

Сетевые источники питания.

Давыдов М.С.

ЛЭТИ

6 января 2018г.

Содержание

1. Общие определения.
2. Выпрямительные устройства:
 - (а) однополупериодный выпрямитель.
 - (б) двухполупериодный выпрямитель – мостовой.
 - (в) двухполупериодный выпрямитель – с выводом средней точки со вторичной обмотки трансформатора
3. Сглаживающие фильтры.

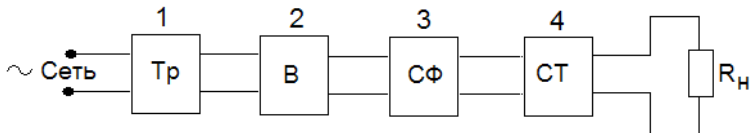
Общие определения.

Источники питания подразделяются на первичные и вторичные. К первичным относятся источники в которых происходит преобразование неэлектрического вида энергии в электрическую (гальванические батареи, аккумуляторы). Вторичные источники представляют собой средства обеспечивающие эл. питанием самостоятельные приборы или отдельные цепи электронной аппаратуры. Основным недостатком первичных источников питания является их большой вес, размеры, стоимость. Поэтому были разработаны устройства источников вторичного питания – в которых осуществляется преобразование сетевого переменного напряжения промышленной частоты в постоянное.

Процесс преобразования переменного тока в постоянный.

Определение: Процесс преобразования переменного тока в постоянный называется **выпрямлением**, а устройства с помощью которых происходит процесс **выпрямления** – выпрямителями. Выпрямители бывают однофазные и многофазные (обычно трехфазные).

Структурная схема однофазного сетевого источника питания



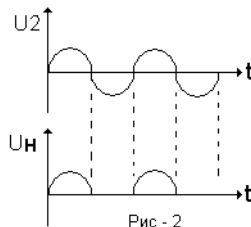
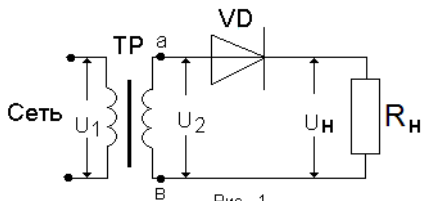
1. Трансформатор – служит для преобразования напряжения сети в напряжение той же частоты, но с другой амплитудой, нужной для выпрямления.
2. Выпрямитель – преобразует переменный ток в постоянный.
3. Сглаживающий фильтр – сглаживает пульсации выпрямленного тока.
4. Стабилизатор – поддерживает неизменным напряжение на нагрузке R_H .

Выпрямительные устройства.

Для выпрямления однофазного переменного тока в электронных схемах широко используются три типа выпрямителей:

- (а) – однополупериодные.
 - (б) - двухполупериодные – мостовые.
 - (в) - двухполупериодные с выводом средней точки со вторичной обмотки трансформатора.
- Рассмотрим работу этих схем.

Однополупериодный.



В этой схеме (рис – 1) выпрямительный диод VD включен последовательно с резистором нагрузки R_n и вторичной обмоткой трансформатора TP. Работу выпрямителей удобнее рассматривать с помощью временных диаграмм (рис – 2).

Ток в нагрузке R_n появляется только в те полупериоды, когда потенциал в точке a выше, чем в точке b в т.к в этом режиме диод VD открыт. Когда потенциал в точке b выше чем в точке a - диод закрыт и ток во вторичной обмотке равен нулю. Таким образом ток в нагрузке R_n имеет пульсирующий характер. Т.е появляется только в один из полупериодов напряжения U_2 – отсюда и название схемы. В положительный полупериод, напряжение U_n на нагрузке равно U_2 , а напряжение на $VD = 0$, в отрицательный полупериод $U_n = 0$, а напряжение $VD = U_2$.

Оценка схемы

Достоинства:

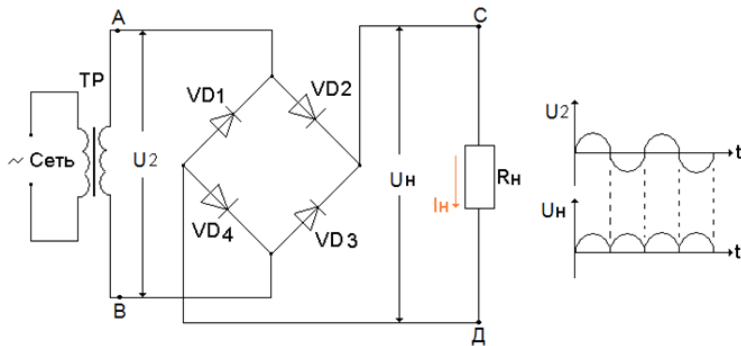
1. Простота изготовления (требуется один диод), при условии, если его обратное напряжение $U_{обр}$ больше амплитуды напряжения на входе выпрямителя U_2

Недостатки:

1. Плохое использование трансформатора по мощности.
2. Пропускает только один полупериод.
3. Низкий КПД.

Двухполупериодный мостовой

Перечисленных недостатков лишены двухполупериодные выпрямители, в которых используется оба полупериода напряжения сети или вторичной обмотки трансформатора.



Эта схема является наиболее распространенной - в которой диоды VD1-VD4 включены по мостовой схеме. К одной диагонали подведено переменное напряжение, а в другую включена нагрузка R_n . Когда потенциал в точке А выше, чем в точке В, диоды VD2 и VD4 открыты, а VD1 и VD3 закрыты. Ток течет по цепи: т.А; VD2; R_n ; VD4; т.В. На нагрузке R_n создается падение напряжения плюсом приложенное к точке С. При смене полуволны, когда потенциал в точке В выше чем в точке А, открыты и проводят ток диоды VD1 и VD3, а диоды VD2 и VD4 – закрыты. Ток течет по цепи: т.В; VD3; R_n ; т.А. Таким образом ток в нагрузке R_n имеет одно направление в оба полупериода – отсюда и название схемы.

Оценка схемы

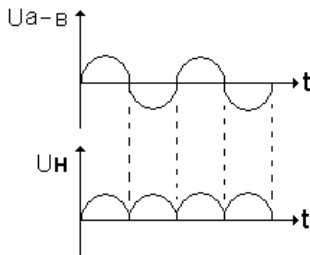
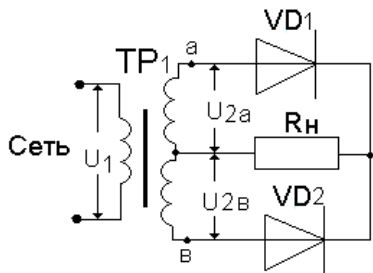
Достоинства:

1. Лучше используется трансформатор. Ток во вторичной обмотке в каждый полупериод течет в противоположных направлениях, что исключает подмагничивание.
2. Высокий КПД.
3. Пропускает оба полупериода.

Недостатки:

1. Сложность схемы – требуется четыре диода.

Двухполупериодный выпрямитель – с выводом средней точки со вторичной обмотки трансформатора.



Этот выпрямитель можно рассматривать как два однополупериодных, включенных на общую нагрузку R_n . Напряжение на каждой половинке вторичной обмотки равны $U_{2a} = U_{2в}$. В один из полупериодов напряжения $U_{ав}$ – верхняя точка а вторичной обмотки трансформатора ТР имеет более высокий потенциал, чем средняя, и еще более высокий чем в точке в. При этом диод $VD1$ – открыт, а $VD2$ – закрыт. Это вызовет появление тока в нагрузке R_n . В другой полупериод напряжения $U_{ав}$ точка в имеет более высокий потенциал, чем средняя и еще более высокий чем в точке а. Теперь в проводящем режиме находится диод $VD2$, а $VD1$ – закрыт. При этом ток имеет то же направление, что и в первый полупериод.

Оценка схемы

Достоинства:

1. Простота схемы (два диода).
2. Пропускает оба полупериода.
3. Высокий КПД.

Недостатки:

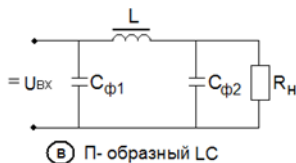
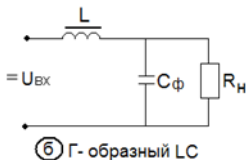
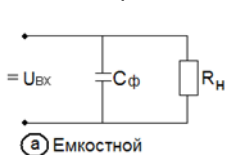
1. Обратное напряжение на закрытом диоде в два раза больше ($U_{2a} + U_{2b}$).

Сглаживающие фильтры.

Определение: Сглаживающим фильтром называется устройство, которое служит для снижения пульсаций выпрямленного тока.

Фильтры обычно состоят из конденсаторов и катушек индуктивности. Принцип действия сглаживающих фильтров основан на том, что реактивные элементы фильтра способны запасать энергию и в промежутках импульсами тока, отдавать ее в нагрузку, заполняя тем самым паузы.

По виду реактивных элементов различают: емкостные индуктивные и смешанные фильтры. Смешанные сглаживающие фильтры в зависимости от способа соединения входящих в них элементов подразделяются на Г и П – образные.



Рассмотрим работу емкостного фильтра на примере двухполупериодного выпрямителя.

Как показывают временные диаграммы выпрямленный ток имеет пульсирующий характер (Рис – 1). Таким образом полученное непосредственно с выпрямителя напряжение использовать для питания электронной аппаратуры нельзя, т.к в электрических цепях того же усилителя ток будет пульсирующим, в результате в динамике будет прослушиваться гул низкого тона (тон переменного тока). Этот недостаток можно частично устранить, если на выходе усилителя, параллельно нагрузке, включить электролитический конденсатор большой емкости. Заряжаясь от импульса тока конденсатор в момент спада тока, разряжается на нагрузку.

Если конденсатор большой емкости, то за время между импульсами тока, он не будет успевать полностью разряжаться и в нагрузке будет непрерывно поддерживаться ток постоянный по своей величине (Рис -2).

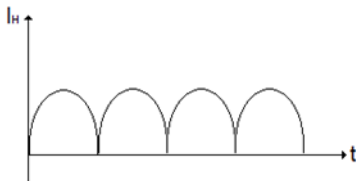


Рис - 1

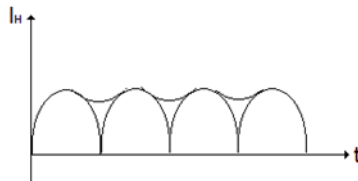


Рис - 2

Работа Г – образного LC фильтра.

Уменьшение пульсаций LC фильтром объясняется шунтирующими действиями конденсатора C_f для переменной составляющей выпрямленного напряжения и значительным падением этой составляющей напряжения на катушке L_f , в результате чего доля переменной составляющей в выпрямленном напряжении резко снижается. Уменьшение постоянной составляющей напряжения на нагрузке R_n , практически не происходит, т.к. отсутствует значительное падение этой составляющей напряжения на очень малом активном сопротивлении катушки. Все сказанное относительно Г – образного фильтра справедливо при соблюдении условия: $X_C < R_n < X_L$.

Спасибо за внимание !!!

