

Г.Н. Малащенко
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР ТОКА
ДЛЯ ТРЕХПРОВОДНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Автором разработана новая конструкция дифференциального трансформатора тока для трехпроводных электрических сетей, которая может быть применена для защиты человека от поражения электрическим током, токов утечки, токов перегрузки и короткого замыкания в устройствах защитного отключения. Новизна заключается в гальваническом разделении сигналов разностного тока, пропорциональных току утечки, и сигнала небаланса, пропорционального нагрузке.

На рис. 1 представлена схема включения разработанного дифференциального трансформатора тока в трехфазную сеть без нейтрального проводника.

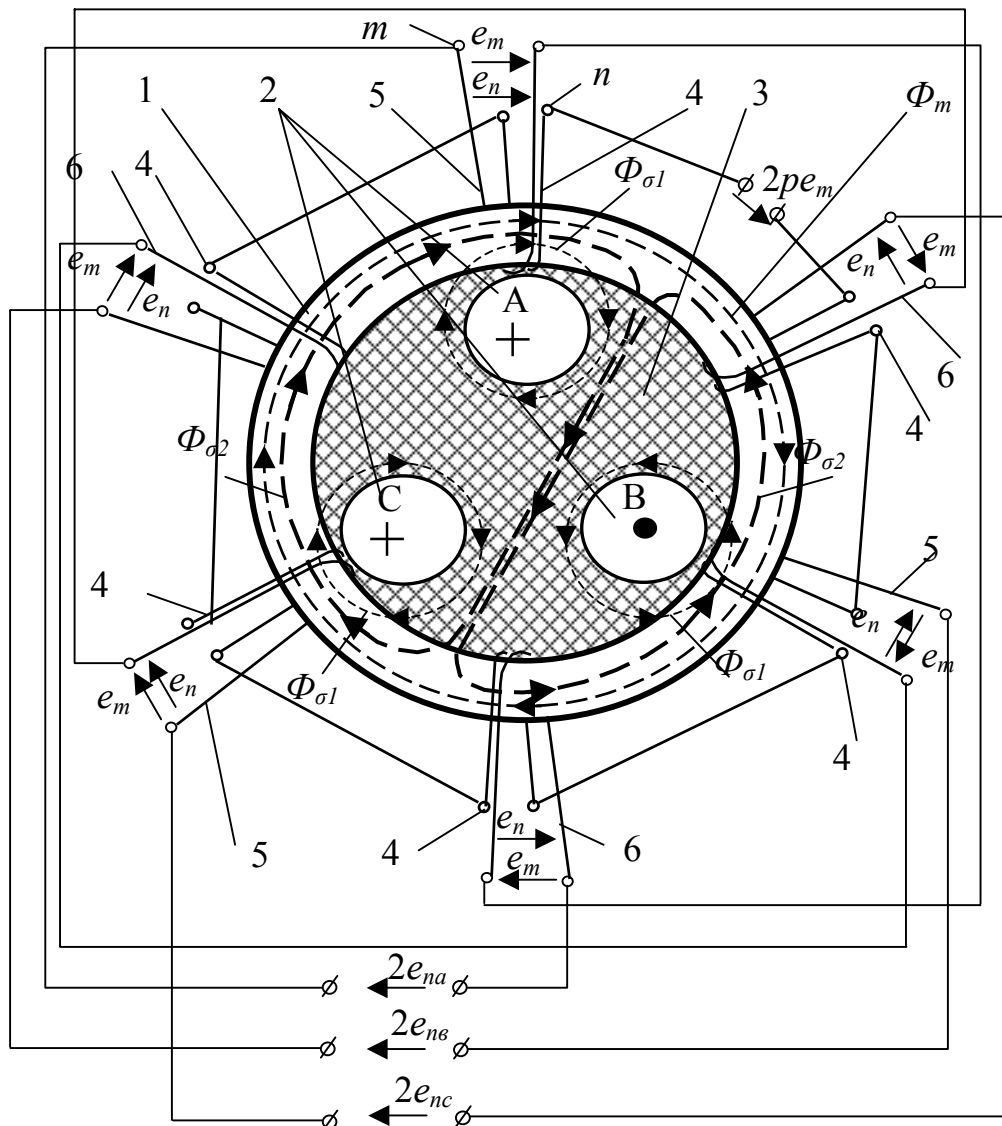


Рис. 1 Дифференциальный трансформатор тока

Дифференциальный трансформатор тока содержит тороидальный сердечник 1, первичную обмотку из трех проводников 2 трехфазной сети, расположенных в держателе 3 из электроизоляционного материала под углом 120° по отношению друг к другу на внутренней поверхности сердечника 1. На сердечник 1 намотана вторичная обмотка, состоящая из секций. Шесть одинаковых, равномерно намотанных обмоток 4 первой секции соединены последовательно через 60° и каждая обмотка имеет n витков. Шесть одинаково намотанных обмоток 5 и 6 с m витками в каждой попарно (обмотка 5 и обмотка 6) расположены диаметрально противоположно и объединены в три секции, в каждой из которых обмотки 5 и 6 соединены встречно, причем обмотка 5 в каждой секции плотно прилегает к соответствующему фазному проводнику 2.

Принцип действия предлагаемого дифференциального трансформатора тока заключается в следующем.

Если тока утечки нет, то основной магнитный поток в магнитопроводе трансформатора равен нулю, так как сумма токов в трехпроводной сети без нулевого провода равна нулю. Но так как по проводникам 2 первичной обмотки протекают фазные токи, то вокруг них пульсируют с частотой сети первичные потоки $\Phi_{\sigma 1}$ рассеяния, которые наводят в обмотках 4 ЭДС помехи e_n , не одинаково пропорциональные мгновенному значению токов нагрузки при любом режиме работы – симметричном или несимметричном, т.к. магнитная проницаемость нелинейна, и поэтому $e_{\sigma a} + e_{\sigma b} + e_{\sigma c} \neq 0$. Известно, что в симметричной трехфазной сети, какой является первичная обмотка дифференциального трансформатора тока, при равенстве токов в фазных проводниках 2 потоки $\Phi_{\sigma 1}$ рассеяния создают результирующий магнитный поток $\Phi_{\sigma 2}$, вектор результирующей магнитной индукции которого по модулю равен $1,5\sqrt{3} B_m$. Поток вращается с угловой скоростью ω , замыкаясь по воздуху и магнитопроводу дифференциального трансформатора тока, сцепляясь с обмотками 4, 5 и 6. Если обмотки 4 соединить последовательно, то сумма сигналов e_n от потоков $\Phi_{\sigma 2}$ будет равна нулю для любого момента времени.

При появлении тока утечки создается поток Φ_m , который замыкается по магнитопроводу трансформатора и наводит в каждой из обмоток 4, 5 и 6 сигнал e_m , пропорциональный току утечки. Они суммируются в обмотках 4 и на выходе последовательно соединенных обмоток 4 сигнал равен $2pe_m$ и не зависит от значений токов в проводниках 2 сети, то есть от нагрузки.

Если теперь соединить каждую пару обмоток 5 и 6, находящихся на одной оси, так чтобы скомпенсировались e_m , то есть встречно, то на выходе обмоток 5 и 6 каждой секции будут иметь место двойные сигналы небаланса $2e_{na}$, $2e_{nb}$, $2e_{nc}$, пропорциональные токам нагрузки соответствующих

фаз. Их удобно соединить в звезду и каждый фазный сигнал небаланса так же, как сигнал утечки, подавать на исполнительные органы, выполняющие функции, аналогичные для двухпроводного дифференциального трансформатора тока. Такой дифференциальный трансформатор тока работает и при несимметричном режиме, включая неполнофазный режим, так как любую несимметричную трехфазную систему токов без нулевого провода можно представить в виде суммы двух трехфазных, симметричных систем: прямой и обратной последовательности.

Литература

1. Патент на изобретение № 2260865 (РФ). Дифференциальный трансформатор тока, 2005.