

Лабораторная работа 5.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХПОЛУПЕРИОДНОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ

5.3.1. Выпрямители

Выпрямители служат для преобразования переменного напряжения питающей сети в постоянное. Основное назначение выпрямителя заключается в сохранении неизменного направления тока в нагрузке при изменении полярности входного напряжения.

Основными компонентами выпрямителей служат вентили – элементы с явно выраженной нелинейной вольт-амперной характеристикой. В качестве таких элементов используют кремниевые диоды.

Простейшим является однополупериодный выпрямитель (рис. 5.3.1). Напряжение и ток нагрузки имеют форму, показанную на рис. 5.3.2. Выходное напряжение меньше входного на величину падения напряжения на открытом диоде.

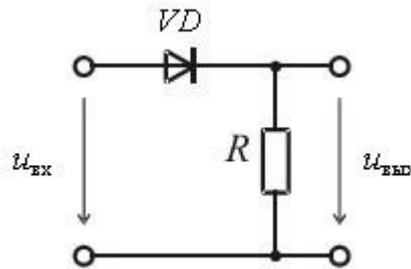


Рис. 5.3.1

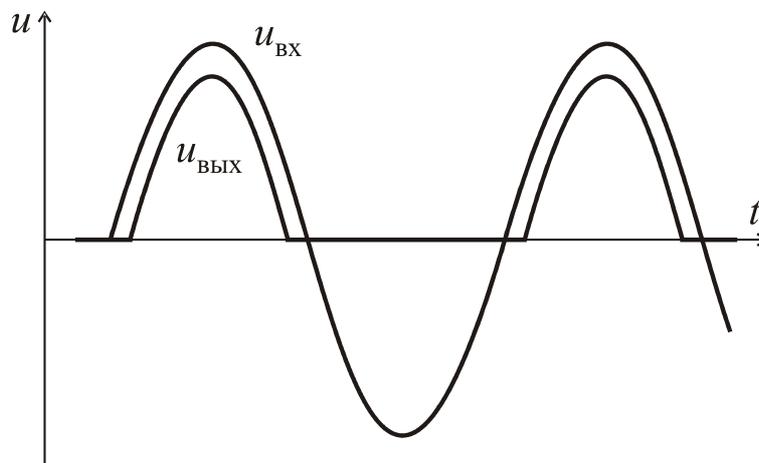


Рис. 5.3.2

Выпрямленное напряжение и ток в схеме на рис. 5.3.1 имеют большой уровень пульсаций. Поэтому на практике такую схему применяют в

маломощных устройствах в тех случаях, когда не требуется высокая степень сглаживания выпрямленного напряжения.

Меньший уровень пульсаций выпрямленного напряжения можно получить в двухполупериодных выпрямителях. На рис. 5.3.3 показана схема выпрямителя с выводом от средней точки вторичной обмотки трансформатора.

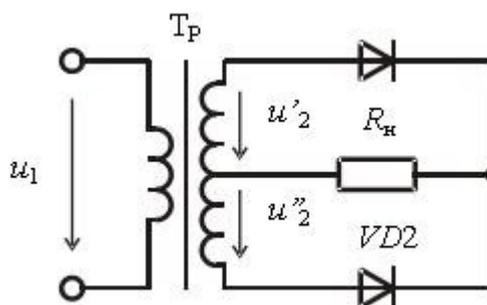


Рис. 5.3.3

Во вторичной обмотке трансформатора индуцируются напряжения u'_2 и u''_2 , имеющие противоположную полярность. Диоды проводят ток поочередно, каждый в течение полупериода. В положительный полупериод открыт диод $VD1$, а в отрицательный – диод $VD2$. Ток в нагрузке имеет одинаковое направление в оба полупериода, поэтому напряжение на нагрузке имеет форму, показанную на рис. 5.3.4. Выходное напряжение меньше входного на величину падения напряжения на диоде.

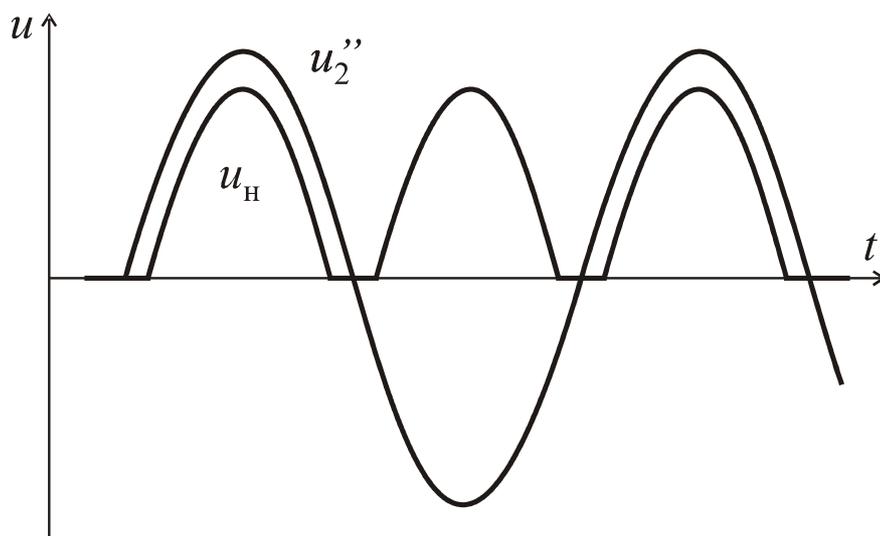


Рис. 5.3.4

В двухполупериодном выпрямителе постоянная составляющая тока и напряжения определяются выражениями:

$$I_H = \frac{2}{\pi} I_{2m}; \quad U_H = \frac{2U'_{2m}}{\pi} = \frac{\sqrt{2}U'_2}{\pi} \approx 0.9U_2.$$

Из последней формулы определим действующее значение напряжения вторичной обмотки трансформатора:

$$U'_2 = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} U_H \approx 1.1U_H.$$

Коэффициент пульсаций в данном случае значительно меньше, чем у однополупериодного выпрямителя:

$$\varepsilon = \frac{2}{3} \approx 0.67.$$

Так как ток во вторичной обмотке трансформатора двухполупериодного выпрямителя синусоидальный, а не пульсирующий, он не содержит постоянной составляющей. Тепловые потери при этом уменьшаются, что позволяет уменьшить габариты трансформатора.

Существенным недостатком схемы на рис. 5.3.4 является то, что к запертому диоду приложено обратное напряжение, равное удвоенной амплитуде напряжения одного плеча вторичной обмотки трансформатора: $U_{обр} = 2U_{2m}$. Поэтому необходимо выбирать диоды с большим обратным напряжением. Более рационально используются диоды в мостовом выпрямителе (рис. 5.3.5).

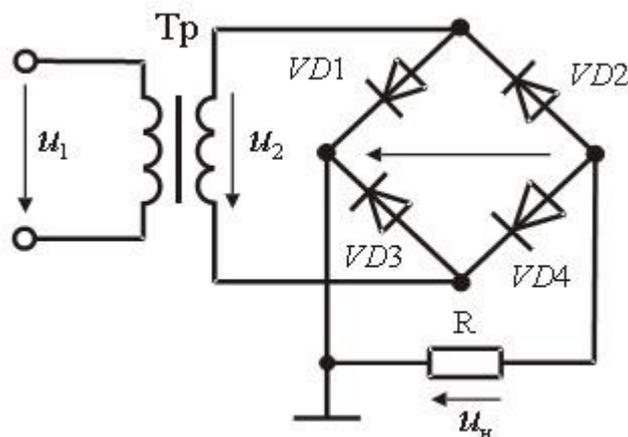


Рис. 5.3.5

Эта схема имеет такие же значения среднего напряжения и коэффициента пульсаций, что и схема выпрямителя с выводом от средней точки трансформатора. Ее преимущество в том, что обратное напряжения на

диодах в два раза меньше. Кроме того, вторичная обмотка трансформатора содержит вдвое меньше витков, чем вторичная обмотка в схеме на рис. 5.3.4.

5.3.2. Сглаживающие фильтры

Рассмотренные схемы выпрямителей имеют относительно большие значения коэффициента пульсаций. Между тем для питания электронной аппаратуры часто требуется выпрямленное напряжение с коэффициентом пульсаций, не превышающим нескольких процентов. Для уменьшения пульсаций используют специальные устройства – сглаживающие фильтры.

Простейшим является емкостный фильтр (С-фильтр). Рассмотрим его работу на примере однополупериодного выпрямителя (рис. 5.3.6).

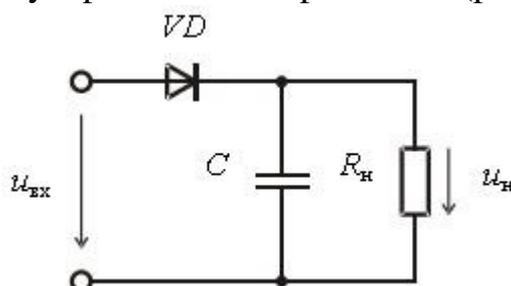


Рис. 5.3.6

Сглаживание пульсаций выпрямленного напряжения и тока происходит за счет периодической зарядки конденсатора C (когда напряжение на вторичной обмотке трансформатора превышает напряжение на нагрузке) и последующей его разрядки на сопротивление нагрузки.

Временные диаграммы напряжений и токов выпрямителя показаны на рис. 5.3.7. На интервале времени $t_1 - t_2$ диод открыт и конденсатор заряжается. На интервале $t_2 - t_3$ диод закрыт и конденсатор разряжается через сопротивление R_n . Для уменьшения пульсаций емкость конденсатора должна быть большой, чтобы постоянная времени разряда $R_n C$ была намного больше периода выпрямленного напряжения.

Амплитуда пульсаций напряжения на выходе двухполупериодного выпрямителя определяется приближенной формулой

$$U_{\approx} \approx \frac{U_m}{2fR_n C}.$$

Здесь f - частота входного напряжения.

Отметим, что амплитуда пульсаций на выходе двухполупериодного выпрямителя меньше, чем у однополупериодного. Поэтому емкость сглаживающего конденсатора можно выбирать меньшей.

Как следует из рис. 5.3.7, диод открыт только на интервале $t_1 - t_2$. Чем короче этот интервал, тем больше амплитуда тока через диод. Режим работы диода в схеме выпрямителя с фильтром оказывается достаточно тяжелым.

На практике используют и более сложные схемы сглаживающих фильтров, содержащих конденсаторы и индуктивные катушки. Они обеспечивают лучшее сглаживание. Основной недостаток таких фильтров – большие габариты и вес.

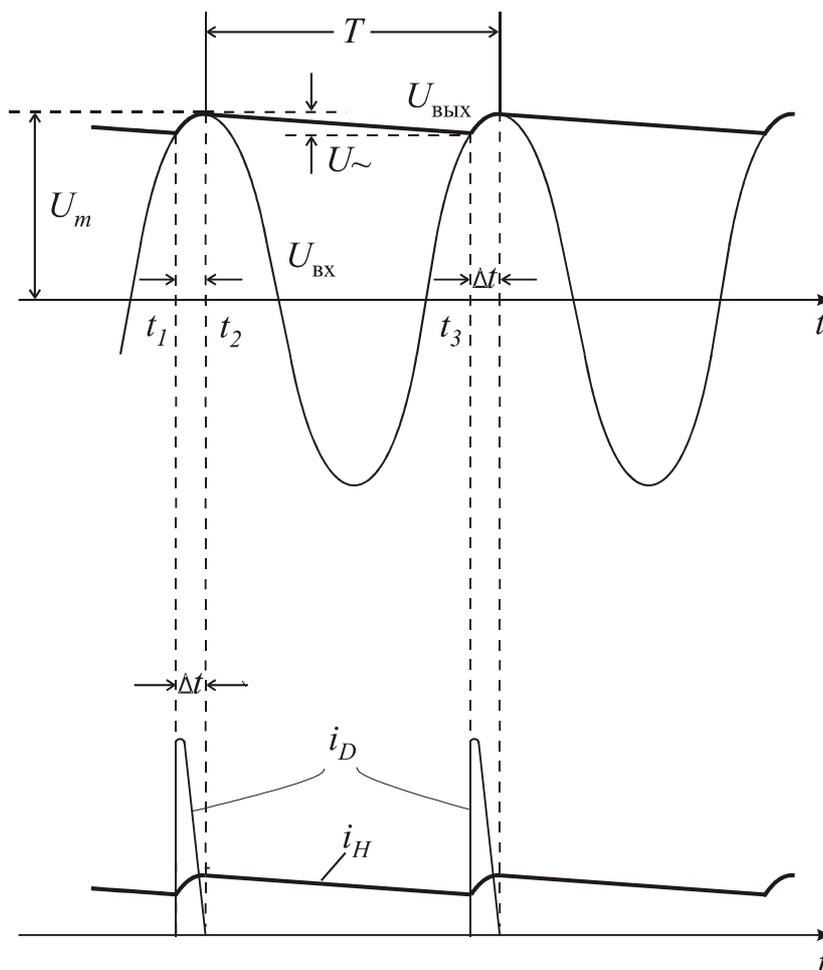


Рис. 5.3.7

Рекомендуемая литература

1. Гусев, В. Г. Электроника и микропроцессорная техника: учеб. для вузов / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2004. – 790 с.
2. Быстров, Ю. А. Электронные цепи и микросхемотехника: учеб. / Ю. А. Быстров, И. Г. Мироненко. – М.: Высш. шк., 2002. – 384 с.: ил.
3. Довгун, В. П. Электротехника и электроника: учеб. пособие: в 2-х ч. Ч. 2 / В. П. Довгун. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006. – 252 с.