

# Особливості мікропроцесорного захисту ліній електропередач 10 кВ

**Виконав: ст.гр 1Ес-10б**

**Залізник Сергій Юрійович**

**Керівник:**

**к.т.н доцент Рубаненко О.Є**

Реле - це пристрій, в якому здійснюється стрибкоподібна зміна вихідного сигналу під впливом вхідного керуючого сигналу, що змінювався безперервно в певних межах. Релейні елементи знаходять широке застосування в системах автоматики, оскільки за їх допомогою можна [1]:

- Керувати великими потужностями при малих потужностях вхідних сигналів;
- виконувати логічні операції; створювати багатофункціональні релейні пристрої;
- здійснювати комутацію електричних кіл;
- фіксувати відхилення контрольованого параметра від заданого рівня;
- виконувати функції елемента пам'яті, і т.д.

## Технічні характеристики реле REF 615

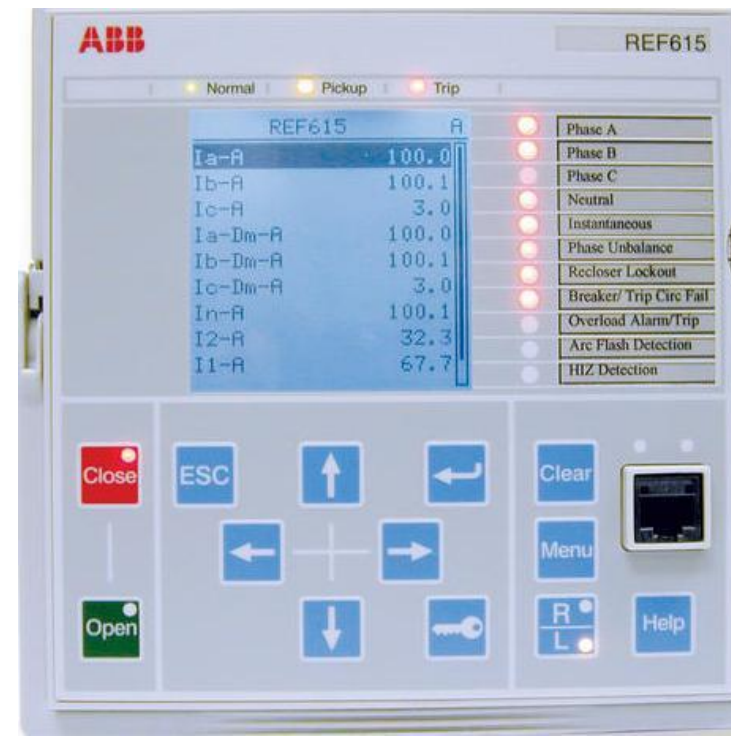
	Номинальна частота	50/60±5 Гц	
Струмові входи	Номинальний струм	0,2/1 А	1/5 А
	Термічна стійкість:		
	Тривала	4 А	20 А
	Протягом 1 с	100 А	500 А
	Протягом 10 с	25 А	100 А
Динамічна стійкість за струмом Значення півперіоди		250 А	1250 А
	Повний опір на вході	<100 МОм	<20 МОм
Вхід напруги	Номинальна напруга	100 В/110 В/115 В/120В (Параметризація)	
	Витримувана напруга:		
	Тривала $2 \times U_n$ (240 В)		
	Протягом 10 с $3 \times U_n$		
	Навантаження при номинальній напрузі	<0,05 ВА	

# Програмне забезпечення РСМ600 3

Створюється самою фірмою – виробником.  
Воно являється простим у використанні.

І виконує такі функції:

- Імітування роботи електричної мережі
- Створення тренувальних програм
- Дозволяє автоматизувати протоколи
- Одночасне використання засобу і автоматики
- Перегляд станів світлодіодів і списків подій
- Збереження даних подій
- Завдання уставок параметрів
- Контроль сигналів
- Перегляд вимірювань
- Перегляд векторних діаграм
- Читання файлів осцилограмм
- авторизація користувачів

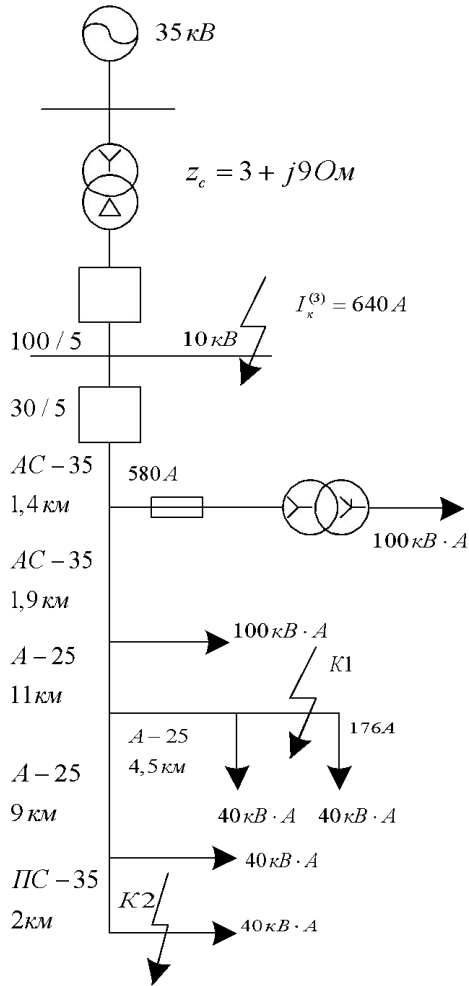


В залежності від конструктивного виконання може включати наступні функції релейного захисту та протиаварійної автоматики:

- Ненаправлений максимальний струмовий захист, чотири ступені
- Ненаправлений захист від замикань на землю
- Ненаправлений захист від замикань на землю, ( чутливий захист)
- Направлений захист від замикань на землю
- Струмовий захист зворотної послідовності, два ступені
- Захист від обриву фаз
- Виявлення кидка трифазного струму намагнічування трансформатора
- Захист ліній і кабелів від теплового перевантаження
- ПРВВ
- Реле блокування вимикача з електричною фіксацією
- АПВ
- Дуговий захист з трьома датчиками для знаходження електричної дуги

Даний пристрій є багатофункціональним пристроєм для захисту ліній електропередач від ряду негативних чинників та явищ.

# Розрахунок уставок спрацювання REF 615



Визначається сумарний активний та індуктивний опір до точки K1

$$z_{K1} = \sqrt{29,5^2 + 18,3^2} = 34,5 \text{ Ом}$$

Визначаємо струм при трифазному КЗ в точці K1

$$I_{K1}^{(3)} = \frac{10500}{\sqrt{3} \cdot 34,5} = 176 \text{ А}$$

Аналогічно розраховується струм при трифазному КЗ в розрахунковій точці K2

Проведенні дослідження та досвід експлуатації релейного захисту вказують, що при розрахунку вставок максимального струмового захисту лінії 6 та 10 кВ використовується коефіцієнт самозапуску навантаження

$$k_{\text{нці}} = 1,2 \div 1,3$$

при умові, що захист буде мати час спрацювання не менше 0,5 с.

Максимальний робочий струм лінії приймається рівним сумі номінальних струмів всіх трансформаторів, що приєднані до лінії, що захищається:

Максимальний робочий струм лінії

$$\Sigma I_{\delta i \dot{a} \cdot \delta \delta} = \Sigma S_{i \dot{i} i \cdot \delta \delta} / (\sqrt{3} U_{i \dot{i} i}) = (2 \cdot 100 + 4 \cdot 40) / (\sqrt{3} \cdot 10) = 20 \text{ A}$$

Розраховується струм спрацювання захисту та перевіряється коефіцієнт чутливості

$$n_{\tilde{n} \cdot \zeta} \geq \frac{k_i \cdot k_{\tilde{k} \dot{i}}}{k_{\dot{a}}} \cdot I_{\delta i \dot{a} \cdot \max} = \frac{1,3 \cdot 1,25 \cdot 20}{0,65} = 50 \text{ A}$$

Попередньо прийнявши

$$n_{\tilde{n} \cdot \zeta} = 50 / 5 \quad \text{отримуємо:}$$

$$I_{\tilde{n} \cdot \zeta} = 50 \cdot 1 / 10 = 5 \text{ A}$$

а уставка на реле REF 615 може бути виконана.

Коефіцієнт чутливості при КЗ в основній зоні дії захисту (точка К2 з найменшим струмом КЗ)

$$k_{\tilde{\zeta} \cdot \dot{i} \tilde{i} i}^{(2)} = 0,85 \cdot 1,44 / 50 = 2,5 > 1,5$$

Відповідно за умовами чутливості релейного захисту секціонування лінії не потребується.

Вибираємо час спрацювання та характеристику реле REF 615 за умовами узгодження за струмом та часом з параметрами спрацювання захисних пристроїв наступних та попередніх елементів. Попереднім розрахунковим елементом є найбільш потужний із трансформаторів – 100 кВА.

Його захист здійснюється плавкими запобіжниками. Підбирається характеристика для максимального захисту лінії (REF 615) виходячи з наступних умов :

а) Струм спрацювання захисту повинен бути не менше ніж на 10 % більше струму плавлення вставки запобіжника, що відповідає часу дії захисту в початковій частині характеристики ( не менше 5 с). для цього визначається струм плавлення при 5 с. : 36 А. Вибраний завчасно струм спрацювання захисту (50 А) задовольняє цій умові

б) ступінь селективності 0,5-0,7 с між характеристиками захисту (2) й запобіжника (1) бажано забезпечити при всіх можливих значеннях струму

в) Ступінь селективності між захистом трансформатора та лінії, що захищається ПЛ 10 кВ повинно бути приблизно 0,7 с при максимальному струмі КЗ на початку лінії.

Тоді для захисту лінії час спрацювання повинен бути

$$t_{\tilde{n} \cdot \zeta} \leq t_{\tilde{n} \cdot \zeta \cdot \delta \delta} - \Delta t = 1,4 - 0,7 = 0,7$$

# ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ

6

Необхідність впровадження вдосконалених схем релейних захистів може бути викликана різними причинами:

- технічним переозброєнням енергетичних об'єктів - впровадженням нового обладнання, систем АСУ в управлінні енергетичними пристроями;
- невідповідністю технічних і функціональних характеристик існуючих захистів вимогам селективності, швидкодії і чутливості для режимів роботи енергетичних об'єктів або мережі;
- фізичним зносом об'єктів;
- припиненням випуску запасних частин для діючих схем захистів;
- збільшенням числа відмов функціонування або числа uszkodжень діючих захистів.

Кожна з перерахованих причин викликає необхідність заміни діючої захисту і вимагає індивідуального економічного обґрунтування доцільності даного заходу. Вартість нового захисту визначається по рівню сучасних ринкових цін. Якщо пропонується до впровадження новий захист, що не має аналогів, то складається кошторисна вартість нової захисту, яка включає

де  $K_i$  – вартість  $i$ -елементів, що використовуються при створенні нової схеми захисту,

$K_{i\partial\epsilon}$  - витрати на монтаж схеми, які приймаються укрупнено, в розмірі 5-7% від вартості захисту.

Поточні витрати на утримання захисту включають витрати на поточне обслуговування захисту. Ці витрати не істотні, тому можуть прийматися в розмірі 0,5-1% від вартості захисту. До складу поточних витрат також включаються амортизаційні відрахування. Таким чином, поточні витрати з експлуатації захисту включають

$$C_{\partial\alpha\epsilon, \text{ч}\partial\delta} = C_{i\partial\alpha\epsilon, \text{ч}\partial\delta} + C_a$$

Розмір річного приведеного економічного ефекту від впровадження більш досконалої схеми захисту при терміні окупності, відповідному прийнятому значенню, визначається за формулою:

$$\hat{A}_{\text{ч}\partial\delta} = \hat{O}_{\text{ч}\partial\delta} - (\tilde{N}_{\partial\alpha\epsilon, \text{ч}\partial\delta} + \hat{A}_{i\partial} \cdot \hat{E}_{\text{ч}\partial\delta})$$

$$K_{\text{ч}\partial\delta} = \sum K_i + K_{i\partial\epsilon}$$



Реальний термін окупності придбання або створення нової захисту розраховується за формулою:

$$\dot{O}_{ie} = \frac{\hat{E}_{\text{цào}}}{\dot{O}_{\text{цào}} - \tilde{N}_{\text{оае.цào}}}$$

Річні перерви в лінії електропостачання через неспрацювання захистів складають:  $t_{\text{аае}} = 16,5$  год

Річний обсяг відпуску електроенергії споживачам  $W_{\text{оае}} = 440000$  тис. кВт · год

Вартість захистів  $\hat{E}_{\text{цào}} = 875$  тис. грн..

Визначаємо річні поточні витрати на експлуатацію нового захисту при нормі витрат на поточне обслуговування  $\dot{I}_{\text{іае}} = 0,5\%$

та терміні служби нового захисту –  $t_{\text{іе}} = 12$  років

$$C_{\text{обсл}} = 8750 \cdot \frac{0,5}{100} = 43,45 \quad \text{тис. грн..}$$

$$\tilde{N}_{\text{а}} = \frac{8750}{12} = 729,2 \quad \text{тис. грн..}$$

$$\tilde{N}_{\text{оае.цào}} = 116,37 \quad \text{тис. грн..}$$

Визначаємо збиток від подовідпуску електроенергії при відмові старого захисту

$$\Delta\ddot{A}_{\text{А}} = \frac{44000}{8760} \cdot 16,5 \cdot 1,13 = 936,5 \quad \text{тис. грн..}$$

Визначаємо витрати на ліквідацію аварій

$$\tilde{N}_{\text{ці}} = (60 + 35) \cdot 10 \cdot 2 + (60 + 35) \cdot 5 \cdot 1,4 = 2,565 \quad \text{тис. грн..}$$

де 2,0 – збільшення заробітної плати за понаднормову роботу в 2,0 рази; 1,4 – збільшення заробітної плати за роботу в нічний час на 40,0%

$$\tilde{N}_{\text{оа}} = 50 \cdot 6 \cdot 2 \cdot \frac{87,5}{100} \cdot 20 = 10,5 \quad \text{тис. грн..}$$

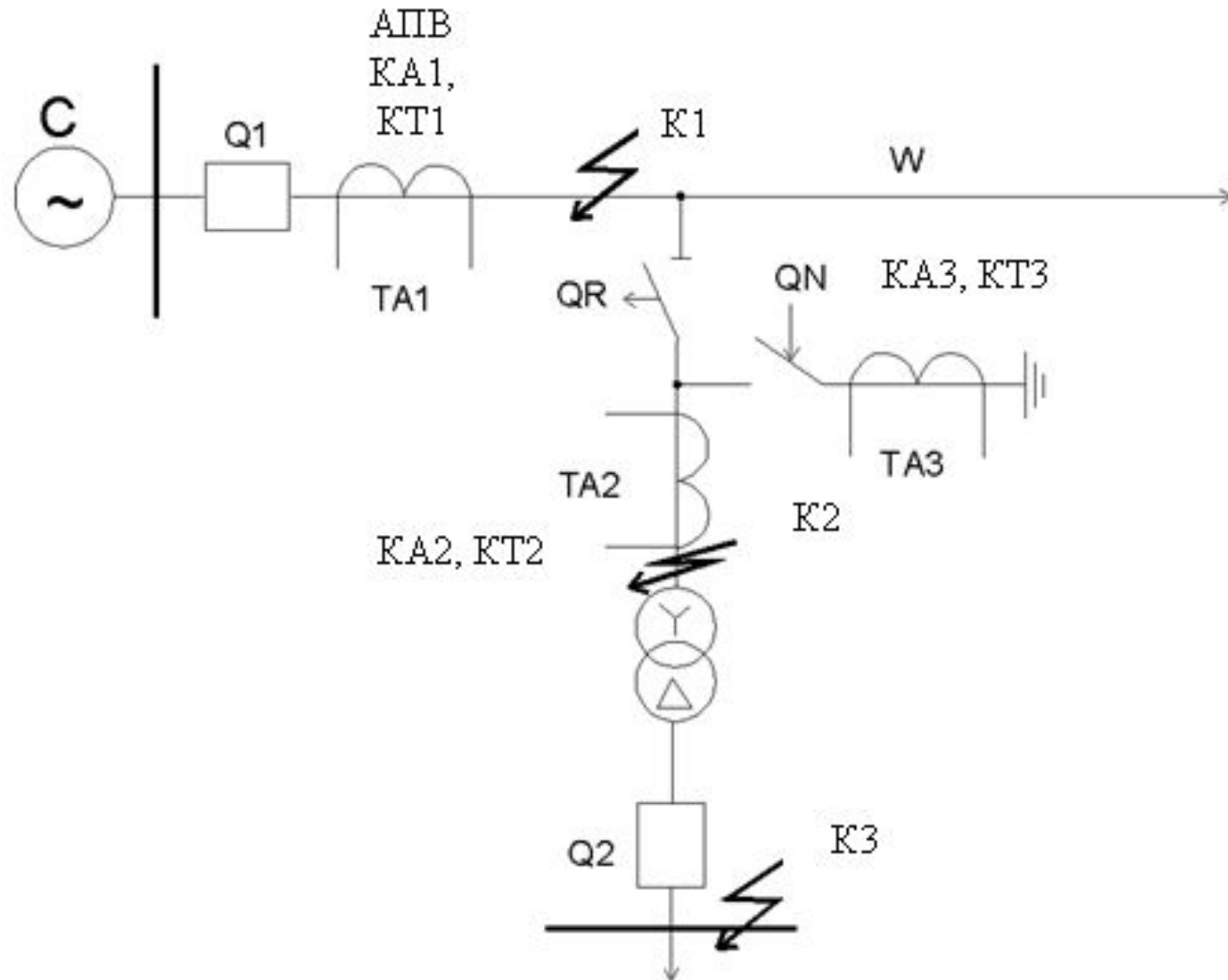
$$C_{\text{заа}} = 10,5 + 10,5 + 40 = 61 \quad \text{тис. грн..}$$

Визначаємо строк окупності установки пристрою захисту фідера REF 615, років

$$\dot{O}_{ie} = \frac{8750}{936,5 + 61 - 116,37} = 4,2 \quad \text{роки}$$

У разі заміни застарілого захисту новим на базі REF 615 для захисту ПЛ 10 кВ очікується, що витрати на таку заміну окупляться за 4,2 роки

Даний пристрій використовується в якості ступеневого струмового захисту та АПВ, пуск якого залежить від виставленої часової вставки.



## Висновки:

8

- Пристрої релейного захисту і автоматики за принципом дії, місцем установки, умовами резервування і вихідним діям повинні відповідати схемам і режимам роботи електропостачання.
- Відповідно до вимог ПУЕ, силове обладнання електростанцій, підстанцій та електричних мереж повинно бути захищене від коротких замикань і порушень нормальних режимів роботи пристроями релейного захисту і автоматики.
- REF 615 - це пристрій захисту лінії розроблений за стандартом МЕК 61850 для селективного захисту від коротких замикань, максимального струмового захисту та захисту від замикань на землю. Використовується в мережах всіх типів: в мережах з ізольованою нейтраллю, з заземленою через активний опір нейтраллю і в мережах з компенсованою нейтраллю.
- Розрахунок уставок захисту ЛЕП 10 кВ з використанням REF 615 передбачає визначення струмів спрацювання першої та другої ступені МСЗ та часу спрацювання з метою узгодження з уставками релейного захисту суміжних ділянок, а також передбачає визначення коефіцієнтів чутливості з метою забезпечення надійного спрацювання релейного захисту.
- Досліджувана в лабораторній роботі фізична модель створена в лабораторії релейного захисту ВНТУ дозволяє вивчати властивості релейного захисту та АПВ, які реалізовані за допомогою давно експлуатованих електромагнітних реле та сучасного мікропроцесорного терміналу REF 615.
- Прогнозується, що впровадження сучасного релейного захисту REF 615 окупиться за 4,2 роки.
- Запропоновані в роботі заходи з мікроклімату, складу повітря робочої зони, виробничого освітлення, шуму, вібрації та пожежної безпеки покликані забезпечити безпечні монтаж, експлуатацію та обслуговування REF 615

Дякую за увагу