

УДК 621.316.925.1

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРТОГОНАЛЬНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ
В ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ОРГАНАХ
РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ**

Шавлюкевич Р.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Румянцев В.Ю.

Постоянное совершенствование цифровых устройств релейной защиты (РЗ) позволяет реализовывать все более сложные алгоритмы обработки контролируемых сигналов. При этом увеличивается частота дискретизации входных сигналов, достигая 24–64 выборок на период промышленной частоты, что не приводит к существенному повышению качества определения амплитуды сигнала цифровыми фильтрами (ЦФ) из-за того, что параметры ЦФ рассчитываются применительно к простейшим входным воздействиям, форма которых существенно отличается от формы реальных аварийных сигналов.

Назначение ЦФ заключается в выделении полезного сигнала и в максимальном подавлении помехи. В общем случае сигнал помехи содержит: высшие гармоники, кратные основной частоте; затухающие аperiodические составляющие; затухающие и незатухающие гармонические составляющие с частотой, отличной от основной. Поэтому точный учёт всех составляющих помехи принципиально невозможен, а, следовательно, ЦФ всегда будет выделять полезный сигнал с ошибкой тем большей, чем больше значений выборок входного сигнала будут отличаться от полезного сигнала.

Основные повреждения в энергосистеме – короткие замыкания (КЗ), токи которых не являются периодическими сигналами из-за наличия в них экспоненциально затухающей аperiodической составляющей. В свою очередь, информация о токах повреждения передается к устройствам РЗ через электромагнитные измерительные трансформаторы тока (ТТ), магнитопроводы которых входят в насыщение от данной составляющей тока КЗ, в результате чего происходит искажение формы вторичного тока ТТ. Поэтому для проверки работоспособности ЦФ в условиях, приближенных к реальным, в качестве тестового входного воздействия целесообразно использовать вторичный ток.

В микропроцессорных защитах электроустановок для формирования ортогональных составляющих (ОС) входных величин широко применяются методы, обеспечивающие достаточную степень достоверности результатов при интервале наблюдения за ними, равном периоду T_0 сигнала основной частоты ω_0 . Это означает, что достоверное формирование ОС может быть достигнуто при использовании для выделения ОС N отсчетов входного сигнала $N = T_0/\Delta t$, где Δt – шаг дискретизации. Для моментов времени $t < T_0$ формирование ОС осуществляется с заметными погрешностями. Использование в микропроцессорных защитах формирователей ОС, обеспечивающих необходимую степень достоверности результатов для моментов времени $t < T_0$, т. е. при интервале наблюдения, меньшем периода сигнала, будет способствовать повышению их быстродействия. Выполнение таких формирователей ОС возможно с применением элементов теории

идентификации при упрощенном представлении входной величины с учетом ее основных компонент.

Основным достоинством формирователей ОС рассмотренного принципа выполнения является возможность получения первых результатов в течение времени, не превышающего 0,5–1,0 периода основной частоты входного сигнала. Известно, что достоверность формирования ОС во многом определяется числом используемых для этой цели отсчетов мгновенных значений входной величины. При этом с увеличением количества указанных отсчетов ухудшаются собственные динамические свойства формирователей ОС, что обуславливает снижение быстродействия микропроцессорной защиты. Наиболее оптимальное сочетание между достоверностью и быстродействием может быть достигнуто в гибких формирователях ОС. Принцип их выполнения основывается на том, что в переходных режимах повреждений электроустановок в действие вводятся формирователи ОС с малым интервалом наблюдения. Их функционирование прекращается по истечении определенного промежутка времени, например, равного периоду основной частоты, или при наступлении установившегося режима. Дальнейшее формирование ОС осуществляется с изначально принятым интервалом наблюдения (основным). Реализация гибкого формирования ОС предполагает наличие пускового органа (ПО), фиксирующего наступление переходного режима и запускающего выполнение этой процедуры с малым интервалом наблюдения.

В переходных режимах повреждений малый интервал наблюдения при формировании ОС может быть обеспечен одним из следующих подходов:

– путем уменьшения количества отсчетов мгновенных значений входной величины, участвующих в формировании ОС при сохранении неизменным интервала между ними ΔT ;

– за счет уменьшения интервала между отсчетами мгновенных значений входной величины, участвующими в формировании ОС, при неизменном их количестве.

В настоящее время большинство фирм-производителей оборудования РЗА прекращают выпуск электромеханических и электронных реле и устройств и переходят на цифровую элементную базу. Это не приводит к изменению принципов РЗА, упрощает эксплуатацию и снижает её стоимость.

Также один из плюсов – современные цифровые устройства РЗА совмещают в рамках единого комплекта функции релейной защиты, измерения, регулирования и управления электроустановкой. В цифровых устройствах РЗА появляется возможность перехода к новым измерительным преобразователям тока и напряжения на основе использования оптоэлектронных датчиков, трансформаторов без ферромагнитных сердечников и т. д. Эти преобразователи технологичнее в производстве, обладают очень высокими метрологическими характеристиками, но имеют малую выходную мощность.

Устройства РЗА должны выбираться в первую очередь исходя из выполняемых ими функций и условий совместимости с прочим оборудованием, а во вторую – по экономическим соображениям.