

Итог работы:

Т. к. в лаборатории в среднем в неделю проходит 10 занятий, по три бригады за занятие, занятия проходят только один семестр в год – 14 учебных недель. Будем считать, что все 12 установок используются равномерно

$$N = \frac{10 \cdot 3 \cdot 14}{12} = 35.$$

Все лабораторные установки при однократном выполнении потребляют около 2,1 кВт·ч. Значит, энергия, потребляемая стендами за учебный год

$$W_c = 2,1N = 73,5 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Так же в лаборатории находятся 40 ламп по 40 Вт каждая

$$W_{\text{л}} = 40 \cdot 40 \cdot 6 \cdot 14 = 134,5 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Определяем суммарное энергопотребление

$$W = W_c + W_{\text{л}} = 208,0 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Если перевести в денежный эквивалент, то получится, что работа лаборатории информационно-измерительной техники обходится университету примерно в 25 тыс. белорусских рублей.

УДК 621.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ВЕТРОУСТАНОВОК В СИСТЕМЕ ДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ SIMULINK-MATLAB

Дуль И.И., Мелюх А.Н.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент НОВАШ И.В.

В настоящее время повышается актуальность использования возобновляемых источников энергии. К таким источникам относятся ветроустановки. Любое внедрение новых проектируемых электроэнергетических установок требует предварительного исследования их режимов работы с энергосистемой. Такие исследования можно проводить с помощью компьютерных систем динамического моделирования (СДМ). MatLab на сегодняшний день самая мощная среда программирования со встроенной СДМ Simulink [1], которая имеет большую библиотеку демонстрационных примеров по различным направлениям науки и техники. В этой библиотеке есть раздел PowerSistem, ориентированный на решение электроэнергетических задач. Целью данной работы является изучение вопросов моделирования ветроустановок и знакомство с вариантами моделей библиотеки СДМ Simulink-MatLab.

Предлагается рассмотреть несколько вариантов моделей, реализующих различные режимы работы ветроустановок в энергосистеме.

На рисунке 1 представлена модель ветроустановки с заданными параметрами ветра, подключённой к энергосистеме и к распределительной сети нагрузок. В данной модели ветроустановка представлена в виде отдельного блока WindTurbine, для которого можно задать параметры его работы. В ветроустановке используется асинхронный генератор, с последующим преобразованием тока в постоянный, а затем опять в переменный, для поддержания постоянной частоты. Ветер задан в виде отдельного блока, в котором можно задать его скорость и изменение направления. Ветроустановка подключена через линии электропередач и трансформаторы к энергосистеме. К распределительной сети подключена постоянная и переменная нагрузка, представленная в виде двига-

тельной асинхронной нагрузки. В модели также реализованы защиты ветроустановок и асинхронного двигателя. В процессе вычислительного эксперимента можно исследовать режимы работы системы по расчетным графическим диаграммам. На графиках показываются напряжения на участках схемы, потоки активной и реактивной мощности, параметры работы асинхронного двигателя (ток, напряжение, скорость вращения) и ветроустановок (скорость ветра, скорость лопастей, угол атаки крыла пропеллера).

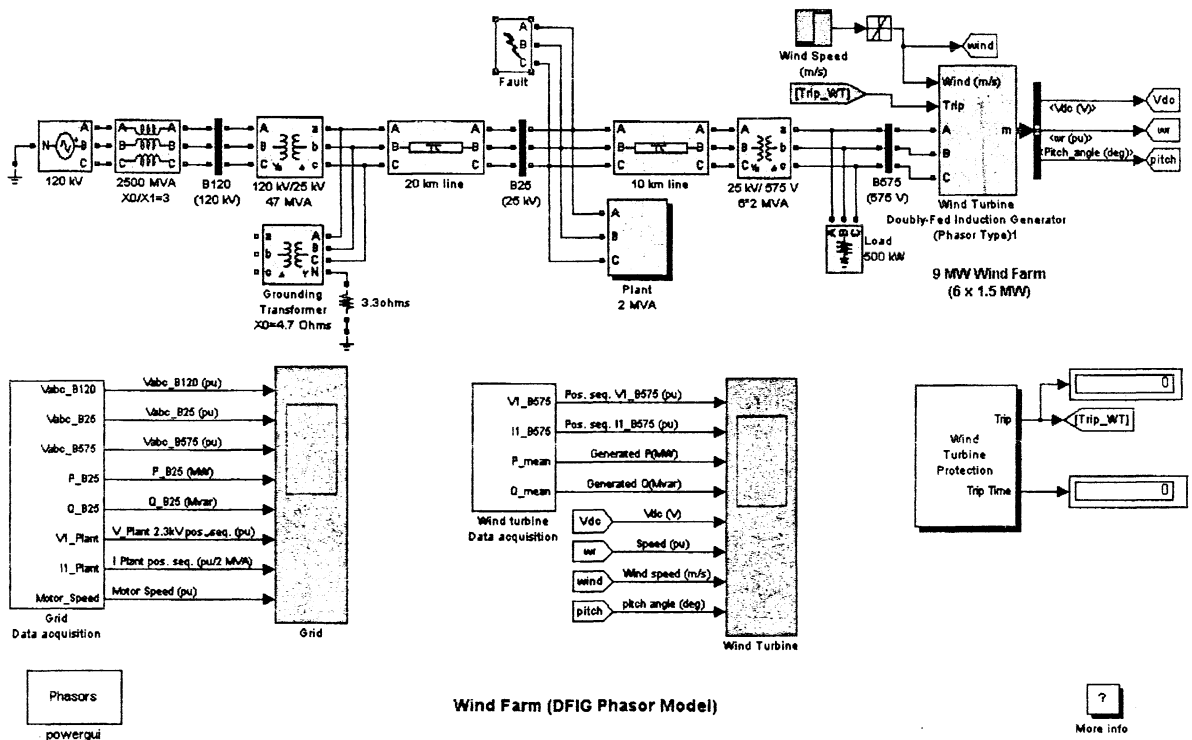


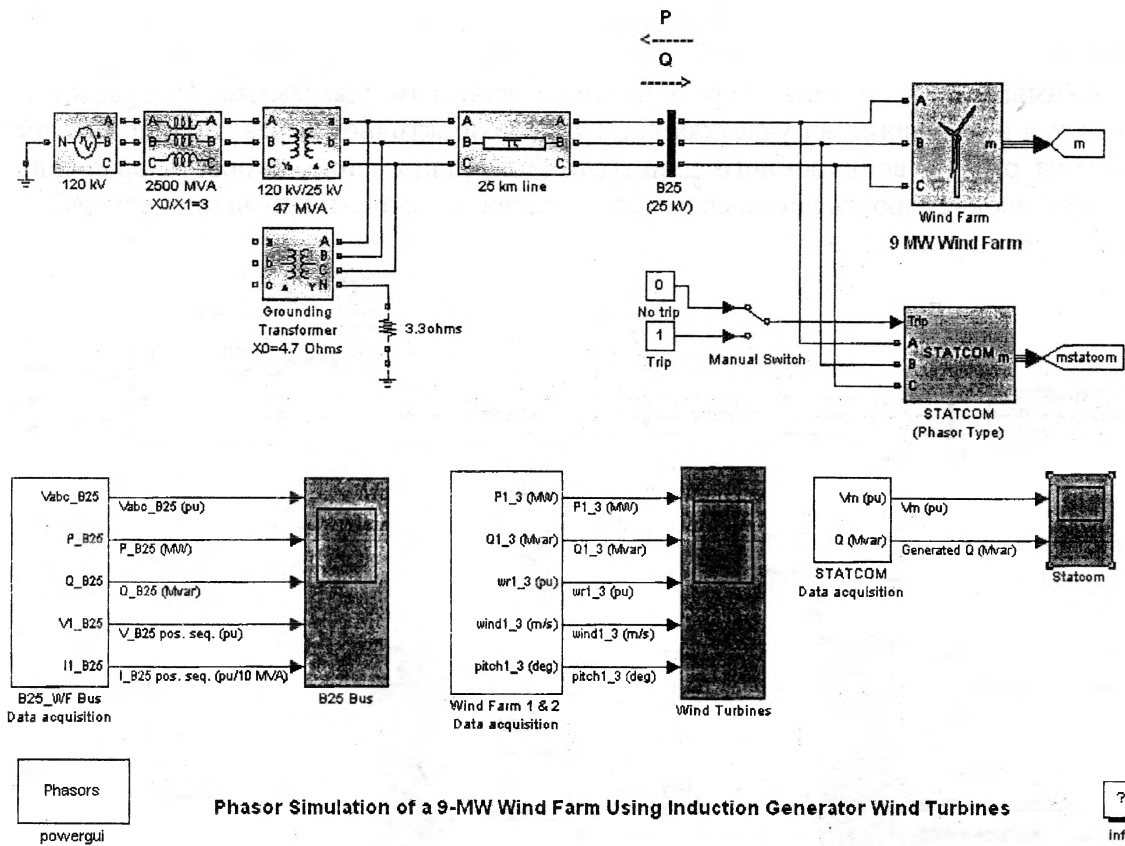
Рис. 1

С помощью данной модели можно моделировать рабочие режимы, задавая параметры элементов схемы, проводить выбор оптимальных параметров режимов работы системы. Также можно моделировать различные аварийные режимы.

На рисунке 2 представлена схема модели, в которой реализована работа системы ветроустановок. Энергосистема состоит из идеального трехфазным генератора, линии электропередачи, трансформаторов и синхронного статического компенсатора. Синхронный статический компенсатор можно включать (no trip) или выключать (trip) при помощи manual switch.

Система из трех сдвоенных по 1,5 МВт ветрогенераторов представлена на рисунке 3. Модель представляет ветроустановку, с контролируемым углом атаки крыльев (для контроля скорости вращения), закрепленных на одном валу с короткозамкнутым ротором асинхронного генератора. Обмотки статора подключены к распределительной системе. У каждой пары генераторов реализована система защиты, которая отключает ветроустановку при разного рода перенапряжениях, превышении допустимого значения тока и отклонения скорости вращения ротора. На рисунке 3 показано срабатывание системы защиты на отключение 2-й пары генераторов в момент времени 15,11 секунд.

Каждая пара генераторов также имеет независимые блоки задания функции изменения скорости ветра, контрольную шину (отслеживаются токи, напряжения, мощность, скорость вращения ротора, угол атаки крыльев), компенсирующий конденсатор, трансформатор, кабель. В схеме второй ветроустановки также включен блок короткого



Phasor Simulation of a 9-MW Wind Farm Using Induction Generator Wind Turbines

Рис. 2

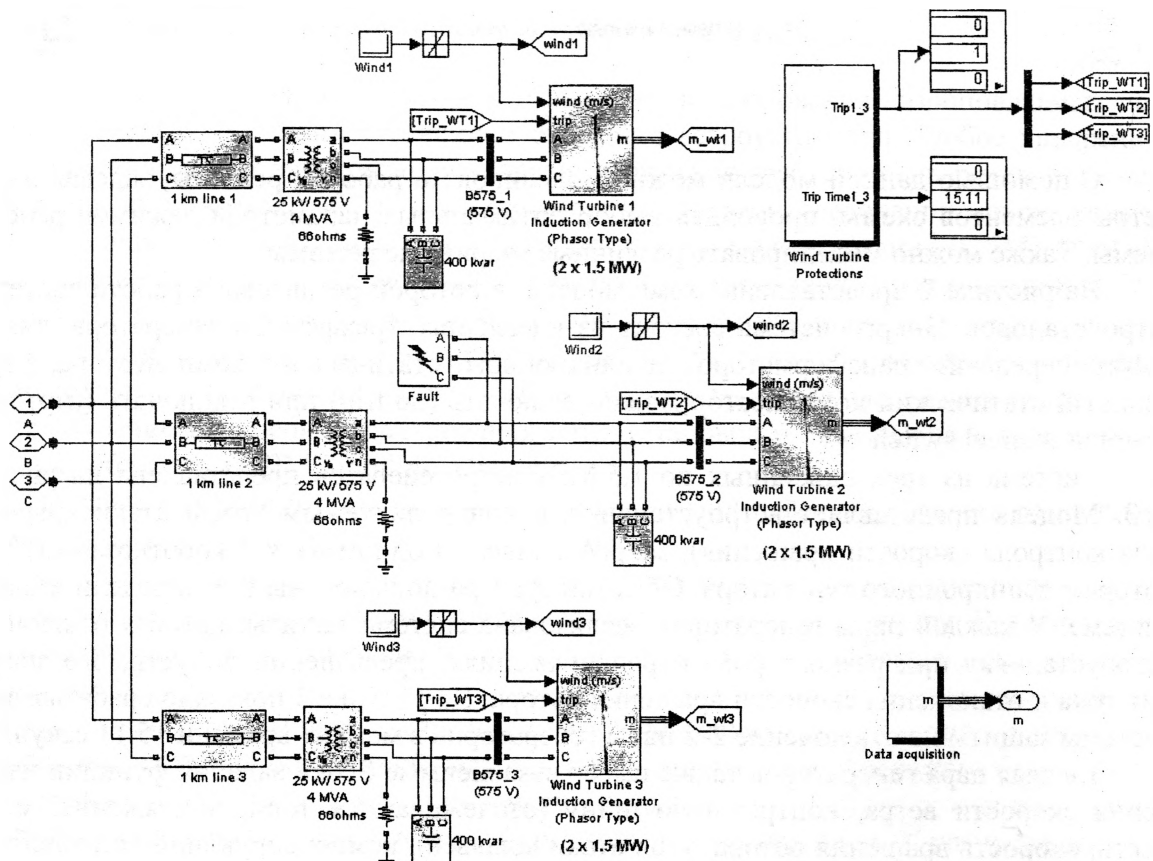


Рис. 3

замыкания (Fault), который позволяет моделировать, как междуфазные замыкания, так и замыкания типа «фаза-земля».

Примеры показывают, что с помощью СДМ Simulink-MatLab можно исследовать методом вычислительного эксперимента работу достаточно сложных электроэнергетических систем с различными типами источников энергии, а также поведение защит и автоматики при различных аварийных режимах.

Литература

1. Моделирование электротехнических устройств в MatLab, SimPowerSistem и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – 288 с.
2. MatLab version 7.5.0.342 (R2007b).
3. www.mathworks.com.

УДК 621.3

ЗВУКОВОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЕЙ

Ковальчук А.А.

Научный руководитель – ЖУКОВСКАЯ Т.Е.

Встречаются разные виды динамических головок, среди которых наиболее распространены электродинамические, электростатические, ленточные, выполненные по технологии NXT и т. д.

Электродинамические – их обобщенное устройство представлено на рисунке 1. Катушка обычно имеет один или несколько слоев обмотки, основное правило – длина провода должна быть значительна. В каркасе катушки делают специальные отверстия, чтобы избежать компрессии и перегрева. Производители не прекращают работу над уменьшением габаритных размеров динамической головки без потери ее функциональности. Снижение размеров также важно в связи с тем, что чем меньше занимаемое динамиком место, тем меньше направленность звуковых волн, но отметим, что чем больше диаметр диффузора, тем меньший ход ему нужен для воспроизведения низких частот.

Диффузор – служит для воспроизведения звука. Основным материалом для производства диффузоров являются целлюлоза.

Верхний подвес – с помощью него диффузор прикрепляется к раме – корпусу. Может формироваться вместе с диффузором в процессе его формовки, а может изготавливаться отдельно из другого материала – латекса, пенополиуретана:

- S-образный (двухторный – две полуволны). Более сложный технологически подвес (как правило, изготавливается из хлопчатобумажного волокна);
- синусоидальный подвес. Чаще всего встречается в комбинации «подвес + диффузор»;
- циклоидный подвес в виде затухающей волны;

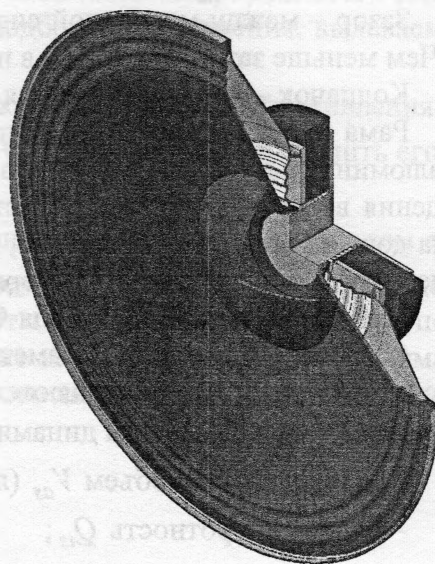


Рис. 1. Устройство электродинамического громкоговорителя