

УДК 621.313

Т.В. Кириллова (6 курс, каф. ЭнЭл), С.Е. Герасимов, к.т.н., доц. (ПЭИПК)

ОПТИМАЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ В АВТОНОМНЫХ СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Современные автономные дизель-генераторные электростанции имеют значительную мощность и иногда используются в режиме параллельной работы с сетью. Для ряда предприятий, при малой плотности графика нагрузки, экономически целесообразно часть пиковой нагрузки покрывать за счет резервного источника питания. В этом случае агрегат должен обеспечивать параллельную работу с мощной сетью в условиях случайных возмущений. Для обеспечения параллельной работы и распределения реактивной нагрузки между генератором и сетью к системе возбуждения добавляют устройство параллельной работы (УПР). При построении таких достаточно сложных систем автоматического управления стремятся использовать современную цифровую технику. В связи с этим возникает потребность создания системы регулирования, контролирующей не только управляющие воздействия, но и систему в целом.

Нейронные сети широко используются в системах управления различными объектами благодаря уникальным возможностям нелинейной аппроксимации и обучения. При решении поставленной задачи пришлось выбирать создавать ли модель генератора и сети на основе классических уравнений Парка-Горева или то же смоделировать с помощью нейронной сети – принципиально такая возможность существует, и реализация ее не должна вызывать затруднения, поскольку рассматривается только регулирование напряжения. В этом случае характерных признаков немного и представительный объем обучающих данных получить не очень сложно. Однако для конкретной реализации все же применялась традиционная модель синхронного генератора в q,d координатах, с учетом демпферных контуров в обеих осях:

$$U_q = ((1-g_2)F_r + (1-g_1)F_{rd}) / (1-g_1 \cdot g_2) x_{d2} \cdot i_d, \quad U_d = F_{rq} + x_{q2} \cdot i_q,$$

$$pF_{rq} = -i_{rq} / T_{rq}, \quad pF_{rd} = -i_{rd} / T_{rd}, \quad pi_r = (u_r - i_r) / T_r,$$

$$i_r = F_r + m_d \cdot x_d \cdot i_d - q_1 \cdot i_{rd}, \quad i_{rd} = F_{rd} - g_2 \cdot F_r + m_d(1 - g_1) x_d \cdot i_d, \quad i_{rq} = F_{rq} - m_q \cdot x_q \cdot i_q,$$

$$Mg = U_q \cdot i_q + U_d \cdot i_d.$$

Генератор работает на статическую нагрузку. В качестве регулятора напряжения принят электромагнитный корректор с компаундированием по току статора, наиболее часто применяемый в автономных дизель-генераторных электростанциях:

$$U_q = r_n \cdot i_q + x_n \cdot i_d, \quad U_d = r_n \cdot i_d - x_n \cdot i_q,$$

$$U_r = k_u \cdot U_q + k_i \cdot x_d \cdot i_d - i_k,$$

$$pi_k = 1 / T_k (k_k (U_g - U_n) + 3pF_r - i_k).$$

Рассматривались переходные процессы: набросы мощности, включение и отключение нагрузки. Анализ результатов исследуемых процессов подтвердил правильность выбранной модели и программы.

Регулятор построен на основе двухслойной нейронной сети. Программирование выполнено в системе MATLAB. Использовалась 6-я версия пакета, содержащая библиотеку Neural Network Toolbox. В качестве основы использовался регулятор NARMA – L2. Реакция созданной модели на ступенчатые воздействия со случайной амплитудой вполне удовлетворительна. Переходный процесс имеет колебательный характер с достаточно быстрым затуханием.

Выводы. На основе нейронной сети удалось создать работоспособный регулятор напряжения. Необходимо дальнейшее проведение исследований по совершенствованию характеристик регулятора.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Нейронные сети. MATLAB 6/ под. ред. В.Г.Потемкина. – М.: Диалог-Мифи, 2002. -496 с.
2. Л.Н.Токарев. Математическое описание, расчет и моделирование физических процессов в судовых электростанциях. – Л.: Судостроение, 1980. – 75 с.