

ВИБІР СПОСОБУ ВСТАНОВЛЕННЯ РЕЗИСТОРУ В НЕЙТРАЛЬ ТРАНСФОРМАТОРУ РОЗПОДІЛЬНОЇ МЕРЕЖІ НАПРУГОЮ 20 кВ

Шаталов Є.О., магістрант, Кирик В.В. д.т.н., професор

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електричних мереж та систем

Вступ. Розподільні мережі напругою 20 кВ характеризуються великими ємнісними струмами, що унеможлиблює їх роботу із ізольованою нейтраллю [1]. Використання низькоомних резисторів для заземлення нейтралі мережі є широко розповсюдженою практикою в країнах Європи. До переваг відноситься простота виконання релейного захисту та швидке відключення пошкодженої лінії. Важливим питанням є вибір способу встановлення резистора: через окремий трансформатор заземлення нейтралі або в нейтраль розподільного трансформатора 110/20 кВ.

Мета роботи. Аналіз процесів, що виникають при виконанні низькоомного резистивного заземлення нейтралі на розподільному трансформаторі 110/20 кВ або через окремий трансформатор заземлення нейтралі.

Матеріали та результати дослідження. При встановленні резистора в нейтраль трансформатора 110/20 кВ змінюється схема з'єднання його обмоток з $Y_{(n)}/D$ на $Y_{(n)}/Y_n$. При з'єднанні обмоток трансформатора по схемі $Y_{(n)}/D$ він є нечуттєвим до несиметричних навантажень (майже відсутнє зміщення нейтралі) та не пропускає вищі гармоніки в мережу 110 кВ.

При схемі з'єднання трансформатора $Y_{(n)}/Y_n$ ампервитки не врівноважуються, а це означає що створюється додаткові магнітні поля, що замикаються через повітря. При несиметричному навантаженні, по вище зазначеній причині, виникатиме суттєвий зсув нейтралі.

Для визначення можливості, встановлення 1-го резистору на 2 трансформатори на окремій підстанції розроблено спрощену модель мережі за допомогою програмного пакету MATLAB SimPowerSystem (рис. 1).

Потужність трансформаторів становить 16 МВА, лінії виконано кабелями XRUNAKS-20 3x(1x150/50) та XRUNAKS-20 3x(1x120/50), довжи-на кожної – 10 км, навантаження кожної лінії становить 6 МВт активної та 2 МВАр реактивної потужності. Опір резистора становить 10 Ом.

Параметри напруги та струму на трансформаторі при однофазному короткому замиканні на лінії 1 при вимкненому секційному вимикачеві наведено на рис. 2. Тривалість короткого замикання становить 0,3 с (час спрацювання уставки МСЗ), час початку – 0,3 с. Бачимо, що напруга на пошкодженій фазі значно зменшується, а не робочих зростає, що повністю узгоджується із теорією [2].

На рисунках жовтими, зеленими та червоними кольорами позначено напруги в фазах, а чорними – струми.

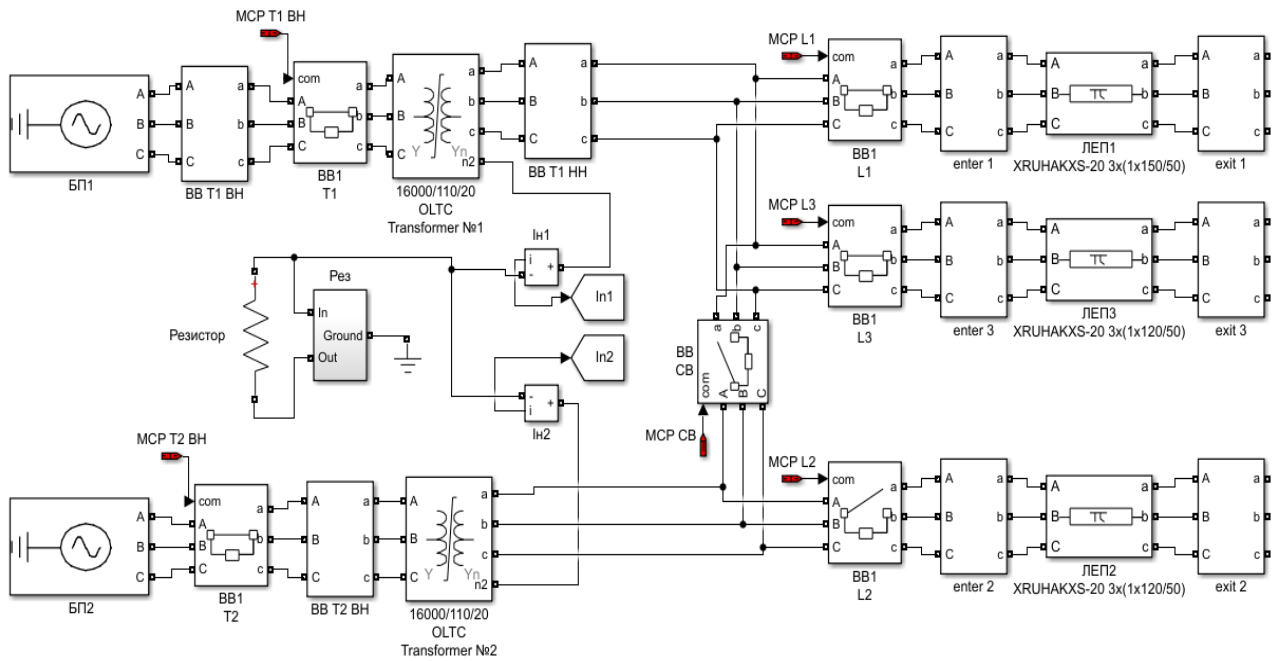


Рисунок 1 – Модель мережі із спільною резистивно заземленою нейтраллю

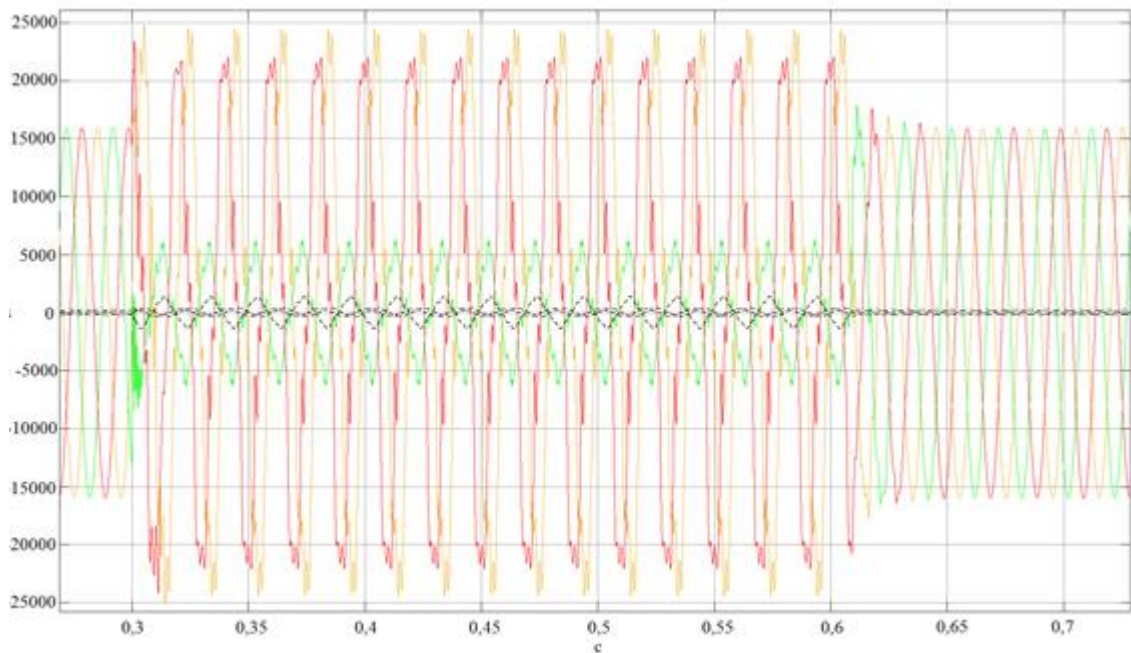


Рисунок 2 – Струми та напруги на лінії при КЗ

На рис. 3 наведено напруги та струм на лінії 2, що живиться від трансформатора Т2. Із нього видно, що при перехідних процесах в моменти часу 0,3-0,35 с та 0,6-0,65 має місце викривлення форми напруги, тобто в мережу проникають вищі гармоніки.

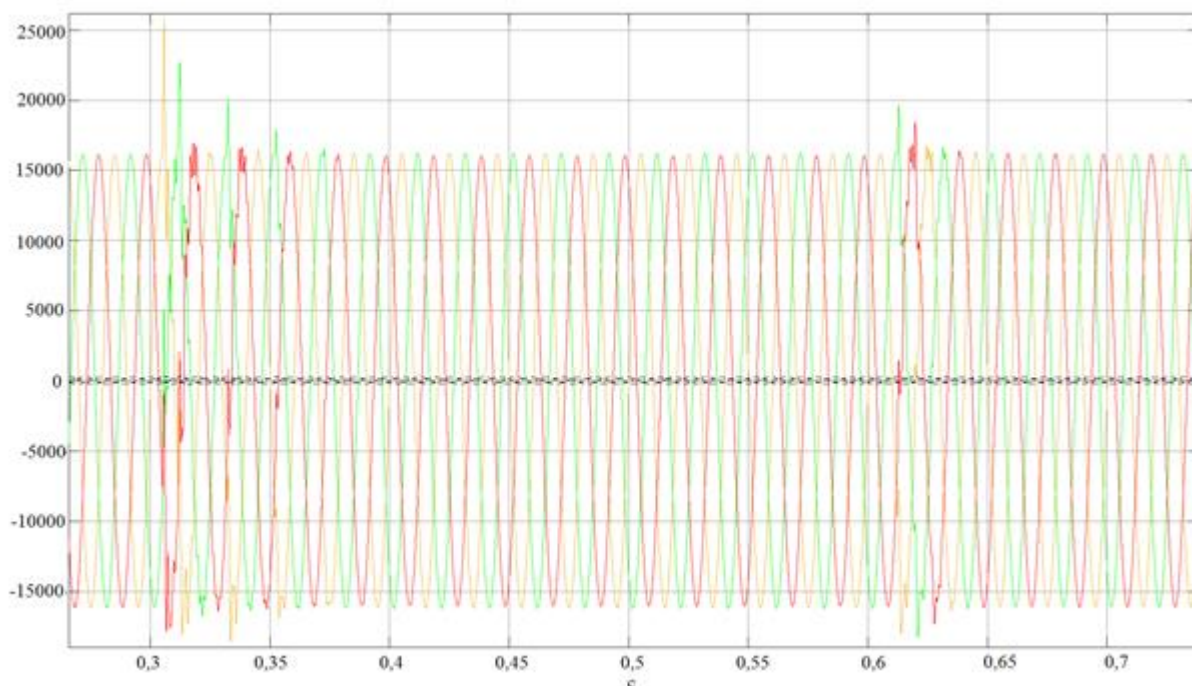


Рисунок 3 – Струми та напруги на лінії 2 шин при КЗ на лінії 1

За випадку, коли лінії від другої секції шин знаходиться в неробочому ході мають місце сильні спотворення напруг по амплітуді (рис. 4).

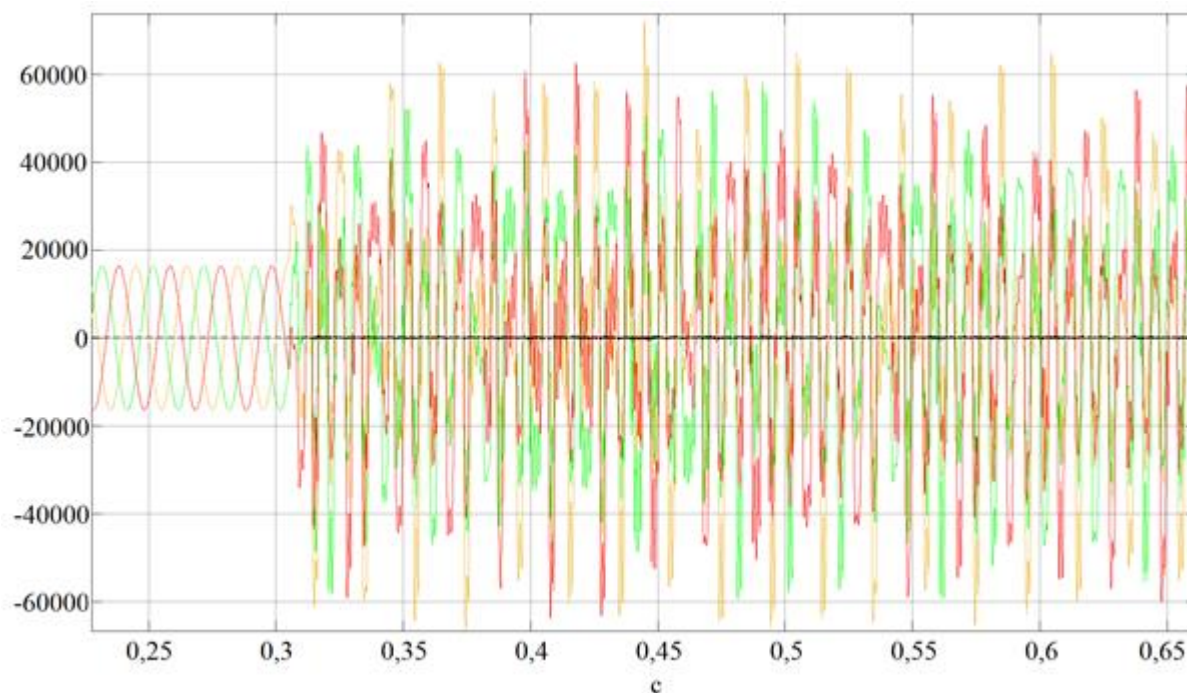


Рисунок 4 – Струми та напруги на лінії 2 на холостому ході при КЗ на лінії 1

Висновки. При встановленні одного резистора безпосередньо в нейтралі двох трансформаторів виникає електромагнітний зв'язок через обмотки трансформаторів між двома частинами мережі від різних секцій шин. При виникненні перехідних процесів в мережі вищі гармоніки поширюються на всю мережу, що може призвести до хибних спрацювань релейного захисту.

В той же час, значення струмів, по яким виконується більша частина релейних захистів, не змінилися.

Таким чином, встановлення одного резистора на два трансформатори не рекомендується при виконанні релейного захисту з пуском по напрузі, а також при сильному завантаженні трансформаторів в нормальному режимі роботи, оскільки перенапруги призводять до старіння ізоляції. В той же час, за необхідності економії або неможливості встановлення двох резисторів розглянутий варіант можна застосовувати, але лише за умови простого струмового захисту або надійного відлаштування від можливих збільшень струму та напруги.

Перелік посилань

1. ПУЕ. – Мінпаливенерго України, 2017. – 832 с.
2. Шуин В.А. Защиты от замыканий на землю в электрических сетях 6-35 кВ./ Шуин В.А., Гусенков А.В.: М.: НТФ НТФ “Энергопрогрес”, 2001 – 100с.
3. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. – М.: Энергия, 1970 – 519 с.