

Шкабура С.В., студентка(svetashkabura@rambler.ru)

Нечай Г.П., студентка(nechay1995@ukr.net)

Остренко Д.О., студент(ostrenko-dmitry2013@yandex.ua)

ДВНЗ „Донецький національний технічний університет”, м. Покровськ, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ З ІЗОЛЬОВАНОЮ НЕЙТРАЛЛЮ ПІД ЧАС ОДНОФАЗНИХ ЗАМИКАНЬ НА ЗЕМЛЮ

Електричні мережі 6-35кВ отримали широке поширення і відносяться до мереж, що працюють з ізолюованою нейтраллю. Однофазні замикання на землю (ОЗЗ) в цих мережах становлять не менше 70 % загального числа ушкоджень [1] і супроводжуються виникненням кидків ємнісних струмів і перенапруг.

Ця тема освітлена у магістерських роботах студентів ДонНТУ (Алесіча Н.С. «Підвищення ефективності функціонування мереж 6-10 кВ в режимах замикання на землю», Циганкова В.А. «Ефективність способів обмеження перенапруг в мережах 6-10 кВ при замиканнях фази на землю», Борзенко О.С. «Дослідження режимів роботи мереж з ізолюованою нейтраллю при замиканнях фази на землю»), що в котрий раз доводить актуальність проблеми.

В даній роботі ми розглядаємо особливості роботи мережі з ізолюованою нейтраллю під час однофазних замикань на землю, моделюємо замикання за допомогою створеної схеми мережі і після цього аналізуємо отримані осцилограми.

Згідно з технологічними вимогами ПУЕ, що зараз діють в Україні, для розподільчих електричних мереж напругою 6-35 кВ встановлюють режими роботи з ізолюованою нейтраллю, тобто нейтраллю, яка не приєднана до заземлюючого пристрою або приєднана до нього через прилади сигналізації, вимірювання, захисту, заземлювальні дугогасні реактори і подібні їм пристрої, які мають великий опір. Зазвичай, в таких мережах струм однофазного замикання на землю менше 500 А.

Такі режими роботи мають наступні переваги:

- Підвищена надійність. У мережах з ізолюованою та компенсованою нейтраллю замикання на землю не викликає короткого замикання і не призводить до відключення пошкодженої фази, отже електроустановки на непошкоджених фазах можуть продовжувати працювати.

- Підвищена (порівняно з режимами заземлення нейтралі) безпека роботи персоналу в нормальному режимі, оскільки струм замикання, що проходить через людину залежить як від опору тіла людини, так і від комплексу повного опору фази відносно землі.

Недоліком цього режиму є:

- Підвищена небезпека роботи персоналу в аварійному режимі, оскільки в аварійному режимі напруга непошкоджених фаз збільшиться до лінійної.

- Потреба в засобах для ефективного безперервного контролю стану ізоляції для підтримання безпеки роботи в нормальному режимі і підвищена складність налаштування систем релейного захисту та автоматики для режиму ізолюованої нейтралі. Так, при визначенні фазних струмів і напруг за трансформатором потрібно зважати на те, що струм і напруга при переході через трансформатор змінюються не тільки за модулем, а і по фазі, в залежності від групи з'єднань його обмоток. Це створить розбіжності в значеннях режимних параметрів по різні боки від трансформатора, а отже ускладнить налаштування систем РЗА для протидії аваріям, що виникнуть за трансформатором.

Під час виникнення ОЗЗ в мережі з ізолюованою нейтраллю (переважно в кабельних лініях) виникають внутрішні перенапруги, які супроводжуються нестійким (переміжним) горінням дуги в місці однофазного замикання на землю. Виникнення перенапруг під час ОЗЗ відбувається за рахунок зсуву напруги нейтралі, що приводить до зростання напруги на

неушкоджених фазах до лінійної. Також в мережах з дугогасними реакторами можуть виникати резонансні перенапруги, викликані послідовним резонансом у контурі, що складається з його індуктивності та ємності мережі на землю. За рахунок коливального характеру перехідного процесу максимальне значення перенапруги після першого пробію ізоляції ушкодженої фази досягає значень 2,4-2,5 фазної напруги U_{ϕ} . Якщо подальші пробіи ізоляції відбуваються за ненульового значення напруги нейтралі, то виникає швидке її зростання, в результаті чого максимальні значення напруги на неушкоджених фазах досягають 3,2-3,5 фазної напруги U_{ϕ} . Такі високі значення перенапруг та тривалий час дії струму є недопустимими для кабельних мереж.[2]

Була створена модель мережі для симуляції однофазного замикання на землю в пакеті прикладних програм MATLAB в додатку Simulink (Рисунок 1). Модель вдосконалена завдяки заміні ліній із зосередженими параметрами лініями з розподіленими параметрами. Це дозволяє більш точно проаналізувати перехідні процеси, які виникають при однофазному замиканні на землю.

В нашій моделі були використані наступні елементи: джерело живлення мережі, лінії з розподіленими параметрами, трансформатори струму нульової послідовності, споживачі, котушка Петерсена, комутаційні та вимірювальні пристрої.

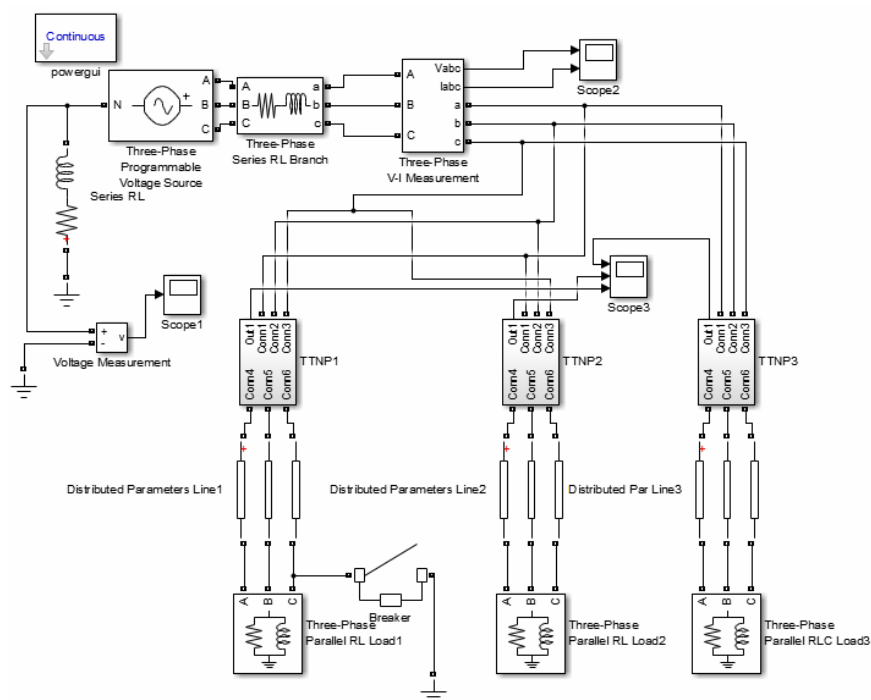


Рисунок 1 — Модель мережі для симуляції однофазного замикання на землю

Під час моделювання ми почергово симулювали мережу з котушкою Петерсена та без неї (рис. 2). Після симуляції виявлений позитивний вплив використання котушки Петерсена, що полягає в стабілізації роботи мережі завдяки компенсації ємнісних струмів під час однофазного замикання на землю. З порушенням симетрії фазних напруг, в нульовому виводі трансформатора котушки з'являється потенціал, величина якого залежить від характеру замикання на землю: чим нижче напруга на фазному проводі, тим вище напруга в нейтралі, а відповідно і напруга прикладена до котушки. Теоретично, найідеальніший компенсації ємнісного струму замикання на землю, можна досягти резонансним налаштуванням котушки Петерсена [3].

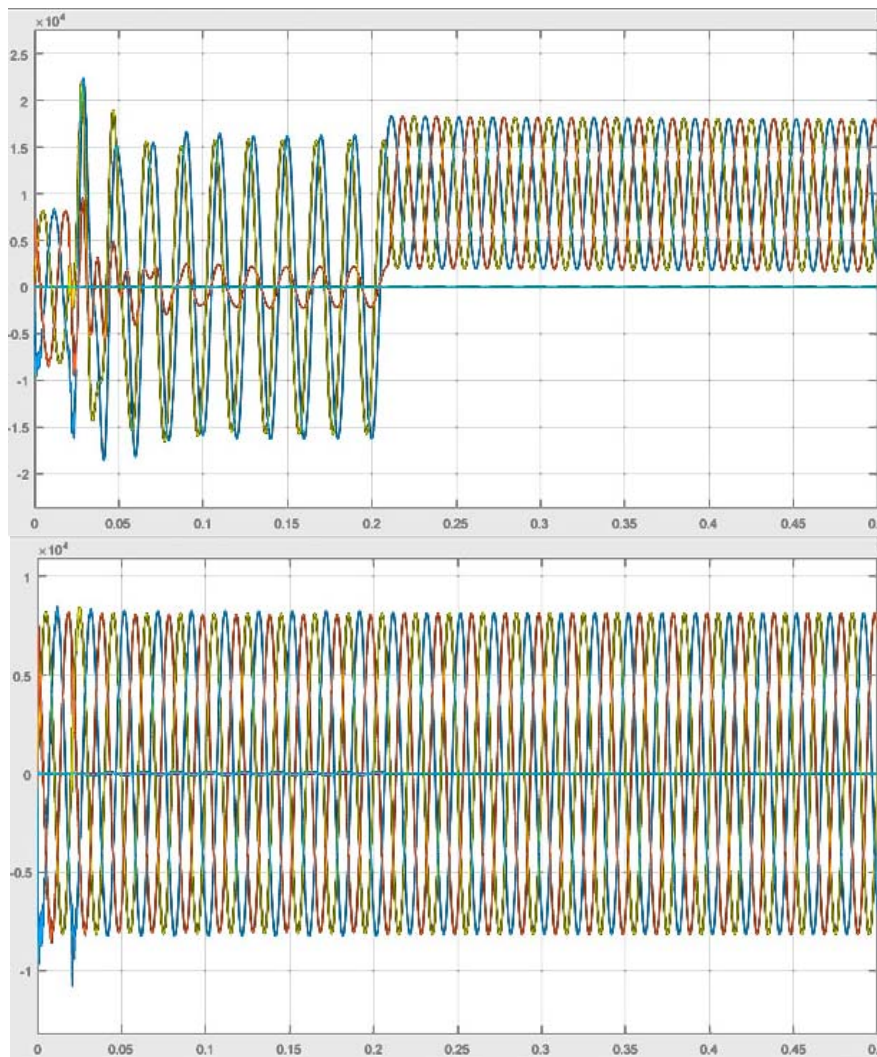


Рисунок 2 — Осцилограми мережі без котушки Петерсена та з її застосуванням

Порівнюючи наведені осцилограми ми бачимо, що використання котушки Петерсена дозволяє уникнути зсуву напруги в системі електропостачання, що спостерігається на першій осцилограмі.

Таким чином, були розглянуті особливості роботи мережі з ізольованою нейтраллю під час однофазних замикань на землю, а також створена модель, що симулює замикання в мережі. В подальшому планується вдосконалення даної моделі з метою визначення оптимальних методів налаштування котушки Петерсена та забезпечення селективної роботи релейного захисту.

Перелік посилань:

1. Половой И. Ф. Внутренние перенапряжения на электрооборудовании высокого и сверхвысокого напряжения / И. Ф. Половой, Ю. А. Михайлов, Ф. Х. Халилов. — Л. : Энергоатомиздат, 1990. — 152 с.
2. Романовський В.І., Лебедка С. М. Аналіз замикань на землю в мережах 6 кВ для вибору оптимального способу заземлення нейтралі// Вісник Вінницького політехнічного інституту.-2012-№1-Ст.5-8
3. Лихачев Ф.В. Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью и с компенсацией емкостных токов. — Москва: Энергия, 1971. — 254 с.

Науковий керівник: Колларов О.Ю., к.т.н., доцент