

Схема релейной защиты по разности фазных углов

ENRIQUE MARTÍNEZ MARTÍNEZ
Comisión Federal de Electricidad CFE
México
E-mail: Enrique.martinez03@cfe.gob.mx

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Векторный регистратор, Система мониторинга переходных режимов (СМПП), Схемы релейной защиты энергосистемы, Регистратор для векторных измерений и управления (PMCU), Контроллеры с программируемой логикой, Схемы автоматического ограничения генерируемой мощности (AGSS), Схемы территориально-распределенной защиты, Виртуальная локальная сеть.

1. ВВЕДЕНИЕ

Векторные регистраторы, синхронизируемые от глобальной системы позиционирования GPS, дают отличную возможность осуществления мониторинга векторных измерений и обеспечения управляющих воздействий в реальном времени. В 2001 году в CFE был разработан прототип адаптивной схемы релейной защиты, основанной на разнице углов между напряжениями на шинах двух подсистем, который использует управляющие воздействия от контроллеров с программируемой логикой [1]. В настоящее время CFE занимается анализом тестовых данных о поведении прототипа схемы ограничения генерируемой мощности, которая определяет пропускную способность между двумя гидроэлектростанциями. Схема имеет логику принятия решений, в которой используются измеренные значения активной мощности, напряжения, частоты, положения выключателя и разницы углов между двумя станциями [2, 3]. И адаптивная релейная защита, и схема ограничения нагрузки генераторов полностью независимы от системы мониторинга переходных процессов (СМПП) и используются для обеспечения устойчивости в системе. И тем не менее, векторная информация постоянно пересылается в СМПП, обеспечивая наблюдаемость изолированных областей в случае выделения части системы на изолированную работу. CFE используют ограничение генерируемой мощности как последнее средство для поддержания баланса генерируемой и потребляемой мощности, при этом напряжения и частота в системе сохраняются в допустимых рабочих пределах. Ограничение генерируемой мощности также помогает сохранить предельную передаваемую мощность на наиболее нагруженных участках электропередачи без тепловых перегрузок линий электропередачи и трансформаторов.

В условиях нестабильности угла электропередачи при использовании схем ограничения генерируемой мощности или нагрузки регистраторы для векторных измерений и управления (PMCU) должны осуществлять управляющие действия в независимости от сигнала GPS, точно также, как это выполнено в схемах дифференциальной защиты. Эта новая схема защиты, названная «Схема защиты по разности фазных углов» (ADPS), должна действовать как дискретная схема управления, и в то же время передавать измерения с частотой дискретизации, соответствующей протоколу стандарта IEEE C37.118 [6]. В этой статье мы будем анализировать применение PMCU в работе схем корректирующего действия, названных «Схемы автоматического ограничения генерируемой мощности» (AGSSs). Однако, такой же принцип может быть использован для динамического управления выключателем или осуществления действий по ограничению нагрузки при отключении линии в сети параллельных линий электропередачи между областями, энергосистемами, странами или компаниями, производителями электроэнергии. К тому же недавно в CFE мы успешно использовали этот принцип при проведении первичного тестирования объединения энергосистем Мексики и Гватемалы с использованием векторных регистраторов.

2. СМПП В МЕКСИКЕ

Система мониторинга переходных режимов в СФЕ используется для визуализации и принятия решений в реальном времени. Основной целью ее работы является гарантия надежности и безопасности функционирования Национальной Энергосистемы. Разработанная СФЕ архитектура СМПП позволяет включать концентраторы в каждой области электропередачи, и в результате возникают региональные СМПП [9, 10]. Особенности оборудования и место установки зависят от информационных потребностей каждого пользователя и уровня применения. Векторные регистраторы и концентраторы применяются на следующих уровнях:

- Объединенная Национальная Энергосистема;
- Региональные офисы управления передачей электроэнергии;
- Региональные центры управления;
- Линии передачи между областями управления, а также специальные виды применения векторных регистраторов.

Для реализации схем управления с использованием векторных регистраторов, в настоящее время на рынке существуют два пути:

- а) Интегрирование функций векторных регистраторов в МП терминалы релейной защиты;
- б) Интегрирование функций релейной защиты и автоматики в векторные регистраторы.

В настоящее время в промышленности используются контроллеры с программируемой логикой для осуществления управляющих воздействий по выделенным каналам связи, таким образом, принимаемые решения основаны на предварительно запрограммированной логике. Такой принцип организации управляющих воздействий позволяет автоматически ограничивать генерируемую мощность и мощность нагрузки или коммутировать линии электропередачи. Однако при использовании этого метода, когда в энергосистеме отключен прямой канал связи, системный оператор теряет возможность осуществлять управление и наблюдения в изолированной области, что приводит к усложнению и замедлению процесса анализа событий и ресинхронизации. Недавно некоторые производители релейной защиты реализовали функциональные возможности векторных регистраторов в схемах дистанционной и максимальной токовой защиты. Эти прототипы терминалов или Регистраторы для векторных измерений и управления (PMCU) выполняют распределение логических переменных в устройстве.

Как показано в различных работах [4], территориально-распределенные системы измерений, защиты и управления (WAMPAC) необходимы для измерения и оценки полученных измерений для выработки управляющих команд. Этот процесс требует высокой надежности и скорости канала связи для своевременного осуществления управляющих воздействий или выявления ложных действий. Таким образом, в эти системы должны быть интегрированы принципы измерений, защиты и управления. В СМПП СФЕ используются векторные регистраторы различных моделей и производителей. Обычно векторные регистраторы на контроллерах с программируемой логикой (PLCs) выполняют функции управления, которые требуются в схемах территориально-распределенной защиты. Однако последние поколения устройств релейной защиты имеют возможность синхронизации измерений, и функции управления. Следовательно, в дополнение к функциям защиты эти терминалы могут выполнять задачи векторных регистраторов. Мы называем такие устройства релейной защиты регистраторами для векторных измерений и управления (PMCU). В СФЕ такие устройства используются для осуществления управляющих воздействий, основанных на измерении разности фазных углов напряжений в различных точках энергосистемы. Успех применения PMCU при решении указанных задач зависит от возможностей терминалов и сетей связи [1, 7].

2.1. Автоматическое ограничение генерируемой мощности на основе синхронизированных векторных измерений

Передаваемая активная мощность P между шинами двух энергосистем, соединенных между собой линией электропередачи с индуктивным сопротивлением X_L , определяется разностью фазных углов δ , амплитудами напряжения на шинах E_A и E_B , и индуктивным сопротивлением X_L (см. рис. 1). Заметим, что фазный угол напряжения на шине B (начало отсчета) равен 0. Передаваемая активная мощность определяется в соответствии с соотношением 1.

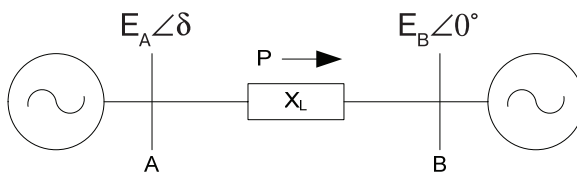


Рис. 1: δ , E_A , E_B и X_L определяют активную мощность P , передаваемую между шинами A и B

$$P = \frac{E_A \times E_B}{X_L} \times \sin \delta \quad (1)$$

В установившемся режиме значения амплитуд напряжений на шинах систем A и B примерно равны. Таким образом, предельно возможная передаваемая активная мощность в основном определяется разностью фазных углов δ и индуктивным сопротивлением линии связи X_L . Значение X_L зависит от количества линий и трансформаторов между шинами A и B . При отключении линий электропередач между шинами A и B сопротивление X_L увеличивается, и угол δ также увеличивается для поддержания такого же количества передаваемой между двумя шинами активной мощности. На рис. 2 приведен график зависимости передаваемой активной мощности от угла δ для нормального режима и после отключения части линий между шинами вследствие повреждений в системе. Заметим, что увеличение полного сопротивления между шинами систем снижает предельно возможную передаваемую активную мощность [2, 3, 5].



Рис. 2: Предельно возможная передаваемая активная мощность в основном определяется разностью фазных углов δ и индуктивным сопротивлением линии связи X_L при номинальных значениях E_A , E_B

При работе в системах электропередачи с несколькими линиями и промежуточными подстанциями существующие AGSS отслеживают топологию сети и предельно допустимую передаваемую мощность, используя детекторы отключенного состояния линии для ввода самих себя в работу, выбора отключаемых генераторов или активизации команд управления. Работа детекторов отключенного состояния линии основана на сигналах от блок-контактов выключателя (52А или 52В), с органов минимального тока и/или минимальной активной мощности. Обычно схемы AGSS используют информацию с обоих концов каждой линии для выявления отключенного состояния линии электропередачи. При наличии информации о разности фазных углов напряжений на двух шинах может быть немедленно задействована система аварийного питания.

Информация о разности фазных углов может быть использована для следующих задач:

- Ввод в работу AGSS
- Отключение источников питания
- Наблюдение за работой существующих AGSS для увеличения надежности.

По этим причинам мы предлагаем схему AGSS, использующую разность фазных углов между напряжениями прямой последовательности на двух шинах, расположенных в разных точках энергосистемы.

2.2. Описание энергосистемы

Из-за того, что наибольшая нагрузка в национальной энергосистеме Мексики расположена в центре страны, а 4820 МВт мощности генерируется гидроэлектростанциями, расположенными в юго-восточной части страны, на юго-востоке Мексики используются различные схемы защиты энергосистемы. Расстояние между наиболее нагруженной областью и областью наибольшего скопления источников энергии составляет 2000 км. На рис. 3 представлен комплекс гидроэлектростанций на реке Грихальва (Grijalva). Одна из систем защиты, работающая на ГЭС Ангостура (Angostura), выявляет отключение линии связи 400 кВ между ГЭС Чикоасен (Chicoasen) и Ангостура. В нормальном режиме ГЭС Ангостура может вырабатывать до $180 \times 5 = 900$ МВт, в то время как общая нагрузка штата Чьяпас с экономическим центром Тапачула (Tapachula) не превышает 100 МВт. Избыточная мощность в этой области передается в Чьяпас и дальше для разгрузки системы. Если две параллельные линии между Ангостура и Чикоасен отключаются, обе области остаются связанными между собой только сетью 115 кВ. При этом возникают два характерных явления:

- Полное сопротивление линий между ГЭС Ангостура и Чикоасен увеличивается, что вызывает увеличение скорости вращения генераторов на ГЭС Ангостура. Такое увеличение скорости вращения может привести к нестабильности угла электропередачи.
- Сеть 115 кВ находится в перегруженном состоянии до тех пор, пока не сработает защита от перегрузки линии или трансформатора. Когда это произойдет, области городов Ангостура и Тапачула будут изолированы от остальной энергосистемы.

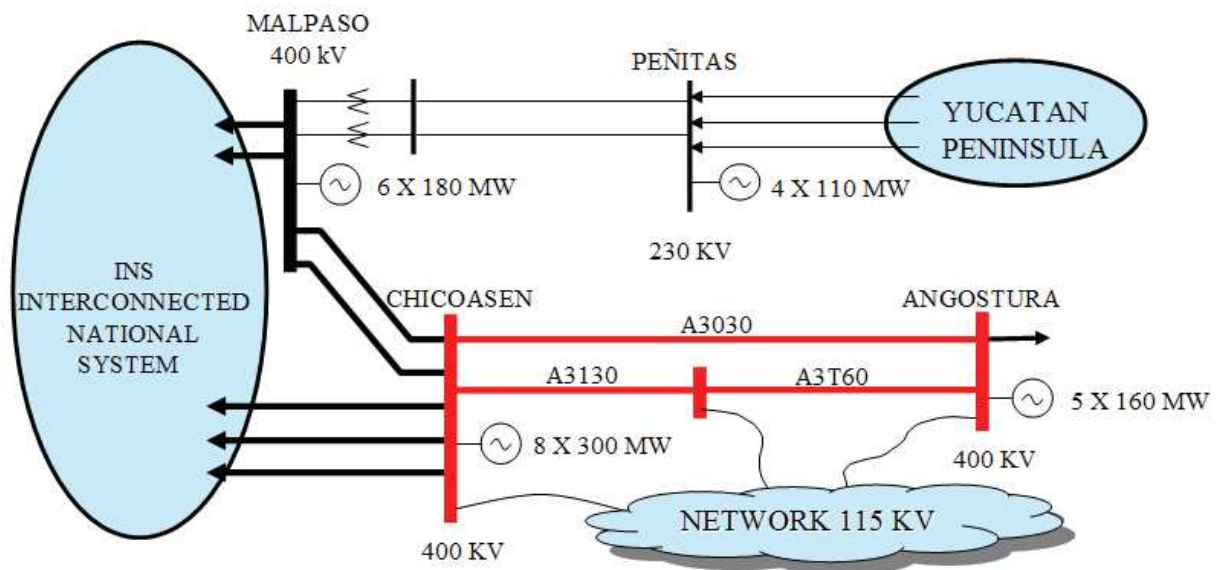


Рис. 3: Комплекс гидроэлектростанций на реке Грихальва, линия электропередачи Чикоасен-Ангостура с параллельной сетью 115 кВ

В некоторых нормальных и аварийных режимах работы отключение обеих линий электропередачи может привести к длительному перерыву энергоснабжения в городе Тапачула и на юге штата Чьяпас. Ниже приведены результаты моделирования, показывающие разность фазных углов напряжений между ГЭС Ангостура и Чикоасен при внезапном отключении одной или двух линий в режиме генерации максимальной мощности отдаваемой в сеть, если релейная защита и схемы автоматического ограничения генерируемой мощности не сработают.

В таблице 1 приведены результаты моделирования в программе PSS/E™ для установившегося и переходного режима при отключении одной или двух линий. На основании полученных результатов можно заключить, что при отключении двух линий разность фазных углов превышает 10 эл. градусов, а при отключении одной линии такого не наблюдается. Этот порог может быть использован в схеме AGSS как уставка для отключения части генераторов на ГЭС Ангостура.

Случай	Разность фазных углов до отключения, δ	Отключение линий	δ после отключения линий	Комментарии
1	3.38°	Отключение одной линии Chicaoasen-Angostura	6.1°	Максимальный угол δ в течение колебаний составляет 8.7°
2	3.38°	Отключение одной линии Angostura-Sabino	5.25°	Максимальный угол δ в течение колебаний составляет 6.56°
3	3.38°	Отключение одной линии Chicaoasen-Sabino	4.11°	Максимальный угол δ в течение колебаний составляет 4.56°
4	3.38°	Chicaoasen-Angostura и Sabino-Angostura	14.69°	AGSS не работает, энергосистема теряет устойчивость
5	3.38°	Chicaoasen-Angostura и Sabino-Angostura	14.69°	AGSS посылает сигнал на отключение генераторов через 100 мс, δ в момент отключения 27.28°
6	3.38°	Chicaoasen-Angostura и Chicaoasen-Sabino	10.72°	AGSS посылает сигнал на отключение генераторов через 200 мс, δ в момент отключения 25.55°

Табл. 1: Результаты моделирования для установившегося режима, отключения одной или двух линий

Как показывают результаты, приведенные в таблице 1, отключение одной линии 400 кВ на рассматриваемом участке не ведет к возникновению проблем с устойчивостью (рис. 4а). Однако при одновременном или последовательном отключении двух параллельных линий устойчивость в системе теряется, т.к. передача мощности ограничивается только сетью 115 кВ. На рис. 4б показана разность фазных углов напряжений на рассматриваемых шинах при отсутствии управляющих воздействий, а также для случаев, когда AGSS отключает один или два генератора через 300мс после обнаружения отключения двух линий.

2.3. Схема защиты по разности фазных углов с использованием синхронизированных векторов

В новом варианте схемы AGSS для принятия решения о срабатывании или для мониторинга существующих схем может использоваться информация о разности фазных углов. Для рассматриваемой схемы сети мы принимаем во внимание тот факт, что электростанции Чикоасен, Сабино (Sabino) и Ангостура соединены воздушными линиями 400 кВ. Поэтому на указанных шинах изменение разности фазных углов напряжений происходит мгновенно при отключении одной из линий 400 кВ, соединяющей данные подстанции. На рис. 5 представлена логическая часть функции AGSS, модернизированной на основе использования информации о разности фазных углов напряжений. С введением информации о разности фазных углов, логическая часть схемы упрощается и зависит только от одного канала связи.

Разность фазных углов напряжений δ сравнивается с уставкой. Если разность фазных углов напряжений указывает на аварийное отключение воздушной линии 400 кВ, соединяющей электростанции Чикоасен и Ангостура, схема подает команду на снижение генерируемой мощности. В некоторых случаях может применяться выдержка времени на срабатывание для предотвращения излишних от-

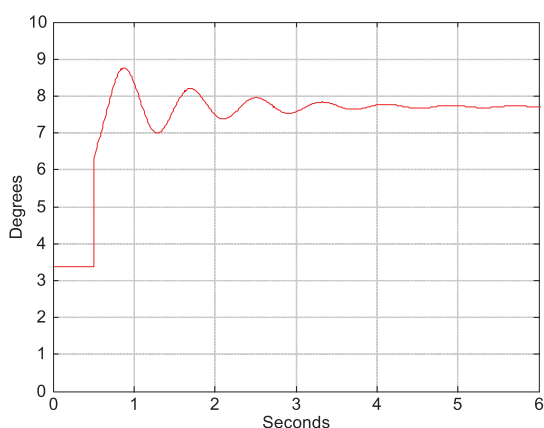


Рис. 4а

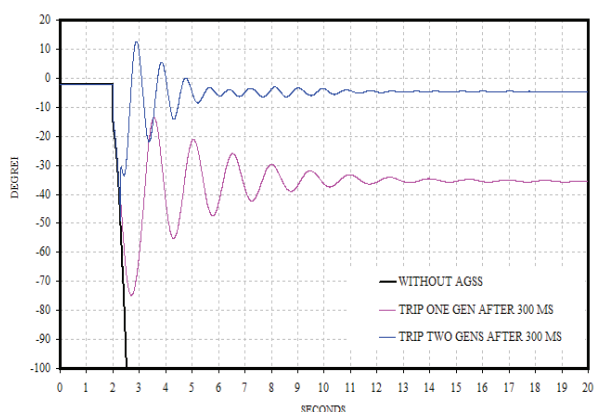


Рис. 4б

Рис. 4: а) Разность фазных углов между напряжениями на шинах ГЭС Ангостура и Чикоасен при отключении одной линии без действия AGSS (случай 1). б) Разность углов между напряжениями на тех же шинах при отключении двух линий без действия и с действием схемы AGSS на отключение одного и двух генераторов через 300 мс после обнаружения отключения линий. В последнем случае устойчивость сохраняется

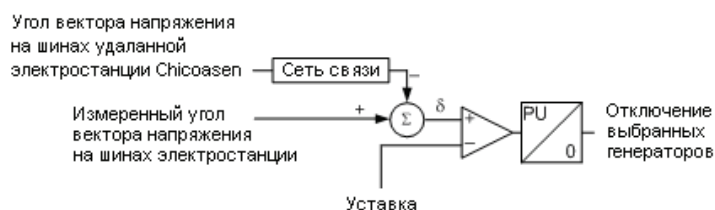


Рис. 5: Логическая схема улучшенной функции AGSS, созданной на основе измерения фазных углов

ключений генерирующих мощностей и срабатывания алгоритма AGSS в переходных и аварийных режимах. Рассматриваемая версия алгоритма такой задержки не требует. Детальное описание работы алгоритма контроля синхронной работы сети в реальном времени представлено в приложении А.

При изучении уровней передаваемых мощностей и устойчивости системы (см. таблицу 1) были выделены следующие параметры:

- Максимальная разность фазных углов напряжений, при которой не требуется подача команды на снижение генерируемой мощности. Для определения максимального уровня передаваемой мощности между двумя станциями необходимо рассмотреть аварийные отключения и на других линиях, например, в параллельно работающей сети 115 кВ;
- Минимальная разность фазных углов напряжения, при которой требуется подача команды на снижение генерируемой мощности. В этом случае электростанции Чикоасен и Ангостура соединены только через распределительную сеть 115 кВ.

Также должны учитываться аварии в других точках энергосистемы, приводящие к изменению фазного угла напряжений на шинах станций и подстанций рассматриваемого участка.

Компания CFE установила рассматриваемую схему с непрерывным контролем состояния удаленного конца для наблюдения за работой алгоритма AGSS и измерением разности фазных углов в различных рабочих и аварийных режимах. Точность измерений была подтверждена при проведении испытаний на модели электроэнергетической системы, включающей:

- динамические модели генераторов;
- автоматику регулирования частоты и активной мощности;
- автоматику регулирования возбуждения синхронных генераторов;
- механизм управления турбиной и нагрузкой сети.

Были установлены два РМСU, один на ГЭС Чикоасен и один на ГЭС Ангостура. Каждый РМСU контролирует напряжение на шине электростанции, на которой он расположен, и токи обеих подключенных линий. Устройства РМСU соединены между собой многомодовым волоконно-оптическим кабелем марки EIA-232 (V.24) по асинхронному интерфейсу со скоростью 19,200 бод.

Для данных испытаний использовался только последовательный протокол быстрой передачи сообщений. Второй последовательный порт был подсоединен к преобразователю интерфейсов (последовательный/Ethernet) и посылал данные о синхронных фазных углах в удаленные системы контроля, расположенные в областных диспетчерских пунктах компании CFE, и в центральное диспетчерское управление.

При изучении данного вопроса мы записывали измерения синхронизированных фазных величин с частотой 20 сообщений в секунду во время плановых отключений и включений линий в исследуемом регионе в нормальном нагрузочном режиме. Наибольшая разница в фазных углах между станциями Чикоасен и Ангостура в случае простого возмущающего воздействия возникает при отключении линий А3030, А3130 или А3Т60 со стороны подстанции Чикоасен (ММТ). На рис. 6а и 6б представлены графики изменения разности фазных углов напряжений между подстанциями Чикоасен и Ангостура (ANG) в изучаемой сети для различных условий. Рис. 6а показывает моделирование изменения разности фазных углов напряжения для трех случаев. Рис. 6б показывает измеренную разницу фазных углов. Из таблицы 2 видно, что результаты моделирования отличаются от измеренных на величину, не превышающую четверти градуса. Эти результаты подтверждают правильность модели и проведенных измерений.

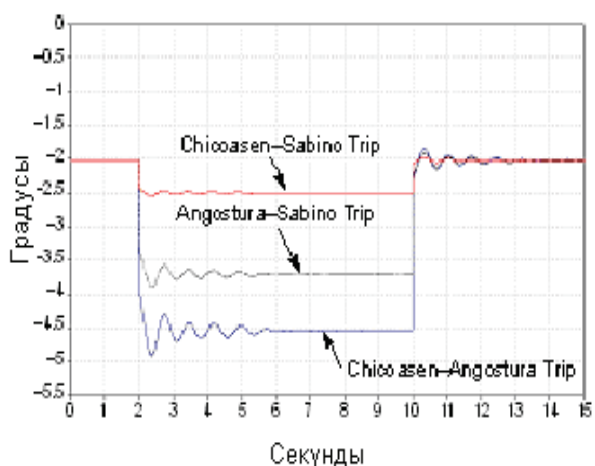


Рис. 6а

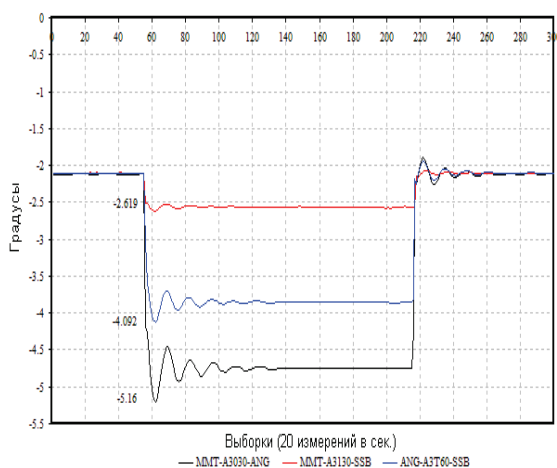


Рис. 6б

Рис. 6: а) Разница фазных углов напряжений на шинах станций Чикоасен (ММТ) и Ангостура (ANG) при отключении и включении воздушных линий А3030 (Chicoasen-Angostura), А3031 (Angostura-Sabino) или А3Т60 (Chicoasen-Sabino). С целью сокращения графиков шестиминутная запись нормального режима работы на рисунках не представлена. б) представлены значения, измеренные с помощью расположенных на обеих подстанциях векторных регистраторов в соответствующих режимах.

	Начальный установившийся угол	Максимальный угол во время колебаний
Моделирование	-2.01°	-4.91°
Измерение	-2.13°	-5.20°

Табл. 2: Результаты моделирования и измеренные данные. Начальные условия и максимальная величина разницы фазных углов наблюдаются при отключении и включении воздушной линии А3030

Ниже представлены дополнительные цели проведенных полевых испытаний:

- Проверка канала и интерфейса связи;
- Проверка логической части расчета разности фазных углов и времени работы схемы при различных уставках в зависимости от разности фазных углов.

Мы запрограммировали четыре элемента сравнения, контролирурующие разность фазных углов, для проверки логики расчета разности фазных углов и времени работы измерительной схемы. Были выставлены следующие уставки по разности фазных углов: 3, 4, 5 и 10 градусов соответственно. Осциллограммы были взяты из отчета, сделанного РМСU, установленным на подстанции Чикоасен при отключении линии А3030, соединяющей подстанции Чикоасен и Ангостура. В запись включены осциллограммы токов для обеих линий и напряжения на шине подстанции Чикоасен. Время работы алгоритма составило 92 мс. При изменении начального фазного угла напряжения наблюдается ускорение роторов генераторов, расположенных на станции Ангостура, соответственно происходит рост разности фазных углов напряжений на шинах станций Чикоасен и Ангостура, что приводит к срабатыванию элементов, контролирующих разность фазных углов, через 292 мс.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Компания CFE решила рассмотреть возможность использования разности фазных углов в специфических алгоритмах AGSS по трем причинам: один из самых простых алгоритмов функции AGSS, наличие свободных высокоскоростных каналов связи и возможность приспособления системы к будущим изменениям, таким как параллельная работа с электроэнергетическими системами Гватемалы и центральной Америки.
- Использование регистратора для векторных измерений и управления (РМСU) снизит время работы алгоритмов и повысит надежность системы по сравнению с обычными алгоритмами функции AGSS, основанными на традиционных изменениях, без контроллеров с программируемой логикой, с несколькими каналами связи с удаленными концами.
- Высокоскоростные каналы связи совместно с РМСU позволят реализовать алгоритмы AGSS на базе разности фазных углов со временем срабатывания менее 200 мс.
- Существующие РМСU позволяют посылать до 60 синхронизированных сигналов токов и напряжений в секунду. Такое количество сообщений требует наличие канала связи с полосой пропускания, недоступной на данный момент на подстанциях. По этой причине компания CFE решила использовать только 20 выборки напряжения в секунду (определение фазного угла напряжения каждые 50 мс), чтобы снизить объем записываемой информации и полосу пропускания канала связи. Компания CFE хотела бы посылать напряжения и токи, чтобы иметь возможность рассчитывать мощность по синхронизированным фазным величинам и использовать их как разрешающие сигналы, но при этом необходимо заменить карту bandwidth мультиплексора.
- Для того чтобы сохранить информацию, компания CFE разработала проект каналов связи с применением виртуальных локальных сетей (ViLAN), реализованных на волоконно-оптических кабелях. Эти сети имеют высокую пропускную способность, а доступ по протоколу TCP/IP гарантирует надежность, скорость и сохранность передаваемых между РМУ данных.
- Записи измерений разности фазных углов при простом возмущающем воздействии подтверждены измерениями и имитационным моделированием. Алгоритм AGSS должен срабатывать только при отключении двух воздушных линий, и при изучении данного вопроса необходимо рассматривать последовательное или одновременное возникновение сложного возмущающего воздействия.
- Компания CFE еще не рассматривала вопрос реализации специальных схем релейной защиты, которые использовались бы цифровыми устройствами, одновременно обеспечивающими функции векторных регистраторов и функции релейной защиты. Основными препятствиями для подобных устройств являются ограничения в логике распределения переменных в прототипе РМСU и сильная зависимость от GPS сигнала каждого устройства, влияющего на расчет разности фазового угла.
- В настоящий момент в некоторых цифровых реле, контролирующих фазные параметры, введены функции РМУ, тем не менее, для реализации контролирующих функций векторного регистрато-

Москва, 7–10 сентября 2009 г.

ра, необходима большая интеграция данных функций в систему релейной защиты и автоматики. Позднее векторные регистраторы будут работать с большим количеством векторов и меньше зависеть от GPS сигнала для поддержания синхронизации.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Enrique Martínez M. and J.J. López M. “Application of Phasor Measurement Units in the Adaptive Protection of Interconnected Systems”, Power Systems and Communication Systems Infrastructures For the Future, Beijing, People’s Republic of China, September 23–27, 2002.
- [2] Enrique Martínez, Nicolás Juárez, Armando Guzmán, Greg Zweigle, and Jean León, “Using Synchronized Phasor Angle Difference for Wide-Area Protection and Control” WPRC, Spokane, WA, USA 2006.
- [3] Joana Rasmussen and Preben Jorgensen “Synchronized Phasor Measurements of Power System Event in Eastern Denmark” IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 21, No.1, February 2006.
- [4] Enrique Martínez “Analysis of Contingencies with PMUs, Causes and Effects in Power Systems and Their Components” CRIS, Third International Conference on Critical Infrastructures, Alexandria, VA, September 2006.
- [5] Daniel Karlsson and Xavier Waymel “System Protection Schemes in Power Networks” Task Force 38.02.19 CIGRE, June 2001.
- [6] IEEE Synchrophasors for Power Systems, IEEE Standard C37.118-2005.
- [7] S.H. Horowitz, A.G. Phadke, and J.S. Thorp, “Adaptive Transmission System Relaying” Paper N° 87 SM 625-77, in Proc. IEEE PES Summer Meeting, San Francisco, CA, July 1987.
- [8] V. Centeno, J. De La Ree, A.G. Phadke, G. Michel, R.J. Murphy, and R. Burnett, “Adaptive out-of-step relaying using phasor measurement techniques” Memoria Técnica del Segundo Simposio Iberoamericano sobre Protección de Sistemas Eléctricos de Potencia, Monterrey, N.L., México, 14 al 19 de Noviembre de 1993.
- [9] Enrique Martinez “Wide Area Measurement & Control System in Mexico” The Third International Conference on Electric Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies Nanjing China 6-9 April 2008.
- [10] Enrique Martinez “SIMEFAS: A Phasor Measurement System for the Security and Integrity of Mexico’s Electric Power System” IEEE power & Energy Society 2008 General Meeting, Pittsburgh, Pennsylvania USA 20-24 July 2008.

БИОГРАФИЯ

Enrique Martínez Martínez получил диплом специалиста в Белорусском Политехническом институте в 1986 году. С 1986 года работал в федеральной энергетической комиссии (электроэнергетическое предприятие Мексики). Начиная работать как инженер, специализирующийся на анализе и проектировании электроэнергетической системы в специальном инженерном подразделении компании CFE, и как консультант национальной комиссии по водным ресурсам. С 1995 по 1998 год господин Martínez работал в подразделении Transmission Project Coordination в компании CEF как специалист по релейной защите подстанционного оборудования и воздушных линий. С 1998 по 2005 год возглавлял подразделение по изучению устойчивости национальной электроэнергетической системы в компании CEF. С 2005 года менеджер по анализу сетей отдела релейной защиты компании CEF.