

Г.Н. Малашенков  
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР ТОКА  
ДЛЯ ДВУХПРОВОДНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Автором разработана новая конструкция дифференциального трансформатора тока, которая может быть применена для защиты человека от поражения электрическим током, противопожарной защиты от теплового проявления токов утечки, а также токов перегрузки и короткого замыкания в составе автоматизированных систем управления и устройств защитного отключения, реагирующих на дифференциальный ток и токи нагрузки.

В настоящее время в электротехнике применяются дифференциальные трансформаторы тока, для которых характерно наличие сигнала небаланса (помехи) в полезном сигнале, пропорциональном току утечки или разностному току. В такой конструкции трансформатора магнитная связь проводников первичной обмотки с проводниками вторичной обмотки имеет случайный характер, поэтому сумма их потокоцеплений с проводниками вторичной обмотки тоже имеет случайный характер, и во вторичной обмотке наводится сигнал небаланса, который может отличаться не только по величине, но и по фазе.

Поэтому при появлении тока утечки сигнал на выходе вторичной обмотки дифференциального трансформатора тока в одних случаях может увеличиваться, а в других уменьшаться. Это вносит ограничение на минимальный порог срабатывания устройств защитного отключения и ограничивает их применение в электроустановках с пиковыми или пусковыми токами, так как сигнал небаланса пропорционален току нагрузки, и это приводит к ложным, несанкционированным срабатываниям устройств защитного отключения. Кроме того, конструкция применяемого сейчас дифференциального трансформатора тока не позволяет получать информацию о токах нагрузки, перегрузки и короткого замыкания.

Новая конструкция дифференциального трансформатора тока разработана с целью обеспечения гальванического разделения сигналов разностного тока, пропорционального току утечки, и сигнала небаланса, пропорционального нагрузке, за счет конструктивного выполнения первичной и вторичных обмоток, при котором первичная обмотка создает основной поток, пропорциональный току утечки, и потоки рассеяния, пропорциональные токам нагрузки.

Дифференциальный трансформатор тока новой конструкции (рис. 1) содержит тороидальный сердечник 1 из магнитомягкого материала с намотанной на него вторичной обмоткой, состоящей из двух секций. Две одинаковые, равномерно намотанные обмотки 2 одной секции соединены встречно и каждая обмотка 2 имеет  $n$  витков, к которым плотно прилегают два проводника 3 первичной обмотки, расположенных горизонтально.

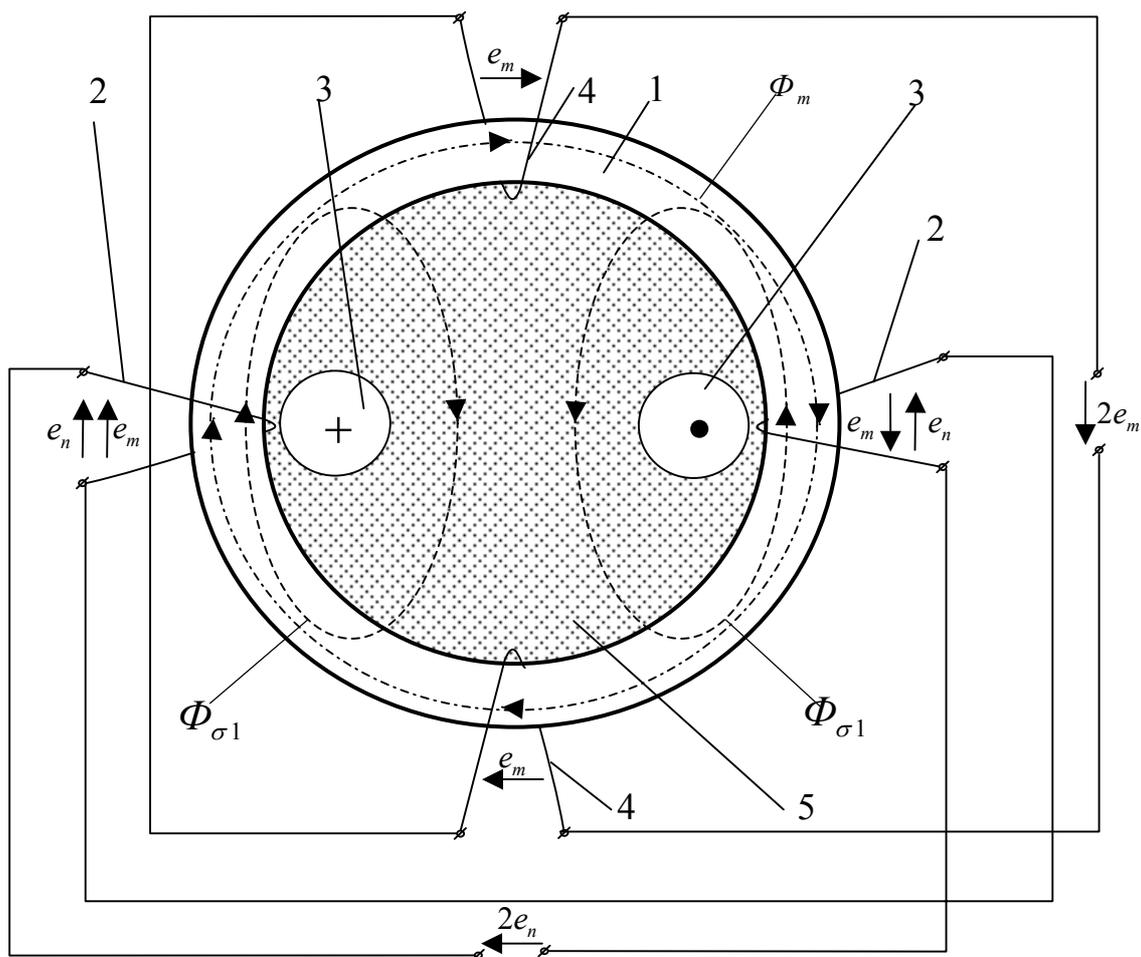


Рис. 1. Дифференциальный трансформатор тока

Перпендикулярно горизонтальной оси на сердечник 1 равномерно намотаны еще две одинаковые обмотки 4 другой секции вторичной обмотки, каждая из которых имеет  $m$  витков. Обмотки 4 соединены последовательно и расположены под углом  $90^\circ$  по отношению к проводникам 3. Все обмотки 2 и 4 имеют одинаковое направление намотки витков. Для придания конструкции трансформатора жесткости в окне сердечника 1 установлен держатель 5 из электроизоляционного материала.

Принцип действия предлагаемого дифференциального трансформатора тока заключается в следующем.

Если нет тока утечки, то основной магнитный поток в магнитопроводе трансформатора равен нулю, так как фазные токи равны. Но так как по проводникам 3 первичной обмотки протекает ток, то вокруг них пульсируют магнитные потоки  $\Phi_{\sigma 1}$  рассеяния, которые наводят одинаковые ЭДС  $e_n$  помехи или небаланса, пропорциональные току нагрузки в обмотках 2. Если обмотки 2 соединить встречно, то на выходе получается

сигнал  $2e_n$ , пропорциональный току нагрузки. При смещении этих обмоток по магнитопроводу на одинаковые углы сигнал уменьшается, а при смещении на  $90^\circ$  - становится равным нулю (таким образом можно изменять чувствительность трансформатора к токам нагрузки).

При появлении тока утечки создается поток  $\Phi_m$ , который замыкается по магнитопроводу трансформатора и наводит сигналы  $e_m$ , пропорциональные току утечки. В обмотках 2 они взаимно компенсируются, поэтому на сигнал  $2e_n$  в этих обмотках никакого влияния не оказывают. Обмотки 4 соединяются последовательно и на их выходе формируется сигнал  $2e_m$ , пропорциональный току утечки. Число витков в каждой из обмоток может быть одинаковым, все зависит от соотношений тока нагрузки и тока утечки. Так как магнитное сопротивление в воздухе намного больше магнитного сопротивления в сердечнике 1, а ток в проводниках 3 намного больше тока утечки, то, варьируя числом витков обмоток 2 и 4, можно добиться примерного равенства сигналов  $e_n$  и  $e_m$ . Таким образом, такой трансформатор позволяет разделить сигнал утечки, пропорциональный току утечки, и сигнал небаланса (помехи), пропорциональный току нагрузки.

На базе таких дифференциальных трансформаторов тока можно разработать новые защитные отключающие устройства с расширенными функциональными возможностями, позволяющие настраивать их на различные токи нагрузки, осуществляя защиту от токов перегрузки и короткого замыкания, изменять чувствительность к токам утечки, соблюдать условия селективности и не реагировать на пусковые и пиковые токи нагрузки.

#### Литература

1. Патент на изобретение № 2244972 (РФ). Дифференциальный трансформатор тока, 2005.