

$$I_{pt} = \sum_{h=1}^{\infty} \frac{nE_0 e^{-\left(\frac{4D}{l^2}\right)x_h^2 t}}{0,5 \left( \frac{n}{m} R_{\%оо\sim} + R_{\%ооц} \right) + 0,25 \frac{el}{\sin^2 x_h}}$$

### Литература

1. Методические указания по расчету токов КЗ и выбору коммутационных аппаратов в сети постоянного тока.

УДК 621.316

## ЧАСТОТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИФРОВОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ОРГАНА СОПРОТИВЛЕНИЯ, ОСНОВАННОГО НА МОДЕЛИ ЛЭП БЕЗ ПОПЕРЕЧНЫХ СВЯЗЕЙ

*Е.В. Булойчик, Д.И. Курьянович*

Научный руководитель В.И. НОВАШ, д-р техн. наук, профессор

Целью данной работы являлось исследование влияния отклонения частоты от номинального значения на погрешности определения сопротивлений защищаемого объекта измерительным органом сопротивления (ИОС), основанным на математической модели ЛЭП в виде дифференциального уравнения

$$u = R + L \cdot \frac{di}{dt} = R \cdot i + L \cdot i'$$

Для определения  $R$ ,  $L$  с использованием  $u$ ,  $i$  и  $i'$  необходимы два сочетания этих величин в моменты времени  $t_1$  и  $t_2$ .

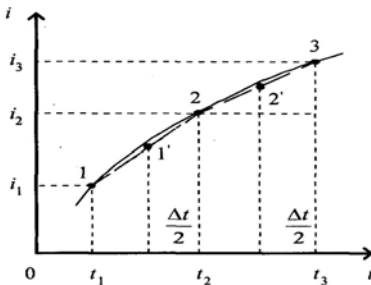


Рисунок 1 – Пояснение к определению производных тока

Для более точного вычисления производной тока ее следует относить к середине интервала  $\Delta t$  и иметь три выборки тока (рисунок 1). К серединам интервалов следует относить также и значения тока и напряжения.

В результате для  $R$  и  $X = \omega \cdot L$  в конечном итоге приобретают вид

$$R_{ex} = \frac{(u_1 + u_2)(i_3 - i_2) - (u_2 + u_3)(i_2 - i_1)}{(i_1 + i_2)(i_3 - i_2) - (i_2 + i_3)(i_2 - i_1)}$$

$$X_{\text{ex}} = \frac{(u_2 + u_3)(i_1 + i_2) - (u_1 + u_2)(i_2 + i_3)}{(i_1 + i_2)(i_3 - i_2) - (i_2 + i_3)(i_2 - i_1)} \cdot \frac{\Delta t}{2} \cdot \omega_0,$$

где  $\omega_0 = 2 \cdot \pi \cdot 50$  – номинальное значение угловой частоты

Исследования частотных свойств цифровых ИОС выполнялось методом вычислительного эксперимента на ПЭВМ по комплексной математической модели узла электрической сети и соответствующей программе ALNZ, воспроизводящей режимы узла сети и алгоритм функционирования ИО.

В результате исследований было выяснено, что алгоритм трех выборок практически нечувствителен к отклонениям частоты, которые могут иметь место в установившихся режимах. Погрешности входных сопротивлений при металлических КЗ и отсутствии подпитки смежного участка не превышают  $\pm 3-5\%$ , длительность установления результата после возникновения короткого замыкания 1–2 периода промышленной частоты.

Частотно-независимые алгоритмы определения входного сопротивления линий 6–10–35 кВ, основанных на цифровой фильтрации входных токов и напряжений представляют интерес для дальнейшей разработки и исследований.

#### Литература

1. Шнеерсон Э.М. Дистанционные защиты. М.: Энергоатомиздат, 1986.
2. Новаш В.И., Шмыгин В.В. Частотные свойства алгоритмов функционирования ИОС цифровых дистанционных защит ЛЭП. //Энергетика... (Известия высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). 2004. – № 5. – С. 15–23.
3. Теоретические основы и исследования алгоритмов функционирования измерительных органов цифровых дистанционных защит распределительных сетей электроэнергетических систем. Отчет о НИР БГПА по теме ГБ-00-81, № гос. регистрации 2000707, Минск, 2000.

УДК 621.319.53

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА И ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА ГЕНЕРАТОРА ИМПУЛЬСНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

*П.В. Кириченко, С.А. Ясинский, А.И. Полховский, Е.Б. Круничович*  
Научный руководитель В.А. БУЛАТ, канд. техн. наук, доцент

Высокие импульсные напряжения могут быть получены путем использования нескольких конденсаторов, которые сначала соединяются параллельно и заряжаются от выпрямителей установки до одного и