

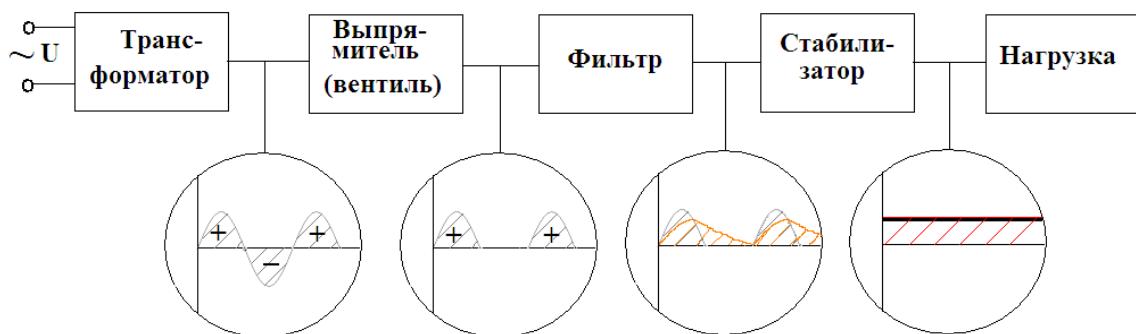
Выпрямители (источники питания) однофазные маломощные

В настоящее время практически вся аппаратура, кроме переносной, питается от сети переменного тока, с помощью источников питания или выпрямителей. Основное назначение источника питания - преобразовать переменное напряжение в постоянное, необходимого значения.

Функциональная схема источника питания



Блок-схема источника питания

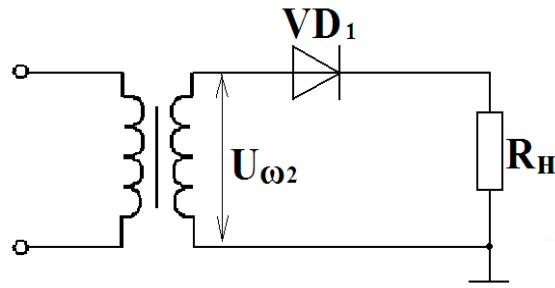


1. Трансформатор (понижающий)- служит для получения нужных значений тока и напряжения.
2. Выпрямитель (вентиль)- блок, в котором происходит преобразование разнополярного напряжения в напряжение одной полярности. Но при этом напряжение с течением времени не постоянно. Содержит как переменную, так и постоянную составляющие.
3. Фильтры (RC) – служат для того, чтобы на выход источника питания пропустить только постоянную составляющую, а переменную задержать.
4. Стабилизаторы - служат для обеспечения строго известного значения выходного напряжения.
5. Нагрузка - всегда выходе(!).

Часто, под понятием «выпрямитель» подразумевается сразу несколько блоков. Обычно- трансформатор, выпрямитель и фильтр.

Рассмотрим простейший источник питания:

I. Однополупериодная схема выпрямителя напряжения без фильтра.



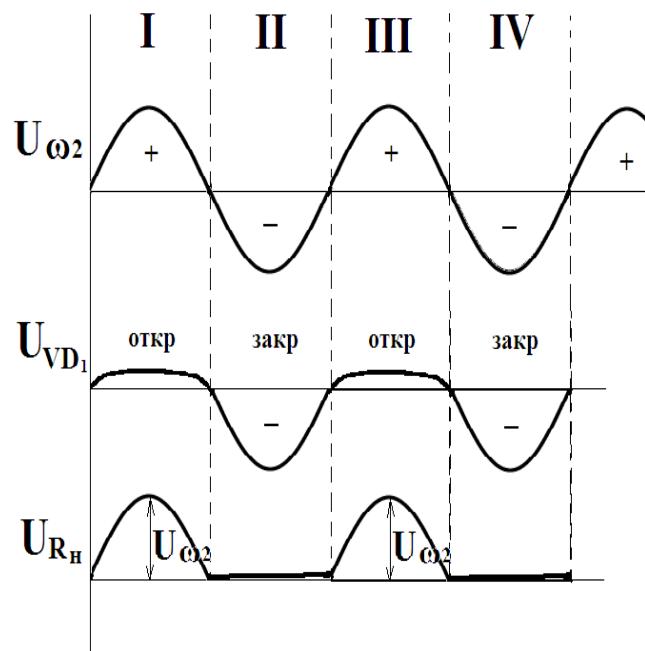
Предположим, что в I-ый полупериод на верхнем выводе вторичной обмотки трансформатора «+», на нижний «-», т.е. положительная полуволна на входе, при этом «+» приложен к аноду диода, «-» через R_H к катоду диода. При этом диод открыт, соответственно r_{VD} очень мало $r_{VD} \rightarrow 0$ Ом через диод потечет ток. Этот же ток протекает через R_H и создает падение напряжения U_{R_H} .

$$U_{R_H} = I_{\text{пп}} \cdot R_H = \frac{U_{\omega_2}}{r_{VD} + R_H} \cdot R_H = U_{\omega_2}$$

На диоде при этом будет выделяться небольшое напряжение U_{VD} , которое зависит от типа диодов. $U_{VD}=0,1 \div 1$ В.

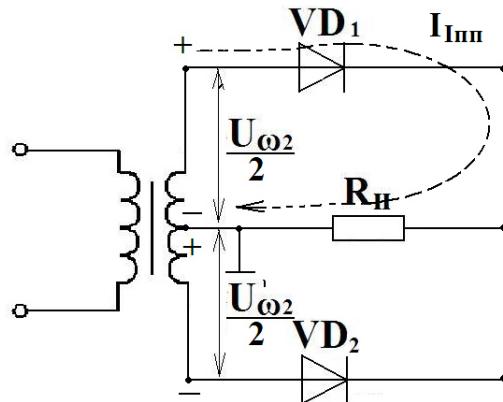
Во II полупериоде полярность напряжение меняется: на верхней обмотке «-», \Rightarrow «-» на аноде VD_1 , на нижней «+», \Rightarrow «+» на катоде VD_1 через R_H . Диод закрыт, ток практически равен нулю, \Rightarrow падение напряжения на $R_H \rightarrow 0$, а к диоду будет приложено напряжение $U_{\text{обр}}=U_{\omega_2}$.

В III полупериод повторится процесс аналогичный I-ому полупериоду.

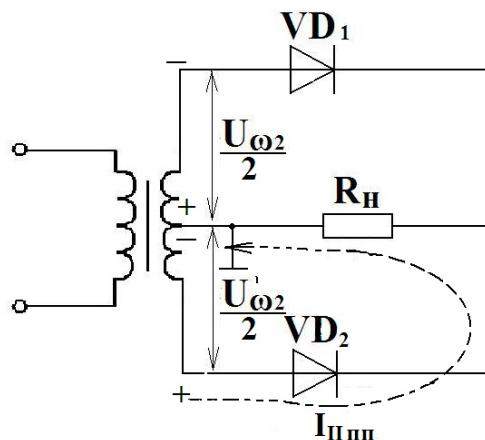


Если рассмотреть напряжение на нагрузке можно сделать вывод, что из разнополярного получим однополярное.

Двухполупериодный выпрямитель с использованием трансформатора со средней точкой (СТ)



Ток в I-ый полупериод



Ток во II-ый полупериод

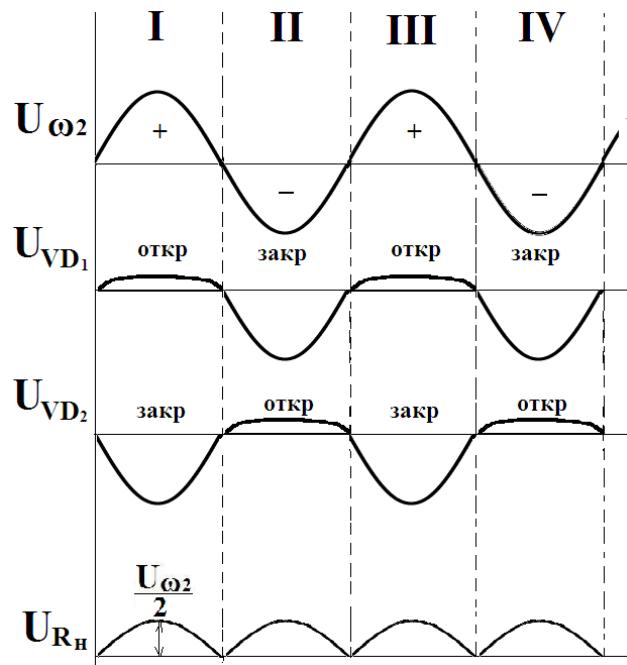
Приведенная схема выпрямителя представляет собой два однопериодных выпрямителя, работающих на общую нагрузку.

В I полупериод полярности напряжений следующие: в верхней точке «+», на СТ «-». При этом на СТ обмотки одновременно получается и положительный и отрицательный потенциал. Знак потенциала сам по себе существовать не может, его определяют относительно другой точки. В данном случае, для I полупериода потенциал СТ трансформатора будет отрицательным для верхнего вывода обмотки ω'_2 , но одновременно положительным для ω''_2 – нижнего вывода обмотки.

В I полупериод, к аноду VD₁ с обмотки ω'_2 прикладывается «+» - положительный потенциал, а к катоду этого же диода через R_H - отрицательный потенциал, т.о. VD₁ открыт, R_{VD1} мало, через R_H начнет протекать ток, напряжение нагрузки будет повторять форму $U_{\omega2}/2$. Диод VD₂ в это время закрыт, т.к. к его аноду приложен отрицательный потенциал с

обмотки ω''_2 , а к катоду положительный потенциал, $R_{VD2} \rightarrow \infty$, \Rightarrow цепь VD_2 можно рассматривать как разорванную.

В момент переход от I ко II полупериоду полярность напряжения на вторичной обмотке сменится, знаки показаны в скобках. При этом, открывается VD_2 , $\Rightarrow VD_1$ закрывается. Т.е. диоды как бы поменялись местами. Напряжение на нагрузке повторяет форму $U_{\omega 2}/2$.

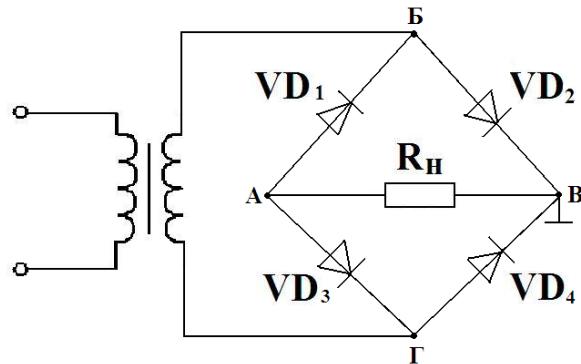


Т.о. выпрямление происходит в каждый полупериод. Напряжение на нагрузке однополярное и практически \approx постоянное во времени.

Недостаток данной схемы выпрямителя: у трансформатора имеется недоиспользование вторичных полуобмоток, т.к. они работают в I полупериод, т.е. используются не полностью, а трансформаторы - очень дорогие в изготовлении элементы.

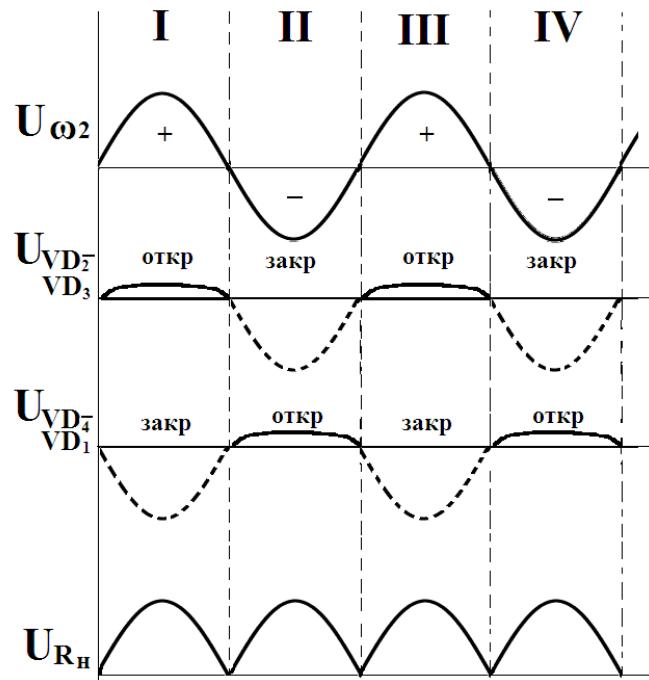
Мостовая схема выпрямителя

Является схемой, лишенной недостатков. Диоды $VD_1 - VD_4$ образуют «мост», к одной (б-г) диагонали которого подводится переменное напряжение, а с другой диагонали (а-в) – снимается выпрямленное.



В первый полупериод (полярность указана) будут открыты диоды VD_2 и VD_4 . Сопротивление открытых диодов можно считать близким к нулю. Диоды VD_1 и VD_3 при этом закрыты. Т.о. можно рассматривать мостовую схему, как однополупериодную в каждый полупериод.

Во II полупериоде диоды VD_1 и VD_3 открыты, а VD_2 и VD_4 закрыты. Напряжение на нагрузке в каждый полупериод повторяет форму $U_{\omega 2}$.



Из приведенных графиков и схемы видно, что максимальное обратное напряжение, которое может быть приложено в данной схеме к диоду, не превышает амплитудного значения напряжения. Т.е. требования к диодам в 2 раза ниже, чем в 2ПП со средней точкой, что является важным достоинством этой схемы. Для этой схемы необходимо 4 диода, но диоды выпускаются серийно, и стоимость их мала, \Rightarrow увеличение количества диодов не является недостатком схемы.

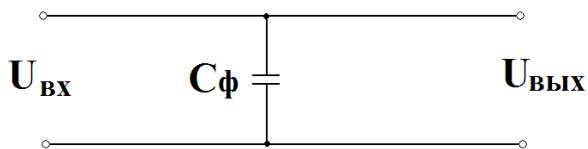
Мостовая схема получила наиболее широкое применение.

Фильтры

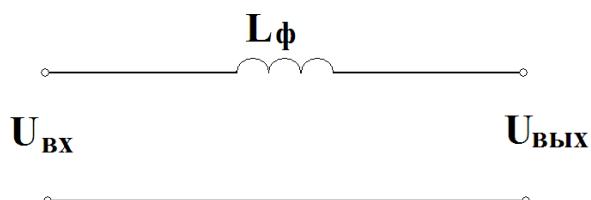
Фильтры в источниках питания служат для постоянства напряжения во времени. Чтобы фильтр максимально уменьшал переменную составляющую, его обычно выполняют из реактивных элементов – емкостей и индуктивностей, обладающих малыми активными потерями. Кроме того, фильтр должен иметь малые размеры, вес и стоимость.

Схемы наиболее часто применяемых в практике сглаживающих фильтров:

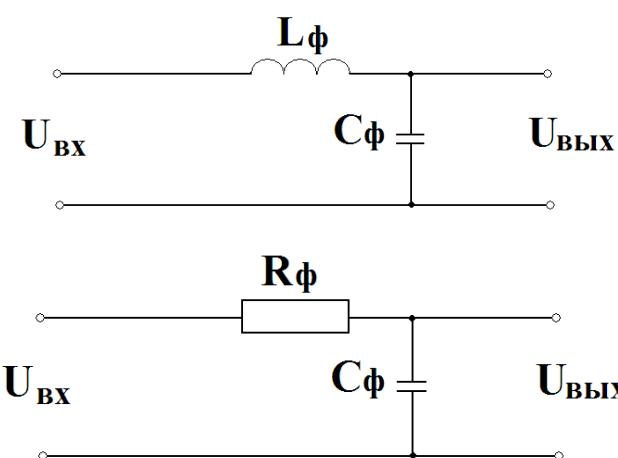
1. Емкостной



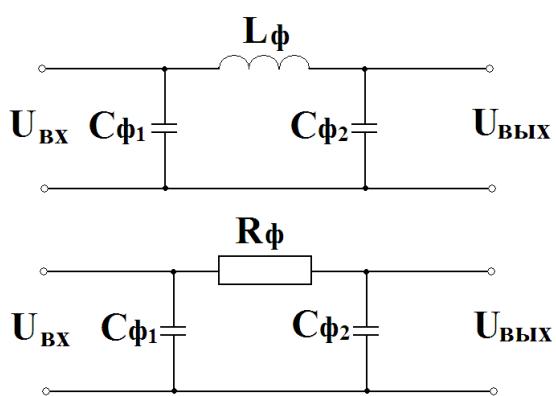
2. Индуктивный



3. Г-образный



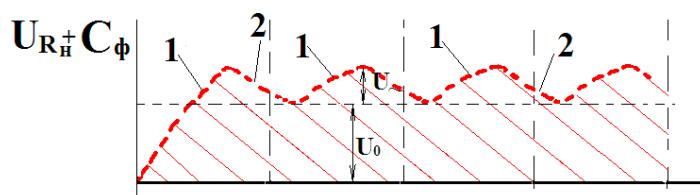
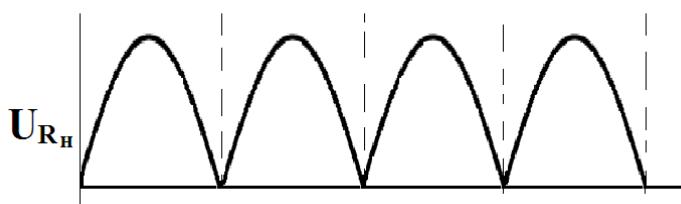
4. П-образный



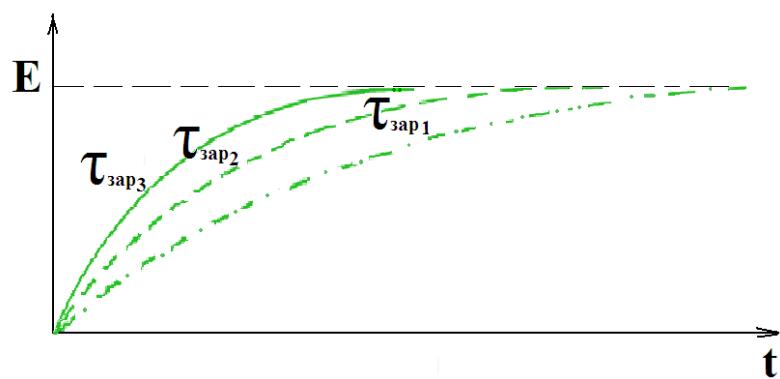
В качестве простейшего фильтра используется емкостной, подключен параллельно выходу выпрямителя. Любой конденсатор обладает способностью накапливать электрическую энергию, а затем отдавать ее в нагрузку, но любые реактивные элементы (C , L) не могут мгновенно как накапливать, так и отдавать ее в нагрузку, т.е. они являются инерционными.

Т.о. конденсатор подключается параллельно выходу источника питания, то к нему будет прикладываться напряжение, форма которого будет соответствовать U_{R_H} и за счет этого напряжения конденсатор и будет заряжаться

Например:

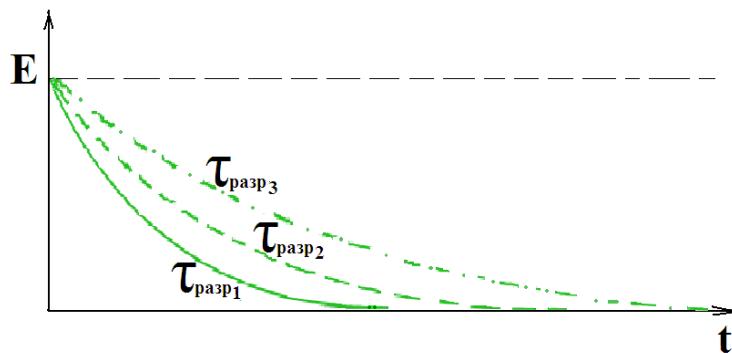


При этом форма зарядного напряжения обозначена цифрой 1. Кривая заряда \approx соответствует экспоненте $U_{\text{зар}} = E_{\text{ист}}(1 - e^{-\frac{t}{\tau_{\text{зар}}}})$, где $\tau_{\text{зар}} = C_\phi \cdot \sum R_{\text{зар}}$



$$\tau_{\text{зар}1} > \tau_{\text{зар}2} > \tau_{\text{зар}3}$$

Цифрой 2 обозначена кривая разряда, которая приблизительно соответствует экспоненте: $U_{разр} = U_{остат} (e^{-\frac{t}{\tau_{разр}}})$, где $\tau_{разр} = C_f \cdot R_{разр}$



$$\tau_{разр1} < \tau_{разр2} < \tau_{разр3}$$

Т.о. чем больше емкость конденсатора, тем он лучше сглаживает пульсации выпрямленного напряжения. Емкость конденсатора фильтра составляет $10 \div 1000 \text{ мкФ}$. Чем больший ток потребляет нагрузка, тем большую емкость должны иметь конденсаторы фильтра.

Выбор диодов и конденсаторов для выпрямителя.

Диоды для выпрямителя выбирают по двум основным параметрам:

- Постоянному (выпрямленному) току, который должен давать выпрямитель.
- Обратному напряжению, приложенному к диоду в закрытый полупериод.

Выпрямительный ток диода должен быть не меньше полного тока, потребляемого нагрузкой. Чтобы в процессе работы диоды не нагревались желательно применять такие из них, у которых выпрямительный ток был бы в 2-3 раза больше, чем требуемый.

Обратное напряжение диода складывается из напряжения, действующего на вторичной обмотке и напряжения на конденсаторе фильтра, подключенного к выходу выпрямителя. Т.о. максимальное обратное напряжение, прикладываемое к диоду, равно удвоенному амплитудному напряжению вторичной обмотки. Например, $U_{\omega 2}=30 \text{ В}$, то амплитудное напряжение $\sqrt{2}x \cdot 30 = 42 \text{ В}$. Диод, использованный в таком выпрямителе должен иметь допустимое обратное напряжение не менее 84В.

Для выбора конденсатора для фильтра, необходимо знать, что рабочее напряжение конденсатора должно быть больше, чем выпрямленное напряжение.

Все эти данные являются параметрами элементов и приводятся в справочнике.