

Секция 1

Цифровизация в электроэнергетике и интеллектуальные энергосистемы

ВИРТУАЛЬНАЯ ИНЕРЦИЯ В СОВРЕМЕННЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМАХ

К.А. Гареева

Томский политехнический университет, ИШЭ, ОЭЭ, группа 5A13

В условиях постоянного развития технологий и повышения требований к эффективности и устойчивости энергосистем, понятие виртуальной инерции приобретает всё большее значение. Виртуальная инерция представляет собой способность энергосистемы сохранять стабильность и обеспечивать надёжное электроснабжение при различных возмущениях и изменениях в режиме работы. В данном докладе мы рассмотрим основные аспекты виртуальной инерции в современных энергосистемах, её роль в обеспечении устойчивости и перспективы применения.

Виртуальная инерция – это способность энергосистемы поддерживать стабильность и обеспечивать надёжное электроснабжение за счёт использования различных механизмов и технологий. Она основана на принципах управления режимом работы энергосистемы, включая регулирование частоты и мощности, использование накопителей энергии и других средств.

Виртуальная инерция играет важную роль в обеспечении устойчивости энергосистемы. Она позволяет поддерживать стабильность частоты и напряжения, предотвращать развитие аварийных режимов и обеспечивать надёжное электроснабжение. В условиях возрастающих требований к устойчивости и надёжности энергосистем, виртуальная инерция становится ключевым фактором обеспечения их эффективной работы. Основная концепция виртуальных синхронных генераторов заключается в их способности адаптироваться к изменениям частоты. В отличие от традиционных регуляторов, которые обеспечивают лишь статическое управление частотой, подход ВСГ позволяет реализовать динамическое управление. Это управление основывается на производной от измеренной частоты. Несмотря на сложность данной топологии, связанной с использованием производной по частоте, она успешно применяется европейской исследовательской группой VSYNC, которая продемонстрировала эффективность эмуляции инерции с помощью VSG в ходе моделирования в реальном времени и ряда экспериментов [2].

Основными механизмами виртуальной инерции являются:

- Регулирование частоты и мощности. Это включает в себя использование регуляторов частоты и мощности, а также других средств управления режимом работы энергосистемы.
- Использование накопителей энергии. Накопители энергии, такие как батареи, суперконденсаторы и другие, могут использоваться для поддержания стабильности энергосистемы [1].
- Управление режимом работы генераторов. Это включает в себя изменение мощности генераторов и их скорости вращения для поддержания стабильности энергосистемы.

Виртуальная инерция находит применение в различных областях энергосистем, включая:

- Обеспечение устойчивости. Виртуальная инерция позволяет поддерживать стабильность энергосистемы при различных возмущениях и изменениях в режиме работы.
- Повышение эффективности. Использование виртуальной инерции позволяет повысить эффективность работы энергосистемы за счёт более точного управления режимом работы генераторов и других элементов.
- Снижение затрат. Применение виртуальной инерции может снизить затраты на строительство и эксплуатацию энергосистемы за счёт более эффективного использования существующих ресурсов.

Перспективы развития виртуальной инерции связаны с дальнейшим повышением требований к устойчивости и надёжности энергосистем. В условиях возрастающих нагрузок и изменений в режиме работы, виртуальная инерция станет ещё более важным фактором обеспечения эффективной работы энергосистем.

Проблемы и вызовы внедрения

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение виртуальной инерции сталкивается с рядом проблем:

1. Технические ограничения

Не все инверторы способны обеспечить необходимую скорость реакции и точность управления. Требуются дополнительные исследования и разработки для создания эффективных алгоритмов управления.

2. Нормативные и стандартные барьеры

Отсутствие единых стандартов для оценки и сертификации систем виртуальной инерции может затруднить их широкое внедрение. Разработка международных стандартов станет важным шагом для упрощения интеграции этих технологий.

3. Экономические аспекты

Разработка и внедрение технологий виртуальной инерции требуют значительных инвестиций. Необходима поддержка со стороны правительств и частного сектора для финансирования таких проектов.

Примеры применения виртуальной инерции

1. Германия

Германия активно использует технологии виртуальной инерции в своих энергосистемах, что позволяет интегрировать значительные объёмы ветровой и солнечной энергии. Инверторы с функцией виртуальной инерции помогают поддерживать стабильность сети даже при высоких долях ВИЭ.

2. Австралия

В Австралии виртуальная инерция применяется в проектах по установке больших солнечных ферм и ветряных электростанций. Эти системы обеспечивают необходимую поддержку частоты и напряжения, способствуя надёжному электроснабжению.

Виртуальная инерция представляет собой важный аспект современных энергосистем. Она позволяет поддерживать стабильность и обеспечивать надёжное электроснабжение за счёт использования различных механизмов и технологий. Применение виртуальной инерции в энергосистемах позволяет повысить их устойчивость, эффективность и снизить затраты. В условиях возрастающих требований к устойчивости и надёжности энергосистем, виртуальная инерция становится ключевым фактором обеспечения их эффективной работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tamrakar U. Et al. Current Trends and Future Directions // Applied sciences. – 2017. – № 4. – Р. 1–29.
2. Саттаров Р.Р., Гарафутдинов Р.Р. Технология виртуального синхронного генератора для повышения устойчивости энергосистем. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2021. – С. 373–378.