



УДК 621.313:32.965

ПОСТРОЕНИЕ АЛГОРИТМОВ РЗА НА БАЗЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МЕТОДИК КАБЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ 6,10 КВ.

СУЕРКУЛОВ М.А., ТАКЫРБАШЕВ К.Б.

КГТУ им.И.Раззакова

izvestiya@ktu.aknet.kg

Непрерывный мониторинг состояния процессов, происходящих в КЛ, позволяет своевременно обнаружить начало разрушения изоляции кабеля и осуществлять динамическое управление нагрузкой и режимом работы кабельных линий. Рассмотрена современная интеллектуальная система диагностики КЛ.

Continuous monitoring of a condition of the processes happening in CL, allows to find in due time the beginning of destruction of isolation of a cable and to exercise dynamic control of loading and an operating mode of cable lines. The modern intellectual system of diagnostics of CL is considered.

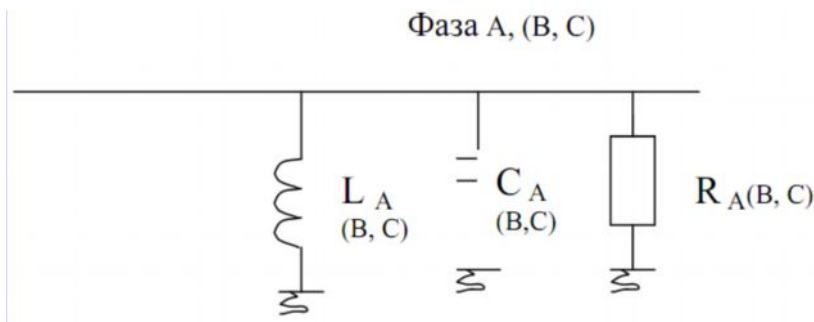
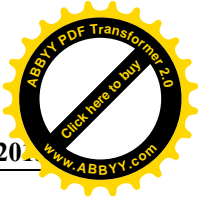
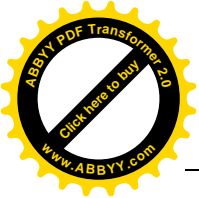
Введение. Для диагностики и расчета уставок направленных защит необходимо исследовать виды небалансов.

Под небалансом будем понимать рабочий сигнал тока нулевой последовательности.

В реальной сети всегда существуют небалансы параметрические, конструктивные, режимные, поэтому при диагностике сети, необходимо учитывать технологические небалансы. Они делятся:

1. Небалансы, связанные с различными процессами в сети:
 - вызванные феррорезонансными явлениями;
 - токов нулевой последовательности, вызванные
 - несимметрией фазных сопротивлений сети в нормальном режиме.
 - небаланс, связанный с несимметрией фазных ЭДС источника питания;
 - вызванный несимметрией фазных нагрузок.
2. Небалансы, вызванные погрешностями измерительной аппаратуры:
 - по току нулевой последовательности $3 I_0$,
 - угловыми погрешностями трансформаторов тока (ТТ).

Постановка задачи



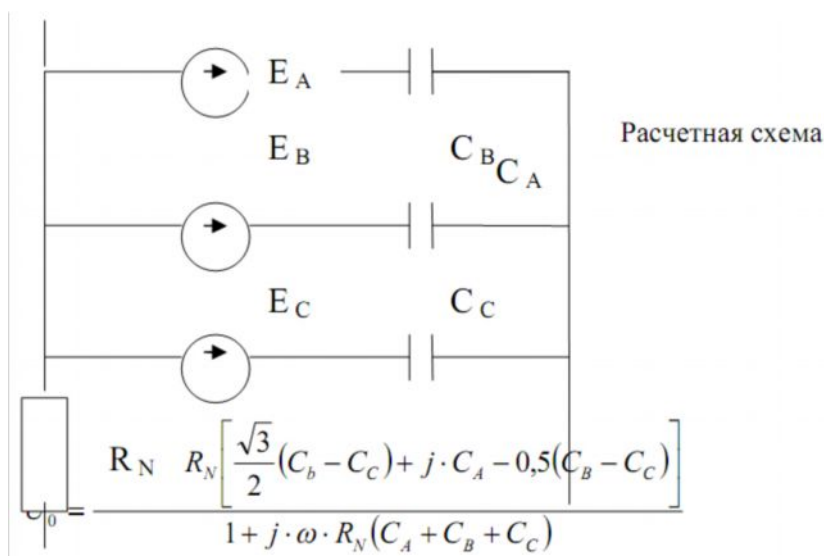
Сх. Модель системы

В любой системе имеются включенные между проводом и землей индуктивность, емкость, активное сопротивление изоляции. Индуктивность можно считать сосредоточением трансформаторных напряжений.

Причинами появления несимметрии может быть следующее:

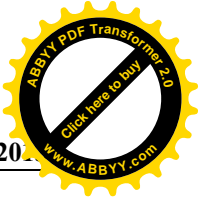
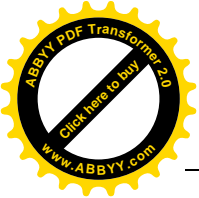
- сгорание предохранителя в одной фазе трансформатора напряжения приводит к исчезновению напряжения.
- повреждение изоляции приводит к нарушению симметрии фазных емкостей.
- прикосновение веток и увлажнение изоляции кабелей, а также загрязнение изоляторов приводит к нарушению симметрии активных сопротивлений и к появлению утечки тока по изоляции.

Построение алгоритмов диагностических методик кабельных сетей 6,10 кВ



$C_B = C_c = C_\Phi$

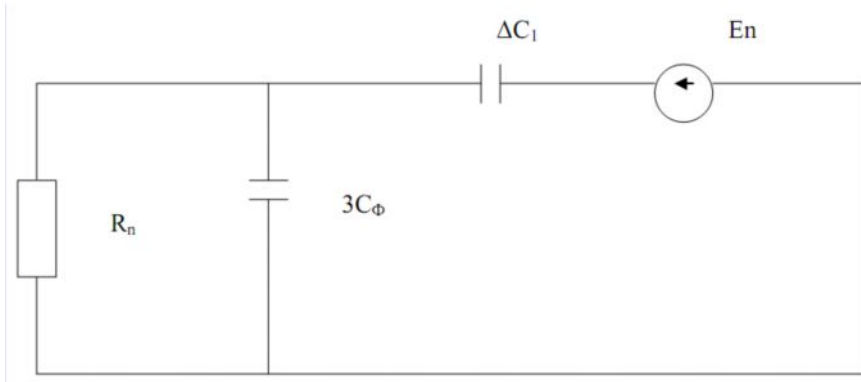
$C_A = k C_\Phi$ допустим, изменяется емкость фазы A C_A k раз, тогда получим



$$U_0 = \frac{j \cdot E_N \cdot \omega \cdot R_N \cdot C_\phi (k-1)}{1 + j \cdot \omega \cdot R_N (C_\phi \cdot (k+1))}$$

Источником напряжения нулевой последовательности является

$\Delta C_1, \Delta C_1 = C_\phi (k-1)$, где $k > 1$ - в случае увеличения емкости фазы А.



Рассмотрим случай $0 \leq k \leq 1$ уменьшения емкости фазы А:

$$C_B = C_C = C_A \quad C_A = k C_\phi$$

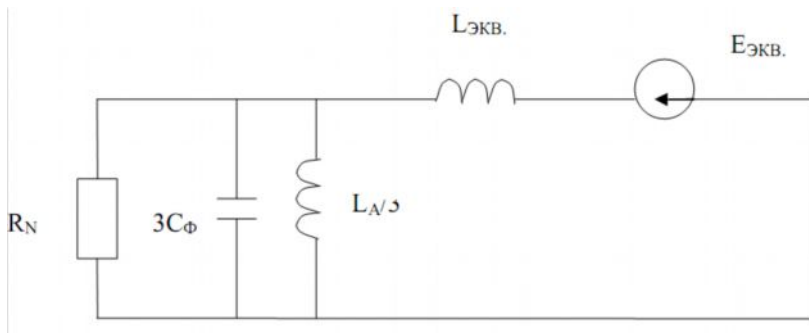
ЭДС фазы А уменьшена вдвое и направлена в противоположную сторону, по сравнению с предыдущей схемой, последовательно включена удвоенная емкость.

$\Delta C_2 \quad \Delta C_2 = C_\phi (1 - k)$. Емкости линий будут $3 k C_\phi$ - утроение емкости фазы А.

$L_A > L_B > L_C$ В качестве симметричной принимаем L_A

$$\Delta L_B = \frac{L_A \cdot L_B}{L_A - L_B} \quad \Delta L_C = \frac{L_A \cdot L_C}{L_A - L_C} \quad \Delta L_{ЭКВ.} = \frac{\Delta L_B \cdot \Delta L_C}{\Delta L_B + \Delta L_C}$$

$$E_{ЭКВ.} = L_{ЭКВ.} \left(\frac{E_B}{\Delta L_B} + \frac{E_C}{\Delta L_C} \right)$$



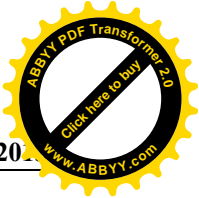
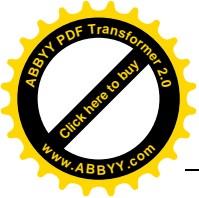
Расчетная схема нулевой последовательности

Рассмотрим случай, когда емкость каждой фазы различна.

Допустим, $C_A < C_B < C_C$, в качестве симметричной применяем минимальную емкость C_A .

$$\Delta C_B = C_B - C_A \quad \Delta C_C = C_C - C_A$$

$$E_{ЭКВ.} = \frac{1}{C_{ЭКВ.}} \cdot (\Delta C_B \cdot E_B + \Delta C_C \cdot E_C), \quad \text{где } C_{ЭКВ.} = \Delta C_B + \Delta C_C$$



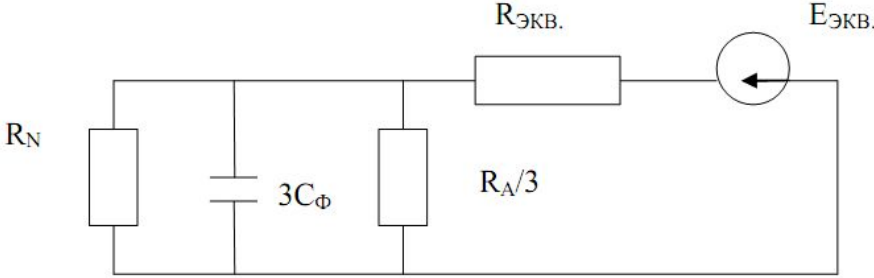
Рассмотрим случай, когда $R_A > R_B > R_C$

$$\Delta R_B = \frac{R_A \cdot R_B}{R_A - R_B}$$

Берем за базовую величину максимального

активного сопротивления фазу А

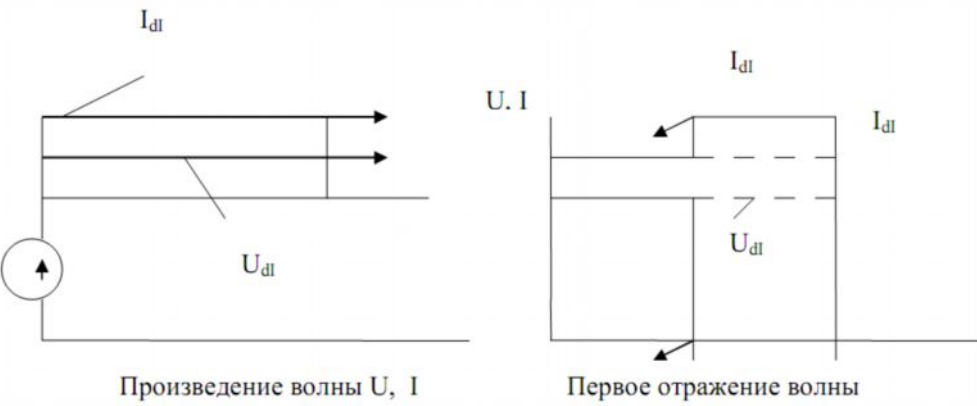
$$\Delta R_C = \frac{R_A \cdot R_C}{R_A - R_C}$$

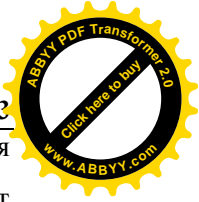
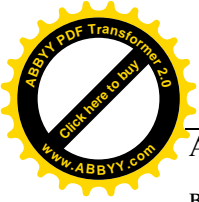


$$E_{ЭКВ.} = R_{ЭКВ.} \left(\frac{E_B}{\Delta R_B} + \frac{E_C}{\Delta R_C} \right), \quad R_{ЭКВ.} = \frac{\Delta R_B \cdot \Delta R_C}{\Delta R_B + \Delta R_C}$$

Возникающие волновые процессы в линиях с распределенными параметрами, которые принимаются без потерь, где R_0 – активное продольное сопротивление, G – поперечная проводимость единицы длины линии, принятые равными нулю.

Напряжение и токи в любой точке линии представим в виде суммы падающих и отраженных волн.





Алгоритм отыскания повреждения на линии основано на измерении времени распространения вдоль линии с распределением параметров электромагнитных волн напряжения. Отсчет времени происходит при фиксации моментов приходов волн, возникающих в месте повреждения. Предположим, при этом, что линия длиной L заряжена до напряжения $+U$ относительно земли.

Частотно-параметрический метод локации

В основе этого метода лежат частотные характеристики сети в режиме ОЗЗ. Моделируя электромагнитные переходные процессы, получим алгоритм локации. Задается ток, изменяемый по частоте, в широком диапазоне и фиксируется напряжение на заданной точке. На основе полученных частотных характеристик, строится зависимость частоты от расстояния до места замыкания.

В реальной сети переходной процесс ОЗЗ фиксируется путем измерения фазных напряжений на шинах РУ и токе нулевой последовательности поврежденного кабеля.

Частота переходного процесса выделяется на основе спектрального анализа измеряемых величин. Расстояния до места замыкания определяется сопоставлением частотного спектра, полученного при ОЗЗ в сети со спектром, полученным при моделировании.

Исследования показали [8], что сопротивление дуги и переходные сопротивления в месте замыкания практически не оказывают никакого влияния на частотный спектр.

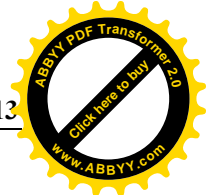
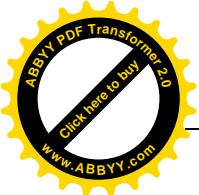
Дифференциально-параметрический метод локации

Суть метода состоит в том, что напряжение на поврежденной фазе, появляющееся в начальный момент ОЗЗ, аппроксимируется полиномом второй степени, после чего дифференцируется, определяется его максимум и выполняется нормировка.

С увеличением расстояния от центра питания до места замыкания максимальное значение нормированной производной $\frac{dU}{dt}$ уменьшается. Оценка расстояния до места замыкания производится путем сопоставления значения производной с расчетным и априорно полученными зависимостями. $\frac{dU}{dt} = \varphi(l_3) \cdot \ell_3$ – расстояние до места замыкания.

Заключение

- 1. Методы неразрушающей тестовой диагностики повышают надежность КЛ и увеличивают срок их службы.*
- 2. Непрерывный мониторинг состояния процессов, происходящих в КЛ, позволяет своевременно обнаружить начало разрушения изоляции кабеля и осуществлять динамическое управление нагрузкой и режимом работы кабельных линий. Рассмотрена современная интеллектуальная система диагностики КЛ.*



Литература

1. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. М. : Энергоатомиздат, 1989.
2. Объемы и нормы испытаний электрооборудования. Издание шестое под ред. Б.А. Алексева, Л.Г. Когана Изд. ЭНЛС, 1998.
3. Труды четвертой всероссийской научно-технической конференции ограничений перенапряжений. Режим заземления нейтрали. г.Новосибирск, 2006 г.
4. Труды НГТУ: Перенапряжение и эффективное заземление нейтрали. №2,2002 г., №3,2004 г., №4,2006 г. №5,2008 г.
5. Кадомская К.П., Качесов В.Е. Диагностика и мониторинг кабелей среднего напряжения. «Электротехника» №11,2000 г.

Козлов Д.Е. Неразрушающий контроль и диагностика кабелей с полиэтиленовой изоляцией. Журнал « Электрические станции», № 11, 2003 г.