

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни «Основи релейного захисту та автоматизації систем»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

***141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(Електромеханіка)***

За темою № 1 - Принципи побудови релейного захисту

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, протокол від 28.08.2023р № 1.

Розробники:

Викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., доцент, викладач вищої категорії, Шокарьов Д.А.

Рецензенти:

- 1. К.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання Шмельов Ю. М.*
- 2. К.т.н., професор, завідувач кафедри електричних станцій Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» Лазуренко О.П.*

План лекції:

1. Селективність.
2. Швидкість дії.
3. Чутливість.
4. Надійність.

Література:

Основна література:

1. Кідиба В.П. Релейний захист електроенергетичних систем: Підручник.- Львів:Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2013. – 533 с.
2. Чернобровов Н.В. Релейная защита энергетических систем/ Чернобровов Н.В., Семенов В.А. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 800 с.
3. Шнеерсон Э.М. Цифровая релейная защита/ Шнеерсон Э.М. – М.: Энергоатомиздат, 2007. -549.

Допоміжна література:

4. Андрев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: учеб.для вузов/ В.А.Андреев. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш.шк., 2006 – 639 с.
5. Басс Э.И. Релейная защита электроэнергетических систем: учеб.пособие/ Басс Э.И., Дорогунцев В.Г.; под ред. А.Ф.Дьякова. – М.: Изд-во МЭИ, 2002. – 296 с.
6. Дьяков А.Ф. Микропроцессорная автоматикаи рлейная защита электроэнергетических систем: учеб. пособие для вузов./ А.Ф.Дьяков, Н.И.Овчаренко. – М.: Изд. дом МЭИ, 2008. – 336 с.
7. Циглер Г. Цифровая дистанционная защита: принципы и применение/ Циглер Г.; пер. с англ. под ред. Дьякова А.Ф. – м.: Энергоиздат, 2005. – 322 с.
8. Перехідні процеси в системах електропостачання/ [Півняк Г.Г., Винославський В.М., Рибалко А.Я., Несен Л.І.]; за ред. академіка НАН України Г.Г.Півняка. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2002. – 597 с.
9. Куликов Ю.А. Переходные процессы в электрических системах: учеб.пособие/ Куликов Ю.А. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. – 283 с.
10. Reimert D.Protective relaying for power generation/ Donald Reimert/ - USA, FL, Boca Raton: CRC Press, 2006/ - 561 p.
11. Preve C. protection of electrical networks/ Christophe Preve/ - GB: Antony Rowe Ltd, Chippenham, Wiltshire, 2006. – 508 p.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

12. Офіційний сайт Міністерство енергетики та вугільної промисловості України <http://mpe.kmu.gov.ua/>

Текст лекції

1.1 ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ

Селективність.

Селективністю або вибірковістю захисту називається здатність захисту відключати при короткому замиканні тільки ушкоджені ділянки мережі. На малюнку 1.1 показані приклади селективного відключення ушкоджень.

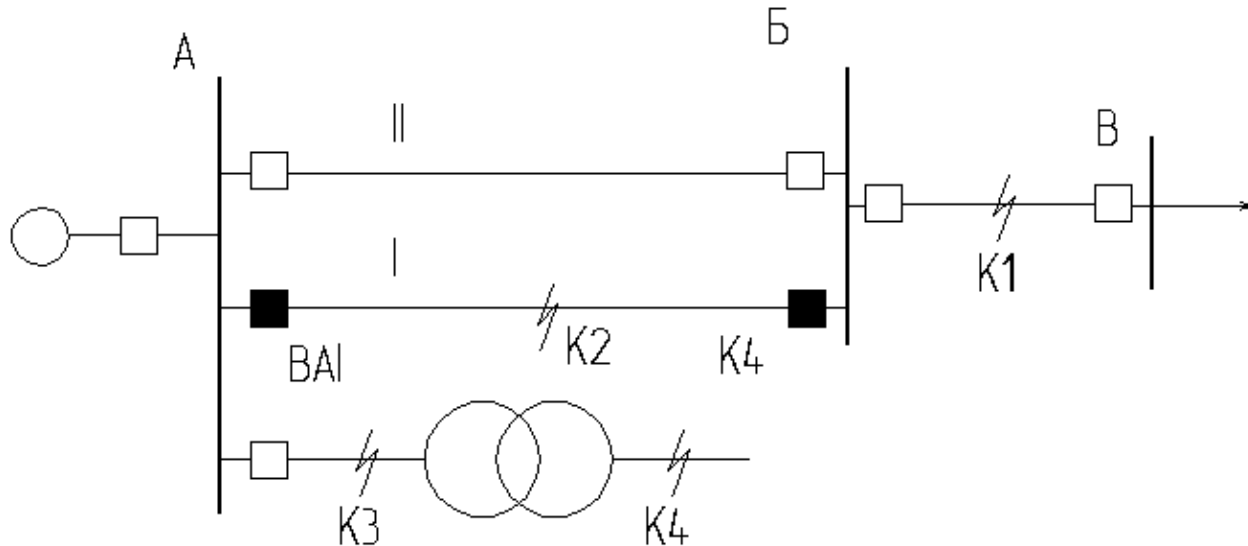


Рис. 1.1. Селективне відключення ушкоджень.

Так при короткому замиканні в точці К1 захист повинен відключати ушкоджену лінію вимикачем ВБ, тим, який ближче розташований до місця ушкодження. При цьому всі споживачі, крім тих хто живляться від ушкодженої лінії, залишаються в роботі. У випадку короткого замикання в точці К2, при селективній дії захисту, повинна відключатися ушкоджена лінія I, друга лінія II залишається в роботі, всі споживачі мережі зберігають живлення. Приклад показує, що якщо підстанція пов'язана з мережею декількома лініями, то селективне відключення короткого замикання на одній з ліній дозволяє зберегти зв'язок цієї підстанції з мережею. Таким чином, вимоги селективності є основною умовою для забезпечення надійного живлення споживачів.

Швидкість дії.

Відключення короткого замикання повинне виконуватись з можливо більшою швидкістю для обмеження розмірів руйнувань, зменшення тривалості зниження напруги у споживачів і збереження стійкості роботи генераторів.

Бажано, прагнути до дії захисту із власним часом спрацьовування, однак селективні захисти, що володіють одночасно швидкодією досить складні й дорогі, тому необхідна швидкість дії захисту повинна встановлюватися виходячи з конкретних умов.

Припустима за умовами роботи споживачів тривалість зниження напруги залежить від його величини. Найбільш чутливі до зниження напруги асинхронні двигуни, при зниженні напруги до 70% зменшують максимальний момент приблизно в 2 рази, а при більше глибокому зниженні напруги зупиняються. Щоб попередити зупинку або різке гальмування електродвигунів, потрібно забезпечити швидке відключення (до 0.5 сек.) тих коротких замикань, при яких напруга у споживачів знижується до 60-70% нормальної. При більших

залишкових напругах (більше 70%), за умовою роботи двигуна, можна допускати відключення короткого замикання з витримкою часу порядку 1-2 сек.

Припустимий час відключення короткого замикання, за умовами стійкості роботи генераторів, також залежить від величини залишкової напруги на шинах електростанції й визначається спеціальними розрахунками. Розрахунки й досвід показують, що для збереження стійкості при різкому зниженні напруги на шинах електростанції, повний час відключення к. з. повинен бути 0.2-0.3 сек. При більших значеннях залишкової напруги умови стійкості поліпшуються.

Найбільш важкими, з погляду збереження стійкості генераторів і безперебійності роботи споживачів, є трифазні короткі замикання, при яких напруга між усіма фазами може знижуватися до нуля. Однофазні короткі замикання є найбільш легким видом ушкоджень, оскільки при їхньому виникненні навіть у шин станції жодне із трьох лінійних напруг не падає нижче 50% нормального.

Час відключення ушкодження складається із часу роботи захисту t_z і часу дії вимикача t_v , що розриває струм короткого замикання. Найпоширеніші вимикачі діють протягом 0.05 - 0.15 сек., а сучасні швидкодіючі захисти можуть діяти протягом 0.02-0.04 сек.

Чутливість.

Для того, щоб захист діяв при ушкодженнях, він повинен мати певну чутливість.

Для визначення необхідної чутливості захисту потрібно, насамперед, встановити зону, у межах якої він повинен діяти. Кожний захист повинен відключати ушкодження на тій ділянці, для захисту якої він встановлений. Крім того, захист кожної ділянки повинен діяти при коротких замиканнях на другій ділянці, що захищається іншим захистом.

Дія захисту на другій ділянці необхідна для відключення коротких замикань у тому випадку, якщо другий захист або вимикач ділянки Б не спрацюють через яку-небудь несправність.

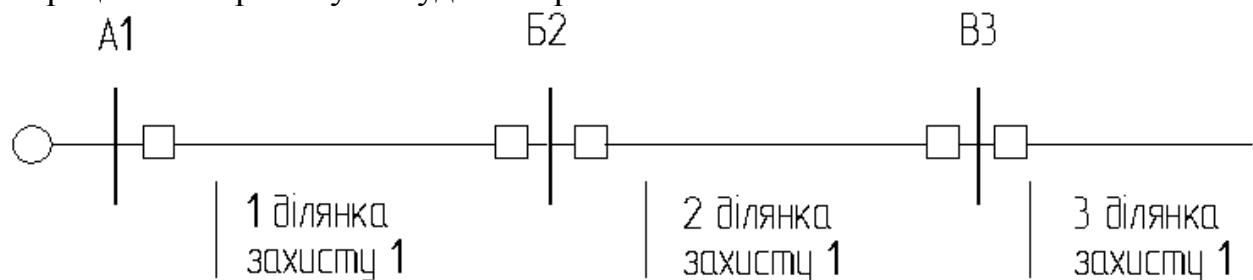


Рис. 1.2. Ділянки дії захистів.

Резервування наступної другої ділянки є важливою вимогою. Якщо воно не буде виконуватися, то при короткому замиканні на другій ділянці БВ та відмові його захисту або вимикача ушкодження залишиться не відключеним, що призведе до порушення роботи споживачів усієї мережі.

Дія захисту І при короткому замиканні на третій ділянці не потрібна, тому що при відмові захисту або вимикача третьої ділянки повинен подіяти захист ІІ

У такий спосіб чутливість захисту повинна бути достатньою наприкінці другої ділянки.

Надійність.

Вимога надійності полягає в тому, що захист повинен безвідмовно працювати при коротких замиканнях у межах встановленої для неї зони й не повинен працювати неправильно в режимах, при яких його робота не передбачається.

Вимоги надійності є досить важливими. Відмова в роботі будь-якого захисту завжди сполучена з додатковим відключенням однієї або більшої кількості підстанцій, як показано на Рис.1.3.

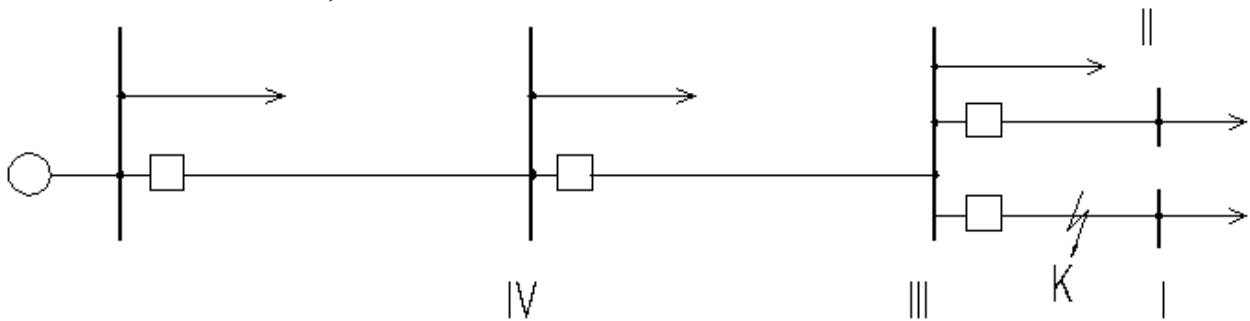


Рис. 1.3. Схема ділянки мережі з однобічним живленням.

При короткому замиканні в точці К і відмові захисту В1 спрацює захист В3, у результаті чого додатково відключаються підстанції 2 і 3. У випадку, якщо через ненадійність неправильно спрацює в нормальному режимі захист В4, то, в результаті відключення лінії 4, втратять живлення споживачі чотирьох підстанцій, а джерелом аварії стане ненадійний захист.

Звідси витікає:

- Захист повинен виконуватися за допомогою якісних і надійно працюючих реле.
- Схема захисту повинна бути простіше й одночасно мати якнайменшу кількість реле й контактів.
- Монтаж захисту повинен бути надійним.
- Всі допоміжні елементи, сполучні затискачі, проведення повинні бути надійними.