

УДК 621.3

ДАТЧИКИ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ

Дубров И.А.

Научный руководитель – к.т.н. БУЛОЙЧИК Е.В.

На современном этапе развития электроэнергетики при повсеместном использовании электрооборудования и электроприборов наиболее актуальным является достоверное измерение силы тока для обеспечения высокой надежности и безопасности промышленных систем и сетей. Для осуществления мониторинга и диагностики цепей, запуска схем защиты, обнаружения отказов электрооборудования и аварийных состояний различных типов нагрузки применяются различные типы датчиков тока. Современные датчики тока подразделяются на следующие типы: резистивные датчики (токовые шунты); датчики тока на эффекте Холла; трансформаторы тока; волоконно-оптические датчики тока на эффекте Фарадея; пояс Роговского; токовые клещи. Достоинства и недостатки различных типов датчика тока определяют области их применения.

Трансформатор тока – трансформатор, предназначенный для измерения больших токов. Первичная обмотка трансформатора тока включается в цепь с измеряемым переменным током, а во вторичную включаются измерительные приборы. Ток, протекающий по вторичной обмотке трансформатора тока, пропорционален току, протекающему в его первичной обмотке. Трансформатор напряжения – трансформатор, предназначенный для преобразования высокого напряжения в низкое в цепях. Применение трансформатора напряжения позволяет изолировать логические цепи защиты и цепи измерения от цепи высокого напряжения. Заземляемый трансформатор напряжения – однофазный трансформатор напряжения, один конец первичной обмотки которого должен быть наглухо заземлен, или трехфазный трансформатор напряжения.

Пояс Роговского – измерительный трансформатор тока, выполненный в виде длинного замкнутого соленоида с произвольной и практически замкнутой формой и равномерной намоткой, один из выводов которой приведен к другому через ось соленоида. Конструкция катушки Роговского представляет собой токовый трансформатор с воздушным сердечником. Хорошо подходит для измерения пульсаций тока в присутствии постоянной составляющей и вообще для измерения токовых импульсов. Катушка Роговского, как трансформатор тока, находит применение в измерительной технике, в том числе в качестве измерительного элемента в счетчиках электрической энергии. Катушка Роговского незаменима при необходимости измерения высоких значений токов, а также полезна если требуется создать гальваническую развязку между измеряемой цепью и измеряющим устройством. Выходное напряжение, будучи проинтегрированным по времени, с точностью до константы соответствует току в измеряемой цепи.

Известные волоконно-оптические датчики тока работают на принципе эффекта Фарадея. Ток, протекающий в проводе, индуцирует магнитное поле, которое через эффект Фарадея поворачивает плоскость поляризации излучения, распространяющегося в оптическом волокне, намотанном вокруг токонесящего провода. Если чувствительное волокно с постоянной по длине чувствительностью к магнитному полю намотано вокруг провода с током в виде контура с целым числом витков, тогда поворот плоскости поляризации излучения на выходе из контура зависит от тока в проводе и не зависит от всех внешне генерируемых магнитных полей, например, от токов в соседних проводах.

Принцип действия токоизмерительных клещей основан на том, что ток, протекающий в проводе создает магнитное поле вокруг себя. Если это поле переменное, то согласно закону электромагнитной индукции в другом проводнике, охватывающем провод с током, возникает ЭДС, которая при определенных условиях пропорциональна измеряемому току. Таким образом, измерив напряжение на вышеуказанном проводнике, возможно определить величину измеряемого тока. Как видно, принцип действия токоизмерительных клещей основан на тех же законах, что и принцип действия электрического трансформатора.

Датчики тока с разомкнутым контуром работают по схеме прямого усиления. Они позволяют измерять постоянный и переменный ток с любой формой сигнала. Такие приборы конструируются для работы с электрическими токами от единиц до сотен тысяч Ампер. Точность измерения составляет единицы процентов. Датчики прямого усиления обладают относительно невысокой стоимостью и небольшими массогабаритными параметрами.

Датчики тока на эффекте Холла с замкнутым контуром обладают отличной точностью, прекрасной линейностью, очень широким частотным диапазоном, очень хорошим быстродействием, хорошей помехоустойчивостью. Компенсационные датчики без повреждений выдерживают токовые перегрузки.

Датчики напряжения на основе эффекта Холла созданы на основе датчиков тока с замкнутым контуром. В первичной цепи датчика имеется задающий резистор первичной цепи и многовитковая катушка, создающая большое значение ампер-витков для увеличения первичной индукции. У таких приборов набор измеряемых напряжений охватывает широчайший диапазон, который зависит от свойств первичной обмотки и сопротивления резистора первичной цепи.

Наиболее распространенным средством измерения силы тока в системах электроснабжения является трансформатор тока. Он способен работать в широком диапазоне температур и номинальных токов, обладает достаточной для практики точностью и может применяться в широком диапазоне номинальных напряжений. Трансформатор тока обеспечивает гальваническую развязку вторичных цепей. Основным недостатком данного датчика заключается в том, что размыкание вторичной измерительной обмотки не допускается, т. к. это приводит к аварийной ситуации, обусловленной высоким перенапряжением и нагревом.

Для целей измерения тока в низковольтных цепях постоянного и переменного тока широко используется резистивный датчик тока. Данный датчик является самым простым в исполнении и обладает высокой точностью измерения, однако главный недостаток состоит в наличии гальванической связи с измерительными цепями, что ограничивает область их применения.

В последнее время для измерения постоянного и переменного тока находят наиболее частое применение датчики тока на эффекте Холла. Основными недостатками данного датчика является зависимость показаний от температуры, невысокий, по сравнению с трансформатором тока, диапазон номинальных напряжений. Для измерения сверхбольших токов при высоких напряжениях в последнее время все чаще применяются оптоволоконные датчики тока.