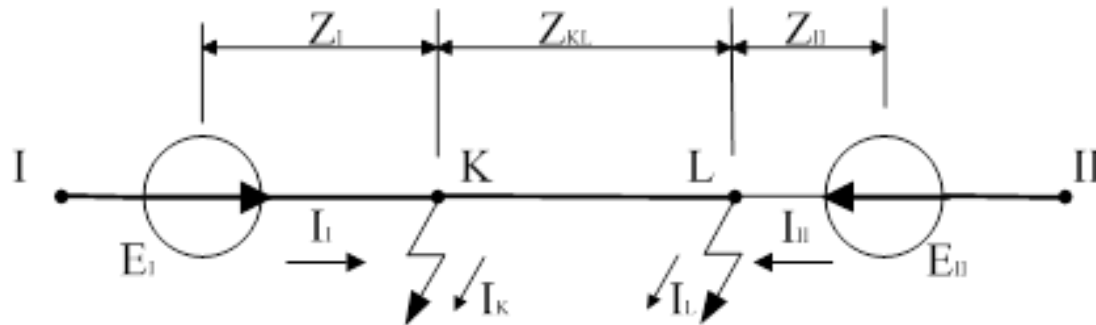




Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електричних станцій і систем

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУМІВ ТА НАПРУГ ПІД ЧАС ДВОХ ОДНОЧАСНИХ ЗАМКНЕНЬ В ЛЕП



Виконав: ст. гр ЕС-18 *Лабенський М.С.*

Керівник: к.т.н., ст. викл. каф. ЕСС *Гуцько І.О.*

Актуальність роботи

У трифазних електричних мережах можливі пошкодження електрообладнання і складні режими роботи. Причини виходу з ладу електрообладнання можуть бути різними, серед них пошкодження ізоляції, розрив проводів та кабелів, помилки персоналу при перемиканнях, що призводять до короткого замикання фаз між собою або на "землю".

Складні режими роботи електричних мереж виникають, як правило, в результаті аварій або післяаварійних відключень обладнання, при перевантаженнях і відхиленнях напруги від номінальних значень. І хоча ці режими впродовж деякого часу вважаються допустимими, вони створюють передумови для різного роду пошкоджень електрообладнання та проблеми в роботі електромереж. Для забезпечення нормальних умов роботи електричних мереж і попередження розвитку аварій необхідно швидко реагувати на зміну режиму роботи електричної мережі, миттєво відключити пошкоджене обладнання від справного і при необхідності включити резервне джерело живлення споживачів. Ці функції і виконують пристрої релейного захисту і автоматики.

Проте бувають такі складні пошкодження за яких пристрої релейного захисту спрацьовують не вірно або взагалі не спрацьовують. був випадок, коли при короткому замиканні на шинах 10 кВ підстанції на одній фазі та короткому замиканні на фідері 10 кВ іншої фази, що рівносильно двофазному короткому замиканню (фази замкнулись через землю), захист фідера не спрацював. Це призвело до пошкодження обладнання розподільних електричних мереж.

Отже, *актуальною задачею є задача дослідження струмів та напруг при двох одночасних замкненнях в ЛЕП*, що дозволить надалі використати отримані результати для налаштування пристроїв релейного захисту та автоматики.

Мета та задачі досліджень

Мета і задача досліджень. Мета роботи полягає у дослідженні методів розрахунку струмів та напруг при двох одночасних коротких замиканнях

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні основні задачі:

- * виконати аналіз вітчизняних та іноземних джерел в питанні причин пошкодження обладнання електричних мереж 10-110 кВ;
- * дослідити процеси в електричних мережах 10-110 кВ під час подвійних замкнень;
- * проаналізувати метод симетричних складових для визначання струмів і напруг при двох одночасних КЗ;
- * виконати розрахунок параметрів режиму при подвійному замиканні;
- * виконати кошторисний розрахунок вартості встановлення мікропроцесорного релейного захисту на ПС 10/110 кВ;
- * дослідити заходи з безпечної експлуатації пристроїв релейного захисту та забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Предметом дослідження є подвійні короткі замивання в мережах 10-110 кВ.

Об'єктом дослідження є струми та напруги, що протікають в електричних мережах під час подвійних замиканнях.

АНАЛІЗ ПРИЧИН ПОШКОДЖЕНЬ ОБЛАДНАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ 10-110 кВ

3.1

Режими роботи електричних мереж 10-110 кВ

Розрізняють наступні режими роботи електричної мережі (ЕМ): нормальний, аварійний та післяаварійний. За **нормального** режиму роботи ЕМ, параметри режиму, знаходяться в нормованих межах, тобто це стан системи, за якого забезпечується економічне та надійне електропостачання споживачів без перевантаження основних елементів ЕЕС.

Післяаварійний режим настає після аварійного відключення елемента, частини елементів або частини схеми. В цьому режимі система може працювати з погіршеними техніко-економічними характеристиками. **Аварійний** режим характеризується різкою зміною параметрів внаслідок аварійної зміни в схемі живлячої системи.

До аварійних режимів відносять:

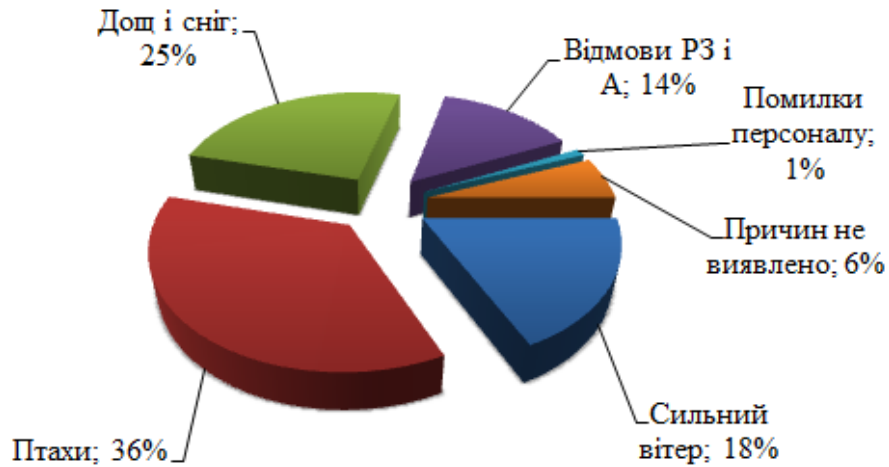
- **міжфазні замикання (трифазні та двофазні);**
- **міжфазні замикання на землю;**
- **однофазні замикання на землю в мережах з глухозаземленою нейтраллю;**
- **подвійні замикання на землю (замикання неоднойменних фаз на різних фідерах одного класу напруги).**

До аномальних режимів відносять однофазні замикання на землю в мережах на клас напруг 6-10-35 кВ в мережах з ізольованою нейтраллю.

Відомо, що під час однофазних замикань на землю струми замкнень в фазах залежать від ємнісних струмів фаз на землю, тому релейні захисти, які реагують на зростання струмів несиметрії, а саме струми нульової послідовності, які також змінюються під час однофазних замикань, не завжди спрацьовують або працюють помилково. Те саме стосується захистів від подвійних замикань на землю в мережах з ізольованою нейтраллю.

Отже мета та задачі магістерської кваліфікаційної роботи є актуальними.

АНАЛІЗ ПРИЧИН ПОШКОДЖЕНЬ ОБЛАДНАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ 10-110 кВ



Причини відмов ПЛЕП 110 кВ



Причини відмов ПЛЕП 35 кВ

Число пошкоджень і відмов роз'єднувачів, відокремлювачів, короткозамикачів (100 апаратів на рік)

Причина пошкодження	Роз'єднувач	Відокремлювач	Короткозамикач	Роз'єднувач	Відокремлювач	Короткозамикач
	Напруга 35 кВ			Напруга 110 кВ		
	2	3	4	5	6	7
1						
Перекриття опорних ізоляторів	0,8	0,8	0,3	0,8	0,05	0,01
Пошкодження опорних ізоляторів	0,7	1	1	0,25	0,4	0,2
Пошкодження контактів	0,15	0,1	-	0,1	-	-
Дефект приводу	0,05	0,2	0,2	0,02	0,1	0,1
Дефекти пружинних та передаточних механізмів, обмерзання механізмів та контактів	-	0,3	0,05	-	0,1	0,02
Пошкодження ізоляційних вставок	-	-	-	-	-	0,07
Інші	0,1	0,2	0,2	0,1	0,15	0,12
Разом відмов	1,8	2,6	1,75	0,45	0,8	0,52
Зокрема з пошкодженням обладнання	1,7	2,2	1,6	0,4	0,6	0,4

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ 10-110 кВ ПІД ЧАС ПОДВІЙНИХ ЗАМКНЕНЬ

Метод комплексних схем заміщення для визначення струмів та напруг при двох одночасних пошкодженнях

Цей метод використовується для визначення струмів та напруг при одночасному замиканні на землю однакових фаз (наприклад, В і С) в мережах з великим струмом замикання на землю (рис. 2.1, а).

Комплексна схема заміщення при одночасних двох несиметриях може бути складена, якщо електричне з'єднання між схемами окремих послідовностей є тільки в одному місці несиметрії, а у іншому місці виконано з'єднання за допомогою проміжних трансформаторів. На рис. 2.1, б-г показані комплексні схеми заміщення для ряду випадків двох одночасних пошкоджень в точках К і L*, що характеризуються фазою А.

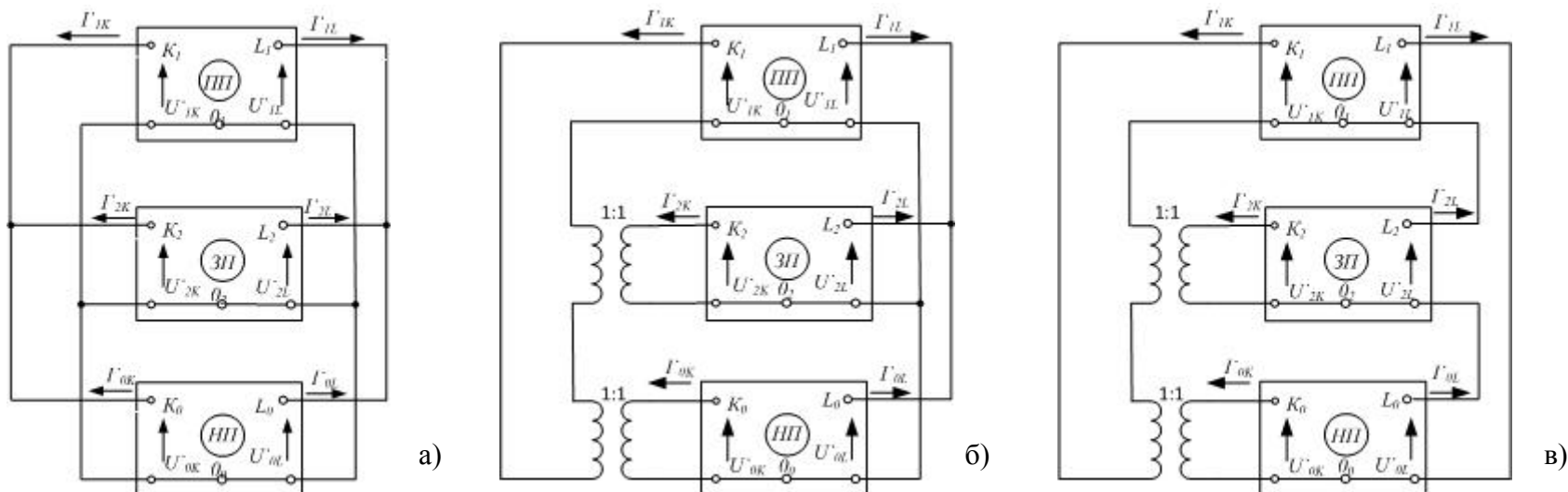
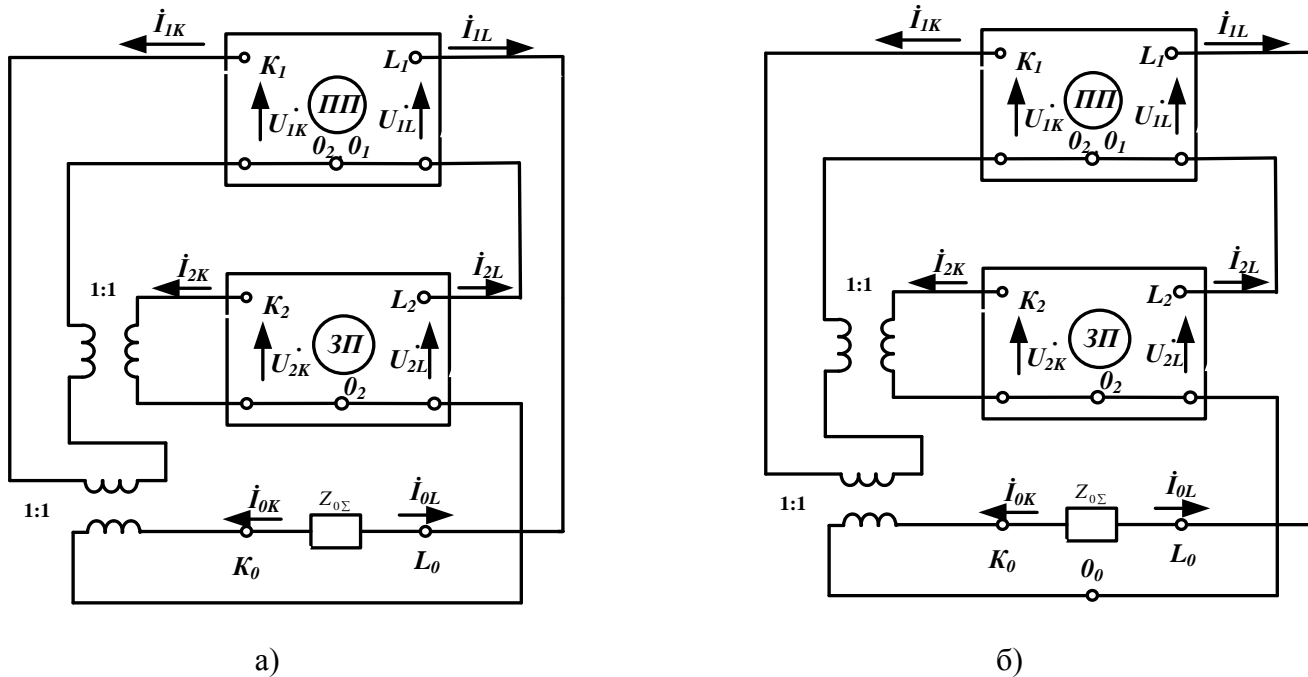


Рисунок 4.1 – Комплексні схеми заміщення для випадків к.з в мережах з великим струмом замикання на землю: а) замикання на землю фаз В і С в точках К і L; б) замикання на землю фази А в точці К при замиканні в точці L на землю фаз В і С, в) – на землю фази А.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ 10-110 кВ ПІД ЧАС ПОДВІЙНИХ ЗАМКНЕНЬ

Метод комплексних схем заміщення для визначення струмів та напруг при двох одночасних пошкодженнях

Комплексні схеми заміщення на рис. 4.2, а-б можуть використовуватися для розрахунку складних пошкоджень в мережах з малим струмом замикання на землю. При цьому схема нульової послідовності є двополюсником із затискачами K_0 і L_0 і має опір Z_0 .



*Рисунок 4.2 – Комплексні схеми заміщення для випадків к.з в мережі з малим струмом замикання на землю: а) при замиканні на землю фаз В і С в точці L; б) – замикання на землю фази А в точках К і L.

ВИЗНАЧЕННЯ СТРУМІВ І НАПРУГ ПРИ ДВОХ ОДНОЧАСНИХ КОРОТКИХ ЗАМИКАННЯХ МЕТОДОМ СИМЕТРИЧНИХ СКЛАДОВИХ

5.1

Розрахункові вирази для обчислення струмів і напруг при двох одночасних к.з. в мережах з великим і малим струмом замикання на землю можуть бути складені на основі заданих ЕРС генераторів, а також при використанні принципу накладання, за умови, що в якості вихідної приймається елементарна схема з двостороннім живленням з ЕРС генераторів E_I E_{II} (рис. 5.1) та у вигляді зірки (рис. 5.2) при наявності ЕРС в окремих її вітках .

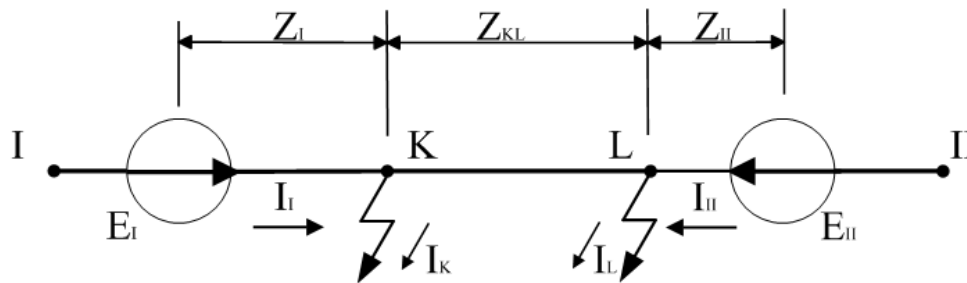


Рисунок 5.1 – Схема з двостороннім живленням при пошкодженнях в точках К та L

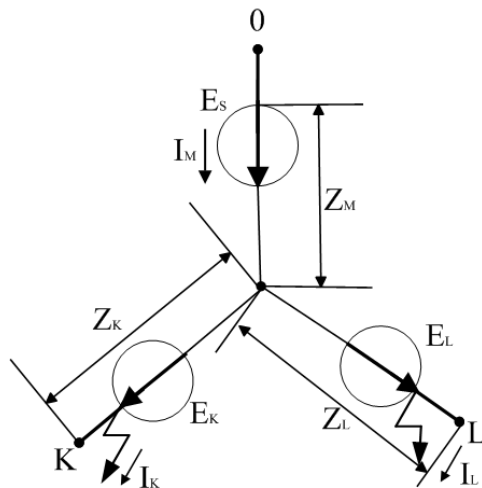


Рисунок 5.2 – Схема у вигляді зірки при пошкодженнях в точках К та L

ВИЗНАЧЕННЯ СТРУМІВ І НАПРУГ ПРИ ДВОХ ОДНОЧАСНИХ КОРОТКИХ ЗАМИКАННЯХ МЕТОДОМ СИМЕТРИЧНИХ СКЛАДОВИХ

5.2

Схема у вигляді трикутника з ЕРС E_a , E_b і E_c (рис. 5.3) може бути загалом замінена схемою у вигляді зірки з ЕРС E_1 , E_2 і E_3 (рис. 5.4). З використанням виразів (5.1 -5.2)

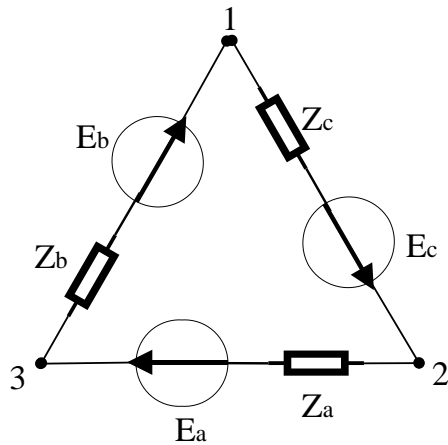


Рисунок 5.3 –Схема прямої послідовності в вигляді трикутника з ЕРС в його сторонах в загальному випадку

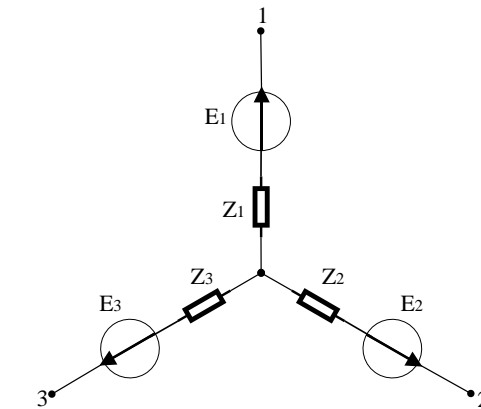


Рисунок 5.4 –Приведена схеми прямої послідовності рис.5.3 до зірки

$$\dot{E}_3 - \dot{E}_2 = \frac{(Z_b + Z_c)\dot{E}_a - (\dot{E}_b + \dot{E}_c)Z_c}{Z_a + Z_b + Z_c}, \quad (5.1)$$

$$\dot{E}_1 - \dot{E}_3 = \frac{(Z_c + Z_a)\dot{E}_b - (\dot{E}_c + \dot{E}_a)Z_b}{Z_a + Z_b + Z_c}, \quad (5.2)$$

$$\dot{E}_2 - \dot{E}_1 = \frac{(Z_a + Z_b)\dot{E}_c - (\dot{E}_a + \dot{E}_b)Z_c}{Z_a + Z_b + Z_c}. \quad (5.3)$$

Для переходу від схеми на рис.5.1 до зірки на рис. 5.2 потрібно в вирази (5.1)-(5.3) прийняти:

$$\begin{cases} \dot{E}_a = 0; \dot{E}_b = -\dot{E}_J; \dot{E}_c = \dot{E}_{II}; \dot{E}_1 = -\dot{E}_S; \\ \dot{E}_a = \dot{E}_L; \dot{E}_3 = \dot{E}_K \\ Z_a = Z_{KL}; Z_b = Z_1; Z_c = Z_{II} \end{cases} \quad (5.4)$$

Вважаючи, що

$$\dot{E}_K = 0; \quad (5.5)$$

Отримаємо з (5.1) і (5.2) ЕРС E_S і E_L (рис. 5.2):

$$\dot{E}_S = \frac{(Z_{II} + Z_{KL})\dot{E}_1 + Z_1\dot{E}_{II}}{Z_1 + Z_{II} + Z_{KL}}. \quad (5.6)$$

$$\dot{E}_L = \frac{(\dot{E}_{II} - \dot{E}_I)Z_{KL}}{Z_1 + Z_{II} + Z_{KL}}; \quad (5.7)$$

ВИЗНАЧЕННЯ СТРУМІВ І НАПРУГ ПРИ ДВОХ ОДНОЧАСНИХ КОРОТКИХ ЗАМИКАННЯХ МЕТОДОМ СИМЕТРИЧНИХ СКЛАДОВИХ

5.3

Замикання на землю фази В у точці К і фази С у точці L в мережі з великим струмом замикання на землю

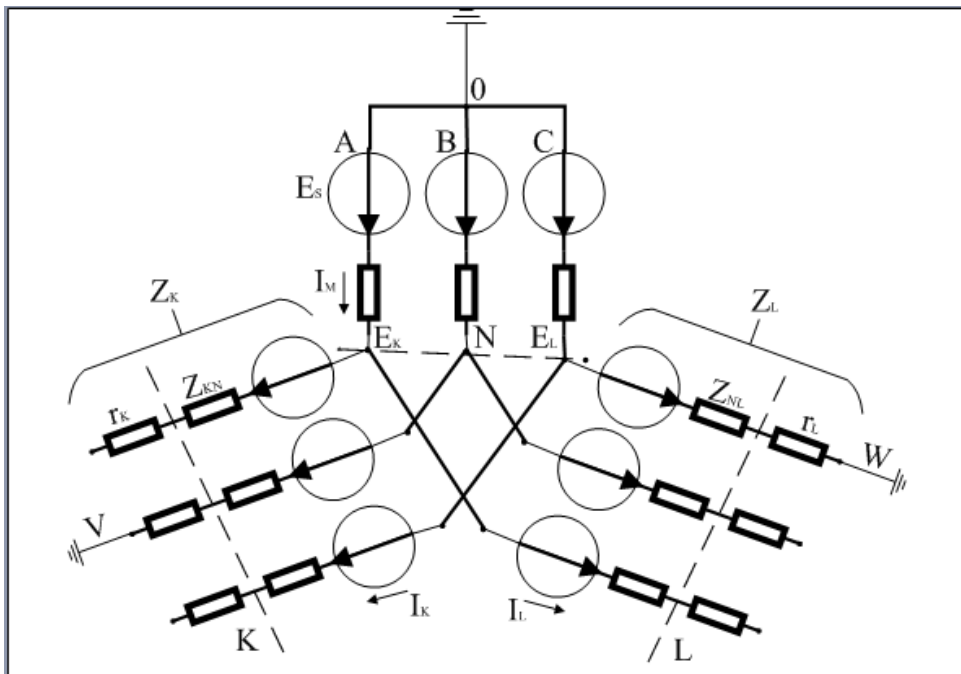


Рисунок 5.5 – Розрахункова схема з замиканням на землю фази В в точці К і фази С в точці L

Для рис. 5.5:

$$a^2 \dot{I}_{1K} = a \dot{I}_{2K} = \dot{I}_{0K}; \quad (5.8)$$

$$a \dot{I}_{1L} = a^2 \dot{I}_{2L} = \dot{I}_{0L}; \quad (5.9)$$

$$\begin{cases} \dot{I}_{1M} = a \dot{I}_{0K} + a^2 \dot{I}_{0L}; & \dot{I}_{2M} = a^2 \dot{I}_{0K} + a \dot{I}_{0L}; \\ \dot{I}_{0M} = \dot{I}_{0K} + \dot{I}_{0L} \end{cases} \quad (5.10)$$

В (5.8)-(5.10) симетричні складові струмів відносяться до фази А, прийнятої за основну. Обходом контурів ONVO і ONWO схеми на рис. 5.5 отримуємо наступні вирази:

$$a^2 \dot{E}_{SA} + a^2 \dot{E}_{KA} = Z_{1M} \dot{I}_{1MB} + Z_{2M} \dot{I}_{2MB} + Z_{0M} \dot{I}_{0MB} + Z_{1K} \dot{I}_{1KB} + Z_{2K} \dot{I}_{2KB} + Z_{0K} \dot{I}_{0K}; \quad (5.11)$$

$$a \dot{E}_{SA} + a \dot{E}_{LA} = Z_{1M} \dot{I}_{1MC} + Z_{2M} \dot{I}_{2MC} + Z_{0M} \dot{I}_{0M} + Z_{1L} \dot{I}_{1LC} + Z_{2L} \dot{I}_{2LC} + Z_{0L} \dot{I}_{0L}; \quad (5.12)$$

$$a^2 (\dot{E}_{SA} + \dot{E}_{KA}) = Z_{KK\Sigma} \dot{I}_{0K} + a Z'_{M\Sigma} \dot{I}_{0L}; \quad (5.13)$$

$$a (\dot{E}_{SA} + \dot{E}_{LA}) = a^2 Z''_{M\Sigma} \dot{I}_{0K} + Z_{LL\Sigma} \dot{I}_{0L}; \quad (5.14)$$

В (5.13) та (5.14) :

$$Z_{KK\Sigma} = Z_{1M} + Z_{2M} + Z_{0M} + Z_{1K} + Z_{2K} + Z_{0K}; \quad (5.15)$$

$$Z'_{M\Sigma} = Z_{1M} + Z_{2M} + a^2 Z_{0M}; \quad (5.16)$$

$$Z''_{M\Sigma} = Z_{1M} + a^2 Z_{2M} + a Z_{0M}; \quad (5.17)$$

$$Z''_{LL\Sigma} = Z_{1M} + Z_{2M} + Z_{0M} + Z_{1L} + Z_{2L} + Z_{0L}; \quad (5.18)$$

Спільне розв'язання (5.13) та (5.14) дає вирази (5.19, 5.20):

$$\dot{I}_{0K} = \frac{(a^2 Z_{LL\Sigma} - a^2 Z'_{M\Sigma}) \dot{E}_{SA} + a^2 Z_{LL\Sigma} \dot{E}_{SA} - a^2 Z'_{M\Sigma} \dot{E}_{LA}}{Z_{KK\Sigma} Z_{LL\Sigma} + Z'_{M\Sigma} Z''_{M\Sigma}} \quad (5.19)$$

$$\dot{I}_{0K} = \frac{(a Z_{KK\Sigma} - a^2 Z''_{M\Sigma}) \dot{E}_{SA} + a Z''_{M\Sigma} \dot{E}_{KA} - a Z_{KK\Sigma} \dot{E}_{LA}}{Z_{KK\Sigma} Z_{LL\Sigma} + Z'_{M\Sigma} Z''_{M\Sigma}} \quad (5.20)$$

Якщо прийняти в схемі на рис. 5.5: $E_K = E_L = 0$ і $E_S = E_{\Gamma}$, то (5.19) і (5.20) приймуть вигляд (5.21 – 5.22):

$$\dot{I}_{0K} = \frac{(a^2 Z_{LL\Sigma} - a^2 Z'_{M\Sigma}) \dot{E}_{\Gamma A}}{Z_{KK\Sigma} Z_{LL\Sigma} + Z'_{M\Sigma} Z''_{M\Sigma}}; \quad (5.21)$$

$$\dot{I}_{0K} = \frac{(a Z_{KK\Sigma} - a^2 Z''_{M\Sigma}) \dot{E}_{\Gamma A}}{Z_{KK\Sigma} Z_{LL\Sigma} + Z'_{M\Sigma} Z''_{M\Sigma}}. \quad (5.22)$$

РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ РЕЖИМУ ПРИ ПОДВІЙНОМУ ЗАМИКАННІ

5.4

Замикання на землю фази В у точці К і фази С у точці L в мережі з великим струмом замикання на землю

Виразимо струми по (5.21) і (5.22) через опір розрахункової схеми, з урахуванням (5.15)-(5.18) отримаємо:

$$i_{0K} = \frac{[(a^2-1)Z_{2M} + (a^2-a)Z_{0M}] + a^2 Z_{L\Sigma} \dot{E}_{\Gamma A}}{Z_{K\Sigma} Z_{L\Sigma} + Z'_{M\Sigma} (Z_{K\Sigma} + Z_{L\Sigma}) + 3(Z_{1M} Z_{2M} + Z_{1M} Z_{0M} + Z_{2M} Z_{0M})} \quad (5.23)$$

$$i_{0K} = \frac{[(a^2-1)Z_{2M} + (a-a^2)Z_{0M}] + a Z_{K\Sigma} \dot{E}_{\Gamma A}}{Z_{K\Sigma} Z_{L\Sigma} + Z'_{M\Sigma} (Z_{K\Sigma} + Z_{L\Sigma}) + 3(Z_{1M} Z_{2M} + Z_{1M} Z_{0M} + Z_{2M} Z_{0M})} \quad (5.24)$$

В (5.23) та (5.24) прийняті позначення:

$$\begin{aligned} Z_{K\Sigma} &= Z_{1K} + Z_{2K} + Z_{0K}; \\ Z_{L\Sigma} &= Z_{1L} + Z_{2L} + Z_{0L}; \\ Z_{M\Sigma} &= Z_{1M} + Z_{2M} + Z_{0M} \end{aligned} \quad (5.25)$$

Для випадку коли опори прямої і зворотної послідовностей можуть бути прийняті рівними, розрахункові вирази значно спростяться. При цьому із (5.15)-(5.18) видно, що $Z'_{M\Sigma}$ і $Z''_{M\Sigma}$ значно менше $Z_{KK\Sigma}$ і $Z_{LL\Sigma}$. Якщо знехтувати $Z'_{M\Sigma}$ і $Z''_{M\Sigma}$ з (5.21) і (5.22) отримаємо вирази (5.26) та (5.27):

$$i_{0K} = a^2 \frac{\dot{E}_{\Gamma A}}{Z_{KK\Sigma}}; \quad (5.26)$$

$$i_{0L} = a^2 \frac{\dot{E}_{\Gamma A}}{Z_{LL\Sigma}}; \quad (5.27)$$

Для схеми на рис.5.1 струми нульової послідовності в місцях пошкоджень можуть бути виражені через опори цієї схеми. При аналітичних розрахунках струми на окремих ділянках можуть бути знайдені розподілом струмів окремих послідовностей в місцях пошкоджень. При цьому доцільно знайти струми на окремих ділянках накладання двох систем: струму, отриманого розподілу струму замикання в точці К при відсутності замикання в точці L, і струму, отриманого розподілом струму замикання в точці L при відсутності замикання в К, якщо обмежитись визначенням суми струмів прямої і зворотної послідовностей, то при однакових опорах прямої і зворотної послідовностей розрахунки струмів на окремих ділянках значно спростяться. Це впливає з виразів (5.8)-(5.10):

$$\begin{cases} i_{12KA} = i_{1KA} + i_{2KA} = -i_{0K} \\ i_{12KB} = i_{1KB} + i_{2KB} = 2i_{0K} \\ i_{12KC} = i_{1KC} + i_{2KC} = -i_{0K} \end{cases} \quad (5.28)$$

$$\begin{cases} i_{12LA} = i_{1LA} + i_{2LA} = -i_{0L} \\ i_{12LB} = i_{1LB} + i_{2LB} = -i_{0L} \\ i_{12LC} = i_{1LC} + i_{2LC} = 2i_{0L} \end{cases} \quad (5.29)$$

ВИЗНАЧЕННЯ СТРУМІВ І НАПРУГ ПРИ ДВОХ ОДНОЧАСНИХ КОРОТКИХ ЗАМИКАННЯХ МЕТОДОМ СИМЕТРИЧНИХ СКЛАДОВИХ

6.1

Визначення струмів при металевому замиканні на землю в мережі 110 кВ з великим струмом замикання на землю

Для розрахунку струмів при металевому замиканні на землю в точках К (фаза В) і L (фаза С) в мережі 110 кВ з великим струмом замикання на землю (рис.6.1,а); ЕРС генераторів E_I і E_{II} приймається однаковими. Схеми заміщення окремих послідовностей з реактивними опорами приведені до напруги 115 кВ, наведені на рис. 6.1,б і в. Так як опори прямої і зворотної послідовностей прийняті однаковими, то для схем цих послідовностей показана одна схема заміщення. Схема заміщення нульової послідовності показана для випадку часткового заземлення нейтралей трансформаторів. В результаті наведення схем окремих послідовностей отримаємо схеми у вигляді зірки, показані на рис.6.1,б і в.

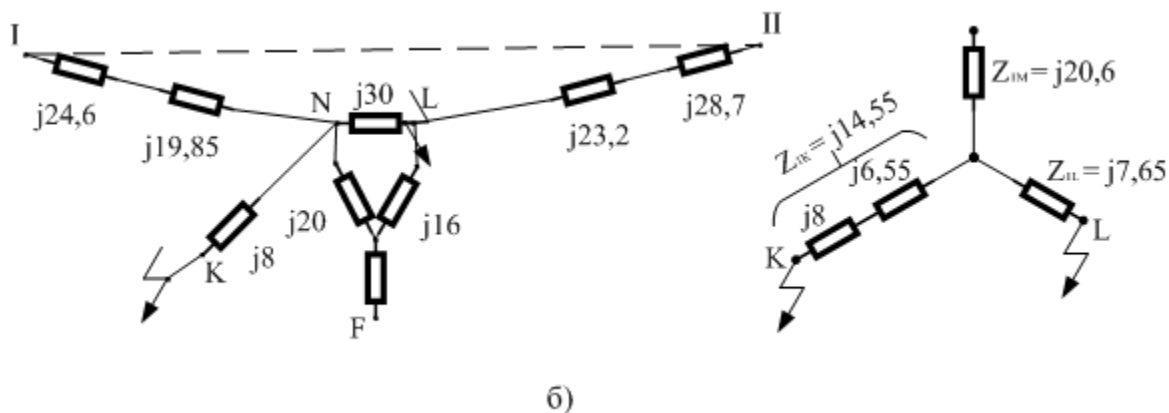
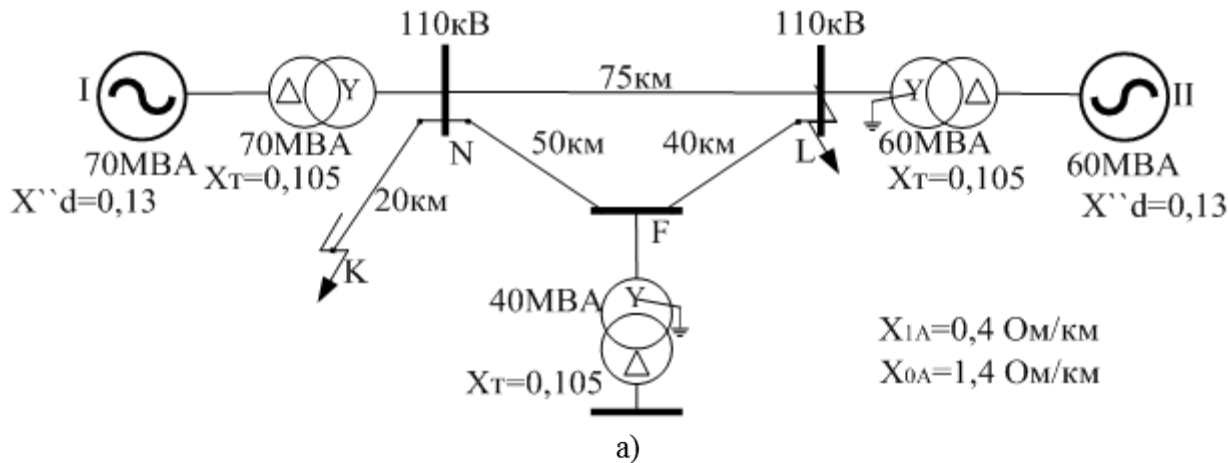


Рисунок 6.1 – Схеми для розрахунку замикань на землю одної фази в двох точках: а) вихідна схема; б) схема заміщення прямої послідовності

ВИЗНАЧЕННЯ СТРУМІВ І НАПРУГ ПРИ ДВОХ ОДНОЧАСНИХ КОРОТКИХ ЗАМИКАННЯХ МЕТОДОМ СИМЕТРИЧНИХ СКЛАДОВИХ

6.2

Визначення струмів при металевому замиканні на землю в мережі 110 кВ з великим струмом замикання на землю

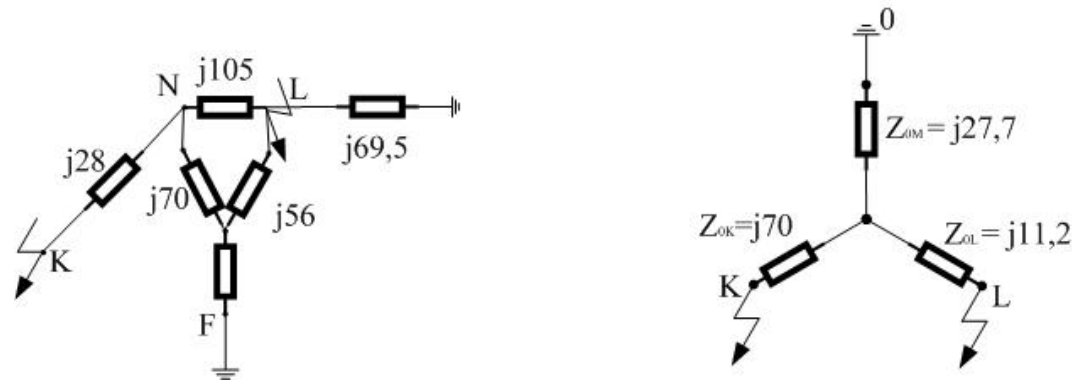


Рисунок 6.1 – Схема заміщення нульової послідовності для розрахунку замикань на землю одної фази в двох точках

Струми I_{0K} і I_{0L} в місцях замикання на землю визначаються по (5.21) і (5.22) з попереднього розділу роботи 3, при цьому у відповідності з (5.15)-(5.18), отримаємо:

$$Z_{1KK\Sigma} = 2Z_{1M} + Z_{0M} + 2Z_{1K} + Z_{0K} = j(2 \cdot 20,6 + 27,7 + 2 \cdot 14,55 + 70) = j160 \text{ (Ом)} \quad (6.1)$$

$$Z'_{M\Sigma} = aZ''_{M\Sigma} = a^2(Z_{0M} - Z_{1M}) = ja^2(27,7 - 20,6) = ja^2168 \text{ (Ом)} \quad (6.2)$$

$$Z_{LL\Sigma} = 2Z_{1M} + Z_{0M} + 2Z_{1L} + Z_{0L} = j(2 \cdot 20,6 + 27,7 + 2 \cdot 7,65 + 11,2) = j95,4 \text{ (Ом)} \quad (6.3)$$

Підставивши враховані величини в (5.21) і (5.22) і враховуючи (5.8) і (5.9) отримаємо:

$$\dot{I}_{0K} = a^2 \dot{I}_{1K} = a \dot{I}_{2K} = \frac{(-0,5 - j0,866) \cdot 95,4 - (-0,5 + j0,866) \cdot 7,1}{j(168 - 95,4 - 7,1^2)} \cdot \frac{115000}{\sqrt{3}} = (-130 + j189)a = 415a \angle 154 \quad (6.4)$$

$$\dot{I}_{0L} = a \dot{I}_{1L} = -a^2 \dot{I}_{2L} = \frac{(-0,5 - j0,866) \cdot 95,4 - (-0,5 + j0,866) \cdot 7,1}{j(168 - 95,4 - 7,1^2)} \quad (6.5)$$

ВИЗНАЧЕННЯ СТРУМІВ І НАПРУГ ПРИ ДВОХ ОДНОЧАСНИХ КОРОТКИХ ЗАМИКАННЯХ МЕТОДОМ СИМЕТРИЧНИХ СКЛАДОВИХ

6.3

Визначення струмів при металевому замиканні на землю в мережі 110 кВ з великим струмом замикання на землю

Зі спрощених виразів (5.26) і (5.27) маємо:

$$\dot{I}_{0K} = \frac{(-0,5 - j0,866)}{j168} = \frac{115000}{\sqrt{3}} = (-344 + j198)a; \quad (6.6)$$

$$\dot{I}_{0L} = \frac{(-0,5 - j0,866)}{j95,4} = \frac{115000}{\sqrt{3}} = (610 + j198)a \quad (6.7)$$

Далі виконується розрахунок суми струмів прямої і зворотної послідовностей I_{12K} і I_{12L} в місцях пошкоджень по (3.28) і (3.29).

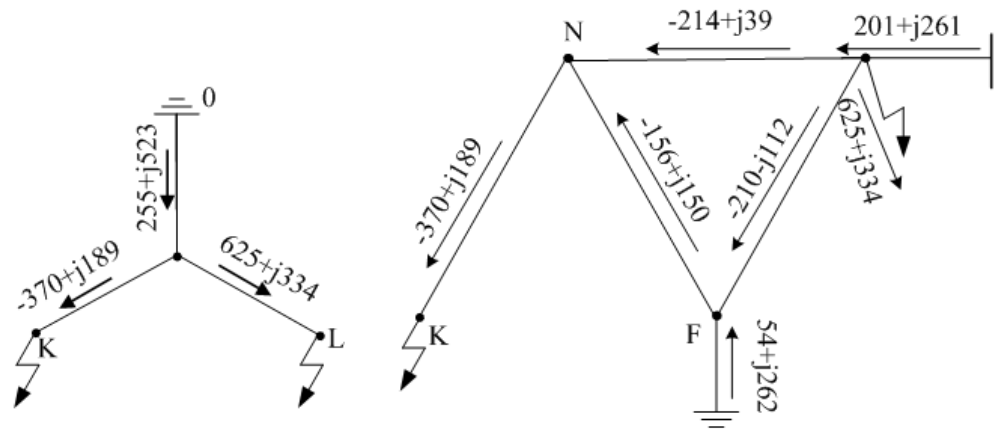


Рисунок 6.2 – Розподіл струмів нульової послідовності в схемі по рис. 6.1

ВИЗНАЧЕННЯ СТРУМІВ І НАПРУГ ПРИ ДВОХ ОДНОЧАСНИХ КОРОТКИХ ЗАМИКАННЯХ МЕТОДОМ СИМЕТРИЧНИХ СКЛАДОВИХ

Визначення струмів при металевому замиканні на землю в мережі 110 кВ з великим струмом замикання на землю

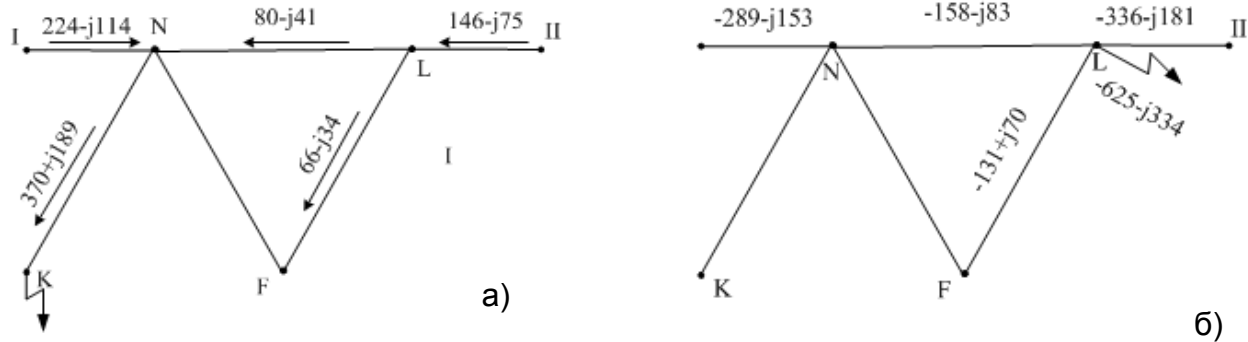


Рисунок 6.3 – Розподіл суми струмів прямої і зворотної послідовностей фази А: а) струми перетікають до місця замикання в точці К при відсутності замикання в точці L; б) струми перетікають до місця замикання в точці L при відсутності замикання в точці К.

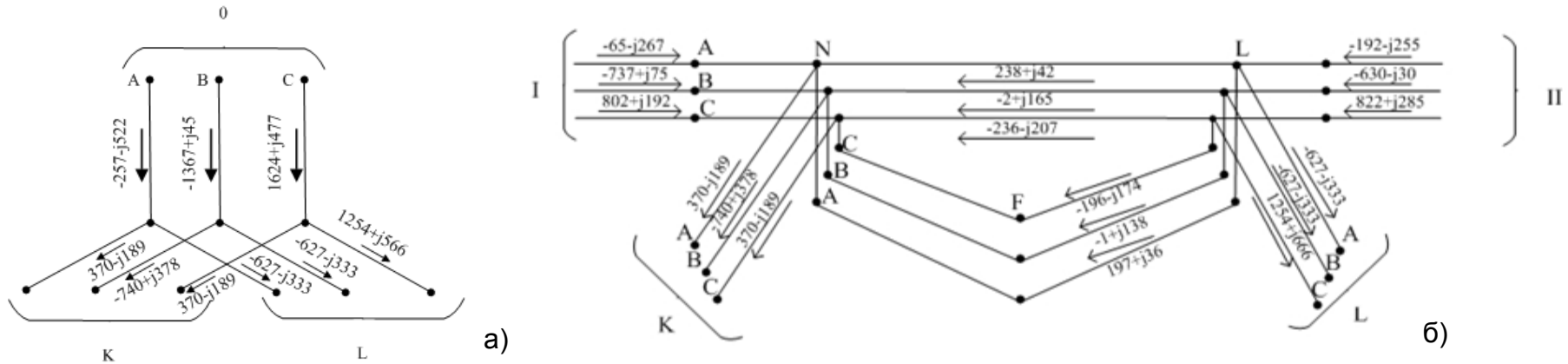


Рисунок 6.3 – Розподіл суми струмів прямої і зворотної послідовності: а) в еквівалентній зірці; б) в схемі

ВИЗНАЧЕННЯ СТРУМІВ І НАПРУГ ПРИ ДВОХ ОДНОЧАСНИХ КОРОТКИХ ЗАМИКАННЯХ МЕТОДОМ СИМЕТРИЧНИХ СКЛАДОВИХ

6.5

Визначення струмів при металевому замиканні на землю в мережі 110 кВ з великим струмом замикання на землю

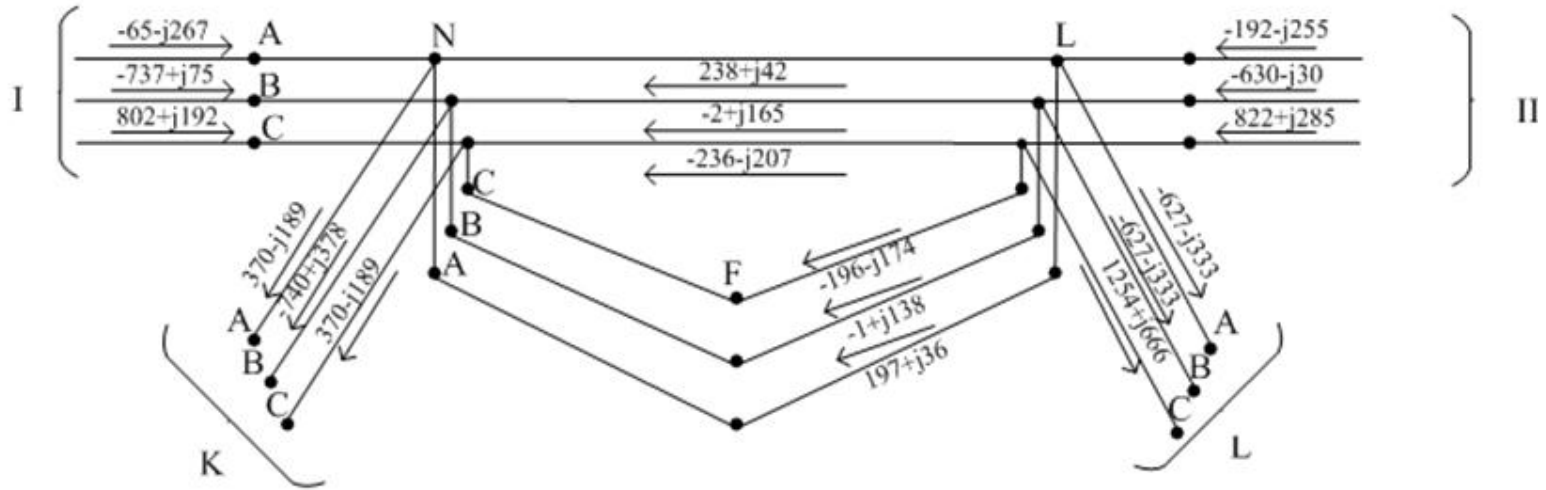


Рисунок 6. 5 – Розподіл повних струмів в схемі

ВИСНОВКИ

В магістерській кваліфікаційній роботі досліджено методи розрахунку струмів та напруг при двох одночасних коротких замиканнях.

- Аналіз вітчизняних та іноземних літературних джерел свідчить про, те що в мережах 10-110 кВ, експлуатується обладнання, що вичерпало свій ресурс. Найчастіше виходять з ладу повітряні лінії електропередачі. Відмови в роботі пристроїв релейного захисту та автоматики становлять майже 20 % пошкоджень ЛЕП .
- Під час подвійних замикань на землю в мережах з ізольованою нейтраллю релейні захисти, які реагують на зростання струмів несиметрії, а саме струми нульової послідовності, не завжди спрацьовують або працюють помилково.
- Для дослідження процесів в електричних мережах 10-110 кВ під час подвійних замкнень використовується метод комплексних схем заміщення для визначення струмів та напруг.
- Розрахункові вирази для обчислення струмів і напруг при двох одночасних к.з. в мережах з великим і малим струмом замикання на землю можуть бути складені на основі заданих ЕРС генераторів, а також при використанні принципу накладання, за умови, що в якості вихідної приймається елементарна схема з двостороннім живленням з ЕРС генераторів E_I E_{II} та у вигляді зірки при наявності ЕРС в окремих її вітках.

ВИСНОВКИ

- Метод симетричних складових дозволяє виконати розрахунки для визначення параметрів, а саме струмів та напруг при металевому замиканні на землю в мережі 110 кВ з великим струмом замикання на землю, при металевому замиканні на землю при незаземлених нейтралях всіх трансформаторів та при металевому замиканні на землю на лінії з двостороннім живленням при незаземлених нейтралях всіх трансформаторів.
- Кошторисний розрахунок для проекту релейного захисту та автоматики ПС 110 кВ, а саме основних та резервних захистів ПЛ 110 кВ, 1Т, 2Т, шин 110 кВ, ОВ 110 кВ, ШЗВ 110 кВ, управління та автоматики становить 835714.44 грн.
- З метою підвищення надійності роботи ЛЕП 110 кВ в умовах НС необхідно встановлення спіральних та маятникових гасителів вібрації та установки плавлення ожеледі, а також посилення конструкцій самих опор. Для захисту елементів релейного захисту та автоматики від дії ЕМІ необхідне встановлення захисного екрану товщиною стінок 0,6 (мм).

Дякую за увагу