



## ELECTRONICS WORKBENCH

Nurillayev Doston Ravshan ugli <sup>1</sup>, Bozorboyev Husniddin Khasanovich <sup>2</sup>  
Sarimsokov Uchkun Soatboy ugli <sup>3</sup>, Ibodullayev Muhammadali Askarali ugli <sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup> 2nd year Master Department of Energy, Energy saving

<https://doi.org/10.5281/zenodo.4747007>

### ARTICLE INFO

Received: 1<sup>st</sup> May 2021  
Accepted: 5<sup>th</sup> May 2021  
Online: 10<sup>th</sup> May 2021

### ABSTRACT

*Electric networks are divided into types according to purpose, rated voltage, circuit, nature of consumers*

### KEY WORDS

*Power, rated voltage, circuit, consumer, energy, high voltage, Heat.*

## МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ УСТАНОВКИ ПОПЕРЕЧНОЙ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИМУЛЯТОРА ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ

Нуриллайев Достон Равшан ўгли <sup>1</sup>, Бозорбойев Хусниддин Хасанович <sup>2</sup>  
Саримсоков Учкун Соатбой ўгли <sup>3</sup>, Ибодуллайев Мухаммадали Асқарали ўгли <sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup> Кафедра энергетика Магистр 2-го курса Энергосбережение

### ИСТОРИЯ СТАТЬИ

Принято: 1 мая 2021 г.  
Утверждено: 5 мая 2021 г.  
Опубликовано: 10 мая 2021 г.

### АННОТАЦИЯ

*Электрические сети делятся на типы по назначению, номинальному напряжению, схеме, характеру потребителей.*

### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

*Мощность, номинальное напряжение, цепь, Потребитель, Энергия, высокое напряжение.*

При изучении предметов «Электрические сети и системы», «Производство, передача и распределение электрической энергии» возникает необходимость в исследовании режимов работы различного типа электроустановок. Особый интерес вызывает их компьютерное моделирование, позволяющее досконально

изучить все режимы работы без использования дорогих натуральных устройств или их физических моделей. Основные принципы моделирования электрических сетей рассмотрены в пакетах программ, описанных в [1-3].

Рассмотрим процесс моделирования конденсаторной установки (КУ)

поперечной компенсации с регулируемой величиной реактивной мощности напряжением 10 кВ, типовая схема подключения которой показана на рис. 1

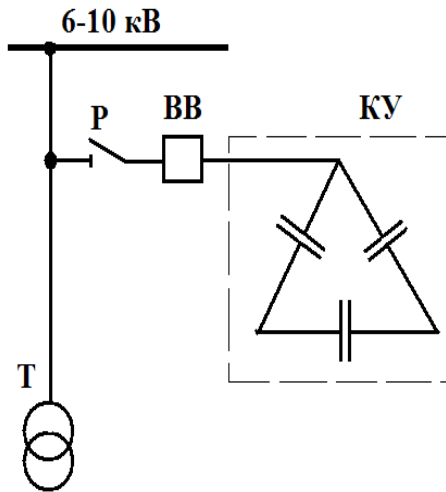


Рис. 1

Регулирование мощности КУ необходимо для поддержания величины  $\cos\phi$  в заданных пределах и может осуществляться ступенчато (включением-отключением параллельных секций конденсаторной батареи с помощью контактора) или плавно (регулирование индуктивности реактора или емкости конденсаторов с помощью бесконтактного тиристорного ключа).

Для определенности рассмотрим моделирование КУ со ступенчатым регулированием. Структура исследуемой виртуальной модели показана на рис.2. Она имитирует нагрузку промышленного предприятия, питающегося от шин генераторного напряжения электростанции по воздушной линии электропередачи (ЛЭП) [4-5].

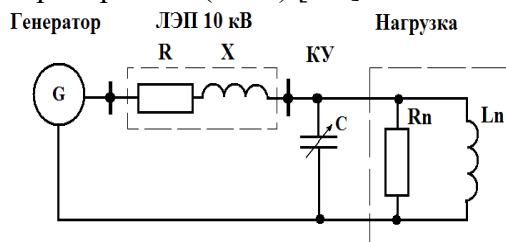


Рис. 2

Для расчета параметров элементов модели приняты следующие условия:

- линейное напряжение генератора равно 10,2 кВ
- ЛЭП имеет длину 10 км и проложена проводом АС-35
- Мощность трехфазной нагрузки промышленного предприятия (без компенсации реактивной мощности) составляет  $P=2$  МВт,  $Q=1,5$  МВАр

В соответствии с этими условиями вычисляем параметры модели:

Активное сопротивление ЛЭП

$$R = R_0 * l = 0.89 * 10 = 8.9 \text{ (Ом)}$$

Где  $R_0$  - удельное активное сопротивление ЛЭП, проложенной проводом АС-35,  $l$  - длина ЛЭП, км.

Индуктивное сопротивление ЛЭП и ее индуктивность

$$X = X_0 * l = 0.44 * 10 = 4.4 \text{ (Ом)}$$

$$L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{4.4}{2 * 3.14 * 50} = 0.014 \text{ (Гн)}$$

Где  $X_0$  - удельное индуктивное сопротивление ЛЭП

Определим линейный и фазный токи в нагрузке при номинальном напряжении 10 кВ, считая, что ее фазы включены треугольником

$$I_\Delta = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3}U} = \frac{\sqrt{2 * 1000^2 + 1.5 * 1000^2}}{\sqrt{3}10} = 144.3 \text{ (А)}$$

$$I_\phi = \frac{I_\Delta}{\sqrt{3}} = \frac{144.3}{1.732} = 83.3 \text{ (А)}$$

Определим активное и индуктивное сопротивления нагрузки

$$R_n = \frac{3 * U^2}{P} = \frac{3 * 10^2}{2} = 150 \text{ (Ом)}$$

$$X_n = X_L = \frac{3 * U^2}{Q} = \frac{3 * 10^2}{1.5} = 200 \text{ (Ом)}$$

и индуктивность нагрузки

$$L_n = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{200}{2 * 3.14 * 50} = 0.636 \text{ (Гн)}$$

Схема модели одной фазы исследуемой цепи показана на рис. 3. В исследуемой цепи параметры модели уже выставлены в соответствии с предварительно проведенными расчетами [6-7].

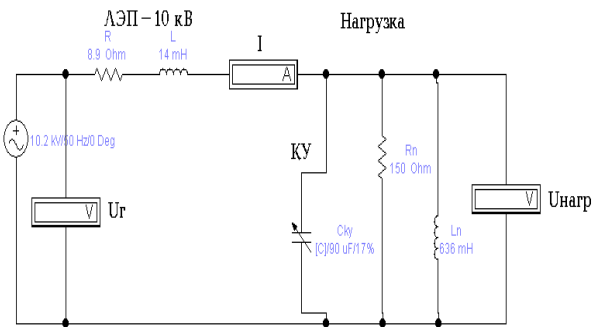


Рис. 3

Меняя параметры нагрузки (величину активного сопротивления и индуктивности нагрузки), мы сможем моделировать изменение нагрузочного режима работы предприятия в течении суток. А изменяя ступенчато емкость конденсаторной батареи, подключенной параллельно нагрузке и моделирующей КУ, мы можем исследовать режим работы предприятия

при различных режимах компенсации реактивной мощности: отсутствии компенсации (естественный режим работы предприятия), недостаточной компенсации (коэффициент мощности меньше директивного значения), номинальной компенсации (коэффициент мощности соответствует директивному значению), полной компенсации (коэффициент мощности равен единице) и перекомпенсации, когда КУ становится источником реактивной мощности для питающей сети.

Таким образом, программа Electronics Workbench позволяет достоверно моделировать фрагменты промышленных электрических сетей и электроустановок, что может быть использовано для исследования их свойств и рабочих характеристик в процессе обучения при выполнении виртуальных лабораторных работ [8-11].

### Литературы:

1. Володин В.В. Моделирование сложных электромагнитных компонентов при помощи SPICE-симуляторов LT-spice/SWCAD-III. – Компоненты и технологии. – №4, 2008 г. – с. 175- 182
2. Nabijonovich J. A. Renewable energy sources in Uzbekistan // ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2020. – Т. 10. – №. 11. – С. 769-774.
3. Жуманов А. Н. и др. ЭЛЕКТР ТАРМОҚЛАРДАГИ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ИСРОФЛАРНИ ТУЗИЛИШИ // Academic research in educational sciences. – 2021. – Т. 2. – №. 4.
4. Жуманов А., Абдиев Х., Файзуллаев А. КЛАССИФИКАЦИЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ // СОВРЕМЕННАЯ НАУКА: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И. – 2021. – С. 45.
5. Жалилов Ў. А. Ў. и др. ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ СИФАТ КЎРСАТКИЧЛАРИ ВА УЛАРНИ ОШИРИШ ЧОРА-ТАДБИРЛАРИ // Academic research in educational sciences. – 2021. – Т. 2. – №. 4. – С. 113-118.



6. Жуманов А. Н. и др. ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ИСРОФИНИ АНИҚЛАШ УСУЛЛАРИ //Academic research in educational sciences. – 2021. – Т. 2. – №. 4. – С. 466-470.
7. Olimov O. Basic Ways to Improve Efficiency Operations of Asynchronous Electric Drives //International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS) ISSN. – 2020. – С. 107-108.
8. Abror Q. Research and Analysis of Ferromagnetic Circuits of a Special Purpose Transformer //Fazliddin, A., Tuymurod, S., & Nosirovich, OO (2020). Use of Recovery Boilers At Gas-Turbine Installations Of Compressor Stations And Thyristor Controls. The American Journal of Applied sciences. – 2020. – Т. 2. – №. 09. – С. 46-50.
9. Sultanov M. M. et al. FITTING THE SPECTRA OF PIONS, KAONS, PROTONS, AND ANTIPROTONS IN RELATIVISTIC CU+ CU COLLISIONS //Euro-Asia Conferences. – 2021. – С. 96-98.
10. Urinboy J., Hasanov M. Improvement Performance Of Radial Distribution System By Optimal Placement Of Photovoltaic Array //International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS). – 2021. – Т. 5. – №. 2. – С. 157-159.
11. Сиддиков И. Х. и др. АНАЛИЗ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКОВ В СЕТЯХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ //Потенциал интеллектуально одаренной молодежи-развитию науки и образования. – 2018. – С. 130-133.