

Задания студентам ГБПОУ «БМУ» отделение «МЗМ»
МЗМ – 3 курс МДК 01.03 Электротехника, электронная техника,
звукоусилительная аппаратура

Урок по теме: «Электронные выпрямители» 10.02.22г.

1. Состав и назначение элементов выпрямительного устройства

Все электронные устройства питаются постоянным током. Его можно получить от батарей, аккумуляторов или выпрямителей тока.

Выпрямители – устройства, которые преобразуют переменное напряжение (ток) в постоянное.

Структурная схема выпрямителя тока представлена на рис.1.

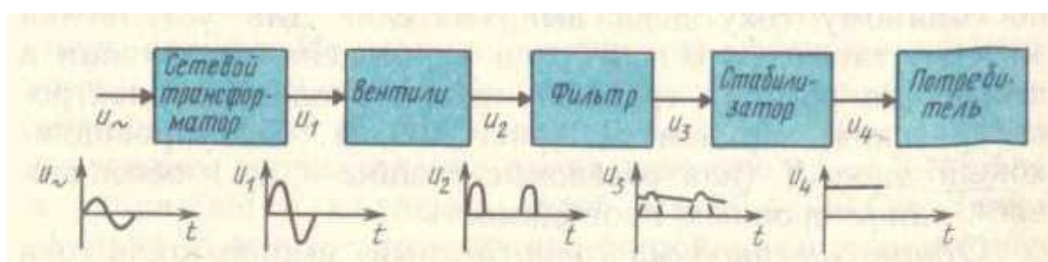


Рис.1. Структурная схема выпрямителя тока

В общем случае выпрямительное устройство включает в себя силовой трансформатор, вентиль, сглаживающий фильтр и стабилизатор.

Известны два основных типа выпрямителей: однополупериодный и двухполупериодный.

В зависимости от числа фаз питающей сети выпрямители подразделяют на однофазные и трехфазные.

Выпрямители могут быть управляемыми и неуправляемыми выпрямителями.

Далее рассмотрим назначение блоков, входящих в выпрямительное устройство (Рис.1).

Сетевой трансформатор предназначен для преобразования переменного напряжения, например 220 В, до значения, обеспечивающего необходимое постоянное напряжение на выходе выпрямителя, например 20 В и разделения по постоянному цепи выпрямителя.

Вентиль (полупроводниковый диод или селеновые столбы и др.) обеспечивает одностороннюю проводимость, т.е преобразует переменное напряжение в пульсирующее.

Сглаживающий фильтр уменьшает пульсацию выпрямленного напряжения.

Стабилизатор поддерживает неизменным напряжение на нагрузке.

Отдельные перечисленные узлы выпрямителя могут отсутствовать.

Основными элементами выпрямителя являются вентили – нелинейные элементы, проводимость которых зависит от полярности приложенного напряжения.

Основными параметрами выпрямителей являются:

$U_{н.ср}$ - среднее выпрямленное напряжение на нагрузке;

$I_{н.ср}$ – средний выпрямленный ток в нагрузке;

$k_{п} = \frac{U_{осн\ max}}{U_{н.ср}}$ - коэффициент пульсации выпрямленного напряжения ($U_{осн\ max}$

– амплитуда основной гармоники выпрямленного напряжения);

R_i – внутреннее сопротивление;

$f_{п}$ - частота основной гармоники выпрямленного напряжения (напряжения пульсации).

Рассмотрим выпрямители, построенные на идеальных диодах.

2. Однополупериодные однофазные выпрямители

Однополупериодный (однотактный) выпрямитель тока используют для выпрямления токов небольшой силы и большого напряжения.

Переменное напряжение с вторичной обмотки трансформатора u_2 подается в цепь из последовательного соединенных диода Д и нагрузочного резистора $R_{н}$. Диод пропускает ток только при прямом включении. Для рассматриваемой схемы это положительные полупериоды. При положительном полупериоде напряжения диод открыт и через нагрузку течет ток. При отрицательном полупериоде диод закрыт и ток в нагрузке отсутствует. Ток в нагрузке пульсирующий, а форма его «отрезков» синусоидальная. Напряжение его имеет ту же форму, и пульсации его очень велики. Их можно сгладить включением сглаживающего конденсатора C_{ϕ} (десятки микрофард) параллельно нагрузке $R_{н}$. Он подзаряжается быстро, так как внутреннее сопротивление диода невелико $r_{i\ пр} = 1 - 5$ Ом, и разряжается медленно через $R = 50 - 500$ Ом (диод закрыт). В результате получают постоянное пульсирующее напряжение.

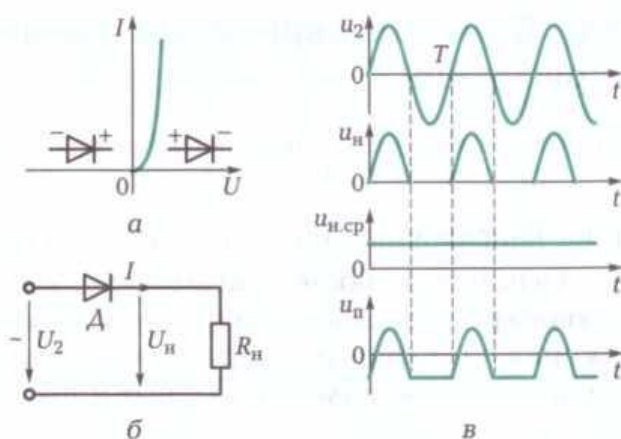


Рис. 2.1. Однополупериодный выпрямитель:

а – ВАХ диода; б – схема выпрямителя; в – временные диаграммы напряжений.

Как правило, однополупериодные выпрямители применяются для питания нагрузки малой мощности.

Ниже приведу еще одну схему однополупериодного выпрямителя тока и диаграммы токов в другом виде для наглядности и усвоения.

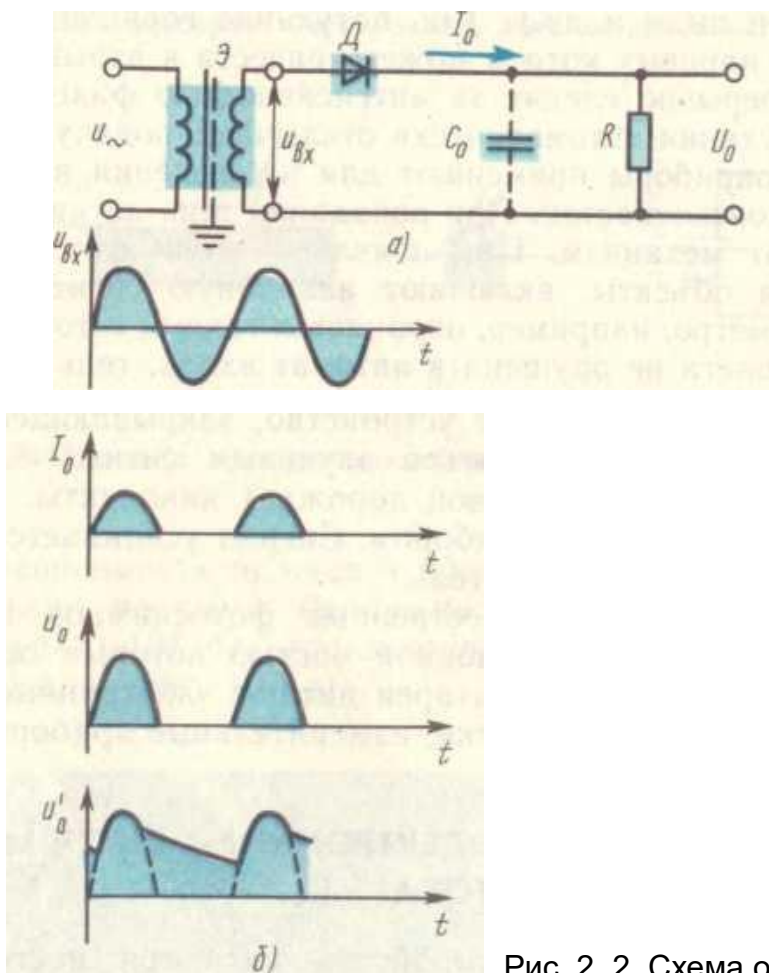


Рис. 2..2. Схема однополупериодного выпрямителя тока (а) и диаграммы токов (в).

3. Двухполупериодные однофазные выпрямители

Наибольшее применение нашли две схемы: выпрямитель на базе трансформатора со средней точкой и двухполупериодный мостовой выпрямитель.

Выпрямитель на базе трансформатора со средней точкой

Схема однофазного двух полупериодного выпрямителя представляет собой две схемы однополупериодного выпрямителя, построенные на диодах D_1 и D_2 и работающие на одну общую нагрузку R_n (рис. 3.1.).

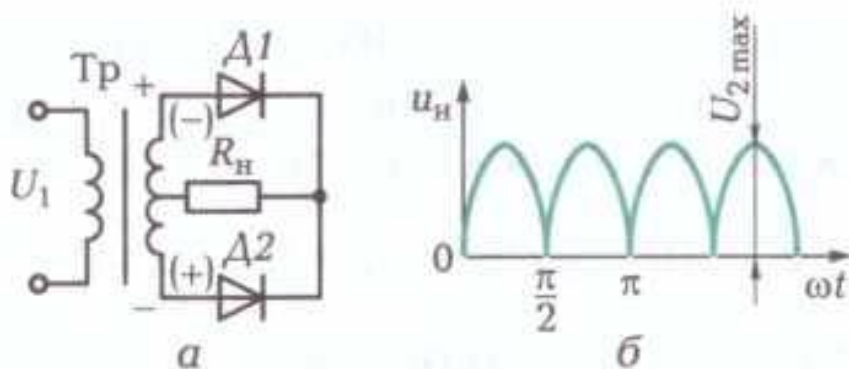


Рис. 3.1. Двухполупериодный выпрямитель:
а – схема; б – временная диаграмма напряжения.

Двухполупериодные выпрямители используют оба полупериода входного напряжения вследствие наличия в схеме двух диодов (рис. 3.1, а).

К диоду подается переменное напряжение $u_{вх} = U_m \sin \omega t$ от вторичной обмотки сетевого трансформатора. Диод пропускает ток только при прямом включении (на анод диода поступает положительный потенциал напряжения). Для рассматриваемой схемы это положительные полупериоды (рис. 3.1, б). Так как со вторичной обмотки трансформатора снимается переменное напряжение, то его потенциалы с течением времени будут меняться.

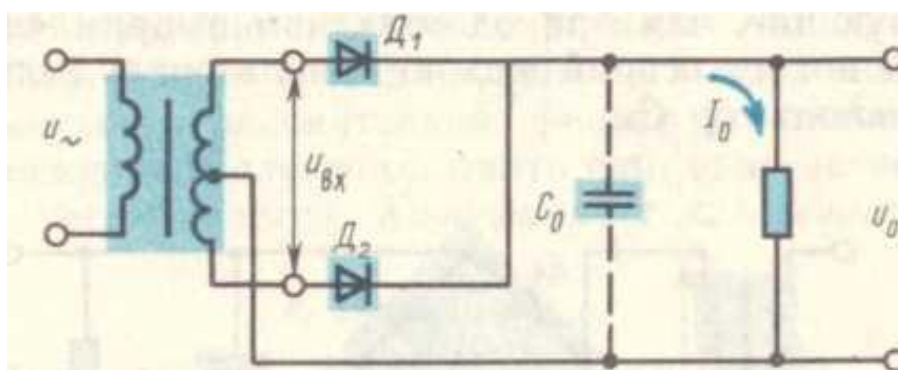
Итак, рассмотрим первый полупериод, когда в верхней точке трансформатора + потенциал, а в нижней – .

В первый полупериод открывается диод Д1 и поступает ток в нагрузку R_n . При этом диод Д2 – в закрытом состоянии.

Во втором полупериоде, когда потенциалы поменялись (+ в нижней точке вторичной обмотки трансформатора, - в верхней точке) открыт диод Д2 и поступает ток в нагрузку R_n . При этом Д1 закрыт. Т.е. диоды открываются поочередно в течение одного и второго полупериода и т.д. и через нагрузку R_n течет ток в одном направлении. В итоге за период в нагрузке выделяются две половолны напряжения (рис.3.1, б). Для сглаживания пульсаций можно использовать сглаживающий конденсатор С.

Недостаток схемы: сложная конструкция трансформатора и его неэкономичность. Этих недостатков лишена мостовая схема выпрямителя.

Для пояснения можно привести еще схему исполнения двухполупериодного выпрямителя тока с поясняющими диаграммами (рис. 3.2.)



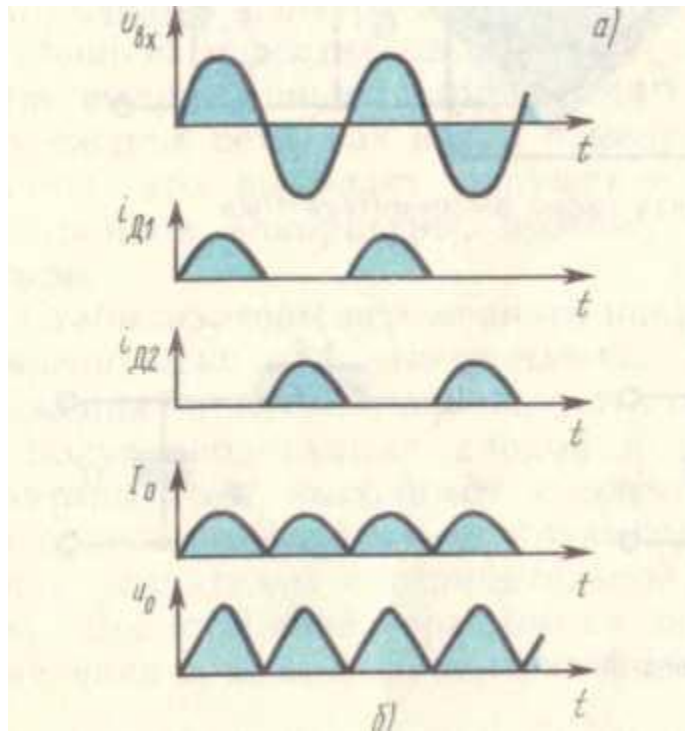


Рис. 3.2. Схема двухполупериодного выпрямителя (а) и диаграммы токов (б).

Двухполупериодный мостовой выпрямитель

Выпрямитель состоит из четырех диодов, включенных по мостовой схеме (рис. 3.3, а).

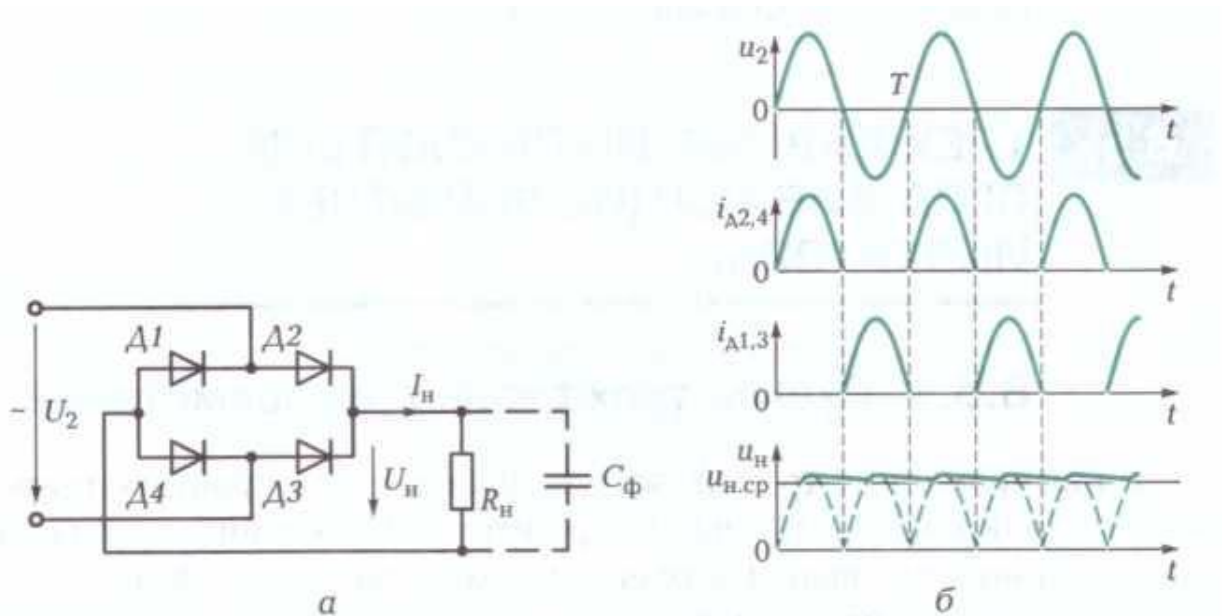


Рис. 3.3 Двухполупериодный мостовой выпрямитель: а – схема; б – временные диаграммы напряжений и токов.

Принцип выпрямления заключается в поочередном открытии двух диодов и пропускании токов в нагрузке в одном направлении.

4. Трехфазные выпрямители

Трехфазный однополупериодный выпрямитель

Для выпрямления трехфазного напряжения на практике широко применяются трехфазные выпрямители. Простейшая схема однополупериодного выпрямителя приведена на рис. 4.1, а.

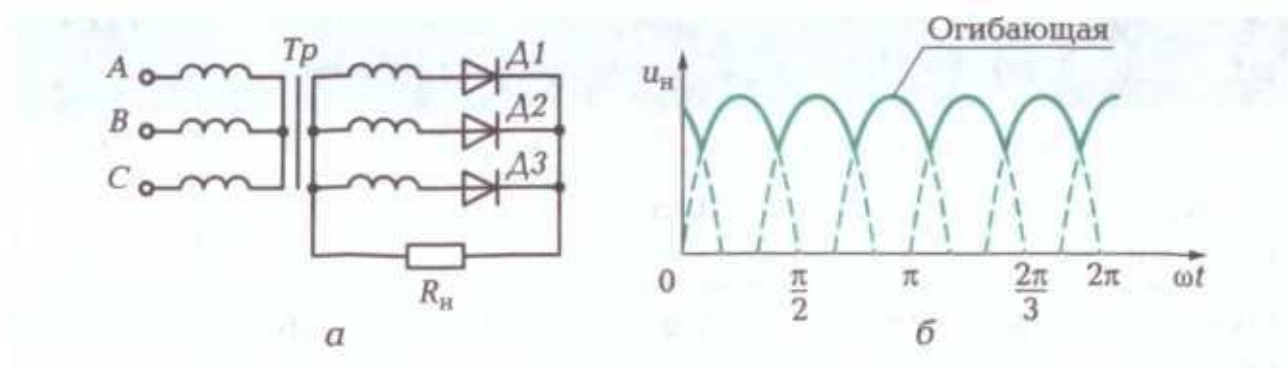


Рис. 4.1. Трехфазный однополупериодный выпрямитель:
а – схема; б – временная диаграмма напряжения.

Эта схема с нейтральной точкой и вторичной обмоткой трансформатора, включенной звездой. В каждую фазу трансформатора последовательно включен диод. Катоды диодов соединены вместе. Между общей точкой катодов и нейтральной точкой включается нагрузка R_n .

Первичная обмотка трансформатора может быть включена как звездой так и треугольником.

Выпрямительные токи через диоды текут лишь в те моменты времени, когда потенциал анода выше потенциала нейтральной точки. Результирующий ток через нагрузку является суммой всех трех токов и изменяется в соответствии с огибающей (рис. 4.1, б).

Трехфазный двухполупериодный выпрямитель

Другая схема трехфазного выпрямителя известна как схема Ларионова. Она представляет собой три мостовые схемы, работающие на одну нагрузку.

На рис. 4.2,а представлена схема выпрямителя, а на рис. 4.2,б – временная диаграмма напряжения на нагрузке.

В трехфазном двухполупериодном выпрямителе диоды пропускают ток через нагрузку в обе полуволны для каждой фазы трехфазного напряжения.

Уже одно это позволяет существенно снизить пульсации выпрямленного напряжения (см. огибающую на рис. 4.2, б).

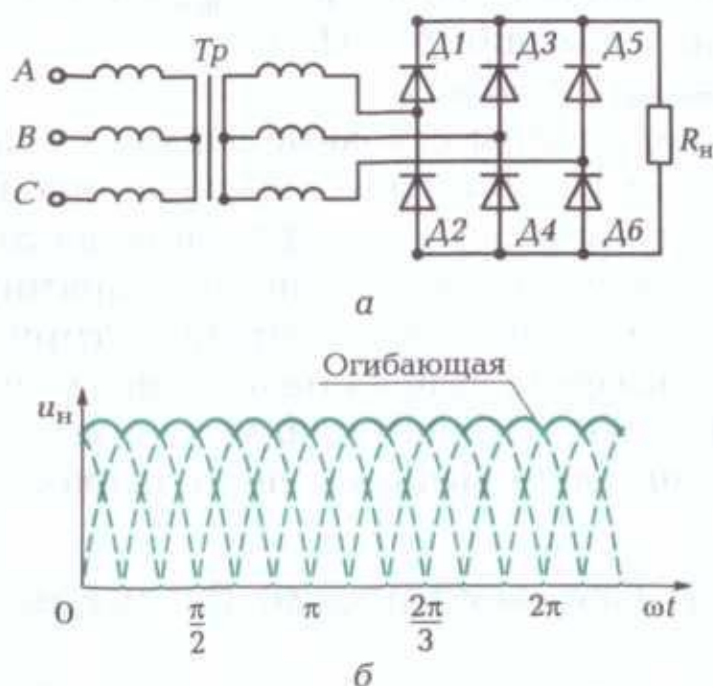


Рис. 4.2. Трехфазный двухполупериодный выпрямитель:
а – схема; б – временная диаграмма напряжения

В трехфазной мостовой схеме мощных выпрямителей широкое применение нашли управляемые выпрямители. Изменяя моменты открытия тиристоров, можно сравнительно легко и экономично регулировать среднее значение выпрямленного напряжения.

5. Сглаживающие фильтры

Для подавления переменной составляющей выпрямленного напряжения между вентилем и нагрузкой устанавливают сглаживающие фильтры.

Чаще всего используют Г-образные фильтры рис.5.1.

RC – фильтрами (рис.5.1,а) сглаживают слабые токи (до 50 мА), так как потеря напряжения на резисторе становится более значительной при слабых токах. Для токов более 50 мА используют LC– фильтры (рис.5.1,б). На вход фильтра подают выпрямленное напряжение, которое изменяется с амплитудой ΔU_n .

Сопротивление резистора остается неизменным, а сопротивление фильтрующего конденсатора C_f очень мало для переменного тока и очень большое для постоянного. Распределение составляющих входного напряжения происходит пропорционально сопротивлениям обоих элементов. Переменная составляющая на выходе в несколько раз меньше, следовательно, фильтр «сгладил» входное напряжение. Если подключить еще одно звено, сглаживание увеличивается.

Коэффициент сглаживания $K_{сгл} = K_{п.вх} / K_{п.вых}$ однозвенного фильтра составляет от 10 до 100.

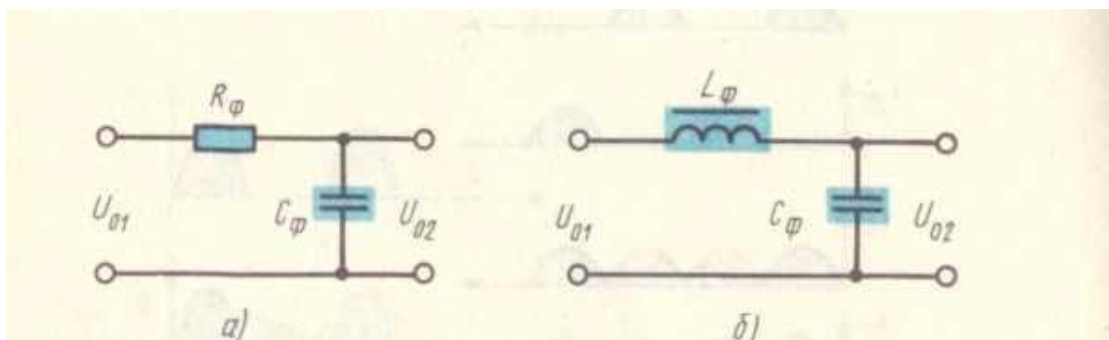


Рис. 5.1. Г – образные фильтры

Один из недостатков выпрямителей тока - это изменение выпрямленного напряжения U_0 как при изменении напряжения сети, так и при изменении нагрузки. В ряде случаев это вызывает нарушение нормальной работы электронной аппаратуры, поэтому используют *стабилизаторы*.

Стабилизаторы переменного напряжения бывают *ферромагнитными* или *электронными*. Для постоянного напряжения чаще всего используют стабилизаторы на основе полупроводниковых диодов и транзисторов. Стабилизаторы тока выполняют с электронными приборами, имеющими нелинейную вольт-амперную характеристику, или с усилителем с отрицательной обратной связью по току. Все стабилизаторы имеют определенные границы изменения стабилизируемой величины.

Домашнее задание:

1. Изучить тему «Выпрямители, назначение, классификация, структурная схема».

Ответьте на следующие вопросы:

2. По каким признакам классифицируются выпрямители и назовите блок, за счет которого происходит преобразование (выпрямление) напряжения (тока).
3. В чем заключается принцип работы двухполупериодных выпрямителей?
4. Сравните выпрямители и укажите в каком из них достигается наименьший коэффициент пульсации выпрямленного напряжения на нагрузке.

Ответы на вопросы принести преподавателю на проверку 19 февраля