

О. Є. Рубаненко, О. Ф. Гончарук,
О. О. Рубаненко

**МІКРОПРОЦЕСОРНИЙ РЕЛЕЙНИЙ ЗАХИСТ
ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ**



Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

О. Є. Рубаненко, О. Ф. Гончарук, О. О. Рубаненко

**Мікропроцесорний релейний захист ліній
електропередач**

Лабораторний практикум

Вінниця
ВНТУ
2017

УДК 621.311(075)

ББК 31.277.1я73

Р40

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 10 від 29.05.2014 р.)

Рецензенти:

П. Д. Лежнюк, доктор технічних наук, професор

В. В. Назаров, доктор технічних наук, професор

О. Д. Демов, кандидат технічних наук, доцент

В. О. Бегун, заступник начальника СРЗА ПАТ «Вінницяобленерго»

Рубаненко, О. Є.

Р40 Мікропроцесорний релейний захист ліній електропередач : Лабораторний практикум / О. Є. Рубаненко, О. Ф. Гончарук, О. О. Рубаненко. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 111 с.

Лабораторний практикум містить відомості про мікропроцесорне реле REJ515, його використання в мікропроцесорному багатоступеневому захисті лінії електропередач, про програмне забезпечення CAP505. Наведено методичні рекомендації щодо програмування та використання реле REJ515, щодо використання електронного осцилографа.

УДК 621.311(075)

ББК 31.277.1я73

ЗМІСТ

Список умовних позначень і скорочень	4
Вступ.....	5
Організація навчального процесу.....	8
1 Лабораторна робота № 1. Ознайомлення зі стендом до лабораторної роботи № 1	10
2 Лабораторна робота № 2. Налаштування програмного забезпечення мікропроцесорного захисту з реле REJ515A.....	15
3 Лабораторна робота № 3. Конфігурування структури та введення уставок мікропроцесорного захисту з реле REJ515A.....	41
4 Лабораторна робота № 4. Робота з осцилограмами мікропроцесорного реле REJ515A.....	69
5 Лабораторна робота № 5. Максимальний струмовий захист ліній з одностороннім живленням	83
Література	96
Додаток А. Схема мікропроцесорного реле REJ515A	98
Додаток Б. Схема підключення трансформаторів струму до пристрою REJ515A.....	99
Додаток В. Схема підключення вихідних реле пристрою REJ515A	100
Додаток Г. Схема підключення проміжних трансформаторів реле REJ515	101
Додаток Д. Параметри комунікаційних кіл пристрою захисту REJ515A	102
Додаток Е. ARP I SPA протоколи.....	103
Додаток Ж. Робота з операційною системою Windows 7	104
Додаток И. Послідовний порт COM	110

СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

- SPA – Stromberg Protection Acquisition – Стромбергський протокол обміну даними між реле REJ515A і ПЕОМ (Стромберг – назва міста у Фінляндії, де виготовляють реле REJ515A).
- Sender protocol address (SPA) – логічна адреса відправника.
- SGB – Switching group for blocking – група перемикачів для введення в дію блокувань
- SGF – Switching group for function – група перемикачів для введення в дію додаткових функцій
- SGR – Switching group for relays – група перемикачів для введення в дію окремих реле
- ABB – Asea Brown Boveri
- ПРВВ – пристрій резервування відмов вимикача
- РЗА – релейний захист та автоматика
- СВ – струмова відсічка
- VD – діод
- АВР – автоматичне введення резерву
- СВ – струмова відсічка
- МСЗ – максимальний струмовий захист
- СВБВЧ – струмова відсічка без витримки часу
- СВзВЧ – струмова відсічка з витримкою часу
- ЕСС – електроенергетична система
- ARP – Address Resolution Protocol
- COM – communications port

ВСТУП

Одна з характерних особливостей сучасного науково-технічного прогресу – надзвичайне прискорення темпів приросту і оновлення знань. Розвиток людського суспільства, його культурний рівень безпосередньо пов'язані із збільшенням кількості споживаної енергії, дослідженням і обґрунтуванням нових, ефективніших її видів. Нинішній науково-технічний прогрес неможливий без використання якісно нового виду енергії, в першу чергу, електричної [18]. Вона широко застосовується в промисловості, міському і сільському господарстві, на транспорті. Тому роль інженера-електроенергетика в сучасному суспільстві надзвичайно вагома. Відомо, що економічність і надійність систем електропостачання багато в чому забезпечується засобами захисту і автоматики [2, 5, 6, 7, 18].

При експлуатації енергетичного устаткування і електричних мереж неминучі їх пошкодження і ненормальні режими [9].

В більшості випадків розвиток аварій може запобігти швидким відключенням пошкодженої ділянки електричної установлення або мережі за допомогою спеціальних автоматичних пристроїв, які діють на відключення вимикачів, та отримали назву **релейний захист** [9, 12, 20].

В даний час терміном реле позначається широка група автоматичних приладів і пристроїв, використовуваних в релейному захисті, автоматичці, телемеханіці, телеграфії, телефонії і інших галузях техніки [22, 23, 24].

Нині ми переживаємо справжню технічну революцію, пов'язану з приходом нового покоління пристроїв РЗА – мікроелектронної і мікропроцесорної техніки (зокрема українські: РС-80, УЗА-10, «Діамант», УРЧ-3, МРЗС, Альтра-АСК і багато інших).

У наш час різко скоротився термін впровадження наукових ідей в практику і виробництво. Зараз мікропроцесорна елементна база стала основою сучасних пристроїв релейного захисту і автоматики електроенергетичних систем.

Більшість фірм виробників устаткування РЗА припиняють випуск електромеханічних реле і пристроїв та переходять на цифрову елементну базу [14, 16].

Перехід на нову елементну базу не приводить до зміни принципів релейного захисту і електроавтоматики, а тільки розширює її функціональні можливості, спрощує експлуатацію і знижує її вартість. Саме з цих причин мікропроцесорні пристрої дуже швидко займають місце застарілих електромеханічних і мікроелектронних реле [1, 3, 6, 10, 13, 15, 16].

Основні характеристики мікропроцесорних захистів значно вищі, ніж у мікроелектронних, а тим більше електромеханічних. Так, потужність, споживана від вимірювальних трансформаторів струму і напруги, знаходиться на рівні 0,1–0,5 ВА, апаратна похибка – в межах 2–5%, коефіцієнт повернення вимірювальних органів становить 0,96 – 0,97 [17].

Світовими лідерами у виробництві пристроїв РЗА є європейські концерни ALSTOM, ABB і SIEMENS [18]. Загальною для них є тенденція все більшого переходу на цифрову техніку. Цифрові захисти, які випускають перераховані фірми, мають високу вартість, яка, втім, окупається їх високими технічними характеристиками і багатофункціональністю. Мікропроцесорну апаратуру випускають і інші фірми: GE Multilin, SEL. Перехід на цифрові способи обробки інформації в пристроях РЗА не привів до появи яких-небудь нових принципів побудови захисту електроустановок, але істотно поліпшив експлуатаційні якості реле.

Сучасні цифрові пристрої РЗА інтегровані в рамках єдиного інформаційного комплексу функції релейного захисту, вимірювання, регулювання і управління електроустановкою. Такі пристрої в структурі автоматизованої системи управління технологічним процесом (АСУ ТП) енергетичного об'єкта є крайовими пристроями збору інформації. У інтегрованих цифрових комплексах РЗА з'являється можливість переходу до нових нетрадиційних вимірювальних перетворювачів струму і напруги – на основі оптоелектронних датчиків, трансформаторів без феромагнітного осердя і т. д. Ці перетворювачі технологічно при виробництві мають дуже високі метрологічні характеристики, але малу вихідну потужність і непридатні для роботи з традиційною апаратурою.

На основі мікропроцесорної елементної бази створені комплектні пристрої, що містять набір блоків, які виконують всі необхідні функції захисту, автоматики і управління одного з елементів системи виробництва, передачі, розподілу і споживання електроенергії.

У лабораторному практикумі вивчаються особливості мікропроцесорного реле виробництва концерну АBB. Цей концерн є одним із найвідоміших світових лідерів в галузі розробки, виробництва і впровадження пристроїв релейного захисту. Його історія починається з 1883 року, коли Людвік Фредхольм створює в Стокгольмі компанію Elektriska Aktiebolaget – виробника електричної освітлювальної апаратури і генераторів. Серед багатьох відомих на весь світ досягнень компанії АBB належать такі: у 1901 році компанія ВВС будує першу парову турбіну в Європі; у 1893 році компанія АSEA створює першу трифазну систему передачі електричного струму в Швеції; у 1939 році компанія ВВС створює першу газову турбіну для виробництва електроенергії; у 1932 році компанія АSEA створює найбільший в світі трансформатор з повітряним охолодженням потужністю 2500 кВА; у 1943 році компанія ВВС створює перший високошвидкісний повітряний вимикач на напругу 110 кВ; у 1942 році компанія АSEA створює перший в світі трансформатор потужністю 120 МВА, напругою 220 кВ для об'єкта Elverks Vartanstation в Стокгольмі; у 1953 році компанія ВВС виконала перше передавання сигналу управління в диспетчерський центр електростанції на частоті високовольтної лінії електропередач напругою 735 кВ; у 1965 році компанія ВВС будує перше в світі КРП з EI (комплектний розподільний пристрій з елегазовою ізоляцією) напругою 110 кВ, що

дозволяє вимикачам струму безпечно працювати в умовах обмеженого простору; у 1971 році компанія BBC створює найпотужніший в світі трансформатор потужністю 1300 МВА; у 2012 році АБВ успішно проектує і розробляє гібридний вимикач постійного струму, розроблений для будівництва крупних міжрегіональних мереж постійного струму (цей технологічний прорив вирішує технічну проблему, яка залишалася невирішеною протягом більше ста років і, можливо, вимикач АБВ став одним з головних «авторитетів» в «Війні струмів»). У 1988 році компанії ASEA і BBC об'єдналися для створення нової компанії з штаб-квартирою в Цюріху, Швейцарія. Доходи нової Групи компаній, що працює з 5 січня 1988 року, становили 17 млрд. доларів США, кількість співробітників по всьому світу – 160 000 чоловік.

У Росії АБВ має глибоке коріння. Одна з компаній-засновників Групи АБВ – фірма ASEA – відкрила свій перший постійний офіс в Санкт-Петербурзі ще в 1893 році. Компанія АБВ, світовий лідер з технологій для енергетики та автоматизації, працює в Україні з 1992 року.

Компанія АБВ в свій час стала однією з перших електроенергетичних компаній, котра зосередилась на виробництві продукції для підвищення енергоефективності електромереж та промислових підприємств, обладнання та технологічних рішень для альтернативної енергетики і т. д.

У лабораторному практикумі увага приділена реле REJ515 виробництва компанії АБВ. Реле серії REJ51_, REJ52_ REU51_, REU52_ виконані на сучасній мікропроцесорній базі і призначені для захисту різних енергооб'єктів. Ці реле виконують функції ненаправлених і направлених максимальних струмових захистів (МСЗ), захистів від замикань на землю (ЗЗЗ), реле максимальної і мінімальної напруги, а також вимірювання, сигналізації, реєстрації і осцилографування аварійних параметрів. Реле мають порт зв'язку і можуть бути інтегровані в систему для передачі даних в АСУ ТП підприємства. Зв'язок здійснюється по SPA протоколу. Є можливість підтримки стандартних міжнародних протоколів (наприклад, IEC 870-5-103). Всі реле сумісні і входять до складу комплексної системи захисту і управління концерну АБВ.

Ці реле застосовуються в схемах вторинної комутації як основні і резервні захисти енергооб'єктів напругою 0,4 кВ і вище та рекомендуються для застосування на об'єктах, що знову вводяться і реконструюються. Сфери застосування: електричні станції і підстанції; промислові підприємства; підприємства нафтогазового комплексу та інші. Об'єкти застосування: низьковольтні комплектні пристрої; шафи і панелі захистів ліній, трансформаторів, генераторів і т. д.; комплектні трансформаторні підстанції; коміртки КРП і камери КСОБ – 10 кВ (в т. ч. і модернізовані); розподільні пристрої 0,4 кВ і ін.

Реле захисту здійснюють вимірювання і індикацію поточних значень струмів і напруги в первинних або вторинних величинах, реєстрацію аварійних струмів і напруги, видачу на індикатори і дворядковий рідкокри-

талічний дисплей (для реле з РК дисплеєм) інформації про спрацьовування захистів. Значення аварійних струмів і напруги та індикація про спрацьовування захистів зберігається в незалежній пам'яті. Завдання уставок і конфігурації реле виконується кнопками управління на мінідисплеї або за допомогою персонального комп'ютера і спеціального програмного забезпечення.

Реєстратор аномальних режимів виконує запис 4 аналогових і 8 дискретних сигналів протягом 30 періодів з частотою 16 вибірок за період.

Реєструються п'ять останніх аварійних параметрів аналогових і дискретних величин, які можуть бути використані для оцінювання місця пошкодження і розрахунку комутаційного ресурсу вимикачів.

Виконавчі вихідні реле для відключення і сигналізації вільно програмуються.

Реле виконуються в універсальному, з кращими характеристиками корпусу, усередині якого розташовуються різні блоки. У реле типу REJ 52_ і REU52_ окрім світлодіодних індикаторів на передній панелі є дворядковий 16-символьний рідкокристалічний мінідисплей і 6 кнопок управління. Тут же є порт оптоелектричного перетворювача для підключення персонального комп'ютера.

На задній стінці реле розташований роз'єм для підключення пристрою до системи АСОВІ (у REJ52_ і REU52), а також роз'єми для підключення трансформаторів струму, напруги, джерела живлення і вихідних реле.

Є реле переднього і заднього виконання з установленням на стояку або на поверхні, втоплений або напіввтоплений монтаж.

Загальні технічні дані: номінальний струм I_N кіл МТЗ 15 ампер, кіл ОЗЗ 0,2 або 1 ампер; вхідний опір: не менше $<750 <100 <20$ МОм; номінальна змінна напруга U_n – 100/110/115/120 вольт; номінальна частота – (50, 60) \pm 5 Гц; напруга живлення оперативного струму – 80,265 вольт змінного струму або 38,265 вольт постійного струму; споживана потужність 4,10 Ватт; робоча температура -10...+55°C.

Реле містить: два ненаправлених ступеня трифазної МТЗ, два ненаправлених чутливих ступеня від однофазних замикань на землю; струмові ступеня з незалежною або інверсною характеристикою спрацьовування; два направлених або ненаправлених чутливих ступеня від однофазних замикань на землю.

Організація навчального процесу

Лабораторні роботи виконуються в лабораторії релейного захисту та протиаварійної автоматики електроенергетичних систем. Група розділяється на дві підгрупи. У підгрупі завдання виконуються кожним студентом індивідуально або у складі бригади, яка складається не менше, ніж з двох студентів.

Виконанню роботи передуює самостійна теоретична та практична підготовка студента. Під час самостійної підготовки студент повинен виконати всі завдання, які наведені в лабораторному практикумі.

Тому на лабораторне заняття студент приходить підготовленим, з заготовкою звіту та незаповненими протоколами майбутніх випробовувань.

Виконанню лабораторної роботи передуює вхідний контроль теоретичних знань та практичних навичок, набутих студентом під час самостійної підготовки. Незадовільний рівень самостійної підготовки унеможлиблює виконання лабораторної роботи в повному обсязі та якісне засвоєння матеріалу у короткий термін аудиторного заняття.

Аудиторні лабораторні роботи виконуються відповідно до варіантів, які призначає викладач.

Після закінчення лабораторної роботи заповнені протоколи випробовувань потрібно узгодити з викладачем.

Лабораторна робота № 1

Ознайомлення зі стендом до лабораторної роботи № 1

Мета: вивчити можливості лабораторного стенда № 1.

Задачі:

- вивчити фізичну модель електричної мережі радіального типу, яка містить три підстанції;
- вивчити розташування і призначення елементів лабораторного стенда, які розташовані на передній панелі;
- навчитись вмикати та вимикати лабораторний стенд;
- навчитись вмикати та вимикати лінії електропередач (ЛЕП);
- навчитись вмикати і вимикати релейні захисти;
- навчитись вимірювати величини струмів в режимах максимальних та мінімальних навантажень на різних лініях ЛЕП;
- навчитись підвищувати якість вимірювань струмів навантаження і струмів коротких замикань шляхом заміни вимірювальних трансформаторів струму.

Короткі теоретичні відомості

1.1 Призначення лабораторного стенда

Лабораторний стенд № 1 містить фізичну модель електричної мережі радіального типу та фізичні моделі струмових ненаправлених триступневих релейних захистів та максимального струмового релейного захисту ЛЕП і призначений для:

- дослідження закономірностей перерозподілу струмів навантаження по ЛЕП в електричній мережі радіального типу;
- дослідження закономірностей перерозподілу струмів коротких замкнень при замиканнях на землю на різній відстані від джерела живлення;
- отримання навичок налаштування мікропроцесорного струмового ступеневого релейного захисту ЛЕП та противарійної автоматики ПРВВ електричних підстанцій;
- отримання навичок налаштування електромеханічного струмового ступеневого релейного захисту ЛЕП.

1.2 Опис лабораторного стенда

Лабораторний стенд отримує живлення від трифазної електричної мережі змінного струму з лінійною напругою 380 вольт. Живлення вмикається ключем керування S11 з обов'язковим подальшим натисканням на кнопку «Увім» (рис. 1.1).

Живлення станда вимикається ключем керування S11 або натисканням на кнопку «Вимк» з обов'язковим подальшим вимиканням ключем керування S11.

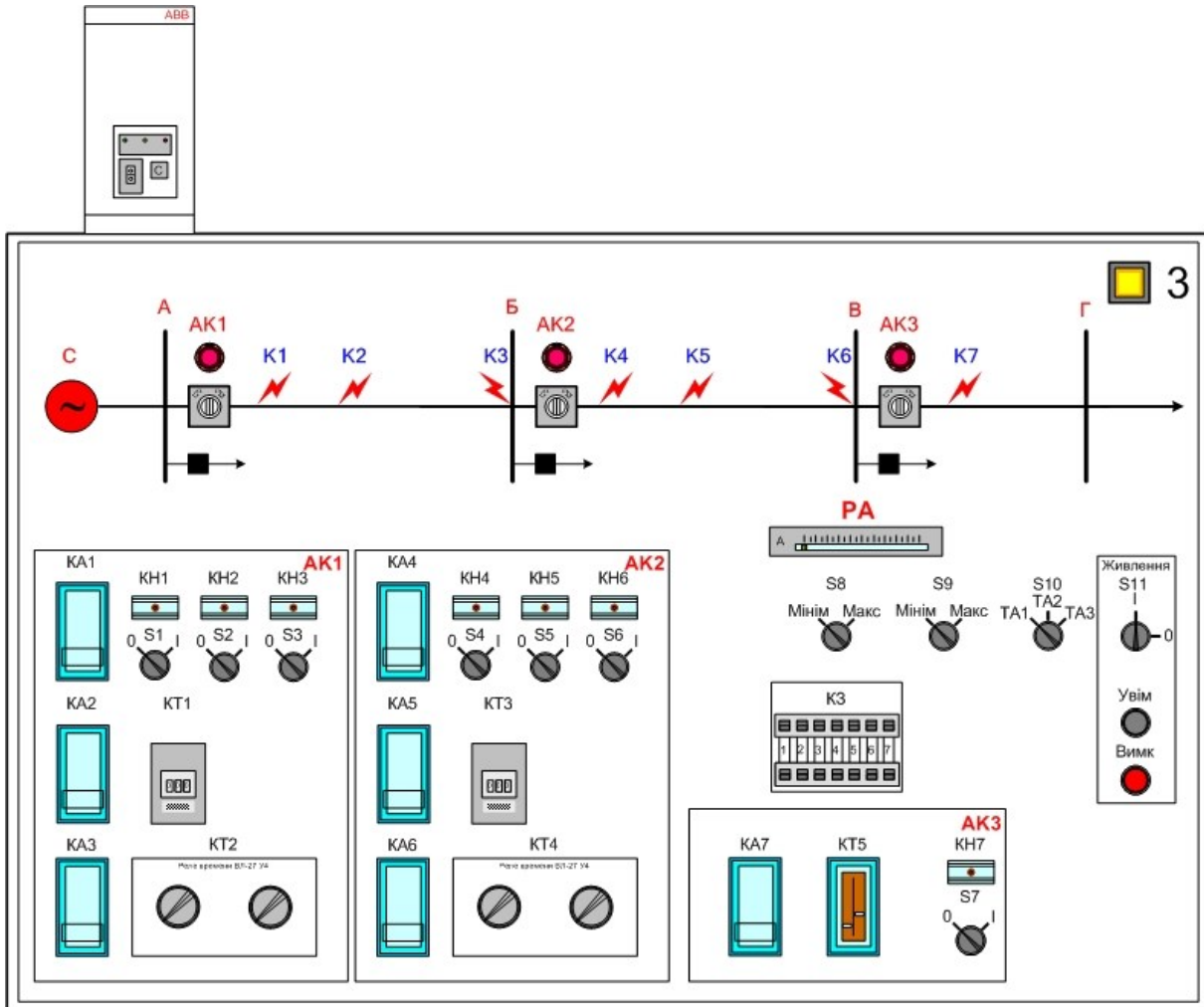


Рисунок 1.1 – Передня панель лабораторного станда № 1

Таке дублювання функцій кнопок і ключа керування потрібне з метою безпечної експлуатації станда.

Увімкненим положенням ключа керування є таке положення, яке позначено «I», а вимкненим – «0».

В правому верхньому кутку передньої панелі станда розташована лампа світлової сигналізації, яка світиться при увімкненні станда і не світиться при вимкненні станда.

На початку кожної з ЛЕП (АБ, БВ, ВГ) встановлено ключі керування, які вказують на місце розташування високовольтних вимикачів. Ці ключі керування дозволяють вмикати та вимикати вимикачі відповідних ЛЕП.

Лампи сигналізації, що розташовані над цими ключами керування, сигналізують при увімкненні (лампа світиться) або вимкненні (лампа не світиться) стану відповідних вимикачів.

На передній панелі стенда літерами К1-К7 позначені місця замкнень на землю, а позначками АК1, АК2, АК3 – струмові захисти підстанцій «А», «Б», «В».

До струмового захисту АК1 (ЛЕП АБ) відносяться реле:

КА1 – струмове реле першого ступеня (струмової відсічки без витримки часу) триступеневого струмового захисту ЛЕП «АБ»;

КА2 – струмове реле другого ступеня (струмової відсічки з витримкою часу) триступеневого струмового захисту ЛЕП «АБ»;

КА3 – струмове реле третього ступеня (максимального струмового захисту з витримкою часу) триступеневого струмового захисту ЛЕП «АБ»;

КТ1 – реле часу другого ступеня (струмової відсічки з витримкою часу) триступеневого струмового захисту ЛЕП «АБ»;

КТ2 – реле часу третього ступеня (максимального струмового захисту з витримкою часу) триступеневого струмового захисту ЛЕП «АБ»;

КН1 – сигнальне реле першого ступеня (струмової відсічки без витримки часу) триступеневого струмового захисту ЛЕП «АБ»;

КН2 – сигнальне реле другого ступеня (струмової відсічки з витримкою часу) триступеневого струмового захисту ЛЕП «АБ»;

КН3 – сигнальне реле третього ступеня (максимального струмового захисту з витримкою часу) триступеневого струмового захисту ЛЕП «АБ»;

S1 – ключ керування, який виводить з дії перший ступінь (струмову відсічку без витримки часу) струмового триступеневого захисту ЛЕП «АБ»;

S2 – ключ керування, який виводить з дії другий ступінь (струмову відсічку з витримкою часу) струмового триступеневого захисту ЛЕП «БВ»;

S3 – ключ керування, який виводить з дії третій ступінь (струмову відсічку без витримки часу) струмового триступеневого захисту ЛЕП «АБ»;

АВВ – мікропроцесорне реле типу REJ515 А, яке знаходиться зліва зверху на лабораторному стенді і є захистом АК1.

До струмового захисту АК2 (ЛЕП БВ) відносяться реле:

КА4 – струмове реле першого ступеня (струмової відсічки без витримки часу) триступеневого струмового захисту ЛЕП «БВ»;

КА5 – струмове реле другого ступеня (струмової відсічки з витримкою часу) триступеневого струмового захисту ЛЕП «БВ»;

КА6 – струмове реле третього ступеня (максимального струмового захисту з витримкою часу) триступеневого струмового захисту ЛЕП «БВ»;

КТ3 – реле часу другого ступеня (струмової відсічки з витримкою часу) триступеневого струмового захисту ЛЕП «БВ»;

КТ4 – реле часу третього ступеня (максимального струмового захисту з витримкою часу) триступеневого струмового захисту ЛЕП «БВ»;

КН4 – сигнальне реле першого ступеня (струмової відсічки без витримки часу) триступеневого струмового захисту ЛЕП «БВ»;

КН5 – сигнальне реле другого ступеня (струмової відсічки з витримкою часу) триступеневого струмового захисту ЛЕП «БВ»;

КН6 – сигнальне реле третього ступеня (максимального струмового захисту з витримкою часу) триступеневого струмового захисту ЛЕП «БВ»;

S4 – ключ керування, який виводить з дії перший ступінь (струмову відсічку без витримки часу) струмового триступеневого захисту ЛЕП «БВ»;

S5 – ключ керування, який виводить з дії другий ступінь (струмову відсічку з витримкою часу) струмового триступеневого захисту ЛЕП «БВ»;

S6 – ключ керування, який виводить з дії третій ступінь (струмову відсічку без витримки часу) струмового триступеневого захисту ЛЕП «БВ».

До струмового захисту АК3 (ЛЕП ВГ) відносяться реле:

КА7 – струмове реле одноступеневого максимального струмового захисту з витримкою часу ЛЕП «ВГ»;

КТ5 – реле часу максимального струмового захисту з витримкою часу ЛЕП «ВГ»;

КН7 – сигнальне реле третього ступеня (максимального струмового захисту з витримкою часу) триступеневого струмового захисту ЛЕП «ВГ»;

S7 – ключ керування, який виводить з дії максимальний струмовий захист з витримкою часу ЛЕП «ВГ».

Амперметр РА призначений для вимірювань струмів навантаження і струмів замикань на землю. Амперметр РА приєднується до вторинних обмоток трансформаторів струму (по черзі) залежно від положення ключів керування S9 та S10.

Ключ керування S10 в положенні «ТА3» приєднує амперметр до вторинної обмотки трансформатора струму ТА3 для вимірювань струмів максимальних і мінімальних навантажень, які протікають по ЛЕП «ВГ».

Ключ керування S10 в положенні «ТА2» приєднує амперметр до вторинної обмотки трансформатора струму ТА2 для вимірювань струмів максимальних і мінімальних навантажень, які протікають по ЛЕП «БВ».

Ключ керування S10 в положенні «ТА1» приєднує амперметр до вторинної обмотки трансформатора струму ТА1 для вимірювань струмів максимальних і мінімальних навантажень, які протікають по ЛЕП «АБ».

Ключ керування S9 приєднує амперметр до вторинної обмотки трансформатора струму ТА4 замість вторинної обмотки трансформатора ТА2 та до вторинної обмотки трансформатора струму ТА5 замість вторинної обмотки трансформатора ТА3 з метою зміни величини струму, який протікає через амперметр при незмінному струмі в ЛЕП.

Кнопки «КЗ» призначені для створення штучних замикань на землю в точках К1-К7.

Верхній ряд кнопок – це кнопки з фіксацією положення.

Нижній ряд кнопок – це кнопки з самостійним поверненням кнопки в початковий стан.

Хід роботи

1. Дослідження фізичної моделі електричної мережі радіального типу, яка містить три підстанції.

2. Ознайомлення з розташуванням і призначенням елементів лабораторного стенда, які розташовані на передній панелі.
3. Вивчення вмикання, вимикання лабораторного стенда, ЛЕП та релейних захистів ЛЕП.
4. Вимірювання величини струмів в режимах максимальних та мінімальних навантажень на різних лініях ЛЕП.
5. Підвищення якості вимірювань струмів навантаження і струмів коротких замикань, шляхом заміни вимірювальних трансформаторів струму.
6. Сформулюйте висновки.
7. Підготуйте звіт.

Питання для самостійної перевірки знань

1. Що вам відомо про фізичну модель, яка реалізована в лабораторному стенді № 1?
2. Які елементи розташовані на передній панелі лабораторного стенда № 1?
3. Як вмикати та вимикати лабораторний стенд?
4. Як вмикати та вимикати лінії електропередач (ЛЕП)?
5. Як вмикати і вимикати релейні захисти?
6. Як вимірювати величини струмів в режимах максимальних та мінімальних навантажень на різних лініях ЛЕП?
7. Як підвищувати якість вимірювань струмів навантаження і струмів коротких замикань шляхом заміни вимірювальних трансформаторів струму?
8. Для чого призначений лабораторний стенд № 1?
9. Яке живлення лабораторного стенда № 1?
10. Яке положення ключа керування S1 є увімкненим, а яке – вимкненим?
11. Яке призначення струмового триступеневого захисту ЛЕП?
12. Який принцип дії струмового триступеневого захисту ЛЕП?

Лабораторна робота № 2

Налаштування програмного забезпечення мікропроцесорного захисту з реле REJ515A

Мета: отримати навички з налаштування програмного забезпечення струмового ступеневого захисту ЛЕП з реле REJ515A.

Задачі:

1. Вміти налаштувати структуру струмового двоступеневого захисту ЛЕП з реле REJ515A для роботи його як струмового триступеневого ненаправленого релейного захисту ЛЕП?
2. Вміти налаштувати уставки спрацьовування захисту за струмом та часом.
3. Вміти виміряти значення вхідних струмів.
4. Вміти записати осцилограму зміни струмів під час спрацьовування пристрою релейного захисту ЛЕП з реле REJ515A.
5. Знати призначення реле REJ515A.
6. Знати призначення пристрою оптичного передавання даних 1MKC950001-2 9600-11K baud.
7. Знати якими мають бути параметри персонального комп'ютера для роботи з реле REJ515A.
8. Вміти приєднати пристрій релейного захисту REJ515A до системного блока.

Апаратне забезпечення:

- реле REJ515A,
- пристрій оптичного передавання даних 1MKC950001-2 9600-11K baud,
- персональний комп'ютер (не менше): частота процесора – 1600 МГц, жорсткий диск – 100 ГБ відформатований в NTFS, оперативна пам'ять – 1 ГБ, послідовний порт – COM1, порт – USB1.

Програмне забезпечення:

- OS Windows XP SP2,
- Project Structure Navigator CAP_505 2.3.0 PRODUCTION 2004-02-02.

Послідовність виконання роботи

2.1 Приєднання пристрою релейного захисту REJ515A до системного блока

1. За допомогою силового кабелю подайте живлення 220 В 50 Гц на пристрій релейного захисту REJ515A (клеми 1, 2 роз'єму X2.1 на задній панелі реле) так, як це показано на рис. 2.1.

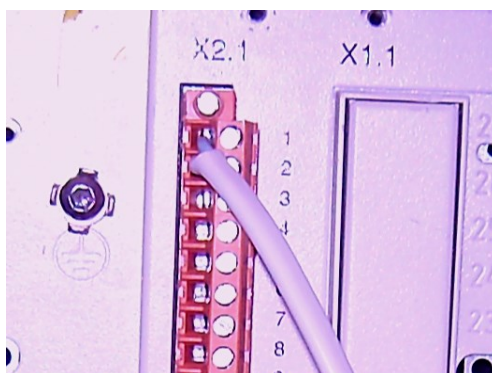


Рисунок 2.1 – Задня панель реле REJ515A

2. На передній панелі знайдіть порт для оптичного передавання даних (рис. 2.2).

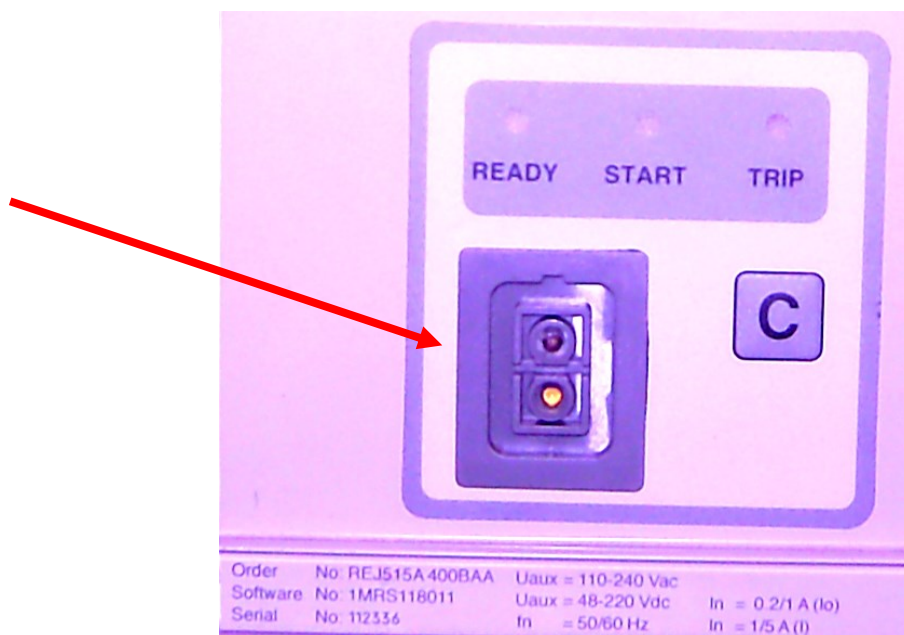


Рисунок 2.2 – Розташування порту для оптичного передавання даних

3. Приєднайте пристрій оптичного передавання даних 1МКС950001-2 9600-11К baud до порту для оптичного передавання даних реле (рис. 2.3).

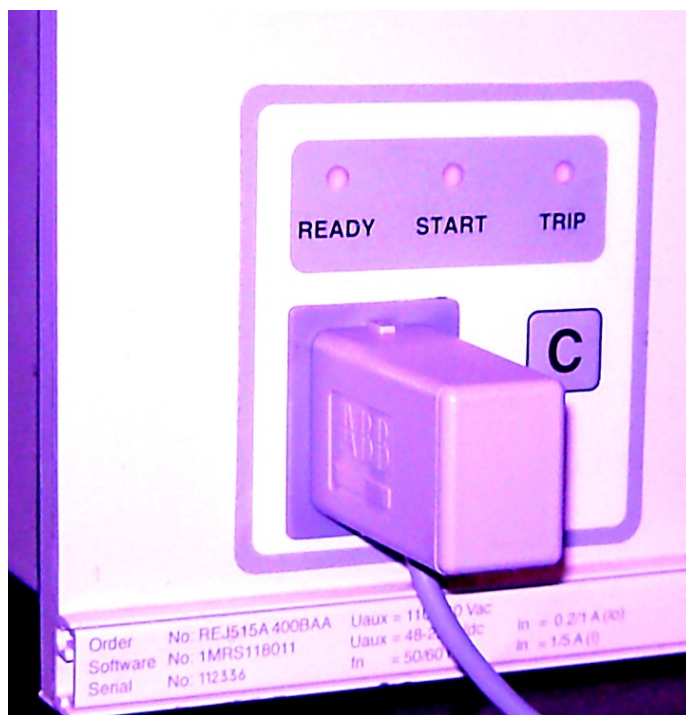


Рисунок 2.3 – Пристрій оптичного передавання даних 1MKC950001-2

4. Приєднайте пристрій оптичного передавання даних 1MKC950001-2 9600-11K baud до COM1 порту системного блока (рис. 2.4 – 2.5) або до Notebook (з використанням адаптера HL 340).

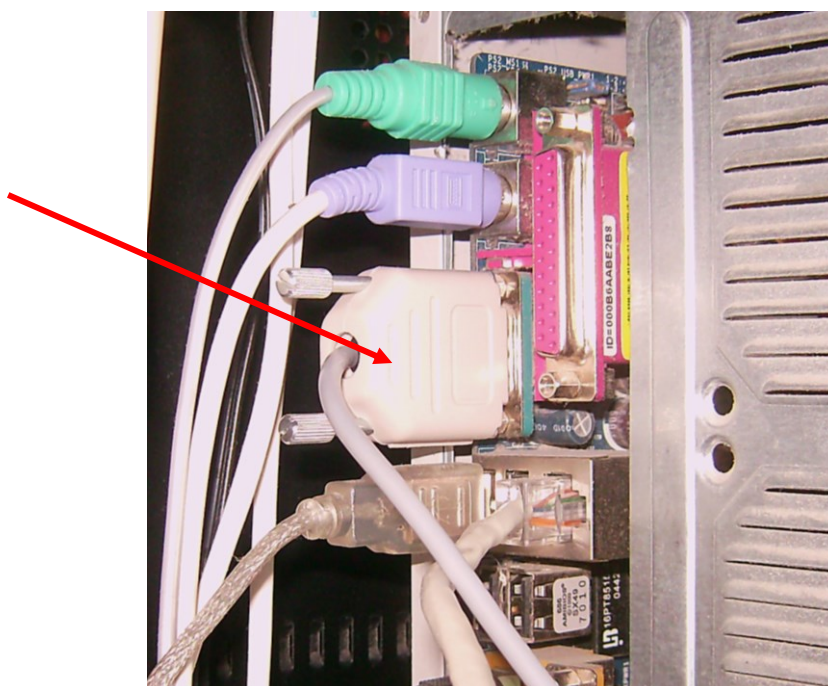


Рисунок 2.4 – Підключення до COM1 порту системного блока

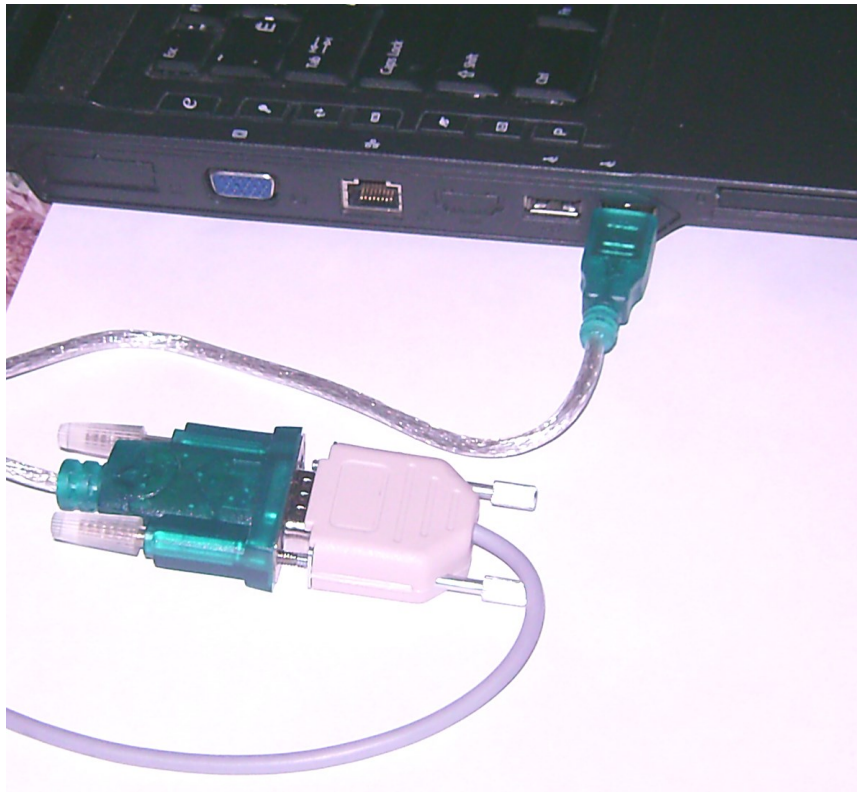


Рисунок 2.5 – Приєднання адаптера USB-2/COM1

2.2 Завантаження програми

1. Натисніть кнопку «Пуск» на «Робочому столі» ОС «Windows XP» (рис. 2.6).

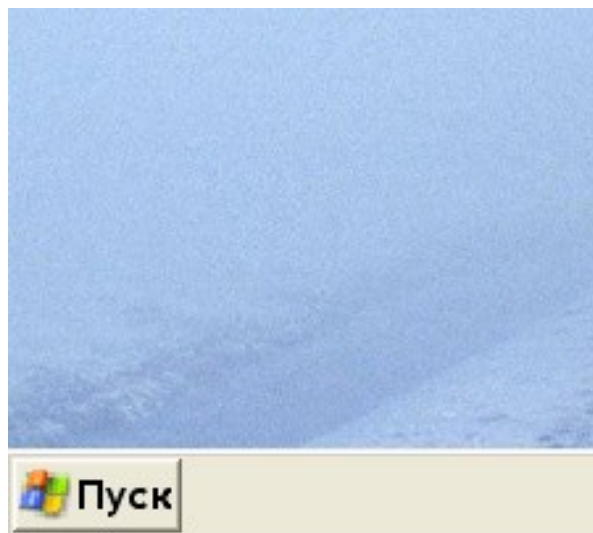


Рисунок 2.6 – Розташування кнопки «Пуск»

2. Далі перейдіть на вкладку «Все программы» (рис. 2.7).

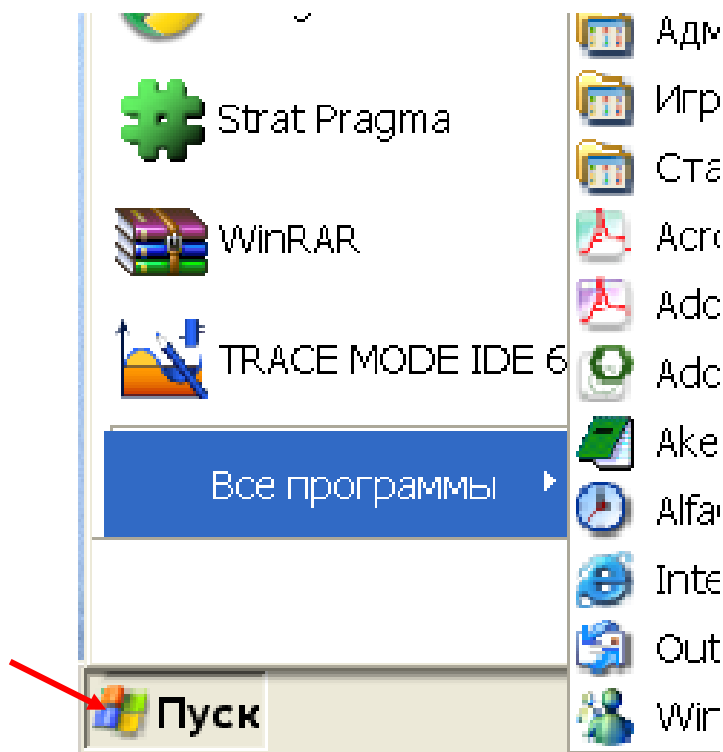


Рисунок 2.7 – Розташування вкладки «Все программы»

3. Наведіть курсор маніпулятора «миша» на іконку «Start CAP 505» (рис. 2.8) і клацніть лівою клавішею маніпулятора.

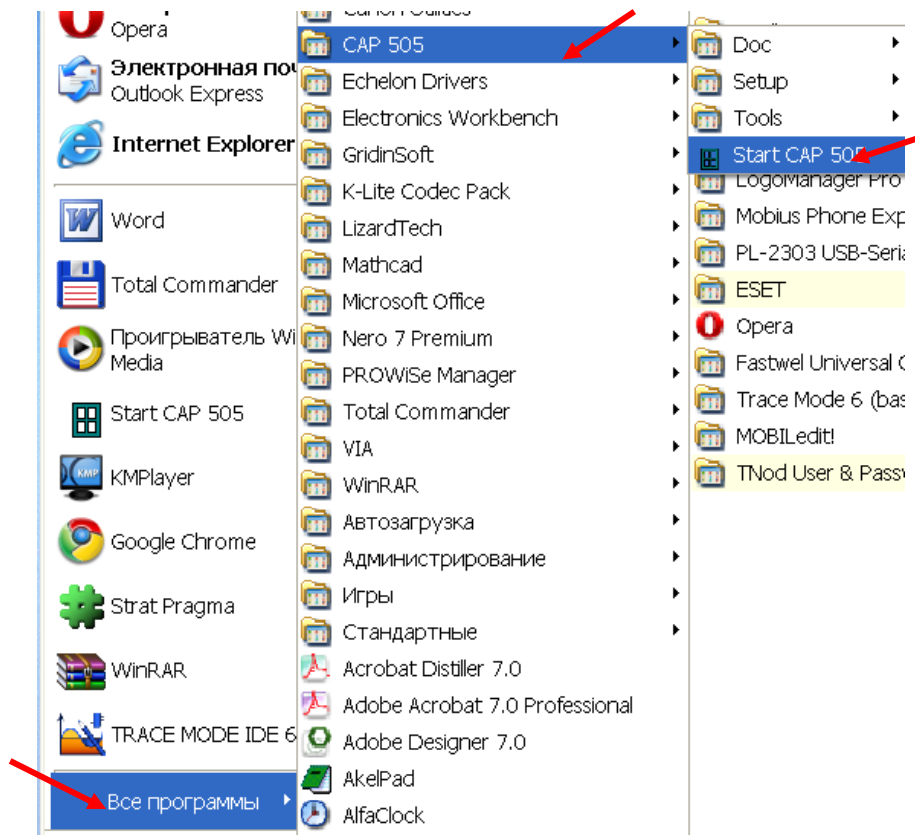


Рисунок 2.8 – Розташування вкладки «CAP505» та іконки «Start CAP 505»

4. Ще раз наведіть курсор маніпулятора «миша» на іконку «Start CAP 505» і клацніть лівою клавішею маніпулятора. На екрані з'явиться заставка (рис. 2.9).



Рисунок 2.9 – Заставка програми «CAP505»

5. Далі натисніть на кнопку «Login» (рис. 2.10).

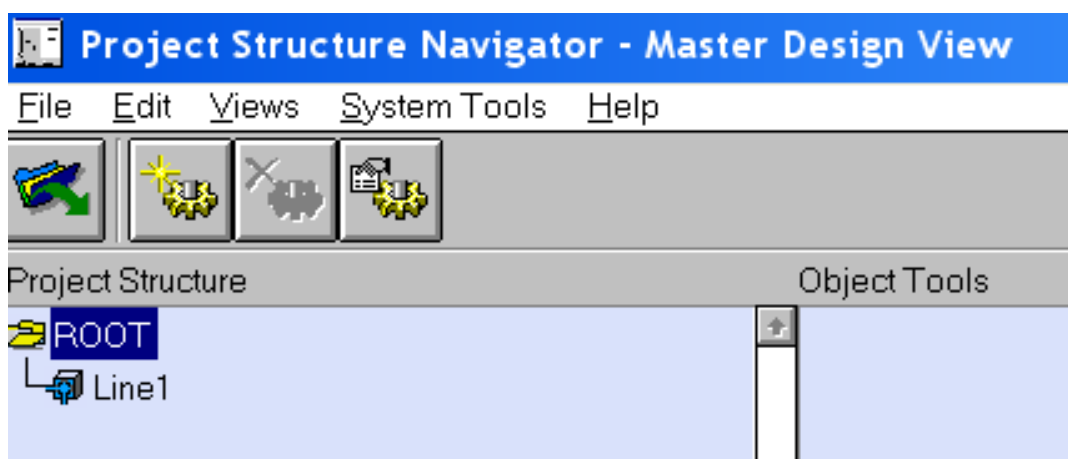


Рисунок 2.10 – Віконна заставка «Project Structure Navigator – Master Design View»

6. У віконній заставці «Project Structure Navigator – Master Design View» створіть новий проект. Для цього у другому рядку заголовка віконної заставки «Project Structure Navigator – Master Design View» виберіть «File» (рис. 2.10)
7. Перейдіть на вкладку «Organize Projects» в меню «File» (рис. 2.11).

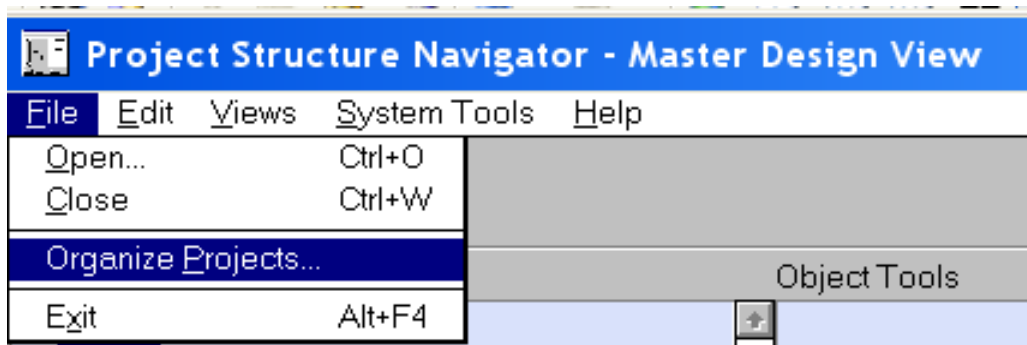


Рисунок 2.11 – Вкладка «Organize Projects» в меню «File»

8. У віконній заставці «Project Description» натисніть кнопку «Create» (рис. 2.12).

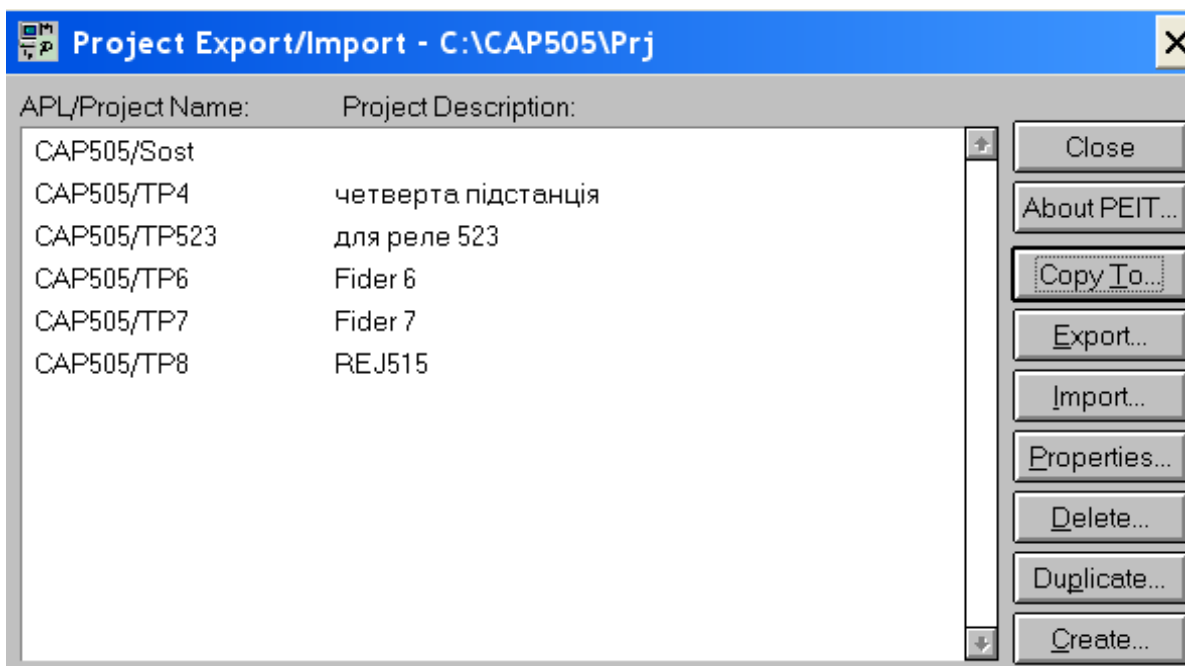


Рисунок 2.12 – Віконна заставка «Project Description» і кнопка «Create»

9. У вікні «Create Project» заповніть вільні поля (рис. 2.13), наприклад так, як це показано на рис. 2.14.

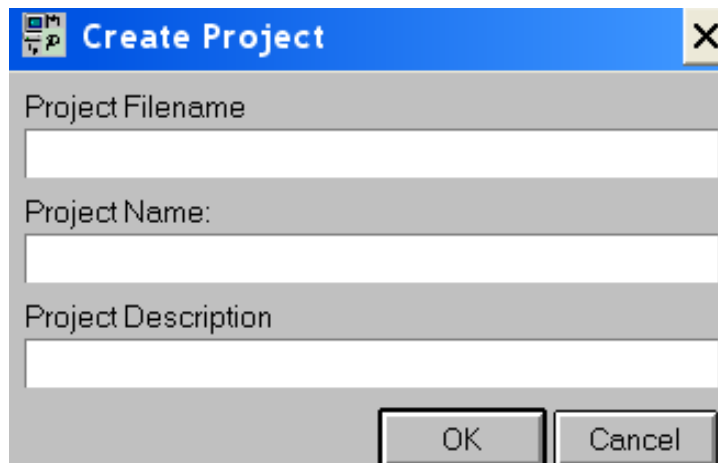


Рисунок 2.13 – Віконна заставка «Create Project»

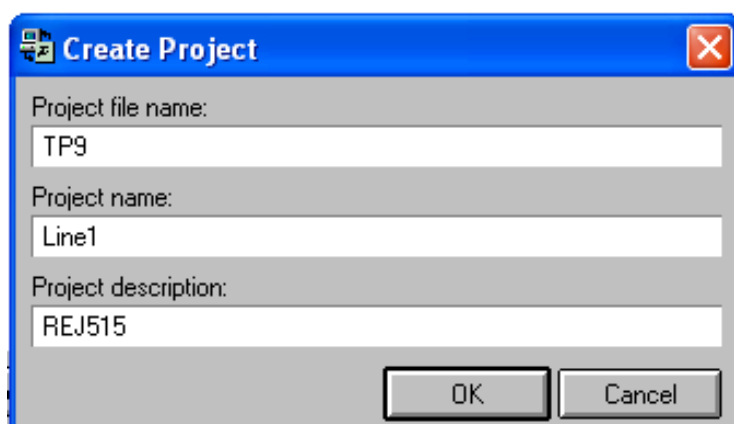


Рисунок 2.14 – Заповнені поля віконної заставки «Create Project»

«Project Filename», «Project Name», «Project Description» повинні містити латинські літери та арабські цифри (символи не використовуються).

Наприклад, помилковим є запис (використання символу «_»), який показаний на рис. 2.15 і відповідне повідомлення про помилку, що показано на рис. 2.16.

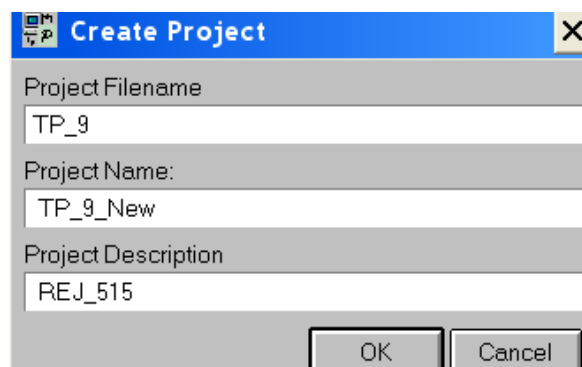


Рисунок 2.15 – Помилково заповнені поля віконної заставки «Create Project»

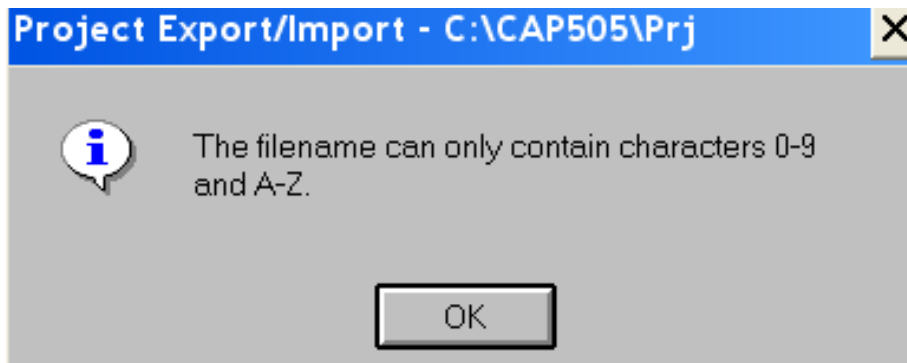


Рисунок 2.16 – Повідомлення про помилку

Після натискання «Ok» (рис. 2.16) використовуємо віконну заставку «Project Export/Import – C:\CAP505\Prj».

10. Звертаємо увагу на те, що у стовпці «APL/Project Name» з'явився новий запис «CAP505/Line1», а у стовпці «Project Description» – «REJ515», що показано на рис. 2.17.

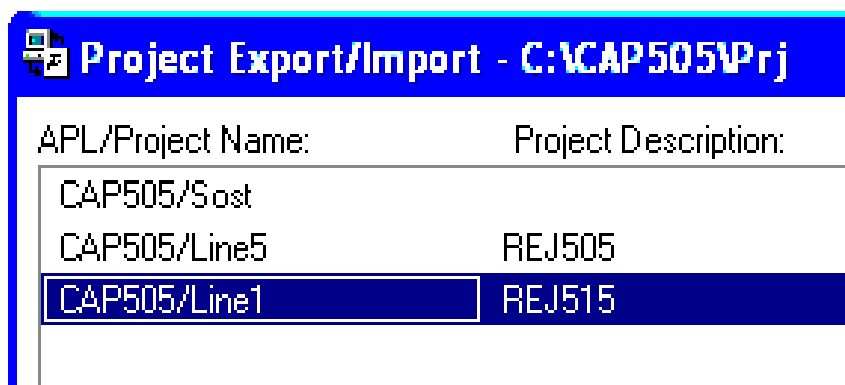


Рисунок 2.17 – Новий запис «CAP505/Line1»

11. Записуємо щойно створений проект. Для цього натискаємо кнопку «Export» (рис. 2.17) у вікні «Export Project» в полі «Destination Directory» вводимо «TP9» (рис. 2.18), натискаємо «Ok» і отримуємо повідомлення, яке показано на рис. 2.19.

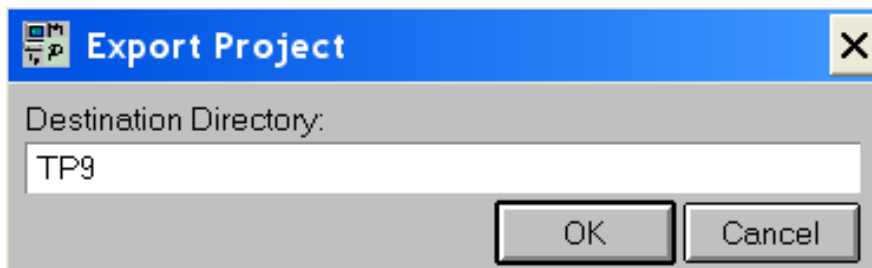


Рисунок 2.18 – Створення папки для збереження проекту

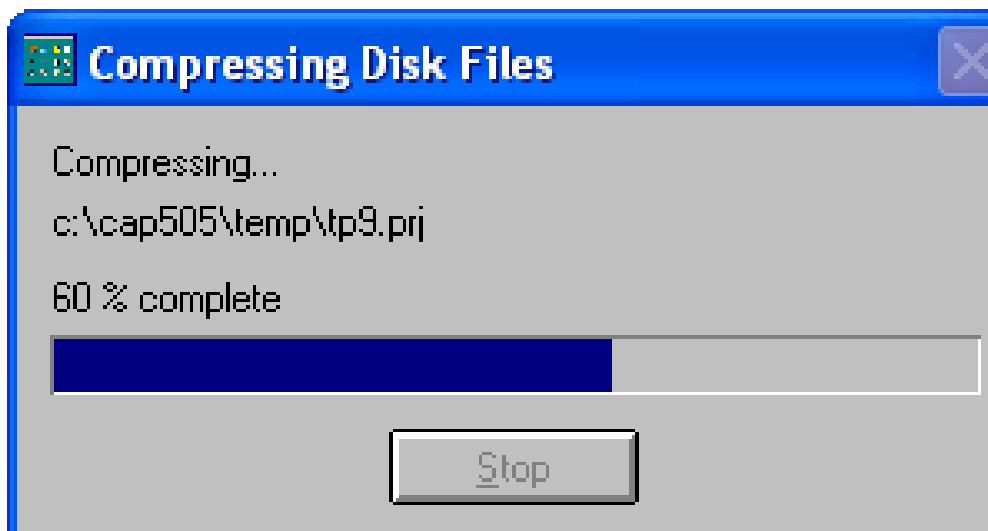


Рисунок 2.19 – Процес збереження

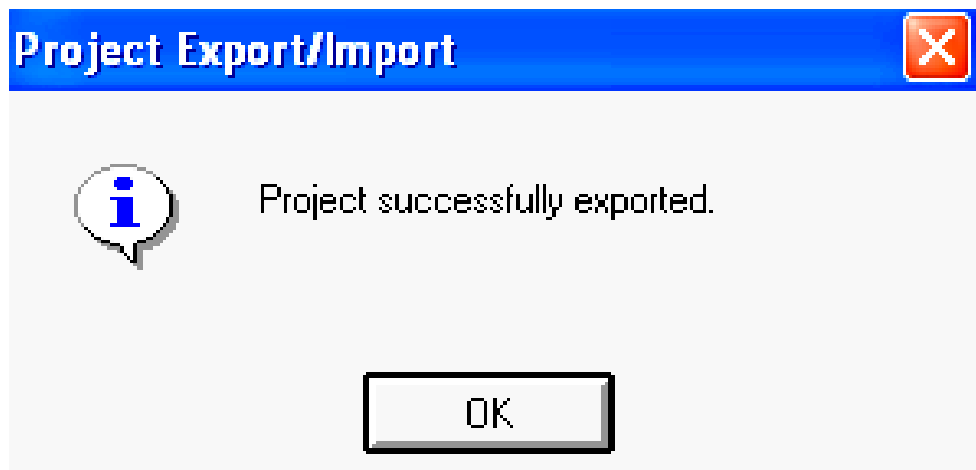


Рисунок 2.20 – Повідомлення про збереження проекту

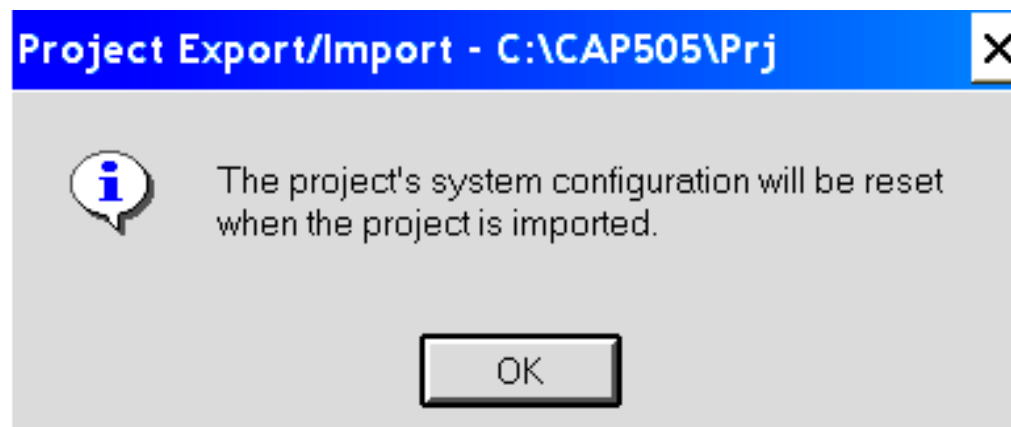


Рисунок 2.21 – Повідомлення про створення папки для збереження проекту

12. Натисніть кнопку «Properties» (рис. 2.22).

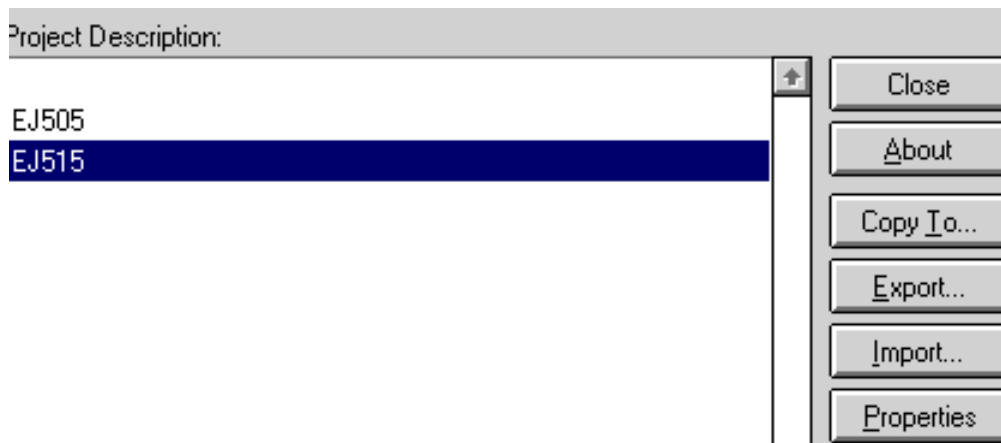


Рисунок 2.22 – Розташування кнопки «Properties»

Отримайте повідомлення про розташування папки з файлом проекту (рис. 2.23). Натисніть кнопку «Ok».

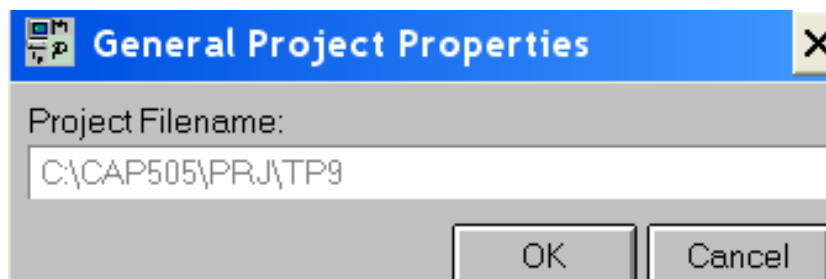


Рисунок 2.23 – Повідомлення про розташування папки з файлом проекту

Закрийте віконну заставку «Project Export/Import – C:\CAP505\Prj». Для цього натисніть кнопку «Close», яка відноситься до цієї заставки.

У віконній заставці «Project Structure Navigator – Master Design View» в розділі «Project Structure» лише один запис «ROOT» (рис. 2.25).

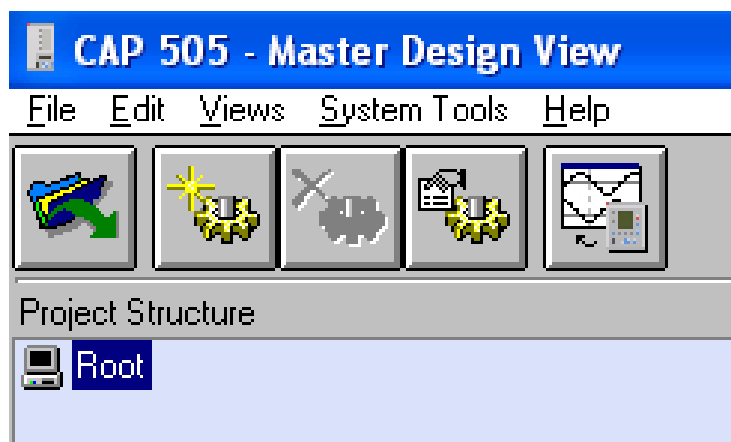


Рисунок 2.24 – Перевірка вмісту розділу «Project Structure»

Цього недостатньо. Тому вибираємо пункт меню «Edit», а далі «Insert Object Insert».

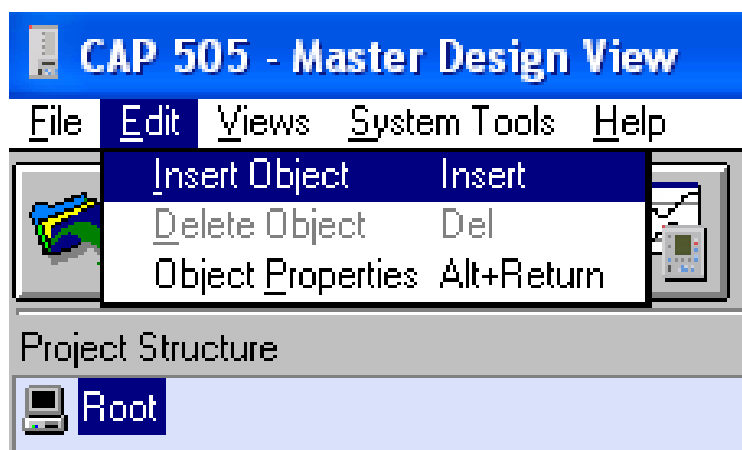


Рисунок 2.25 – Вибір пункту «Insert Object Insert»

У віконній заставці «Add Project Object», в розділі «Object type groups» вибираємо пункт «Protection & Control», а в розділі «Object types:» вибираємо пункт «REJ5xx-REJ51_/52_Multi-Purpose Protection Relay» (рис. 2.26).

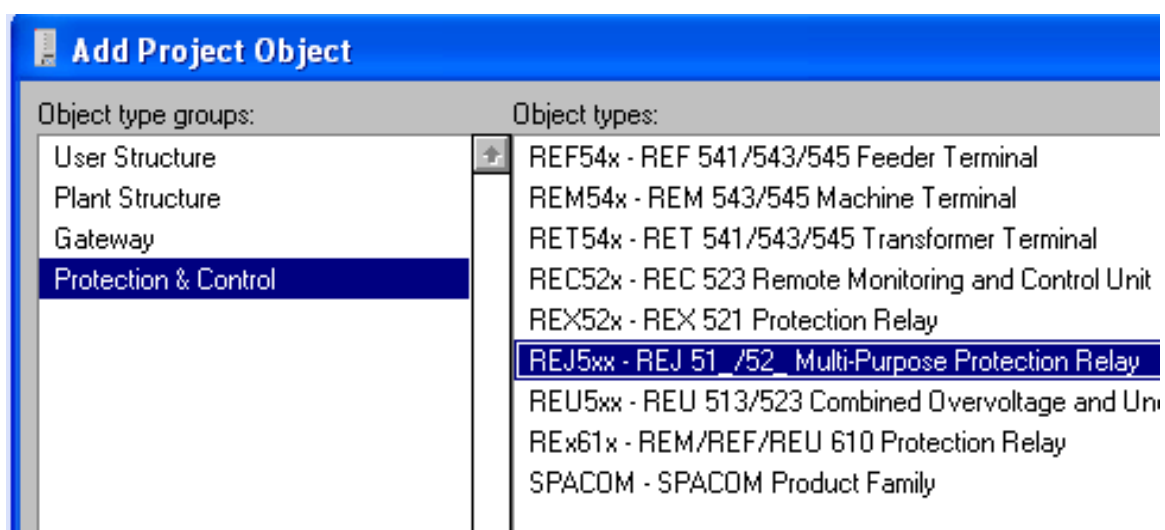


Рисунок 2.26 – Віконна заставка «Add Project Object»

В полі «Object name» введіть потрібну вам назву, наприклад, назву реле «REJ515», а в полі «Object title» введіть потрібне позначення, наприклад, позначення реле струму на схемі, наприклад, «KA1».

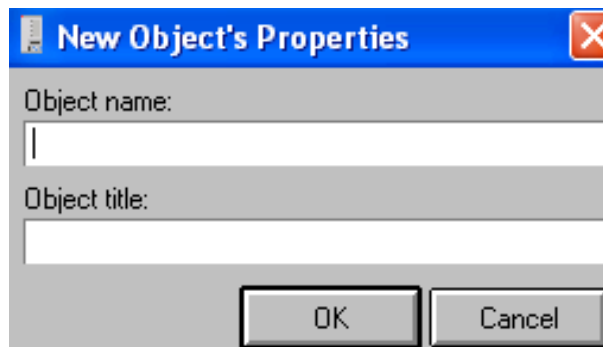


Рисунок 2.27 – Порожні поля «Object name» та «Object title»

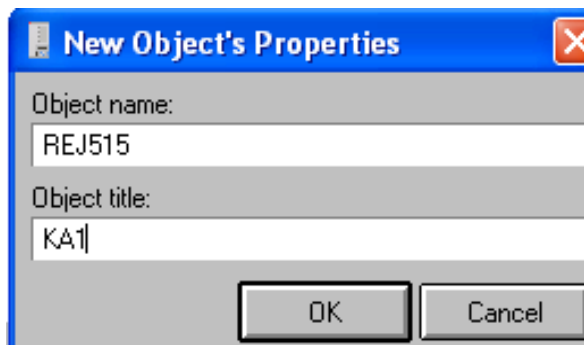


Рисунок 2.28 – Заповнені поля «Object name» та «Object title»

У віконній заставці «Project Structure Navigator – Master Design View» в розділі «Project Structure» під рядком «ROOT» з'явився новий запис «KA1» (рис. 2.29).

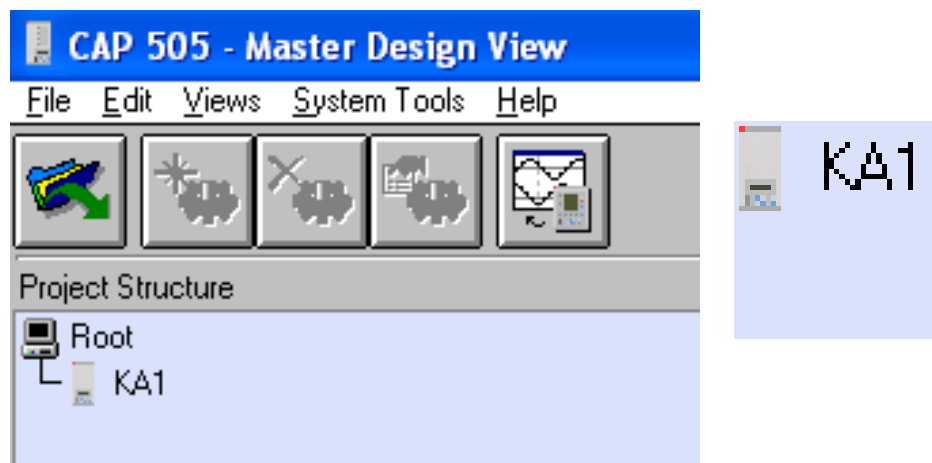


Рисунок 2.29 – Новий запис «KA1»

13. Виділіть «KA1» (рис. 2.30) і в верхньому рядку меню віконної заставки «CAP 505 – Master Design View» виберіть пункт «Edit», а далі пункт «Object Properties» (рис. 2.31).



Рисунок 2.30 – Виділення запису «KA1»

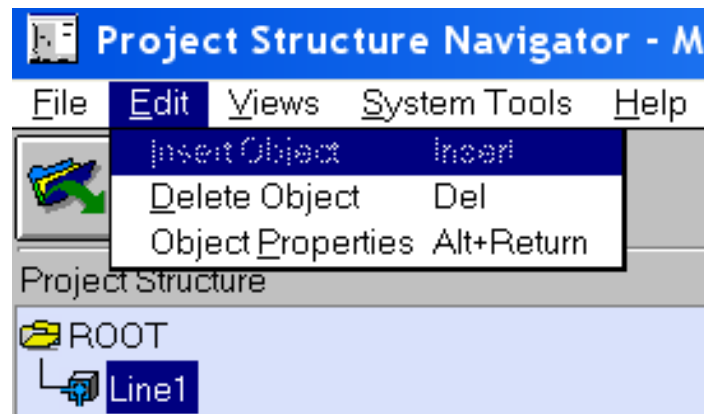


Рисунок 2.31 – Розташування вкладки «Object Properties»

14. У віконній заставці «General Object Attributes» відредагуйте або заповніть поля так, як це показано на рис. 2.32.

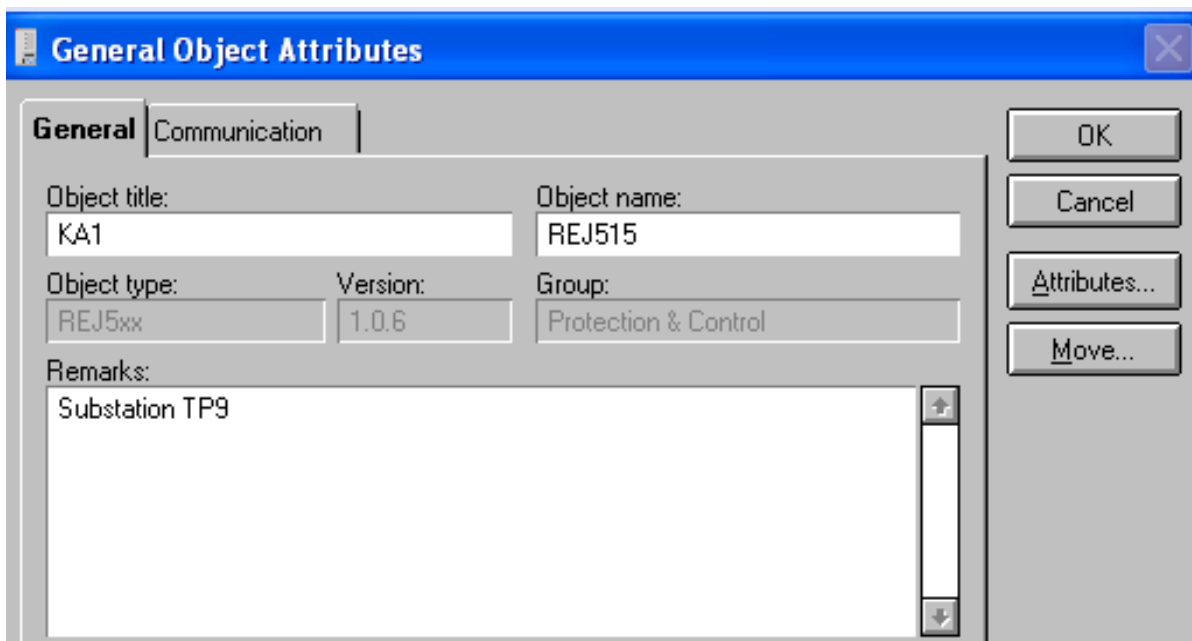


Рисунок 2.32 – Поля віконної заставки «General Object Attributes»

15. Перейдіть на вкладку «Communication», виберіть в полі «Serial Port» потрібний вам порт (наприклад, COM3). Будьте уважні. Від правильного вибору номера послідовного порту і від параметрів налаштування цього порту залежить обмін даними між пристроєм REJ515 і комп'ютером. Потрібний вам номер послідовного порту ви можете визначити за умови, що пристрій обміну даними між REJ515 і послідовним портом (COM) комп'ютера приєднаний до COM порту системного блока комп'ютера. На рисунку 2.4 показано приклад підключення пристрою 1МКС950001-2 9600-115K baud.

Роз'єм **DE9** послідовного порту COM розташований на main board (головній платі) mother board (материнській платі) або на корпусі системного блоку комп'ютера. На рис. 2.33 показано роз'єми головної плати комп'ютера, а серед них і потрібний вам **DE9**.

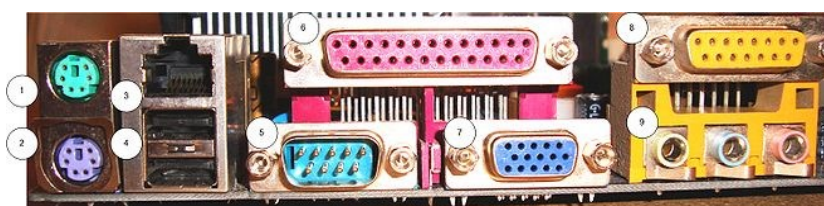


Рисунок 2.33 – Зовнішні роз'єми головної плати: PS/2 (1 – миша, 2 – клавіатура), мережевий 100BASE-T 8P8C (3), USB (4), COM-RS-232 DE-9 (5), IEEE 1284 (LPT) DB-25 (6), відеопорт VGA (7), ігровий порт (8) та аудіо роз'єми міні-TRS (9)

У більшості сучасних комп'ютерів, а особливо у ноутбуків і нетбуків роз'єми **DE9** відсутні. Тому вам потрібно треба використати роз'єм USB і адаптер USB/COM. Прикладом такого адаптера є пристрій MOXA UPort 1110 (рис. 2.34, а).

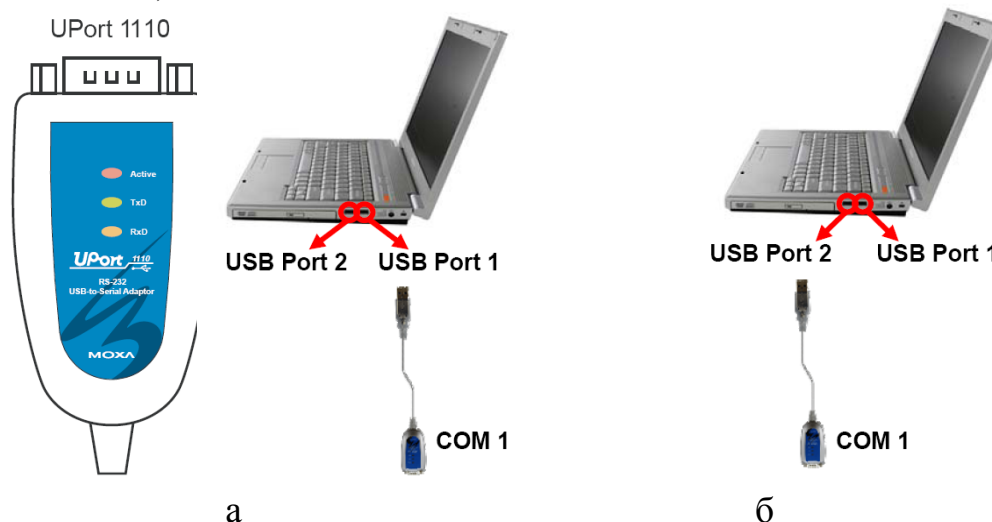


Рисунок 2.34 – Пристрій MOXA UPort 1110 та його підключення до USB

Підключення адаптера MOXA UPort 1110 до роз'єму USB портів показане на рис. 2.34, б.

16. Після підключення адаптера MOXA UPort 1110 до роз'єму USB ноутбука на «Робочому столі» операційної системи Windows XP знайдіть іконку «Мой компьютер». Натисніть праву кнопку миші на іконці «Мой компьютер» і отримайте перелік команд (рис. 2.35).

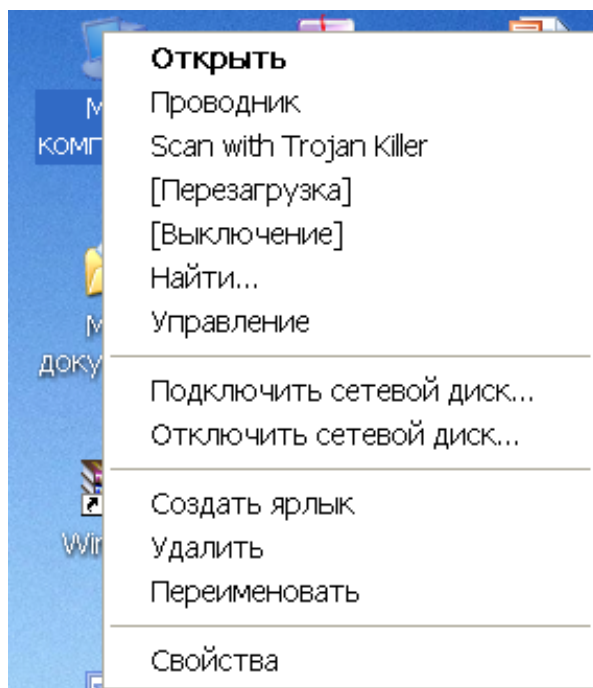


Рисунок 2.35 – Перелік команд кнопки «Мой компьютер»

17. Далі виберіть команду «Свойства» і отримайте заставку «Свойства системы», яка показана на рис. 2.36.

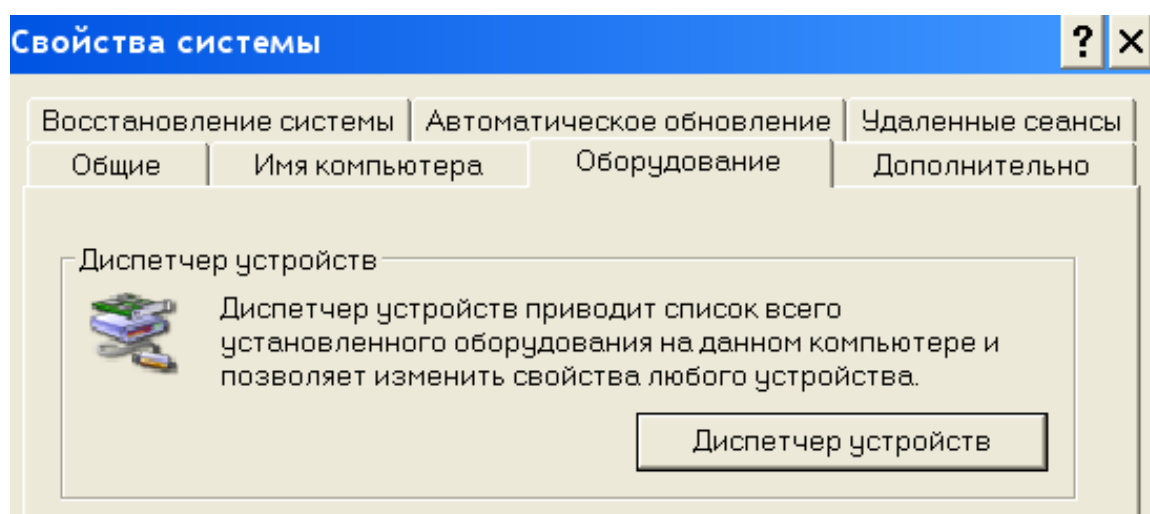


Рисунок 2.36 – Заставка «Свойства системы»

18. Виберіть вкладку «Оборудование», «Диспетчер устройств» (рис. 2.37), а далі «Порты (COM и LPT)» (рис. 2.38).

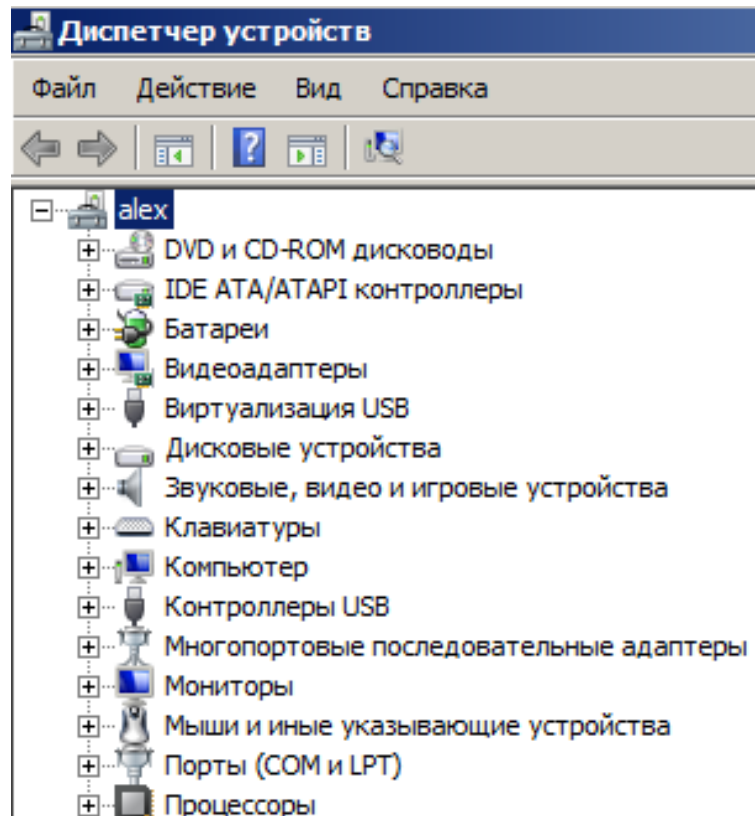


Рисунок 2.37 – Віконна заставка «Диспетчер устройств»

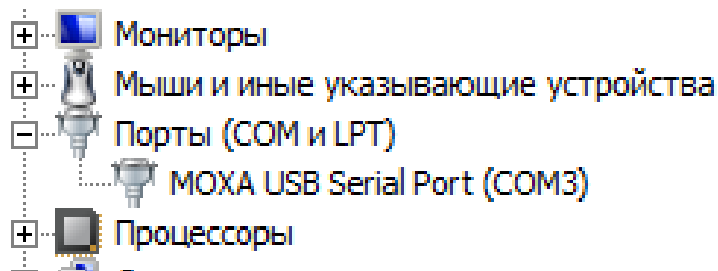


Рисунок 2.38 – Відображення адаптера MOXA USB SERIAL Port UPort1110 у віконній заставці «Диспетчер устройств»

Зверніть увагу на номер порту (рис. 2.38) під яким операційна система розпізнає адаптер MOXA USB SERIAL Port UPort1110. На рис. 2.38 показано, що операційна система Windows 7 розпізнає адаптер MOXA USB SERIAL Port UPort1110 і повідомляє про те, що адаптер MOXA USB SERIAL Port UPort1110 підключений до послідовного порту COM3. Цей приклад стосується ноутбука Lenovo G565. У іншого ноутбука або у іншій операційній системі (наприклад, Windows XP) номер порту може бути іншим.

19. Щоб побачити параметри налаштування порту COM3 в ПЕОМ виберіть і натисніть на MOXA USB Serial Port (COM3) (рис. 2.39).

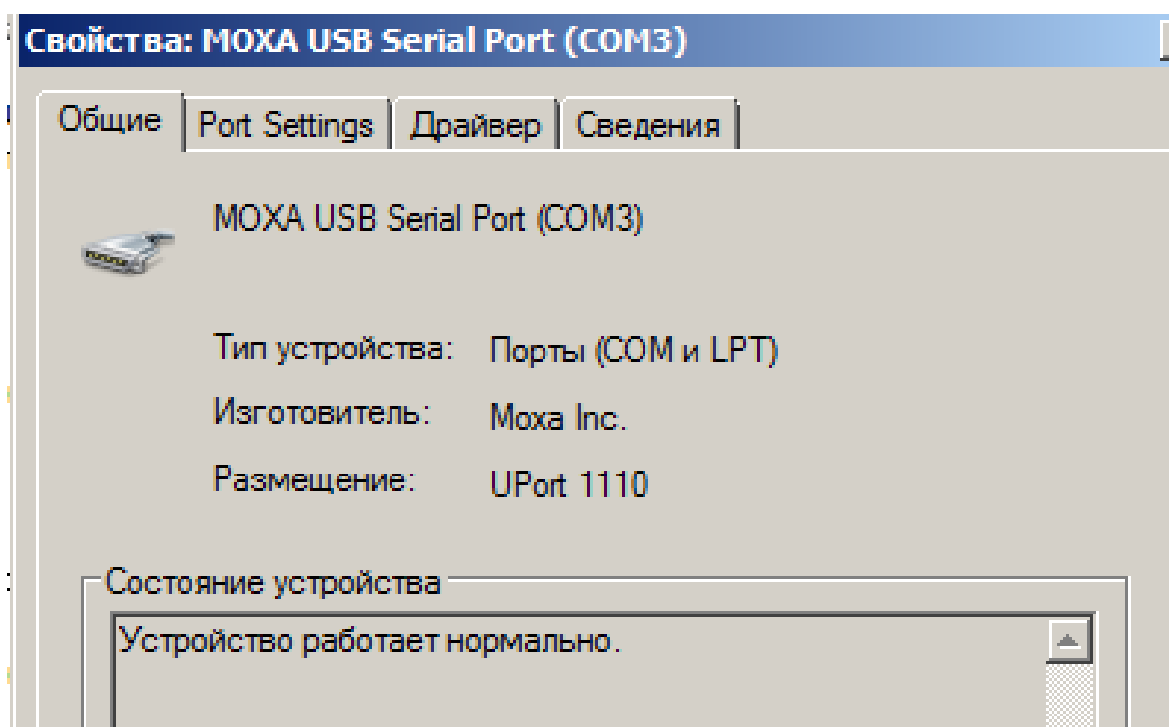


Рисунок 2.39 – Віконна заставка «Последовательный порт COM3»

20. Перейдіть на вкладку «Параметри порту» (Port Setting) (рис. 2.40) і зверніть увагу на поточні параметри налаштування порту (рис. 2.41).

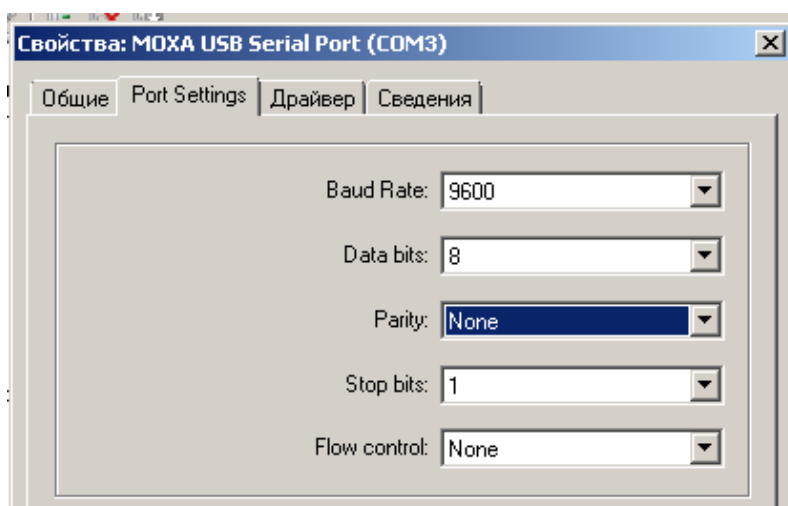


Рисунок 2.40 – Поточні параметри налаштування порту COM3

21. Змініть параметри: «Data bits» з «8» на «7» та «Parity» з «None» на «Even» (рис. 2.41).

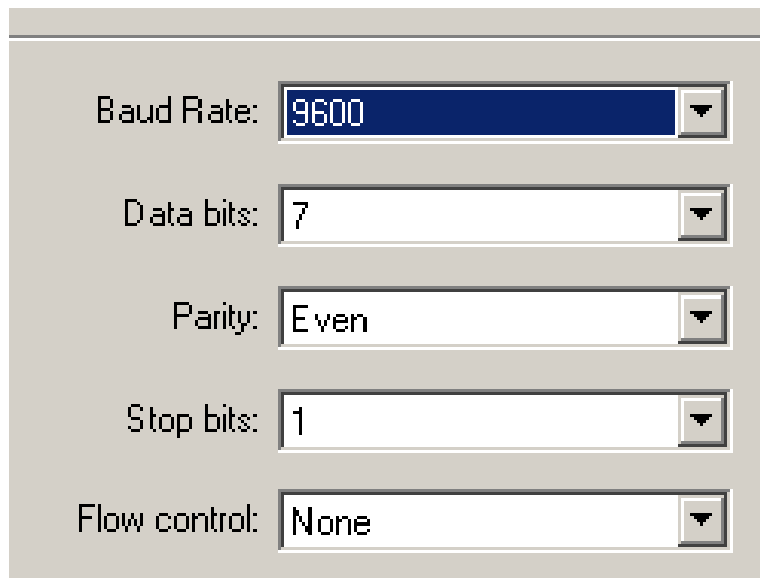


Рисунок 2.41 – Змінені параметри налаштування порту COM3

Будьте уважні. У ноутбука Lenovo G565 під час роботи в режимі «Віртуальна машина» з операційною системою Windows XP USB порт, з яким доведеться працювати, визначається операційною системою як порт COM3.

22. Якщо у вас операційна система Windows 7, то запустіть програму «Віртуальна машина» з операційною системою Windows XP.

23. У верхній частині екрана знайдіть командну панель «Віртуальної машини» (рис. 2.42).

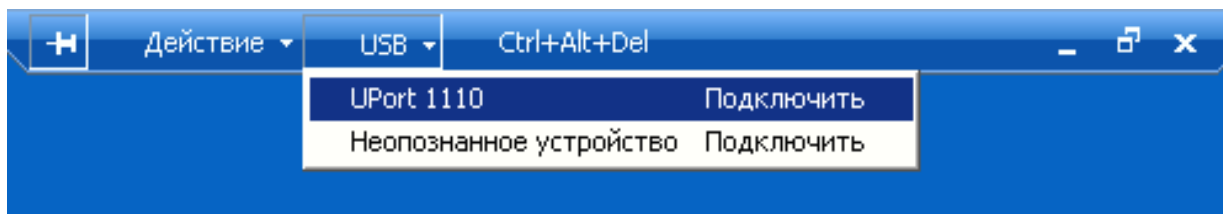


Рисунок 2.42 – Командна панель «Віртуального комп'ютера»

24. Знайдіть вкладку «USB», Uport 1110 і виберіть команду «Подключить».

23. Після інсталяції драйвера адаптера MOXA USB Serial Port в середовищі операційної системи Windows XP перегляньте номер порту (рис.2.43). Зверніть увагу на те що номер порту змінився: був COM3, а став COM4.

24. Перегляньте параметри порту COM4 (рис. 2.44).

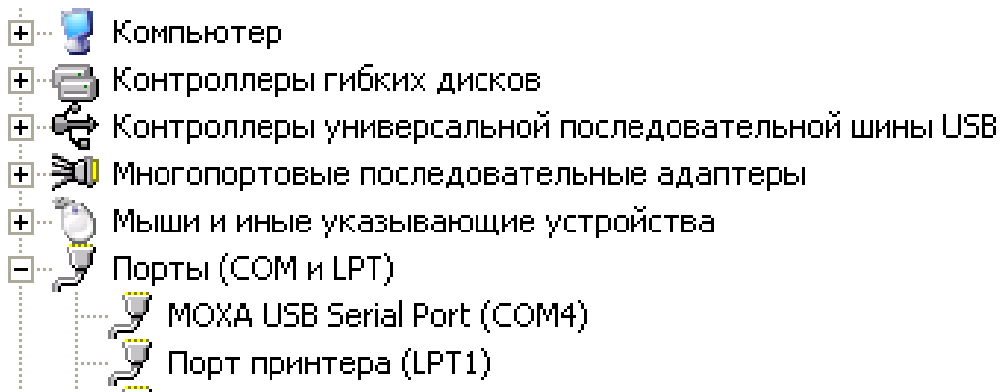


Рисунок 2.43 – Віконна заставка «Диспетчер устройств» в Windows XP «Віртуальної машини»

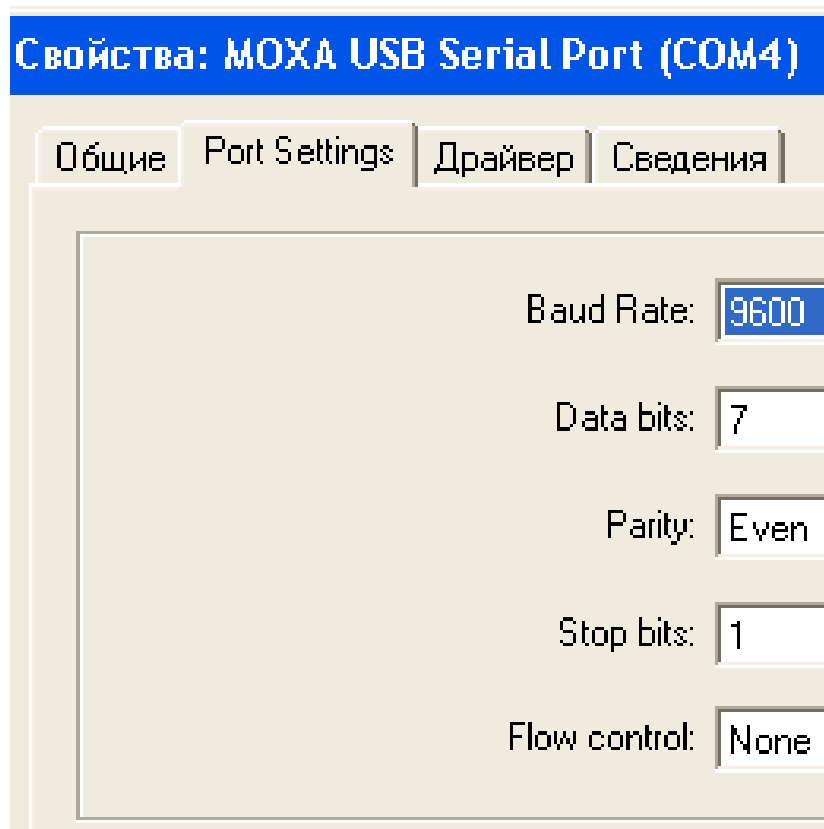


Рисунок 2.44 – Параметри налаштування порту COM4 в Windows XP «Віртуальної машини»

24. Якщо параметри порту COM3 відрізняються від тих, що показано на рис. 2.39, то змініть їх так, щоб вони відповідали рис. 2.45.

25. Працюючи з програмою CAP505, в полі «SPA Address» (SPA – Stromberg Protocol Apposition) введіть «1» і натисніть кнопку «System Configuration...» (рис. 2.46).

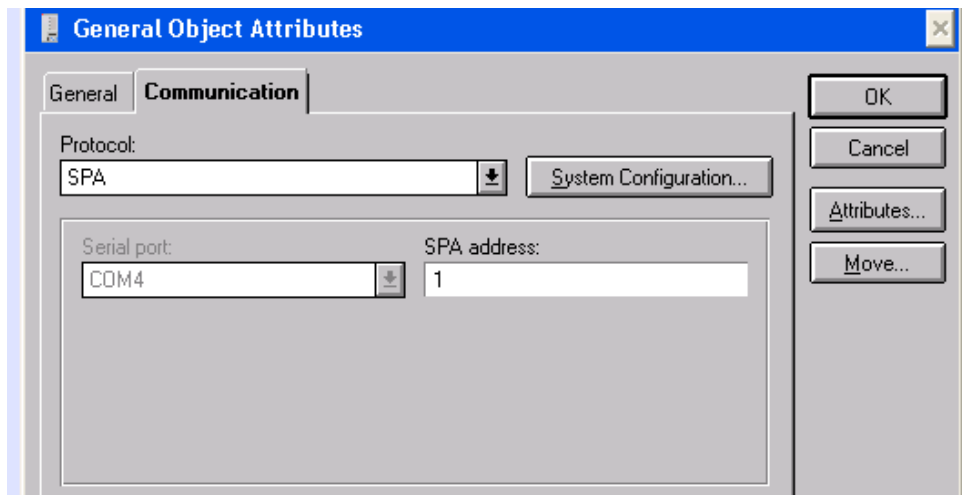


Рисунок 2.45 – Вкладка «Communication»

26. На вкладці «Serial Ports» віконної заставки «System Configuration...» (вкладка «Communication») мають бути налаштовані параметри порту COM4 так, як це показано на рис. 2.45 – 2.46.

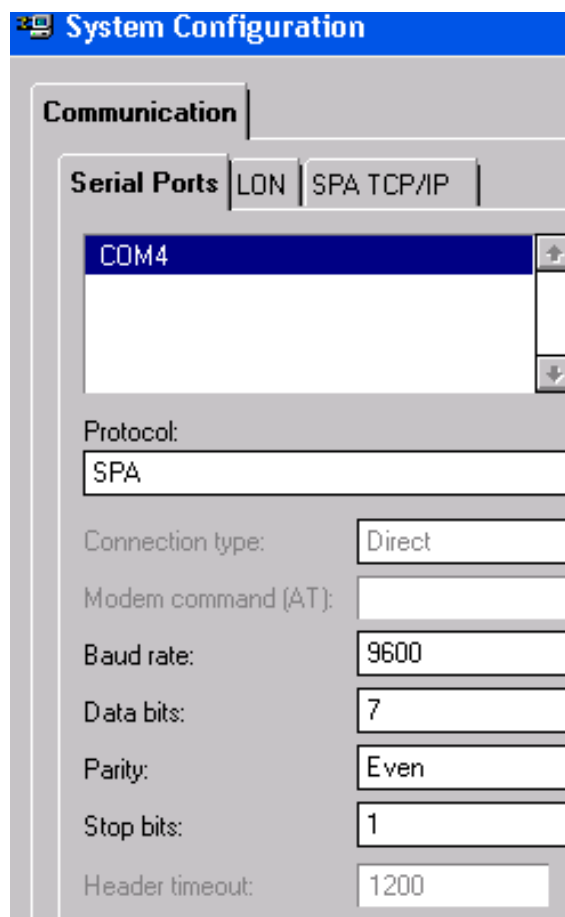


Рисунок 2.46 – Параметри налаштування порту COM4 в реле

27. У віконній заставці «General Object Attributes» натисніть кнопку «Attributes ...» і перейдіть на вкладку «REJ5xx Config» (рис. 2.47) віконної заставки «Line1 – REJ5xx Configuration».

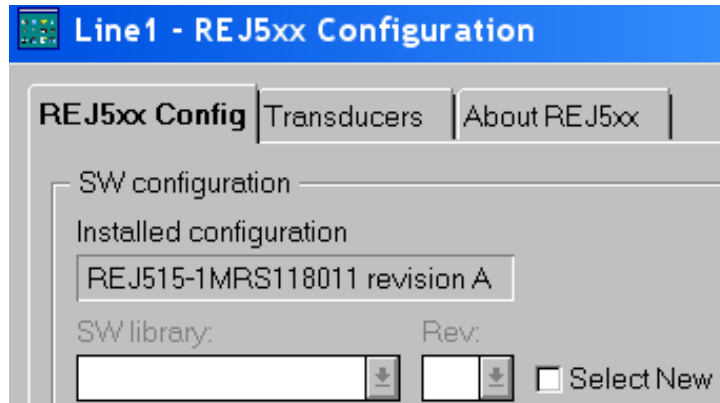


Рисунок 2.47 – Вкладка «REJ5xx Config»

28. У вкладці «REJ5xx Config» віконної заставки «Line1 – REJ5xx Configuration» (рис. 2.48), в полі «Select New» проставте «x», в полі «Rev:» – «A», натискаючи на стрілку біля поля «SW library» виберіть реле типу «REJ515-1MRS118011». Потрібно прочитати на реле, яка у нього модифікація.

Наприклад, буде написано так:

Order No: REJ515A 400BAA Uaux = 110-240 Vas.

Software No: 1MRS118011 Uaux = 48-220 Vdc In=0.2/1 A (Io).

Serial No: fn = 50/60 Hz, 1/5 A (I).

Літера А означає те, що модифікація у реле – А.

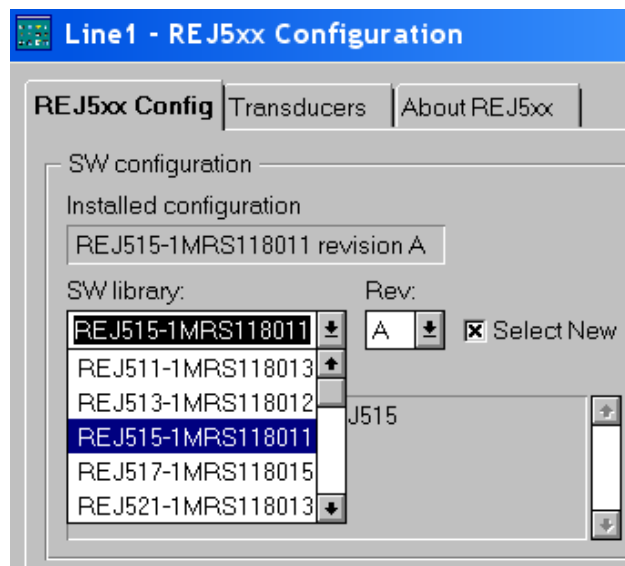


Рисунок 2.48 – Вибір типу реле «REJ515-1MRS118011»

29. Далі натисніть кнопку «Ok» і отримайте зображення, яке показано на рис. 2.49–2.50.

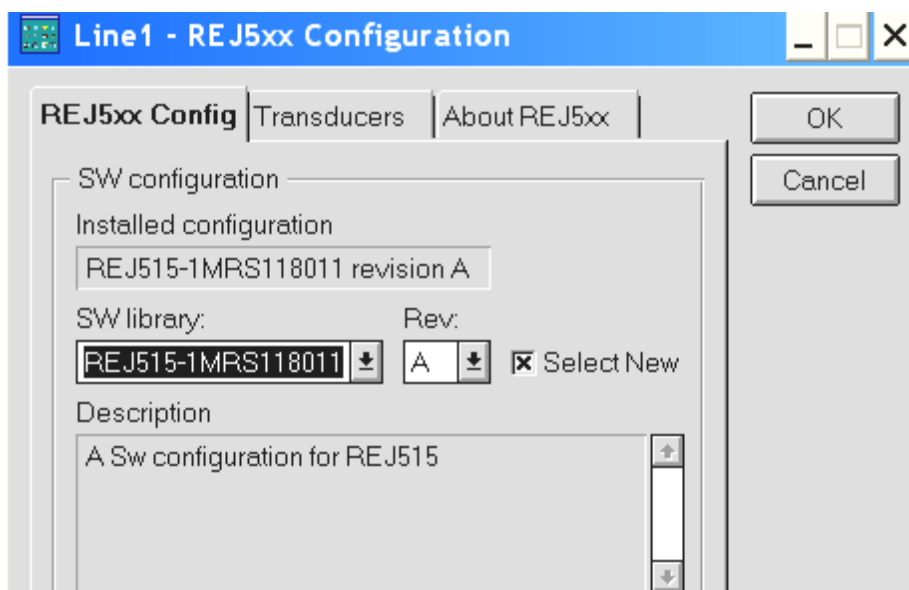


Рисунок 2.49 – Вкладка «REJ5xx Config» після вибору реле

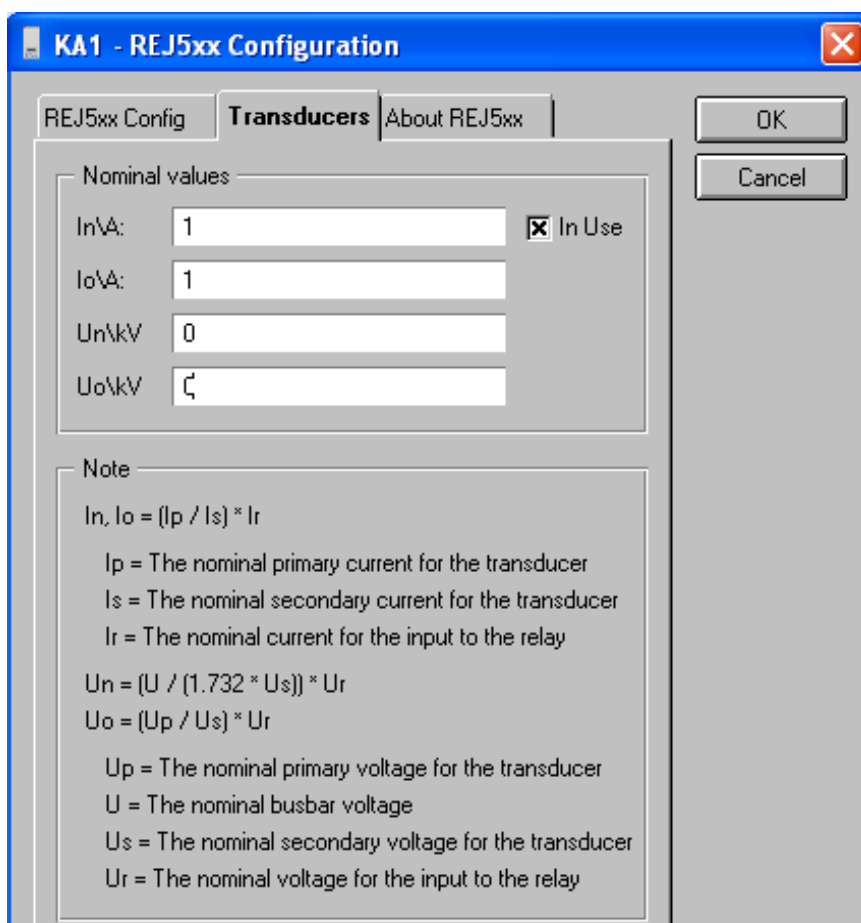


Рисунок 2.50 – Налаштування вторинних струмів ТС і вторинних напруг ТН

30. Перейдіть на вкладку «Transducers» і введіть в поле $I_n \backslash A$ значення струму, який буде протікати в первинній обмотці вимірювального трансформатора струму в нормальному режимі роботи ЛЕП (рис. 2.49).

Наприклад, якщо в лабораторному стенді встановлено трансформатор струму, у якого первинний номінальний струм дорівнює $I_p = 1 \text{ A}$, а вторинний номінальний струм вимірювального трансформатора струму дорівнює $I_s = 1 \text{ A}$, то коефіцієнт трансформації трансформатора струму дорівнює $k_{тс} = I_p/I_s = 1/1 = 1$ в.о. Якщо вхідні кола мікропроцесорного реле REJ515A розраховані на фазний струм 1 A , то $I_r = 1 \text{ A}$. Тоді значення струму, який буде протікати в первинній обмотці вимірювального трансформатора струму в нормальному режимі роботи ЛЕП $I_n = (I_p/I_s) \times I_r = k_{тс} \times I_r = (1/1) \times 1 = 1 \text{ A}$ (рис. 2.49).

Так само розраховується струм нульової послідовності I_0 . Наприклад, якщо в лабораторному стенді встановлений трансформатор струму нульової послідовності, у якого первинний номінальний струм нульової послідовності дорівнює $I_p = 1 \text{ A}$, а вторинний номінальний струм вимірювального трансформатора струму нульової послідовності дорівнює $I_s = 1 \text{ A}$, то коефіцієнт трансформації трансформатора струму нульової послідовності дорівнює $k_{тс} = I_p/I_s = 1/1 = 1$ в.о. Якщо вхідні кола мікропроцесорного реле REJ515A розраховані на струм нульової послідовності 1 A , то $I_r = 1 \text{ A}$. Тоді значення струму, який буде протікати в первинній обмотці вимірювального трансформатора струму нульової послідовності в нормальному режимі роботи ЛЕП $I_0 = (I_p/I_s) \cdot I_r = k_{тс} \times I_r = (1/1) \cdot 1 = 1 \text{ A}$ (див. рис. 2.50).

Наприклад, якщо в лабораторному стенді встановлений трансформатор струму, у якого первинний номінальний струм дорівнює $I_p = 50 \text{ A}$, а вторинний номінальний струм вимірювального трансформатора струму дорівнює $I_s = 1 \text{ A}$, то коефіцієнт трансформації трансформатора струму дорівнює $k_{тс} = I_p/I_s = 1/1 = 50$ в.о. Якщо вхідні кола мікропроцесорного реле REJ515A розраховані на фазний струм 1 A , то $I_r = 1 \text{ A}$. Тоді значення струму, який буде протікати в первинній обмотці вимірювального трансформатора струму в нормальному режимі роботи ЛЕП $I_n = (I_p/I_s) \cdot I_r = k_{тс} \cdot I_r = (50/1) \cdot 1 = 50 \text{ A}$.

31. Введіть в поле $U_n \backslash kV$ значення «0» і в поле $U_n \backslash kV$ значення «0», тому, що в струмовому мікропроцесорному реле ці значення не використовуються.

32. Натисніть «Ok» і отримайте повідомлення, яке показано на рис. 2.50.

33. Натисніть «Yes» і змініть попередні налаштування (рис. 2.51).

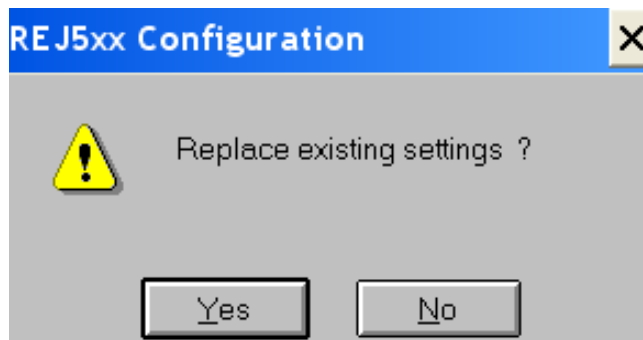


Рисунок 2.51 – Заміна налаштувань

34. Передайте вибрану структуру (рис. 2.52).

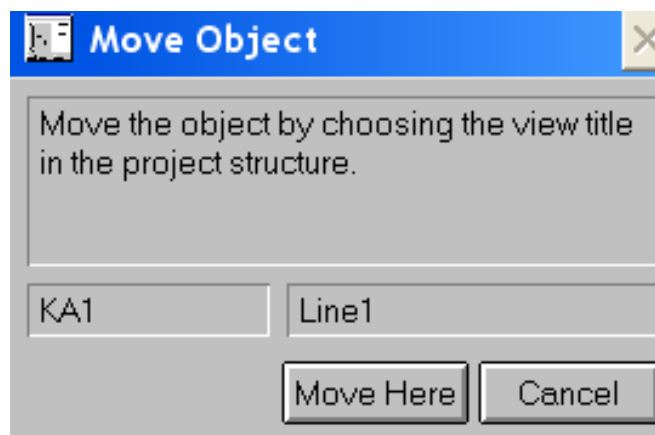


Рисунок 2.52 – Передавання структури

Питання для самостійної перевірки знань

1. Як налаштувати структуру струмового двоступеневого захисту ЛЕП з реле REJ515A для роботи його як струмового триступеневого ненаправленого релейного захисту ЛЕП?
2. Як налаштувати уставки спрацьовування захисту за струмом та часом?
3. Як виміряти значення вхідних струмів?
4. Як записати осцилограму зміни струмів під час спрацьовування пристрою релейного захисту ЛЕП з реле REJ515A?
5. Яке призначення реле REJ515A?
6. Яке призначення пристрою оптичного передавання даних МКС950001-2 9600-11К baud?
7. Якими мають бути параметри персонального комп'ютера для роботи з реле REJ515A?
8. Яким має бути програмне забезпечення для роботи з реле REJ515A?
9. Як приєднати пристрій релейного захисту REJ515A до системного блока?
10. Як завантажити програмне забезпечення CAP505?

11. Яке призначення і які можливості програмного забезпечення CAP505?
12. Як створити новий проект у програмному забезпеченні CAP505?
13. Як вставити в проект реле REJ515A у програмному забезпеченні CAP505?
14. Як задати параметри порту в програмному забезпеченні CAP505?
15. Яке призначення, характеристики та можливості пристрою MOXA UPort 1110?
16. Як підключити адаптер MOXA UPort 1110 до ПЕОМ та реле REJ515A?
17. Як налаштувати параметри адаптера MOXA UPort 1110 у ПЕОМ та в реле REJ515A?
18. Як налаштувати роботу з програмою CAP505 в операційній системі Windows 7?
19. Які параметри виставляються у вкладці «Transducers»?
20. Як змінити уставки реле?

Лабораторна робота № 3

Конфігурування структури та введення уставок мікропроцесорного захисту з реле REJ515A

Мета: отримати навички з конфігурування структури та введення уставок мікропроцесорного захисту струмового ступеневого захисту ЛЕП з реле REJ515A.

Задачі:

1. Вміти зчитати поточні налаштування REJ515 в програмному середовищі CAP505.
2. Вміти зчитати поточні значення уставок релейного захисту «Actual setting» в групі «Protect. Stages».
3. Вміти змінити поточні налаштування REJ515 в програмному середовищі CAP505 на нові.
4. Знати призначення та які параметри налаштування груп регістрів.
5. Вміти змінити стан вихідних реле PO1, PO2, SO1, SO2 вручну.
6. Знати призначення параметрів вкладки «Int. trig. sign.» і їх стан.
7. Знати призначення параметрів вкладки «Int. trig. edge» і їх стан.

Апаратне забезпечення:

- реле REJ515A;
- пристрій оптичного передавання даних 1МКС950001-2 9600-11К baud;
- персональний комп'ютер, не менше: частота процесора – 1600 МГц, жорсткий диск – 100 ГБ відформатований в NTFS, оперативна пам'ять – 1 ГБ, послідовний порт – COM1, порт – USB1.

Програмне забезпечення:

- OS Windows XP SP2;
- Project Structure Navigator CAP_505 2.3.0 PRODUCTION 2004-02-02.

Хід виконання роботи

1. Для зчитування поточних налаштувань REJ515 в програмному середовищі CAP505 виконайте такі дії.

Виділіть реле «KA1» (рис. 3.1).

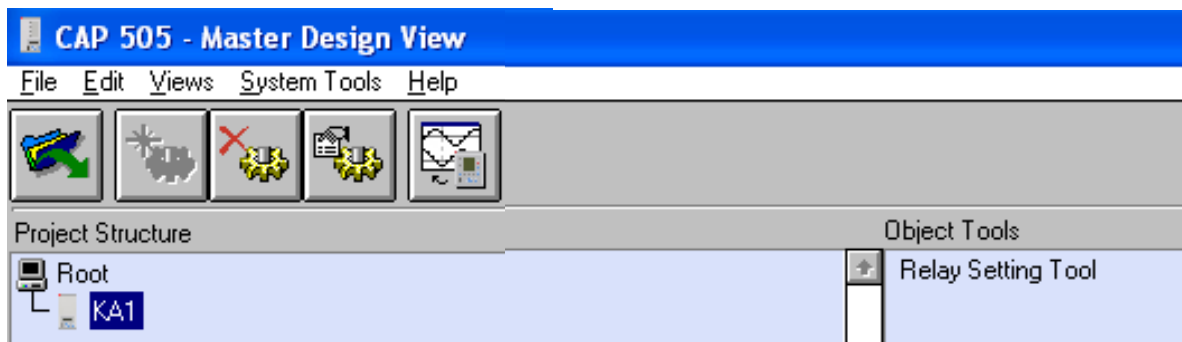


Рисунок 3.1 – Заставка з реле «KA1»

Виділіть та активізуйте «Relay Setting Tool» в «Object Tools» (рис. 3.1).



Рисунок 3.2 – Розташування «Relay Setting Tool» в «Object Tools»

Віконна заставка «Relay Setting Tool» показана на рис. 3.3.

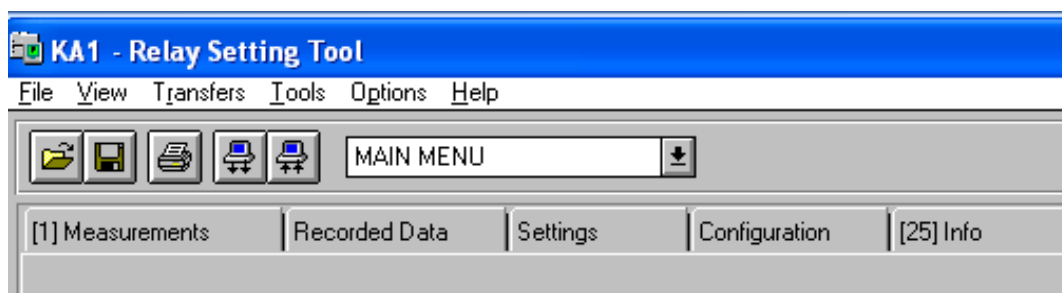



Рисунок 3.3 – Віконна заставка «Relay Setting Tool»

Відкрийте вкладку «Measurements» («Вимірювання») і натисніть на кнопку  для введення результатів вимірювань з REJ515 в ПЕОМ (рис. 3.4).

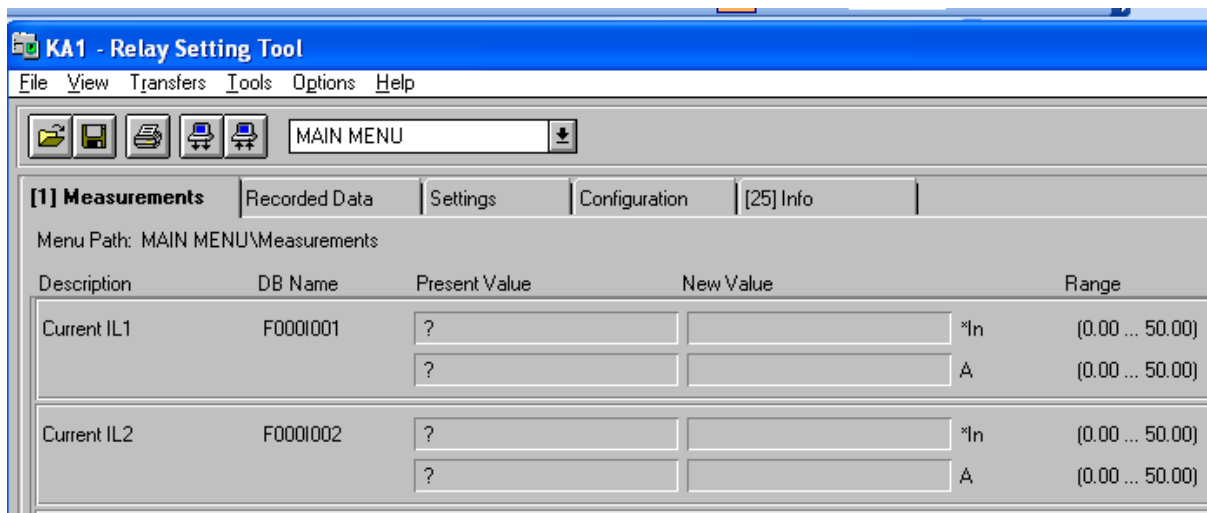


Рисунок 3.4 – Результати вимірювань за допомогою REJ515

Перейдіть на вкладку «Recorded data» («Записані дані») (рис. 3.5).

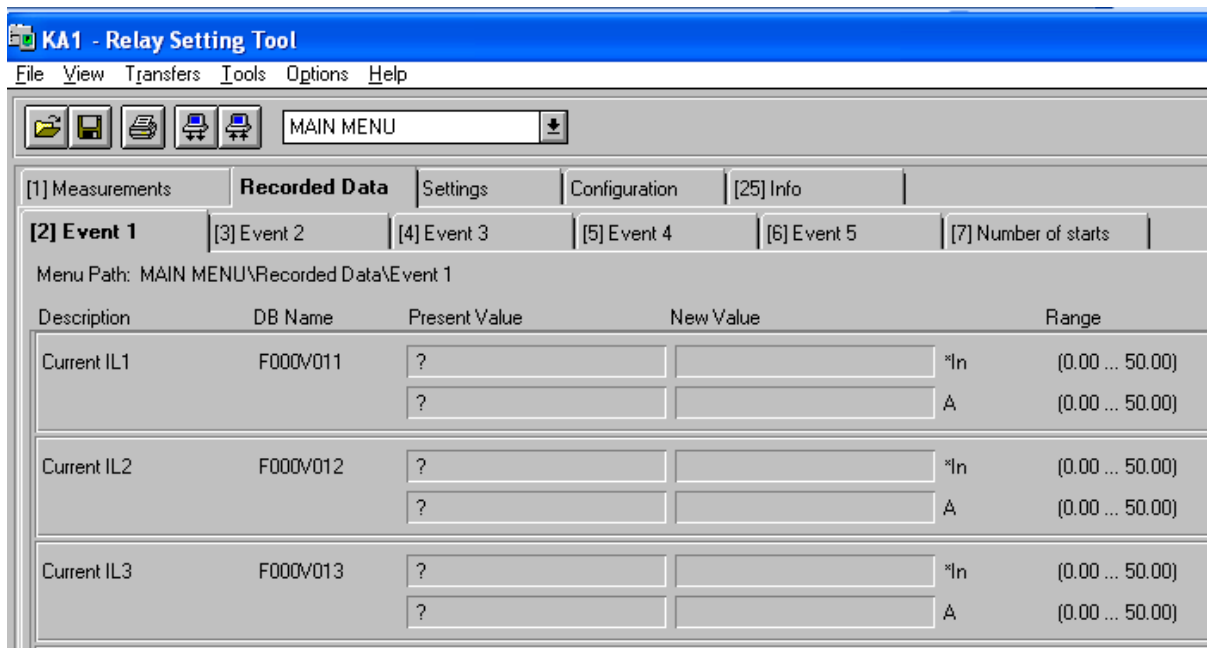


Рисунок 3.5 – Вкладка «Recorded data»

Старе («Present Value») і нове («New Value») значення «Duration I>» – час запису режиму показано на рис. 3.6.

[1] Measurements		Recorded Data		Settings		Configuration		[25] Info		
[2] Event 1		[3] Event 2		[4] Event 3		[5] Event 4		[6] Event 5		
[7] Number of starts		Menu Path: MAIN MENU\Recorded Data\Event 1								
Description	DB Name	Present Value	New Value	Unit	Range					
Current IL2	F000V012	?		*In	(0.00 ... 50.00)					
		?		A	(0.00 ... 50.00)					
Current IL3	F000V013	?		*In	(0.00 ... 50.00)					
		?		A	(0.00 ... 50.00)					
Current Io	F000V014	?		*In	(0.00 ... 8.00)					
		?		A	(0.00 ... 8.00)					
Duration I>	F000V015	?		%	(0 ... 100)					
Duration I>>	F000V016	?		%	(0 ... 100)					
Duration Io>	F000V017	?		%	(0 ... 100)					
Duration Io>>	F000V018	?		%	(0 ... 100)					
Date	F000V019	?			(yy-mm-dd)					
Time	F000V020	?			(hh:mm:ss.mss)					

Рисунок 3.6 – Значення «Duration I>>

Перейдіть на закладку «Miscellaneous» («додаткові налаштування») в групі «Settings» («Налаштування»):

CBFP oper. time – Circuit breaker failure protection operation time (час спрацювання пристрою резервування відмов вимикача (в лабораторній роботі не використовується)).

New trip ind. dis – нове спрацювання захисту (new trip indication discretion) буде зафіксовано не раніше, ніж через 60 хвилин (рис. 3.7).

[1] Measurements		Recorded Data		Settings		Configuration		[25] Info	
[8] Miscellaneous		Protect.Stages		SGB		SGF		SGR	
Menu Path: MAIN MENU\Settings\Miscellaneous									
Description	DB Name	Present Value	New Value	Unit	Range				
Group selection	F000V150	?	Group 1						
CBFP oper. time	F000S121	?	0.1	s	(0.1 ... 1.0)				
New trip ind. dis	F000S122	?	60	min	(0 ... 999)				

Рисунок 3.7 – Закладка «Miscellaneous»

Поточні значення уставок (рис. 3.8) релейного захисту «Actual setting» («Діючі налаштування») в групі «Protect. Stages» («Уставки захисту»).

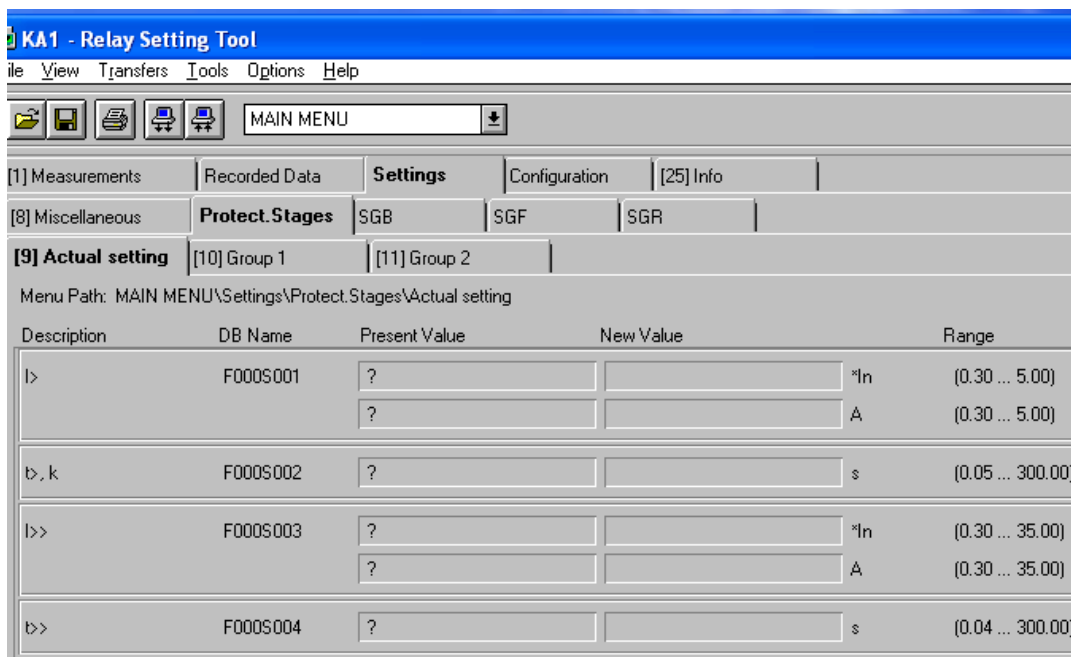


Рисунок 3.8 – Уставки захисту

2. Змініть поточні налаштування REJ515 в програмному середовищі CAP505 на нові, виконавши такі дії.

Закладка «Group 1», в якій можна змінювати значення уставок мікропроцесорного захисту (рис. 3.9).

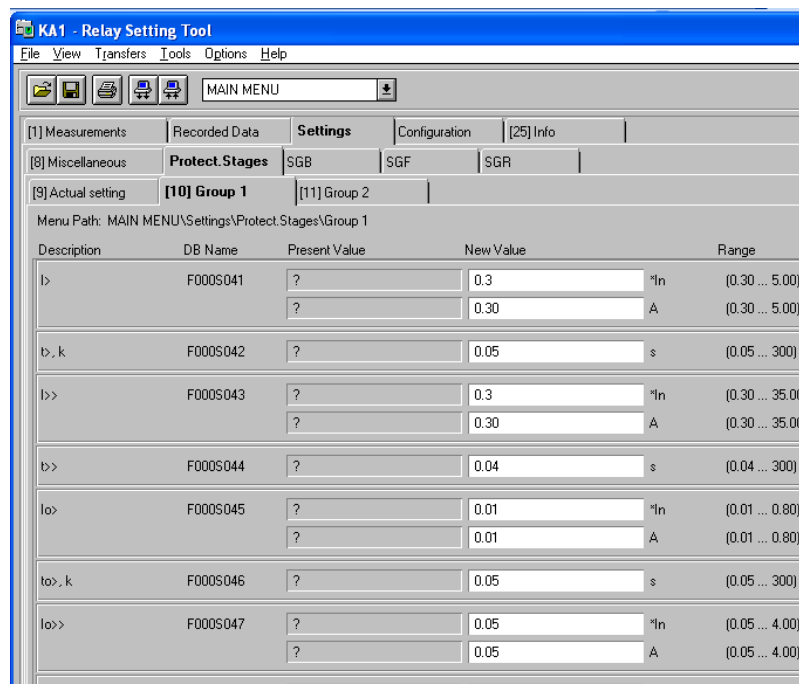


Рисунок 3.9 – Закладка «Group 1»

Поле, в якому змінюється уставка другого ступеня (за струмом) захисту ЛЕП (рис. 3.10).

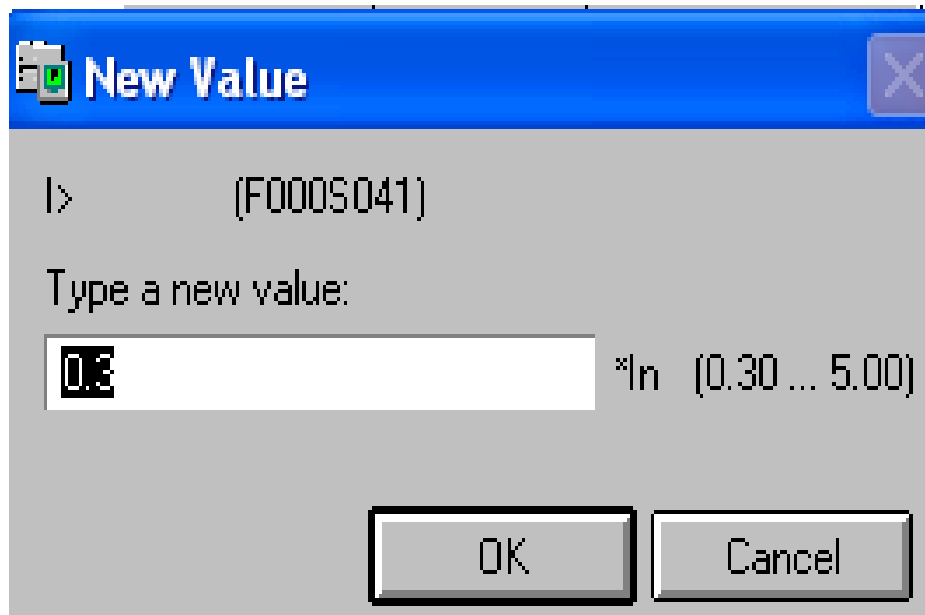


Рисунок 3.10 – Поле, в якому змінюється уставка

Заставка параметрів «Group 1» налаштувань програмно-логічних перемикачів, які визначають роботу блокувань «SGB» (рис. 3.11).

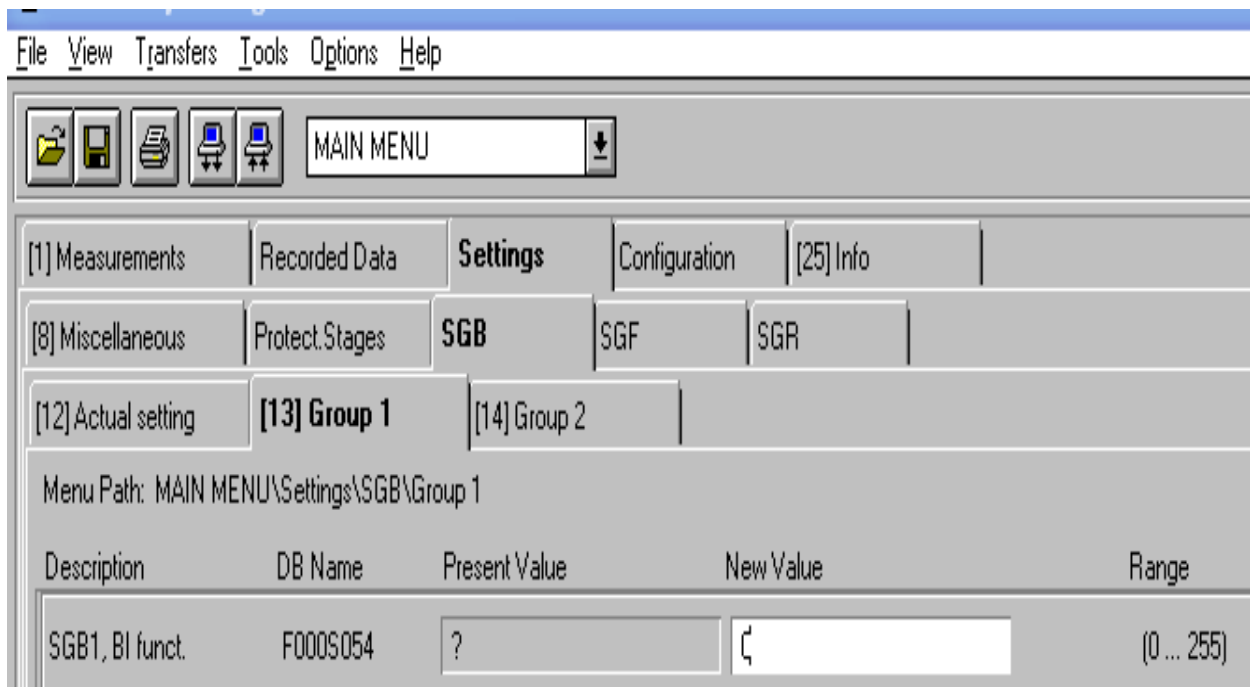


Рисунок 3.11 – Параметри налаштувань групи регістрів SGB
(в лабораторній роботі не використовуються)

В таблиці 3.1 показано параметри налаштувань групи перемикачів SGB1.

Таблиця 3.1 – Призначення та параметри налаштування SGB1

Параметр	Призначення
BI resets indicators	- «скидання» (квитирование – рос.) індикації спрацьовування захистів по дискретному входу (в лабораторній роботі не використовується)
BI resets relay	- «скидання» (квитирование – рос.) вихідних реле, які спрацювали на самостійне утримання в спрацьованому стані (в лабораторній роботі не використовується)
BI master reset	- «скидання» (квитирование – рос.) сигналу на відключення за сигналом про відключення вимикача (в лабораторній роботі не використовується)
External selection of Grp1/Grp2	- вибір другої групи уставок по дискретному входу, наприклад, для прискорення дії захистів або для уповільнення дії захистів (в лабораторній роботі не використовується)
BI blocks I>	- блокування спрацьовування реле другого ступеня струмового захисту (в лабораторній роботі не використовується)
BI blocks I>>	- блокування спрацьовування реле першого ступеня струмового захисту (в лабораторній роботі не використовується)
BI blocks Io>	- блокування спрацьовування реле другого ступеня струмового захисту (в лабораторній роботі не використовується)
BI blocks Io>>	- блокування спрацьовування реле другого ступеня струмового захисту (в лабораторній роботі не використовується)

Поля, в яких змінюються налаштування групи регістрів «SGB», показано на (рис. 3.12).

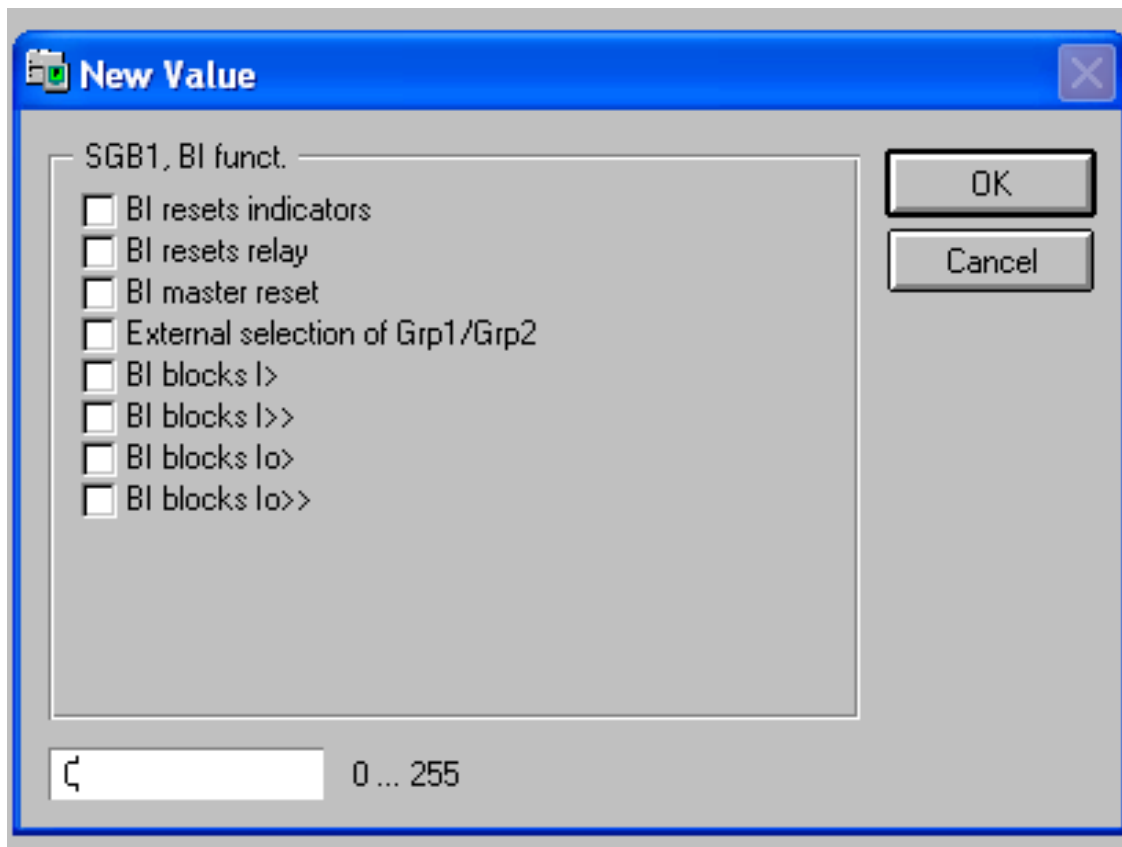


Рисунок 3.12 – Поля налаштувань групи регістрів «SGB»

Заставку параметрів «Group 1» налаштувань групи регістрів «SGF» показано на (рис. 3.13).

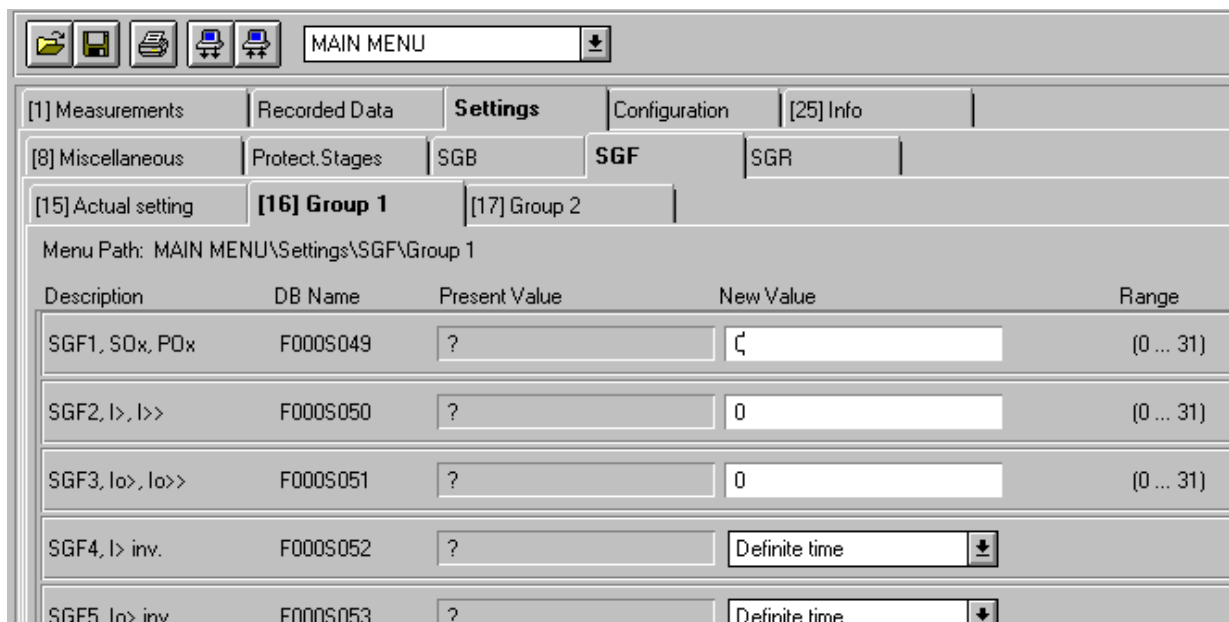


Рисунок 3.13 – Параметри налаштувань групи регістрів SGF

Поля, в яких змінюються налаштування регістра «SGF1» показано на рис. 3.14.

В таблиці 3.2 показано параметри налаштувань групи перемикачів SGF1.

Таблиця 3.2 – Призначення та параметри налаштування SGF1

Параметр	Призначення
Latching PO1	- використання режиму самостійного «підхвачування» живлення реле PO1 (в лабораторній роботі не використовується)
Latching PO2	- використання режиму самостійного «підхвачування» живлення реле PO2 (в лабораторній роботі не використовується)
S0x min pulse length (0-80ms, 1=40 ms)	- мінімальна тривалість імпульсу реле S0x на відключення (в лабораторній роботі не використовується)
P0x min pulse length (0-80ms, 1=40 ms)	- мінімальна тривалість імпульсу реле P0x на відключення (в лабораторній роботі не використовується)
Enable CBFP	- введення ПРВВ в роботу (в лабораторній роботі не використовується)

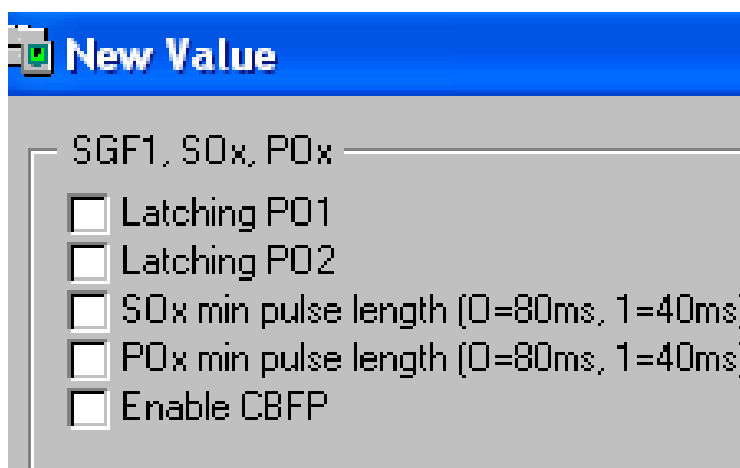


Рисунок 3.14 – Поля налаштувань групи регістра «SGF1»

Поля, в яких змінюються налаштування регістра «SGF2» (рис. 3.15).

В таблиці 3.3 показано параметри налаштувань групи перемикачів SGF2.

Таблиця 3.3 – Призначення та параметри налаштування SGF2

Параметр	Призначення
Auto doubling I>>	- оперативне «загрублення» уставки спрацьовування за струмом першого ступеня струмового захисту (в лабораторній роботі не використовується)
Disable I> inv. time by I>> start	- блокування пуску реле (інверсна характеристика другого ступеня струмового захисту) за фактом спрацьовування першого ступеня захисту (в лабораторній роботі не використовується)
Disable I>> stage	- блокування роботи першого ступеня струмового захисту (в лабораторній роботі не використовується)
I> start ind. manual reset	- ручне «скидання» пуску другого ступеня струмового захисту (в лабораторній роботі не використовується)
I>> start ind. manual reset	- ручне «скидання» пуску першого ступеня струмового захисту (в лабораторній роботі не використовується)

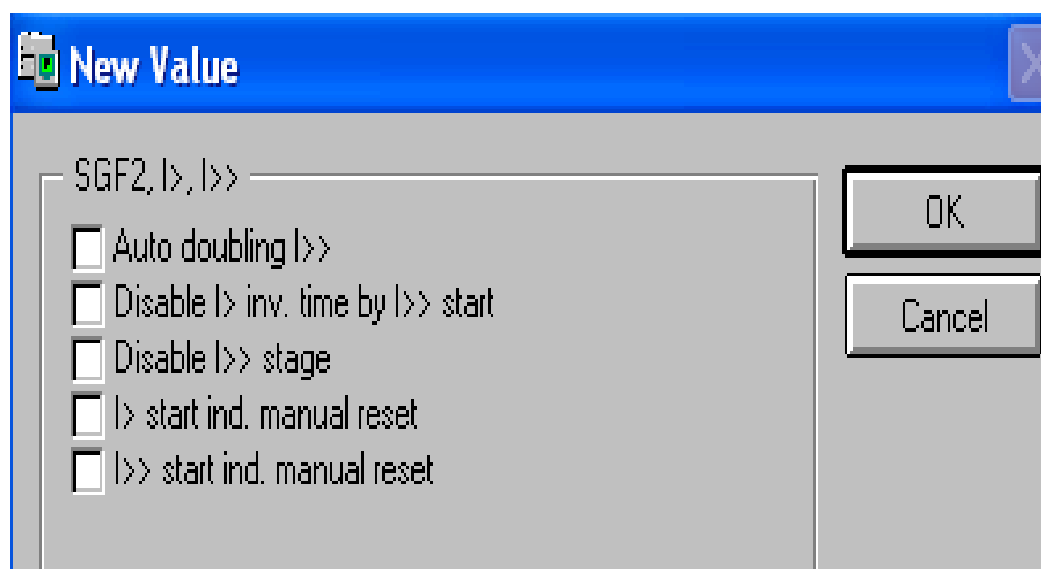


Рисунок 3.15 – Поля налаштувань групи реєстра «SGF2»

Поля, в яких змінюються налаштування реєстра «SGF3» показано на рис. 3.16. В таблиці 3.4 показано параметри налаштувань групи перемикачів SGF3.

Таблиця 3.4 – Призначення та параметри налаштування SGF3

Параметр	Призначення
Auto doubling Io>>	- оперативне «загрублення» уставки спрацьовування за струмом першого ступеня струмового захисту нульової послідовності (в лабораторній роботі не використовується)
Disable Io> inv. time by I>> start	- блокування пуску реле (інверсна характеристика другого ступеня струмового захисту) захисту нульової послідовності за фактом спрацьовування першого ступеня захисту (в лабораторній роботі не використовується)
Disable Io>> stage	- блокування роботи першого ступеня струмового захисту нульової послідовності (в лабораторній роботі не використовується)
Io> start ind. manual reset	- ручне «скидання» пуску другого ступеня струмового захисту нульової послідовності (в лабораторній роботі не використовується)
Io>> start ind. manual reset	- ручне «скидання» пуску першого ступеня струмового захисту нульової послідовності (в лабораторній роботі не використовується)

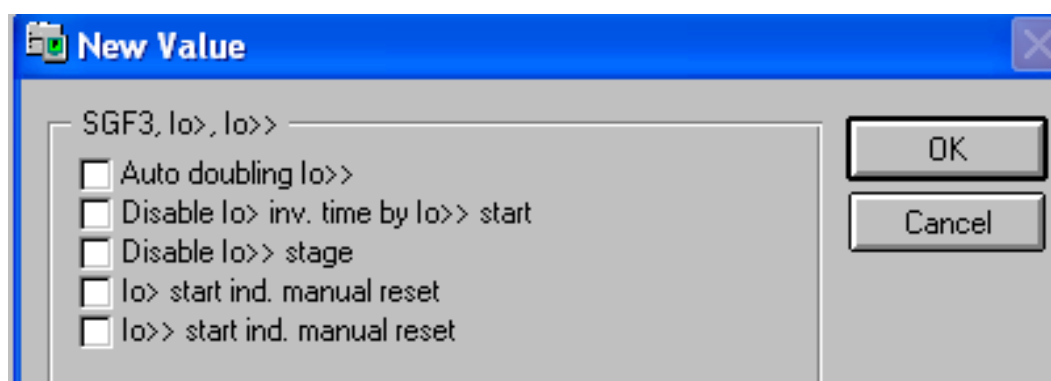


Рисунок 3.16 – Поля налаштувань групи реєстра «SGF3»

Зміна виду захисної характеристики «Definite time» – «Незалежна характеристика» (рис. 3.17) [19, 20, 21].

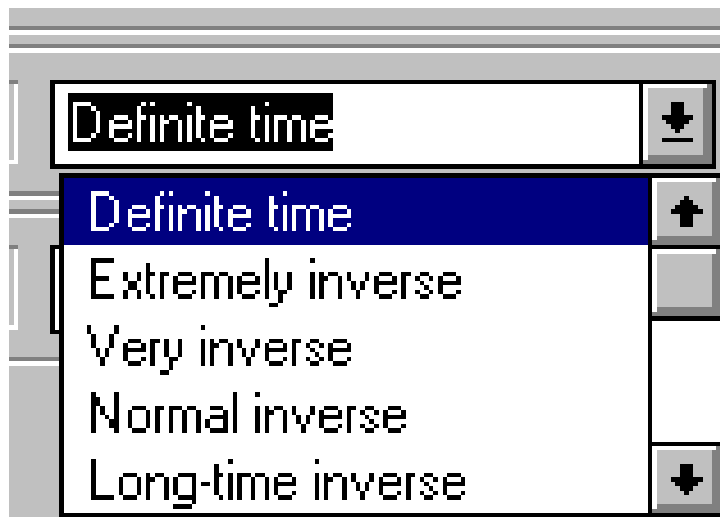


Рисунок 3.17 – Поле налаштувань виду захисної характеристики захисту (регістр «SGF4»)

Заставка параметрів «Group 1» налаштувань групи регістрів «SGR» показана на рис. 3.18.

В таблиці 3.5 показано параметри налаштувань групи перемикачів SGR1 [21].

Таблиця 3.5 – Призначення та параметри налаштування SGR1

Параметр	Призначення
I> start to PO1	- спрацьовування реле PO1 за фактом спрацьовування струмового елемента другого ступеня струмового ступеневого захисту на реле PO1 (в лабораторній роботі не використовується)
I> start to PO2	- спрацьовування реле PO2 за фактом спрацьовування струмового елемента другого ступеня струмового ступеневого захисту на реле PO2 (в лабораторній роботі не використовується)
I> start to SO1	- спрацьовування реле SO1 за фактом спрацьовування струмового елемента другого ступеня струмового ступеневого захисту на реле SO1 (в лабораторній роботі не використовується)
I> start to SO2	- спрацьовування реле SO2 за фактом спрацьовування струмового елемента другого ступеня струмового ступеневого захисту на реле SO2 (в лабораторній роботі не використовується)

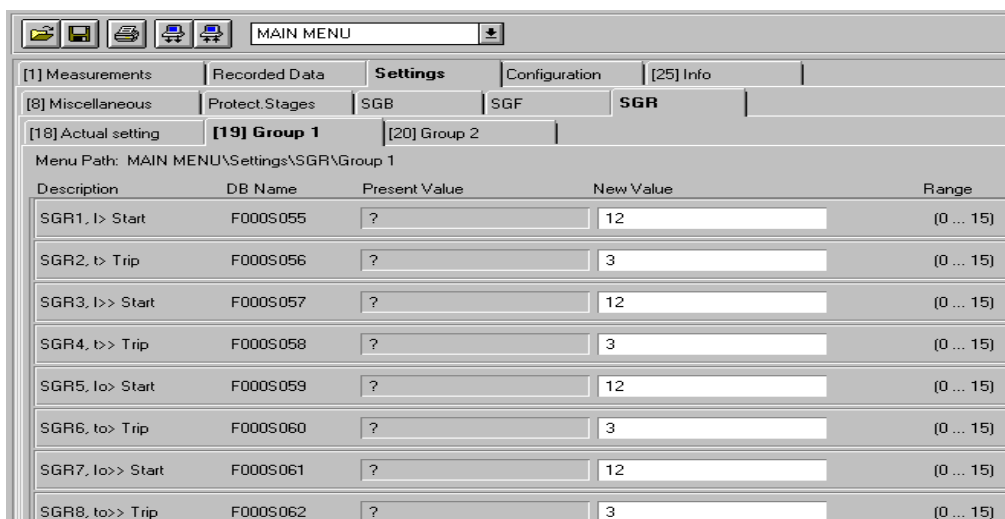


Рисунок 3.18 – Параметри налаштувань групи реєстрів SGR

Поля, в яких змінюються налаштування реєстра «SGR1», показано на рис. 3.19.

В таблиці 3.6 показано параметри налаштувань групи перемикачів SGR2.

Таблиця 3.6 – Призначення та параметри налаштування SGR2

Параметр	Призначення
t> start to PO1	- спрацьовування реле PO1 за фактом спрацьовування елемента часу другого ступеня струмового ступеневого захисту на реле PO1 (в лабораторній роботі не використовується)
t> start to PO2	- спрацьовування реле PO2 за фактом спрацьовування елемента часу другого ступеня струмового ступеневого захисту на реле PO2 (в лабораторній роботі використовується)
t> start to SO1	- спрацьовування реле SO1 за фактом спрацьовування елемента часу другого ступеня струмового ступеневого захисту на реле SO1 (в лабораторній роботі не використовується)
t> start to SO2	- спрацьовування реле SO2 за фактом спрацьовування елемента часу другого ступеня струмового ступеневого захисту на реле SO2 (в лабораторній роботі не використовується)

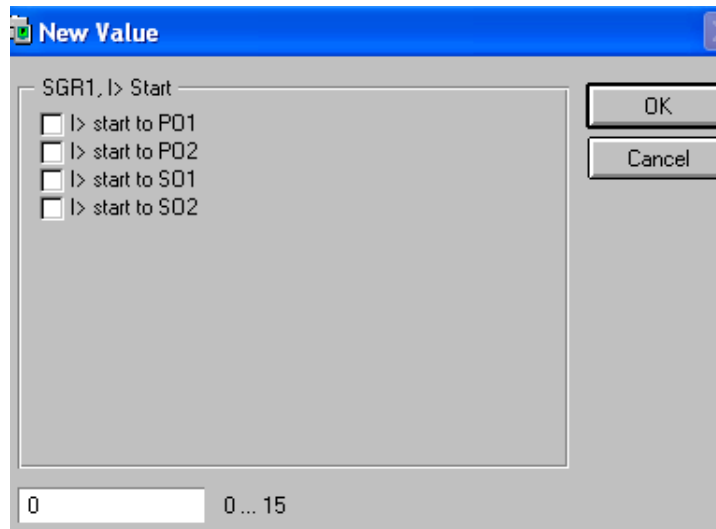


Рисунок 3.19 – Поля налаштувань розрядів регістра «SGR1»

Поля, в яких змінюються налаштування регістра «SGR2», показано на рис. 3.20.

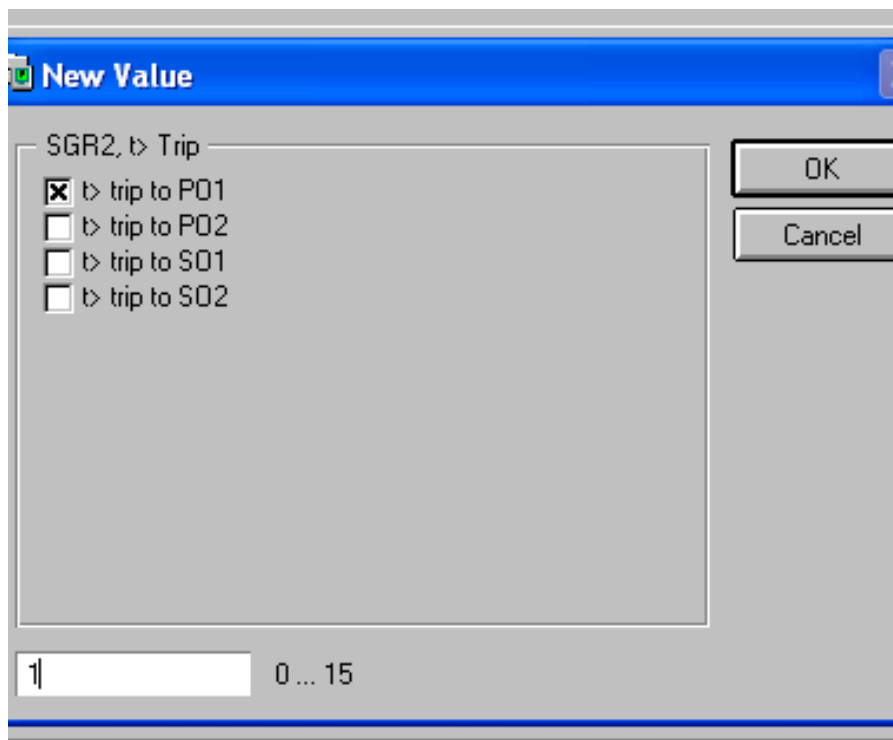


Рисунок 3.20 – Поля налаштувань розрядів регістра «SGR2»

Поля, в яких змінюються налаштування регістра «SGR3», показано на рис. 3.21. В таблиці 3.7 показано параметри налаштувань групи перемикачів SGR3.

Таблиця 3.7 – Призначення та параметри налаштування SGR3

Параметр	Призначення
I>> start to PO1	- спрацьовування реле PO1 за фактом спрацьовування струмового елемента другого ступеня струмового ступеневого захисту на реле PO1 (в лабораторній роботі не використовується)
I>> start to PO2	- спрацьовування реле PO2 за фактом спрацьовування струмового елемента другого ступеня струмового ступеневого захисту на реле PO2 (в лабораторній роботі не використовується)
I>> start to SO1	- спрацьовування реле SO1 за фактом спрацьовування струмового елемента другого ступеня струмового ступеневого захисту на реле SO1 (в лабораторній роботі не використовується)
I>> start to SO2	- спрацьовування реле SO2 за фактом спрацьовування струмового елемента другого ступеня струмового ступеневого захисту на реле SO2 (в лабораторній роботі не використовується)

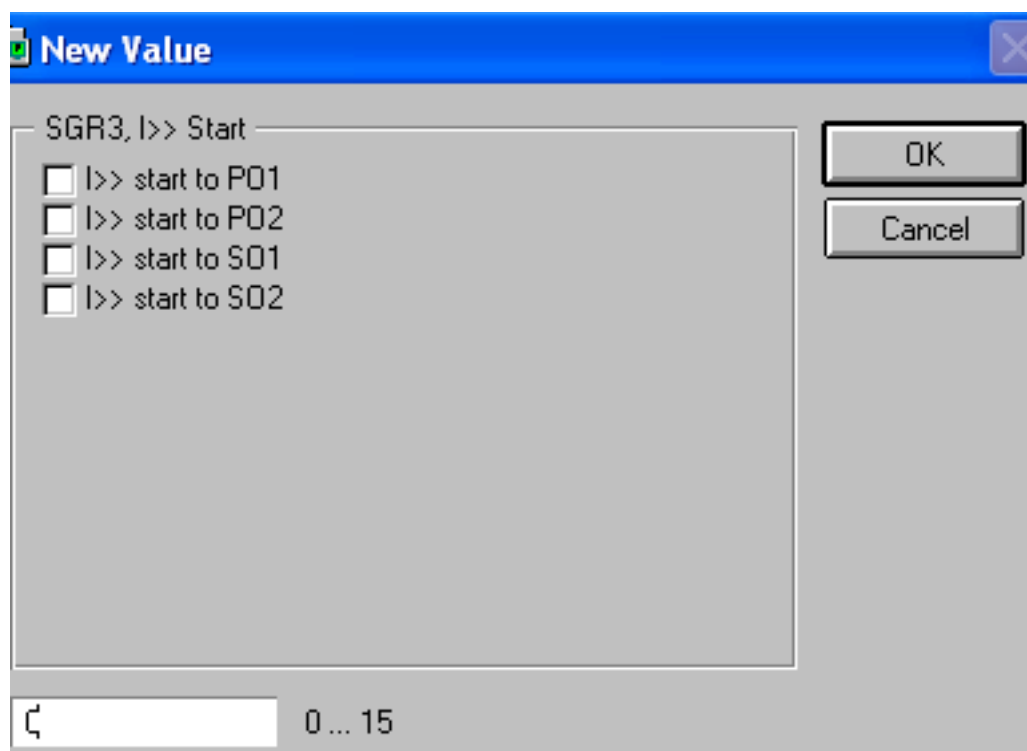


Рисунок 3.21 – Поля налаштувань розрядів регістра «SGR3»

Поля, в яких змінюються налаштування реєстра «SGR4», показано на рис. 3.22 В таблиці 3.8 показано параметри налаштувань групи перемикачів SGR4.

Таблиця 3.8 – Призначення та параметри налаштування SGR4

Параметр	Призначення
t>> start to PO1	- спрацьовування реле PO1 за фактом спрацьовування елемента часу другого ступеня струмового ступеневого захисту на реле PO1 (в лабораторній роботі використовується)
t>> start to PO2	- спрацьовування реле PO2 за фактом спрацьовування елемента часу другого ступеня струмового ступеневого захисту на реле PO2 (в лабораторній роботі не використовується)
t>> start to SO1	- спрацьовування реле SO1 за фактом спрацьовування елемента часу другого ступеня струмового ступеневого захисту на реле SO1 (в лабораторній роботі не використовується)
t>> start to SO2	- спрацьовування реле SO2 за фактом спрацьовування елемента часу другого ступеня струмового ступеневого захисту на реле SO2 (в лабораторній роботі не використовується)

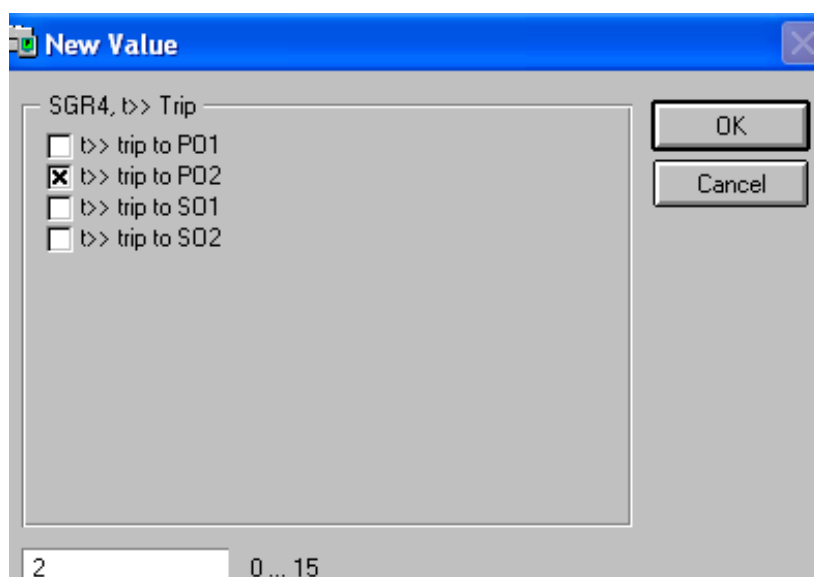


Рисунок 3.22 – Поля налаштувань розрядів реєстра «SGR4»

Поля, в яких змінюються налаштування регістра «SGR5», показано на рис. 3.23.

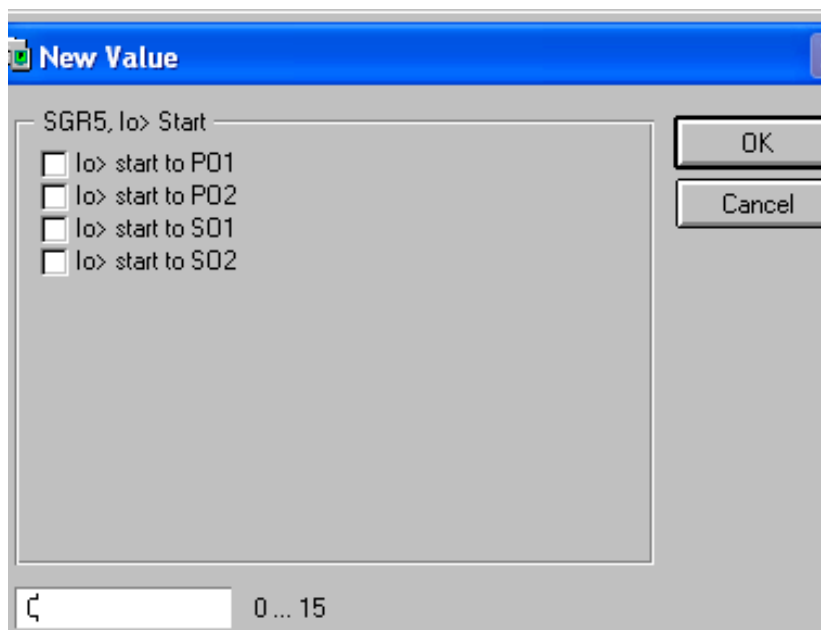


Рисунок 3.23 – Поля налаштувань розрядів регістра «SGR5»

В таблиці 3.9 показано параметри налаштувань групи перемикачів SGR5.

Таблиця 3.9 – Призначення та параметри налаштування SGR5

Параметр	Призначення
Io> start to PO1	- спрацьовування реле PO1 за фактом спрацьовування струмового елемента струму нульової послідовності другого ступеня струмового ступеневого захисту на реле PO1 (в лабораторній роботі не використовується)
Io> start to PO2	- спрацьовування реле PO2 за фактом спрацьовування струмового елемента струму нульової послідовності другого ступеня струмового ступеневого захисту на реле PO2 (в лабораторній роботі не використовується)
Io> start to SO1	- спрацьовування реле SO1 за фактом спрацьовування струмового елемента струму нульової послідовності другого ступеня струмового ступеневого захисту на реле SO1 (в лабораторній роботі не використовується)

Продовження таблиці 3.9

Параметр	Призначення
Io> start to SO2	- спрацьовування реле SO2 за фактом спрацьовування струмового елемента струму нульової послідовності другого ступеня струмового ступеневого захисту на реле SO2 (в лабораторній роботі не використовується)

Поля, в яких змінюються налаштування регістра «SGR6», показано на рис. 3.24.

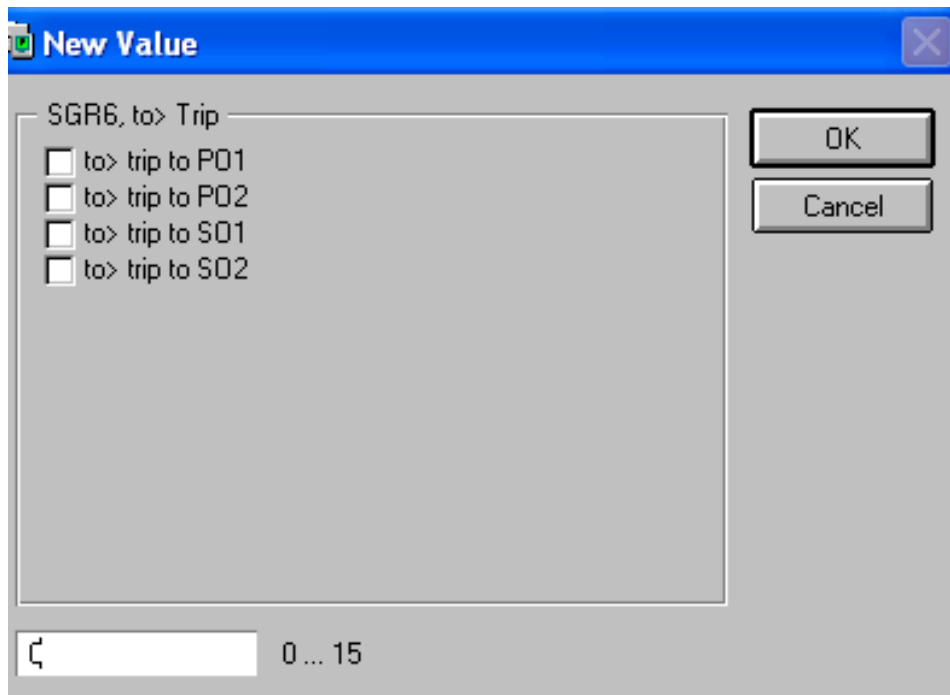


Рисунок 3.24 – Поля налаштувань розрядів регістра «SGR6»

В таблиці 3.10 показано параметри налаштувань групи перемикачів SGR6.

Таблиця 3.10 – Призначення та параметри налаштування SGR6

Параметр	Призначення
To> start to PO1	- спрацьовування реле PO1 за фактом спрацьовування елемента часу другого ступеня струмового ступеневого захисту нульової послідовності на реле PO1 (в лабораторній роботі не використовується)

Продовження таблиці 3.10

Параметр	Призначення
to> start to PO2	- спрацьовування реле PO2 за фактом спрацьовування елемента часу другого ступеня струмового ступеневого захисту нульової послідовності на реле PO2 (в лабораторній роботі не використовується)
to> start to SO1	- спрацьовування реле SO1 за фактом спрацьовування елемента часу другого ступеня струмового ступеневого захисту нульової послідовності на реле SO1 (в лабораторній роботі не використовується)
to> start to SO2	- спрацьовування реле SO2 за фактом спрацьовування елемента часу другого ступеня струмового ступеневого захисту нульової послідовності на реле SO2 (в лабораторній роботі не використовується)

Поля, в яких змінюються налаштування регістра «SGR7», показано на рис. 3.25.

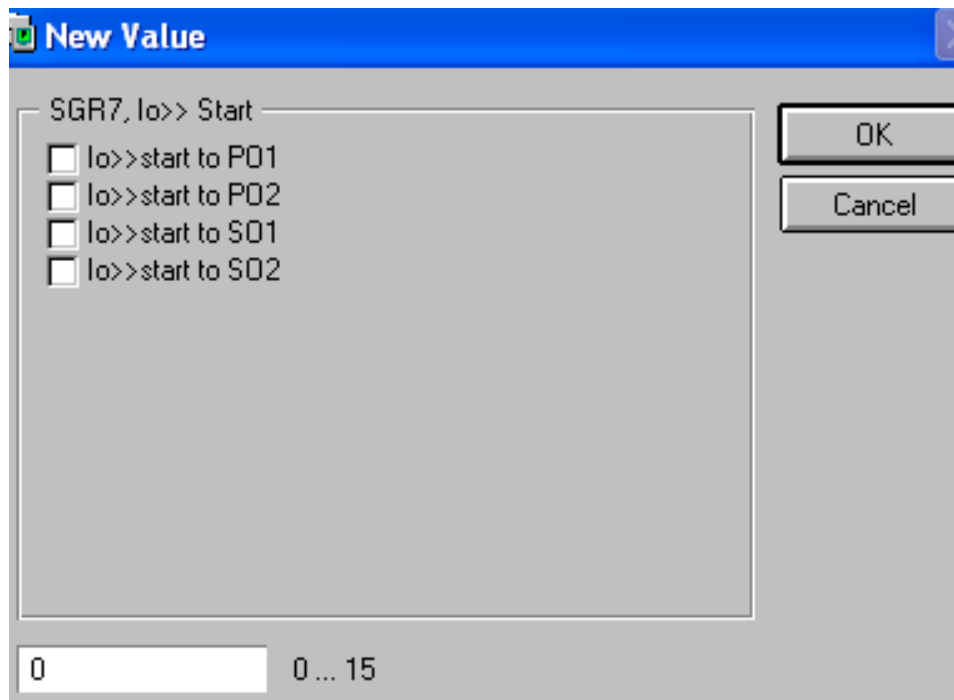


Рисунок 3.25 – Поля налаштувань розрядів регістра «SGR7»

В таблиці 3.11 показано параметри налаштувань групи перемикачів SGR7.

Таблиця 3.11 – Призначення та параметри налаштування SGR7

Параметр	Призначення
Io>> start to PO1	- спрацьовування реле PO1 за фактом спрацьовування струмового елемента струму нульової послідовності першого ступеня струмового ступеневого захисту нульової послідовності на реле PO1 (в лабораторній роботі не використовується)
Io>> start to PO2	- спрацьовування реле PO2 за фактом спрацьовування струмового елемента струму нульової послідовності першого ступеня струмового ступеневого захисту нульової послідовності на реле PO2 (в лабораторній роботі не використовується)
Io>> start to SO1	- спрацьовування реле SO1 за фактом спрацьовування струмового елемента струму нульової послідовності першого ступеня струмового ступеневого захисту нульової послідовності на реле SO1 (в лабораторній роботі не використовується)
Io>> start to SO2	- спрацьовування реле SO2 за фактом спрацьовування струмового елемента струму нульової послідовності першого ступеня струмового ступеневого захисту нульової послідовності на реле SO2 (в лабораторній роботі не використовується)

Поля, в яких змінюються налаштування регістра «SGR8», показано на рис. 3.26.

В таблиці 3.12 показано параметри налаштувань групи перемикачів SGR8.

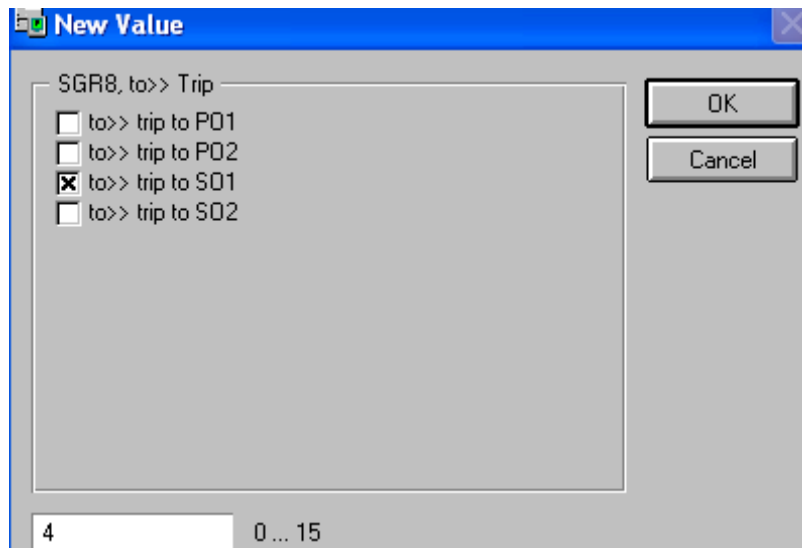


Рисунок 3.26 – Поля налаштувань розрядів регістра «SGR8»

Таблиця 3.12 – Призначення та параметри налаштування SGR8

Параметр	Призначення
to>> start to PO1	- спрацьовування реле PO1 за фактом спрацьовування елемента часу першого ступеня струмового ступеневого захисту нульової послідовності на реле PO1 (в лабораторній роботі не використовується)
to>> start to PO2	- спрацьовування реле PO2 за фактом спрацьовування елемента часу першого ступеня струмового ступеневого захисту нульової послідовності на реле PO2 (в лабораторній роботі не використовується)
to>> start to SO1	- спрацьовування реле SO1 за фактом спрацьовування елемента часу першого ступеня струмового ступеневого захисту нульової послідовності на реле SO1 (в лабораторній роботі використовується)
to>> start to SO2	- спрацьовування реле SO2 за фактом спрацьовування елемента часу першого ступеня струмового ступеневого захисту нульової послідовності на реле SO2 (в лабораторній роботі не використовується)

Заставка параметрів «Group 1» налаштувань групи реєстрів «SGR» після зміни налаштувань (рис. 3.27).

Description	DB Name	Present Value	New Value	Range
SGR1, l> Start	F000S055	?	0	(0 ... 15)
SGR2, t> Trip	F000S056	?	1	(0 ... 15)
SGR3, l>> Start	F000S057	?	0	(0 ... 15)
SGR4, t>> Trip	F000S058	?	2	(0 ... 15)
SGR5, lo> Start	F000S059	?	0	(0 ... 15)
SGR6, to> Trip	F000S060	?	0	(0 ... 15)
SGR7, lo>> Start	F000S061	?	0	(0 ... 15)
SGR8, to>> Trip	F000S062	?	4	(0 ... 15)

Рисунок 3.27 – Параметри групи реєстрів SGR після зміни налаштувань

Параметри заставки «Control parameters», параметри керування групи «Configuration» показано на рис. 3.28.

Description	DB Name	Present Value	New Value	Range
Rated frequency	F000V133	?	50	Hz (50 ... 60)
Ev.msk l> l>>	F000V155	?	85	(0 ... 255)
Ev.msk lo> lo>>	F000V156	?	85	(0 ... 255)
Ev.msk outp.rel.	F000V157	?	3	(0 ... 255)
Ev.msk dist.rec.	F000V158	?	1	(0 ... 1)
Int. fault code	F000V169	?		(0 ... 255)
Date	F000V250	?	11-03-07	<input checked="" type="checkbox"/> Update
Time	F000V251	?	16.40;29.000	<input checked="" type="checkbox"/> Update

Рисунок 3.28 – Заставка «Control parameters» групи «Configuration»

Стан параметрів вкладки «Disturb. Rec.» (параметрів для запуску осцилографа і для запису осцилограм) групи «Configuration» показано на рис. 3.29–3.30.

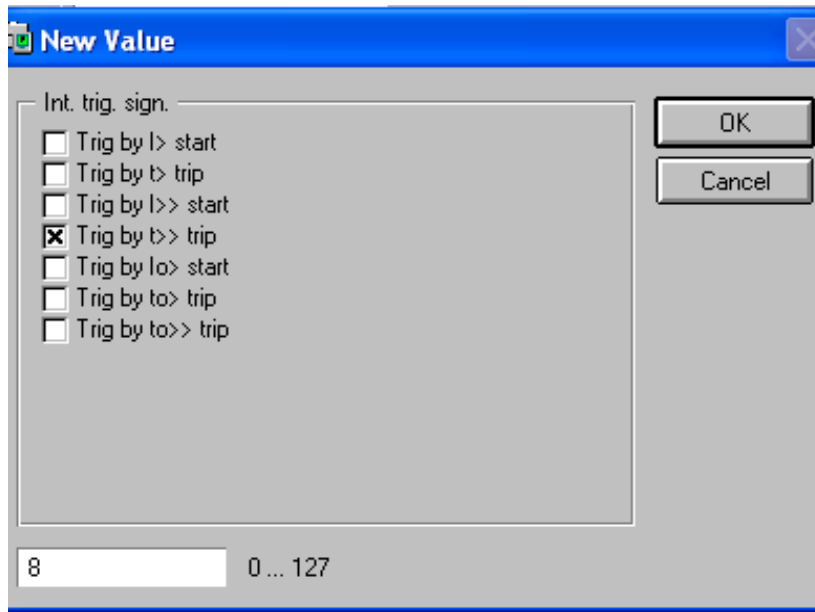


Рисунок 3.29 – Вибір параметрів «Int. Trig. Sign.»

В таблиці 3.13 наведено потрібні (для виконання лабораторної роботи і роботи електронного осцилографа) параметри вкладки «Disturb. Rec.»

Таблиця 3.13 – Призначення параметрів вкладки «Int. trig. sign.» і їх стан

Параметр	Призначення
Trig by I> start	- запуск осцилографа за фактом спрацьовування струмового елемента другого ступеня струмового захисту (в лабораторній роботі використовується)
Trig by t> start	- запуск осцилографа за фактом спрацьовування елемента часу другого ступеня струмового захисту (в лабораторній роботі не використовується)
Trig by I>> start	- запуск осцилографа за фактом спрацьовування струмового елемента першого ступеня струмового захисту (в лабораторній роботі використовується)

Продовження таблиці 3.13

Параметр	Призначення
Trig by t>> start	- запуск осцилографа за фактом спрацьовування елемента часу першого ступеня струмового захисту (в лабораторній роботі не використовується)
Trig by Io> start	- запуск осцилографа за фактом спрацьовування струмового елемента другого ступеня струмового захисту нульової послідовності (в лабораторній роботі не використовується)
Trig by to> start	- запуск осцилографа за фактом спрацьовування елемента часу другого ступеня струмового захисту нульової послідовності (в лабораторній роботі не використовується)
Trig by to>> start	- запуск осцилографа за фактом спрацьовування елемента часу першого ступеня струмового захисту нульової послідовності (в лабораторній роботі використовується)

В таблиці 3.14 наведено потрібні (для виконання лабораторної роботи і роботи електронного осцилографа) параметри вкладки «Disturb. Rec.»

Таблиця 3.14 – Призначення параметрів вкладки «Int. trig. edge» і їх стан

Параметр	Призначення
I> (0=rising, 1=falling)	- запуск осцилографа відбудеться при переході струмового елемента другого ступеня захисту з вимкненого стану в увімкнений стан (0=rising) і, навпаки запуск осцилографа відбудеться при переході струмового елемента другого ступеня захисту з увімкненого стану у вимкнений стан (1=falling). В лабораторній роботі цей параметр дорівнює «0», а саме позначка «x» у відповідному полі відсутня.

Продовження таблиці 3.14

Параметр	Призначення
t> (0=rising, 1=falling)	- запуск осцилографа відбудеться при переході елемента часу другого ступеня захисту з вимкненого стану в увімкнений стан (0=rising) і, навпаки запуск осцилографа відбудеться при переході елемента часу другого ступеня захисту з увімкненого стану у вимкнений стан (1=falling). В лабораторній роботі цей параметр дорівнює «0»
I>> (0=rising, 1=falling)	- запуск осцилографа відбудеться при переході струмового елемента першого ступеня захисту з вимкненого стану в увімкнений стан (0=rising) і, навпаки запуск осцилографа відбудеться при переході струмового елемента першого ступеня захисту з увімкненого стану у вимкнений стан (1=falling). В лабораторній роботі цей параметр дорівнює «0»
t>> (0=rising, 1=falling)	- запуск осцилографа відбудеться при переході елемента часу першого ступеня захисту з вимкненого стану в увімкнений стан (0=rising) і, навпаки запуск осцилографа відбудеться при переході елемента часу першого ступеня захисту з увімкненого стану у вимкнений стан (1=falling). В лабораторній роботі цей параметр дорівнює «0»
Io> (0=rising, 1=falling)	- запуск осцилографа відбудеться при переході струмового елемента другого ступеня струмового захисту нульової послідовності з вимкненого стану в увімкнений стан (0=rising) і, навпаки запуск осцилографа відбудеться при переході струмового елемента другого ступеня захисту нульової послідовності з увімкненого стану у вимкнений стан (1=falling). В лабораторній роботі цей параметр дорівнює «0»

Продовження таблиці 3.14

Параметр	Призначення
to> (0=rising, 1=falling)	- запуск осцилографа відбудеться при переході елемента часу другого ступеня струмового захисту нульової послідовності з вимкненого стану в увімкнений стан (0=rising) і, навпаки запуск осцилографа відбудеться при переході елемента часу другого ступеня струмового захисту нульової послідовності з увімкненого стану у вимкнений стан (1=falling). В лабораторній роботі цей параметр дорівнює «0»
to>> (0=rising, 1=falling)	- запуск осцилографа відбудеться при переході елемента часу першого ступеня струмового захисту нульової послідовності з вимкненого стану в увімкнений стан (0=rising) і, навпаки запуск осцилографа відбудеться при переході елемента часу першого ступеня струмового захисту нульової послідовності з увімкненого стану у вимкнений стан (1=falling). В лабораторній роботі цей параметр дорівнює «0»

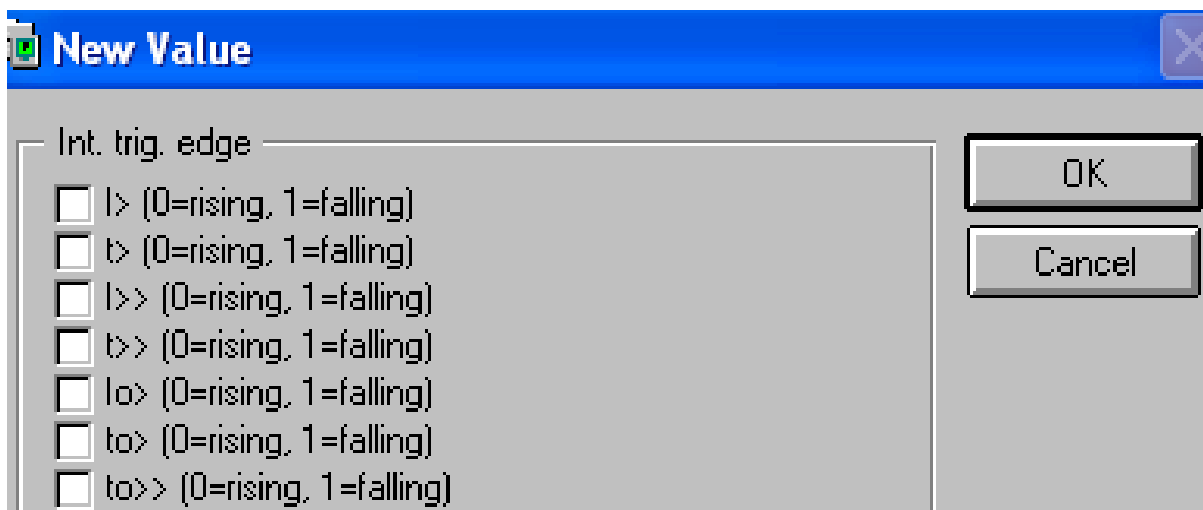


Рисунок 3.30 – Вибір параметрів вкладки «Int. trig. edge»

Введіть позначку «x» перед надписом «Trig by external binary input» (рис. 3.31), якщо планується запускати осцилограф не тільки від внутріш-

ніх сигналів спрацьовування струмових елементів $I>$, $I>>$, $I_0>$, $I_0>>$ або елементів часу $t>$, $t>>$, $t_0>$, $t_0>>$, а і (додатково) від зовнішнього дискретного сигналу, наприклад від ключа керування або від супроводжувальних контактів високовольтного вимикача і т. п.

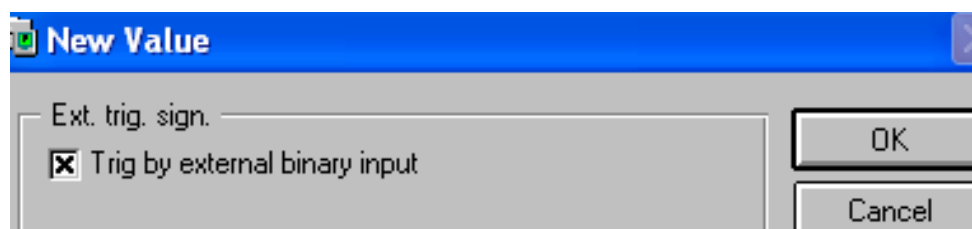


Рисунок 3.31 – Вибір параметрів «Ext. trig. sign.»

Стан вихідних реле PO1, PO2, SO1, SO2 можна змінювати вручну. Для цього у вкладці «Outputs», яка належить до групи «Configuration», виберіть потрібне вам реле, наприклад PO1, і замініть в параметрах цього реле логічний «0» на логічну «1» (рис. 3.32).

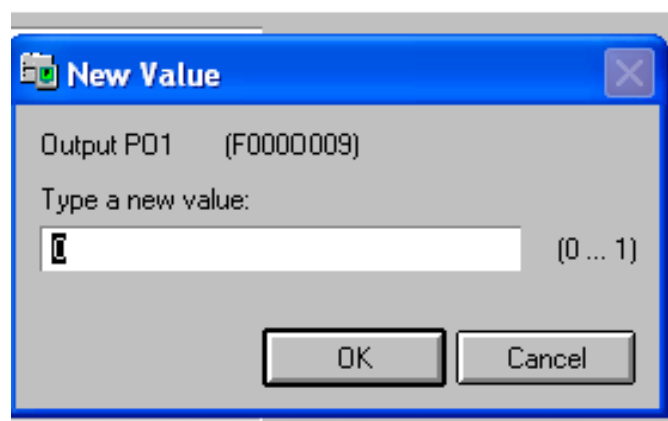


Рисунок 3.32 – Зміна параметру «Output PO1»

Реле спрацює. ЛЕП «АБ» відключиться.

3. Сформулюйте висновки.
4. Підготуйте звіт.

Питання для самостійної перевірки знань

1. Як зчитати поточні налаштування REJ515 в програмному середовищі SAP505?
2. Як зчитати поточні значення уставок релейного захисту «Actual setting» в групі «Protect. Stages»?

3. Як змінити поточні налаштування REJ515 в програмному середовищі CAP505 на нові?
4. Яке призначення та які параметри налаштування групи регістрів SGB1?
5. Яке призначення та які параметри налаштування групи регістрів SGF2?
6. Яке призначення та які параметри налаштування групи регістрів SGF3?
7. Як змінити вигляд захисної характеристики «Definite time» – «Незалежна характеристика»?
8. Яке призначення та які параметри налаштування групи регістрів SGF4?
9. Яке призначення та які параметри налаштування групи регістрів SGR1?
10. Яке призначення та які параметри налаштування групи регістрів SGR 2?
11. Яке призначення та які параметри налаштування групи регістрів SGR 3?
12. Яке призначення та які параметри налаштування групи регістрів SGR 4?
13. Яке призначення та які параметри налаштування групи регістрів SGR 5?
14. Яке призначення та які параметри налаштування групи регістрів SGR 6?
15. Яке призначення та які параметри налаштування групи регістрів SGR 7?
16. Яке призначення та які параметри налаштування групи регістрів SGR 8?
17. Яке призначення параметрів вкладки «Int. trig. sign.» і їх стан?
18. Яке призначення параметрів вкладки «Int. trig. edge» і їх стан?
19. Як змінити стан вихідних реле PO1, PO2, SO1, SO2 вручну?

Лабораторна робота № 4

Робота з осцилограмами мікропроцесорного реле REJ515A

Мета: вивчити можливості електронного осцилографа реле REJ515A.

Задачі

1. Знати з чого починається робота з електронним осцилографом в програмному середовищі CAP505.
2. Знати призначення вкладки «DR-Collector Tool».
3. Знати призначення вкладки «Recorder Tool...».
4. Знати пункти в меню віконної заставки «DR – Collector Tool»
5. Вміти завантажувати всі осцилограми або одну – останню.
6. Як визначити частоту гармонічного сигналу у віконній заставці «Disturbance Draw»?
7. Знати, які дані показано біля точки перетину вертикальної лінії маркера осцилограми з графіком осцилограми у віконній заставці «Disturbance Draw».
8. Знати два варіанти перегляду осцилограм.
9. Знати, як переглянути осцилограму за допомогою віконної заставки «DR-Collector Tool».
10. Вміти переходити з активного маркера 1 («Marker 1») на активний маркер 2 («Marker 2») у віконній заставці «Disturbance Draw».

Хід роботи

Закрийте заставку «Relay Setting Tool» і поверніться в заставку «Master Design View». Знайдіть пункт меню «System Tools», а потім команду «DR-Collector Tool» (рис. 4.1).

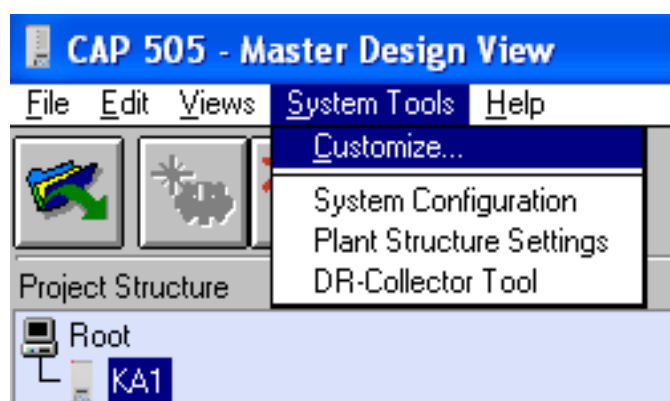


Рисунок 4.1 – Пошук команди завантаження «DR – Collector Tool»

У віконній заставці «DR – Collector Tool» знайдіть пункт меню «Tool» (рис. 4.2).

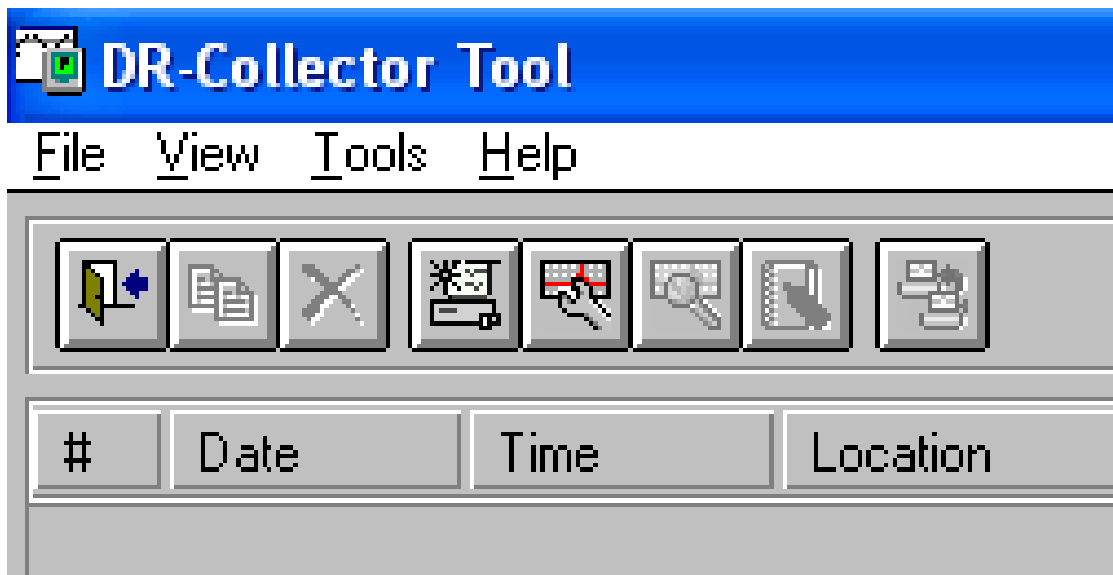


Рисунок 4.2 – Віконна заставка програми «DR – Collector Tool»

Виберіть команду «Recorder Tool...» (рис. 4.3).

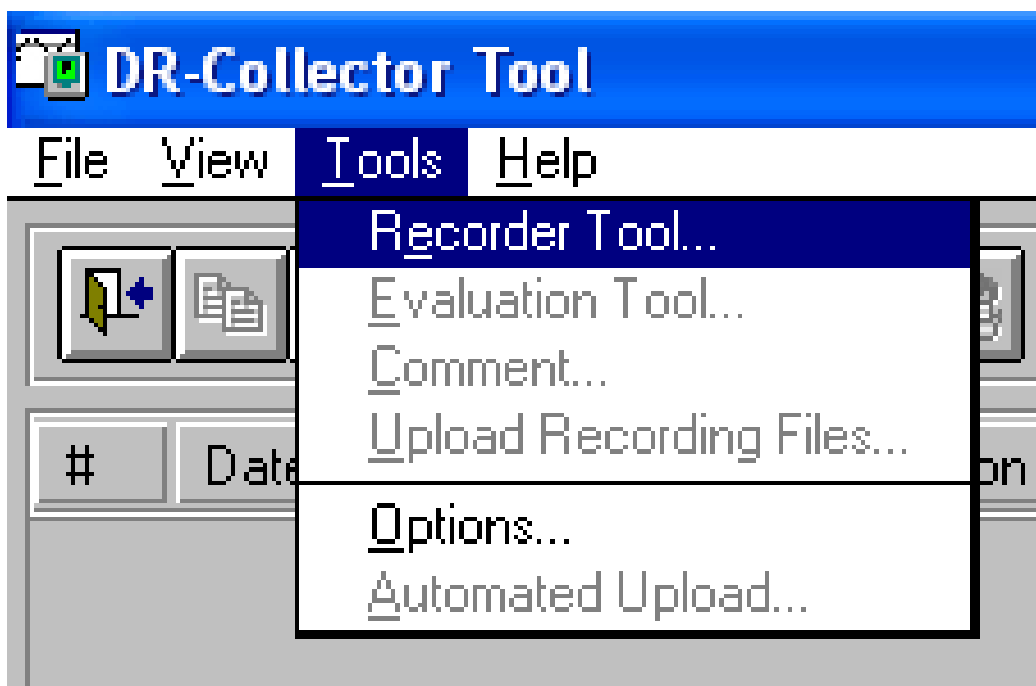


Рисунок 4.3 – Пошук команди завантаження осцилограми «Recorder Tool»

У віконній заставці «Recorder Tool» знайдіть пункт меню «Transfers» (рис. 4.4).

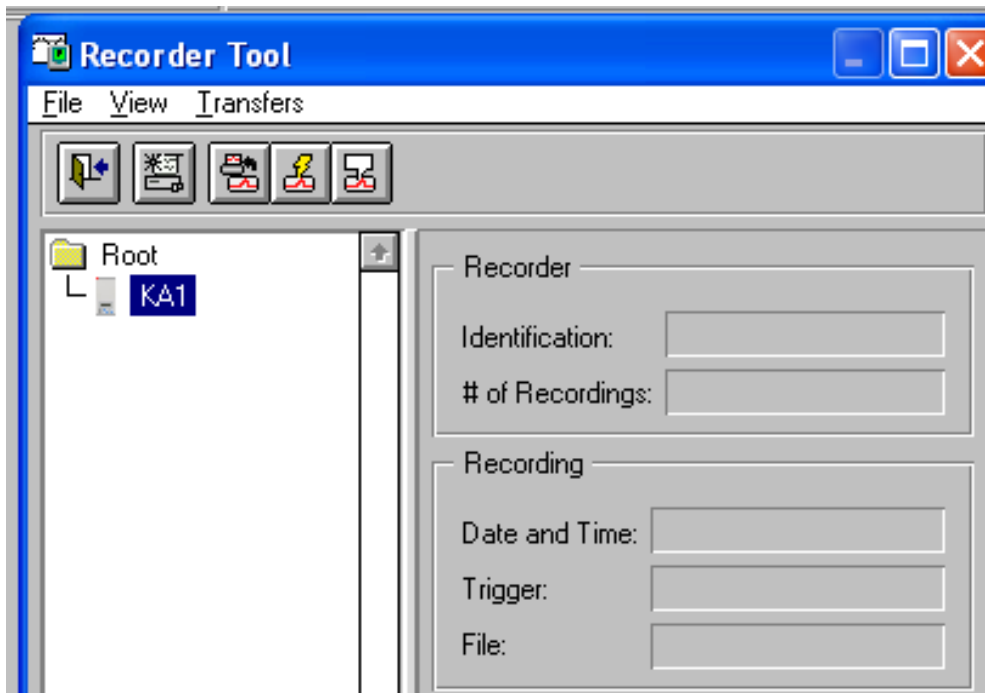


Рисунок 4.4 – Параметри записаної осцилограми

Виберіть команду «Recorder Tool...» (рис. 4.5) для завантаження осцилограм з мікропроцесорного пристрою захисту в ПЕОМ.

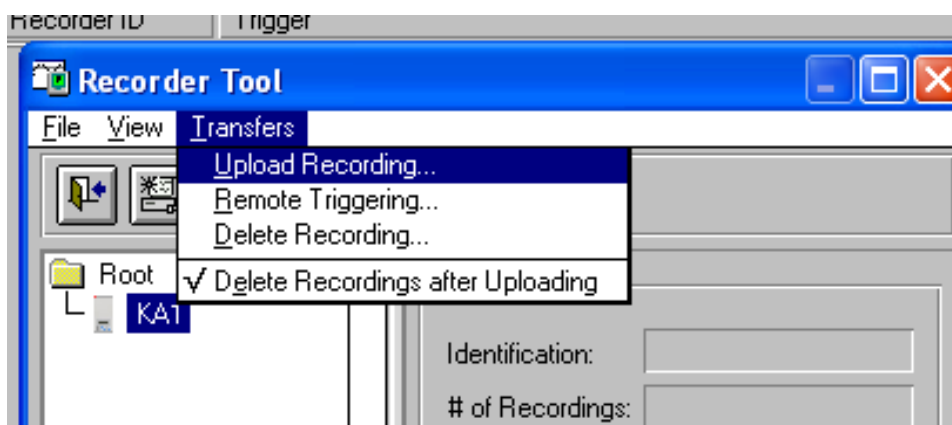


Рисунок 4.5 – Позначка «V» біля команди «Delete Recordings after Uploading»

Заберіть позначку «V» біля команди «Delete Recordings after Uploading» (рис. 4.6). Це потрібно для того, щоб записана осцилограма не зникла після її перегляду на екрані комп'ютера.



Рисунок 4.6 – Команда «Delete Recordings after Uploading» без позначки «V»

Почніть завантаження «Upload Recording...» осцилограмами і отримайте таке повідомлення (рис. 4.7).



Рисунок 4.7 – Вибір завантаження всіх осцилограм або останньої

Якщо вам достатньо завантажити останню осцилограму, то натисніть на кнопку «Upload One» (рис. 4.8) та на кнопку «Ok» (рис. 4.9); має з'явитись таблиця зі зчитаними осцилограмами.

Однак, якщо у вас не приєднано пристрій мікропроцесорного захисту REJ515A, то, на жаль, ви отримаєте повідомлення про помилку передавання даних від REJ515A до ПЕОМ (рис. 4.10).



Рисунок 4.8 – Помилка передавання даних

Подальше завантаження осцилограм можливе лише за умови приєднання ПЕОМ до REJ515A.

Якщо осцилограми були раніше записані в ПЕОМ, то ви їх можете переглянути без приєданого до ПЕОМ пристрою REJ515A. Для цього знайдіть папку «Root» в директорії «C:\CAP505\» (рис. 4.9).

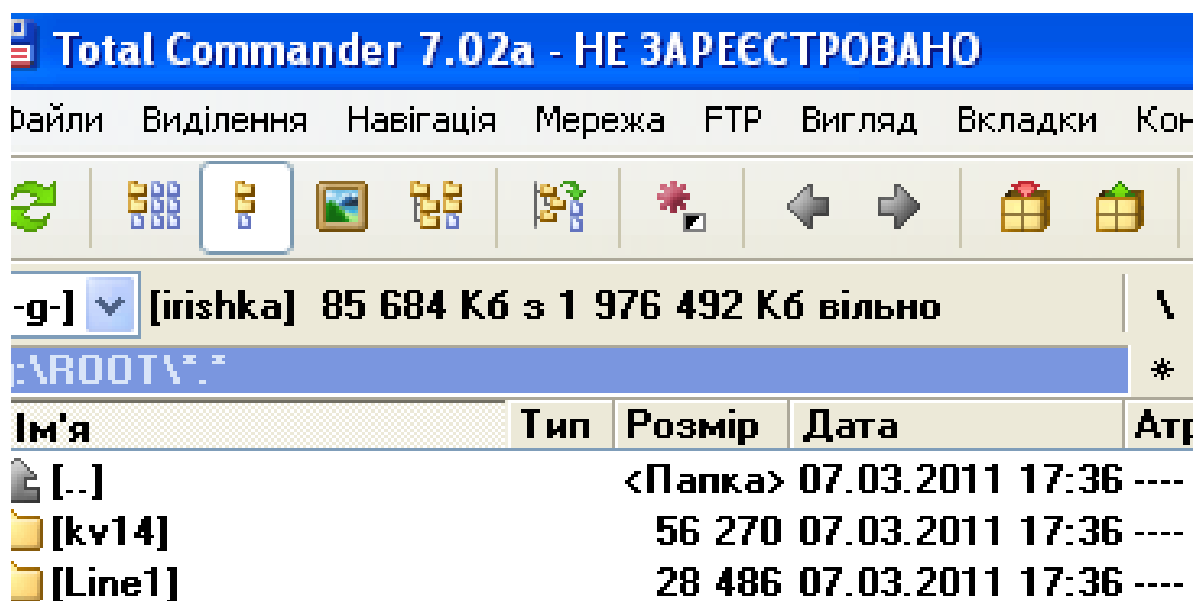


Рисунок 4.9 – Вміст папки «Root» в директорії «C:\CAP505\»

Далі знайдіть папку «Tool» в директорії «C:\CAP505\» (рис. 4.10).

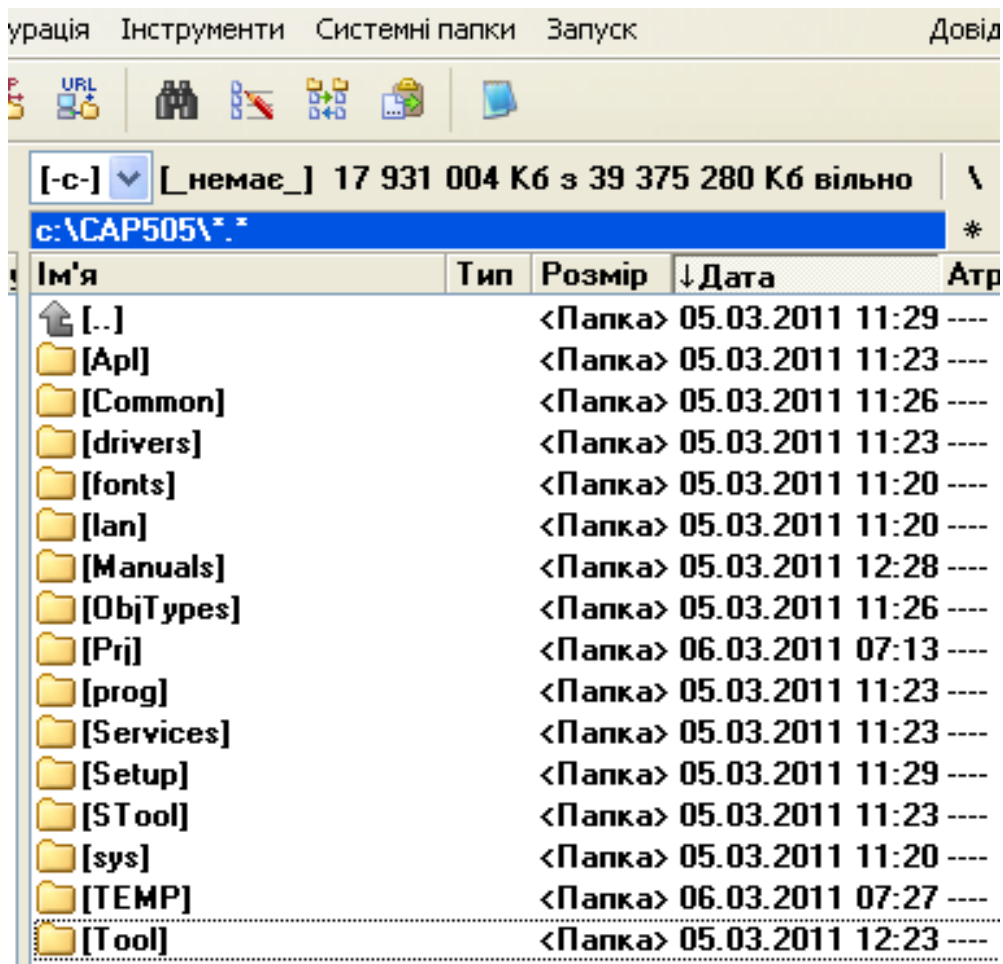


Рисунок 4.10 – Розташування папки «Tool»

Вміст папки «Tool» показано на рис. 4.11. В папці «Tool» знайдіть папку «DR_Eval».

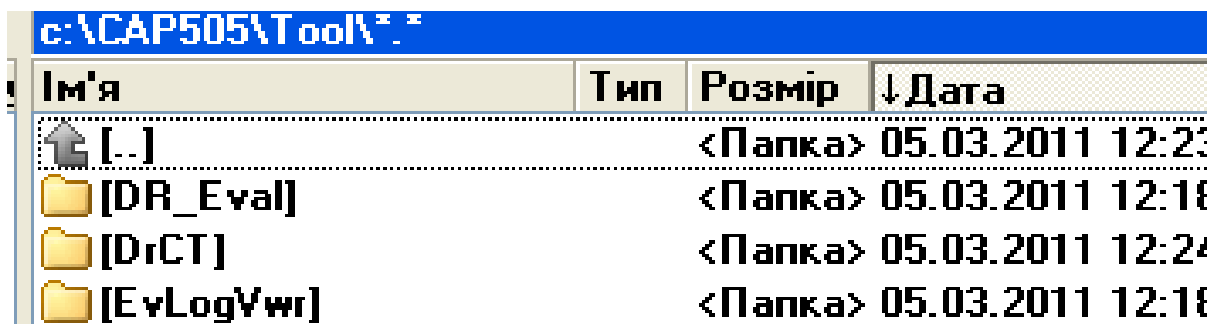


Рисунок 4.11 – Вміст папки «Tool»

Виберіть папку «DR_Eval» (рис. 4.12), а потім – файл «DistDraw32» в цій папці (рис. 4.13).

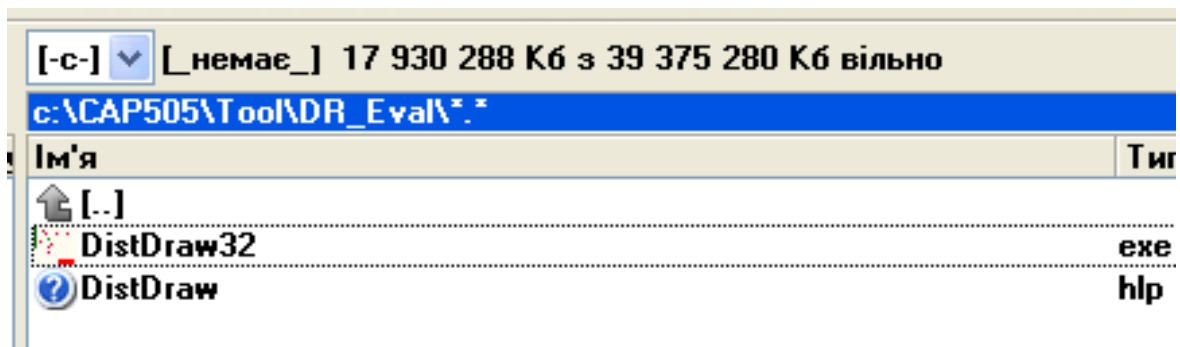


Рисунок 4.12 – Розташування папки «DistDraw32»

Отримайте віконну заставку «Disturbance Draw» (рис. 4.13).

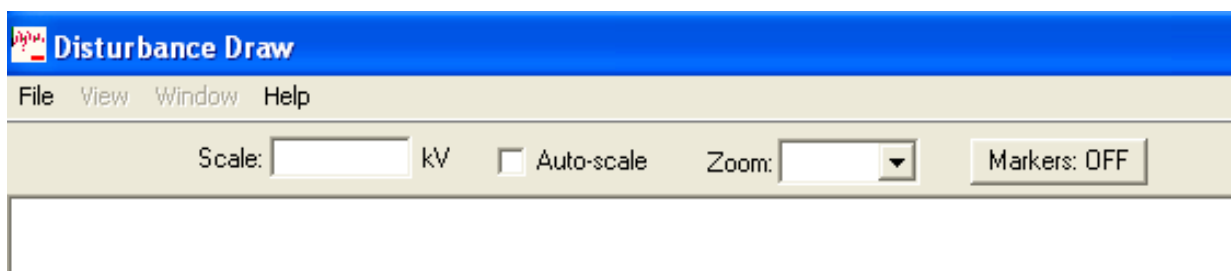


Рисунок 4.13 – Віконна заставка «Disturbance Draw»

У віконній заставці «Disturbance Draw» знайдіть пункт меню «File», а далі команду «Open» (рис. 4.14).

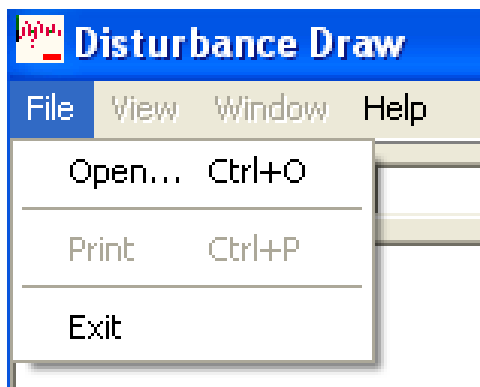


Рисунок 4.14 – Команди пункту меню «File»

Далі послідовно знайдіть такі папки: диск «C» – «CAP505» – «Apl» – «CAP505_» – «RECORDER» – «Root».

У папці «Root» будуть інші папки, наприклад, такі, які показано на рис. 4.15. Відкрийте потрібну вам папку, наприклад, «Line1» (рис. 4.15, рис. 4.16).

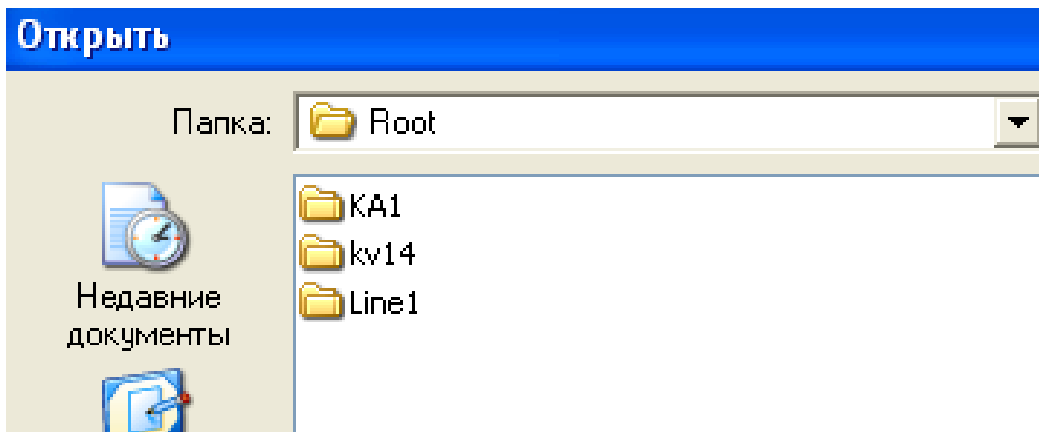


Рисунок 4.15 – Вміст папки «Root»

У вибраній вами папці (наприклад «Line1») зберігаються файли записаних осцилограм (один або декілька файлів). Виберіть файл потрібної вам осцилограми (наприклад, «11227001.CFG») і натисніть кнопку «Открыть» (рис. 4.16).

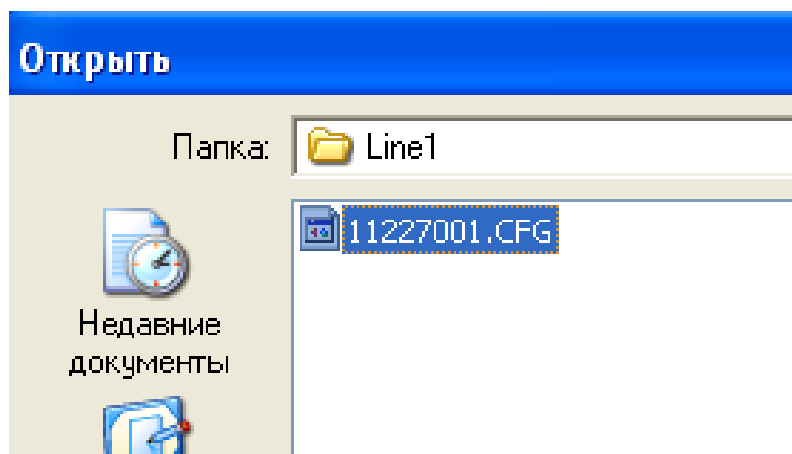


Рисунок 4.16 – Вміст папки «Line1»

Отримайте осцилограму у віконній заставці «Disturbance Draw» (рис. 4.17).

Зверніть увагу на кнопку «Markers OFF» («Маркери вимкнені»). Натисніть на цю кнопку і увімкніть маркери. Напис на кнопці зміниться з «Markers OFF» на «Markers ON» (рис. 4.18).

Над осцилограмою також показано:

- I1 Scale 2.805 A – це означає, що перший «промінь» осцилографа показує осцилограму першого струму (перший ступінь захисту, струмова відсічка з витримкою часу 0,004 секунди); на шкалі – максимальний струм дорівнює 2,805 ампер;

- відсутня позначка «V» в полі біля напису «Auto-scale», що означає відсутність автоматичного форматування шкали осцилограми;

- Zoom 100% означає, що відсутні збільшення або зменшення зображення осцилограми.

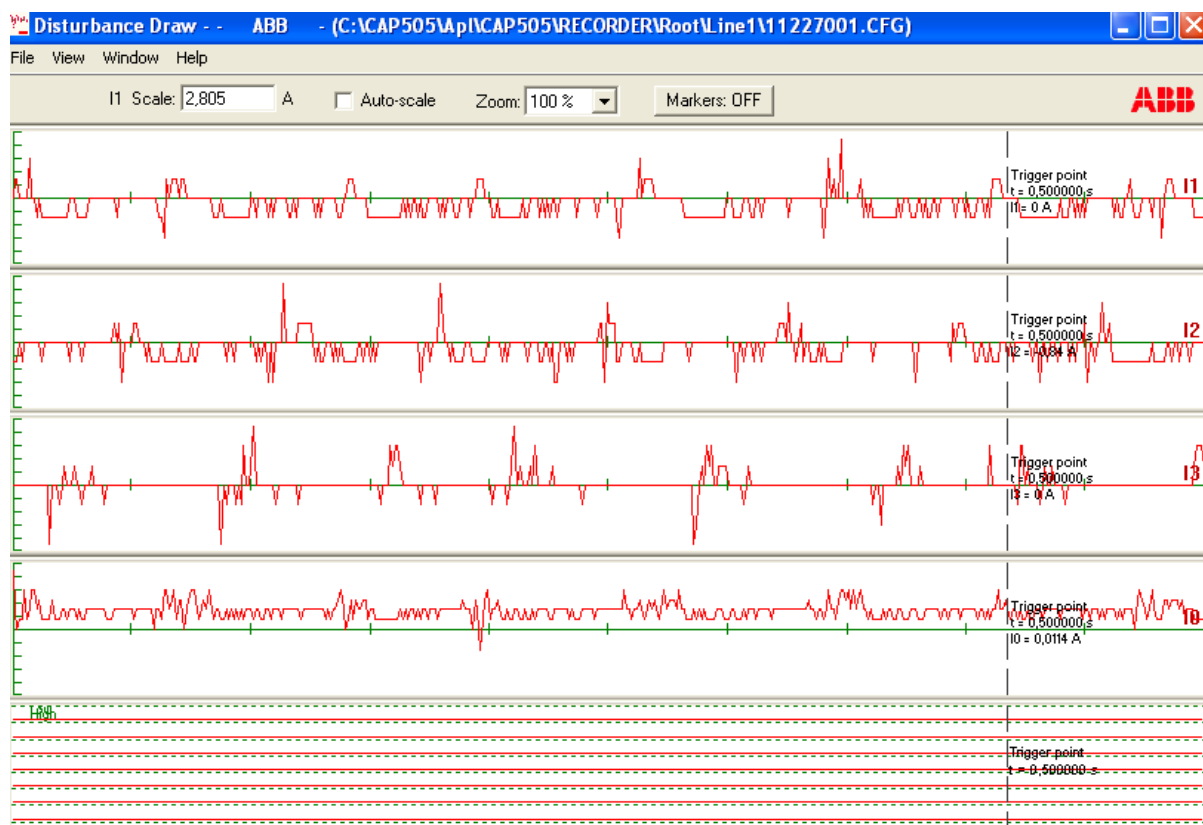


Рисунок 4.17 – Віконна заставка «Disturbance Draw»

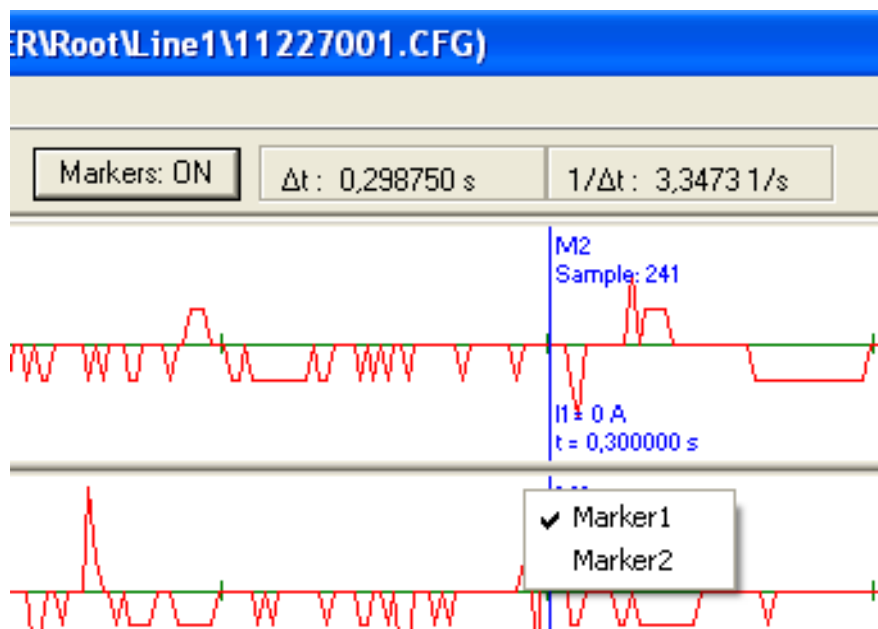


Рисунок 4.18 – Фрагмент віконної заставки «Disturbance Draw»

Переведіть маркер маніпулятора «миша» на вертикальну лінію будь-якого з двох маркерів осцилограми (наприклад, другого маркера, який поз-

начається «M2») і натисніть праву кнопку маніпулятора «миша». У віконній заставці (рис. 4.19) змініть розташування позначки «V» з «Marker 1» на «Marker 2».

Якщо раніше ви могли за допомогою маніпулятора «миша» пересувати по осцилограмі перший маркер відносно другого маркера, то тепер ви можете пересувати другий маркер відносно першого. Це дає вам можливість не лише визначати час і миттєве значення сигналу (наприклад, струму) в точці перетину вертикальної лінії маркера осцилограми з графіком зміни струму, а і відстань в часі між двома маркерами осцилограми (на рис. 4.19 ця відстань дорівнює $\Delta t = 0,298750$ секунди). Це необхідно при визначенні часу існування замикання на землю (з моменту його виникнення до відключення комутувальним апаратом). Якщо вам необхідно визначити частоту гармонічного сигналу, наприклад, струму або напруги, то розташуйте два маркери M1 і M2 на осцилограмі так, щоб між ними був лише один період. Тоді над осцилограмою ви отримаєте інформацію про частоту досліджуваного гармонічного сигналу. Так, наприклад, на рис. показано « $1/\Delta t: 3.3473$ 1/s» (рис. 4.19). Це означає те, що частота дорівнює 3,3473 Гц.

Зверніть увагу на те, що біля точки перетину вертикальної лінії маркера осцилограми з графіком осцилограми показано, наприклад, такі дані (рис. 4.19):

- «M2» – другий маркер; «Sample:241» – 241 точка осцилограми;
- «I1=0 A» – миттєве значення першого струму в точці 241 дорівнює нулю ампер;
- «t=0.300000 s» – з моменту початку запису осцилограми до точки 241 пройшло 0,3 секунди.



Рисунок 4.19 – Віконна заставка «Disturbance Draw» з двома маркерами

Другий варіант перегляду осцилограм полягає у такій послідовності дій.

Перейдіть у віконну заставку «Master Design View» (рис. 4.20).

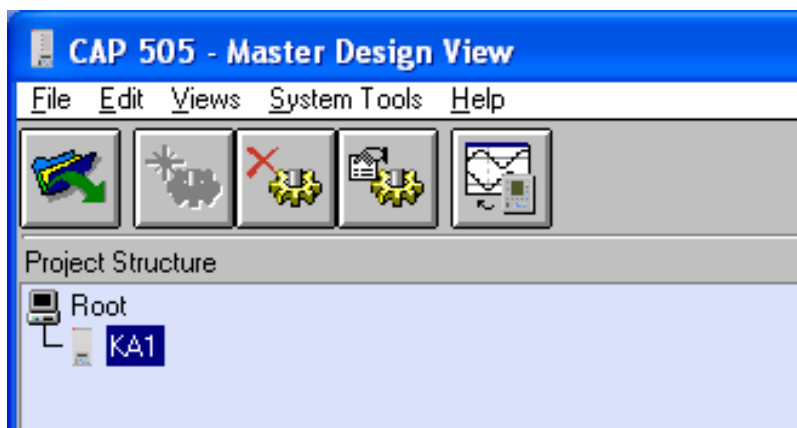


Рисунок 4.20 – Повернення до віконної заставки «Master Design View»

Натисніть на кнопку з іконкою (рис. 4.21) для виклику «DR-Collector Tool».

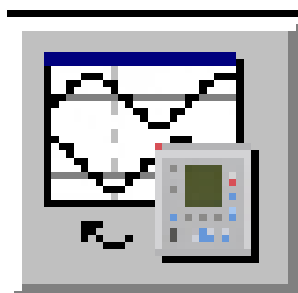


Рисунок 4.21 – Кнопка для виклику «DR-Collector Tool»

Отримайте віконну заставку «DR-Collector Tool» з переліком осцилограм (рис. 4.22). Виберіть потрібну осцилограму за допомогою вказувача маніпулятора «мишка» і два рази натисніть ліву клавішу.

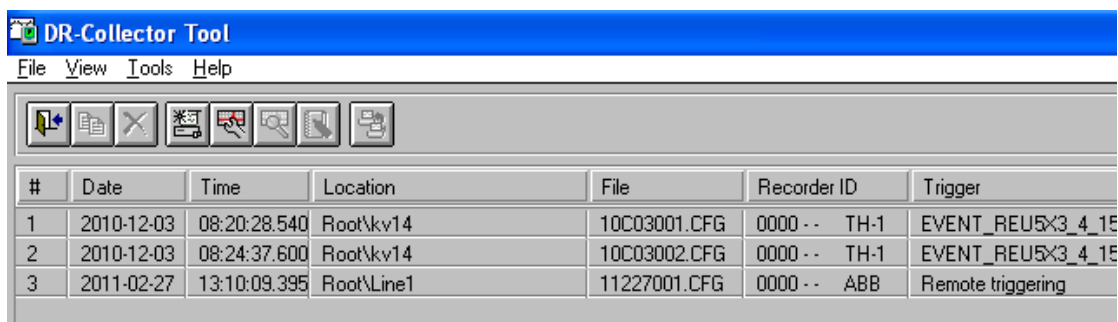


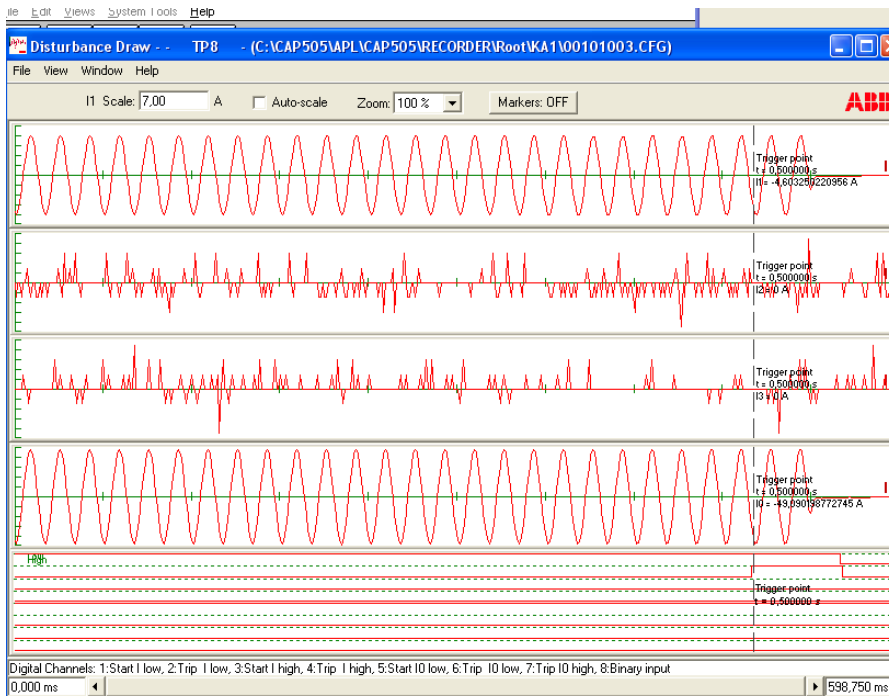
Рисунок 4.22 – Віконна заставка «DR-Collector Tool» з переліком осцилограм

Виберіть пункт меню «Tools» (рис. 4.23).

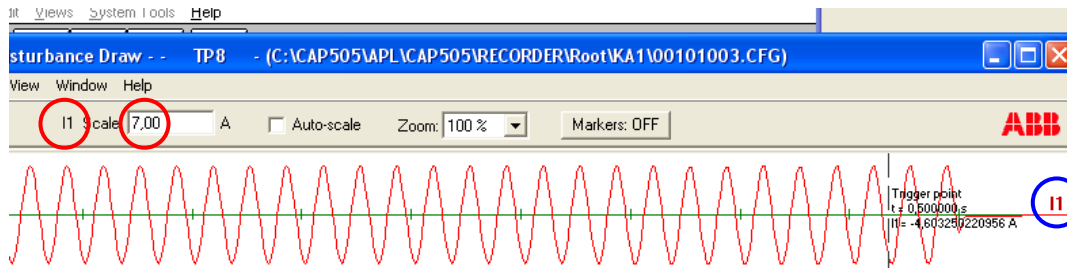
Виберіть команду «Evaluation Tool...» з вкладки пункту меню «Tools» (рис. 4.23). Отримайте осцилограму (рис. 4.24).



Рисунок 4.23 – Команди пункту меню «Tools»



а



б

Рисунок 4.24, а, б

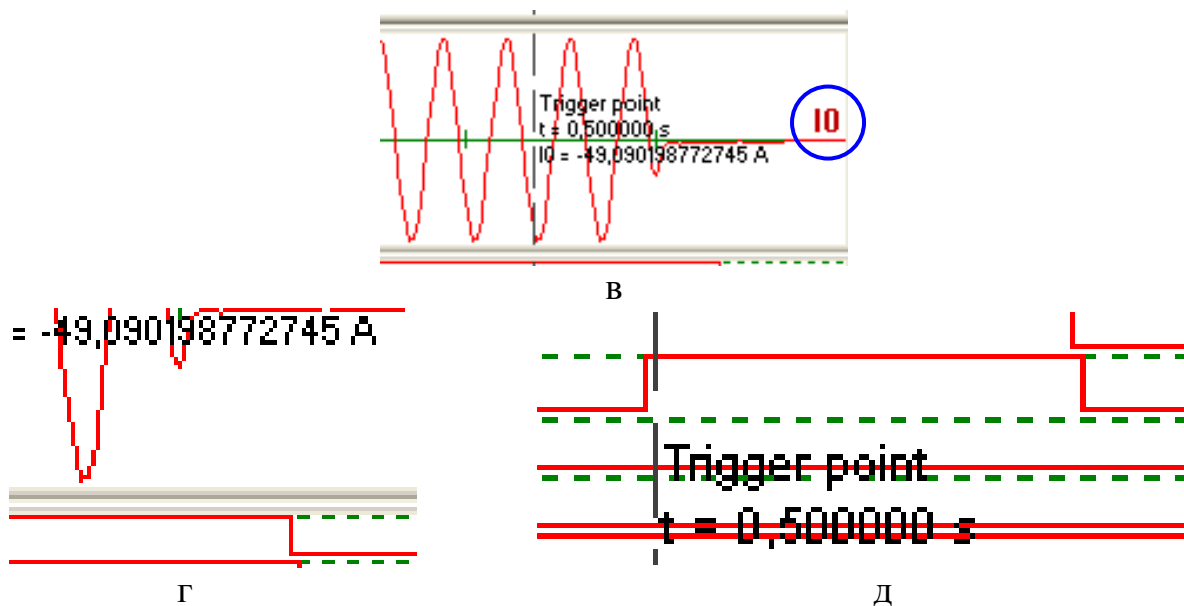


Рисунок 4.24, а, б, в, г, д – Осцилограма загальна (а), струмів прямої послідовності (б), струмів зворотної (в) послідовності та спрацьовування блок-контактів вимикача (г) та контактів вихідного реле (д)

Сформулюйте висновки. Підготуйте звіт.

Питання для самостійної перевірки знань

1. З чого починається робота з електронним осцилографом в програмному середовищі CAP505?
2. Яке призначення вкладки «DR-Collector Tool»?
3. Яке призначення вкладки «Recorder Tool...»?
4. Які пункти в меню віконної заставки «DR – Collector Tool»?
5. Як здійснюється пошук команди завантаження осцилограми?
6. Які вам відомі параметри записаної осцилограми і як їх переглянути?
7. Що означає позначка «V» біля команди «Delete Recordings after Uploading» і навіщо вона використовується?
8. Як здійснюється вибір завантаження всіх осцилограм або останньої?
9. Як переглянути осцилограми без приєднаного до ПЕОМ пристрою REJ515A, які були раніше записані в ПЕОМ?
10. Яке призначення файлу «DistDraw32»?
11. Які вам відомі параметри та пункти меню на віконній заставці «Disturbance Draw»?
12. Як знайти папку «Root» і які папки в ній розташовані?
13. Які параметри осцилограми показано у віконній заставці «Disturbance Draw»?
14. Як перейти з активного маркера 1 («Marker 1») на активний маркер 2 («Marker 2») у віконній заставці «Disturbance Draw»?
15. Що дає можливість пересувати другий маркер відносно першого у віконній заставці «Disturbance Draw»?

16. Як визначити частоту гармонічного сигналу у віконній заставці «Disturbance Draw»?

17. Які дані показано біля точки перетину вертикальної лінії маркера осцилограми з графіком осцилограми у віконній заставці «Disturbance Draw»?

18. Які два варіанти перегляду осцилограм ви знаєте?

19. Як переглянути осцилограму за допомогою віконної заставки «DR-Collector Tool»?

20. Як перейти на вкладку «Evaluation Tool...» та яке її призначення?

Лабораторна робота № 5

Максимальний струмовий захист ліній з одностороннім живленням

Мета: вивчити структуру, різновидності та принцип дії максимального струмового ступеневого захисту з використанням мікропроцесорного реле REF 515 та перевірити надійність функціонування захисту.

Задачі:

- вивчити відмінності у схемах струмових ступеневих захистів ЛЕП, побудованих на електромеханічній релейній та на мікропроцесорній релейній комплектації захистів;
- вивчити відмінності в сигналізації спрацьовувань захистів на різній елементній основі;
- вивчити схему підключення реле REF 515 до вимірювальних трансформаторів, до кіл сигналізації, оперативного постійного та змінного струмів;
- навчитись узгоджувати уставки спрацьовування окремих ступенів струмового ступеневого захисту ЛЕП на основі реле REF 515 з уставками струмових захистів суміжних ділянок ЛЕП;
- вивчити послідовність спрацьовувань ступенів захисту на реле REF 515 та захистів, що використовують електромеханічні реле різних ділянок контрольованої лінії електропередачі при замкненнях в різних місцях ЛЕП та в режимі змінних навантажень.

5.1 Підготовка до лабораторної роботи

1. Ознайомтеся з такою літературою.

1. Дьяков А. Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем : учеб. пособие для вузов / А. Ф. Дьяков, Н. И. Овчаренко. – М. : Издательский дом МЭИ, 2008. – 336 с.

2. Андреев В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения : учебник для вузов / Андреев В. А. – М. : Высш. шк., 2006. – 639 с.

3. Шабад М. А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей : монография / Шабад М. А. – СПб. : ПЭИПК, 2003. – 350 с.

4. Гельфанд Я. С. Релейная защита распределительных сетей / Гельфанд Я. С. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 368 с.

2. Дайте відповідь на такі питання:

1. Поясніть принцип дії максимального струмового захисту та струмової відсічки. Як вибираються їхні параметри спрацьовування? Порівняйте їхні характеристики.

2. Що таке максимальний струмовий ступеневий захист? Його різновиди, параметри спрацьовування окремих частин, зона дії окремої частини захисту та їх узгодження, межі використання.

3. Нарисуйте схему двоступеневого максимального струмового захисту на постійному оперативному струмі в однолінійному виконанні. Запишіть алгоритм її роботи.

4. Опишіть роботу струмового ступеневого захисту.

5. Накресліть розгорнуту схему максимального струмового захисту з обмежено залежною витримкою часу з одним струмовим реле, ввімкненим на різницю струмів в двох фазах.

6. Перерахуйте особливості виконання струмових захистів від міжфазних к.з. на лініях з напругою 6–10 кВ та 35–110 кВ.

7. Які відмінності у схемах струмових ступеневих захистів ЛЕП, побудованих на електромеханічній релейній та на мікропроцесорній релейній комплектації захистів?

8. Які відмінності в сигналізації спрацьовувань захистів на різній елементній основі?

9. Нарисуйте схему підключення реле REF 515 до вимірювальних трансформаторів, до кіл сигналізації, оперативного постійного та змінного струмів?

10. Як узгодити уставки спрацьовування окремих ступеня в струмового ступеневого захисту ЛЕП на основі реле REF 515 з уставками струмових захистів суміжних ділянок ЛЕП?

11. Яка послідовність спрацьовувань ступеня в захисту на реле REF 515 та захистів, що використовують електромеханічні реле різних ділянок контрольованої лінії електропередачі при замкненнях в різних місцях ЛЕП та в режимі змінних навантажень?

5.2 Короткі теоретичні відомості

Для мережі напругою 6–10 кВ з одностороннім живленням часто застосовують один ступінь захисту. Вибір уставки максимальних струмових захистів полягає у визначенні первинних та вторинних струмів спрацьовування, типів реле, мінімальних коефіцієнтів чутливості при металевих к.з. в кінці зон захисту, коли ці захисти діють як основні та резервні. Крім того, захисти двох та більше послідовно з'єднаних ділянок n та $n-1$ повинні бути узгоджені за чутливістю та за часом. Вони повинні діяти селективно: вимикати лише місце пошкодження і найближчим вимикачем [1, 2, 3].

Первинний струм спрацьовування максимального струмового захисту повинен бути відлаштований від струмів самозапуску загальмованих електродвигунів. Крім того, захисти не повинні починати працювати при максимальному можливому струмі навантаження. Виходячи з цих умов, первинний струм спрацьовування захисту в симетричному нормальному режимі обчислюється за формулою [2, 3, 4]:

$$I_{c.z.} = \frac{k_n \cdot k_{cz} \cdot I_{p.max}}{k_{нов}} = k_{нал} \cdot I_{p.max},$$

де $k_n = 1,2 \div 1,3$ в.о.;

$k_{нов}, k_{cz}$ – коефіцієнти відповідно надійності, повернення реле та самозапуску навантаження;

$I_{p.max}$ – максимальний робочий струм ЛЕП.

В лабораторній роботі пропонується використовувати коефіцієнт налаштування, який дорівнює $k_{нал} = 4$ в.о.

Струм спрацьовування реле (вторинний струм) обчислюється за формулою:

$$I_{c.p.} = \frac{k_{cx}^{(3)} \cdot I_{c.z.}}{n_{m.c.}},$$

де $k_{cx}^{(3)}$ – коефіцієнт схеми (відношення струмів в реле до вторинного струму трансформаторів струму в симетричному нормальному режимі та при трифазному к.з.);

$n_{m.c.}$ – коефіцієнт трансформації трансформаторів струму.

В моделі ЛЕП (на стенді лабораторної роботи) трансформатори струму з'єднані за схемою повної зірки, тому $k_{cx}^{(3)} = 1$, а значення $n_{m.c.}$ показано в таблиці 5.8. Узгодження захистів суміжних ділянок $n-1$ та n (де n – поточний номер ділянки) за струмом спрацьовування відбувається за формулою:

$$I_{c.z.,n} = k_{n,y} \cdot I_{c.z.,n-1},$$

де $k_{n,y}$ – коефіцієнт надійності узгодження;

$k_{n,y} = 1,1-1,3$ для релейних захистів, які використовують такі реле, як РТ-40 (струмовий захист ЛЕП 6–10 кВ).

Ступінь селективності за часом для ступеня релейного захисту обчислюють за формулою:

$$\Delta t = \Delta t_{n-1} + \Delta t_n + t_{зан},$$

де $\Delta t_{n-1}, \Delta t_n$ – похибки часу спрацьовування реле суміжних захистів;

$\Delta t_{n-1} = \Delta t_n = 0,1 \div 0,15$ секунд для реле ВЛ-100;

$t_{зан} = 0,15$ секунд – час запасу.

Час спрацьовування захисту в незалежній частині:

$$\Delta t_n = \Delta t_{n-1} + \Delta t ,$$

де Δt_{n-1} , Δt_n – час спрацьовування суміжних захистів, працюючих в незалежній частині характеристики.

Для реле часу часто беруть мінімально можливу уставку в незалежній частині характеристики $t_{уставки} = 0,5$ секунди.

Коефіцієнт чутливості захисту визначають для режиму мінімальних струмів к.з. за формулою:

$$k_q = \frac{I_p}{I_{c.p}} = \frac{k_{(cx)}^{(3)} \cdot I_{кмін}^{(2)} \cdot n_{m.c.}}{k_{(cx)}^{(3)} \cdot I_{c.з.} \cdot n_{m.c.}} = \frac{I_{кмін}^{(2)}}{I_{c.з.}}$$

де I_p – струм, який протікає через обмотку реле під час замикання в ЛЕП;

$I_{c.p.}$ – уставка струму спрацьовування реле;

$I_{c.з.}$ – струм, який протікає в ЛЕП під час спрацьовування захисту;

$I_{кмін}^{(2)}$ – струм двофазного короткого замикання в режимі мінімальних навантажень ЛЕП.

В лабораторній роботі коефіцієнти чутливості повинні дорівнювати: для основного захисту $k_q \geq 2$; а для резервного захисту $k_q \geq 1,2$.

5.3 Зміст лабораторної роботи та метод дослідження

1. Ознайомтеся зі стендом для проведення лабораторної роботи.

На стенді змонтована модель радіальної мережі з одностороннім живленням у вигляді однолінійної схеми. На моделі показано джерело живлення С (електрична система), збірні шини підстанцій А, Б, В, Г, ключі управління вимикачами ліній SA1, SA2, SA3 (положення вимикачів показується за допомогою ламп сигналізації, які розташовані над відповідними ключами управління), місце розташування захисту та точки, в яких відбувається к.з. (К1–К7).

Для захисту ліній від к.з. на шинах підстанцій А, Б та В встановлено струмовий захист, виконаний за однофазною схемою на постійному оперативному струмі. Схеми захисту складено, а на передній панелі розміщено лише реле відповідного захисту. Режим максимальних та мінімальних навантажень роботи електричної системи задається за допомогою вимикача S8. Для вимірювання струму к.з. передбачено амперметр РА. Границі показів амперметра змінюються перемикачем SA9, який має

два положення, що відповідають режиму мінімальних або максимальних навантажень електричної системи. Трансформатори струму встановлені на початку кожної ділянки контрольованої лінії електричної передачі. Амперметр РА послідовно підключається до вторинної обмотки того або іншого трансформатора струму за допомогою перемикача S10. Ввімкнення в мережу та вимкнення лабораторного стенда здійснюється за допомогою кнопок «Увім» та «Вимк», а подача напруги 380 В та 220 В на моделі мережі здійснюється за допомогою ключа управління S11. Подача живлення сигналізується лампою у верхньому правому кутку фронтальної панелі лабораторного стенда.

Для захисту ділянки АБ лінії електричної передачі (ЛЕП) встановлено триступеневий електромеханічний та мікропроцесорний струмові захисти. Перший ступінь (струмова відсічка) виконано за допомогою струмового реле КА1 та вказівного (сигнального) реле КН1; другий ступінь (струмова відсічка з витримкою часу) виконано за допомогою струмового реле КА2, реле часу КТ1, сигнального реле КН2; третій ступінь (максимальний струмовий захист) виконано за допомогою реле КА3, КТ2 та КН3. Всі ступені впливають на проміжне реле, яке через свій контакт та блок-контакт першого вимикача SQ Q1 передає сигнал на котушку вимкнення вимикача Q1. Ступені захисту вводяться або виводяться з дії за допомогою відповідних ключів управління S1, S2, S3, розташованих на передній панелі. Будьте уважними! Ключ управління S1 в лівому положенні «0» виводить з роботи електромеханічний захист і вводить в роботу мікропроцесорний захист з реле REJ515. Пускові органи захисту (реле КА1, КА2, КА3) отримують живлення від вторинної обмотки трансформатора струму ТА1, первинна обмотка якого приєднана в розріз фази лінії.

Для захисту лінії БВ встановлено також триступеневий струмовий захист. Перший ступінь – струмова відсічка без витримки часу виконана на реле КА4, КН4; другий ступінь – струмова відсічка з затримкою часу, виконана на реле КА5, КТ3..., КН5. Ступені струмового захисту діють на виконавчий орган – проміжне реле KL2, яке виконує вимкнення вимикача Q2. Ступені захисту вводяться та виводяться за допомогою відповідних ключів управління S4, S5 та S6. На шинах підстанції В встановлено максимальний струмовий захист, виконаний на реле КА7, КТ5, КН7, який діє на вимикач Q3. Пускові органи захисту, встановлені на підстанціях Б і В, отримують живлення від вторинних обмоток відповідно трансформаторів струму ТА2 і ТА3.

2. Порядок виконання роботи:

- виведіть ступені захисту з дії за допомогою перемикачів S1-S7;
- увімкніть стенд та подайте живлення на модель мережі за допомогою кнопкової станції та ключа управління S11;
- за допомогою ключів управління SA1–SA3 увімкніть вимикачі на лініях;
- за показами амперметра виміряйте струми навантажень в режимі мінімальних і максимальних навантажень роботи системи;
- заповніть таблицю 5.1;

Таблиця 5.1 – Струми навантажень

Режим роботи електричної системи	Струми навантажень в амперах		
	Ділянка АБ	Ділянка БВ	Ділянка ВГ
Великі навантаження			
Малі навантаження			

- запишіть в табл. 5.2 поточні значення уставок спрацьовування всіх реле;

Таблиця 5.2 – Уставки спрацьовування реле

Вид захисту	Тип реле	Ділянка ЛЕП	Ступінь	Струм	Час
				познач., ампер	познач., секунд
Мікро-процесорний захист	REF 515	АБ	перший, СВ6ВЧ	$I_{>>>АБ}$	$t_{>>>АБ}$
			другий, СВ3ВЧ	$I_{>>АБ}$	$t_{>>АБ}$
			третій, МС3	$I_{>АБ}$	$t_{>АБ}$
Електроmechanічний захист	РТ-40	АБ	перший, СВ6ВЧ	$I'_{св. АБ}$	$t'_{св. АБ}$
	–				
	РТ-40		другий, СВ3ВЧ	$I''_{св. АБ}$	$t''_{св. АБ}$
	РВ-01				
	РТ-40		третій, МС3	$I'''_{МС3.АБ}$	$t'''_{МС3 АБ}$
	РВ-01				
	РТ-40	БВ	перший, СВ6ВЧ	$I'_{св. БВ}$	$t'_{св. БВ}$
	–				
	РТ-40		другий, СВ3ВЧ	$I''_{св. БВ}$	$t''_{св. БВ}$
	РВ-01				
	РТ-40		третій, МС3	$I'''_{МС3 БВ}$	$t'''_{МС3 БВ}$
	РВ-01				
РТ-40	ВГ	МС3	$I_{МС3 ВГ}$	$t_{МС3 ВГ}$	
РВ-01					

- за показами амперметра нарисуйте графіки **залежності струму замикань** (в режимі мінімальних і максимальних навантажень) роботи електричної системи **від місця замикання** у відносних одиницях від довжини ЛЕП (режим максимальних та мінімальних навантажень роботи електричної системи змінюйте за допомогою перемикача S8, а межі показів амперметра змінюйте перемикачем SA9). Початок координат по осі абсцис – шини підстанції А, а точки коротких замикань на землю через 0,25 довжини лінії;

- на цьому ж рисунку нарисуйте залежність струмів ділянок ЛЕП від розташування ділянки;

- проаналізуйте отримані графіки на рисунку та зробіть висновки;

- заповніть таблицю 5.3 і зробіть висновки;

Таблиця 5.3 – Струми замикань

Режим роботи електричної системи	Струми замикань в амперах						
	Ділянка АБ			Ділянка БВ			Ділянка ВГ
	Місця замикань						
	К1	К2	К3	К4	К5	К6	К7
Великі навантаження							
Малі навантаження							

- переведіть ключі управління S1-S7 в положення «1» (REJ515 – відключено), а перемикач S8 – в положення «Мінім» (мінімальні навантаження);

- по черзі, короткочасно, натискайте кнопки (з самоповерненням – без фіксації положення) замикань (блок «К3» на стенді);

- позначте у таблиці 5.4 реле, які спрацювали;

Таблиця 5.4 – Спрацювання реле електромеханічних захистів

Тип реле	Сигнальний світлодіод	Ступінь захисту	Ділянка контрольованої ЛЕП							Місце розташування захисту
			АБ			БВ			ВГ	
			Місця замикань							
			К1	К2	К3	К4	К5	К6	К7	
струму	РТ-40	перший, СВБВЧ								підстанція А
часу	-									
вказівне	РУ-21									
струму	РТ-40	другий, СВЗВЧ								
часу	ВЛ-100									
вказівне	РУ-21									
струму	РТ-40	третій, МСЗ								
часу	ВЛ-100									
вказівне	РУ-21									

Продовження таблиці 5.4

Тип реле	Сигнальний світлодіод	Ступінь захисту	Ділянка контрольованої ЛЕП							Місце розташування захисту
			АБ		БВ			ВГ		
			Місця замикань							
			К1	К2	К3	К4	К5	К6	К7	
струму	РТ-40	перший, СВ6ВЧ								підстанція Б
часу	-									
вказівне	РУ-21									
струму	РТ-40	другий, СВ3ВЧ								
часу	ВЛ-100									
вказівне	РУ-21									
струму	РТ-40	третій, МСЗ								п/ст Б
часу	ВЛ-100									
вказівне	РУ-21									
струму	РТ-40	МСЗ								п/ст В
часу	ВЛ-100									
вказівне	РУ-21									

Примітка. Якщо реле спрацювало, то у відповідній комірці таблиці ставиться позначка «+», а якщо реле не спрацювало, то «-».

- проаналізуйте таблицю 5.4 та зробіть висновки;
- переведіть ключі управління S1–S3 в положення «0» (на підстанції А замість електромеханічного захисту буде підключено мікропроцесорне реле REJ515), а ключі управління S4–S7 залиште в положенні «1»;
- по черзі, короткочасно, натискайте кнопки замикань (блок «К3» на стенді);
- позначте у таблиці 5.5 реле, які спрацювали;
- проаналізуйте дані таблиці 5.5 та зробіть висновки;

Таблиця 5.5 – Спрацювання реле мікропроцесорного та електромеханічних захистів

Тип реле	Сигнальний світлодіод	Ступінь захисту	Ділянка контрольованої ЛЕП							Місце розташування захисту
			АБ		БВ			ВГ		
			Місця замикань							
			К1	К2	К3	К4	К5	К6	К7	
REJ515	Start*	перший, СВ6ВЧ								підстанція А
	Trip**									
РУ-21	-									

Продовження таблиці 5.5

Вид реле	Тип реле	Ступінь захисту	Ділянка контрольованої ЛЕП							Місце розташування захисту
			АБ		БВ			ВГ		
			Місця замикань							
			К1	К2	К3	К4	К5	К6	К7	
REJ515	start	другий, СВзВЧ								
	trip									
РУ-21	–									
REJ515	start	третій, МСЗ								
	trip									
РУ-21	–									
струму	РТ-40	перший, СВБВЧ								п/ст Б
часу	–									
вказівне	РУ-21									
струму	РТ-40	другий, СВзВЧ								підстанція Б
часу	ВЛ-100									
вказівне	РУ-21									
струму	РТ-40	третій, МСЗ								підстанція Б
часу	ВЛ-100									
вказівне	РУ-21									
струму	РТ-40	МСЗ								п/ст В
часу	ВЛ-100									
вказівне	РУ-21									

Примітка. start* – сигналізація про спрацювання струмового (пускового) органу захисту реле типу REJ515, trip* – сигналізація про спрацювання часового органу захисту реле типу REJ515.

- перемикач S7 переведіть у положення «0» (S1–S3 вже знаходяться в положенні «0»), що відповідає такій ситуації, коли електро-механічний захист ділянки ВГ ЛЕП відключений, а в роботі залишились: мікропроцесорний захист ділянки АБ ЛЕП та електромеханічний захист ділянки БВ ЛЕП;

- по черзі, короткочасно, натискайте кнопки замикань (блок «КЗ» на стенді);

- позначте у таблиці 5.6 реле, які спрацювали;

- проаналізуйте дані таблиці 5.6 та зробіть висновки;

Таблиця 5.6 – Спрацювання реле мікропроцесорного та електромеханічних захистів

Тип реле	Сигнальний світлодіод	Ступінь захисту	Ділянка контрольованої ЛЕП							Місце розташування захисту	
			АБ		БВ			ВГ			
			Місця замикань								
			К1	К2	К3	К4	К5	К6	К7		
REJ515	Start*	перший, СВ6ВЧ								п/ст А	
	Trip**										
РУ-21	–										
REJ515	start	другий, СВ3ВЧ								підстанція А	
	trip										
РУ-21	–										
REJ515	start	третій, МСЗ									підстанція А
	trip										
РУ-21	–										
струму	РТ-40	перший, СВ6ВЧ								п/ст Б	
часу	–										
вказівне	РУ-21										
струму	РТ-40	другий, СВ3ВЧ								підстанція Б	
часу	ВЛ-100										
вказівне	РУ-21										
струму	РТ-40	третій, МСЗ									підстанція Б
часу	ВЛ-100										
вказівне	РУ-21										

- перемикачі S4-S7 переведіть у положення «0» (S1–S3 вже знаходяться в положенні «0»), що відповідає такій ситуації, коли всі електромеханічні захисти ЛЕП відключені, а в роботі залишився лише один – мікропроцесорний захист ЛЕП з використанням реле REJ515;

- по черзі, короткочасно, натискайте кнопки замикань (блок «К3» на стенді);

- позначте у таблиці 5.7 реле, які спрацювали;

- проаналізуйте дані таблиці 5.7 та зробіть висновки;

Таблиця 5.7 – Спрацьовування реле мікропроцесорного захисту

Тип реле	Сигнальний світлодіод	Ступінь захисту	Ділянка контрольованої ЛЕП							Місце розташування захисту
			АБ		БВ			ВГ		
			Місця замикань							
			К1	К2	К3	К4	К5	К6	К7	
REJ515	Start*	перший, СВ6ВЧ								п/ст А
	Trip**									
РУ-21	–									підстанція А
REJ515	start	другий, СВ3ВЧ								
	trip									
РУ-21	–									
REJ515	start	третій, МСЗ								
	trip									
РУ-21	–									

- використовуючи дані таблиць 5.1 та 5.3, визначте струми трансформаторів струму, час спрацьовування та коефіцієнт чутливості різних ступеня в захистів моделі ЛЕП лабораторного стенда, встановлених на підстанціях А, Б, В;

- результати розрахунків запишіть в таблицю 5.8;

Таблиця 5.8 – Результати розрахунку уставок захистів

Вид захисту	Тип реле	Ділянка ЛЕП	Ступінь	Струм	Час
				познач., ампер	познач., секунд
Мікропроцесорний захист	REF 515	АБ	перший, СВ6ВЧ	$I_{>>>АБ}$	$t_{>>>АБ}$
			другий, СВ3ВЧ	$I_{>>АБ}$	$t_{>>АБ}$
			третій, МСЗ	$I_{>АБ}$	$t_{>АБ}$
Електро-механічний захист	РТ-40	АБ	перший, СВ6ВЧ	$I'_{св. АБ}$	$t'_{св. АБ}$
	–				
	РТ-40		другий, СВ3ВЧ	$I''_{св. АБ}$	$t''_{св. АБ}$
	РВ-01				

Продовження таблиці 5.8

Вид захисту	Тип реле	Ділянка ЛЕП	Ступінь	Струм	Час
				познач., ампер	познач., секунд
Електро механічний захист	РТ-40		третій, МСЗ	$I'''_{МСЗ АБ}$	$t'''_{МСЗ АБ}$
	РВ-01				
	РТ-40	БВ	перший, СВБВЧ	$I'_{СВ БВ}$	$t'_{СВ БВ}$
	–				
	РТ-40		другий, СВЗВЧ	$I''_{СВ БВ}$	$t''_{СВ БВ}$
	РВ-01				
	РТ-40		третій, МСЗ	$I'''_{МСЗ БВ}$	$t'''_{МСЗ БВ}$
	РВ-01				
	РТ-40	ВГ	МСЗ	$I_{МСЗ ВГ}$	$t_{МСЗ ВГ}$
	РВ-01				

- порівняйте дані таблиць 5.4–5.7 з даними таблиці 5.8 та зробіть висновки на основі цього порівняння;
- нарисуйте схеми захисту ЛЕП підстанцій А, Б, В;
- налаштуйте електронний осцилограф реле REJ515 для запису осцилограм струмів в реле та спрацьовувань контактів реле, які входять до складу REJ515 і задіяні в захисті ділянок ЛЕП;
- вимкніть перемикачі S1÷S7 і короткочасно створіть замикання в точці К7;
- підключіть до REJ515 ноутбук і завантажте програму CAP505;
- виведіть на екран осцилограму, записану при замиканні в точці К7;
- вставте копію (клавіша «PrtScr») екранного зображення осцилограми у звіт з лабораторної роботи;
- зробіть загальні висновки по лабораторній роботі, в яких дайте оцінку струмового ступеневого захисту мікропроцесорного та електромеханічного захистів ЛЕП 6–104 кВ з точки зору тих вимог, які висуюються до таких захистів, вкажіть галузь їх застосування та шляхи подальшого удосконалення;
- оформіть і захистіть звіт з лабораторної роботи.

5.4 Вимоги до звіту з лабораторної роботи

У звіті потрібно відобразити таке: титульну сторінку (номер, тему та автора (авторів) звіту), мету і задачі лабораторної роботи, заповнені таблиці 5.1÷5.8, графіки залежностей струмів замикань (в режимі мінімальних і максимальних навантажень) роботи електричної системи від місця замикання на ЛЕП у відносних одиницях від довжини ЛЕП та графік залежно-

сті струмів навантажень ділянок ЛЕП від розташування ділянки ЛЕП, перелік питань для самостійної підготовки, висновки, перелік використовуваних літературних джерел.

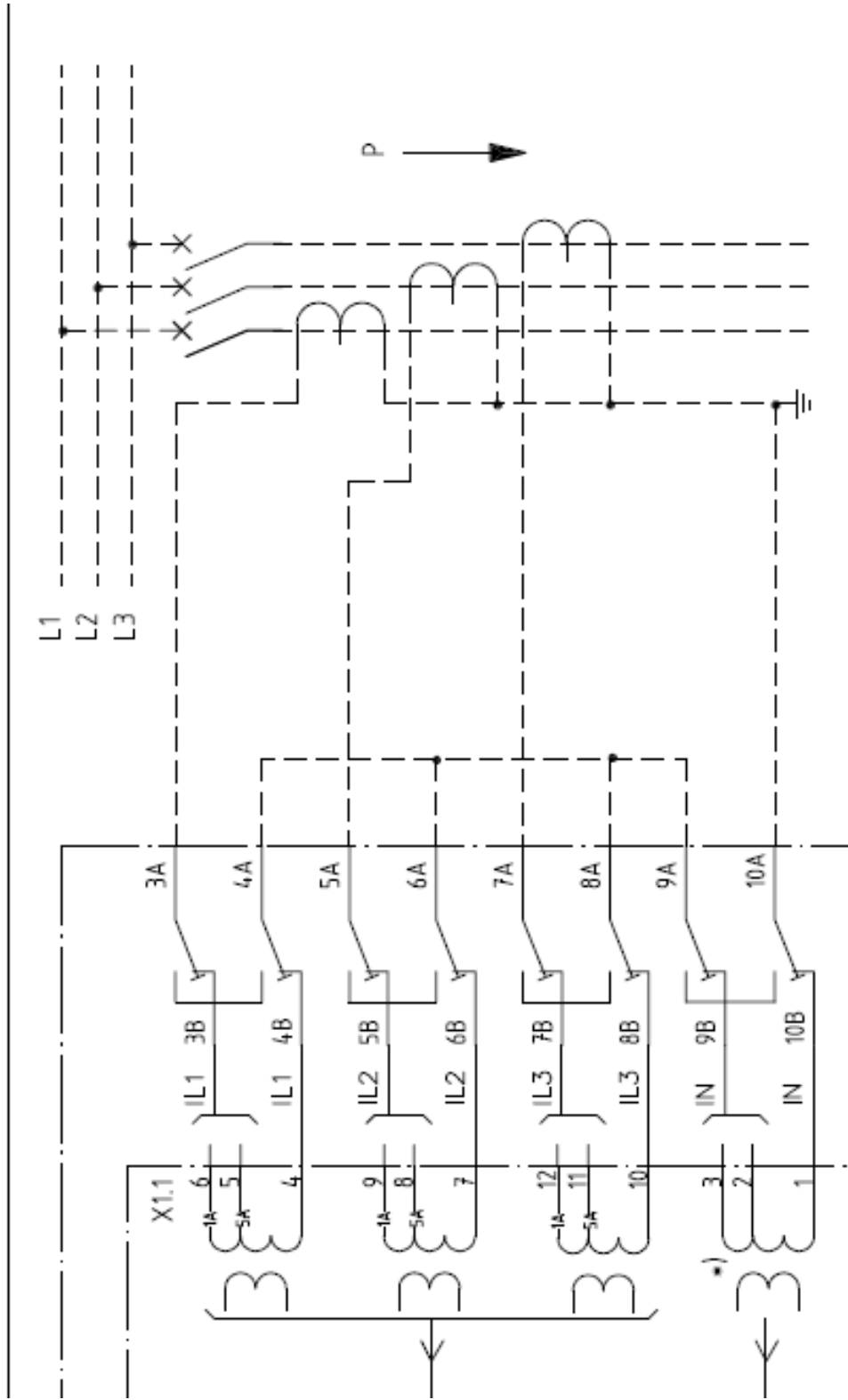
У висновках потрібно відобразити: висновки за результатами аналізу побудованих графіків, аналізу даних таблиць 5.4÷5.7, порівняльного аналізу даних таблиць 5.4÷5.7 з даними таблиці 5.8, оцінку струмового ступеневого захисту мікропроцесорного та електромеханічного захистів ЛЕП 6–104 кВ з точки зору тих вимог, які висуваються до таких захистів, галузь їх застосування та шляхи подальшого удосконалення.

Література

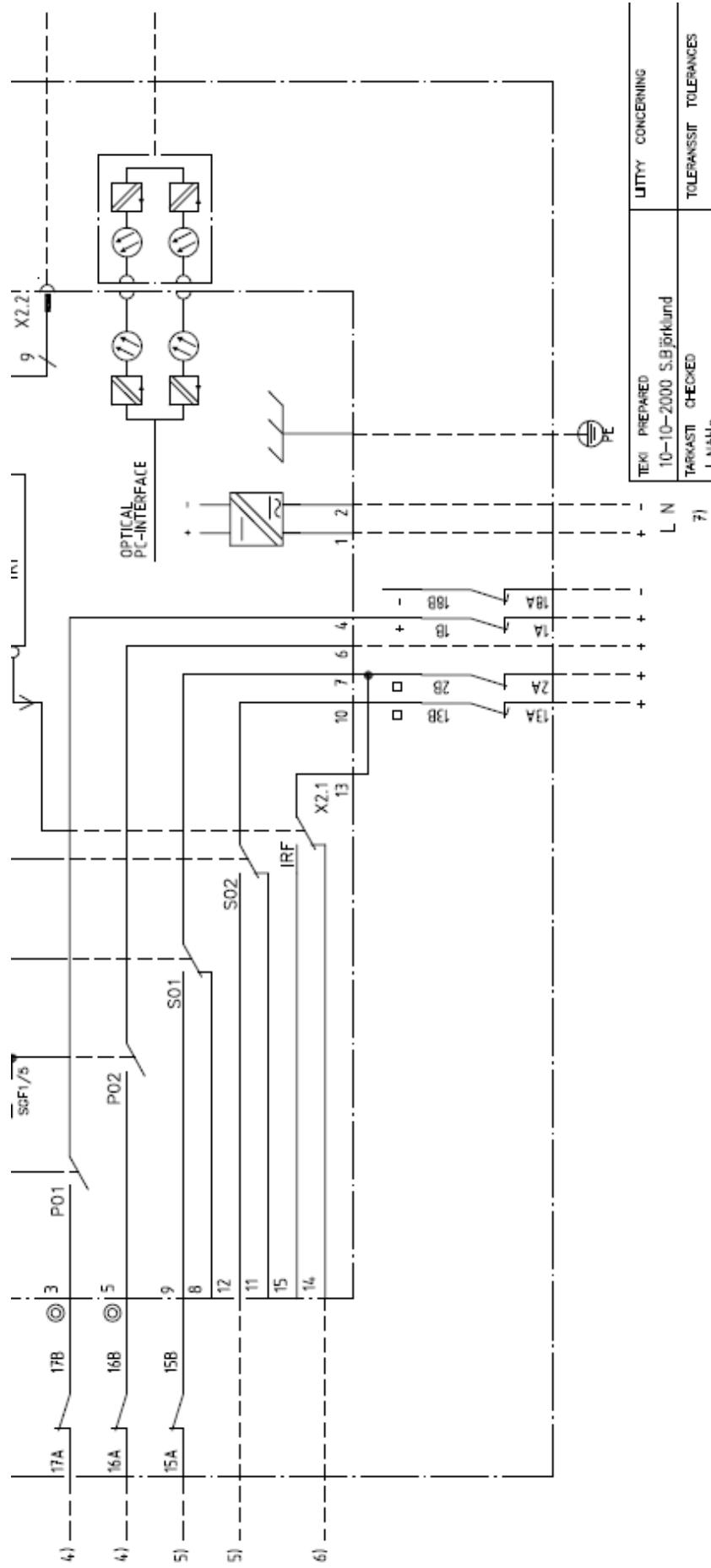
1. Костерин В. А. Комплектные устройства защиты и автоматики 8РАС 800 : учебное пособие / Костерин В. А., Шевелев В. С., Калачев Ю. Н. – Чебоксары : ЗАО «Реон-Техно», Учебный центр «Лидер», 2001. – 112 с.
2. Шабад М. А. Изучение цифровых реле на персональном компьютере : учебное пособие / М. А. Шабад, Е. В. Левуш. – Санкт-Петербург, 1997. – 98 с.
3. Шабад М. А. Выбор характеристик и уставок цифровых токовых защит серии 8РАСОМ : методические указания с примерами / Шабад М. А. – Санкт-Петербург, 1996. – 120 с.
4. Принципы конструктивного исполнения линий электропередачи : (справочник) // Треугольник ОМА [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://treugoma.ru/electric-energy/principles/>.
5. Беркович М. А. Основы техники релейной защиты / Беркович М. А., Молчанов В. В., Семенов В. А. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 376 с.
6. Голота А. Д. Автоматика в электроэнергетических системах : навч. посібник / Голота А. Д. – К. : Вища шк., 2006. – 367 с.
7. Кузнецов Ф. Д. Техническое обслуживание релейной защиты и автоматики электростанций и электрических сетей / Ф. Д. Кузнецов, А. К. Белотелов ; под ред. Алексеева. Б. А. – М. : Изд-во НИЦ ЭНАС, 2001. – Ч. 4 : Электроавтоматика. – 2001. – 72 с.
8. Букович Н. В. Протиаварійна режимна автоматика електроенергетичних систем : навч. посібник / Букович Н. В. – Львів : Видавництво «Бескид Біт», 2003. – 224 с.
9. Комплект многофункциональных микропроцессорных блоков релейной защиты и автоматики: Блок микропроцессорной автоматической частотной разгрузки БМАЧР: Микропроцессорный блок – многофункциональное реле частоты БММРЧ // Информационные выпуски НИЦ «Мехатроника» на ВВЦ. – М., 1998.
10. Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем. – М. : СПО ОРГРЭС, 1997.
11. Овчаренко Н. И. Микропроцессорные комплексы релейной защиты и автоматики распределительных сетей / Овчаренко Н. И. // Библиотечка электротехника, приложение к журналу «Энергетик». – Вып. 7(10) – М. : НТФ «Энергопрогресс», 1999.
12. Андреев В. А. Быстродействующее микропроцессорное устройство АВР / В. А. Андреев, Н. И. Овчаренко // Промышленная энергетика. 2000. – № 2. – С. 5–8.

13. Пономарев И. В. Рекомендации по выбору устройств защиты электрического оборудования с использованием микропроцессорных устройств фирмы GE Multilin / Пономарев И. В. – М. : ЕМУ СБ «Энергомашвин», 2004. – 67 с.
14. Серия реле частоты M1COM 940 (ALSTOM). – М. : ЕМУ СО «Энергомашвин», 2004. – 16 с.
15. Главацкий В. Г. Современные средства релейной защиты и автоматики электрических сетей / В. Г. Главацкий, И. В. Пономарев. – М. : ЕМУ СЭ «Энергомашвин», 2004. – 147 с.
16. Дьяков А. Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электро-энергетических систем : учеб. пособие для вузов / А. Ф. Дьяков, Н. И. Овчаренко. – М. : Издательский дом МЭИ, 2008. – 336 с.
17. Андреев В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: учебник для вузов / Андреев В. А. – М. : Высш. шк., 2006. – 639 с.
18. Шабад М. А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей : монография / Шабад М. А. – СПб. : ПЭИПК, 2003. – 350 с.
19. Гельфанд Я. С. Релейная защита распределительных сетей / Гельфанд Я. С. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 368 с.
20. Рубаненко О. Є. Программно-логічні моделі мікропроцесорних пристроїв захисту серії 8PAC 800 : лабораторний практикум / Рубаненко О. Є., Лесько В. О., Рубаненко О. О. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 132 с.
21. Кутін В. М. Релейний захист електричних станцій : навчальний посібник / Кутін В. М., Рубаненко О. Є., Лагутін В. М. – Вінниця : ВНТУ, 2007. – 110 с.
22. Рубаненко О. Є. Релейний захист та автоматика двотрансформаторної підстанції : навчальний посібник / Рубаненко О. Є., Лагутін В. М. – Вінниця : ВНТУ, 2005. – 124 с.
23. Лабораторний практикум з дисципліни «Основи релейного захисту» : навч. посібник / [В. М. Кутін, О. Є. Рубаненко, О. Я. Попов та ін.]. – Вінниця : ВДТУ, 2000. – 110 с.

Додаток Б
Схема підключення трансформаторів струму до пристрою REJ515A

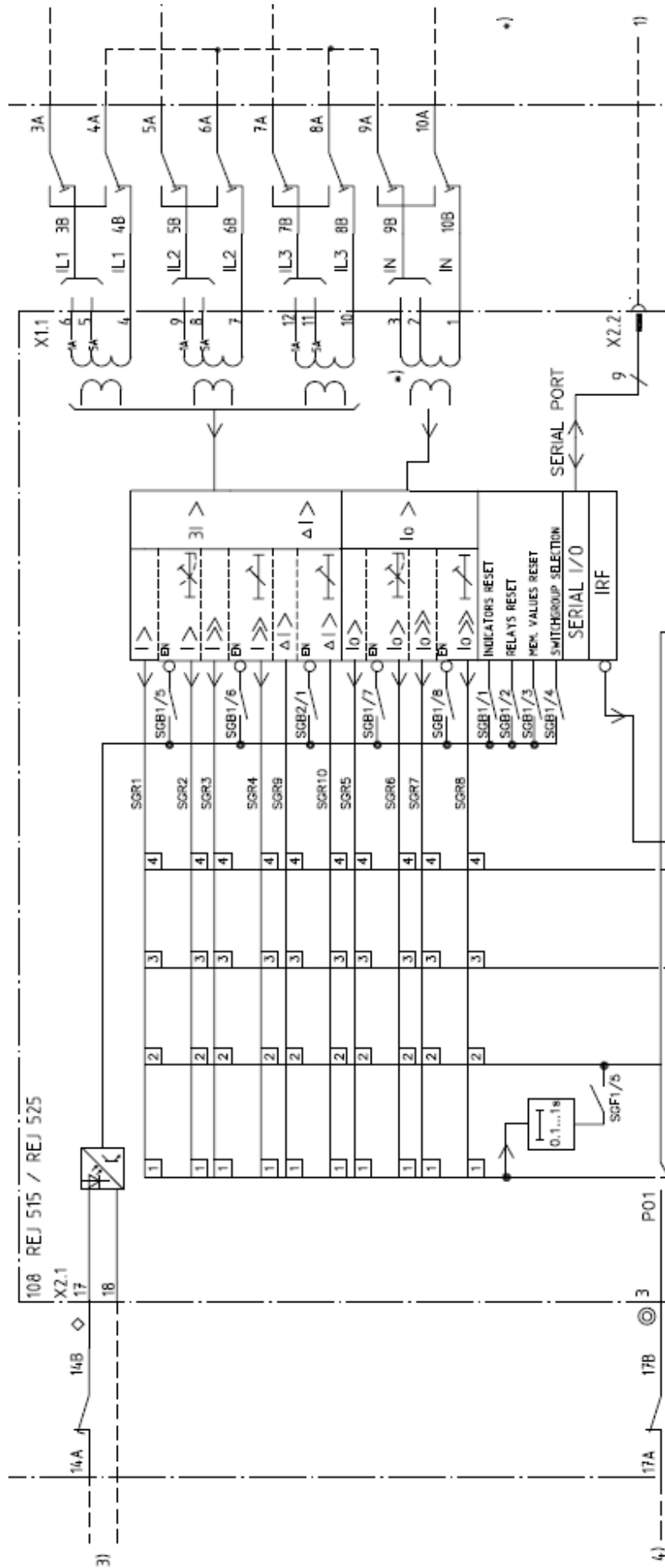


Додаток В
Схема підключення вихідних реле пристрою REJ515A



Додажок Г

Схема підключення проміжних трансформаторів реле REJ515



Додаток Д

Параметри комунікаційних кіл пристрою захисту REJ515A

*1)

RELAY TYPE	CURRENT TRANSFORMER	
	PIN 3	PIN 2
REJ515B 4.00BAA	0.2A	1A
REJ515B 4.03BAA	1A	5A
REJ525B 4.12BAA	0.2A	1A
REJ525B 4.15BAA	1A	5A

— 1) DATA COMMUNICATION, RS485 (NOT IN REJ 515).

USE FIBRE-OPTIC INTERFACE
MODULE RER 103 FOR GALVANIC
ISOLATION.

— 2) OPTICAL PORT FROM MMI.
CONNECTION MADE WITH A
SPECIAL OPTICAL INTERFACE
CABLE, 1MKC950001-1.

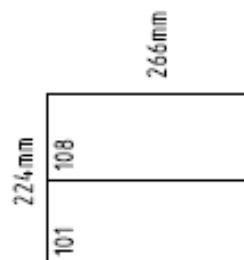
3) BINARY INPUT, e.g. BLOCKING

4) POWER OUTPUT RELAY, e.g. TRIPPING

5) SIGNAL OUTPUT RELAY

6) IRF

7) AUX. POWER SUPPLY



101 RTXP 18 : RK 926 015-AD
108 REJ 515 / REJ 525

Додаток Е

ARP I SPA протоколи

ARP (*Address Resolution Protocol*) – протокол визначення адреси, який використовується в комп'ютерних мережах, в мережах, де використовуються мікропроцесорні пристрої. Це протокол низького рівня. Він призначений для визначення адреси канального рівня за відомою адресою мережевого рівня. Найбільше розповсюдження цей протокол отримав завдяки розповсюдженню мереж IP, які побудовані поверх Ethernet, оскільки практично в 100% випадків за таких умов використовується ARP.

Принцип роботи ARP полягає у такому:

1. Вузол, якому потрібно виконати відображення IP-адреси на локальну адресу, формує ARP-запит, вкладає його в кадр протоколу канального рівня, вказуючи в цьому кадрі відому IP-адресу, і розсилає запит широкомовно;

2. Всі вузли локальної мережі отримують ARP-запит і порівнюють вказану там IP-адресу з власною;

3. У разі їх збігу вузол формує ARP-відповідь, в якій вказує свою IP-адресу і свою локальну адресу та відправляє її вже направлено, оскільки в ARP-запиті відправник вказує свою локальну адресу.

Елементами структури пакета ARP є: Sender hardware address (SHA) – фізична адреса відправника, Sender protocol address (SPA) – логічна адреса відправника, Target hardware address (THA) – фізична адреса одержувача (це поле пусте при запиті), Target protocol address (TPA) – логічна адреса одержувача.

Додаток Ж

Робота з операційною системою Windows 7

Часто для роботи з пристроями REJ515 більш зручним є використання не стаціонарного (з операційною системою Windows 98, Windows NT або Windows XP), а переносного комп'ютера (ноутбука або нетбука) з операційною системою Windows 7.

Однак відомо, що програмне забезпечення **CAP505** розраховане на роботу з операційними системами Windows 98, **Windows NT** або Windows XP, а **не** з операційною системою **Windows 7**. Тому при спробі працювати з програмою CAP505 після її інсталяції на екрані з'явиться таке повідомлення: «Прекращена работа программы PICN.exe. Возникшая проблема привела к прекращению работы программы. Закройте эту программу».

Тому потрібно програмно створити «віртуальний комп'ютер», а в ньому – емуляцію операційної системи Windows XP. Далі здійснити інсталяцію CAP505 в Windows XP.

Виконайте таку послідовність дій.

Після увімкнення ноутбука отримайте такі заставки.

Перейдіть на диск С.

Знайдіть і відкрийте папку «Users» («Користувачі»).

Знайдіть і відкрийте папку поточного користувача, наприклад «alex».

Вставте в привод зчитувача CD/DWD компакт-диск «Virtual Machines». Скопіюйте папку «Virtual Machines» з компакт-диску в папку поточного користувача, наприклад, в папку «alex», яка знаходиться на диску С в кореневому каталозі (рис. Ж.1).

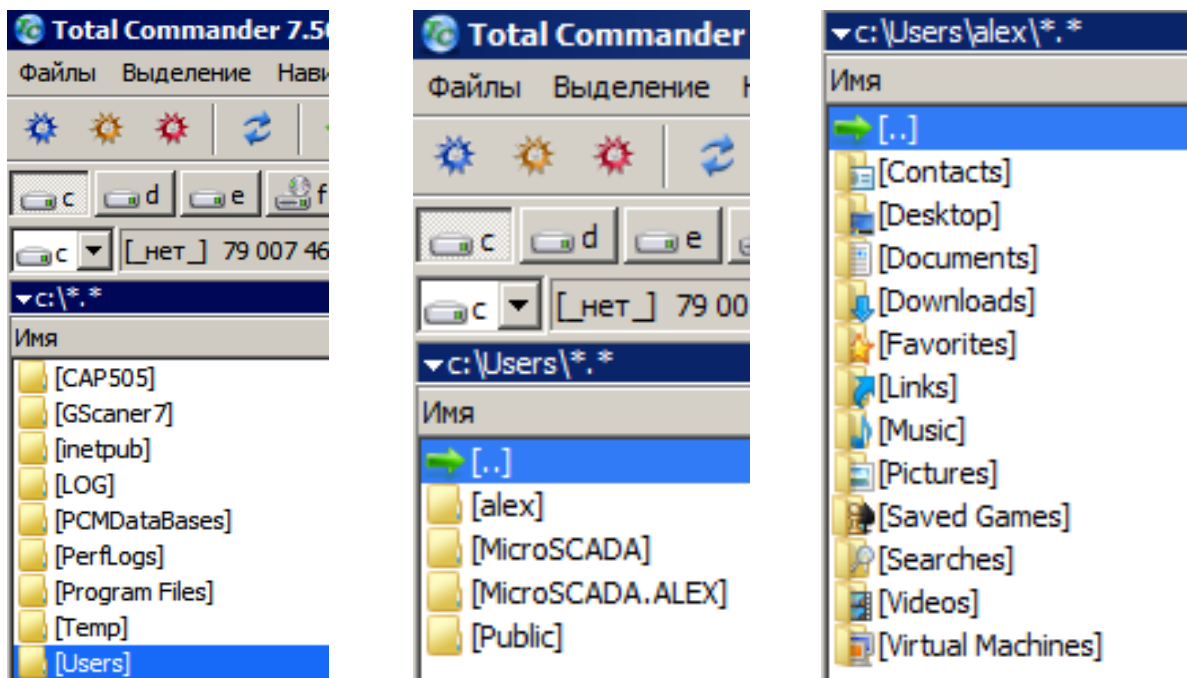


Рисунок Ж.1 – Розташування папки «Virtual Machines»

Клацніть «мишкою» на файлі «Windows XP mode», який знаходиться в папці «Virtual Machines».

Якщо програма «віртуальна машина» непроінстальована, то її можна проінстальювати виконавши таку послідовність дій.

Windows 7 на ноутбуці є 32-розрядною операційною системою, а на системному блоці також є 32-розрядною операційною системою. Вікна установлення програми показано на рис. Ж.2–Ж.6.

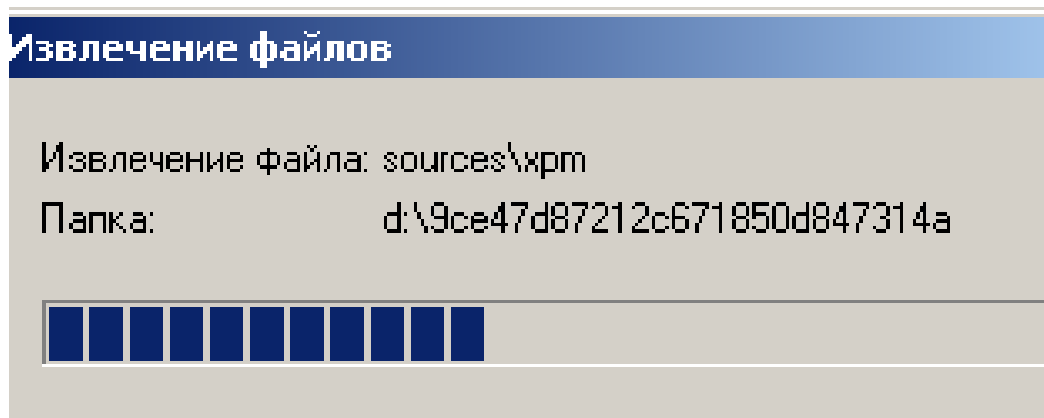


Рисунок Ж.2 – Установлення програми

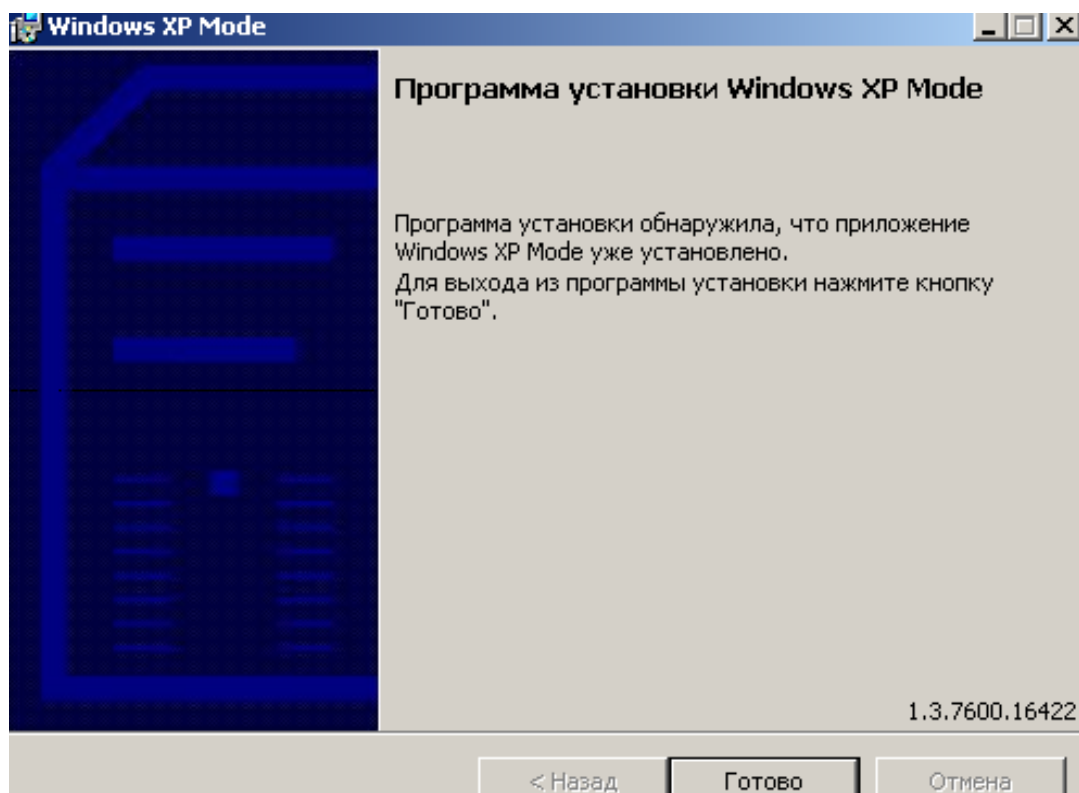


Рисунок Ж.3 – Установлення програми

В файлі key.txt зберігається ключ RQCQP-CQW8R-P3RRG-VXM4K-8MP9Y. Всього в директорії Program Files після завершення інсталяції програми з'являться дві папки: Windows Virtual PC і Windows XP Mode.

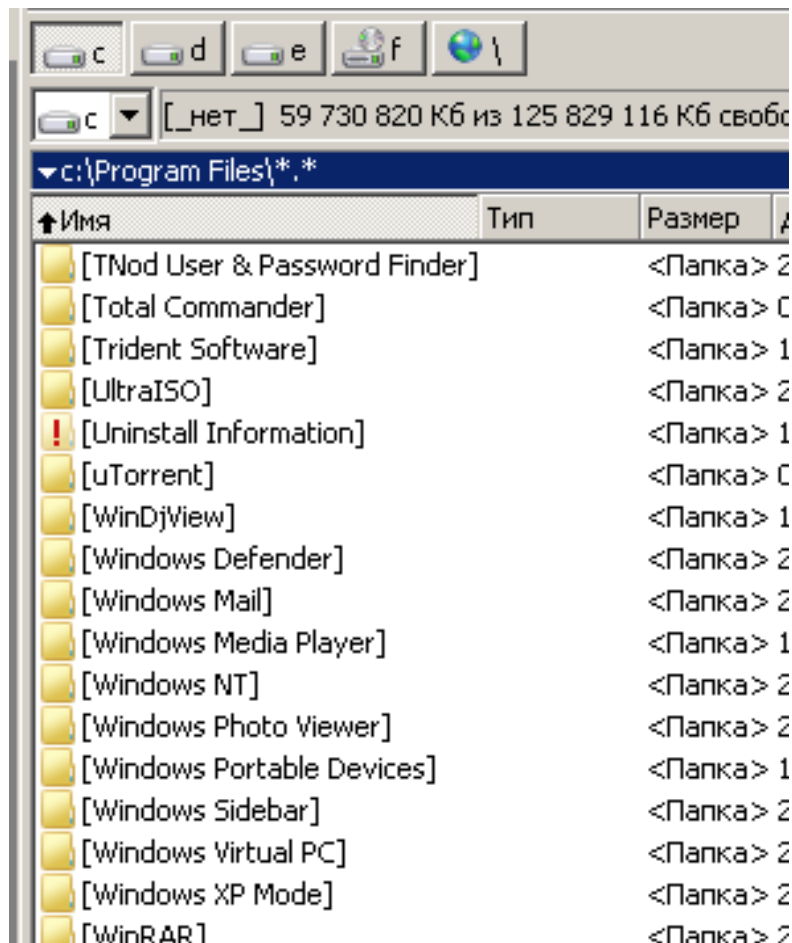


Рисунок Ж.4 – Установлення програми

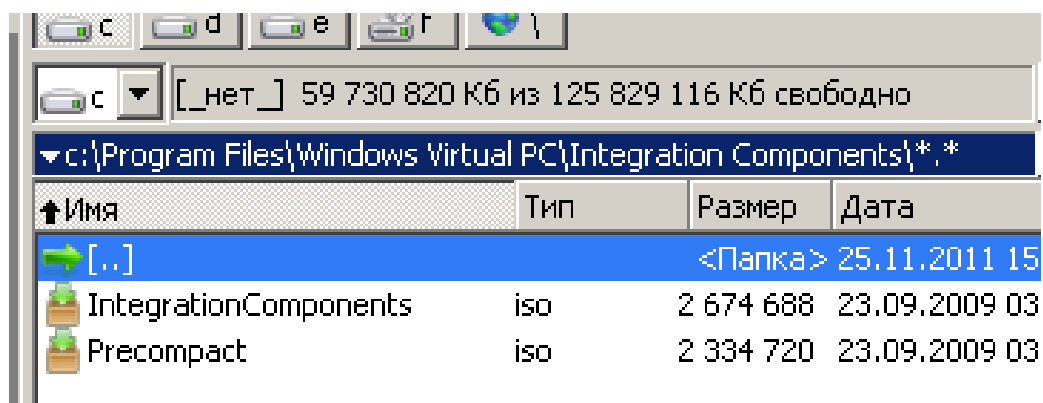


Рисунок Ж.5 – Установлення програми

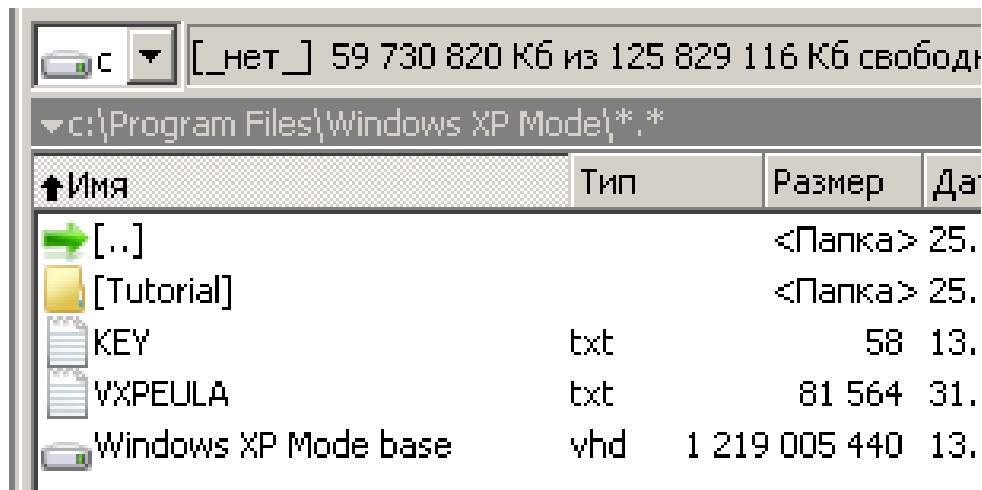


Рисунок Ж.6 – Установлення програми

Прослідкуйте за процесом запуску віртуальної машини (рис. Ж.7).

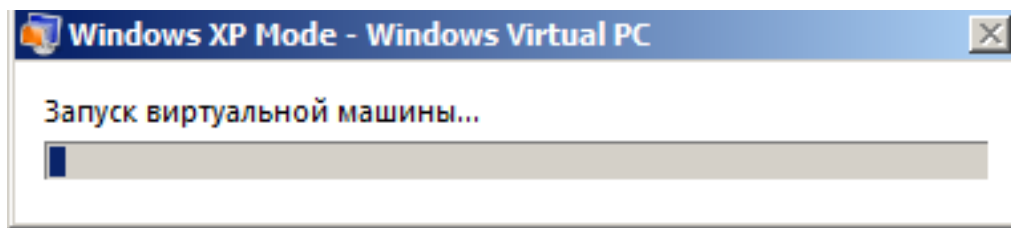


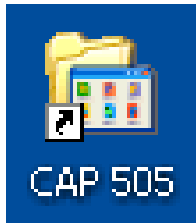
Рисунок Ж.7 – Віконна заставка процесу запуску віртуальної машини

Отримайте віконну заставку Windows XP.

Встановіть версію CAP505_2.3.0, а саме:

- запустіть файл CAP505.exe з директорії CAP505_2.3.0 (в процесі установлення з'явиться запит на створення нового користувача Microsoft, якого потрібно додати в розділ Users (Користувачі);
- натисніть клавішу «Cancel»;
- після закінчення попереднього установлення запустіть програму CAP 505, ярлик якої з'явиться в розділі Програми\cap505;
- у вікні реєстрації, яке відкриється після запуску програми CAP 505, внесіть у відповідні віконця значення Authorization, Customer, System ID, вказані у файлі Licence.txt, що знаходиться в директорії CAP505_2.3.0 (таким чином програма буде зареєстрована);
- закрийте програму CAP 505;
- встановіть версію CAP505_2.4, файл інсталяції якої знаходиться в директорії CAP505_2.4.

Зверніть увагу на те, що на робочому столі з'явилася іконка папки CAP505 (рис. Ж.8, а).



а



б

Рисунок Ж.8 – Іконки програми CAP505

Зверніть увагу на те, що у файлі Licence.txt, наприклад, може бути записано auth key=1-HAGK-LMHF-FGKF-ENMJ<пропуск одного символу>, однак у вікнці auth key потрібно ввести лише 1-HAGK-LMHF-FGKF-ENMJ<без пропуску одного символу> і так далі.

Натисніть кнопку «Пуск».

Зверніть увагу на іконку Start CAP 505 (рис. Ж.9).

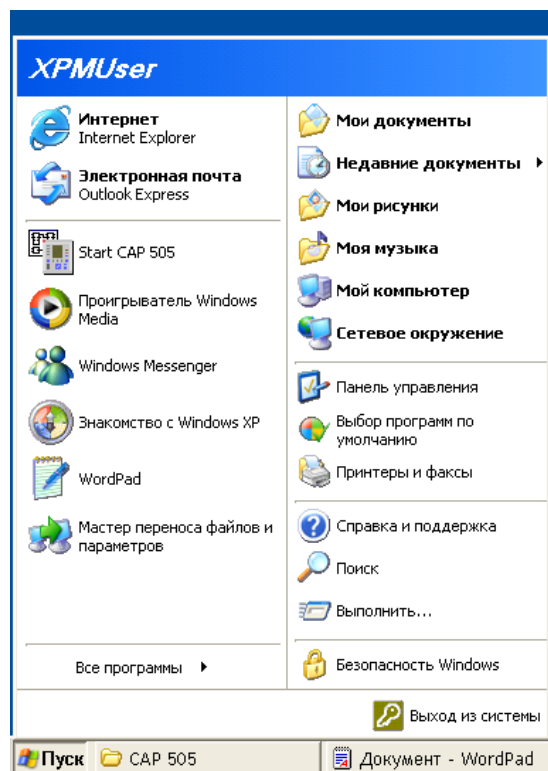


Рисунок Ж.9 – Розташування іконки Start CAP 505

Відкрийте папку CAP505.

Знайдіть іконку програми Start CAP505 (рис. Ж.9).

Запустіть програму Start CAP505.

Закрийте програму Start CAP505.

Закрийте програму «Віртуальна машина». Для цього натисніть на вкладку «Действие», а далі на пункт меню «Закреть» (рис. Ж.10).

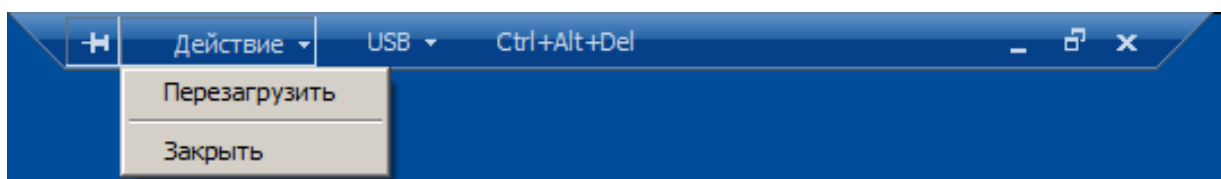


Рисунок Ж.10 – Закриття програми «Віртуальна машина»

Прослідкуйте за процесом закриття програми «Віртуальна машина» (рис. Ж.11).

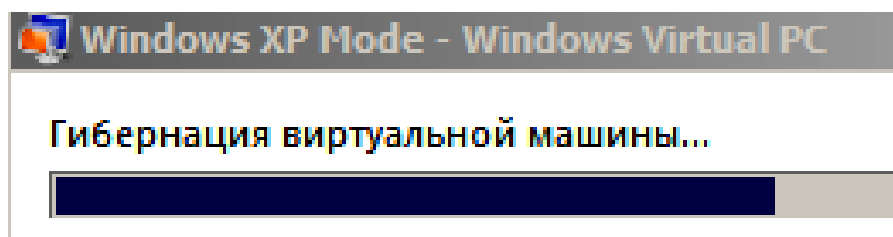


Рисунок Ж.11 – Індикація процесу закриття програми «Віртуальна машина»

Додаток И

Послідовний порт СОМ

Послідовний порт, англ. *serial port* (а також серійний порт або СОМ-порт, англ. *communications port*) – двонаправлений послідовний інтерфейс.

Послідовним цей порт називається тому, що інформація через нього передається по одному біту, біт за бітом (на відміну від паралельного порту). Хоча деякі інші інтерфейси комп'ютера (такі як Ethernet, FireWire та USB) також використовують послідовний спосіб обміну, назва «послідовний порт» закріпилась за портом, який має стандарт RS-232C.

Особливістю даного порту, порівняно з іншими «послідовними» технологіями, є факт відсутності будь-яких часових вимог між двома байтами. Часові вимоги є лише між бітами одного байту (включаючи старт, стоп та парність), величина, обернена часовій паузі між бітами одного байта і називається *baud rate* – швидкість передавання. Також в цій технології відсутнє поняття «пакет».

Навчальне видання

**Рубаненко Олександр Євгенійович
Гончарук Олександр Федорович
Рубаненко Олена Олександрівна**

**Мікропроцесорний релейний захист
ліній електропередач**
Лабораторний практикум

Редактор Т. Старічек

Оригінал-макет підготовлено О. Рубаненком

Підписано до друку 06.01.2017 р.
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Ум. друк. арк. 7,0.
Наклад 50 пр. Зам. № 2017-013.

Вінницький національний технічний університет,
навчально-методичний відділ ВНТУ,
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, к. 2201.
Тел. (0432) 59-87-36.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. (0432) 59-87-38.
publish.vntu.edu.ua; email: kivc.vntu@gmail.com.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.