

«Сейфуллин окулары-14: Жастар, ғылым, инновациялар: цифрландыру – жаңа даму кезеңі» атты Республикалық ғылыми-теориялық = **Материалы** Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения-14: Молодежь, наука, инновации: цифровизация – новый этап развития». - 2018. - Т.1, Ч.3 – С. 160-162

КРАТКАЯ ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА ОБ ИССЛЕДОВАНИЯХ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ОЗЗ.

Рахимбеков М.С.

В СССР интерес к исследованиям электромагнитных переходных процессов при ОЗЗ появился в конце 50-х годов в связи с широким внедрением в электрических сетях среднего напряжения 3-35 кВ режима изолированной нейтрали и резонансного заземления нейтрали через ДГР и первыми разработками защит от данного вида повреждений, основанных на использовании электрических величин переходного процесса для повышения их селективности и чувствительности. Необходимость исследования электромагнитных переходных процессов при ОЗЗ в сетях среднего напряжения, как было показано выше, определяется еще и тем, что они оказывают значительное влияние на функционирование защит от данного вида повреждений, основанных на использовании различных составляющих установившегося режима замыкания на землю. Учитывая сложность электромагнитных переходных процессов при ОЗЗ, предпочтение отдавалось экспериментальным исследованиям в действующих сетях и на физических моделях [1,2, 4]. Эти исследования послужили основой для разработки теоретических методов анализа и методов математического моделирования на ЭВМ переходных процессов при ОЗЗ в электрических сетях среднего напряжения и в сетях 6-10 кВ.

В настоящее время, учитывая ограниченные возможности физического моделирования, и в связи с созданием эффективных универсальных систем математического моделирования (например, MATLAB), а также специализированных программ моделирования электромагнитных переходных процессов в ЭЭС[3,5] основным методом исследования переходных процессов при ОЗЗ в сетях среднего напряжения стало имитационное моделирование на ЭВМ.

Аналитическим исследованиям переходных процессов при ОЗЗ в электрических сетях среднего напряжения посвящено множество работ .

Существенный вклад в развитие аналитических методов исследования электромагнитных переходных процессов внесли ученые России и стран СНГ: Сирота И.М, Шуляк В.Г, Дударев Л.Е, Шуин В.А, Попов И.Н, Лачугин В.Ф, Вайнштейн Р.А, Головки С.И, Цапенко Е.Ф. Из зарубежных исследований следует отметить работы проф. Pundt H.

При исследованиях электромагнитных переходных процессов в трехфазных электрических цепях практическое применение получили 3 основных подхода к решению задач аналитическими методами [6] :

1. Аналитическое решение в фазных координатах a, b, c .
2. Аналитическое решение в симметричных координатах прямой, обратной и нулевой последовательностей.
3. Аналитическое решение, D, O координатах.

Исследование переходных процессов при несимметричных повреждениях в фазных составляющих представляет собой громоздкую задачу из-за необходимости совместного решения уравнений Кирхгофа для токов и напряжений всех фаз. Сложность непосредственного определения фазовых токов и напряжений определяется тем обстоятельством, что в общем случае несимметричных процессов уравнения какой-либо одной фазы содержат токи и напряжения всех фаз. Поэтому обычно расчет переходных процессов в трехфазных цепях производится не в фазовых переменных, а в симметричных составляющих или в a, D, O составляющих, обладающих тем свойством, что система уравнений переходных процессов в этих переменных распадается на уравнения, каждое из которых содержит неполное количество переменных. Преимуществом такого подхода является возможность получения решения для составляющих нулевой последовательности u_0 и i_0 , на использовании которых основаны большинство устройств защиты от 033.

Список литературы

1. Лихачев Ф.А. Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью и с компенсацией емкостных токов. - М.: Энергия, 1971.
2. Дударев Л.Е., Дуговые замыкания на землю в кабельных сетях / Л.Е. Дударев, С.И. Запорожченко, Н.М. Лукьянцев // Электрические станции. - 1971, №8.-С. 64-66.
3. .Liu, XM (Liu, Xingmou); Yang, YM (Yang, Yongming) ; Huang, YC (Huang, Yichen) ; Jadoon, A (Jadoon, Ammad), Vibration characteristic investigation on distribution transformer influenced by DC magnetic bias based on motion transmission model, INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRICAL POWER & ENERGY SYSTEMS, JUN 2018, 389-398 p.
4. Golding S. Исследование переходных процессов при замыканиях на землю в кабельных сетях. Выбор защиты от замыканий на землю // Релейная защита. Пер. доклад. CIGRE под ред. А.М. Федосеева. - М.: Госэнергоиздат, 1963.-С. 323-334.
5. Фролова О.В. Разработка комплекса программных средств моделирования электромагнитных переходных процессов в электроэнергетических системах для релейной защиты / Дис. ... канд. техн. наук. - Иваново, 1998.
6. Левинштейн М.Л. Операционное исчисление в задачах электротехники. Изд. 2-е, доп. — Л., «Энергия», 1972.- 360 с.