

УДК 621.3

ЦИФРОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ

Сороко В.В.

Научный руководитель – САПОЖНИКОВА А.Г.

Типичная схема цифрового ТТ содержит чувствительный элемент в виде нескольких витков ОВ (оптоволоконна), помещенных в жесткую защитную оболочку из немагнитного материала – токовую головку для ОТТ, и электронно-оптический блок (ЭОБ), соединяемый с чувствительным элементом через оптический кросс (рисунок 1).

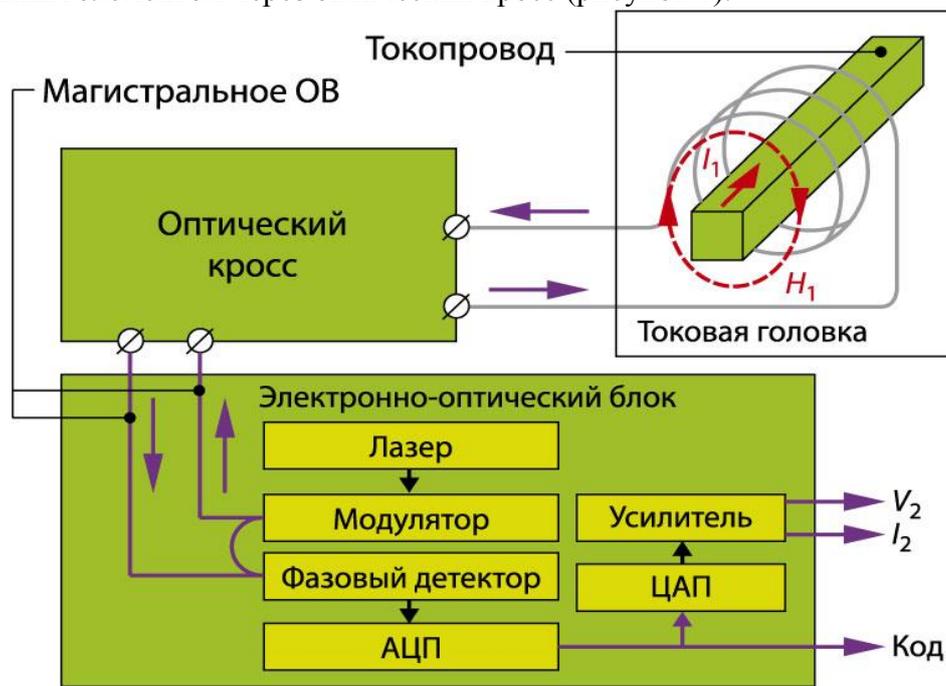


Рисунок 1 – Упрощенная структурная схема оптического ТТ

ЭОБ генерирует с помощью встроенного лазера и модулятора на своем оптическом выходе монохроматический циркулярно-поляризованный световой сигнал, направляемый по поддерживающему поляризацию ОВ на вход чувствительного элемента. В чувствительном элементе плоскость поляризации сигнала подвергается под воздействием магнитного поля H_1 тока I_1 соответствующему повороту на угол Фарадея, и с выхода чувствительного элемента световой сигнал поступает на оптический вход ЭОБ, где на фазовом детекторе из него формируется электрический измерительный сигнал.

Далее этот сигнал через аналого-цифровой преобразователь (АЦП) поступает в виде цифрового кода определенной разрядности на дискретный интерфейсный выход ЭОБ и через цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) на усилитель, где формируются нормированные аналоговые выходные сигналы в виде напряжения или тока для выдачи на аналоговый интерфейс ЭОБ. Таким образом, измерительная информация может быть получена на выходе ЭОБ для дальнейшего использования.

Данные от цифровых измерительных трансформаторов, как оптических, так и электронных, преобразуются в пакеты с использованием сумматоров (СУ, Merging Units), предусмотренных стандартом МЭК 61850-9. Сформированные сумматорами пакеты передаются по сети Ethernet (шине процессора) в устройства уровня присоединения (контроллеры АСУ ТП, РЗА, ПА и др.) Частота дискретизации передаваемых данных – не хуже 80 точек на период для устройств РЗА и ПА и 256 точек на период для АСУ ТП, АИИС КУЭ и др., поэтому необходим высокоскоростной микроконтроллер (МК), способный вовремя обработать и отправить обработанные данные по каналам связи. В микроконтроллере имеется 12-битный модуль АЦП конвейерного типа. Аналоговые схемы

преобразователя включают аналоговые мультиплексоры с внешним интерфейсом, цепи выборки-хранения, преобразовательное ядро, стабилизаторы напряжения и другие вспомогательные аналоговые цепи. Цифровые схемы включают в себя программируемое устройство циклового управления преобразованием (секвенсор), регистры результатов преобразования, интерфейсы к аналоговым схемам и другим модулям на кристалле.

Секвенсор АЦП может быть настроен на автоматический режим серий преобразований. Это означает, что каждый раз, когда АЦП получает сигнал «начать преобразование», он может совершать множественные преобразования автоматически. Для каждого из них можно выбрать любой из 16 входных каналов, доступных через аналоговый мультиплексор. После завершения преобразования цифровое значение сигнала с выбранного канала будет сохранено в соответствующем регистре результатов.

Для получения результатов от применения эффекта Фарадея необходимо использовать фазовый детектор, который будет сравнивать отправляемый сигнал с полученным. На вход подключаются исходный сигнал и сигнал с фотодиода, а на выходе мы получим напряжение, соответствующее отклонению фазы полученного сигнала от отправленного. Это напряжение будет поступать на АЦП.

Высоковольтные цифровые трансформаторы тока (ЦТТ) и напряжения (ЦТН) разработаны в целях:

- повышения точности измерения первичного тока и напряжения в электроустановках с напряжением 110–750 кВ;
- создания взрывобезопасных высоковольтных измерительных систем с улучшенной, более надежной высоковольтной изоляцией;
- выдачи цифровой информации внедряемым на станциях и подстанциях энергосистем цифровым системам измерения, защиты и управления;
- полноценной замены существующих ТТ и ТН, с выводом информации также и в аналоговой форме (1 А, 5 А, 100 В, 100 / 3 В).

Основными преимуществами ЦТ:

- взрывобезопасность (даже при внутреннем повреждении высоковольтной изоляции взрыва и пожара не произойдет, в отличие от существующих ТТ 110–750 кВ);
- сухая внутренняя высоковольтная изоляция и вандалоустойчивая внешняя изоляция из силиконовой резины;
- высокий класс точности (лучше, чем 0,2s для систем измерений и АСКУЭ, за счет использования магнитопровода из аморфного магнитного материала);
- передача информации и высоковольтная изоляция между микропроцессорами верхнего и нижнего фланцев по оптоволокну;
- передача без искажений всей информации в режимах короткого замыкания, включая апериодическую составляющую тока КЗ для систем РЗА с магнитотранзисторного кольца (не происходит насыщения магнитопровода, в отличие от стандартных ТТ);
- кроме стандартных аналоговых выходов 1 А (5 А) с микропроцессоров ЦТТ информация о первичных токах доставляется на щит управления в цифровой форме по оптоволокну;
- встроенная диагностика и тестовый контроль на компьютере метролога (релейщика);
- позиционирование, точное время по системе GPS со встроенным интернетом (как дополнительная опция);
- вес до 85 кг, что в 5–7 раз легче существующих ТТ.

Литература

- 1 Нагай, В.И. Высоковольтные оптические преобразователи для систем измерения и анализа качества электрической энергии / В.И. Нагай. – М. : Энергоатомиздат, 2002. – 312 с.
- 2 Афанасьев, В.В. Трансформаторы тока и напряжения / В.В. Афанасьев. – М. : Энергопрогресс, 2015. – 275 с.