

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

Дипломна робота

за освітньо-кваліфікаційним рівнем «спеціаліст»
на тему:

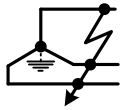
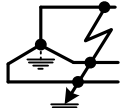
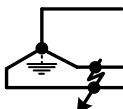
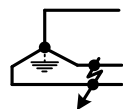
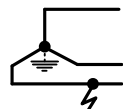
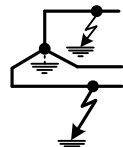
“Методи і технічні засоби підвищення
динамічної стійкості електричних
мереж ”

Виконав: студент 2 курсу ОПШПС,
групи ЕСМсп-14
напрямку підготовки 7.05070102 –
„Електричні системи і мережі”

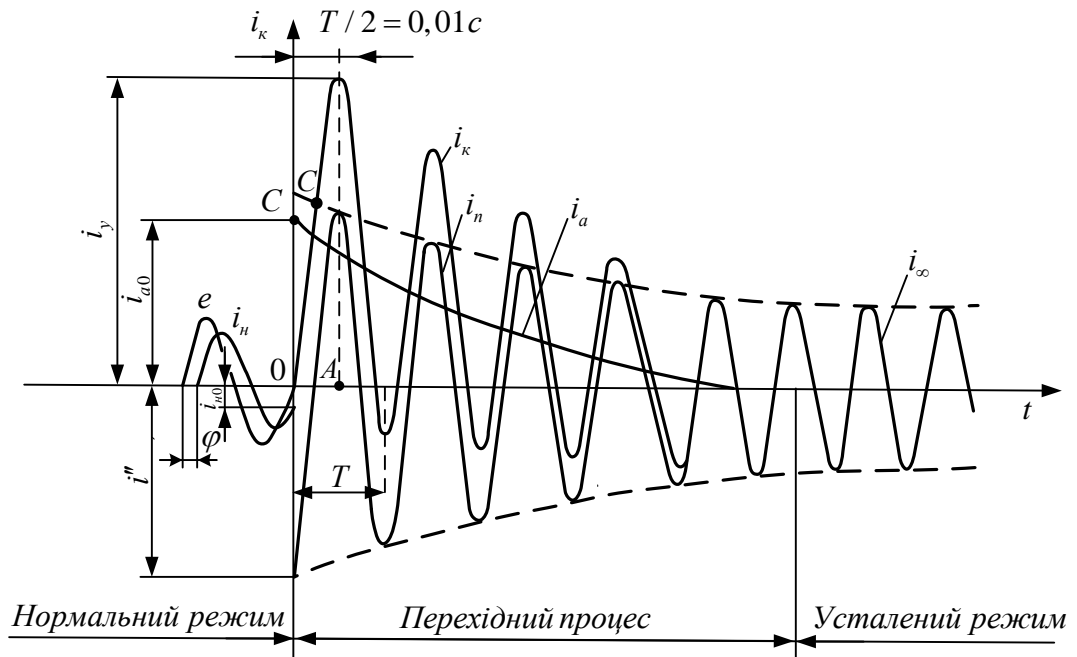
Мельник А.М.

Керівник: к.т.н., професор каф. ЕСС
Свиридов М.П

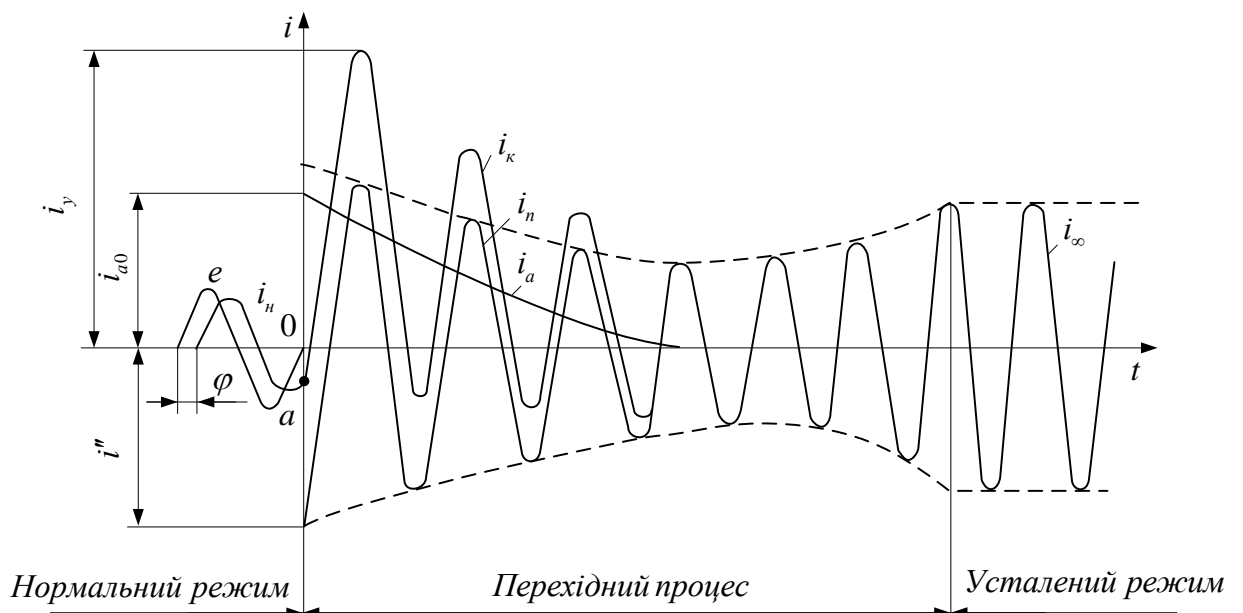
Вінниця 2015р

Схема замикання	Режим нейтралі мережі			
	Глухо чи ефективно заземлені		Не заземлені або резонансно-заземлені	
	Назва	Позначення	Назва	Позначення
	Трифазне КЗ	$K^{(3)}$	Трифазне КЗ	$K^{(3)}$
	Трифазне КЗ на землю	$K^{(1,1,1)}$	Трифазне КЗ на землю (має контакт на землю)	$K^{(3,3)}$
Схема замикання	Режим нейтралі мережі			
	Глухо чи ефективно заземлені		Не заземлені або резонансно-заземлені	
	Назва	Позначення	Назва	Позначення
	Двофазне КЗ	$K^{(2)}$	Двофазне КЗ	$K^{(2)}$
	Двофазне КЗ на землю	$K^{(1,1)}$	Двофазне КЗ на землю (має контакт на землю)	$K^{(2,3)}$
	Однофазне КЗ	$K^{(1)}$	Однофазне замикання на землю	$3^{(1)}$
	Подвійне КЗ на землю	$K^{(1+1)}$	Подвійне КЗ на землю	$3^{(1+1)}$

Зміни повного струму і його складових

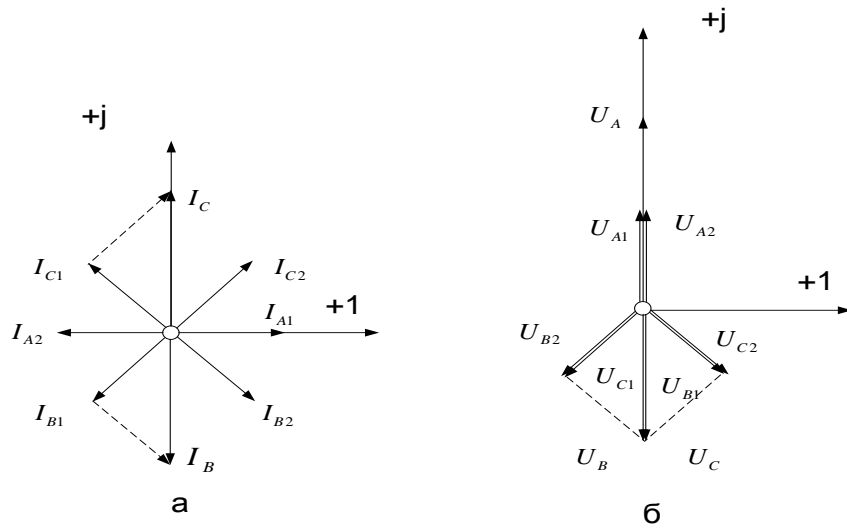


Зміни повного струму і його складових однієї з фаз генератора без АРЗ при раптовому КЗ на його затискачах

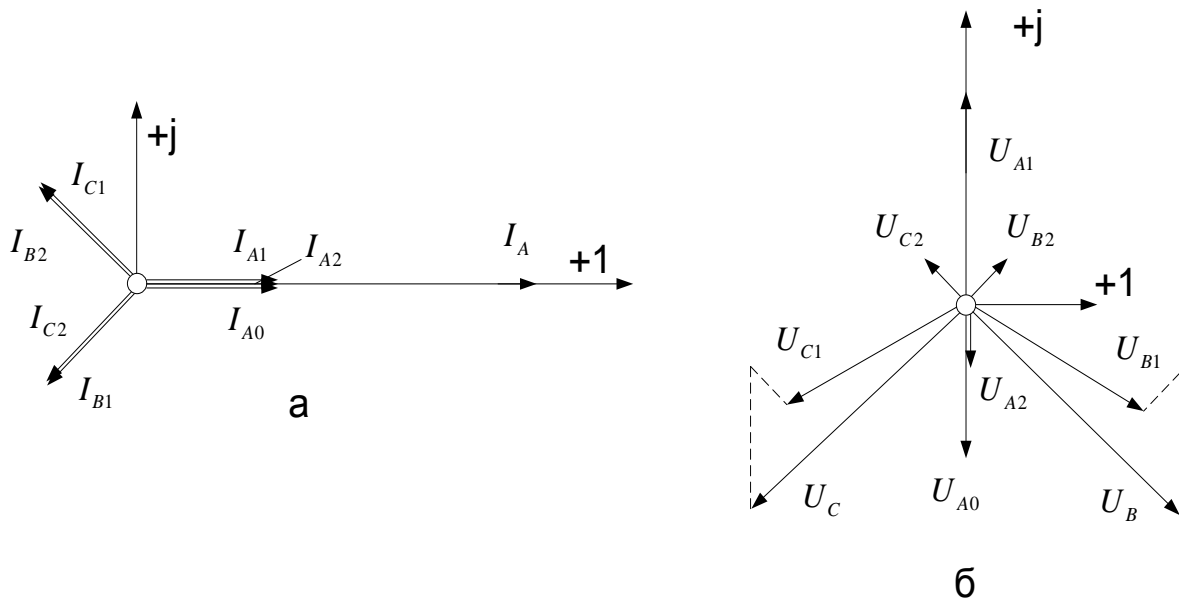


Криві струму та його складових при КЗ на виводах генератора з АРЗ

Векторні діаграми струмів і напруг при несиметричних КЗ



Векторні діаграми фазних струмів (а) і напруг (б) та їх симетричних складових у місці двофазного КЗ.



Векторні діаграми фазних струмів (а) і напруг (б) та їх симетричних складових у місці однофазного КЗ

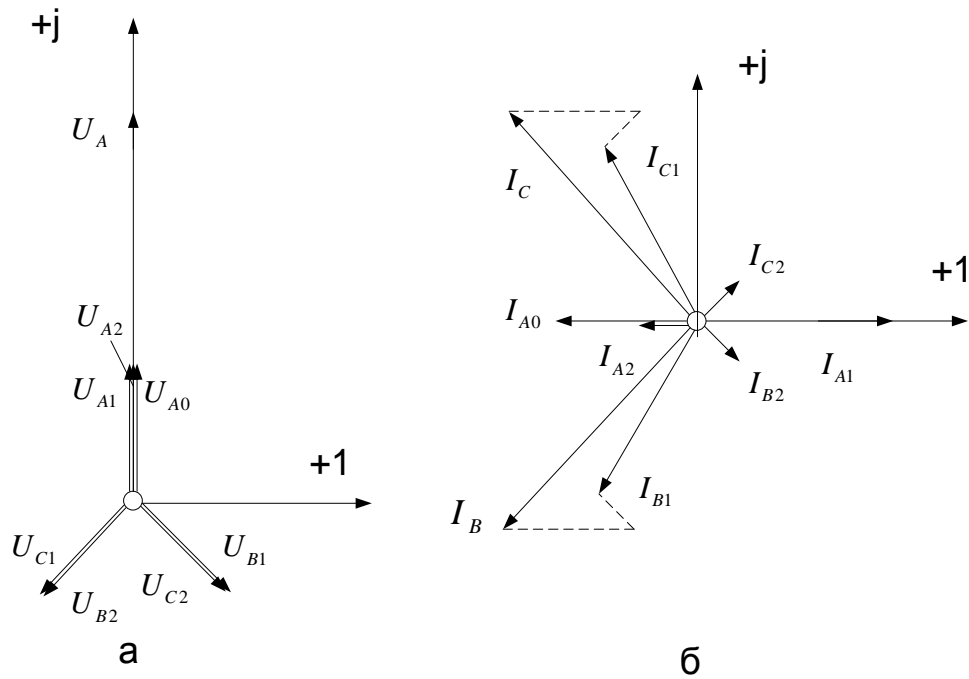
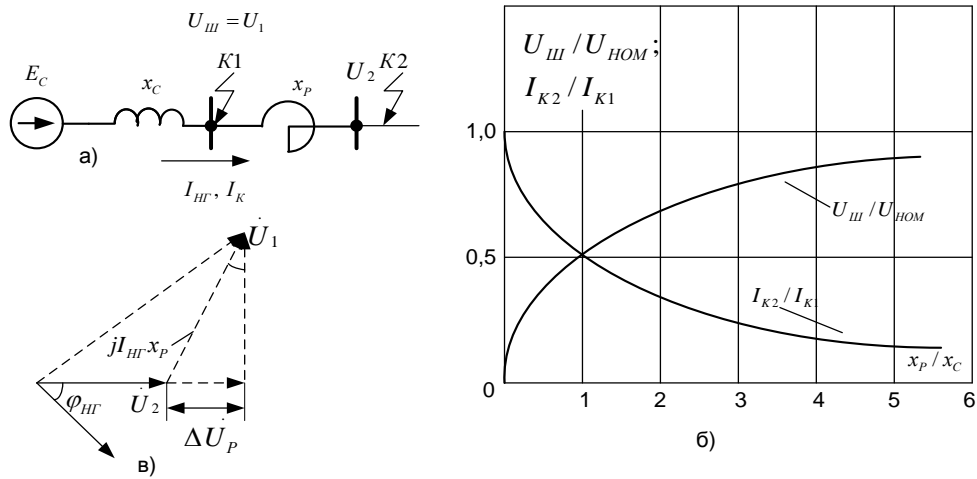


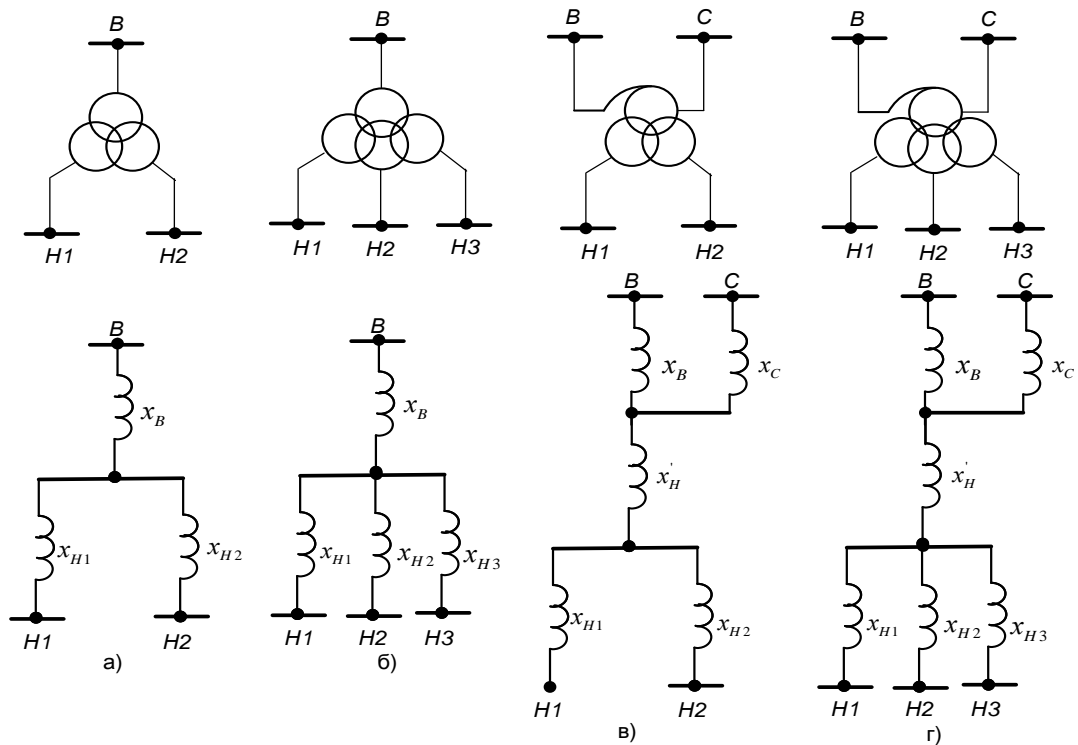
Рисунок 3.9 – Векторні діаграми фазних напруг (а) і струмів (б) та їх симетричних складових у місці двофазного КЗ на землю

Обмеження струмів КЗ



Лінійним реактором

а – пояснююча схема; б – струмообмежуюча дія реактора;
в – векторна діаграма.

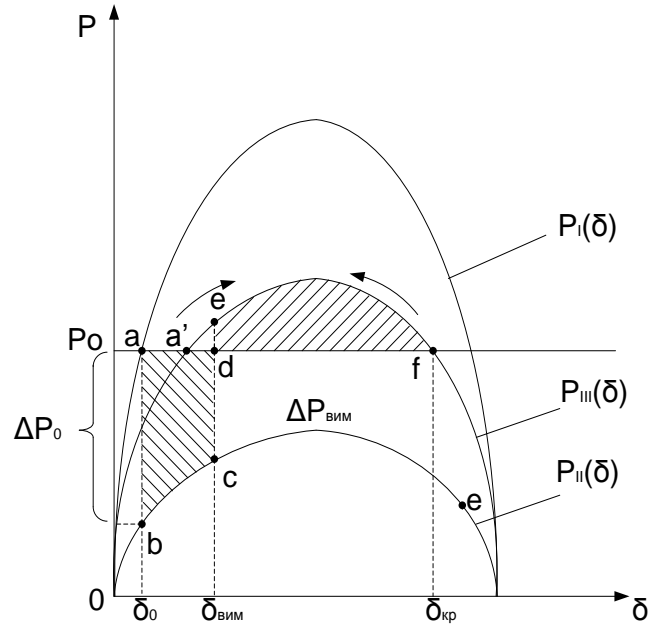


Трансформаторами та автотрансформаторами з розщепленою обмоткою

- а – трансформатор з розщеплюванням обмотки на дві частини;
- б – трансформатор з розщеплюванням обмотки на три частини;
- в – автотрансформатор з розщеплюванням обмотки на дві частини;
- г – автотрансформатор з розщеплюванням обмотки на три частини.

для схеми заміщення, представленої на рисунку:

Дослідження динамічної стійкості



До аналізу кутових характеристик потужності нормального, аварійного та післяаварійного режимів за методом площин.

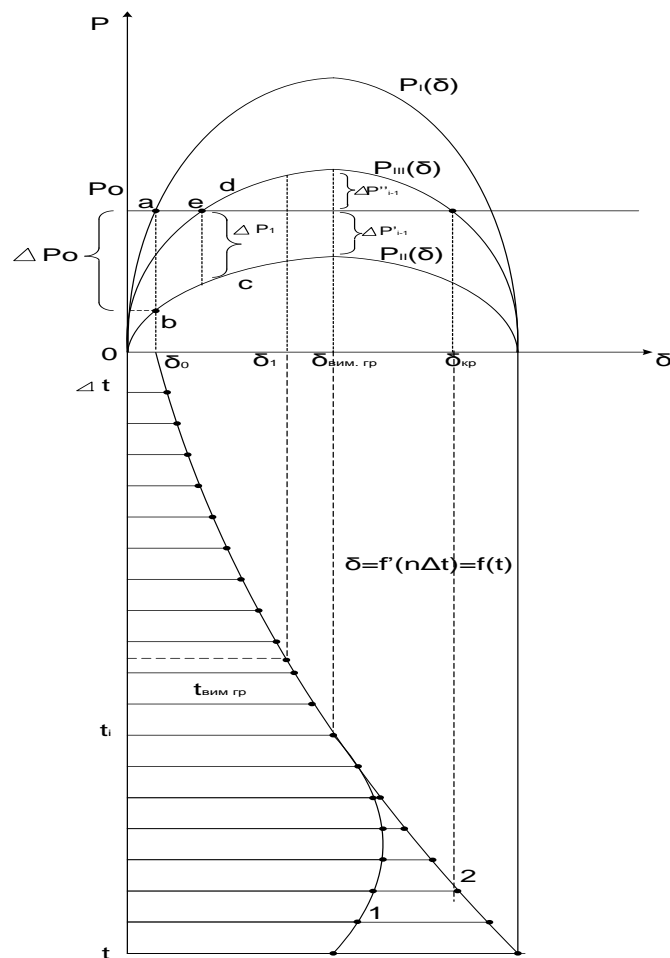


Рисунок 6.2– До розрахунку динамічної стійкості режиму роботи системи за методом послідовних інтервалів

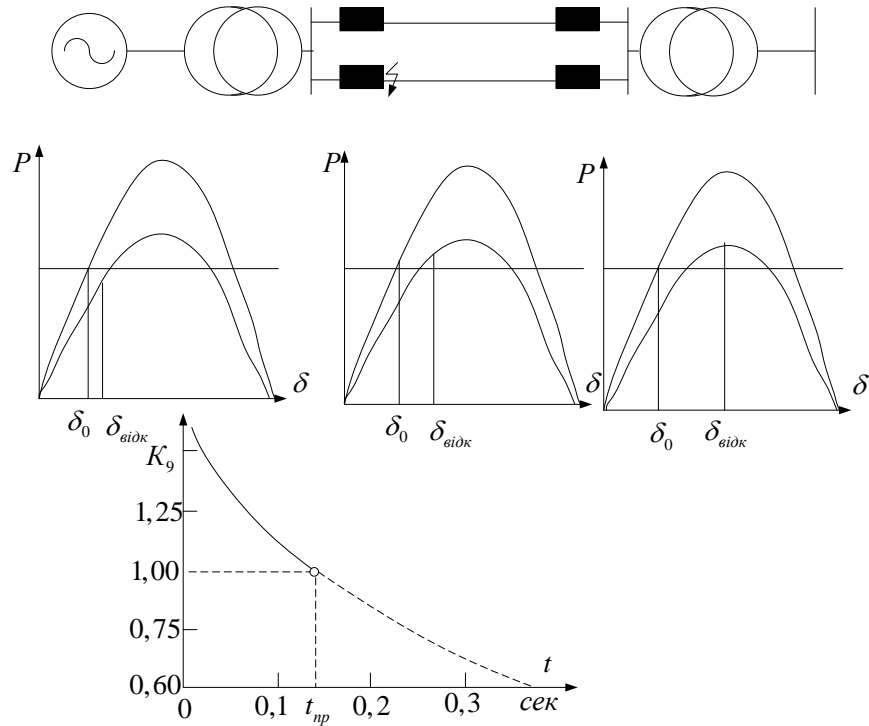
Основні заходи покращення стійкості

Назва заходів	Покращує стійкість			
	Статичну		динамічну	
	нормального режиму	Післяаврійного режиму	синхронну	Результуючу
Основні заходи, що змінюють параметри устаткування				
А. Генератори				
Зменшення реактивних опорів	Так	Так	Так	Ні
Збільшення механічної постійної інерції	побічно	Так	Так	побічно
Застосування швидкодіючої системи збудження	Так	Так	Так	Так
Застосування збудження сильної дії	Так	Так	Так	Так
Б. Електропередачі				
Підвищення напруги електропередач	Так	Так	Так	Ні
Розщеплювання дротів в кожній фазі	Так	Так	Так	Ні
Застосування захисту і вимикачів із збільшеною швидкістю відключення коротких замикань	Ні	Ні	Так	Так
Додаткові заходи				
Спорудження пунктів перемикачів на електропередачах	Ні	Так	Так	побічно
Заземлення нейтралей трансформаторів через активний або реактивний опір	Ні	Ні	Так	Так

Основні заходи покращення стійкості

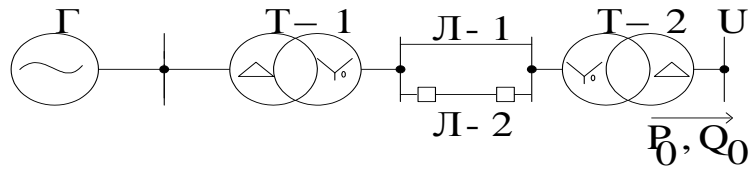
Подовжня ємкісна компенсація індуктивного опору електропередачі за допомогою статичних конденсаторів	Так	Так	Так	Побічно
Поперечна компенсація з допомогою: а) синхронних конденсаторів на проміжних підстанціях	Так	Так	Так, значно менше, ніж статичну підвищує, але значно менше, ніж синхронні конденсатори	побічно
б) шунтових конденсаторних батарей	Так, значно менше, ніж статичну підвищує, але значно менше, ніж синхронні конденсатори			
в) керованих конденсаторів і підмагнічувальних реакторів	Так	Так	Так	Так
Автоматичне аварійне розвантаження генераторів	Ні	Так	Так	Так
Автоматичне електричне гальмування	Ні	Ні	Так	Так
Заходи режимного характеру				
Відключення частини генераторів в після-аварійному режимі	Ні	Так	Так	Так
Трифазне і по фазне АПВ	Ні	Так	Так	Так
Ділення системи на несинхронно працюючі частини і ресинхронізація	Ні	Так	Так	Так
Розподіл навантаження між станціями з врахуванням вимог поліпшення стійкості і якості перехідних процесів	Частино впливає на всі види			
Автоматичне відключення частини споживачів, автоматичне розвантаження при зниженні частоти і напруги	Ні	Так	Так	Ні
Вибір схеми електричної системи з врахуванням вимог поліпшення стійкості і якості перехідних процесів	Частино впливає на всі види			

Вплив тривалості КЗ на динамічну стійкість

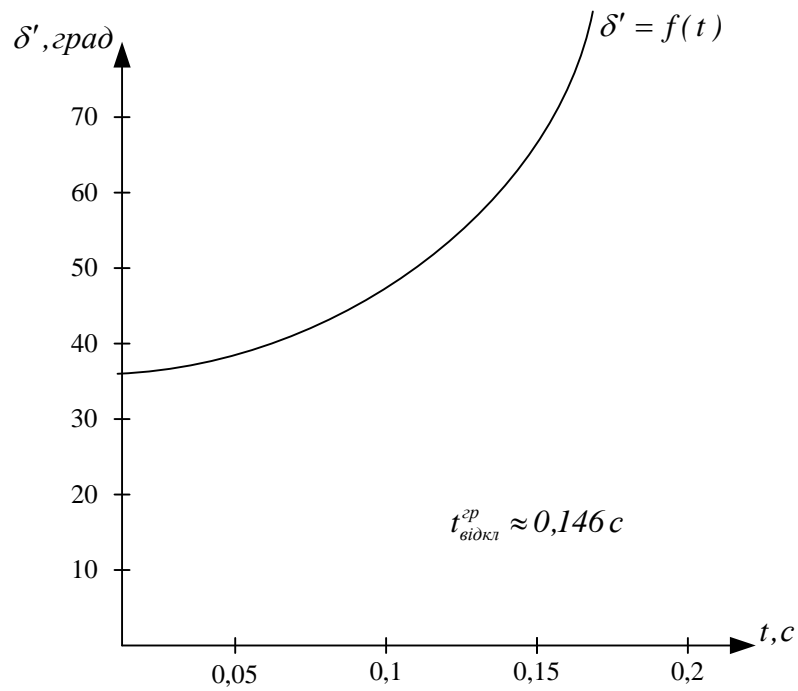


Вплив тривалості КЗ на коефіцієнту запасу динамічної стійкості
(пунктирна лінія відповідає випадкам порушення стійкості)

Визначення граничного часу відключення двофазного короткого замикання на землю



Вихідна схема простої електричної мережі



Графік залежності $\delta' = f(t)$

$$t_{\text{відкл}}^{\text{zp}} \approx 0,146 \text{ c}$$

ВИСНОВКИ

1. Протікання струмів короткого замикання призводить до :
 - а) втрати термічної стійкості ;
 - б) втрати електродинамічної стійкості ;
 - в) зниження рівнів напруги короткозамкнутої мережі ;
 - г) виникнення струмів нульової послідовності, і як наслідок поява високих рівнів напруги в електричних мережах сигналізації та обліку електричної енергії ;
 - д) втрати динамічної стійкості в електричних системах.
2. Відмічені вище негативні наслідки наявності призводить до значних збитків як в енергетичній системі, так і в цілому в народному господарстві.
3. Для усунення (зменшення) цих збитків потрібно проводити оптимізацію, та координацію струмів короткого замикання як на стадії проектування електричних систем, так і на стадії їх експлуатації.
4. Основними методами обмеження рівнів струмів короткого замикання є:
 - а) побудова оптимальних головних електричних схем станцій та підстанцій ;
 - б) застосування методів поздовжнього та поперечного ділення електричної мережі високої напруги ;
 - в) застосування швидкодіючих засобів релейного захисту та вимикачів з відповідним приводом розчеплення їх контактів ;
 - г) застосування струмообмежуючих елементів електричної мережі (трансформаторів з розчепленими обмотками, струмообмежуючих реаторів, тощо) ;
 - д) комплексне застосування вставок постійного струму в електричних мережах на основі техніко – економічного їх обґрунтування ;
 - е) застосування методів та заходів оптимізації струмів короткого замикання на землю ;

5. Застосування способу площини дозволяє розрахувати граничні кути відключення коротких замикань, граничні кути включення в роботу елементів електричних систем успішним АПВ.

6. Застосування методу послідовних інтервалів дозволяє розрахувати час відключення різних елементів електричної системи при умові збереження динамічної стійкості електропередачі.

7. Величина граничних кутів відключення коротких замикань залежить від виду короткого замикання :

а) При трифазному і двофазному короткому замиканні на землі значення граничних кутів відключення мінімальне ;

б) При двофазному і однофазному короткому замиканнях значення граничних кутів збільшується.