**Лабораторная работа №3**

**Схемотехника**

**Цель работы:** получение навыков предварительного моделирования переходных процессов в полупроводниковых электронных устройствах с последующей экспериментальной проверкой полученных результатов.

**Основные положения и поясняющие примеры.**

Разработка большинства электронных устройств связана с необходимостью предварительного моделирования переходных процессов, протекающих в этих устройствах, и получения числовых значений основных электрических параметров на различных участках схемы данного конкретного устройства. В этой лабораторной работе моделируются переходные процессы и определяются основные параметры готовых абстрактных электронных устройств на основе полупроводниковых диодов и стабилитронов. Процедура моделирования сводится к следующему:

1) определение основных параметров устройства (напряжений и токов) методами расчета электрических цепей,

2) построение временных диаграмм функционирования устройства с учетом особенностей работы содержащихся в нем полупроводниковых приборов и полученных выше значений основных параметров.

После предварительного моделирования, осуществляется экспериментальная проверка полученных результатов и, в случае необходимости, их корректировка.

Примеры моделирования.

Пример 1. Пусть на цепь, содержащую последовательно соединенные диод VD1 и резисторы R1 и Rн, параметры которых известны, воздействует синусоидальное входное напряжение

Uвх(t)=Umsinωt

с заданной амплитудой Um ( Рисунок. 3.1, а ) .

а)





Рисунок. 3.1- Цепь с последовательно соединенными элементами

R1, VD1 и Rн (а) и временные диаграммы, отражающие

переходные процессы в этой цепи (б)

Определить максимальное значение тока в этой цепи , максимальные значения падений напряжения на резисторах R1 и Rн и построить временные диаграммы входного напряжения и напряжений на этих резисторах, раcположив их в той же последовательности одну под другой. Так как данная цепь не содержит реактивных элементов (катушек индуктивности и конденсаторов), то для определения ее электрических параметров можно использовать методы расчета цепей постоянного тока. При анализе таких цепей с источником входного напряжения разнополярной формы, нужно рассматривать отдельно процессы в цепи при положительной и отрицательной полуволнах этого напряжения. При этом достаточно записать необходимые уравнения для определения только максимальных значений искомых величин. При положительной полуволне входного напряжения в схеме на Рисунок. 3.1,а , т.е. при uвх > 0, диод VD1 открыт. Поэтому, согласно второму закону Кирхгофа, максимальное значение этого напряжения



откуда максимальное значение тока в цепи



При получении числового значения тока Im, значение падения напряжения на открытом диоде UVD1 берем из экспериментальных данных лабораторной работы №1 или из справочных данных на этот диод. Используя закон Ома, определим максимальные значения напряжений на резисторах R1 и Rн из соотношений



и



При отрицательной полуволне входного напряжения, т.е. при uвх < 0, диод VD1 закрыт. Поэтому



Далее строим временные диаграммы функционирования этого устройства uвх, uR1 и uRн. Очевидно, что напряжения на резисторах R1 и Rн, максимальные значения которых определены выше, будут иметь вид положительных полуволн синусоидального входного напряжения, показанный на Рисунке. 3.1,б.

Пример 2. Пусть в цепи из примера 1 резистор Rн шунтирован диодом VD2 , как это показано на Рисунке. 3.2,а. Тогда





Рисунок 3.2. Двухконтурная электрическая цепь (а) и временные диаграммы, отражающие переходные процессы в этой цепи (б) при положительной полуволне входного напряжения



откуда



а



Так как ветви с диодом VD2 и резистором Rн соединены параллельно, то падения напряжения на этих ветвях одинаковы и на протяжении практически всей положительной полуволны входного напряжения



где UVD2 – падение напряжения на открытом диоде VD2. При отрицательной полуволне входного напряжения, как и в примере 1, диод VD1 закрыт и



Таким образом, напряжение на резисторе R1 будет иметь вид положительных полуволн синусоидального входного напряжения (Рисунок. 3.2,б), а напряжение на резисторе Rн в течение этих полуволн неизменно и равно падению напряжения на открытом диоде VD2. Максимальное значение напряжения на резисторе R1 в схеме на рисунке 3.2,а можно определить из выражения и без предварительного вычисления значения тока Im.



Пример 3. Заменим в цепи из примера 2 диод VD1 на стабилитрон, как это показано на Рисунок. 3.3,а. При этом будем считать, что напряжение стабилизации стабилитрона Uст существенно меньше амплитуды Um синусоидального входного напряжения. В противном случае, т.е. при Uст > Um, стабилитрон будет функционировать как диод и никакого различия в работе цепей на Рисунок. 3.2,а и 3.3,а не будет. При положительной полуволне входного напряжения стабилитрон включен в прямом направлении, работает как диод и на этом интервале времени используем те же расчетные соотношения, что и в примере 2. В результате, получим те же, что и в примере 2, временные диаграммы напряжений на резисторах R1 и Rн. При отрицательной полуволне входного напряжения, согласно второму закону Кирхгофа, имеем



откуда



При получении числового значения этого тока напряжение стабилизации стабилитрона Uст берем из экспериментальных данных лабораторной работы №1 или из справочных данных на этот прибор. Используя закон Ома, определим максимальные





Рисунок. 3.3. Электрическая цепь со стабилитроном (а) и временные

диаграммы, отражающие переходные процессы в этой цепи (б)

значения напряжения на резисторах R1 и Rн из соотношений



Очевидно, что при отрицательной полуволне входного напряжения, стабилитрон открыт только в интервале времени, когда uвх ≥ Uст. Это обстоятельство учтено при построении временных диаграмм на Рисунок. 3.3,б, где показано, что стабилитрон открывается в момент времени, когда uвх возрастает до значения Uст и закрывается в момент времени, когда uвх уменьшается до значения напряжения Uст.

**Порядок выполнения работы**

1. Собрать схему электронного устройства, приведенной на рисунке. 3.4 . Осциллографы XSC1 и устройства.



Рисунок. 3.4. Схема измерительной установки моделируемого электронного

На канал А осциллографа XSC2 подается входное синусоидальное напряжение моделируемого устройства, формируемое генератором импульсов, а на канал B – напряжение на резисторе Rн; на канал B осциллографа XSC1 – напряжение на резисторе R1.

В схеме на рисунке 3.4 содержатся две самостоятельные задачи:

1) при разомкнутом ключе А – одноконтурное электронное устройство, подобное рассмотренному выше в примере 1;

2) при замкнутом ключе А – двухконтурное электронное устройство, аналогичное рассмотренным в примерах 2 и 3.

Зарисовать схему ИУ, щелкнув мышкой дважды по генератору импульсов, определить амплитуду синусоидального входного напряжения.

2. Разомкнуть ключ А, зарисовать схему полученного таким образом первого моделируемого электронного устройства и определить его электрические параметры аналогично тому , как это показано в примере 1. Используя результаты расчетов построить временные диаграммы напряжений uвх, uR1 и uRн в виде, на рисунке. 3.1,б. Включить схему и осциллографы, зафиксировать осциллограммы напряжений на экранах, после чего провести количественную и качественную сравнительную оценку этих осциллограмм с временными диаграммами напряжений, полученными при предварительном моделировании переходных процессов в данном электронном устройстве. В случае неидентичности результатов сравнительной оценки, найти и устранить ошибки, допущенные при моделировании. Выключить схему.

3. Замкнуть ключ А и далее повторить п. 2 в этом положении ключа применительно ко второму электронному устройству, опираясь на данные примеров 2 и 3.

4. Выключить осциллографы и схему и закрыть окно с ее содержимым. Выйти из программы Multisim 2001, выключить компьютер и монитор.

**Содержание отчета**

1. Схемы измерительной установки и моделируемых электронных устройств.

2. Расчетные соотношения и результаты расчетов, временные диаграммы работы (uвх, uR1 и uRн) каждого из этих устройств. 3. Словесная сравнительная оценка результатов предварительного моделирования и экспериментальных данных.

4. Выводы.