

ЙМОВІРНИЙ ПІДХІД ДО ЗАХИСТУ БАЗОВИХ СТАНЦІЙ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ ВІД ВПЛИВІВ КОРОТКИХ ЗАМИКАНЬ, ЩО ВИНИКАЮТЬ НА ВИСОКОВОЛЬТНИХ ЛЕП

Баховський П. Ф., к.т.н., доцент; Євсюк М. М., к.т.н., доцент
Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна

Струми, що виникають на високовольтних лініях електропередач (ЛЕП) при коротких замиканнях (КЗ) можуть впливати на базові станції (БС) мобільного зв'язку. Шляхи надходження перенапруг на БС при КЗ на ЛЕП зображені стрілками на рис. 1 [1].

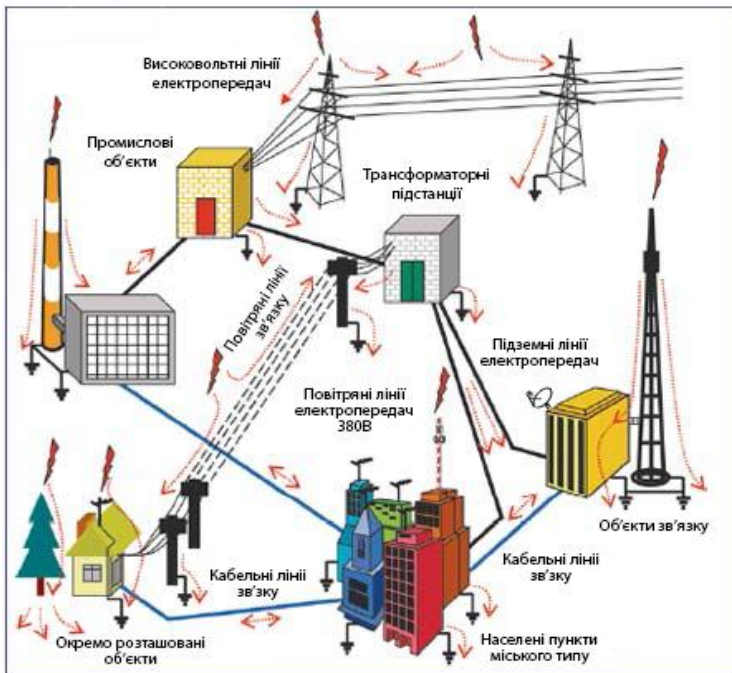


Рис.1. Шляхи надходження перенапруг на базові станції при КЗ на ЛЕП

Основним принципом захисту БС є вирівнювання потенціалів між двома провідниками [1]. У разі ж виходу з ладу захисних пристроїв, можливе виникнення режиму КЗ у будь-якій точці високовольтної ЛЕП, при цьому поздовжня ЕРС стає значно більшою за допустиму [2]. Якщо припустити, що виникнення КЗ у різних точках ЛЕП будуть рівнозначними [2], то, враховуючи, що ймовірність виникнення КЗ у сегменті довжиною L_n прямопропорційна

$$P_{kzn} = L_n / L_{lep} \quad (1)$$

довжині цього сегменту, можна розрахувати ймовірність виникнення КЗ у такому сегменті ненадійної ділянки високовольтної ЛЕП за формулою [2]:

де P_{kzp} — ймовірність виникнення КЗ в n -ому сегменті ненадійної ділянки ЛЕП довжиною L_n ; L_{lep} — загальна довжина ЛЕП.

Ненадійні сегменти на високовольтних ЛЕП можна визначити, виконавши ряд розрахунків приведених напруг за допомогою розробленої математичної моделі [2] впливу ЛЕП на БС, задаючи послідовно ряд сегментарних точок КЗ з біжучими координатами X_{kz} . Для кожного сегменту за результатами проведених розрахунків визначається максимальна величина наведеної ЕРС — E_n на БС з урахуванням кута впливу — Ψ_n . Для розрахунку випадку КЗ у ненадійному сегменті розраховуємо величину остаточної ЕРС за формулою [2]:

$$E_{n.o} = E_n \cdot S(\psi_n, E_n) \quad (2)$$

де $E_{n.o}$ — остаточна величина наведеної ЕРС; ψ_n — кут впливу; E_n — максимальна величина наведеної ЕРС; S — коефіцієнт захисної дії від величини E_n .

КЗ у кожній точці ненадійного сегменту довжиною L_n охарактеризуємо модулем наведеної на БС ЕРС і кутом характеру впливу, який буде мінятися при зміні точки КЗ у межах сегменту L_n . Якщо такі зміни незначні, то можна задати для всіх точок КЗ у ненадійному сегменті модуль наведеної на БС ЕРС, що дорівнюватиме максимальному значенню, а кут характеру впливу мінімальному значенню, тобто E_n і ψ_n відповідно. При КЗ на високовольтних ЛЕП значення фаз напруг ЛЕП U_e , при яких виникають КЗ є випадковою величиною, що розподіляється за певним законом. Щільність розподілення ймовірності $F_{(U)}$ буде рівною [3]:

$$F_{(U)} = K / \left(\sqrt{2\pi\sigma} \cdot e^{-\frac{U_0 - U_e}{2\sigma^2}} \right) \quad (3)$$

де ($0 \leq U_e \leq \pi$), K — нормований коефіцієнт для законів розподілення, σ — параметр, що залежить від номінальної напруги ЛЕП.

При збільшенні робочої напруги високовольтної ЛЕП функція $F_{(U)}$ буде нерівномірною (зменшиться), а максимальною стане при куті ψ_n , близькому до 90° . Ймовірність виникнення КЗ у ненадійному інтервалі фаз $P_{\Delta U}$ дорівнює різниці функцій розподілення від нижнього значення фази і нижнього значення ΔU ненадійного інтервалу в сегменті [3]:

$$P_{\Delta U} = F_{(U_{e1})} - F_{(U_{e2})} = \int_0^{U_{e1}} f(\psi) d\psi - \int_0^{U_{e2}} f(\psi) d\psi \quad (4)$$

Якщо існують такі ненадійні сегменти, причому ймовірність виникнення КЗ хоча б в одному з них більша допустимої величини, то для таких БС необхідно мати додатковий захист. Маючи розрахункові дані щодо ймовірності ненадійних сегментів на високовольтних ЛЕП, можна забезпечити більш оптимальний захист БС від впливу КЗ.

Література

1. Зоричев А. Л. Защита электроустановок от импульсных грозовых и коммутационных напряжений. Электронный ресурс: Режим доступа / market.elec. ru/nomer /5/ zashita_elektroustanovok 1.
2. Тиховод С. М. Исследование влияния высоковольтных линий на кабельные линии связи и разработка мер их защиты. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва–Запорожье — 1987.
3. Ишкин В. Х. и др. Вероятностный подход к определению опасного влияния линий электропередач на линии связи. Энергетика за рубежом. Влияние электроустановок высокого напряжения на окружающую среду. Пер. докл. СИГРЭ-82 / под ред. Шкарина Ю. П. : Энергоатомиздат, 1984.