

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД «ПУЛЬТ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»

Н. В. Потапенко

Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь

Научный руководитель Д. И. Зализный

Бесперебойная работа энергосистемы невозможна без автоматизированной системы диспетчерского управления. Сложенная работа диспетчера в энергосистеме является одним из основных критериев надежного электроснабжения потребителей. Для ознакомления студентов специальности «Электроэнергетические системы и сети» с работой диспетчера был разработан лабораторный стенд «Пульт диспетчерского управления».

Структурная схема стенда приведена на рис. 1.

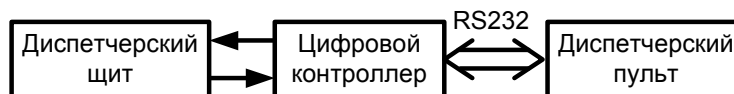


Рис. 1. Структурная схема стенда

Лабораторный стенд включает в себя диспетчерский щит, цифровой контроллер и диспетчерский пульт. На щите изображена простейшая система электроснабжения, состоящая из ТЭЦ и двух подстанций 110/10 кВ «Северная» и «Южная», которые соединены посредством линий электропередач. В учебных целях схема стенда была существенно упрощена. На щите имеются тумблеры, имитирующие реальное положение высоковольтных выключателей, т. е. соответствующие сигналы телемеханики «Выключатель включен» или «Выключатель отключен». Внутри обозначений выключателей имеются светодиоды, которые отображают следующие виды информации:

- светодиод светится – выключатель включен;
- светодиод не светится – выключатель отключен.

Функции диспетчерского пульта выполняет персональный компьютер. Связь между щитом и диспетчерским пультом осуществляется с помощью цифрового контроллера посредством интерфейса RS-232. Контроллер реализован на основе микроконтроллера фирмы Atmel AT90S8535.

Для взаимодействия диспетчерского пульта с контроллером в среде C++Builder была написана программа SupervisoryConsole, внешний вид главного окна которой приведен на рис. 2. Эта программа предназначена специально для выполнения лабо-

раторной работы, но функционирует аналогично программам, которые используют для работы диспетчера энергосистемы. Программа SupervisoryConsole позволяет:

- осуществлять постоянный обмен данными с контроллером;
- отображать мнемосхему диспетчерского щита;
- вести расчет установившегося режима электрической сети вне зависимости от ее конфигурации (состояния выключателей);
- отображать модули и аргументы напряжений в узлах сети, а также значения активной и реактивной мощностей в узлах нагрузки;
- сигнализировать об отклонениях напряжения;
- изменять параметры силовых трансформаторов, ЛЭП и нагрузки;
- осуществлять оперативные переключения;
- моделировать случайные графики нагрузки в виртуальном времени.

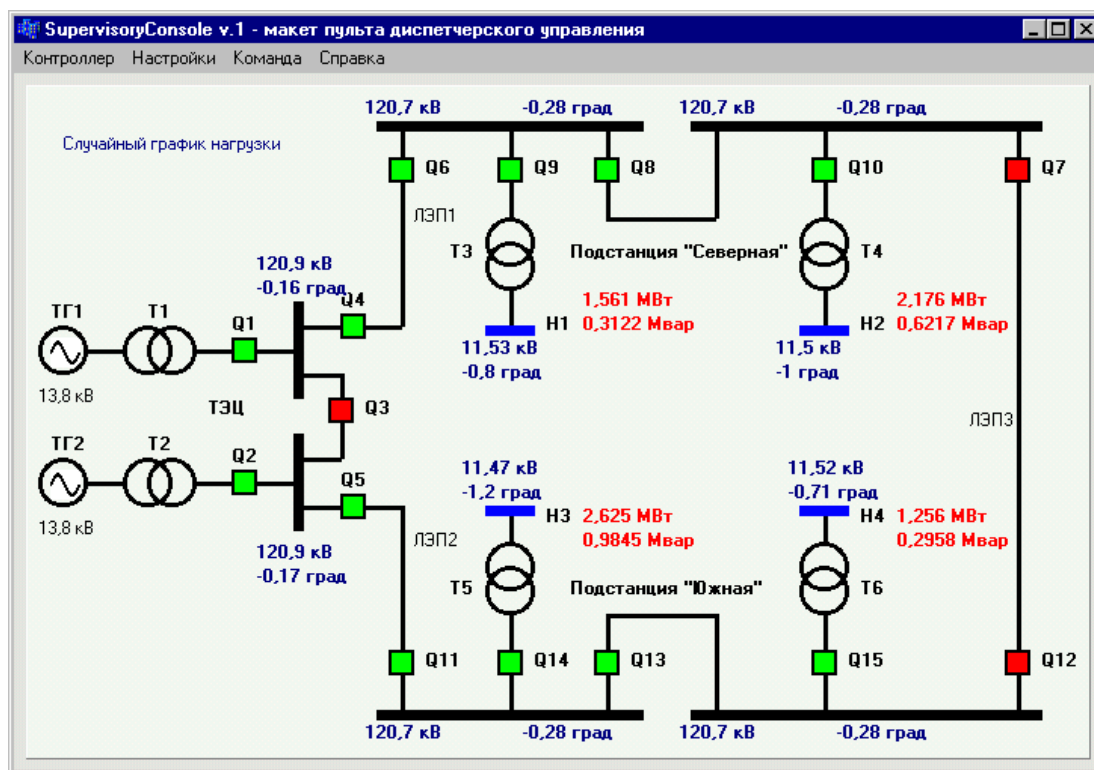


Рис. 2. Внешний вид главного окна программы SupervisoryConsole

При написании алгоритмов для программы разработчики столкнулись с задачей автоматического учета положений высоковольтных выключателей.

С позиций схемы замещения электрической сети идеальный выключатель имеет два значения проводимости: нулевое, когда он отключен, и бесконечное, когда он включен. Проблема заключается в том, как это делать автоматически непосредственно в программе для любой случайной конфигурации сети.

Разработчиками предлагается простая методика учета положений высоковольтных выключателей, состоящая в следующем. Было принято значение проводимости включенного выключателя $Y_{Q+} = 100 \text{ См}$, что соответствует сопротивлению 0,01 Ом, а значение проводимости отключенного выключателя $Y_{Q-} = 10^{-15} \text{ См}$, что соответствует сопротивлению 10^{15} Ом . Пользуясь методом узловых уравнений [3], составляет-

ся матрица узловых проводимостей Y всей сети со всеми имеющимися выключателями независимо от их положения и матрицу-столбец токов в узлах I для всех имеющихся источников питания. Тогда система уравнений запишется классически:

$$Y \cdot U = I, \quad (1)$$

где U – матрица-столбец искомых напряжений в узлах.

Однако в таком виде данная методика не работает, так как на сопротивлениях таких выключателей имеются падения напряжения. Если отключить все выключатели сети, напряжения в узлах не будут равны нулю, а распределятся согласно II закону Кирхгофа. Для устранения этого недостатка было найдено решение. Непосредственно после ближайших выключателей возле всех источников питания необходимо условно подключить достаточно малую шунтирующую проводимость $Y_{ш}$ (рис. 3), значение которой практически не скажется на режимах сети.

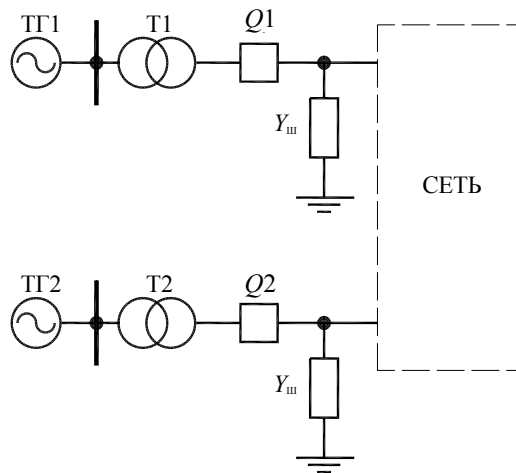


Рис. 3. Подключение условных шунтирующих проводимостей

Решение системы (1) осуществлялось методом обратной матрицы:

$$U = Y^{-1} \cdot I. \quad (2)$$

Система считалась линейной при фиксированных значениях напряжений генераторов. При этом MATLAB позволяет решать и нелинейные системы уравнений, но, исходя из назначения стенда, было принято решение не усложнять алгоритмы. Выяснилось, что относительные погрешности в расчетах напряжений в узлах сети не превышают 1 % по сравнению с аналогичными расчетами в стандартной программе Mustang.

При проведении лабораторной работы студентам предлагается произвести расчеты схемы электроснабжения с учетом положений РПН силовых трансформаторов. Расчеты проводятся в системе Mustang. Полученные данные сравниваются с программой SupervisoryConsole. По результатам расчетов студентами производится оперативное переключение, и заполняется стандартный бланк переключений.

Разработанный стенд имеет широкие функциональные возможности и может быть использован по другим дисциплинам, таким как «Устойчивость электрических систем», «Электроэнергетические системы и сети».

Литература

1. Калентионюк, Е. В. Оперативное управление в энергосистемах : учеб. пособие / Е. В. Калентионюк, В. Г. Прокопенко, В. Т. Федин. – Минск : Высш. шк., 2007. – 351 с.
2. Митюшкин, К. Г. Телеконтроль и телеуправление в энергосистемах / К. Г. Митюшкин. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.
3. Идельчик, В. И. Расчеты и оптимизация режимов электрических сетей и систем / В. И. Идельчик. – М. : Энергоатомиздат, 1988. – 288 с.