

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГОТЕХНІКИ ТА АВТОМАТИКИ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ І СИСТЕМ

ГЕОМАГНІТНІ ІНДУКЦІЙНІ СТРУМИ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Доповідач: аспірант групи ЕС-11ф

Іваніцький Сергій Борисович

Науковий керівник: зав. каф., д.т.н., проф.

Кирик Валерій Валерійович

Актуальність теми

Електроенергетичні системи (ЕЕС) є одними з критично важливих структур будь-якої країни. Складність самої системи і процесів, що відбуваються всередині, призводить до того, що ризики аварій в ній є багатофакторними.

За статистичними даними значна частка стійких відключень повітряних ліній по всьому світу походить від небезпечних природних впливів. Наразі однією з таких причин вважається присутність геомагнітних індукційних струмів (ГІС) в мережі, які є проявом сонячної активності на Землі.

Наявні на Землі трубопроводи, і що найважливіше, заземлені нейтралі силового обладнання створюють шляхи і умови для протікання ГІС. Протікання ГІС в обмотках силового трансформаторного обладнання призводить до зсуву робочої точки на кривій намагнічування силового трансформатора в наслідок чого трансформатор переходить в стан насичення.

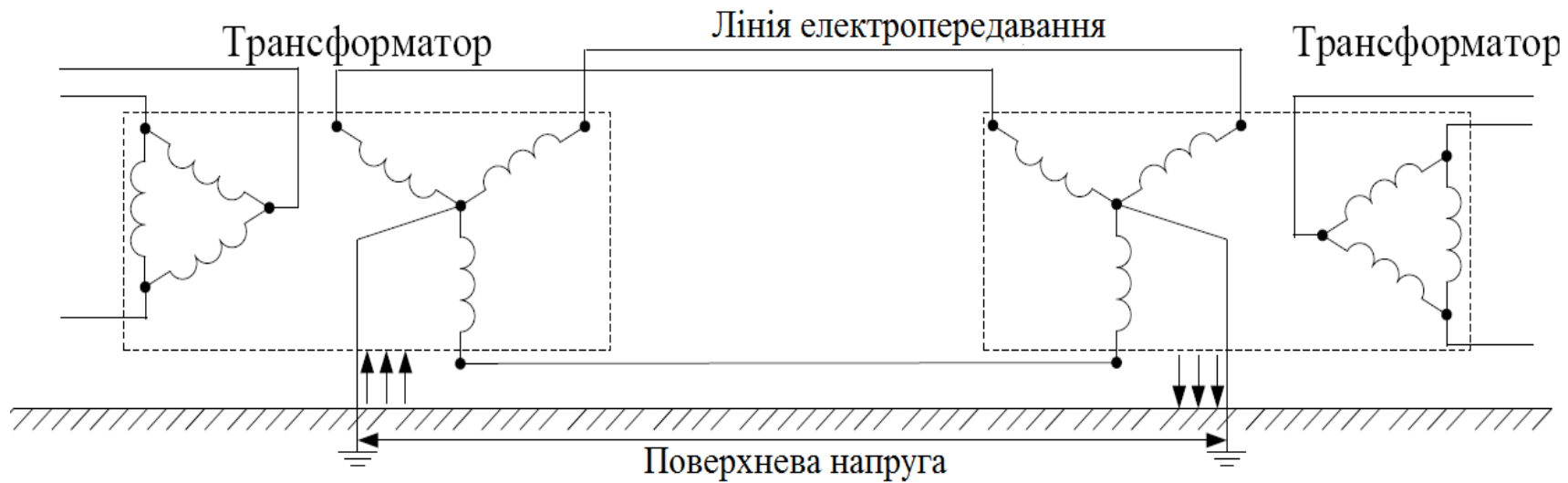
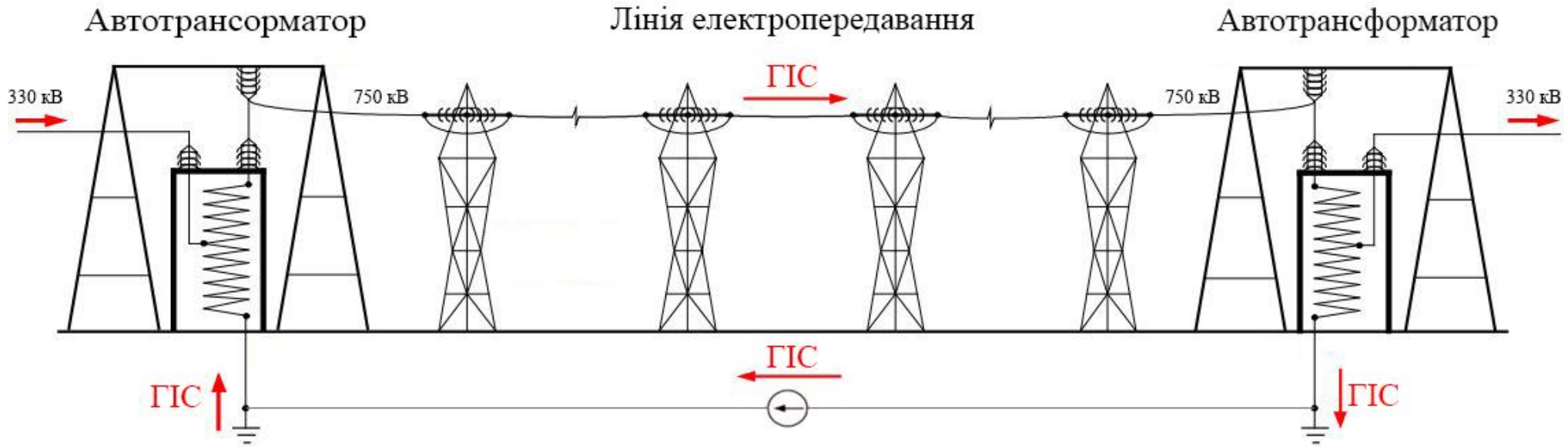
ТИПИ ГЕОМАГНІТНИХ ЗБУРЕНЬ

Геомагнітні збурення поділяють на три типи:

1. Сильні бурі з раптовим початком. Вважається, що вони породжуються потоками частинок, які викидаються під час сонячних спалахів.

2. Рекурентні бурі. Вони мають тенденцію до повторення через 27 діб, тобто через період обертання Сонця навколо своєї осі. Причиною їх є великі сонячні плями, здатні не втратити своєї сили протягом декількох місяців. При кожному новому перетині центрального меридіана Сонця їх вплив на магнітосферу Землі посилюється, що і призводить до геомагнітного збурення.

3. Слабкі бурі, котрі не мають ніякої періодичності і формуються під впливом варіацій сонячного вітру

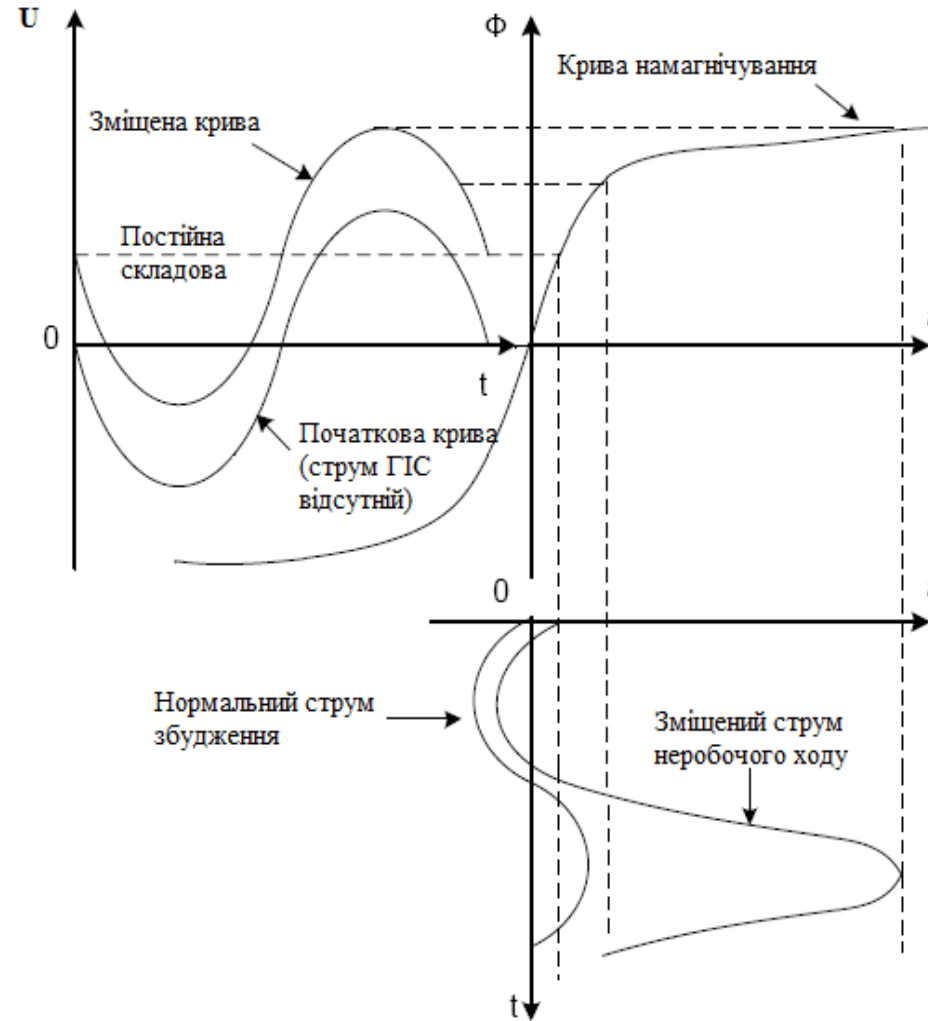


Геоіндукційні струми, наведені в електроустановках геомагнітних полем Землі, надають на них істотний вплив, якщо виконується, хоча б одна з умов:

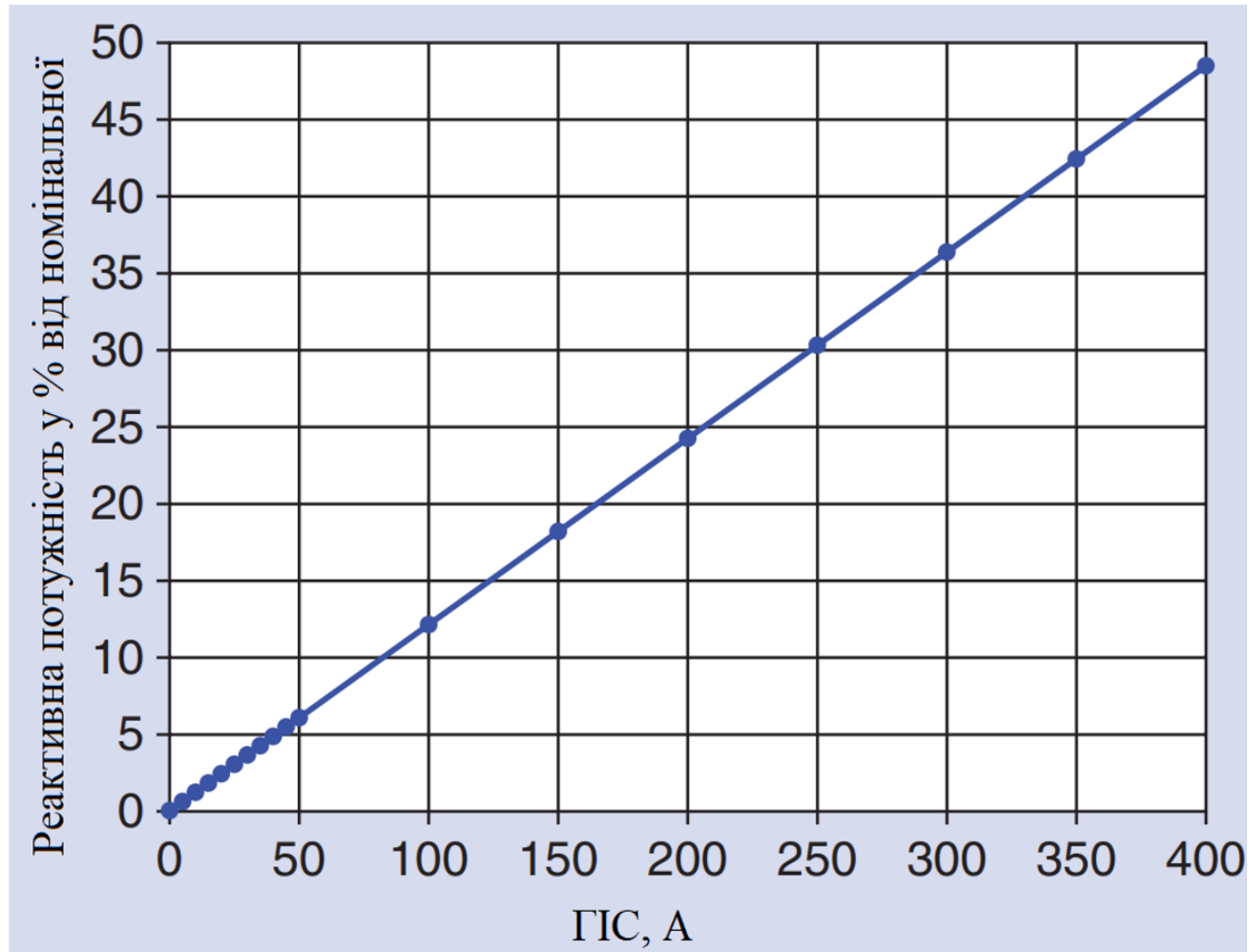
1. Великий питомий опір ґрунту;

2. Електрична система з'єднана з заземлювачами з низьким опором розтікання струму, принаймні, в двох точках. Зазвичай це має місце, коли електрична мережа виконана з ефективно або глухозаземленою нейтраллю. У цих випадках в довгих лініях електропередач протікають порівняно великі ГІС до декількох десятків і навіть сотень ампер на фазу, впливаючи на роботу систем електропостачання.

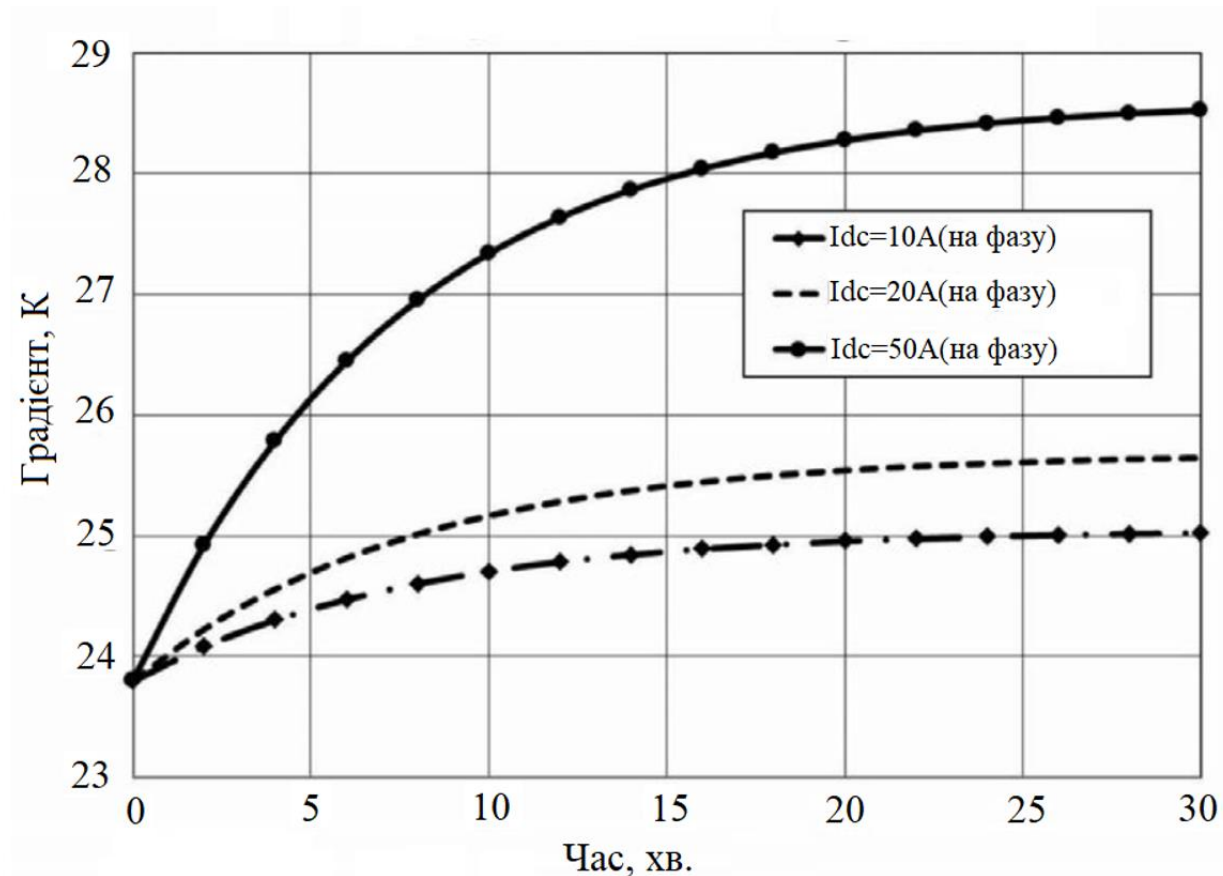
НЕГАТИВНІ ПРОЦЕСИ В СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРАХ ТА АВТОТРАНСФОРМАТОРАХ НА НАЯВНОСТІ ГІС



Споживання реактивної потужності силовими трансформаторами і автотрансформаторами



Підвищення температури основних частин трансформатора при протіканні ГС

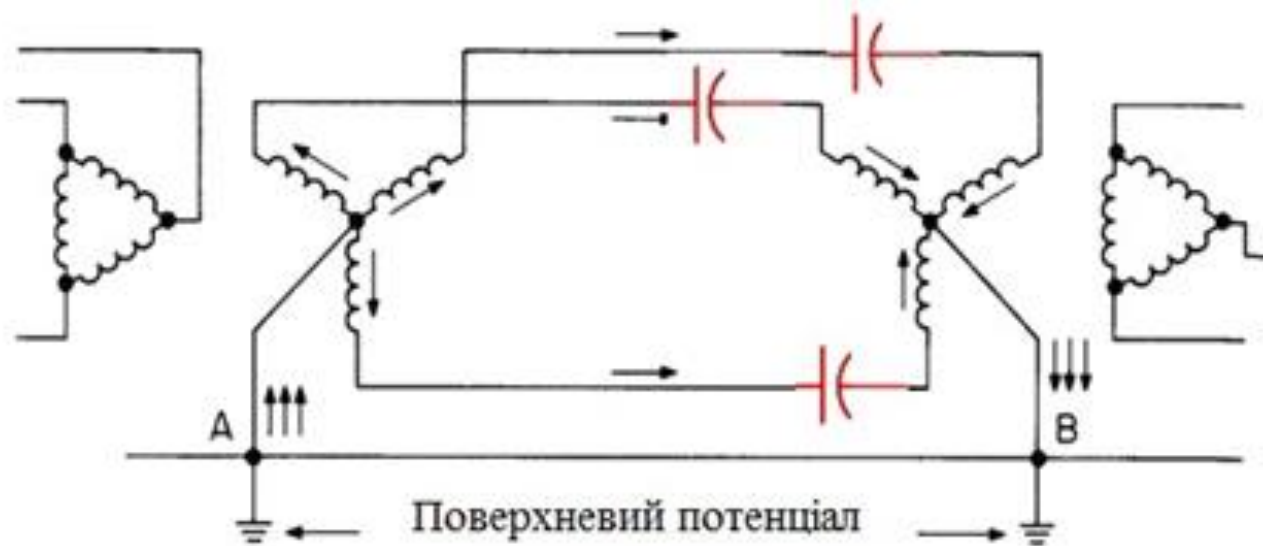


Розрахунковий температурний градієнт гарячої точки обмотки однофазного автотрансформатора 250 МВА при повному навантаженні через протікання постійного струму (IEEE, 2015)

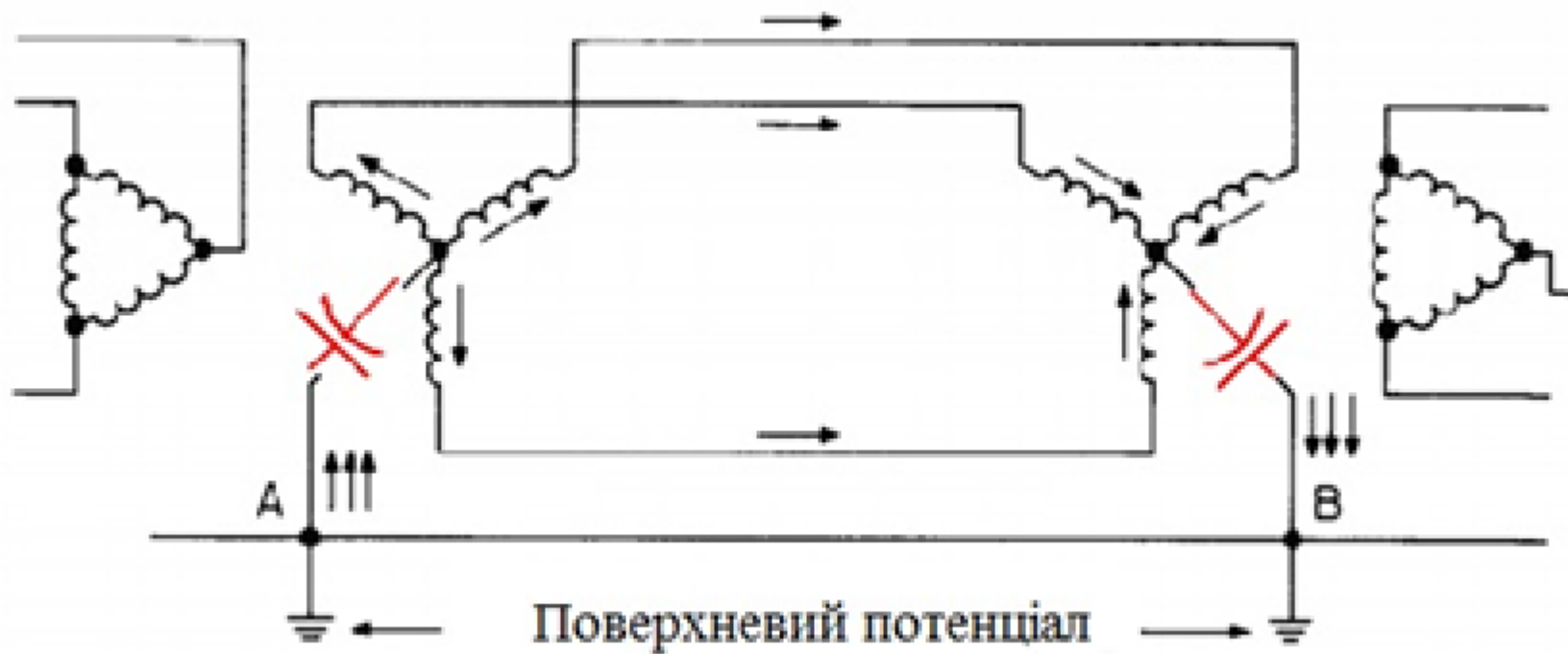
ЗАГАЛЬНИЙ ВПЛИВ НА ФУНКЦІОНЦВАННЯ ЕЕС

Значна частина проблем роботи енергетичного обладнання та релейного захисту через ГІС пов'язані з напівперіодним насиченням силових і вимірювальних трансформаторів і численними побічними явищами, викликаними таким насиченням, котрі можуть призводити до ряду проблем, пов'язаних зі зростанням споживання реактивної потужності силовим трансформатором і генерацією парних і непарних гармонік в систему, що в свою чергу призводить до неправильного відключення релейним захистом електроустановок, в тому числі пристроїв з регулювання напруги.

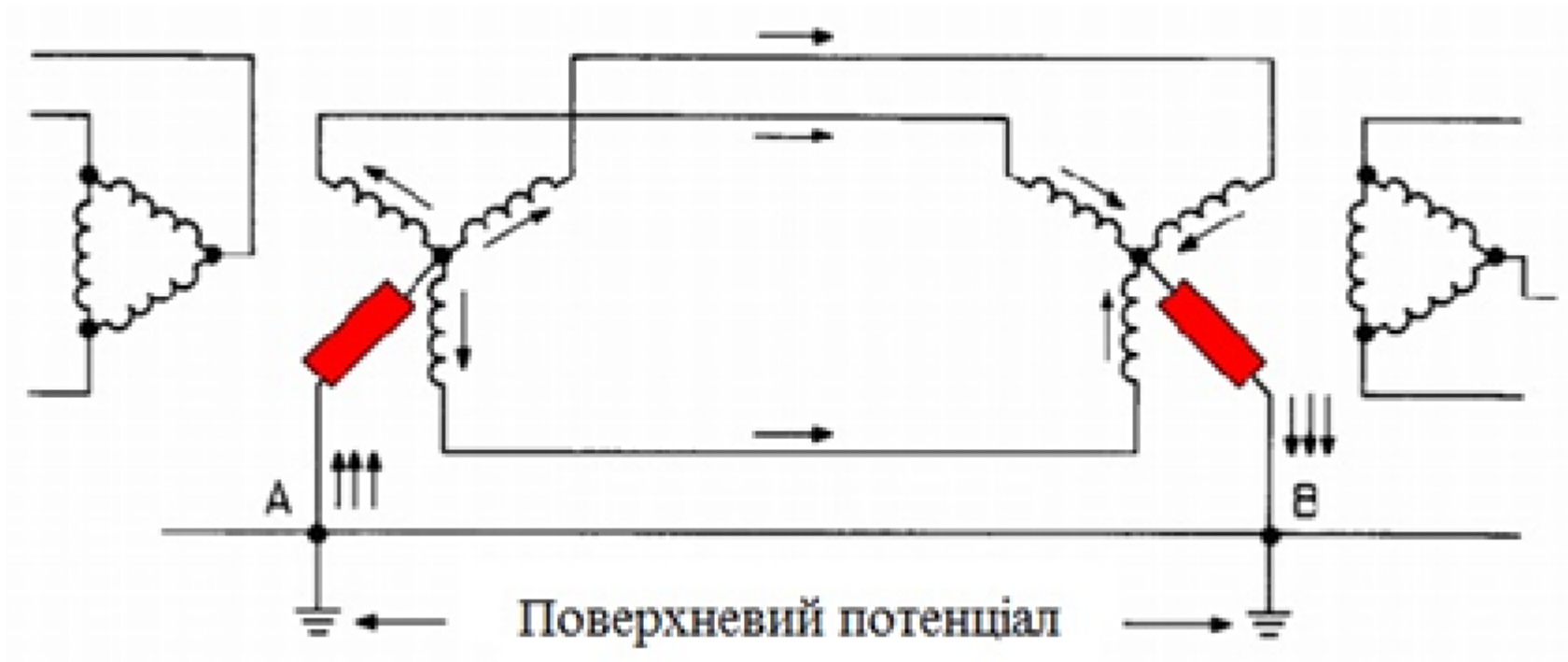
Шляхи захисту від ГІС



Використання установок поздовжньої ємнісної компенсації

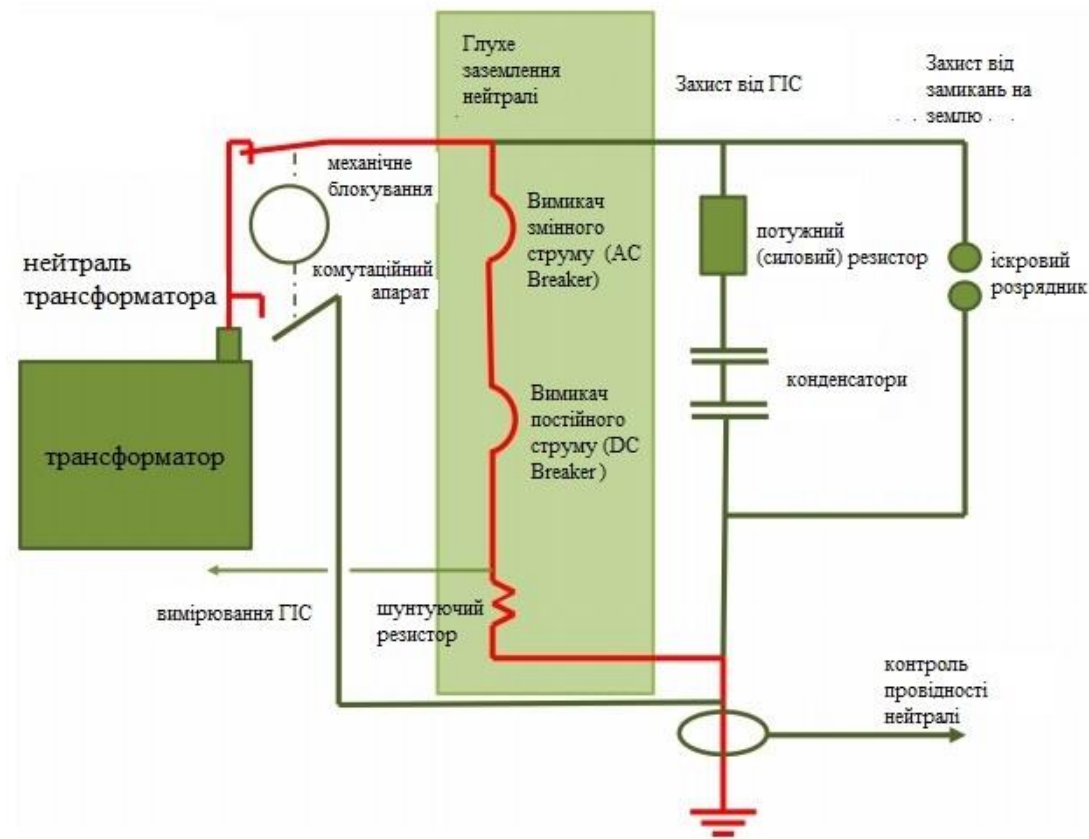
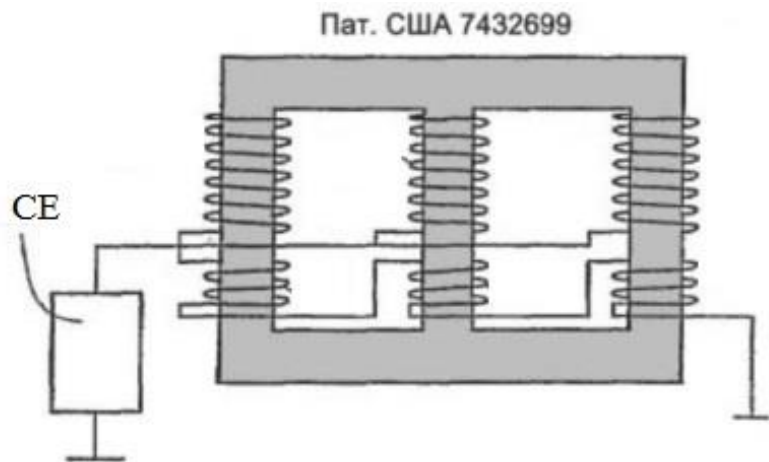


Виконання ємнісного заземлення нейтралі



Виконання резистивного заземлення нейтралі

Захист електричних мереж від ГІС



ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!