



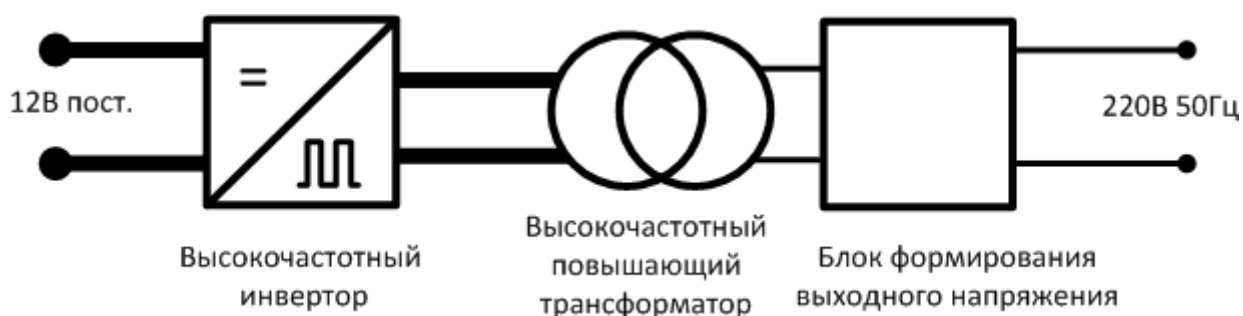
Как пользоваться инвертором 220В.

В настоящее время широко распространились инверторы – устройства, выдающие 220В переменного тока частотой 50Гц. Они бывают различной номинальной мощности- от сотен ватт до нескольких киловатт. Потребность в этих устройствах есть, они популярны. Можно подзарядить мобильный телефон, включить компьютер, телевизор, вскипятить небольшой электрочайник и т.п. Особенно удобно иметь такое устройство на отдыхе, в путешествиях на автомобиле.

Устройство инвертора.

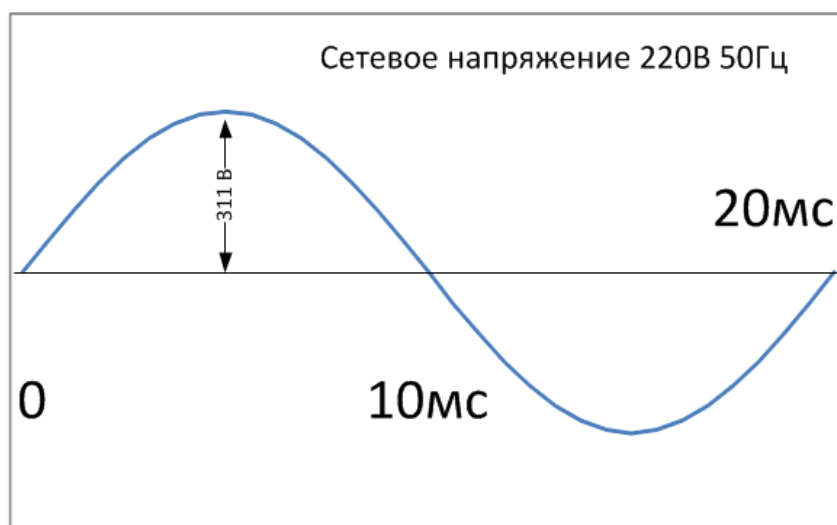
Как понятно из названия, инвертор – это устройство для преобразования постоянного напряжения в переменное.

Очень упрощенно структуру инвертора можно представить в виде трех блоков:



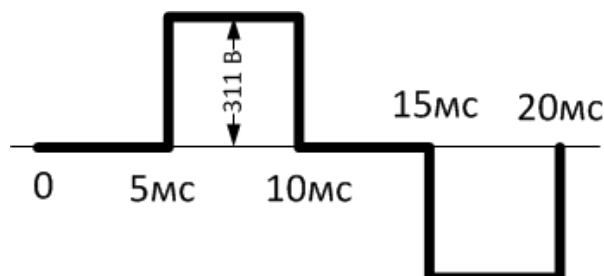
Устройство инверторов бывает разное, и в зависимости от конструкции инверторы выдают на выходе разную форму переменного напряжения.

Как известно, в сети электроснабжения переменный ток имеет гладкую синусоидальную форму, что определяется самим процессом генерации электроэнергии с помощью вращающихся электрических машин (генераторов).





Широко распространены инверторы, которые выдают так называемую «модифицированную синусоиду», что на деле означает двуполярные прямоугольные импульсы, но длительностью $\frac{1}{4}$ периода каждый, между которыми имеются паузы также длиной $\frac{1}{4}$ периода. Такая форма напряжения при некоторой фантазии может быть объявлена похожей на синусоиду.



Модифицированная «синусоида»

Большинство современных устройств - потребителей электроэнергии не замечают разницы в форме питающего напряжения. Это телевизоры, компьютеры, утюги, чайники, лампы накаливания, ручной электроинструмент (с коллекторными двигателями) – дрели, лобзики, «болгарки» и т.п.

Однако надо осторожно относиться к ситуации, когда придётся запитать от такого инвертора асинхронный электродвигатель (пылесос, вентилятор, холодильник, насос). В зависимости от условий двигателя могут чрезмерно греться во время работы. И если насосу в скважине это может быть не опасно (он интенсивно охлаждается водой), то для пылесоса нагрев может оказаться «смертельным» (пылесосы и от обычной сети работают с тепловой перегрузкой). Такие же проблемы возникнут у старых приборов, имеющих трансформаторные блоки питания (ламповые телевизоры, радиоприёмники и т.п.)

Некоторые регуляторы мощности (тиристорные, симисторные), которые применяются в ручном электроинструменте и в настольных лампах, могут работать некорректно, то есть не будут регулировать скорость вращения двигателя или яркость лампы. Это не неисправность- цепи управления такими устройствами рассчитаны на плавно изменяющуюся синусоидальную форму напряжения, а вместо этого получают сразу импульс на всю величину амплитудного значения. Тиристор открывается в одно и то же время и не регулирует мощность в нагрузке. Это не приводит к выходу из строя регулятора, но функция плавного изменения оборотов теряется.

Бывают и инверторы, которые выдают «чистую синусоиду» на выходе. Это означает, что они вместо импульсов с частотой 50Гц выдают серию импульсов переменной длительности с частотой 10КГц и более (так называемый метод широтно-импульсной модуляции, ШИМ). Действующее значение этой пачки импульсов изменяется по синусоидальному закону. Емкостные и индуктивные фильтры корректируют форму выходного напряжения такого инвертора, в результате нагрузка получает почти правильное напряжение синусоидальной формы с минимальными искажениями.

Конечно, инверторы с «чистой» синусоидой обычно дороже.

Наиболее продвинутые инверторы создают две синусоиды в противофазе, и в нагрузку подают разницу между ними. Это повышает качество выдаваемого напряжения и обеспечивает повышенный уровень безопасности. О безопасности поговорим ниже.



Питающий ток и хорошие контакты.

Поскольку инвертор преобразовывает низкое напряжение 12В в достаточно высокое напряжение 220В, обеспечивая определенную мощность, то токи в первичной цепи питания инвертора пропорционально выше, чем во вторичной цепи - на выходе. Можно грубо оценить ток потребления таким образом: если инвертор выдаёт мощность 1000Вт на выходе (при 220В), то ток в нагрузке (на выходе инвертора) составляет примерно 4,5А.

При этом в первичной цепи питания инвертора ток, который инвертор потребляет от 12-вольтового аккумулятора, составит примерно 70А, а если учесть потери мощности в самом инверторе, то даже несколько больше.

Очевидно, что стандартного автомобильного аккумулятора хватит на несколько минут работы в таком режиме. Ведь запасенная в стандартном аккумуляторе 55А-ч энергия равна всего $55 \cdot 12 = 660 \text{ Вт-ч} = 0,66 \text{ кВт-ч}$, и эта цифра в реальности меньше. Отсюда следует

Правило 1
При использовании автомобильного инвертора автомобиль должен быть включен (заведен).

Очевидно, что энергия в автомобиле возникает в результате сжигания топлива. Любой аккумулятор - это только накопитель энергии, и ёмкость его всегда имеет конечное значение. Поэтому сколько-нибудь длительное потребление энергии требует мощного и непрерывно действующего источника энергии. В применении к автомобилю это означает, что он должен быть заведен, и пока в баке не кончится топливо, он сможет служить «мини-электростанцией» для питания нашего инвертора. Двигатель крутит генератор, генератор выдаёт напряжение 12В, а штатный аккумулятор служит буферной ёмкостью, сглаживающей колебания.

Но надо понимать, что по цепи «генератор-> аккумулятор-> инвертор» идет большой ток (для нагрузки 1000Вт- около 70А). При таком большом токе огромное значение имеет сопротивление всех звеньев цепи. Плохой контакт в соединениях, недостаточное сечение проводов приведут к нагреву мест контакта и в конечном итоге к значительным потерям энергии- и к тому же к ограничению мощности самого инвертора.

Как подключается инвертор к автомобилю?

Обычно вместе с инвертором поставляются провода питания, имеющие наконечники с кольцом или разрезным кольцом для надежного винтового подключения провода непосредственно к клеммам аккумулятора.

Эти провода, как мы выяснили выше, обычно короткие. Соответственно, инвертор располагается где-то недалеко от аккумулятора. Надо следить за тем, чтобы не были закрыты вентиляционные отверстия инвертора- ведь он интенсивно нагревается и охлаждается обычно внутренним вентилятором.

Удлинять провода питания инвертора не следует. А вот в розетку на выходе инвертора можно включить стандартный удлинитель разумной длины и подключить нагрузку на расстоянии (например, подключить лампочку и прочие потребители в палатке на некотором удалении от автомобиля).



Правило 2

При использовании инвертора питающие провода должны иметь большое сечение, а все соединения должны быть тщательно зачищены и затянуты. Удлинять провода питания инвертора не следует.

Немного об электробезопасности

Европейский стандарт розеток и вилок с заземляющим контактом стал для нас привычным. И наличие защитного заземления в повсеместно распространенных сетях (которые в соответствии с ПУЭ называются TN-C, TN-S, TN-C-S, где различия в названии отражают нюансы организации заземляющего проводника) для нас привычно и не подлежит сомнению.

Надо четко понять: заземляющий проводник нужен в системах энергоснабжения, где источник имеет глухозаземленную нейтраль. То есть на питающей подстанции «нулевой» проводник подключен через специальное устройство – заземлитель – к реальной земле, грунту.

В случае питания небольших потребителей (электрокофейника или телевизора в чистом поле) от инвертора никакого заземления не делается. Более того, такое соединение представляет большую опасность для людей, чем простое подключение по двум проводам к выходу инвертора.

Почему? Попробуем разобраться.

Заземляющий провод соединяет корпус электроприбора и специальный защитный проводник РЕ (обычно желтый с зеленой полосой), который в итоге также соединен с «нулем» трансформаторной подстанции. Для чего это делается? Для того, чтобы при возникновении пробоя «фазы» (линейного провода) питающего напряжения на корпус электроприбора (то есть на те детали, которых может коснуться рукой человек), возникал большой ток на «землю», который немедленно приведет к срабатыванию защиты – например, отключению автоматического выключателя. В этом случае поражение человека маловероятно или полностью исключается.

Но почему оно вообще должно возникнуть, это поражение, если автомат не отключится или его просто нет? А как раз потому, что нейтраль питания заземлена! Ведь человек тоже находится в постоянном контакте с землей – через обувь, арматуру в бетонных стенах, трубы водопровода, наконец, просто через ёмкость человека относительно земли (через неё также проходит переменный ток заметной величины).

И получается, что человек становится проводником в замкнутой цепи **«фаза трансформатора-> линия-> пробитый корпус-> человек -> земля-> нейтраль трансформатора»**, то есть включается на полное фазное напряжение, как лампочка или утюг. Человек может не выдержать такое включение, поскольку ни светиться, ни греться до 150 градусов он не умеет.

А если трансформатор будет не заземлен? То никакой замкнутой цепи не возникнет, и человек, даже взявшись рукой за голый провод с фазным напряжением, поражен не будет. Так птички сидят на голых проводах. Они сидят на одном проводе,



находятся под напряжением относительно земли и других проводов, но поскольку нет цепи, по которой течет ток, то и поражения не наступает.

К чему эта лекция? А к тому, что автомобильный инвертор изначально представляет собой источник с ИЗОЛИРОВАННОЙ нейтралью, точнее, у него нет нейтрали, а есть просто два провода с двумя «фазами», между которыми имеется переменное напряжение 220В 50Гц. И ток может пойти только от одной фазы к другой- если, например, к инвертору подключить утюг или лампочку. Ну или, как говорится, «сунуть пальцы в розетку» (хотя розетки обычно этого не позволяют сделать).

Если же включенный прибор будет «пробивать» одной из фаз на корпус (это случается в старых приборах без двойной изоляции с электромоторами – например, стиральных машинах), то касание этого корпуса человеком не приведет ни к каким последствиям- ведь пути тока (цепи) через тело человека не возникает.

Отсюда:

Правило 3

При использовании инвертора не заземляйте его выход ни при каких обстоятельствах. Заземление одного из выводов инвертора может привести к несчастному случаю при пользовании электроприборами, подключенными к инвертору.

Примечание: старайтесь не запитывать от одного инвертора одновременно два или более устройств, которые могут представлять потенциальную опасность. Если включаете современные приборы (зарядное устройство для мобильного телефона, компьютер, телевизор, пластмассовый чайник), то ничего особенного не произойдет, поскольку эти приборы так сконструированы, что на их корпус напряжение питания попасть не может в принципе.

А вот две стиральных машинки «Волга» (типа «бак с мотором») **от одного инвертора питать нельзя!** Иначе вы рискуете, взявшись рукой за одну машинку, а другой рукой- за вторую, получить удар током полного фазного напряжения. Часто пробоем на корпус также «грешат» старые холодильники.

На «закуску» рассмотрим еще два важных случая, которые встречаются в практике.

Устройство требует заземления.

Встречаются современные газовые водогрейные котлы, которые оборудованы дополнительной защитой. Поскольку такие котлы обычно устанавливаются в загородных домах или на дачах, где электроснабжение от сети не гарантируется, при отключении сетевого питания они получают энергию от источников бесперебойного питания или автономных бензогенераторов.

Они просто не включаются, если «не видят» заземления. Это обеспечивает специальная внутренняя схема контроля. Это, в общем, недостаток конструкции котла: предполагается, что горелка заземлена, и контроль наличия пламени горелки происходит путем измерения тока через ионизированное пространство(пламя) между отдельным электродом и «землей» (а не горелкой, что было бы логичнее). Тем не менее сотни



пользователей таких котлов не могли их запустить при питании от бензогенератора или UPS (инвертора). Да и при включении в сеть котел требовал определенного положения вилки в розетке (когда нейтраль подключалась к горелке).

Решение проблемы- предельно простое. При питании от автономного источника с изолированной нейтралью надо просто соединить один из выводов питания и «заземляющий» электрод на вилке котла. Разобрать вилку и соединить, можно через резистор 10КОм. Ну и подобрать правильное положение вилки в розетке генератора. Вариантов всего два. Если не работает- перевернуть вилку в розетке.

Важно согласовать положение вилки, чтобы при работе от сети и от генератора не надо было ничего переключать.

Примечание. При питании от сети установленную перемычку, естественно, надо убирать. Иначе сработает УЗО (устройство защитного отключения), если оно у вас, конечно, стоит в соответствии с современными представлениями об электробезопасности.

Питание загородного дома (дачи) от автомобильного инвертора или независимого бензогенератора.

Этот раздел – в основном о безопасности.

Очень удобно иметь возможность питать весь дом от автомобильного инвертора при отключении сетевого напряжения. Когда у вас будут сиять все огни и работать телевизор, соседи умрут от зависти, потому что им нужно будет, не попив чаю, лечь спать- гадая, протухнет ли к утру колбаса в неработающем холодильнике и не зная, как закончился матч по футболу.

Однако, подключив дом к инвертору, вы сильно рискуете. Рискуете стать преступником и убийцей.

Итак, как надо поступать, чтобы это не случилось? (Как не надо поступать, рассматривать сейчас не будем).

Надо *подготовить* систему электроснабжения дома к питанию от инвертора. Стоимость решения может быть разной, но решение должно быть «дуракоустойчивым».

О чем речь? О подключении дома к сети, о вводе питания со столба.

Оно должно быть надежно отключено при работе инвертора, причем отключены должны быть оба провода- и фазный, и нулевой. Это необходимо, чтобы напряжение инвертора не пошло «обратным ходом» на трансформатор в вашей деревне, не превратилось в 6000В и не убило бы того электрика, который в это время залез на столб для планового ремонта. К тому же вы будете питать свою фазу, на которой «сидит» треть соседей, и с гарантией посадите один провод инвертора на «землю», нарушив Правило 3 и рискуя получить поражение электрическим током от своих приборов.

Правило 4:

При питании дома от инвертора или бензогенератора оба провода питающей сети должны быть отключены

Можно поставить двухполюсный автомат в качестве рубильника (вообще-то такое устройство должно быть у вас и без всякого инвертора для пожарной безопасности). Но надеяться, что ни вы, ни кто-то из близких никогда не ошибётся и не включит ошибочно



этот рубильник-автомат, когда сетевое напряжение уже появится, а инвертор еще не будет отключен от дома- нельзя. Это произойдет рано или поздно с вероятностью 100%. Следовательно, надо предпринять усилия, чтобы этого не случилось.

Итак, надо реализовать схему, которая исключает даже малейшую вероятность ошибочного соединения питающих сетевых проводов (с напряжением или без) и выходного напряжения инвертора. Вариантов решения много, предложу два.

1. Коммутация с видимым разрывом.

Идея этого решения очень проста и показана на рисунке. Для подключения к сети надо вставить вилку в одну розетку (только не перепутать положение вилки, чтобы фаза и ноль не поменялись в домашних розетках местами), для подключения к инвертору - в другую розетку.

Обратите внимание, что при подключении инвертора провод РЕ (защитное заземление) остаётся никуда не подключенным. При подключении обычной питающей сети провод РЕ подключается к нейтрали (если установлено УЗО, то расщепление нейтрали надо производить до УЗО).



При выборе розеток следует обратить внимание на качество обеспечения контакта с вилкой - ведь через это соединение будет течь весь ток, который потребляет дом. То есть розетки должны быть от хорошего производителя.

Думаю, излишне напоминать, что питать дом инвертором через электросчетчик будет неправильно.



2. Использование реверсивного рубильника.

Существует такое недешевое (стоимостью около 3 т.р.) устройство - реверсивный (байпасный, перекидной) рубильник. Он делает то же самое, что и вилка в первом варианте, но только без вилок и розеток, а простым переключением с помощью рукоятки. Фирма АВВ выпускает реверсивные рубильники на различные токи, для дома вполне достаточно рубильника типа ОТ25F3С (или ОТ40F3С, цифра обозначает номинальный ток). Рубильник монтируется на стандартную DIN-рейку и может быть установлен в шкафу питания после электросчетчика. Рубильник так устроен, что гарантированно сначала разрывает «левые» цепи, фиксируется в положении 0, когда все цепи разорваны, и только потом, при дальнейшем повороте ручки соединяет «правые» цепи.

Обратите внимание, что при подключении инвертора провод РЕ (защитное заземление) остаётся никуда не подключенным. При подключении обычной питающей сети провод РЕ подключается к нейтрали (если установлено УЗО, то расщепление нейтрали надо производить до УЗО).



Подключение инвертора по варианту 1 или 2 гарантирует вас от вышеописанных неприятностей.