

УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНІКИ ТА ЗВ'ЯЗКУ

Кафедра “Транспортний зв’язок”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ З

з дисципліни

“Технології мережевих вимірювань на залізничному транспорті”
спеціальності “Телекомунікаційні системи та мережі” та дисципліни

“Вимірювання в цифрових системах передачі” спеціальності

“Автоматика та автоматизація на транспорті”

для студентів факультету

“Автоматика, телемеханіка і зв’язок” усіх форм навчання, студентів
і магістрів ІППК та слухачів ФПК

Харків 2015

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри “Транспортний зв'язок” 19 березня 2014 р., протокол № 9.

Наведено теоретичні відомості про вимірювання основних параметрів електричних кабелів та існуючі вимірювальні пристрої. За результатами виконання лабораторної роботи студенти отримають практичні навички виконання вимірювань основних параметрів електричних кабелів з використанням рефлектометра ETDR 10.

Методичні вказівки призначено для студентів факультету АТЗ всіх форм і термінів навчання, студентів і магістрів ІПК та слухачів ФПК.

Укладач

доц. М.О. Колісник

Рецензент

д.т.н., професор Є.Л. Казаков,
провідний співробітник Наукового центру повітряних сил
Харківського університету повітряних сил ім. І. Кожедуба

Лабораторна робота

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИНЦИПІВ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО КАБЕЛЮ ЗА ДОПОМОГОЮ РЕФЛЕКТОМЕТРА

Вступ

В даний час на залізничному транспорті використовуються цифрові системи передачі даних. Для передачі даних між ними використовуються лінії зв'язку, які можуть бути представлені оптоволоконним або електричним (найчастіше симетричним) кабелем. Для забезпечення якісної передачі даних по лініях зв'язку необхідно здійснювати їх якісне технічне обслуговування, яке включає в себе складовою частиною контроль їх технічного стану. Перевірка відповідності основних параметрів нормативним виконується на основі результатів вимірювання значень цих параметрів. Таким чином, необхідно розглянути особливості вимірювань основних параметрів кабелів зв'язку на залізничному транспорті.

3.1 Мета роботи

Закріпити теоретичні знання і набути практичних навичок і умінь в проведенні вимірювань параметрів електричного кабелю за допомогою рефлектометра ETDR 10. Набути практичних навичок і умінь налаштування рефлектометра для виконання процесу вимірювань, оцінки отриманих результатів вимірювань, аналізу технічного стану електричного кабелю та визначення місця несправності за отриманою рефлектограмою.

3.2 Завдання для домашнього опрацювання

1 Вивчити принципи, методи і практичні прийоми організації вимірювань в електричних кабелях за літературою, конспектом лекцій і даним методичними вказівками.

2 Ознайомитись з принципом дії та особливостями налаштування вимірювального пристрою рефлектометра ETDR 10.

3 Вивчити особливості розшифрування рефлектограм, отриманих в результаті виконання вимірювань, для визначення типу технічного стану електричного кабелю і відстані до місця несправності.

Контрольні питання

- 1 Наведіть класифікацію вимірювань в електричному кабелі.
- 2 Які параметри вимірюються в магістральному електричному кабелі та за допомогою яких вимірювальних пристроїв?
- 3 Які параметри вимірюються в абонентському електричному кабелі та за допомогою яких вимірювальних пристроїв?
- 4 Поясніть принцип дії рефлектометра. В яких випадках використовується цей вимірювальний пристрій?
- 5 Проаналізуйте технічний стан електричного кабелю за рефлектограмою, отриманою в результаті вимірювань.
- 6 Поясніть, яким чином здійснюється налаштування рефлектометра для виконання вимірювань.
- 7 Які вимірювання виконувались в лабораторній роботі?
- 8 Які несправності електричного симетричного кабелю можна побачити на рефлектограмі?
- 9 Назвіть вимірювальні пристрої для аналізу технічного стану магістральних електричних кабелів та абонентських симетричних кабелів.

3.3 Зміст звіту

- 1 Назва лабораторної роботи.
- 2 Мета лабораторної роботи.
- 3 Вихідні параметри, що задаються в меню вимірювального пристрою для отримання рефлектограми.
- 4 При проведенні вимірювання за допомогою рефлектометра в режимі функціонування, заданому викладачем, розшифрувати отриману в результаті вимірювань рефлектограму з повним описом виявлених несправностей електричного кабелю.
- 5 Висновки.

3.4 Основні терміни та визначення

Приймально-здавальні вимірювання – це вимірювання, що проводять при прийманні побудованих або реконструйованих ліній зв'язку для перевірки якості виконаних робіт, складання паспортів та іншої документації, що визначає відповідність параметрів прийнятих пристроїв вимогам технічних умов, інструкцій і правил технічної експлуатації.

Профілактичні (планові) вимірювання – це вимірювання, що проводять через встановлені терміни відповідно до графіка технологічного процесу з метою визначення стану пристроїв зв'язку, відповідності нормам електричних параметрів діючих пристроїв зв'язку. Якщо результати вимірювань відрізняються від вимог, встановлених технічними умовами, то вживаються заходи для усунення наявних відхилень. Профілактичні та контрольні вимірювання можуть виконуватися за допомогою спеціально вбудованих в апаратуру лінійного тракту контрольних вимірювальних пристроїв.

Аварійні вимірювання – це вимірювання, що проводять на несправних колах з метою визначення характеру і місця пошкодження лінії передачі. Аварійні вимірювання проводяться в такому порядку:

- вимірювання електричних параметрів кабелю з метою уточнення характеру пошкодження і вибору методу вимірювання для визначення місця пошкодження;
- вимірювання з визначення району пошкодження і уточнення конкретного місця пошкодження;
- вимірювання кабелів в обидва боки від місця пошкодження.

Аварійні вимірювання включають в себе швидку локалізацію точок деградації якості кабельної мережі. Наприклад, у випадку обриву кабелю необхідно з високим ступенем точності і оперативності локалізувати точку обриву, розконсервувати кабель, замінити пошкоджену ділянку, виконати монтаж муфти і потім повністю виміряти параметри відновленого кабелю.

Експлуатаційні вимірювання симетричного кабелю – це вимірювання параметрів кабелю в процесі експлуатації.

Вихідний контроль – це вимірювання, які реалізуються при заводських випробуваннях кабелів згідно з технічними умовами, ДСТУ, ІСО, СОУ.

Вхідний контроль – це вимірювання, пов'язані з визначенням значень параметрів кабелів.

Комплексний (електричний) опір (імпеданс) - комплексна величина, що дорівнює відношенню комплексного діючого значення синусоїдальної електричної напруги на виводах пасивного електричного кола або її елемента до комплексного діючого значення синусоїдального електричного струму в цьому колі або в цьому елементі. Імпеданс симетричного кабелю є характеристикою, методи вимірювань яких описуються класичною теорією метрології на підставі моделі чотириполюсника.

Хвильовий імпеданс лінії передачі - вхідний імпеданс чотириполюсника, що задовольняє умові $Z_{вх} (Z_H = Z_B) = Z_H = Z_B$, бо в нескінченному колі, складеному з однакових чотириполюсників, будуть без відображень поширюватися хвилі (в загальному випадку експоненціально згасаючі) з постійними значеннями відношення напруги до струму. У межі безперервної однорідної лінії передачі це відношення в будь-якому нормальному перетині постійно і за відсутності втрат одно $Z_B = (L_p / C_p)^{1/2}$, де L_p , C_p - погонні індуктивність і ємність лінії.

Хвильовий опір лінії (з розподіленими параметрами) - відношення комплексної амплітуди електричної напруги до комплексної амплітуди електричного струму, що біжить синусоїдальної електромагнітної хвилі, що розповсюджується в лінії з розподіленими параметрами.

Первинні параметри – це параметри, які можуть бути розраховані на підставі даних про фізичну конструкцію кабелю, геометрію і властивості матеріалів кабелю. Первинні параметри зазвичай відносяться до параметрів пасивної пари і не пов'язані з процесами передачі по ній сигналів. До таких параметрів належать параметри імпедансу (опір, індуктивність і ємність), а також конструктивні параметри кабелю (параметр скрутня і т.д.).

Вторинні параметри - це параметри, що розраховуються на основі первинних або знаходяться за допомогою безпосередніх вимірювань. Вторинні параметри визначають поведінку електричного сигналу при проходженні його по кабелю. При

проведенні експлуатаційних вимірювань основними є вторинні параметри.

Поділ параметрів на первинні та вторинні пов'язаний з теорією метрології, параметри класичного чотириполюсника розглядаються як первинні параметри, тоді як для опису вторинних параметрів використовується модель «чорного ящика» і розглядається залежність параметрів вихідного сигналу від параметрів вхідного сигналу.

Погонні параметри - параметри, задані для електричної лінії у величинах, віднесених до одиниці довжини кабелю, до 1 м або 1 км.

VOP-фактор (Velocity of Propagation, VOP) - кількісна міра швидкості поширення сигналу, чисельне значення якого дорівнює відношенню швидкості поширення сигналу в електричному колі до швидкості поширення світла у вакуумі. Значення VOP-фактора для симетричної пари визначається діаметром проведення, відстанню між жилами й типом діелектрика, а, крім того, воно залежить від температури навколишнього середовища й може змінюватися в процесі старіння кабелю. Припустимим відхиленням VOP від паспортного значення вважається величина не більше 3 %.

Трасування кабелю - зовнішнє спостереження за кабелем, яке дозволяє точно оцінити глибину залягання всіх трас кабелю, що проходять поблизу.

3.5 Викладення основного матеріалу

При організації вимірювань в електричному кабелі найважливішим вимірювальним пристроєм на етапі експлуатації є рефлектометр. Розглянемо більш детально принцип дії рефлектометра.

3.6 Рефлектометри для металевих кабелів. Принцип дії

Для локалізації дефектів у металевих кабелях може застосовуватися ще один вимірювальний пристрій – рефлектометр (рисунок 1).

Рефлектометр є основним експлуатаційним вимірювальним пристроєм для проведення аналізу технічного стану електричних

кабелів і використовує метод виміру рівня відбитого сигналу, що дає достатньо точні результати при визначенні місць переплутування проводів, обриву жил кабелю й пошуку «плаваючих» несправностей. Крім того, він дозволяє ідентифікувати наявність декількох несправностей при їхньому накладенні, а також визначити відстань до кожного.



Рисунок 1 – Рефлектометр для металевих кабелів ETDR 10

Рефлектометр виявляє неоднорідності лінії зв'язку (і, зокрема, крученої симетричної пари) шляхом виміру рівня відбитого від них сигналу. Для цього в симетричну пару кабелю, що перевіряється, подаються короткі електричні імпульси постійного струму. Якщо в кабелі є неоднорідність, енергія імпульсу повністю або частково відбивається назад до пристрою. Імпульс, що посиляється і всі його відбиття виводяться на дисплей. Неоднорідність імпедансу може виникати внаслідок різних причин, кожній з яких відповідає властиве тільки їй відбиття. Саме завдяки цій обставині стає можливим за формою й положенням відбитого на дисплеї імпульсу визначити не тільки місце, але й характер несправності.

Описаний принцип визначення стану пари кабелю на основі параметрів відбитого імпульсу називають рефлектометрією у часовій області (Time Domain Reflectometry, TDR). По своїй суті він

ідентичний використовуваному в радіосистемах принципу радіолокації.

Метод виміру сигналу на виході лінії, що діагностується (також має назву методу спадної хвилі), дає тільки інтегральну оцінку стану лінії й вимагає наявності двох пристроїв - генератора на передавальній стороні й вимірника сигналу на приймальній. Навпроти, метод рефлектометрії, по-перше, дозволяє визначити стан лінії у будь-якій її точці, а по-друге, вимірювальний пристрій потрібний тільки на одному кінці лінії. Саме остання особливість пояснює широку популярність рефлектометрів TDR при тестуванні ліній зв'язку.

Для визначення відстані до місця пошкодження кабелю або неоднорідності імпедансу необхідно просто задати коефіцієнт поширення (у вітчизняних пристроях - коефіцієнт укорочення) і межі виміру. Установка коефіцієнта поширення потрібно для того, щоб рефлектометр «знав», як швидко поширюється електричний імпульс по кабелі певного типу. Після фіксації імпульсу пристрій автоматично виконає всі розрахунки й відобразить відстань до місця пошкодження кабелю.

Перш ніж розглянути ключові параметри й можливості рефлектометрів, коротко опишемо основні особливості крученої симетричної пари, оскільки вони мають безпосереднє відношення до роботи рефлектометра.

При поширенні по крученій парі гармонічного сигналу відношення напруги й струми в кожній її точці називають вхідним опором крученої пари.

Якщо кручену пару навантажити на її кінці на опір, що дорівнює

$$Z_c = \sqrt{(R + j\omega L)/(G + j\omega C)},$$

де $\omega = 2\pi f$, то вхідний опір крученої пари в будь-якій її точці буде однаковим і дорівнюватиме Z_c .

Цей типовий для кожної крученої пари вхідний опір називають її хвильовим або характеристичним опором. У такій ідеальній лінії сигнал досягає її кінця й повністю поглинається опором Z_c . Звичайно подібними властивостями володіє так звана будівельна довжина

кабелю, в одиницях якої вимірюється кабельна продукція заводу-виготовлювача.

Якщо кручена пара навантажена на опір Z_L , що відрізняється від Z_c , то в цій її точці частина енергії зондувального імпульсу буде поглинена навантаженням, а частина, змінивши напрямок, стане поширюватися назад у бік джерела сигналу. Відносно мірою потужності відбитого сигналу є коефіцієнт відбиття r , що розраховується за формулою (2).

При $Z_L = Z_c$ коефіцієнт відбиття дорівнює 0, тобто відбиття відсутнє. У цьому випадку говорять, що лінія погоджена з навантаженням ідеально.

При наявності неоднорідності або дефекту в довільній точці лінії зв'язку «х», де $Z_x \neq Z_c$, коефіцієнт відбиття $r = (Z_x - Z_c)/(Z_x + Z_c)$ буде завжди відмінний від нуля, і, отже, частина енергії зондувального імпульсу буде відбиватися. При цьому можливі два граничних випадки - обрив крученої пари або коротке замикання її жил.

При обриві крученої пари Z_x має нескінченно велике значення. У цьому випадку зондувальний імпульс повністю відіб'ється від точки обриву без зміни його фази й повернеться на вхід приймача рефлектометра з тією ж полярністю.

Якщо в точці х відбулося коротке замикання крученої пари, то $Z_x = 0$. Тоді $r = (0 - Z_c)/(0 + Z_c) = -Z_c/+Z_c = -1$. Зондувальний імпульс також повністю відіб'ється від точки короткого замикання. Однак його фаза зазнає стрибка на 180° . Тому відбитий імпульс повернеться на вхід приймача рефлектометра із протилежною полярністю.

При проміжних станах крученої пари, коли має місце, наприклад, частковий холостий хід (partial open) або часткове коротке замикання (partial short), картина відбитого сигналу більш складна в порівнянні з рефлектограмами для випадків повного обриву або повного короткого замикання крученої пари. Безумовно, розшифровка кожної рефлектограми вимагає залучення досвідченого фахівця. Нерідко ситуацію полегшує існуючий типовий набір можливих комбінацій пошкоджень крученій пари.

Точність визначення місця неоднорідності або дефекту крученої пари цілком залежить від точності задання швидкості поширення сигналу по крученій парі.

Електромагнітна енергія поширюється по симетричній парі з певною кінцевою швидкістю, що є функцією параметрів крученої пари й частоти сигналу. Як відомо, абсолютна швидкість поширення сигналу в кабелі визначається формулою $V = w/b$, де $w = 2\pi f$, де b являє собою коефіцієнт фази - функції первинних параметрів крученої пари. Швидкість V збільшується з ростом частоти, однак завжди менше швидкості світла.

Розглянемо детально особливості реалізації та настроювання рефлектометра ETDR 10.

3.6.1 Опис рефлектометра ETDR 10

3.6.1.1 Принцип роботи

Пристрій ETDR 10 є рефлектометром у часовій області і працює за тим самим принципом, що й радар. Вимірювальний (зондувальний) імпульс подається на вхід кабелю. При досягненні цим імпульсом кінця кабелю або місця несправності в кабелі певна частина енергії імпульсу або вся енергія відбивається назад до пристрою.

Пристрій ETDR 10 вимірює час, затрачений імпульсом при проходженні по кабелю, на виявлення проблеми й відбиття назад. Потім перетворює цей час у відстань і відображає інформацію у вигляді рефлектограми. Відстань до місця пошкодження відображається на екрані після того, як курсор міститься на початку імпульсу, відбитого від місця пошкодження.

Відображувана рефлектограма показує неоднорідності опору (імпедансу) уздовж всієї довжини кабелю. Амплітуда відбитих імпульсів визначає ступінь зміни опору.

3.6.1.2 Призначення ETDR 10

Пристрій ETDR 10 може використовуватися для визначення місця несправності кабелю, включаючи:

- обрив кабелю;

- коротке замикання проводів;
- попадання вологи;
- пошкодження оболонки;
- погані спайки проводів;
- вигини;
- розбитість пар і відновлення пар;
- відводи;
- ємнісні схеми;
- пупинівські котушки;
- вставку кабелю;
- безліч інших несправностей.

Крім того, пристрій ETDR 10 може використовуватися для перевірки котушок кабелю на справність після транспортування, на достачу кабелю й для інвентаризації при зберіганні.

ETDR 10 являє собою переносний пристрій невеликого розміру, живлення якого здійснюється від блоку вбудованих акумуляторних батарей. При підключенні адаптера до мережі змінного струму батареї автоматично заряджаються. Відображувані криві можуть бути надруковані за допомогою зовнішнього принтера (наприклад, EP 42S) або завантажені в персональний комп'ютер через інтерфейс RS232C.

3.6.2 Технічні дані ETDR 10

Діапазони вимірів (м): 100; 250; 500; 1000; 2500; 5000; 10000; 20000.

Максимальна довжина виміру і діапазон вимірів залежить від типу кабелю і його стану.

Оцінка результатів здійснюється у метрах.

Роздільна здатність:

- | | |
|-------------|----------------------|
| - з лупою; | 0,11% від діапазону; |
| - без лупи; | 0,53% від діапазону; |

Похибка:

- похибка за рахунок дискретизації; - $\pm 0,1$ м;
- похибка визначення місця пошкодження. - $\pm 0,2\%$ від діапазону.

Установлення даних діелектрика:

- швидкість розповсюдження (V/2) від 45 до 149.9 м/мкс.

Приєднання лінії:

Діапазони вимірів (м) 100; 250; 500; 1000; 2500; 5000; 10000; 20000.

Максимальна довжина виміру і діапазон вимірів залежить від типу кабелю і його стану.

Оцінка результатів здійснюється у метрах.

Роздільна здатність:

- з лупою; 0,11% від діапазону;
- без лупи; 0,53% від діапазону;

Похибка:

- похибка за рахунок дискретизації; - $\pm 0,1$ м;
- похибка визначення місця пошкодження. - $\pm 0,2\%$ від діапазону.

Установлення даних діелектрика:

- швидкість розповсюдження (V/2) від 45 до 149.9 м/мкс.

Приєднання лінії:

- опір 120 Ом симетрич.;
 - з'єднувачі бананові гнізда 4 мм;
 - захист входу 250 В пост. струму;
- Приєднання RS232C - 9-контактний типу D;
Регулювання балансу - від 50 до 270 Ом.

Характеристики імпульсу:

Ширина (нс)	Діапазон	Вузька	Середня	Широка
	100 м	10	25	50
	250 м	25	50	100
	500 м	50	100	250
	1000 м	100	250	500
	2500 м	250	500	1000
	5000 м	500	1000	2500
	10000 м	1000	2500	5000
	20000 м	1000	2500	5000

Амплітуда ($R_t=120 \text{ Ом}$);

- ширина імпульсу = 25 до 5000 нс; 6 В 120 Ом;
- ширина імпульсу = 10нс; 3 В 120 Ом.

Регулювання підсилення:

- діапазон; від 0 до 66 дБ;
- ступінь; 6 дБ/ступінь;
- максимальна чутливість; $\pm 5 \text{ мВ}$ для відхилення на повну шкалу.

Комірки пам'яті:

для рефлектограм.....	24;
для установок	10;
для значень $V/2$, що зберігаються користувачем	10;
для типових значень $V/2$	10.

Дисплей.

Тип дисплея	рідкокристалічний 192x192 піксель.
Область рефлектограми	189x100 піксель.
Підсвічування.....	світлодіодне підсвічування,
автоматичне відключення (5 хв)	

Режими вимірювання наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Основні режими вимірювання рефлектометром ETDR 10

Режими вимірювання	Сутність вимірювання
- L ₁ - L ₂	Перевірка одиночної пари
- L ₁ Long Time (L1 тривалий) - L ₂ Long Time(L2 тривалий)	Пошук короточасних несправностей
- XTALK	Передача на L ₁ , прийом на L ₂
- L ₁ &L ₂ - L ₁ -L ₂	Порівняння двох пар
- L ₁ &M - L ₁ -M	Порівняння з даними з пам'яті

Електроживлення:

- від адаптера мережі змінного струму 230 В від адаптера, що поставляється;
- від зовнішнього джерела постійного струму від 12 до 16 В 0,4 А (наприклад, від автомобільної батареї);
- від вбудованих батарей;
- ресурс батареї приблизно 8 годин після повного заряду, без підсвічування.

Загальні технічні дані

Діапазон навколишньої температури:

- робочий від -10°C до +50°C;
- для зберігання від -20°C до +70°C;
- розміри 200x100x40 мм;
- маса без батарей 0,8 кг.

Включаючи:

- посібник з експлуатації (OM 326-000-000);
- адаптер мережі змінного струму (Y 146-001);
- комплект вимірювального кабелю (Y 107-354);

- програмне забезпечення персонального комп'ютера (SW 326-900-000);
- послідовний кабель (Y107-302);
- футляр для перенесення (Y 147-007);
- сумка для перенесення (Y 147-005);

Опції (за окремим замовленням):

- принтер «ЕЛЕКТРОНІКА» EPR 42S (318-000-000);
- фільтр блокування мережі EBF 10 (328-000-000);
- адаптер для коаксіального кабелю ECA 10 (378-000-000).

3.6.3 Основні характеристики ETDR 10

3.6.3.1 Передня панель

Зовнішній вигляд вимірювального пристрою ETDR 10 наведений на рисунку 2.

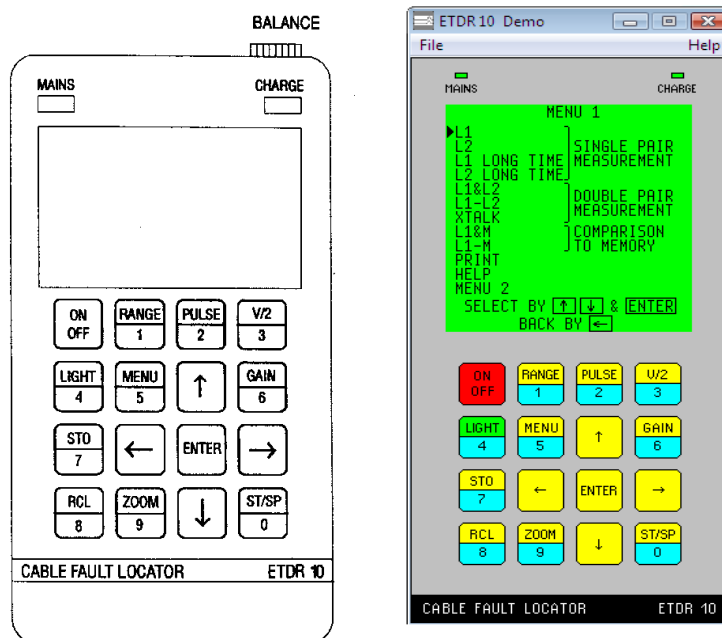










Рисунок 2 – Зовнішній вигляд вимірювального пристрою ETDR 10












3.6.3.2 Органи керування вимірювального пристрою ETDR 10

Перелік основних органів керування вимірювального пристрою ETDR 10 наведений в таблиці 3.

Таблиця 3 - Органи керування вимірювального пристрою ETDR 10

	<p>Умикає й вимикає пристрій ETDR 10. В пристрої є властивість автоматичного вимикання через 5 хвилин після останнього натискання клавіші для збереження заряду батареї</p>
	<p>Після натискання можна збільшити або зменшити відображуваний діапазон за допомогою клавіш ↑ або ↓. Можна також задіяти у ролі цифри '1', коли це потрібно.</p>
	<p>Після натискання можна змінити ширину імпульсу за допомогою клавіш ↑ або ↓ (вузька [narrow], середня [medium] або широка [wide]). Можна також задіяти цифру '2', коли це потрібно.</p>
	<p>Після натискання для кабелю, що підлягає випробуванню, можна встановити відповідний коефіцієнт швидкості (V/2) за допомогою клавіш ↑ або ↓, або цифрових клавіш. Можна також задіяти цифру '3', коли це потрібно.</p>
	<p>Умикає й вимикає підсвічування дисплея. Якщо тримати в натиснутому положенні більше 1 секунди, то регулює контрастність дисплея. Можна також задіяти цифру '4', коли це потрібно.</p>
	<p>При натисканні з'являється ГОЛОВНЕ МЕНЮ [MAIN MENU]. Режим може бути обраний натисканням відповідних клавіш, як показано в меню. Можна також задіяти цифру '5', коли це потрібно.</p>
	<p>Після натискання можна збільшити або зменшити амплітуду по вертикалі за допомогою клавіш ↑ або ↓. Можна також задіяти цифру '6', коли це потрібно.</p>
	<p>При натисканні з'являється МЕНЮ ПАМ'ЯТІ [STORE MENU] і можна вибрати потрібний варіант (рефлектограма [waveform], установлення [setup], V/2). Можна також задіяти цифру '7', коли це потрібно.</p>

Продовження таблиці 3

	<p>При натисканні з'являється МЕНЮ ВИКЛИКУ [RECALL MENU] і можна вибрати потрібний варіант (рефлектограма [waveform]. установлення [setup]). Можна також задіяти цифру '8', коли це потрібно.</p>
 	<p>Можуть бути використані для зміни або вибору параметрів. У режимах L₁&L₂і L₁&M можна змінити положення по вертикалі збереженої в пам'яті кривої.</p>
	<p>Натисканням пунктирної вертикальної лінії маркера на екрані можна помістити в положення курсора. При пересуванні курсора в інше положення маркер залишається в первісному положенні. Можна також використовувати для фіксування параметра або інших змін, коли це потрібно.</p>
	<p>Після натискання можна збільшити або зменшити амплітуду по горизонталі за допомогою клавіш ↑ або ↓. Можна також задіяти цифру '9', коли це потрібно.</p>
	<p>Запускає й припиняє вимірювання. При натисканні клавіші ST/SP вимірювання повторюється до повторного натискання клавіші. Для збереження заряду батареї вимірювання автоматично припиняється через 1 хвилину після старту. Можна також задіяти цифру '0', коли це потрібно.</p>
 	<p>Регулює положення курсора у вигляді вертикальної лінії. При втриманні курсор буде пересуватися спочатку повільно, а потім швидше до досягнення краю екрана. Також можна використовувати як клавіші 'ESCAPE' [скасування] або 'CLEAR' [видалення], коли це потрібно.</p>
	<p>Поворотний орган балансування переданого імпульсу на початку кривої при вимірах на ближньому кінці при відсутності еталонного кабелю.</p>
	<p>Індикатор заряду.</p>
	<p>Індикатор мережі змінного струму.</p>

3.6.3.3 Режими вимірювання

Порядок виконання лабораторної роботи.

При ввімкненні вимірювального пристрою екран має такий вигляд, як на рисунку 3.

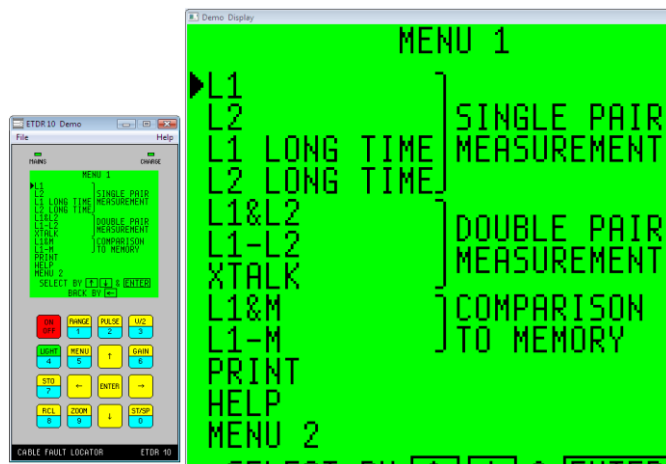


Рисунок 3 - Вигляд екрана вимірювального пристрою ETDR 10 при ввімкненні

1 Перевірка одиночної пари

L₁ Вимірювальний (зондуючий) імпульс передається, а відбиті імпульси приймаються через гнізда L₁. Це найбільш часто використовуваний основний режим роботи (рисунки 4, 5).

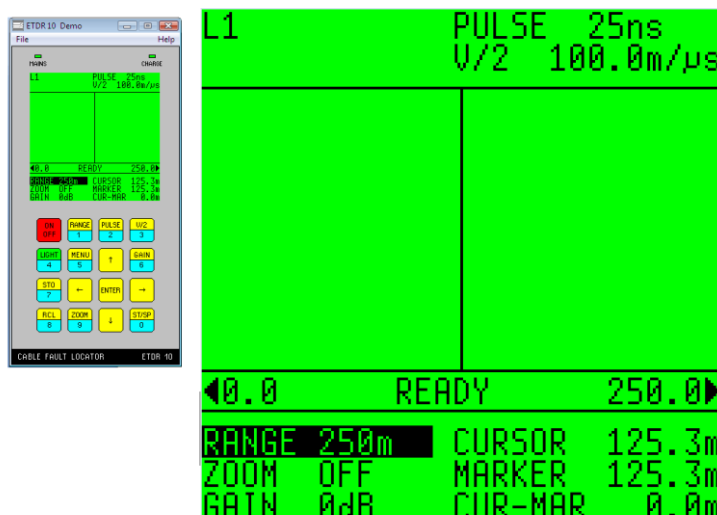


Рисунок 4 - Вигляд екрана вимірювального пристрою ETDR 10 при налаштуванні режиму L₁

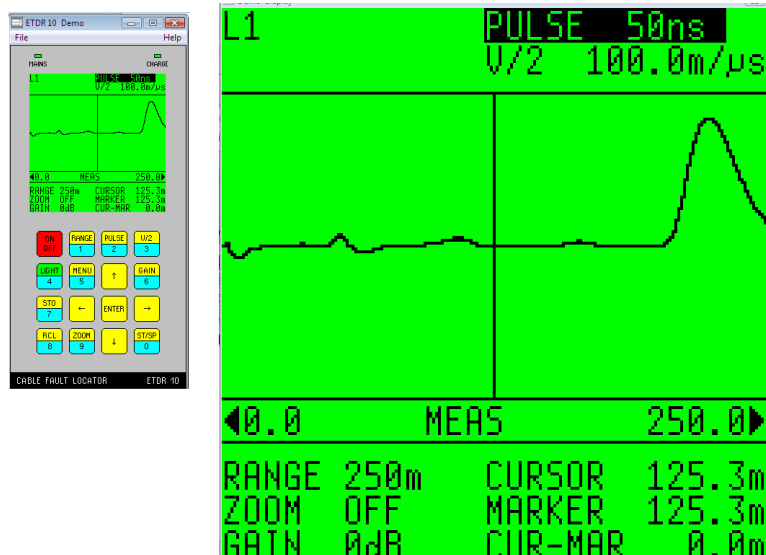


Рисунок 5 - Вигляд екрана вимірювального пристрою ETDR 10 з результуючою рефлектограмою в режимі L₁

L₁ Вимірювальний (зондуючий) імпульс передається, а відбиті імпульси приймаються через гнізда L₁. Це найбільш часто використовуваний основний режим роботи (рисунки 4, 5).

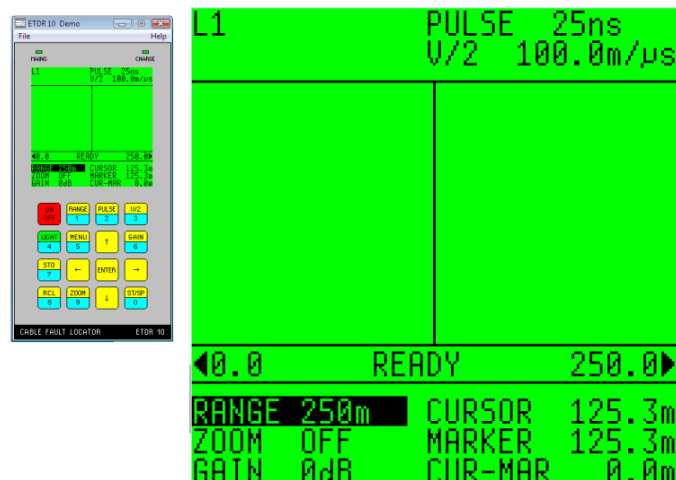


Рисунок 4 - Вигляд екрана вимірювального пристрою ETDR 10 при налаштуванні режиму L₁

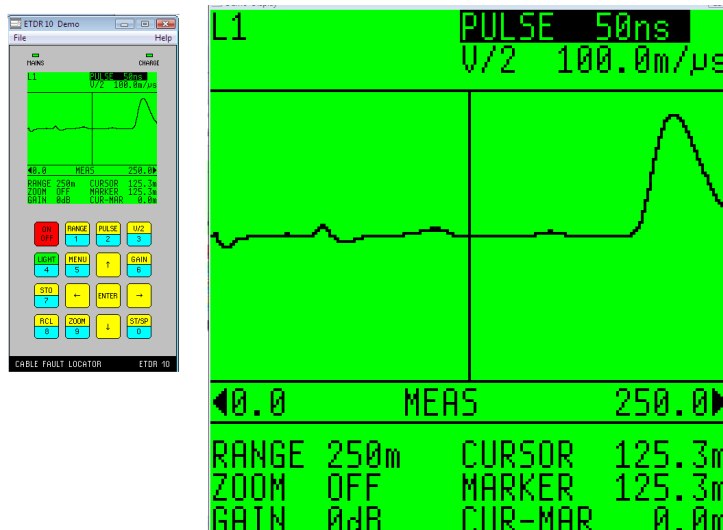


Рисунок 5 - Вигляд екрана вимірювального пристрою ETDR 10 з результуючою рефлектограмою в режимі L₁

L₂ Такий же, як основний режим, але замість гнізд L₁ використовуються гнізда L₂.

2 Тривалі вимірювання

L₁ LT L₁ режим проводить тривалі вимірювання. На дисплеї спостерігаються результати вимірювання і короточасні пошкодження (рисунок 6).

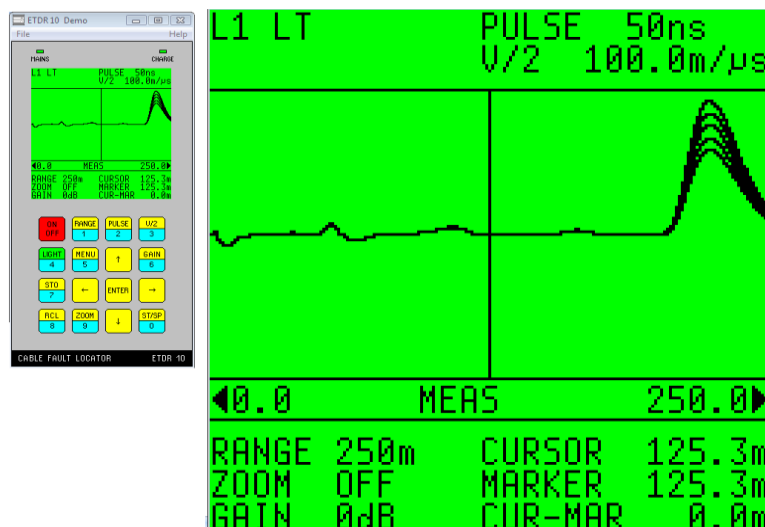


Рисунок 6 - Вигляд екрана вимірювального пристрою ETDR 10 з результуючою рефлектограмою в режимі L₁ LT

L₂ LT L₁ LT те саме, що й у попередньому режимі, але використовуються гнізда L₂.

Визначення місць перехідних впливів

XTALK Одна з пар кабелю приєднується до гнізд L₁, а інша - до гнізд L₂. Вимірювальний (зондувальний) імпульс передається через L₁, а відбиті імпульси приймаються на L₂. Типовим використанням даного режиму є визначення місць розбитості пари і відновлення пар (рисунок 7).

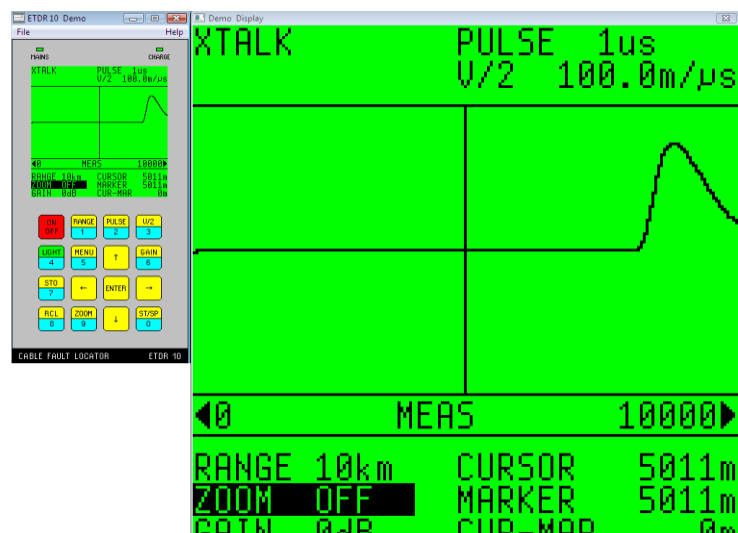


Рисунок 7 - Вигляд екрана вимірювального пристрою ETDR 10 з результуючою рефлектограмою в режимі XTALK

Порівняння двох пар

L₁&L₂ Цей режим є комбінацією режимів L₁ і L₂. Дві криві відображаються одночасно, одна від L₁ і інша від L₂ (рисунок 8).

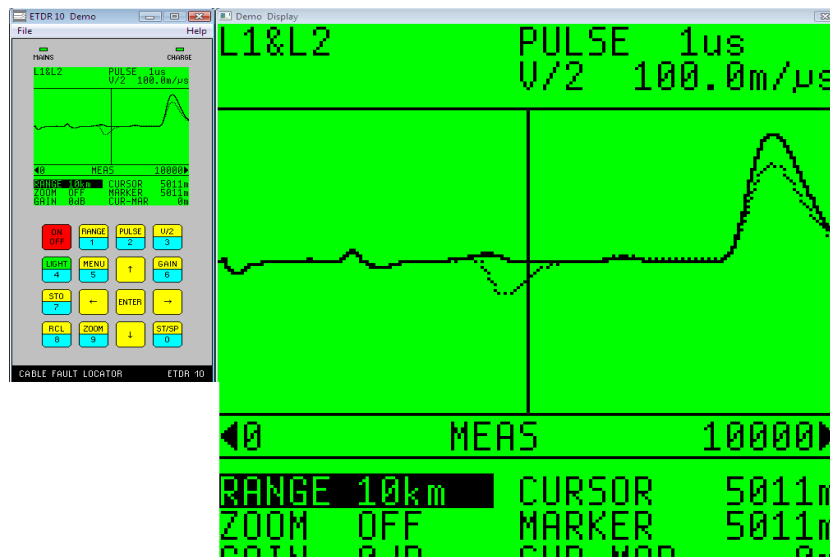


Рисунок 8 - Вигляд екрана вимірювального пристрою ETDR 10 з результуючою рефлектограмою в режимі порівняння двох пар L₁&L₂

L₁-L₂ У цьому режимі відображається різниця двох рефлектограм. Типовим використанням даного режиму є знаходження несправностей, тому що два кабелі легше відбалансувати один відносно іншого, ніж кабель по вбудованому органу керування.

Порівняння з даними, записаними в пам'яті

Рефлектограми, які збережені в пам'яті, можуть використовуватися для порівняння того самого кабелю до й після критичного періоду або проведення ремонту. Ці режими є такими ж, як L₁&L₂ або L₁-L₂, єдина відмінність полягає в тому, що замість реальної пари на гніздах L₂ для порівняння використовуються дані з пам'яті.

L₁&M У цьому режимі на дисплеї видні дві рефлектори.

L₁-M У цьому режимі помітна відмінність між двома рефлектограмами (рисунки 9-10).

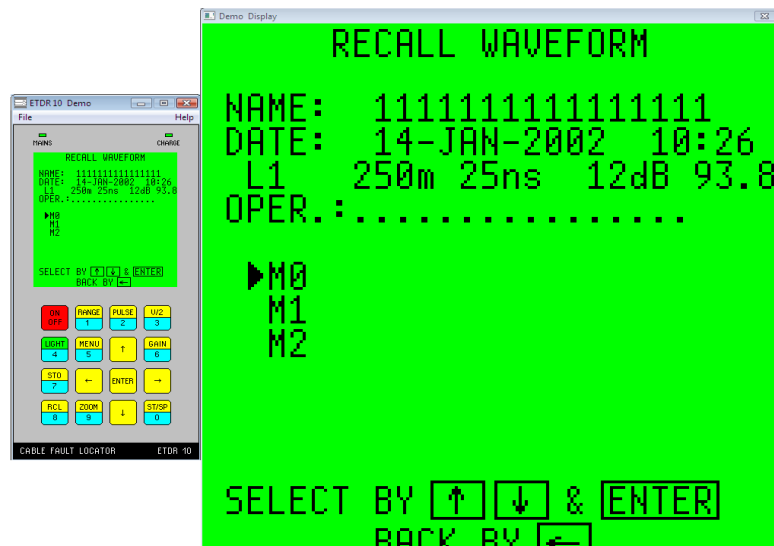


Рисунок 9 - Вигляд екрана ETDR 10 при виборі рефлектограми з пам'яті вимірювального пристрою в режимі порівняння з даними, записаними в пам'ять L₁&M та L₁-M

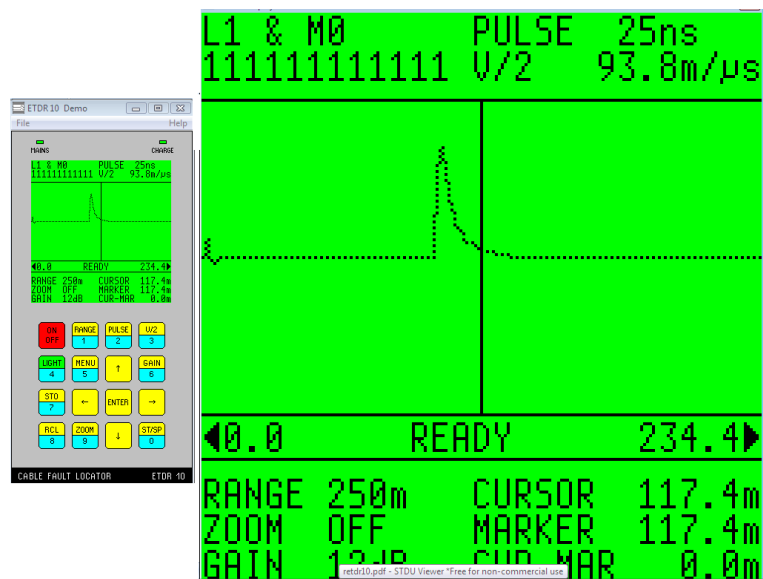


Рисунок 10 - Вигляд екрана ETDR 10 при виборі рефлектограми з пам'яті вимірювального пристрою в режимі порівняння з даними, записаними в пам'ять L₁&M та L₁-M

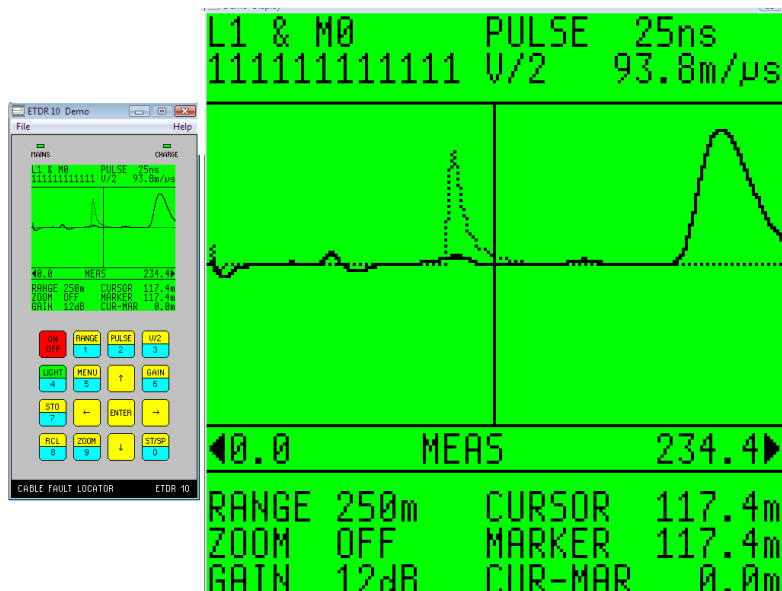



Рисунок 11 - Вигляд екрана ETDR 10 при виборі рефлектограми з пам'яті вимірювального пристрою в режимі порівняння з даними, записаними в пам'ять L₁&M

3.6.3.4 З'єднувачі

Основні види з'єднувачів наведені в таблиці 4.

Таблиця 4 - Основні види з'єднувачів ETDR 10

L ₁	Два гнізда 4 мм, використовувані для приєднання кабелю, що підлягає виміру.
L ₂	Два гнізда 4 мм, використовувані для приєднання другого кабелю.
RS232C	Дев'ятиконтактний з'єднувач для взаємодії із принтером або персональним комп'ютером.
	Коаксіальний з'єднувач 2,1/5,5 мм для приєднання зовнішнього адаптера на 12-16 В при живленні від мережі змінного струму.

3.6.3.5 Компонування дисплея

Зовнішній вигляд дисплея ETDR 10 при здійсненні вимірювань наведено на рисунку 12.

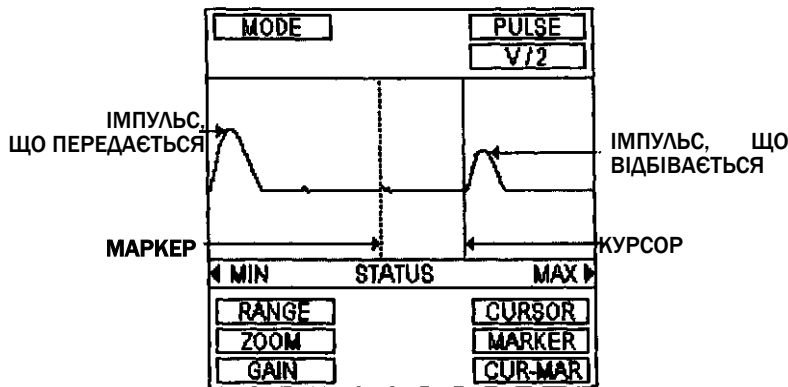


Рисунок 12 - Зовнішній вигляд дисплея ETDR 10 при здійсненні вимірювань

MODE	Показує обраний режим вимірювання.
PULSE	Показує обрану ширину імпульсу.
V/2	Показує швидкість поширення від 45 до 149.9 м/мкс.
MIN	Показує відстань, що відповідає лівому краю дисплея (нуль, якщо ZOOM [лупа] виключена).
MAX	Показує відстань, що відповідає правому краю дисплея (дорівнює діапазону, якщо ZOOM [лупа] виключена).
STATUS	Показує поточний робочий стан (ready [готовий], meas [вимірювання], wait [очікування], print [друк] та ін.).
RANGE	Показує номінальне значення діапазону вимірювання.
ZOOM	Показує величину розширення, якщо ZOOM [лупа] включена.
GAIN	Показує підсилення від 0 до 66 dB.
CURSOR	Показує положення курсора.
MARKER	Показує положення маркера.
CUR-MAR	Показує відстань між курсором і маркером.

3.6.4 Підготовка до роботи

3.6.4.1 Підготовка до роботи при першому використанні

Пристрій ETDR 10 поставляється з розрядженими батареями, які повинні бути заряджені до першого використання пристрою. Спосіб первинного заряджання такий:

1 Приєднайте адаптер змінного струму. Відсоток заряджання індикуюється світлодіодом 'MAINS'.

2 Увімкніть пристрій ETDR 10 за допомогою клавіші 'ON/OFF'. Після увімкнення пристрою виконується самоперевірка й з'являється перше зображення. Після цього з'являється інформація про акумуляторну батарею, що повідомляє, що інформація про заряджання акумулятора невідома й пропонує процес ініціалізації заряджання "INITIAL CHARGING PROCESS".

Процес ініціалізації заряджання триває три години, протягом цього процесу пристроєм користуватися не можна.

Процес ініціалізації заряджання починається натисканням клавіші 'ST/SP'.

На початку процес ініціалізації заряджання пристрій автоматично вимикається й миготливий світлодіод 'CHARGE' [заряд] показує, що йде заряджання.

При включенні пристрою в процесі заряду:

- може бути отримана інформація про актуальний рівень заряджання батареї;

- процес швидкого заряджання може бути перерваний натисканням клавіші ←. (У цьому випадку пристрій ETDR 10 переходить у режим автоматичного заряджання).

Наприкінці процесу первинного заряджання пристрій залишається вимкненим, а світлодіодний індикатор заряджання гасне.

3.6.4.2 Підготовка до роботи при регулярному користуванні

ОБЕРЕЖНО



Кабель, що підлягає випробуванню за допомогою пристрою ETDR10, повинен бути знеструмлений. У випадку кабелю під напругою повинен використовуватися **фільтр блокування мережі змінного струму** [Mains Blocking Filter].

Порядок виконання лабораторної роботи

- 1 Приєднайте кабель, що підлягає випробуванню, до гнізд L₁ і/або L₂ пристрою ETDR 10.
- 2 Увімкніть пристрій клавішею 'ON/OFF' і зачекайте, поки не з'явиться початкове зображення.
- 3 При натисканні будь-якої клавіші (крім 'RANGE') з'являється інформація про стан акумуляторної батареї, а через кілька секунд ГОЛОВНЕ МЕНЮ [MAIN MENU].

Тепер пристрій ETDR 10 готовий до використання.

3.6.4.3 Важлива інформація

Небезпека К.З.

Зовнішній контакт коннектора джерела живлення коаксіального виду пристрою позитивного полюса, тому при використанні автоаккумулятора пристрій не повинен торкатися корпусу автомобіля, тому що К.З. проб'є кабель.

Система захисту батареї.

З метою захисту батареї система захисту пристрою вимикає батарею, якщо її температура перевищить норму.

При відхиленні батареї пристрій не вмикається.

Захисна схема повертається у вихідний стан при підключенні зовнішнього джерела струму. Після цього пристрій ETDR 10 працює в нормальному режимі.

3.6.5 Настроювання для виконання вимірювань

Вибір режиму

Натиснути кнопку „МЕНЮ" (MENU), побачимо „головне меню". Друга сторінка з'являється при натисканні „МЕНЮ 2" (MENU 2) (рисунок 13).

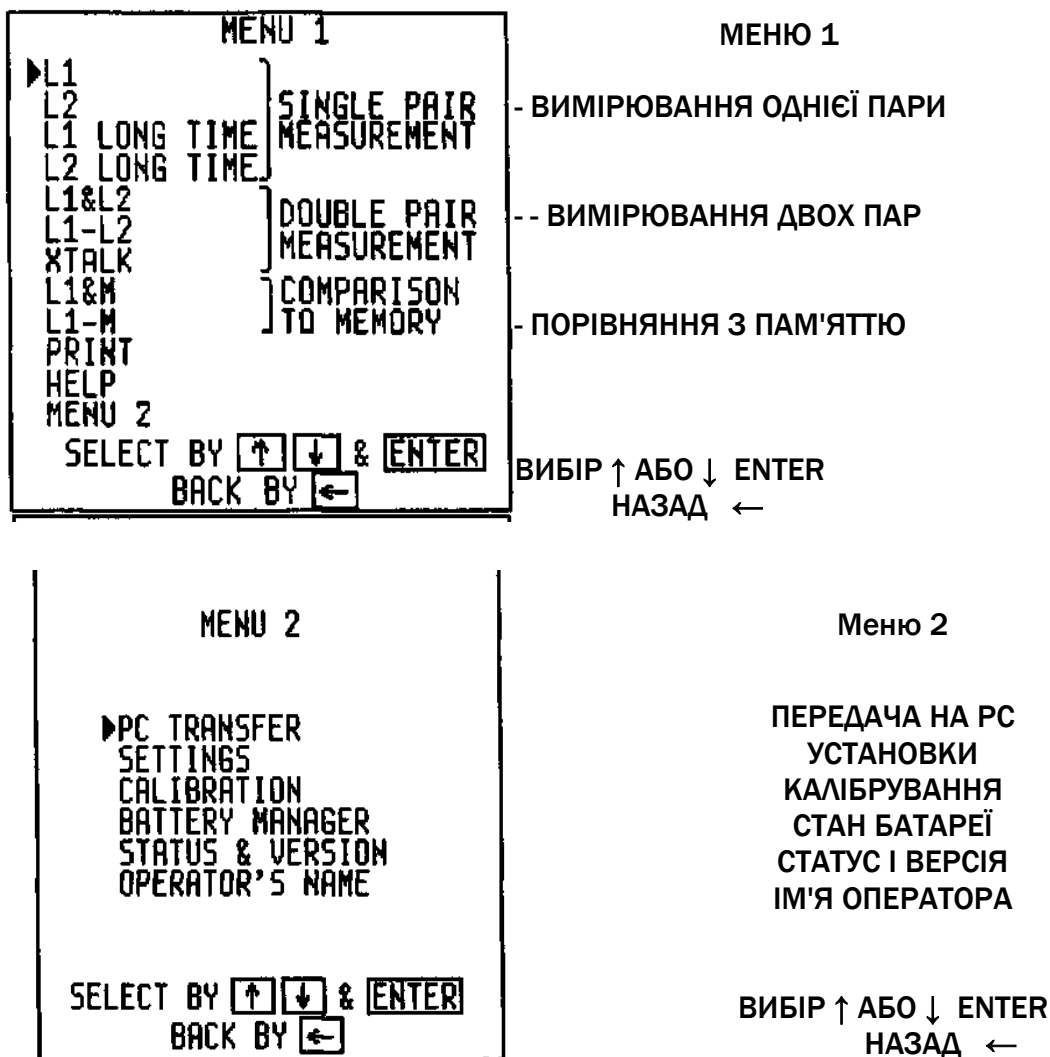


Рисунок 13 - Вигляд екрана пристрою ETDR 10 при виборі режиму роботи

Режим може бути обраний за допомогою відповідних клавіш, як показано в меню.

Установлення коефіцієнта швидкості поширення ($V/2$)

Визначення $V/2$ таке: швидкість поширення електромагнітної хвилі в кабелі, ділена на швидкість світла у вільному просторі. Швидкість поширення в кабелі залежить від діелектричної проникності (ϵ) ізоляції. У наступній таблиці (таблиця 5) подано типові значення $V/2$ для різних ізолюючих матеріалів.

Таблиця 5 - Типові значення $V/2$ для різних ізолюючих матеріалів

Тип кабелю	Ізоляція	Діаметр, мм	$V/2$, м/мкс	V , м/мкс
МКС	ХХХ	1,2	125	250
ТЗ	Папір	1,2	120	240
		0,9	112.5	225
		0,8	112.5	225
ТГ		0,7	110	220
		0,5	105	210
ТПЛ	Поліетилен	0,32	100	200

Якщо обирається один з режимів прямих вимірювань (L_1 , L_2 , $L_1\&L_2$, L_1-L_2 , XTALK), наступним кроком є установлення коефіцієнта швидкості, що відповідає кабелю, який підлягає випробуванню. (Якщо коефіцієнт швидкості не відомий, зверніться до розд. 5.2.).

Є два способи установлення:

Зміну відображеного значення $V/2$ за допомогою клавіш подано на рисунку 14.





$V/2$
ЗБІЛЬШЕННЯ  АБО  ЗМЕНШЕННЯ
ВВЕДЕННЯ  АБО  СКАСУВАННЯ

Рисунок 14 – Приклад зміни відображеного значення $V/2$

При втриманні клавіші збільшення або зменшення, значення $V/2$ спочатку змінюється повільно, потім більш швидко до досягнення межі.

Установлення коефіцієнта $V/2$ цифровими клавішами подано на рисунку 15.

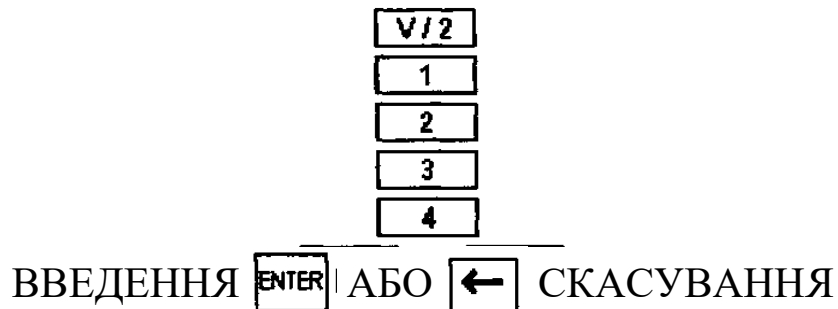


Рисунок 15 – Приклад установлення коефіцієнта $V/2$

Наприклад: $V/2 = 123.4$ м/мкс.

Як допомога користувачеві є 10 комірок пам'яті для збереження найбільш часто використовуваних значень $V/2$. Крім того, у пристрої ETDR 10 є заздалегідь запрограмовані значення $V/2$ для 10 найбільш типових типів кабелів.

Встановлення меж вимірів

Після встановлення значення $V/2$ наступним кроком є вибір найкоротшого діапазону, що охоплює повну довжину кабелю. Спосіб установлення показано на рисунку 16.

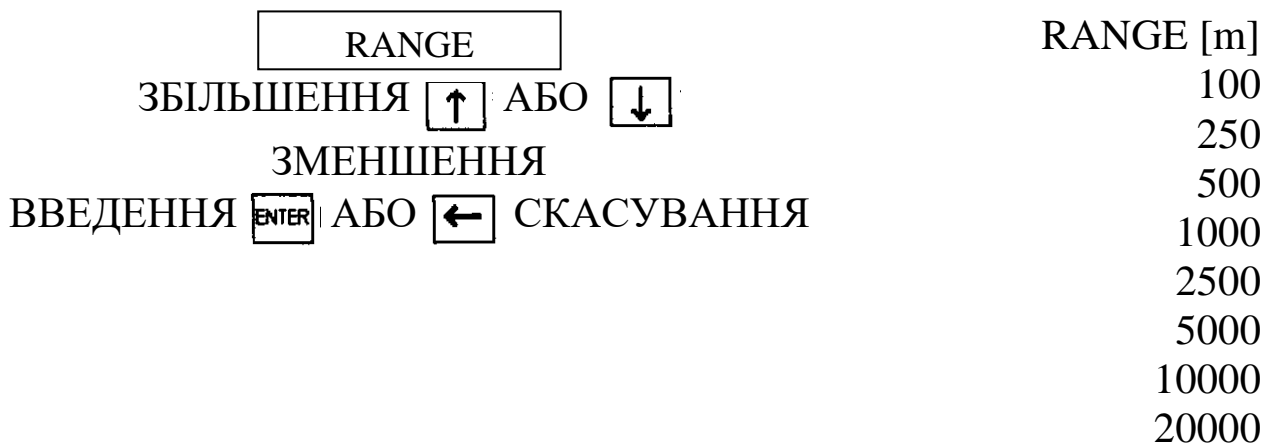


Рисунок 16 – Приклад зміни відображеного значення $V/2$

3.6.6 Перевірка одиночної пари

3.6.6.1 Етапи вимірювань

Після встановлення режиму й значення V/2 вимірювання може бути запущене шляхом натискання клавіші ST/SP. Вимірювання повторюється до повторного натискання клавіші старту.

- У режимі L₁ і L₂ на дисплеї видні результати останнього вимірювання. Для економії батареї вимірювання автоматично припиняється через 1 хв після запуску.
- При тривалих вимірюваннях L₁LT і L₂LT всі результати вимірювань видні на дисплеї, а також короточасні пошкодження.

У цьому режимі немає автоматичного вимикання.

Регулювання балансу

Використовуйте поворотний орган регулювання балансу з метою мінімізації імпульсу передачі на початку кривої. (У режимах XTALK і L₁L₂ регулювання балансу не діє).

Регулювання підсилення

Через загасання випробовуваного кабелю амплітуда відбитого імпульсу буде зменшуватися відповідно до відстані, у той час як параметр, що викликає відбиття, збільшується. Варто використовувати регулювання посилення, щоб зробити відбитий імпульс легко помітним.

Регулюйте підсилення, поки відбиття не буде ясно видно.

Спосіб встановлення подано на рисунку 17.

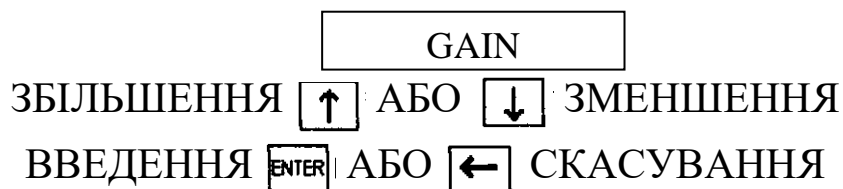


Рисунок 17 – Приклад регулювання підсилення

Підсилення (GAIN): від 0 до 66 dB кроками по 6 dB.

Встановлення ширини імпульсу передачі (додатково)

Ширина імпульсу автоматично змінюється залежно від вимірювального діапазону. Іноді у випадку великого загасання кабелю легше зчитувати показання при більш широкому імпульсі. Тому дається можливість зміни ширини імпульсу трьома щаблями (таблиця 6).

Спосіб встановлення подано на рисунку 18.

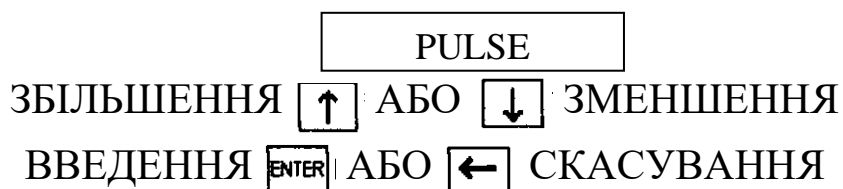


Рисунок 18 – Приклад встановлення ширини імпульсу передачі

Таблиця 6 – Значення ширини імпульсу в залежності від довжини вимірюваного кабелю

Вимір. діапазон, м	Ширина імпульсу, нс		
	За замовчуванням ↓ NARROW [вузька]	MEDIUM [середня]	WIDE [широка]
100	10	25	50
250	50	100	250
500	100	250	500
1000	250	500	1000
2500	250	500	1000
5000	500	1000	2500
10000	500	1000	2500
20000	1000	2500	5000

3.6.6.2 Оцінка рефлекторами

Зчитування відстані до місця несправності

Після припинення вимірювання пересуньте вертикальну лінію курсора за допомогою клавіш курсора до початкової точки відбитого імпульсу (рисунок 19).

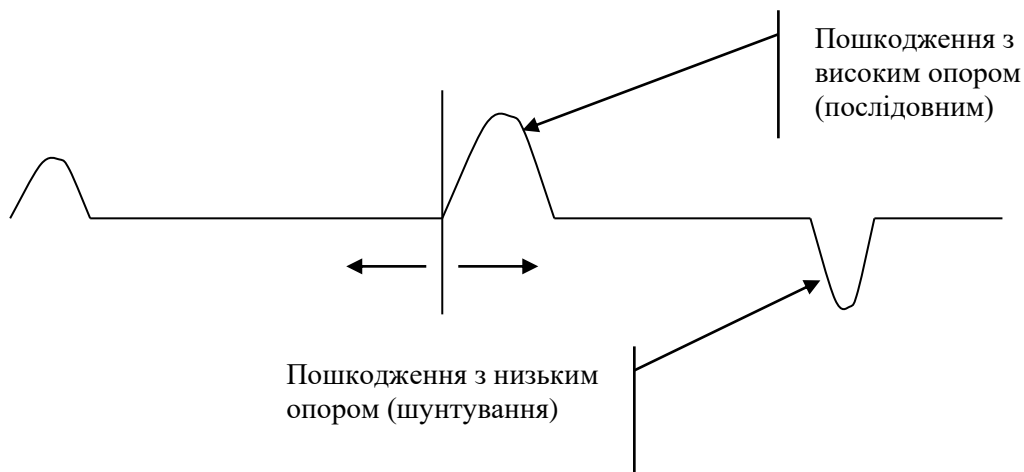


Рисунок 19 – Типова рефлектограма з пошкодженнями з високим і низьким опором

Поточне значення курсора показує відстань до місця пошкодження. Не забудьте відняти довжину вимірювального проводу.

Розширення кривої (ZOOM)

При використанні засобу ZOOM [лупа] криву навколо лінії курсора можна розглянути більш детально (таблиця 7). Величину розширення по горизонталі можна відрегулювати в такий спосіб (рисунок 20):

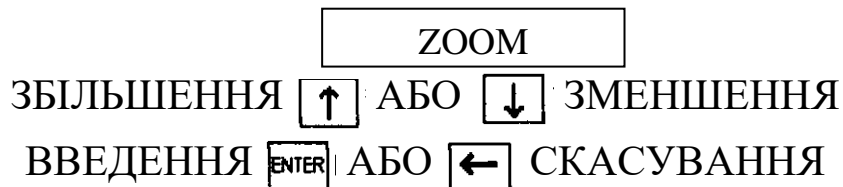


Рисунок 20 – Приклад розширення кривої на рефлектометрі ETDR 10

Таблиця 7 – Значення регулювання величини розширення по горизонталі

Значення ZOOM S	
1	(OFF)
1,25	5/4
1,66	5/3
2,5	5/2
5	5/1

Використання маркера

Маркер з'являється у вигляді вертикальної пунктирної лінії й може бути поміщений на вільно обрану точку осцилограми.

На екрані відображається положення маркера й курсора, а також істинна відстань від маркера до курсора.

Маркер може використовуватися для вимірювання відстані між будь-якими двома точками.

Пересуньте курсор до точки, від якої повинне виконуватися вимірювання (наприклад, відбиття від відомої точки або вставка кабелю іншого типу), і встановіть маркер натисканням ENTER.

Пересуньте курсор до точки, до якої повинне виконуватися вимірювання.

Відстань між ними можна прямо зчитати з дисплея.

3.6.7 *Визначення місць перехідних впливів*

Вимірювання

Одна з кабельних пар приєднується до гнізд L_1 , а інша - до гнізд L_2 . Вимірювальний (зондувальний) імпульс передається в L_1 , а відбиті приймаються на L_2 . Типовим використанням цього режиму є визначення місць розбитості пари й відновлення пар.

Етапи вимірів є тими ж, що й у режимах L_1 і L_2 (регулювання балансу не задіяне).

Оцінка рефлекторами

Для оцінки рефлектограм засоби CURSOR, MARKER і ZOOM можуть використовуватися так само, як при перевірці одиночної пари.

Типова рефлектограма місць розбитості пари й відновлення пар наведена на рисунку 21.

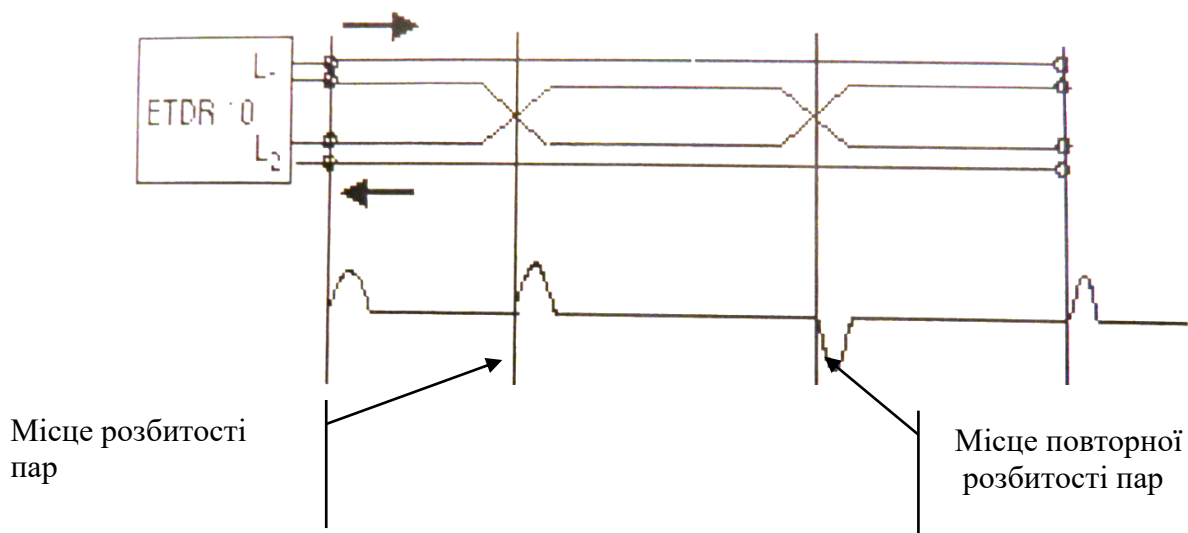


Рисунок 21 - Типова рефлектограма місць розбитості й відновлення пар

3.6.8 Порівняння двох пар

Порівняння використовується для визначення відмінності між відомим справним кабелем і несправним.

Є два методи для порівняння:

- 1) режим $L_1 \& L_2$;
- 2) режим $L_1 \& L_2$.

Розглянемо більш детально кожний з них.

Порівняння в режимі $L_1 \& L_2$

У режимі $L_1 \& L_2$ дві криві відображаються в той самий час, одна від L_1 , а інша від L_2 (від L_2 пунктиром).

Етапи вимірювання аналогічні режимам L_1 і L_2 .

Для оцінки двох рефлектограм доступними є засоби CURSOR, MARKER і ZOOM. За допомогою клавіш \uparrow і \downarrow рефлектограму L_2 можна пересувати по вертикалі.

Порівняння в режимі L_1-L_2

У даному режимі відображається різниця рефлектограм L_1 і L_2 . При використанні цього методу відбиття, викликані загальними характеристиками двох кабелів, можна відрізнити від відбиттів, викликаних несправностями кабелю.

Цей метод являє собою зручний спосіб для завершення знаходження місця несправності, тому що два однакових кабелі можна збалансувати один відносно іншого більш точно, ніж один кабель за внутрішнім органом регулювання балансу (регулювання балансу не задіяне).

Етапи вимірювання й оцінка рефлектограми є такими самими, як у режимі L_1 і L_2 .

3.6.9 Операції з пам'яттю запам'ятовування/виклику/видалення

3.6.9.1 Запам'ятовування

Натиснути кнопку 'STO', меню пропонує три можливості запам'ятовування (рисунок 22):

WAVEFORM (криві);

SETUP (запам'ятовування установок);

V/2 VALUE (запам'ятовування V/2).

STORAGE MENU				МЕНЮ ЗАПАМ'ЯТОВУВАННЯ			
▶ WAVEFORM SETUP U/2				▶ КРИВІ ЗАПАМ'ЯТОВУВАННЯ ВСТАНОВЛЕННЯ U/2			
SELECT BY	↑		↓	ВИБІР	↑		↓
STORE BY	ENTER			ЗАПАМ'ЯТОВУВАННЯ	ENTER		
DELETE BY	→			ВИДАЛЕННЯ	→		
BACK BY	←			НАЗАД	←		

Рисунок 22 – Зовнішній вигляд меню запам'ятовування на екрані пристрою

Оберіть потрібну опцію й натисніть 'ENTER'. Після натискання 'ENTER' з'являється така картинка (рисунок 23):


STORAGE NAME  LOCATION : M22		МЕНЮ ЗАПАМ'ЯТОВУВАННЯ НАЗВА/ІМ'Я МІСЦЕ	
SELECT POSITION BY	← →	ВИБРАТИ ПОЗИЦІЮ	← →
SELECT CHARACNER BY	↑ ↓	ВИБРАТИ ХАРАКТЕР	↑ ↓
STORE BY	ENTER	ЗАПАМ'ЯТАТИ	ENTE R
BACK BY	MENU	НАЗАД В МЕНЮ	MENU

Рисунок 23 – Відображення екрана вимірювального пристрою при зверненні до пам'яті

За допомогою кнопок на дисплеї можна дати ім'я результатам, що запам'ятовуються.

Дата виставляється автоматично. Макс. довжина імені -12 знаків.

Знаки вибираємо кнопками ↑↓, а позиції кнопками ← →.

Після запису імені натиснути 'ENTER'.

Примітки

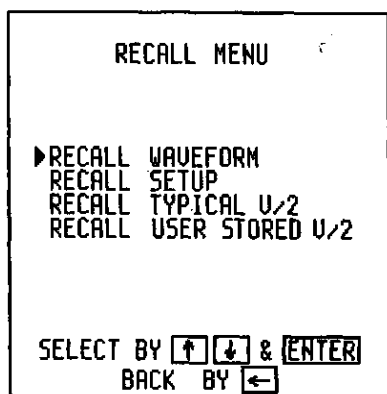
1 Результати у режимах L₁, L₂, L₁ LT, L₂ LT та XTALK можуть запам'ятовуватися і відтворюватися.

2 Основні параметри V/2, RANGE (ДІАПАЗОН), PULSE (ІИМП), GAIN (ПОСИЛЕННЯ), MODE (РЕЖИМ) запам'ятовуються разом з рефлектограмами.

3.6.9.2 Виклик з пам'яті.

Натиснути 'RCL' і з 'RECALL MENU' можна вибрати чотири опції (рисунки 24):

- 1 Виклик форми кривих (WAVEFORM).
- 2 Виклик установок (SETUP) ('RANGE' 'GAIN' 'V/2' 'PULSE').
- 3 Виклик типових V/2 (TYPICAL V/2).
- 4 Виклик запам'ятованих V/2 (USER STORED V/2).



ВИКЛИК З ПАМ'ЯТИ

ВИКЛИК ФОРМИ КРИВИХ
ВИКЛИК УСТАНОВОК
ВИКЛИК ТИПОВИХ V/2
ВИКЛИК ЗАПАМ'ЯТОВАНИХ
V/2

ВИБІР	↑ ↓ ТА ENTER
НАЗАД	←

Рисунок 24 – Відображення екрану вимірювального пристрою при виклику пам'яті

Вибрати бажану опцію натисканням кнопки „ENTER”, після чого з'являється одна з 4 картинок (рисунки 25):

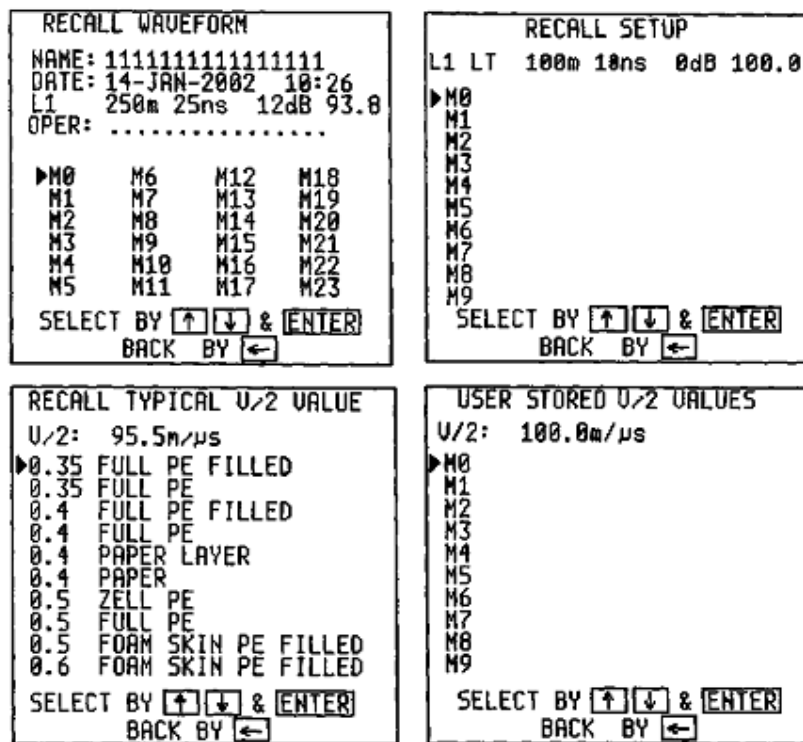


Рисунок 25 – Відображення екрана вимірювального пристрою при виборі опцій виклику пам'яті

За допомогою кнопок, зображених на екрані, необхідно викликати бажану криву (форму), установки або значення $V/2$.

Після виклику результату вимірів пам'ять відтворює встановлені параметри. На дисплеї з'являється номер комірки пам'яті, з якої викликаний результат. Номер комірки зникне, коли починається новий вимір або змінюється один з параметрів (крім ZOOM).

При виклику установок на дисплеї з'являться актуальні параметри й зникне існуюча крива.

3.6.9.3 Видалення даних з пам'яті

Натиснути 'STO', після чого з'являється STORAGE MENU (“меню запам'ятовування”).

Пристрій запропонує три можливості запам'ятовування (рисунок 26):

WAVEFORM (запам'ятовування кривих);

SETUP (запам'ятовування установок);

V/2 (запам'ятовування V/2).

STORAGE MENU			МЕНЮ ЗАПАМ'ЯТОВУВАННЯ		
▶ WAVEFORM SETUP U/2			▶ КРИВІ ЗАПАМ'ЯТОВУВАННЯ УСТАНОВЛЕННЯ U/2		
SELECT BY	↑	↓	ВИБІР	↑	↓
STORE BY	ENTER		ЗАПАМ'ЯТОВУВАННЯ	ENTER	
DELETE BY	→		ВИДАЛЕННЯ	→	
BACK BY	←		НАЗАД	←	

Рисунок 26 – Відображення екрана вимірювального пристрою при видаленні даних з пам'яті

Вибрати бажану можливість і натиснути кнопку →.

Після цього з'явиться одна із трьох картинок (рисунок 27):

```

DELETE WAVEFORM
NAME: 1111111111111111
DATE: 14-JAN-2002 10:26
L1 250m 25ns 12dB 93.8
OPER: .....

▶M0 M6 M12 M18
M1 M7 M13 M19
M2 M8 M14 M20
M3 M9 M15 M21
M4 M10 M16 M22
M5 M11 M17 M23
SELECT BY ↑↓ & ENTER
DELETE ALL BY →
BACK BY ←

```

```

DELETE SETUP
L1 LT 100m 10ns 0dB 100.0
▶M0
M1
M2
M3
M4
M5
M6
M7
M8
M9
SELECT BY ↑↓ & ENTER
DELETE ALL BY →
BACK BY ←

```

```

DELETE V/2 VALUE
V/2: 100.0m/μs
▶M0

SELECT BY ↑ ↓ & ENTER
DELETE ALL BY →
BACK BY ←

```

Рисунок 27 – Відображення екрана вимірювального пристрою при трьох можливостях запам'ятовування

Використовуючи відповідні кнопки, можна зтерти дані, що запам'ятовуються, або їхню цілу групу.

З метою безпеки перед стиранням з пам'яті даних пристрій просить підтвердження. За допомогою кнопки "ENTER" дані стираються (рисунок 28).

<pre> DELETE SELECTED V/2 VALUE ? YES: ENTER NO: ← </pre>	<p>Рисунок 28 – Відображення екрана вимірювального пристрою перед стиранням з пам'яті даних</p>
--	---

3.6.10 Порівняння з даними з пам'яті

Рефлектограми, збережені в пам'яті, можна використовувати для порівняння того самого кабелю до й після критичного періоду або проведення ремонту. Збережену в пам'яті й тільки що отриману рефлектограму можна порівняти, якщо основні параметри є однаковими. Якщо основні параметри зберігаються разом з рефлектограмою, то такий вимір повинний виконуватися зі збереженими в пам'яті установками. (V/2, RANGE [діапазон], PULSE WIDTH [ширина імпульсу], GAIN [посилення]).

Тому в даному режимі органи керування згаданих параметрів не задіяні. Є два методи порівняння:

- режим L₁&M;
- режим L₁-M.

Порівняння в режимі L₁&M

У режимі L₁&M збережена в пам'яті й тільки що отримана рефлектограма відображаються разом (збережена рефлектограма пунктиром).

Етапи вимірів такі:

1) викличте ГОЛОВНЕ МЕНЮ [MAIN MENU] за допомогою клавіші 'MENU' і виберіть режим L₁&M. З'являється перелік збережених рефлекторам;

2) виберіть комірку пам'яті, що містить збережену рефлектограму, що повинна використовуватися для порівняння;

3) запустіть вимірювання клавішею ST/SP.

Засоби CURSOR, MARKER і ZOOM можуть використовуватися так само, як при перевірці одиночної пари.

Положення збереженої рефлектограми можна пересувати по вертикалі за допомогою клавіш ↑ та ↓.

Порівняння в режимі L₁-M

У режимі L₁-M відображається видмынність тільки що отриманої й збереженої осцилограми.

Етапи вимірів такі:

- викличте ГОЛОВНЕ МЕНЮ [MAIN MENU] за допомогою клавіші 'MENU' і виберіть режим L₁-M. З'являється перелік збережених рефлекторам;
- виберіть комірку пам'яті, що містить збережену рефлектограму, що повинна використовуватися для порівняння;
- запустіть вимірювання клавішею ST/SP.

Засоби CURSOR, MARKER і ZOOM можуть використовуватися так само, як при перевірці одиночної пари, але клавіші зрушення по вертикалі (↑ та ↓) не задіяні.

3.6.11 Засіб управління батареєю

3.6.11.1 Режими заряджання батареї

Ресурс акумуляторної батареї залежить від правильності проведення заряджання й розряджання. **НЕ ЗАРЯДЖАЙТЕ БАТАРЕЮ ПРИ ТЕМПЕРАТУРІ НАВКОЛИШНЬОГО ПОВІТРЯ НИЖЧЕ +5°C АБО ВИЩЕ +45° С.**

Виробники звичайно поставляють батареї у розрядженому стані. Повна ємність може бути для них досягнута після двох або трьох повторених циклів заряджання й розряджання. Під час звичайного використання пристрою ETDR 10 батарею варто іноді розряджати до досягнення номінального значення заряджання. Пристрій ETDR 10 забезпечується пристроєм автоматичного заряджання-розряджання, що управляється процесором, і пропонує три способи на вибір:

- нормальне заряджання;
- швидке заряджання;
- процес заряджання, що регенерує.

Нормальне заряджання (макс. 14 годин)

Під час процесу заряджання пристроєм можна користуватися. Коли до пристрою приєднаний адаптер мережі змінного струму, батареї автоматично заряджаються при малому струмі заряду. Світлодіодний індикатор 'CHARGE' [заряд] горить, поки виконується процес заряджання.

Коли здійснене повне зарядження, зарядний пристрій автоматично вимикається, а світлодіодний індикатор гасне.

При швидкому заряджанні відносно більшим струмом пристрій автоматично вимикається. Світлодіодний індикатор зарядання миготить, поки йде процес заряду. Коли здійснене повне зарядження, зарядний пристрій автоматично вимикається, світлодіодний індикатор гасне, а пристрій залишається у вимкненому стані. При ввимкненні пристрою під час заряду:

- може бути отримана інформація про поточний рівень зарядання батареї й час зарядання, що залишається;
- процес може бути перерваний натисканням клавіші ← (в цьому випадку пристрій ETDR 10 переходить до автоматичного режиму зарядження.)

Процес зарядження, що регенерує (макс. п'ять годин)

Пристрій не можна використовувати під час цих двох фаз зарядження. Спочатку батарея розряджається (макс. дві години), а потім швидко заряджається (макс. три години).

Під час першої фази включається індикація 'discharge' [розряд].

На початку другої фази пристрій автоматично вимикається, а світлодіодний індикатор зарядження миготить.

При ввимкненні пристрою під час зарядження:

- може бути отримана інформація про поточний рівень зарядження батареї й час зарядження, що залишається;
- процес може бути перерваний натисканням клавіші ← (в цьому випадку пристрій ETDR 10 (додаток А) переходить до автоматичного режиму зарядження.)

Наприкінці процесу світлодіодний індикатор гасне, а пристрій залишається у вимкненому стані.

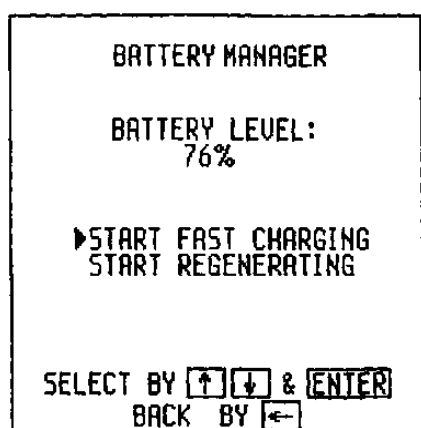
ЩОБ МАКСИМІЗУВАТИ РЕСУРС БАТАРЕЇ, ПРОЦЕС ЗАРЯДУ, ЩО РЕГЕНЕРУЄ, РЕКОМЕНДУЄТЬСЯ ПРОВОДИТИ ЩОМІСЯЦЯ.

3.6.11.2 Вибір режиму заряджання

За замовчуванням виконується автоматичний режим заряджання. Два інших режими заряджання можна вибрати й запустити в допоміжному меню 'BATTERY MANAGER'. Спосіб вибору такий:

1) натисніть клавішу 'MENU' і виберіть 'BATTERY MANAGER';

2) натисніть клавішу 'ENTER' і тоді з'явиться таке зображення (рисунок 29):



СПОСІБ УПРАВЛІННЯ БАТАРЕЄЮ

РІВЕНЬ БАТАРЕЇ
76%

ПОЧАТИ ШВИДКЕ ЗАРЯДЖАННЯ
ПОЧАТИ РЕГЕНЕРАЦІЮ

ВИБІР	↑ ↓ ТА ENTER
НАЗАД	←

Рисунок 29 – Відображення екрана вимірювального пристрою при виборі режиму заряджання

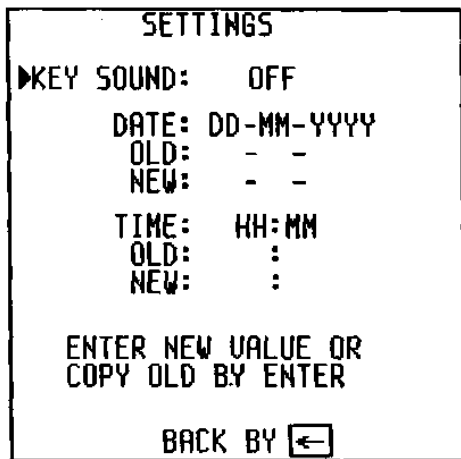
Режим заряду можна вибрати й запустити за допомогою відповідних клавіш.

3.6.12 Установки

Натиснути кнопку меню ('MENU') вибрати опцію меню 2 ('MENU 2'). У меню 2 вибрати опцію 'SETTINGS' установлення й натиснути кнопку 'ENTER'. З'являється така картинка (рисунок 30):

Заповніть дату й час за допомогою кнопок дисплея.

Звук при натисненні кнопок можна відключити.



УСТАНОВКИ

ЗВУК ПРИ НАТИСКАННІ КНОПКИ: ВИКЛ.

ДАТА:
СТАРИЙ:
НОВИЙ:

ЧАС:
СТАРИЙ:
НОВИЙ:

УВЕСТИ НОВЕ ЗНАЧЕННЯ АБО
СКОПЮВАТИ СТАРЕ КНОПКОЮ ENTER

НАЗАД ←

Рисунок 30 – Відображення екрана вимірювального пристрою при виборі опції 'SETTINGS' устанавлення

3.6.13 Програмне забезпечення (ПЗ) для передачі даних

За допомогою цього ПЗ можлива:

- архівація кривих рефлектограм в PC;
- перенесення рефлектограм із PC в ETDR 10;
- ETDR 10 можна управляти за допомогою комп'ютера.

Здійснення передачі даних:

- З'єднати ETDR 10 з PC;
- натиснути кнопку меню ('MENU') і вибрати опцію меню 2 ('MENU 2'), нажати ENTER;
- У розділі меню 2 вибрати PC TRANSFER і нажати ENTER. PC бере на себе функцію керування пристроєм.

Комп'ютерна програма містить кроки дистанційного керування й передачі даних;

- при натисканні кнопки → можливо повернутись до місцевого керування.

3.6.14 Друк зображення екрана

Коли крива відображається на екрані, може бути виконане друкування зображення екрана.

Є комплект принтера, що містить кабель (тип EPR 42 S). Пристрій ETDR 10 програмується для цього принтера.

Процедура роздрукування:

- 1) з'єднайте пристрій ETDR 10 із принтером;
- 2) одержіть необхідну криву й зупиніть вимірювання;
- 3) натисніть клавішу 'MENU';
- 4) виберіть варіант 'PRINT';
- 5) натисніть 'ENTER'.

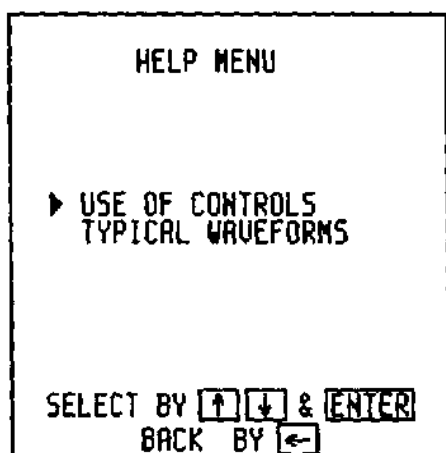
Слово 'PRINTING' [роздрукування] буде відображатися, поки дані завантажуються в принтер.

3.6.15 Засіб допомоги

Пристрій ETDR 10 пропонує користувачеві потужний засіб допомоги. Допомога (довідка) [HELP] може бути доступною, коли не йде вимірювання.

Доступ до засобу допомоги:

- 1) зупиніть вимірювання (якщо він здійснюється);
- 2) натисніть клавішу 'MENU' і, коли з'явиться ГОЛОВНЕ МЕНЮ [MAIN MENU], виберіть варіант 'HELP';
- 3) при натисненні клавіші 'ENTER' з'являється ГОЛОВНЕ МЕНЮ ДОПОМОГИ [MAIN HELP MENU] (рисунок 31).



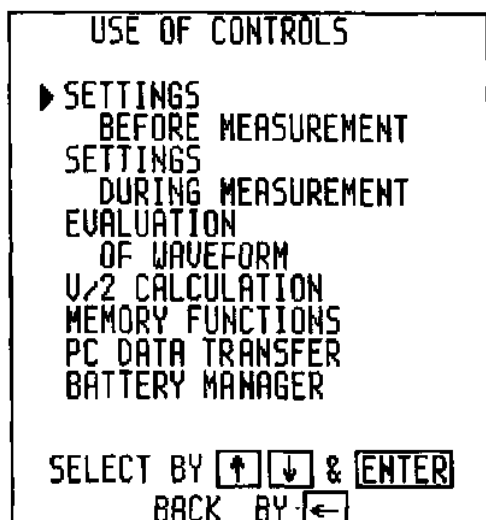
ГОЛОВНЕ МЕНЮ ДОПОМОГИ

ПАНЕЛЬ УПРАВЛІННЯ
ТИПОВІ РЕФЛЕКТОГРАММИ

ВИБІР	↑ ↓ TA ENTER
НАЗАД	←

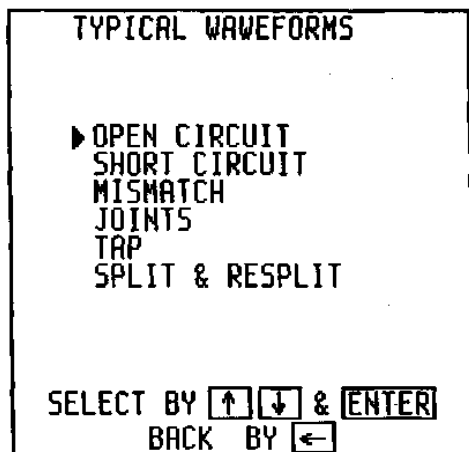
Рисунок 31 – Відображення головного меню допомоги на екрані вимірювального пристрою

Бажана тема може бути обрана з таких розділів меню (рисунок 32):



ПАНЕЛЬ УПРАВЛІННЯ

УСТАНОВКИ ДО ВИМІРЮВАННЯ
УСТАНОВКИ У ПРОЦЕСІ ВИМІРЮВАННЯ
ВИМІР У РЕФЛЕКТОГРАМІ
РОЗРАХУНОК V/2
ФУНКЦІЯ ПАМ'ЯТІ
ПЕРЕДАЧА ДАНИХ
СТАН БАТАРЕЇ



ТИПОВІ РЕФЛЕКТОГРАМИ

ОБРИВ
КОРОТКЕ ЗАМИКАННЯ
РОЗУЗГОДЖЕННЯ
СПАЙКИ
ВІДВЕДЕННЯ
РОЗБИТІСТЬ ПАР

Рисунок 32 – Відображення вибору розділів з головного меню допомоги на екрані вимірювального пристрою

Вихід з вікна HELP.

При натисканні клавіші ST/SP пристрій ETDR 10 повернеться в стан, у якому він був до виклику допомоги.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 ГОСТ 15845-80. Изделия кабельные. Термины и определения. Издание официальное. – М.: Государственный комитет по стандартам СССР, 1980 - 27 с.

2 ГОСТ 27893-88. Кабели связи. Методы испытаний. Издание официальное. Межгосударственный стандарт. – М.: СТАНДАРТИНФОРМ, 2010 - 26 с.

3 Бакланов И.Г. Технологии измерений в современных телекоммуникациях. – М.: Эко-трендз, 1998. – 139 с.

4 Бакланов И.Г. Методы измерений в системах связи. – М.: Эко-трендз, 1999. – 195 с.

5 Смирнов И.Г. Структурированные кабельные системы. – М.: Эко-трендз, 1998. – 178 с.

6 Инструкция по эксплуатации рефлектометра ETDR10 ELEKTRONIKA.

Додаток А

ПОСІБНИК ДО ЗАСТОСУВАННЯ ETDR 10

А.1 Загальні вказівки

Відбиття можна поділити на дві групи:

- регулярні відбиття;
- відбиття за рахунок пошкоджень (нерегулярні відбиття).

1 Регулярні відбиття

Навіть у гарних парах можуть виникати відбиття, викликані регулярними неоднорідностями, такими як спайки або вставка кабелю іншого типу.

2 Відбиття за рахунок пошкоджень

В пошкодженій парі виникають регулярні відбиття й, крім того, відбиття за рахунок пошкоджень. Через втрати внаслідок загасання відбиття за рахунок пошкоджень у кабелі великої довжини може бути менше, ніж регулярне відбиття від найближчого кінця.

Для поділу регулярних і нерегулярних відбиттів найбільш придатним методом є порівняння між відомим хорошим і ушкодженим кабелем.

При використанні методу 'L₁-L₂' регулярні відбиття, викликані загальними характеристиками двох пар, будуть подавлені, а відбиття залишаться незмінними.

У телефонних кабелях є численні пари проводів. Фізична довжина пар залежить від їхнього положення в кабелі. Довжина пар збільшується для кожного шару по напрямку від центра. Фізична довжина пар може бути більше, ніж довжина кабелю. Швидкість поширення ($\sqrt{2}$) виявляється різною для різних шарів. Тому у випадку порівняльних випробувань дві порівнювані пари повинні бути з одного шару.

Якщо є більше одного пошкодження, від першого може відбиватися така більша частина енергії імпульсу, що наступне пошкодження може бути не видно. Тому після визначення місця першого пошкодження і його відсікання ділянка кабелю після пошкодження повинна бути перевірена знову.

А.2 Типові рефлектори

Холостий хід (пошкодження з послідовним опором)

Відбиття являє собою позитивний імпульс (спрямований нагору). Немає відбитого імпульсу від далекого кінця (рисунок А1).

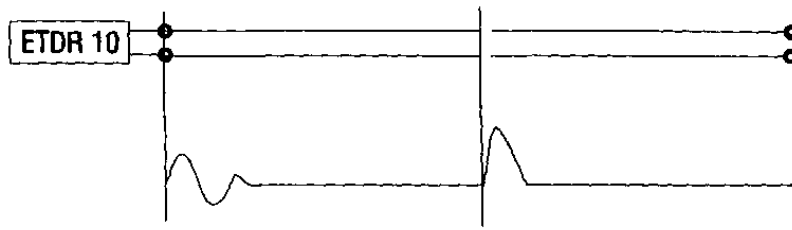


Рисунок А.1 – Відображення на екрані вимірювального пристрою пошкодження з послідовним опором

Коротке замикання (пошкодження із шунтувальним опором)

Відбиття являє собою негативний імпульс (спрямований вниз). Немає відбитого імпульсу від далекого кінця (рисунок А.2).

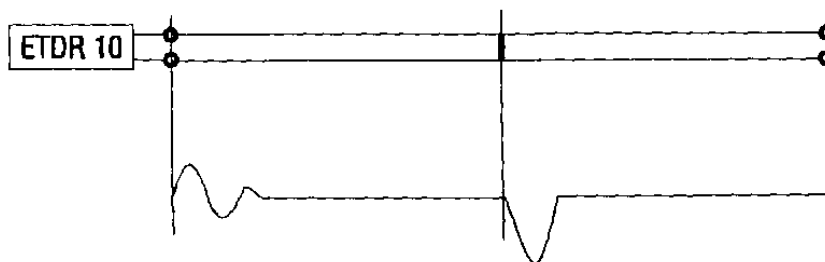


Рисунок А.2 – Відображення на екрані вимірювального пристрою пошкодження із шунтувальним опором

Вставка кабелю іншого типу (неузгодженість)

Амплітуда відбитих імпульсів визначається ступенем змін опору (рисунок А.3).

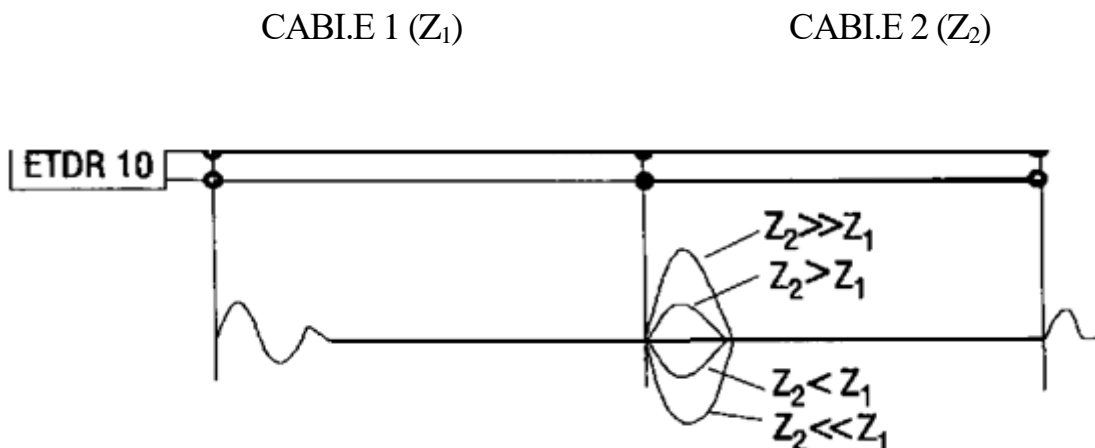


Рисунок А.3 – Відображення на екрані вимірювального пристрою при неузгодженості

Спайки (зрощування)

Спайки викликають відбиття форми 'S' (рисунок А.4).

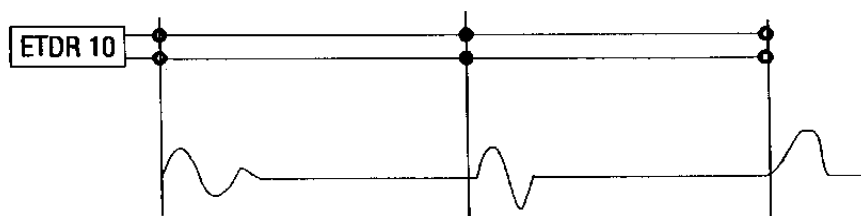


Рисунок А.4 – Відображення на екрані вимірювального пристрою зрощувань (спайок)

Відводи (Т-подібні спайки)

Відвод викликає два імпульси. Один - від початку, а інший - від кінця відводу (рисунок А.5).

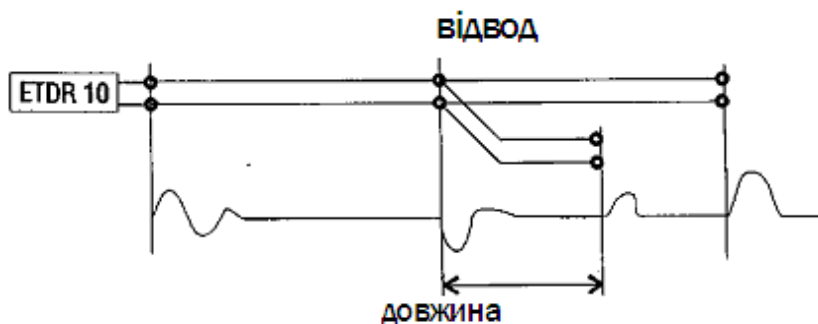


Рисунок А.5 – Відображення на екрані вимірювального пристрою відводів

Якщо у випробовуваній парі відводи є в багатьох точках, пошук несправності може бути утруднений. У цьому випадку випробування повинне виконуватися послідовно, шляхом просування від відводу до відводу.

Місця розбитості пари й відновлення пар

Місця розбитості пари й відновлення пар викликають перехідні впливи (рисунок А.6).

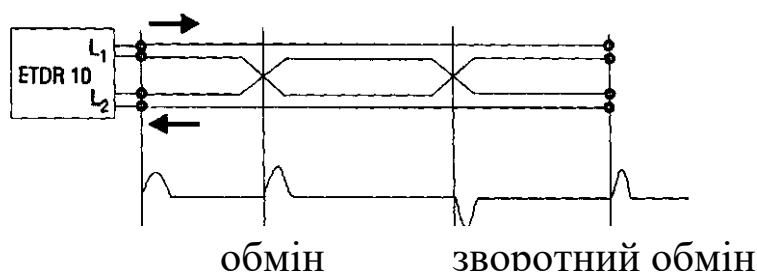


Рисунок А.6 – Відображення на екрані вимірювального пристрою місця розбитості пари й відновлення пар

Пупинівські котушки

Пупинівська котушка викликає позитивний відбитий імпульс (спрямований нагору). Рефлектометри звичайно не можуть "бачити" за першою пупинівською котушкою. Для знаходження пошкодження за пупинівською котушкою пристрій ETDR 10 варто приєднати до іншої точки після котушки (рисунок А.7).

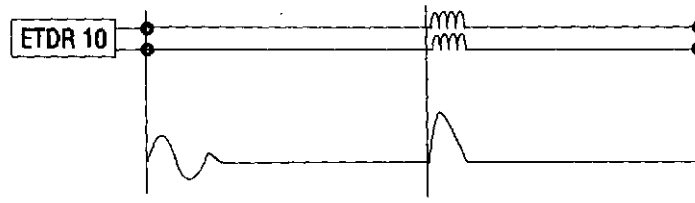


Рисунок А.7 – Відображення на екрані вимірювального пристрою Пупинівських котушок

Ємнісна схема

Відбитий імпульс - негативний (спрямований нагору) (рисунок А.8).

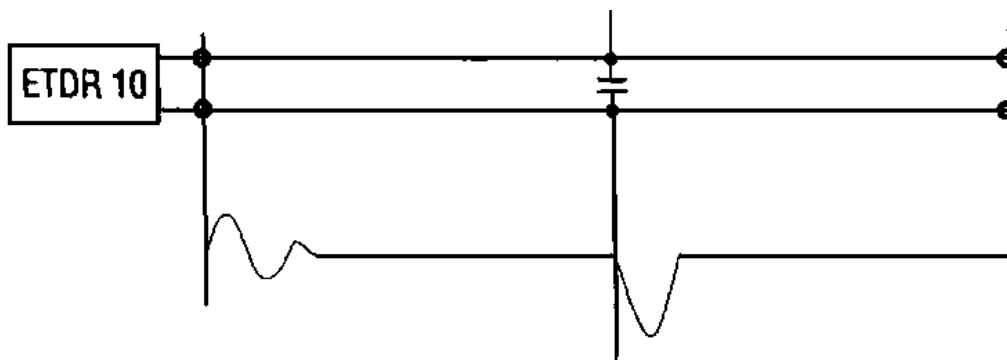


Рисунок А.8 – Відображення на екрані вимірювального пристрою при реалізації ємнісної схеми

А.2.1 Волога ділянка

Наявність води викликає збільшення ємності й тому є два імпульси. Один - від початку, а інший - від кінця вологої ділянки (рисунок А.9).

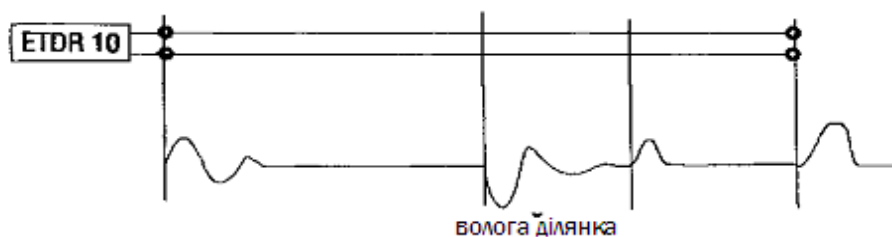


Рисунок А.9 – Відображення на екрані вимірювального пристрою при вологій ділянці

Пошкодження оболонки

Якщо порушено цілісність металеві оболонки кабелю, може бути визначене місце порушення (рисунок А.10).

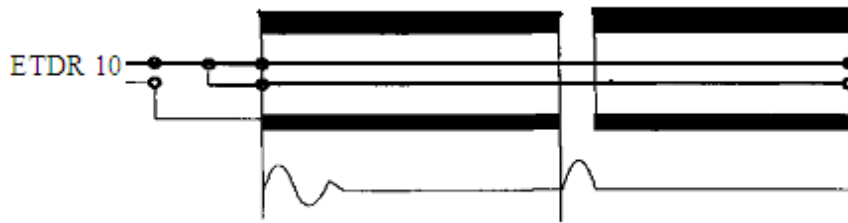


Рисунок А.10 – Відображення на екрані вимірювального пристрою при порушенні цілісності металеві оболонки кабелю

Щоб визначити місце порушення екранування, вимірювальні кабелі варто приєднати до оболонки, що екранує, і якомога більшої кількості проводів.

А.3 Як одержати невідомий $V/2$

Визначення $V/2$, якщо відома довжина траси

Значення $V/2$ можна визначити, якщо:

- відома довжина кабелю або
- є відстань до відомої точки (наприклад, сполучної муфти, вставки кабелю й т.п.) або
- є зразок того ж кабелю відомої довжини або
- відома відстань між двома точками.

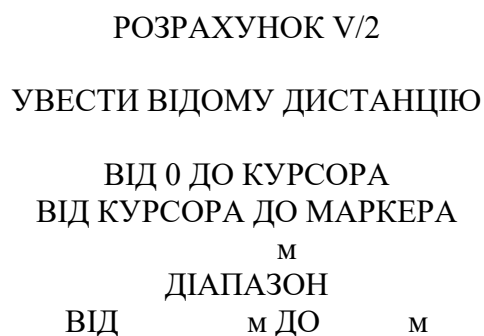
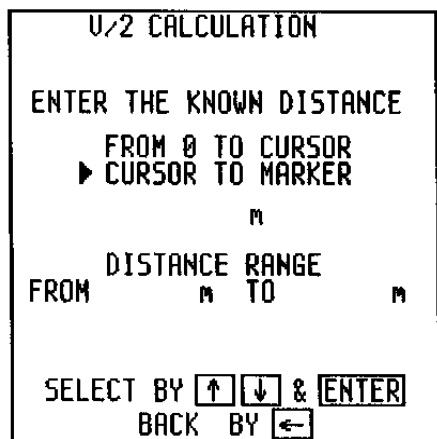
Спосіб визначення, коли є довжина кабелю або відстань до відомої точки:

1) приєднайте кабель до гнізд L_1 і одержіть рефлектограму в режимі L_1 , установивши необхідний діапазон вимірювання й значення $V/2$ близько 100 м/мкс;

2) помістіть курсор у початкову точку імпульсу, відбитого від відомого місця. Відображене положення курсора повинне відрізнятися від відстані до відомої точки;

3) натисніть клавішу V/2;

4) натисніть клавішу → і з'явиться меню розрахунку V/2 (рисунок А.11).



ВИБІР	↑ ↓ TA ENTER
НАЗАД	←

Рисунок А.11 - Зовнішній вигляд екрана вимірювального пристрою з меню розрахунку V/2

Виберіть варіант 'FROM Ø TO CURSOR' [від затискача до курсора]. За допомогою цифрових клавіш надрукуйте відому відстань (варто додати довжину сполучного кабелю). Припустимі межі відстані індиціюються на екрані. При натисканні клавіші ENTER відповідне значення V/2 установиться автоматично.

Спосіб визначення, коли відома відстань між двома точками:

1) приєднайте кабель до гнізд L₁ і одержіть рефлектограму в режимі L₁, установивши необхідний діапазон вимірювання й значення V/2 близько 100 м/мкс;

2) помістіть курсор у початкову точку імпульсу, відбитого від першої відомої точки, й установіть маркер натисканням клавіші ENTER;

- 3) помістіть курсор у початкову точку імпульсу, відбитого від другої відомої точки;
- 4) натисніть клавішу $V/2$;
- 5) натисніть клавішу \rightarrow і з'явиться меню розрахунку $V/2$ (рисунок 45);
- 6) виберіть варіант 'CURSOR TE MARKER' [від курсор до маркера];
- 7) за допомогою цифрових клавіш визначте відстань між двома точками (припустимі межі відстані індицуються на екрані);
- 8) при натисканні клавіші ENTER відповідне значення $V/2$ установиться автоматично;

Після проведення вимірювань за допомогою рефлектометра ETDR 10 проаналізувати отриману рефлектограму з метою визначення технічного стану електричного кабелю.