

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ
Федеральное государственное
образовательное бюджетное учреждение
высшего профессионального образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
им. проф. М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»

Д. В. ШУШПАНОВ

ПЕРВИЧНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ**

СПбГУТ)))

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2019

УДК

ББК

Л69

Рецензент

доцент кафедры радиосвязи и вещания СПбГУТ

Б. Г. Шамсиев

Рекомендовано к печати

редакционно-издательским советом СПбГУТ

Шушпанов, Д. В.

Л69

Первичные источники электроэнергии. Методические указания к лабораторным работам / Д. В. Шушпанов; СПбГУТ. – СПб., 2019. – 24 с.

Содержит задания для самостоятельной подготовки к лабораторным работам в компьютерном классе, порядок работы в компьютерном классе, указания по подготовке к защите и контрольные вопросы для самопроверки.

Предназначено в качестве методических указаний к лабораторным работам при подготовке бакалавров по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника».

УДК

ББК

© Шушпанов Д. В., 2019

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ЛР 1. ВОЛЬТАМПЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО ИСТОЧНИКА ТОКА.....	5
ЛР 2. ПОСТРОЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ С ПОМОЩЬЮ ФОТОДИОДОВ	9
ЛР 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА	14
ЛР 4. ССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА.....	19
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	23

ВВЕДЕНИЕ

Предназначено для студентов, обучающихся по дисциплине: «Первичные источники электроэнергии», и подготовлено в соответствии с действующей программой.

Выполнение лабораторных работ складывается из следующих этапов: самостоятельная подготовка к работе, моделирование и анализ первичных источников электроэнергии на персональных компьютерах (ПК), оформление отчета, анализ результатов и защита лабораторной работы.

При подготовке к работе студент должен изучить соответствующий теоретический материал, выполнить предварительный расчет по заданным исходным данным. Номер варианта определяется преподавателем во время проведения лабораторных работ.

В начале занятий преподаватель проверяет подготовку студентов к работе и дает разрешение на ее выполнение. Студенты, не изучившие теорию или не проделавшие предварительных расчетов, к выполнению работы не допускаются.

По окончании работ в компьютерном классе студенты предъявляют преподавателю рассчитанные на ПК графики.

К следующему занятию студент должен оформить отчет по выполненной работе и подготовиться к ее защите.

Отчет по лабораторной работе должен содержать: название работы, схемы измерения, расчетные формулы, таблицы результатов расчетов и измерений, расчетные и экспериментальные кривые и выводы по работе.

При подготовке к защите студент должен уметь объяснить и оценить полученные в работе результаты, уметь ответить на контрольные вопросы и решать типовые задачи по теме лабораторной работы.

Лабораторная работа 1

ВОЛЬТАМПЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО ИСТОЧНИКА ТОКА

1. Цель работы

- 1.1. Знакомство со схемами замещения химических источников тока.
- 1.2. Изучение схем замещения химических источников тока.

1. Задание на самостоятельную подготовку

- 1.1. Изучите теоретические основы, связанные с характеристиками химических источников тока.

2. Задание для работы в компьютерном классе

- 2.1. Войдите в ОС Windows. Двойным нажатием левой кнопки мыши загрузите программу Micro-CAP.
- 2.2. Постройте в программе Micro-CAP схему согласно рис. 1.1



Рис. 1.1

2.2. Запустите расчет режима по постоянному току, выбрав **Analysis**→**DC...** (Alt+3). Установите пределы изменения как показано на рис. 1.2. Нажмите **Run**. Получившиеся графики сохраните в отчет.

2.3. Снова запустите расчет режима по постоянному току, выбрав **Analysis**→**DC...** (Alt+3). Установите пределы изменения как показано на рис. 1.3. Нажмите **Run**. Получившиеся графики сохраните в отчет.

2.4. Сохраните файл. Создайте новый пустой файл. В нем нарисуйте схему согласно рис. 1.4. Параметры зависимых источников E1, E2 приведены на рис. 1.5.

2.5. Запустите расчет режима по постоянному току, выбрав **Analysis**→**DC...** (Alt+3). Установите пределы изменения как показано на рис. 1.6. Нажмите **Run**. Получившиеся графики сохраните в отчет.

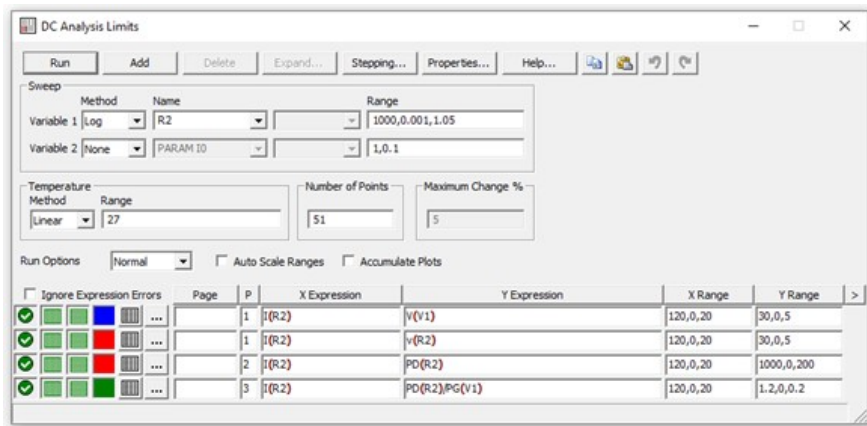


Рис. 1.2

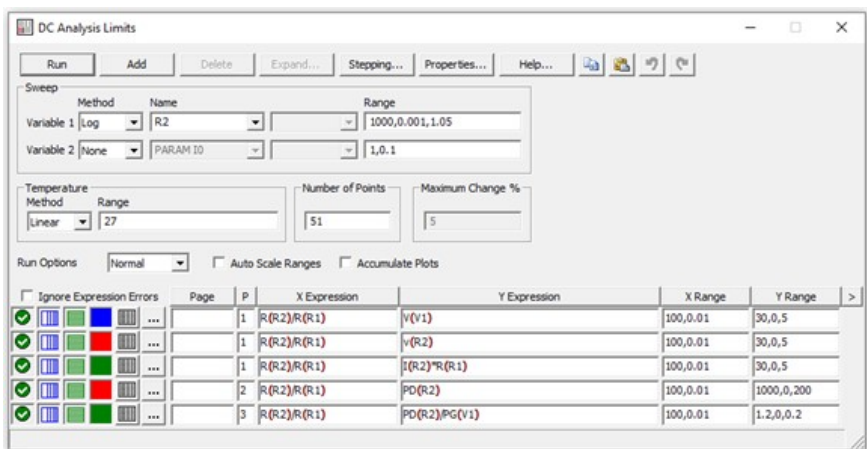


Рис. 1.3

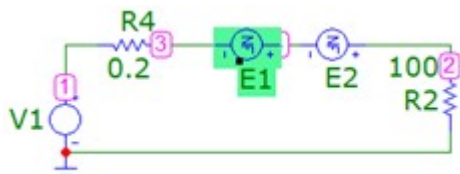


Рис. 1.4

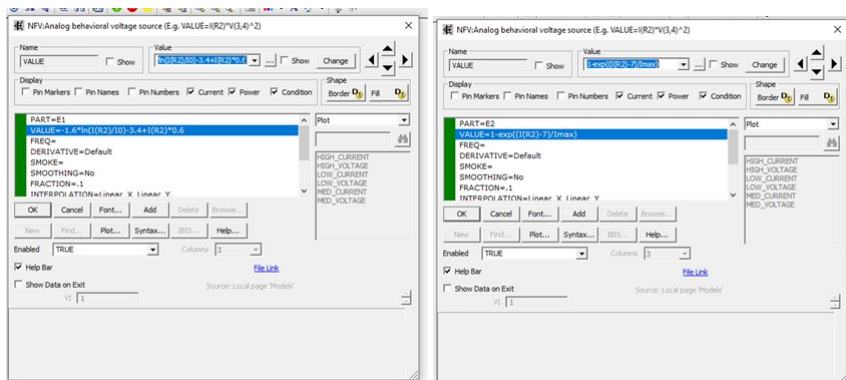


Рис. 1.5



Рис. 1.6

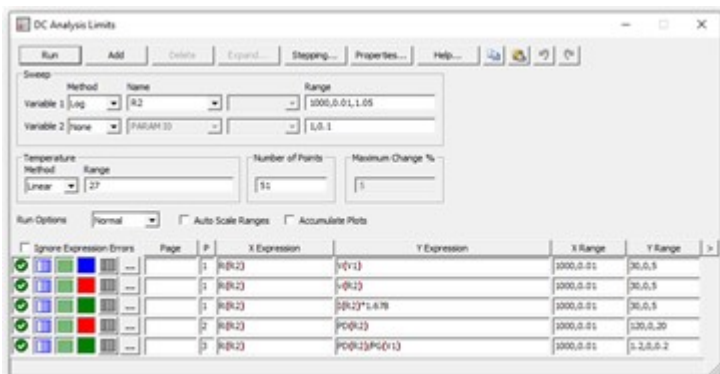


Рис. 1.7

2.6. Снова запустите расчет режима по постоянному току, выбрав **Analysis→DC...** (Alt+3). Установите пределы изменения как показано на рис. 1.7. Нажмите **Run**. Получившиеся графики сохраните в отчет.

3. Указания по подготовке к защите

3.1. Оформите отчет по лабораторной работе, который должен содержать:

- схема исследуемой цепи,
- графики рассчитанных на ПК характеристик,
- выводы.

3.2. Подготовьтесь к ответу на вопросы по работе в программе Micro-CAP.

Контрольные вопросы

1. Что такое вольтамперная характеристика?
2. Что такое ваттамперная характеристика?
3. Что такое согласованный режим работы генератора?
4. При какой нагрузке будет максимальное КПД химического источника тока?
5. В чем отличие схем замещения химических источников тока?

Лабораторная работа 2

ПОСТРОЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ С ПОМОЩЬЮ ФОТОДИОДОВ

1. Цель работы

- 1.1. Знакомство со схемами замещения солнечной батареи.
- 1.2. Изучение схем замещения солнечной батареи.

1. Задание на самостоятельную подготовку

- 1.1. Изучите теоретические основы, связанные с характеристиками солнечной батареи.

2. Задание для работы в компьютерном классе

- 2.1. Войдите в ОС Windows. Двойным нажатием левой кнопки мыши загрузите программу Micro-CAP.
- 2.2. Постройте в программе Micro-CAP схему согласно рис. 2.1.

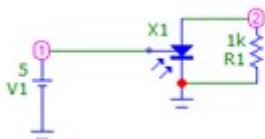


Рис. 2.1

- 2.2. Запустите расчет режима по постоянному току, выбрав **Analysis**→**DC...** (Alt+3). Установите пределы изменения как показано на рис. 2.2. Нажмите **Run**. Получившиеся графики сохраните в отчет.
- 2.3. Постройте в программе Micro-CAP схему согласно рис. 2.3.
- 2.4. Запустите расчет режима по постоянному току, выбрав **Analysis**→**DC...** (Alt+3). Установите пределы изменения как показано на рис. 2.4. Нажмите **Run**. Получившиеся графики сохраните в отчет.
- 2.5. Постройте в программе Micro-CAP схему согласно рис. 2.5.
- 2.6. Запустите расчет режима по постоянному току, выбрав **Analysis**→**DC...** (Alt+3). Установите пределы изменения как показано на рис. 2.6. Нажмите **Run**. Получившиеся графики сохраните в отчет.

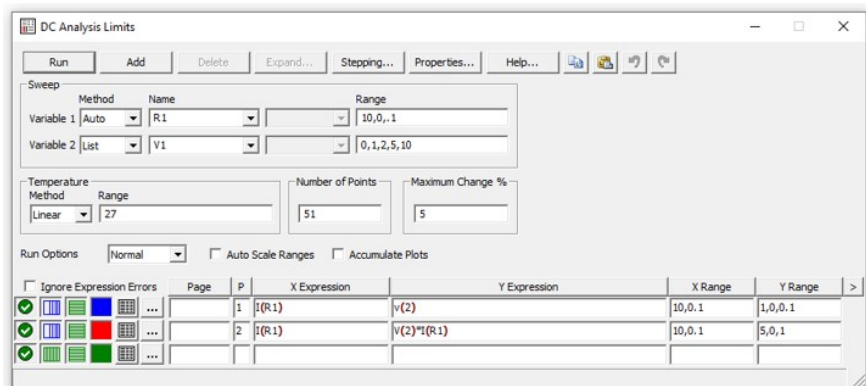


Рис. 2.2

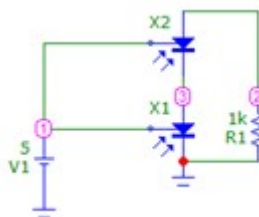


Рис. 2.3

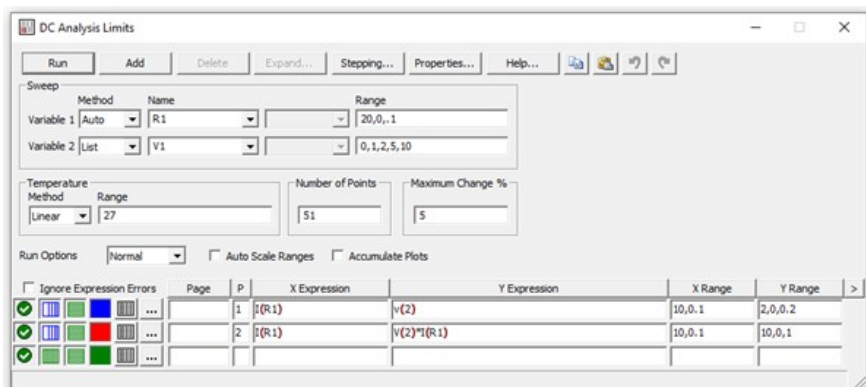


Рис. 2.4

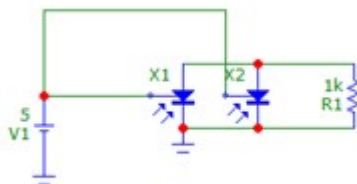


Рис. 2.5

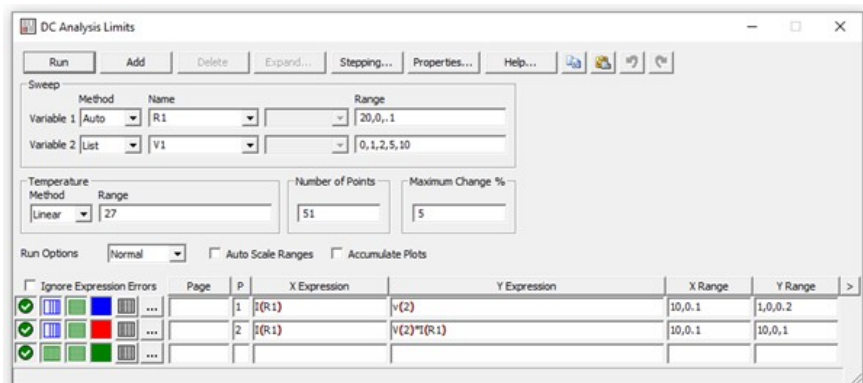


Рис. 2.6

2.7. Постройте в программе Micro-CAP схему согласно рис. 2.7. Параметры зависимых источников G1, E1 приведены на рис. 2.8.

2.8. Запустите расчет режима по постоянному току, выбрав **Analysis→DC...** (Alt+3). Установите пределы изменения как показано на рис. 2.9. Нажмите **Run**. Получившиеся графики сохраните в отчет.

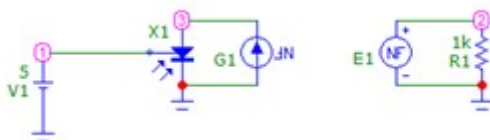


Рис. 2.7

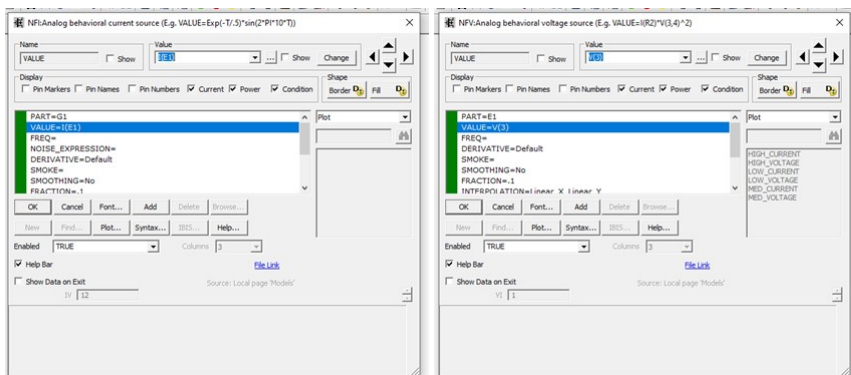


Рис. 2.8

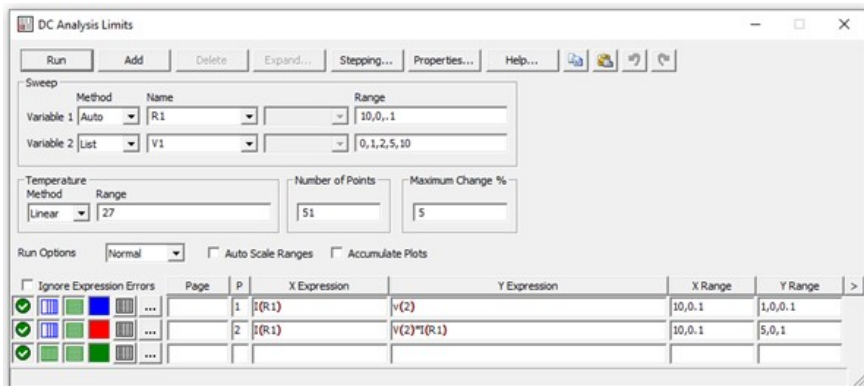


Рис. 2.9

3. Указания по подготовке к защите

3.1. Оформите отчет по лабораторной работе, который должен содержать:

- схема исследуемой цепи,
- графики рассчитанных на ПК характеристик,
- выводы.

3.2. Подготовьтесь к ответу на вопросы по работе в программе Micro-CAP.

Контрольные вопросы

1. Что такое солнечная батарея?

2. Какие характеристики имеет солнечная батарея?
3. Как моделируют солнечную батарею?

Лабораторная работа 3

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

1. Цель работы

- 1.1. Знакомство со схемой замещения электрической машины постоянного тока.
- 1.2. Изучение схемы замещения электрической машины постоянного тока.

1. Задание на самостоятельную подготовку

- 1.1. Изучите теоретические основы, связанные с характеристиками солнечной батареи.

2. Задание для работы в компьютерном классе

- 2.1. Войдите в ОС Windows. Двойным нажатием левой кнопки мыши загрузите программу Micro-CAP.
- 2.2. Постройте в программе Micro-CAP схему согласно рис. 3.1.

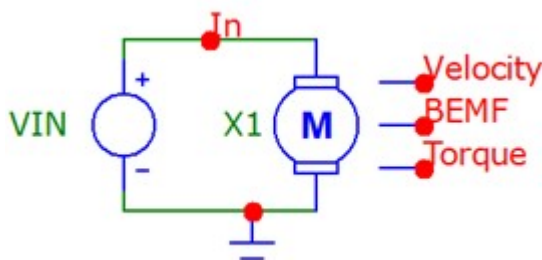


Рис. 3.1

- 2.3. Запустите расчет переходных характеристик – **Analysis→Transient...** (Alt+1). Выставьте параметры расчета частных характеристик как указано на рис. 3.2 и нажмите кнопку **Run**. Получившиеся графики сохраните в отчет.

- 2.4. Поменяйте параметры источника как показано на рис. 3.4. Запустите расчет переходных характеристик – **Analysis→Transient...** (Alt+1).

Выставите параметры расчета частных характеристик как указано на рис. 3.2 и нажмите кнопку **Run**. Получившиеся графики сохраните в отчет.

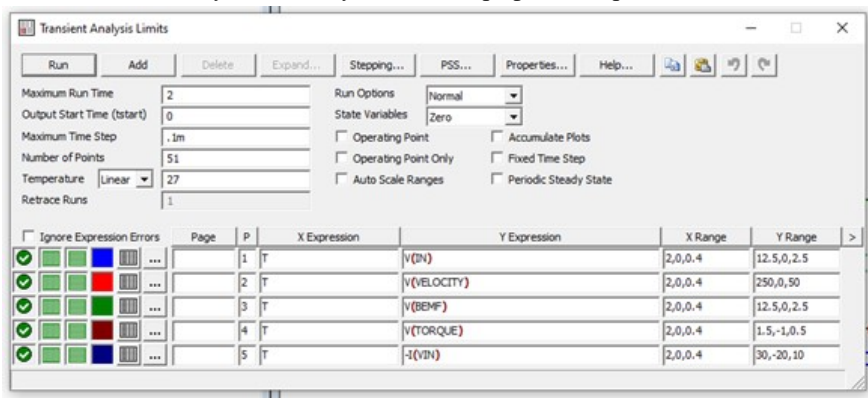


Рис. 3.2

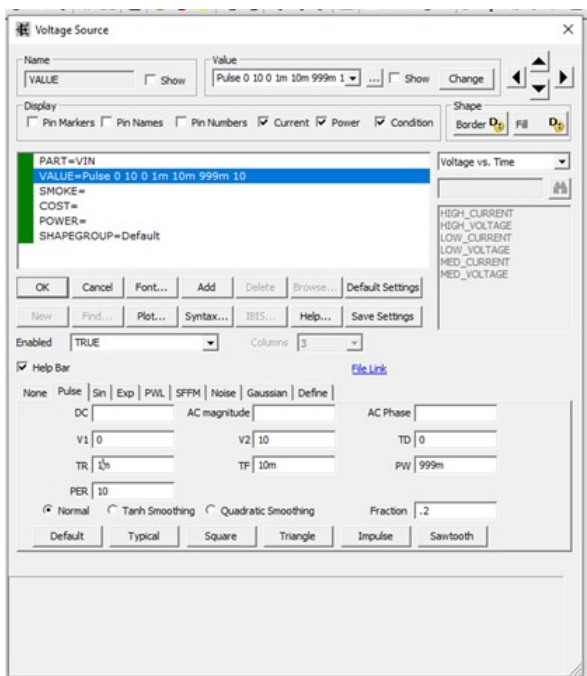


Рис. 3.3

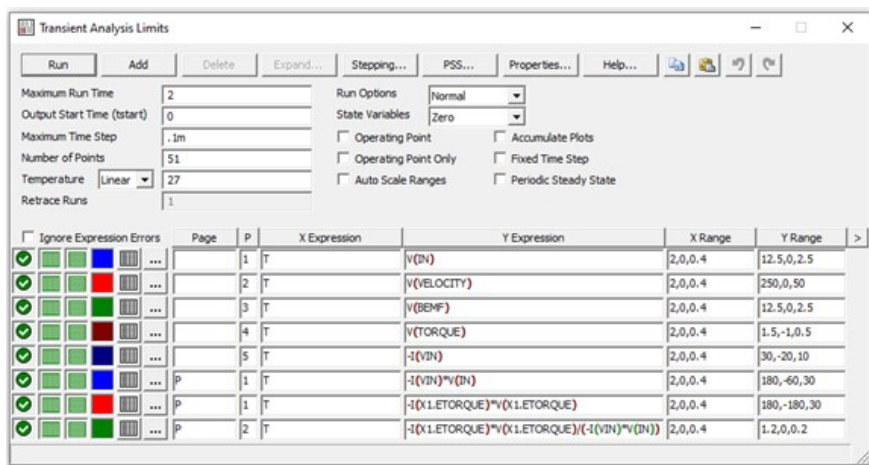


Рис. 3.4

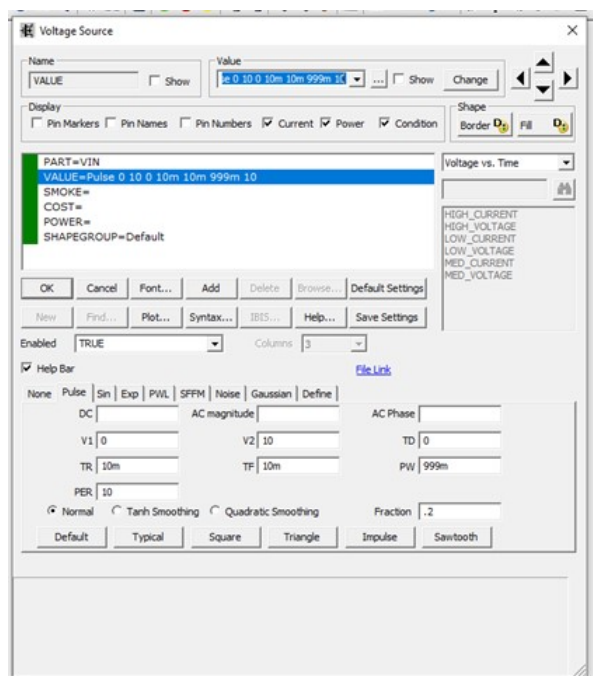


Рис. 3.5

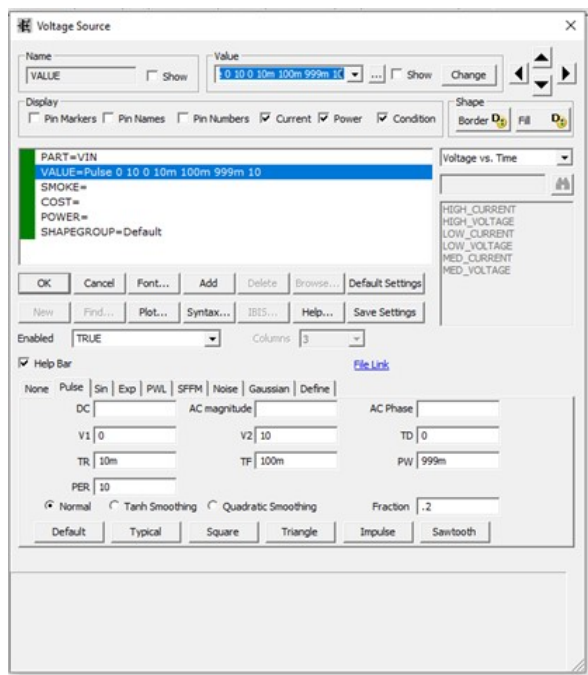


Рис. 3.6

2.4. Поменяйте параметры источника как показано на рис. 3.5. Запустите расчет переходных характеристик – **Analysis→Transient...** (Alt+1) и нажмите кнопку **Run**. Получившиеся графики сохраните в отчет.

2.5. Поменяйте параметры источника как показано на рис. 3.6. Запустите расчет переходных характеристик – **Analysis→Transient...** (Alt+1) и нажмите кнопку **Run**. Получившиеся графики сохраните в отчет.

3. Указания по подготовке к защите

3.1. Оформите отчет по лабораторной работе, который должен содержать:

- схема исследуемой цепи,
- графики рассчитанных на ПК характеристик,
- выводы.

3.2. Подготовьтесь к ответу на вопросы по работе в программе Micro-CAP.

Контрольные вопросы

1. Что такое электрическая машина постоянного тока?
2. Какие характеристики имеет машина постоянного тока?
3. Как моделируют машина постоянного тока?

Лабораторная работа 4

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

1. Цель работы

- 1.1. Знакомство со схемой замещения электрической машины постоянного тока.
- 1.2. Изучение схемы замещения электрической машины постоянного тока.

1. Задание на самостоятельную подготовку

- 1.1. Изучите теоретические основы, связанные с характеристиками солнечной батареи.

2. Задание для работы в компьютерном классе

- 2.1. Войдите в ОС Windows. Двойным нажатием левой кнопки мыши загрузите программу Micro-CAP.
- 2.2. Постройте в программе Micro-CAP схему согласно рис. 4.1.

AC Motor Run Transient analysis

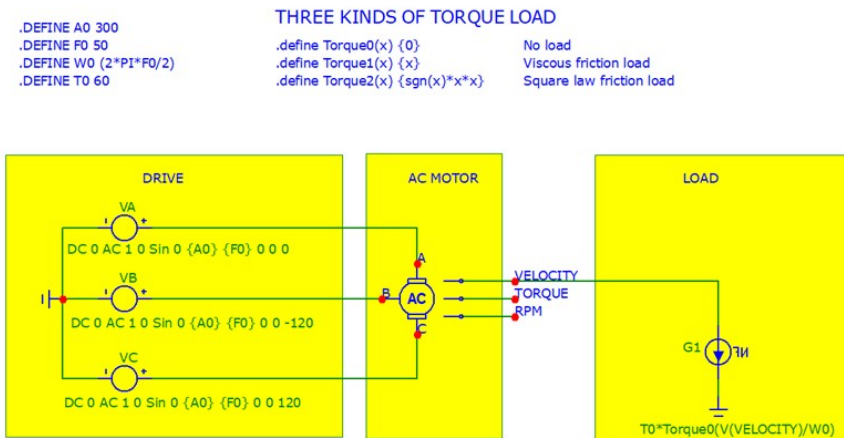


Рис. 4.1

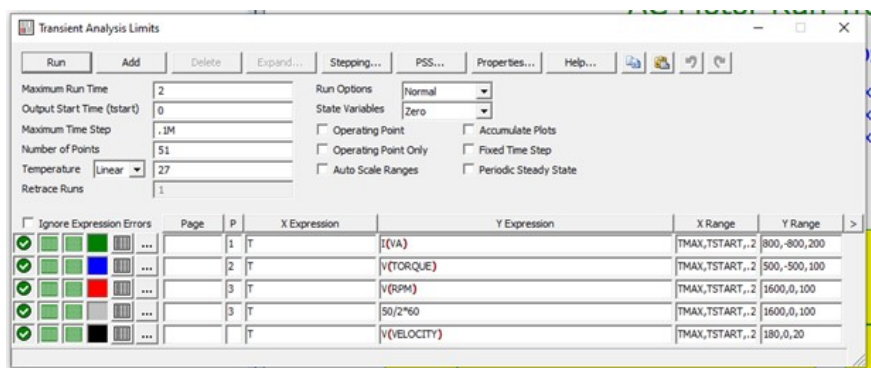


Рис. 4.2

2.3. Запустите расчет переходных характеристик – **Analysis**→**Transient...** (Alt+1). Выставьте параметры расчета частных характеристик как указано на рис. 4.2 и нажмите кнопку **Run**. Получившиеся графики сохраните в отчет.

2.4. Поменяйте нагрузку с Torque0 на Torque0. Запустите расчет переходных характеристик – **Analysis**→**Transient...** (Alt+1) и нажмите кнопку **Run**. Получившиеся графики сохраните в отчет.

2.4. Поменяйте нагрузку с Torque1 на Torque2. Запустите расчет переходных характеристик – **Analysis**→**Transient...** (Alt+1) и нажмите кнопку **Run**. Получившиеся графики сохраните в отчет.

2.5. Поменяйте нагрузку с Torque2 на Torque1. Запустите расчет переходных характеристик – **Analysis**→**Transient...** (Alt+1). Выставьте параметры расчета частных характеристик как указано на рис. 4.3 и нажмите кнопку **Run**. Получившиеся графики сохраните в отчет.

2.6. Запустите расчет переходных характеристик – **Analysis**→**Transient...** (Alt+1). Выставьте параметры расчета частных характеристик как указано на рис. 4.4 и нажмите кнопку **Run**. Получившиеся графики сохраните в отчет.

2.7. Повторите пп.2.5 и 2.6 для нагрузки Torque2.

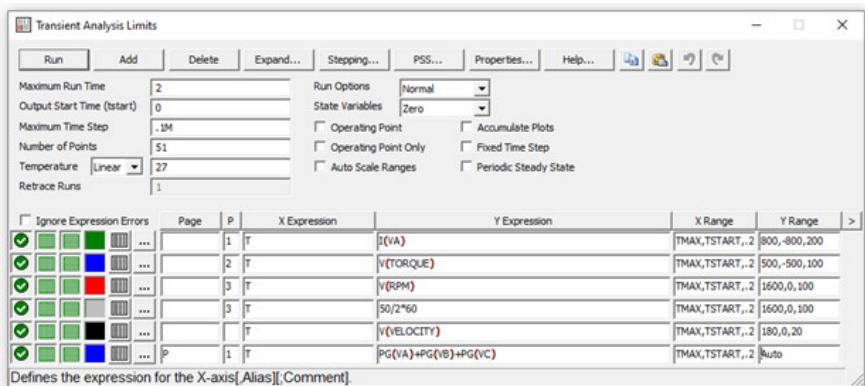


Рис. 4.3

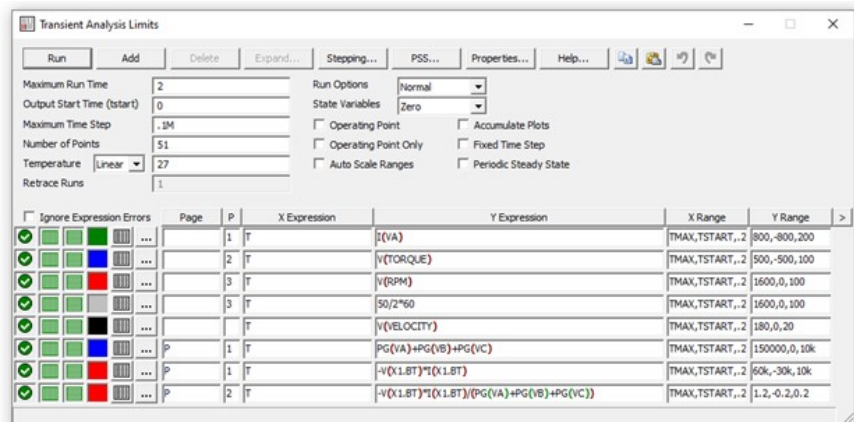


Рис. 4.4

3. Указания по подготовке к защите

3.1. Оформите отчет по лабораторной работе, который должен содержать:

- схема исследуемой цепи,
- графики рассчитанных на ПК характеристик,
- выводы.

3.2. Подготовьтесь к ответу на вопросы по работе в программе Micro-CAP.

Контрольные вопросы

1. Что такое электрическая машина переменного тока?
2. Какие характеристики имеет машина переменного тока?
3. Как моделируют машина переменного тока?
4. Чем машина постоянного тока отличается от машины переменного

тока

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Белецкий, А. Ф.* Теория линейных электрических цепей: учебник. – 2-е изд. / А. Ф. Белецкий. – СПб. : Издательство «Лань», 2009. – 544 с.
2. *Бакалов, В. П.* Основы теории цепей: учебное пособие для вузов; 4-е изд. / В. П. Бакалов, В. Ф. Дмитриков, Б. Н. Крук. – М. : Горячая линия – Телеком, 2013. – 596 с.
3. *Разевиг В.Д.* Схемотехническое моделирование с помощью Micro-CAP 7. —М.: Горячая линия-Телеком, 2003. – 368 с., ил.
4. *Амелина М.А., Амелин С.А.* Программа схемотехнического моделирования Micro-CAP 9,10 – Смоленск, Смоленский филиал НИУ МЭИ, 2012. – 617 с., ил.

Шушпанов Дмитрий Викторович

**ПЕРВИЧНЫЕ ИСТОЧНИКИ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
Методические указания к
лабораторным работам**

Ответственный редактор *Д. В. Шушпанов*

Редактор

Верстка

План 2019 г., п.

Подписано к печати
Объем усл.-печ. л. Тираж экз. Заказ
Редакционно-издательский отдел СПбГУТ.
191186 СПб., наб. р. Мойки, 61

Отпечатано в СПбГУТ