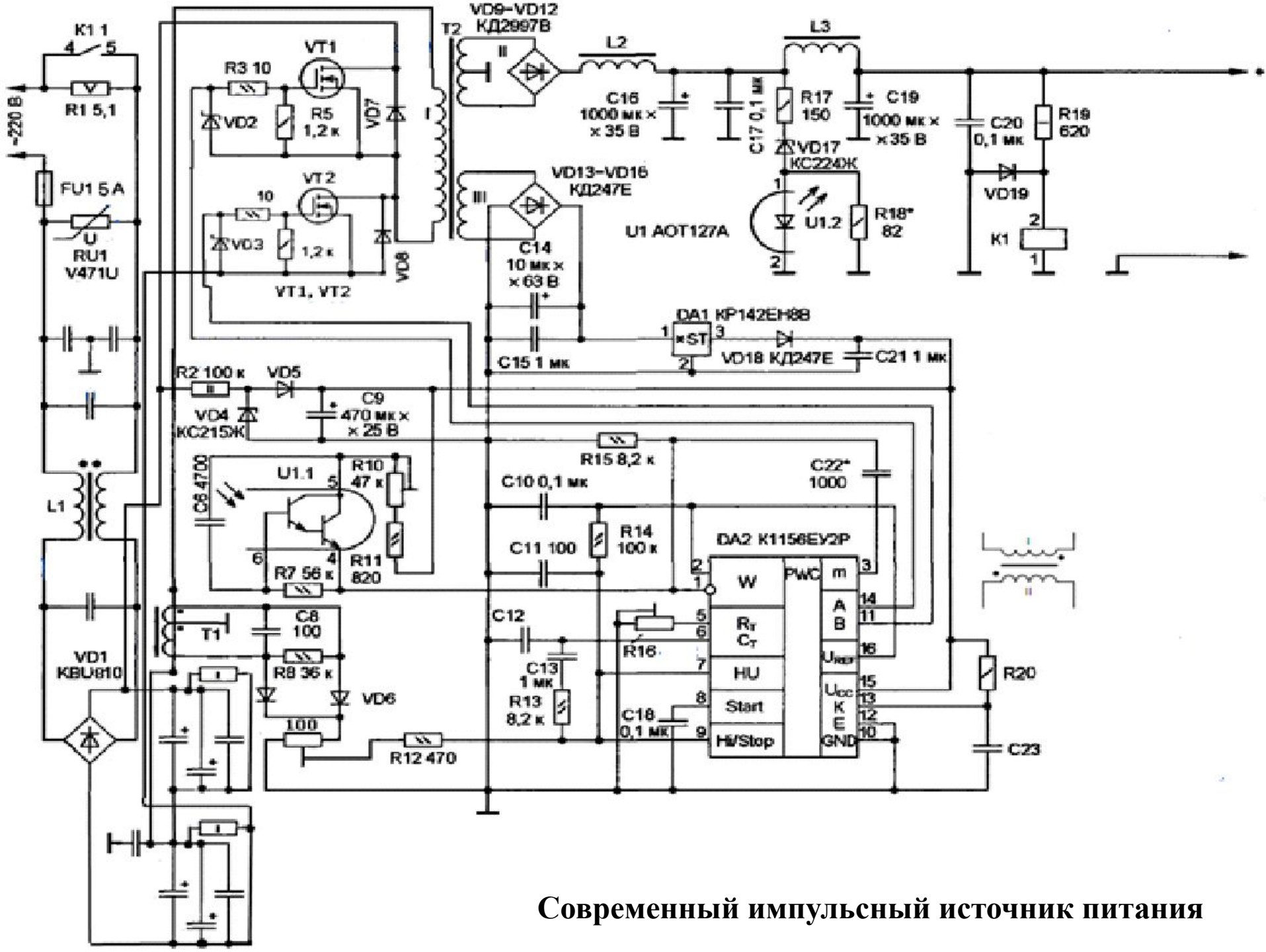
Их можно разделить на три функциональные части. Это:

ШИМ-контроллер (PWM), на базе которого собирается задающий генератор обычно с частотой около 30...60 кГц;

Каскад силовых ключей, роль которых могут выполнять мощные биполярные, полевые или IGBT (биполярные с изолированным затвором) транзисторы; этот силовой каскад может включать в себя дополнительную схему управления этими самими ключами на интегральных драйверах или маломощных транзисторах; также важна схема включения силовых ключей: мостовая (фул-бридж), полумостовая (халф-бридж) или со средней точкой (пуш-пул);

Импульсный трансформатор с первичной (ыми) и вторичной (ыми) обмоткой (ами) и, соответственно, выпрямительными диодами, фильтрами, стабилизаторами и проч. на выходе; в качестве сердечника обычно выбирается феррит или альсифер; в общем, такие магнитные материалы, которые способны работать на высоких частотах (в некоторых случаях свыше 100 кГц).

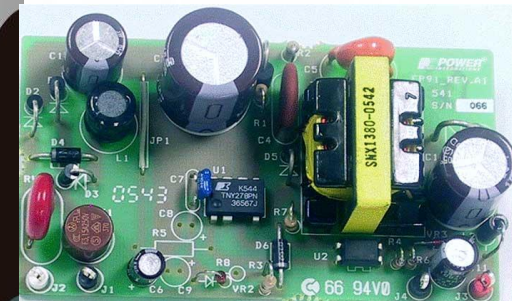




Современный импульсный источник питания

Импульсные источники питания обладают гораздо большими преимуществами по сравнению с другими - у них более высокий КПД, они имеют существенно меньшую массу и объём, кроме того они обладают гораздо меньшей себестоимостью, что в конечном итоге приводит к их сравнительно небольшой цене для потребителей и, соответственно, высокому спросу на рынке.

Многие современные электронные компоненты, используемые в современных электронных устройствах и системах, требуют высокого качества питания. Кроме того, выходное напряжение (ток) должно быть стабильным, иметь требуемую форму (например, для инверторов), а также минимальный уровень пульсаций (например, для выпрямителей



разработка новых усовершенствованных схем импульсных источников питания позволит улучшить технические и эксплуатационные характеристики электронных устройств и систем

