## Изучение моделей стабилитронов.

### Математические модели компонентов радиоэлектронных устройств.

В процессе автоматизированного проектирования электронных схем нельзя обойтись без использования моделей элементов схемотехники. Обычно под математической моделью (ММ) какого-либо объекта понимают математическое описание, отражающее с определённой точностью поведение этого объекта в определённых внешних условиях.

Для электро-радио элементов (ЭРЭ) ММ представляют собой математические описания связей между токами и напряжениями, возникающими на электродах (выводах) данных элементов. При этом различают статические и динамические модели. В первом случае используются статические уравнения вольт-амперных характеристик, во втором - дифференциальные уравнения, описывающие переходные процессы в ЭРЭ.

ММ ЭРЭ можно рассматривать как некий оператор, ставящий в соответствие совокупности внутренних параметров ЭРЭ множество функционально связанных между собой внешних параметров. Для ММ ЭРЕ внешними параметрами обычно являются токи и напряжения.

В общем случае различают две разновидности моделей: формальные и физические. Формальные модели подразумевают аппроксимацию характеристик ЭРЭ, когда физикоматематическое описание элементов недостаточно разработано, либо громоздко и его сложно использовать. Иногда для составления формальных ММ используется интерполяция таблично заданных характеристик. Физические ММ в той или иной степени отражают процессы, которые протекают в ЭРЭ и выводятся на основе теории работы элементов.

В качестве примера формальной модели рассмотрим ММ диода на прямой ветви его вольт-амперной характеристики (ВАХ), рис. 1

Рис. 1 Аппроксимация ВАХ диода

а - прямая ветвь ВАХ

б - аппроксимация одной прямой

в - аппроксимация двумя прямыми

При использовании одной прямой, рис 1.б.

где - угол наклона прямой 1 к оси ().

где и - углы наклона прямых 1 и 2 к оси .

### Полупроводниковые стабилитроны. Общие сведения.

Полупроводниковыми стабилитронами (в дальнейшем называемыми стабилитронами, так как устаревшие газоразрядные стабилитроны тлеющего и коронного разряда в настоящей лабораторной работе не рассматриваются) называют двухполюсные полупроводниковые приборы, предназначенные для стабилизации или ограничения напряжений, рис. 2.

Рис. 2 Стабилитроны

а - условно графическое изображение стабилитрона

б - условно графическое изображение симметричного стабилитрона

в - вольтамперная характеристика идеального стабилитрона

г - вольтамперная характеристика реального стабилитрона

Типовая схема стабилизатора напряжения представлена на рис. 3

Рис. 3 Стабилизатор напряжения

а - принципиальная схема

б - зависимость выходного напряжения схемы от входного напряжения для идеального стабилитрона

в - зависимость выходного напряжения схемы от входного напряжения для реального стабилитрона

Если входное напряжение меньше напряжения стабилизации , стабилитрон закрыт и , при выходное напряжение не изменяется (в случае идеального стабилитрона) или слабо увеличивается (в случае реального стабилитрона), рис. 3.б и рис. 3.в.

Балансный резистор выполняет две функции: задаёт величину тока стабилизации стабилитрона и «принимает» на себя разность напряжений .

Коэффициент стабилизации схемы , рис. 3.в, зависит от крутизны обратной ветви ВАХ стабилитрона, рис. 2.г.

### Параметры стабилитронов.

Основными параметрами стабилитронов являются:

1. Напряжение стабилизации задаётся в виде интервала Например, для стабилитрона Д814А То есть, если выбирать из упаковки стабилитронов отдельные приборы, то значения их напряжений стабилизации могут быть любыми в указанном диапазоне напряжений.

2. Ток стабилизации Для стабилитрона задаётся в виде интервала . Если , напряжение стабилизации становится нестабильным, у него появляется переменная составляющая (стабилитрон шумит). При стабилитрон может выйти из строя вследствие необратимого теплового пробоя. Для стабилитрона Д814А

3. Дифференциальное сопротивление . Дифференциальное сопротивление показывает, насколько изменится напряжение стабилизации при изменении тока стабилизации: , рис. 2.г. Геометрический смысл - угол наклона (крутизны) обратной ветви ВАХ, рис 2.г.

4. Температурный коэффициент напряжения стабилизации . Коэффициент показывает, насколько изменяется напряжение стабилизации при изменении температуры, .

### Математическая модель стабилитрона.

Выходным параметром ММ является напряжение стабилизации . Входными параметрами модели являются:

1. Ток стабилизации ;

2. Дифференциальное сопротивление ;

3. Температурный коэффициент напряжения стабилизации .

Следует отметить, что и зависят также от . В качестве примера рассмотрим эти зависимости на примере стабилитрона Д810, рис. 4.

Рис. 4 Параметры стабилитрона Д810

а - зависимость дифференциального сопротивления от температуры

б - зависимость дифференциального сопротивления от тока стабилизации