

УДК: 621.314

ПРОБЛЕМЫ ТРАДИЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ И СИСТЕМ

А.Тешебаев – к.т.н., проф. ОшТУ

З.Чынгызбек – к.- преп ОшТУ ГТК

Х. Ясер – магистр ОшТУ

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10645930>

Аннотация: В данной работе рассмотрены новые пути совершенствования процессов управления ЭО в составе ЭСиС, а также использование линейных регуляторов, работа критических режимах, разделение каналов управления ЭО, уменьшение параметрических неопределенности, благодаря развитию вычислительной, микропроцессорной и информационно-измерительной техники.

Ключевые слова: линейные регуляторы, динамическая устойчивость, системы управления, активная мощность, синхронные генераторы, электрические станции, линеаризованные системы, АРЧ, нелинейные модели ЭО, АРВ, регулятор, регулирования напряжения, критические режимы, трансформатор, ЛЭП, короткие замыкания, лавины частоты и напряжения, пиковые и аварийные ситуации, электромеханические резонансы, математическая модель, вычислительной техники, информационно-измерительной техники, конфигурации сети.

PROBLEMS WITH TRADITIONAL ALGORITHMS MANAGEMENT OF ELECTRICAL NETWORKS AND SYSTEMS

Abstract: This paper examines new ways to improve EF control processes as part of ENaS, as well as the use of linear regulators, operation of critical modes, separation of EF control channels, reduction of parametric uncertainties, thanks to the development of computing, microprocessor and information-measuring technology.

Key words: linear regulators, dynamic stability, control systems, active power, synchronous generators, power plants, linearized systems, AFC, nonlinear EO models, AVR, regulator, voltage regulation, critical modes, transformer, power lines, short circuits, frequency and voltage avalanches, peak and emergency situations, electromechanical resonances, mathematical model, computer technology, information and measuring technology, network configuration.

ВВЕДЕНИЕ

Повышение требований к качеству работы ЭО, а именно: их устойчивости, надежности, расширения их функциональных возможностей, да и сама логика научно-технического прогресса, обуславливают актуальность и необходимость поиска принципиально новых путей совершенствования процессов управления ЭО и их группами в составе ЭСиС[1]. Традиционные алгоритмы управления ЭСиС сложились более полувека назад и используются поныне, хотя они явно устарели.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В свое время они показали свою эффективность, но их применение во все более развивающихся и расширяющихся структурах ЭСиС страны порождает свои проблемы и требует их незамедлительного решения.

1. Линейные регуляторы сужают область динамической устойчивости ЭСис.

В настоящее время системы управления частотой вращения и активной мощностью синхронных генераторов (СГ) электрических станций, как правило, проектируются в виде *отдельных линейных* подсистем (рис.1.1).

Линеаризованные системы адекватны только в небольшой области отклонения от установившегося состояния[4].

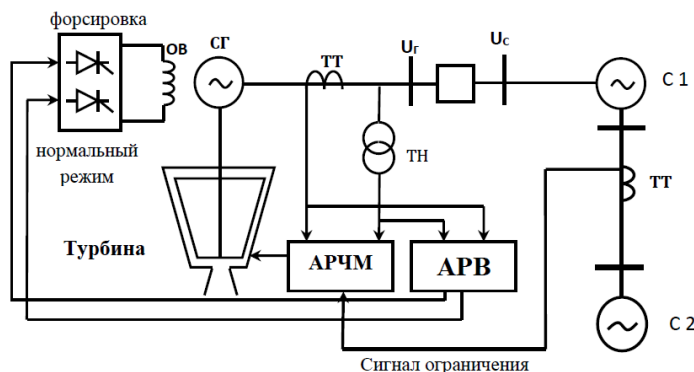


Рис.1.1. Традиционная схема регулирования частоты (АРЧ) и активной мощности в ЭСис (АРЧМ)

В пиковых и критических ситуациях, когда СГ работают в режимах больших отклонений, значительно проявляются их нелинейные свойства[2]. Это означает, что для эффективного управления, обеспечивающего, по крайней мере, сохранение асимптотической (динамической) устойчивости ЭСис, необходимо рассматривать нелинейные модели ЭО и проводить синтез и проектирование систем управления методами, которые в наиболее полной мере позволяют учесть явления *взаимосвязанности и нелинейности* процессов в ЭО.

Основной недостаток традиционных автоматических регуляторов возбуждения (АРВ) СГ (рис.1.2) заключается в том, что параметры этих регуляторов фиксированы и рассчитаны для определенного локального режима. Это обстоятельство приводит к тому, что не учитывается многорежимность функционирования СГ. Таким образом, параметры регулятора, рассчитанные для одного режима, не обеспечат качественное регулирование в другом режиме, а могут даже существенно ухудшить статические и динамические свойства ЭСис. Преодолеть указанный недостаток, связанный с фиксированностью параметров линейных АРВ для локальных режимов, в настоящее время пытаются, используя преимущественно методы нечеткой логики.

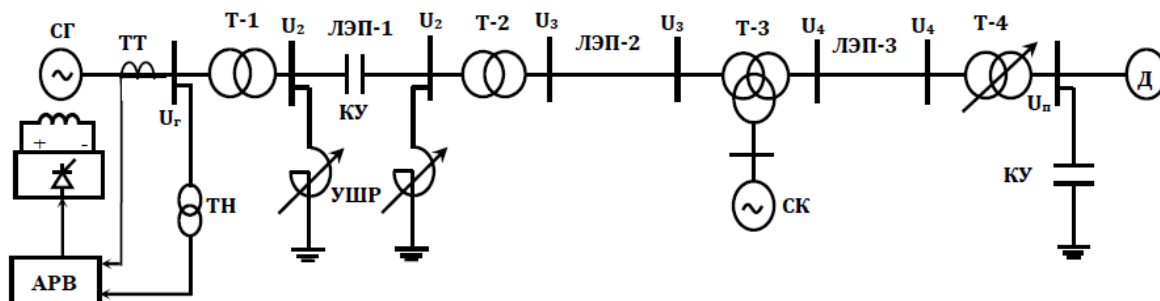


Рис.1.2 Традиционная схема регулирования напряжения СГ (АРВ) и поддержание напряжения на должном уровне в контрольных пунктах ЭСис.

Причем, в большинстве случаев настройки регуляторов выбираются на основании опытных знаний экспертов, общих представлений о физике протекания процессов или методом проб и ошибок. Подобный подход никак *не гарантирует* нахождения

оптимальных настроек регулятора, в сильной степени зависит от человеческого фактора и к тому же требует больших временных затрат[2].

2. Работа в критических режимах. Большими возмущениями режимов в ЭСис называются отключения мощных нагрузок или трансформаторов, ЛЭП и т.д. К еще более резким изменениям режима работы ЭСис приводят короткие замыкания (КЗ), которые, в зависимости от места возникновения и вида, могут вызывать критические изменения передаваемой мощности, резкие сбросы мощности и выпадение СГ из синхронизма. Статистика аварий, происходящих в ЭСис, показывает, что большинство аварий на высоковольтных ЛЭП – это однофазные КЗ (75-90%). Более редкими являются трехфазные КЗ, составляющие 5-10% от общего числа КЗ[3]. Этот вид КЗ является чрезвычайно тяжелым, поскольку оно полностью прерывает передачу мощности в ЭСис. Устранить потерю динамической устойчивости, вызванную воздействием трехфазного КЗ на ЭСис, возможно только путем быстрого отключения соответствующего аварийного участка. В то же время при однофазном КЗ можно сохранить устойчивость ЭСис, работающей в критических режимах, лишь при использовании *нелинейного взаимосвязанного* управления турбо- и гидрогенераторами энергоблоков, что позволяет сократить расходы на дорогие мероприятия по усилению ЭСис.

Особое место среди критических (экстремальных) режимов работы ЭСис занимают лавины частоты и напряжения, вызванные снижением генерируемой мощности при снижении частоты[1]. Традиционными методами предотвращения этих явлений являются:

- использование имеющегося в ЭСис резерва мощности;
- отключение части нагрузки (автоматическая частотная разгрузка или сбрасывание нагрузки).

3. Разделение каналов управления энергообъектами. Взаимодействие каналов управления СГ и турбиной особенно усиливается в пиковых и аварийных ситуациях ЭСис, когда эти ЭО работают в критических режимах[4]. В практике сложилось так, что при традиционных алгоритмах управления подсистемы СГ и турбины являются развязанными, т.е. локальными. Однако исследование управляемости СГ по их нелинейным моделям, проведенное на основе условий общности положения принципа максимума, показало, что использование двухканального взаимосвязанного управления СГ позволяет существенно повысить динамические свойства ЭСис и расширить область динамической устойчивости.

4. Возникновение системных аварий. В ЭСис возможны возмущения, которые приводят к возникновению явления электромеханического резонанса[2]. Это, в свою очередь, может привести к нарушению устойчивости ЭСис, асинхронному ходу и, вообще, к развитию системной аварии.

Таким образом, указанное явление приводит к необходимости постановки и решения новой сложной проблемы построения регуляторов для СГ, обеспечивающих подавление наихудших возмущений, действующих со стороны ЭСис, с целью обеспечения максимально возможной области асимптотической (динамической) устойчивости ЭСис.

5. Параметрическая неопределенность. Любая сложная ЭСис характеризуется наличием ряда неопределенностей:

- неточное описание математической модели;
- неконтролируемое изменение статических и динамических свойств;
- воздействие на систему внешних возмущений и др.

Наличие различного рода параметрических неопределенностей обусловило развитие адаптивных систем управления с целью уменьшения неопределенностей реального процесса.

Таким образом, в современной ситуации, обусловленной высокой степенью развития вычислительной, микропроцессорной и информационно-измерительной техники, для решения перечисленных выше проблем следует переходить на принципиально новые синергетические алгоритмы управления ЭСис, которые учитывают следующие особенности ЭО:

- структурную сложность, проявляющуюся в многомерности, многосвязности и параметрической неопределенности;
- многорежимность функционирования, связанную с существенным изменением нагрузок и изменением конфигурации сети;
- сильное проявление в переходных и критических режимах нелинейных свойств объектов ЭСис, что приводит к существенным погрешностям расчетов и даже к качественным искажениям результатов.

ВЫВОДЫ

В статье, с целью повышения требований к качеству работы ЭО рассмотрены новые пути совершенствования процессов управления ЭО в составе ЭСис, такие как например: использование линейных регуляторов, работа критических режимах, разделение каналов управления ЭО, уменьшение параметрических неопределенности, благодаря развитию вычислительной, микропроцессорной и информационно-измерительной техники.

Литература

1. **Апраткин, В. Н.** Мероприятия по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях энергоснабжающих организаций // Апраткин, В. Н. Воротницкий В. Э., Энергосбережение. 2000. № 3. С. 53–55.
2. **Воротницкий, В. Э.** Методы и средства выявления несанкционированного потребления электрической энергии при наличии приборов учета // Воротницкий В. Э., Комкова Е. В., Туркина О. В. и др.. М. : ИУЭ ГУУ, ВИПКэнерго, ИПКгосслужбы, 2005. 64 с.
3. **Шарова, Ю.В.** Управление качеством электроэнергии / под ред. Ю.В. Шарова. – М.:Издательский дом МЭИ, 2006. – 320 с.
4. **Савина, Н.В.** Управление качеством электроэнергии: новые подходы и возможности [Электронный ресурс]: метод. указания для самост. работы по образоват. программе доп. проф. образования "Интеллект. энергоэнерг. системы на базе SmartGrid" /АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2014. – 28 с.