

Анализаторы абонентских линий Tempo.

Рекомендации по применению.



Введение

Что такое Тетро?

Коммуникационная компания Тетро разрабатывает, производит и продает тестовое и измерительное оборудование для телекоммуникационной индустрии. Штаб-квартира компании Тетро находится в городе Виста, Калифорния, США (Vista, CA). Компания работает во многих странах по всему миру. Компания Тетро представляет гибкую, инновационную технологию тестирования абонентской кабельной сети и проведения соответствующих измерений.

Что включено в данное Руководство?

Для эффективного поиска и устранения неисправностей металлических кабелей, которые используются в телефонной абонентской кабельной сети, вам необходимо понять, какие приборы и для выполнения каких работ подходят лучше всего. И как использовать эти приборы наиболее эффективно. Данное Руководство призвано познакомить вас с различными методиками тестирования, которые применяются на абонентской кабельной сети, используемой для предоставления как аналоговых, так и цифровых услуг. Это позволит вам легко и быстро идентифицировать все повреждения и точно определить их местоположение.



Содержание

| | |
|--|----|
| Введение | 2 |
| Глава 1: Преимущества TestWizard™ | 6 |
| Введение..... | 6 |
| Идентификация..... | 6 |
| Оценка пригодности..... | 8 |
| Поиск места неисправности..... | 9 |
| TDR TestWizard (TestWizard для рефлектометра)..... | 10 |
| Заключение..... | 11 |
| Глава 2: Структура телефонного кабеля | 12 |
| Введение..... | 12 |
| Диаметры жил кабеля..... | 12 |
| Типы кабелей..... | 12 |
| Витые пары..... | 12 |
| Экран..... | 14 |
| Оболочка..... | 14 |
| Скорость распространения сигнала (V_p)..... | 14 |
| Заключение..... | 15 |
| Глава 3: Измерение активной пары | 16 |
| Введение..... | 16 |
| Напряжение постоянного тока..... | 16 |
| Ток в шлейфе..... | 17 |
| Пупиновские катушки..... | 18 |
| Продольная асимметрия..... | 19 |
| Характеристики передачи..... | 20 |
| Заключение..... | 21 |
| Глава 4: Неисправности емкостного характера | 23 |
| Введение..... | 23 |
| Емкость..... | 23 |
| Полный обрыв..... | 23 |
| Частичные обрывы..... | 24 |
| Заключение..... | 26 |
| Глава 5: Неисправности резистивного характера | 27 |
| Введение..... | 27 |
| Сопротивление..... | 27 |
| Полное короткое замыкание..... | 29 |
| Низкоомное короткое замыкание..... | 31 |
| Высокоомное короткое замыкание..... | 34 |
| Подсчет пупиновских катушек..... | 36 |
| Заключение..... | 37 |
| Глава 6: Пупиновские катушки | 38 |
| Введение..... | 38 |
| Подсчет количества пупиновских катушек..... | 39 |
| Поиск места установки пупиновских катушек..... | 39 |



| | |
|---|-----------|
| Заключение..... | 41 |
| Глава 7: Кабельные отводы и параллельные кабели..... | 42 |
| Введение..... | 42 |
| Проблемы, связанные с параллельными кабелями..... | 42 |
| Поиск места подключения параллельного кабеля..... | 42 |
| Заключение..... | 45 |
| Глава 8: Перепутанные пары..... | 46 |
| Введение..... | 46 |
| Причины и симптомы..... | 46 |
| Поиск места неисправности..... | 46 |
| Режим измерения перекрестных помех (Crosstalk Mode)..... | 47 |
| Режим сравнения пар (Pair Comparison Mode)..... | 47 |
| Заключение..... | 48 |
| Глава 9: Вызывной звонок..... | 49 |
| Введение..... | 49 |
| REN..... | 49 |
| Заключение..... | 50 |
| Глава 10: Вода в кабеле..... | 52 |
| Введение..... | 52 |
| Поиск места замокания кабеля..... | 52 |
| Заключение..... | 55 |
| Глава 11: Непостоянные повреждения..... | 56 |
| Введение..... | 56 |
| Пример..... | 56 |
| Поиск точного места повреждения..... | 57 |
| Заключение..... | 58 |
| Глава 12: Характеристики передачи..... | 60 |
| Введение..... | 60 |
| Затухание сигнала..... | 60 |
| Шумы..... | 60 |
| Влияние систем электропитания..... | 61 |
| Расчетная асимметрия..... | 62 |
| Продольная асимметрия..... | 63 |
| Анализ неравномерности амплитудно-частотной характеристики (Slope)..... | 64 |
| Заключение..... | 65 |
| Глава 13: Определение неизвестной скорости распространения (Vp)..... | 67 |
| Введение..... | 67 |
| Неизвестный тип кабеля..... | 67 |
| Заключение..... | 70 |
| Глава 14: Влияние параметров кабеля на дальность действия рефлектометра (TDR)... | 71 |
| Введение..... | 71 |
| Состояние кабеля..... | 71 |
| Диаметр жил кабеля..... | 71 |



| | |
|--|-----------|
| Настройка рефлектометра..... | 71 |
| Заключение..... | 72 |
| Глава 15: Пределы измерения рефлектометра..... | 74 |
| Введение..... | 74 |
| Факторы, влияющие на пределы измерения, связанные с самим рефлектометром..... | 74 |
| Факторы, влияющие на пределы измерения, связанные с кабелем..... | 75 |
| Пример тестирования кабеля, имеющего большую длину..... | 75 |
| Заключение..... | 75 |
| Глава 16: Ведение документации..... | 77 |
| Введение..... | 77 |
| Сохранение полученных характеристик в памяти рефлектометра..... | 77 |
| Передача характеристики, полученной с помощью рефлектометра, с прибора на персональный компьютер и с персонального компьютера на прибор..... | 78 |
| Распечатка характеристик, полученных с помощью рефлектометра..... | 80 |
| Заключение..... | 82 |
| Глава 17: Модернизация кабельной сети для предоставления цифровых услуг..... | 84 |
| Введение..... | 84 |
| Описание ISDN..... | 84 |
| Описание xDSL..... | 84 |
| Проблемы, связанные с вводом в действие..... | 85 |
| Длина абонентской линии..... | 85 |
| Пупиновские катушки..... | 87 |
| Сопrotивление шлейфа..... | 89 |
| Кабельные отводы и параллельные кабели..... | 91 |
| Затухание абонентской линии..... | 94 |
| Перекрестные помехи..... | 96 |
| Заключение..... | 96 |
| Приложение А: Цветовая кодировка проводов телефонных кабелей..... | 99 |
| Приложение В: Глоссарий..... | 101 |
| Приложение С: TelScout® TS 90, краткое руководство..... | 106 |
| Приложение D: TelScout® TS 100, краткое руководство..... | 111 |
| Приложение E: TelScout® TS 200, краткое руководство..... | 116 |
| Приложение F: TelScout® TS 200, краткое руководство (возможности рефлектометра)..... | 117 |



Глава 1: Преимущества TestWizard™

Введение

Обладание простым и логичным методом поиска неисправностей на кабельных линиях и оценки пригодности кабельных пар для предоставления тех или иных услуг чрезвычайно важно для достижения успеха. Проведение случайных измерений, заключающих в себе значительную долю допущений, и требует слишком больших усилий и времени. Последовательное приближение к решению проблемы за счет выполнения простой процедуры и определенного ряда измерений поможет вам быстро и точно идентифицировать неисправность в кабеле и найти точное место этого повреждения.

Данный многофункциональный прибор представляет собой нечто большее, чем простую комбинацию нескольких измерительных приборов в одном корпусе. Он позволяет этим приборам работать и обмениваться данными друг с другом, дает возможность пользователю получать дополнительную информацию и формирует совершенно новый взгляд на проблему обслуживания кабельной сети.

Метод анализа TestWizard™ объединяет все эти возможности в одном удобном для пользователя пошаговом методе тестирования (см. рис. 1-1). Использование таких функциональных возможностей подобно помощи чрезвычайно опытного технического специалиста, сопровождающего вас в течение всего процесса поиска неисправности.

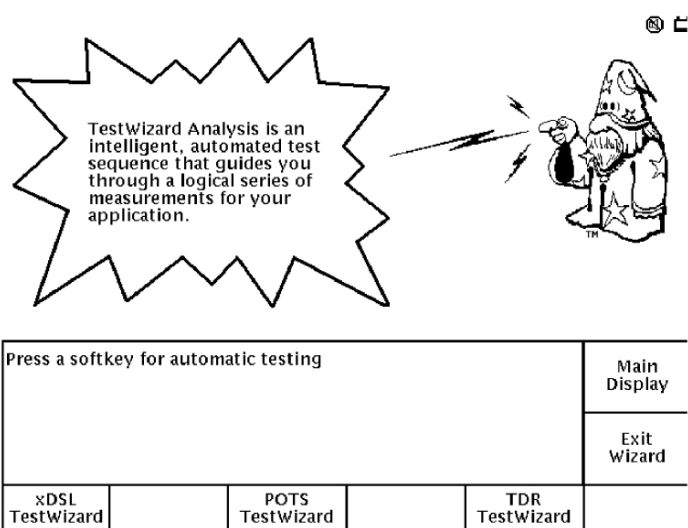


Рисунок 1-1. Начальный дисплей TestWizard.

Идентификация

Для начала TestWizard предоставляет возможность провести автоматизированную последовательность стандартных тестов, которые помогут идентифицировать тип проблемы, с которой вы можете столкнуться при тестировании кабеля. Измерение напряжения и тока в шлейфе позволяет определить состояние линии, а подсчет количества пупиновских катушек и измерение продольной асимметрии может указать на потенциальные проблемы с частотными характеристиками телефонной линии и шумами (рис. 1-2).

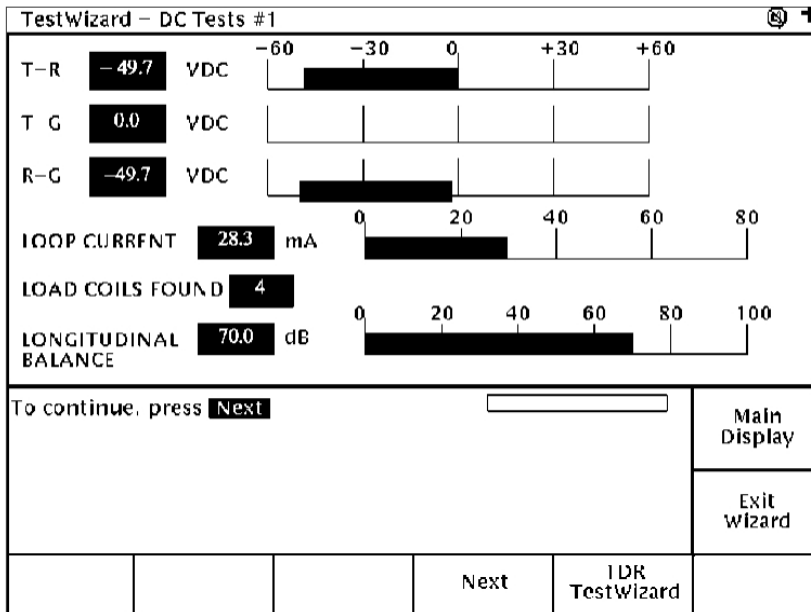


Рисунок 1-2. Типовой дисплей TestWizard для начала тестирования

Если пара неактивна, то есть на линии нет напряжения, необходимо определить, является ли повреждение по своей природе резистивным или емкостным. Знание типа и степени серьезности повреждения поможет вам определить, какое тестирование наилучшим образом подойдет для поиска места неисправности (рис. 1-3).

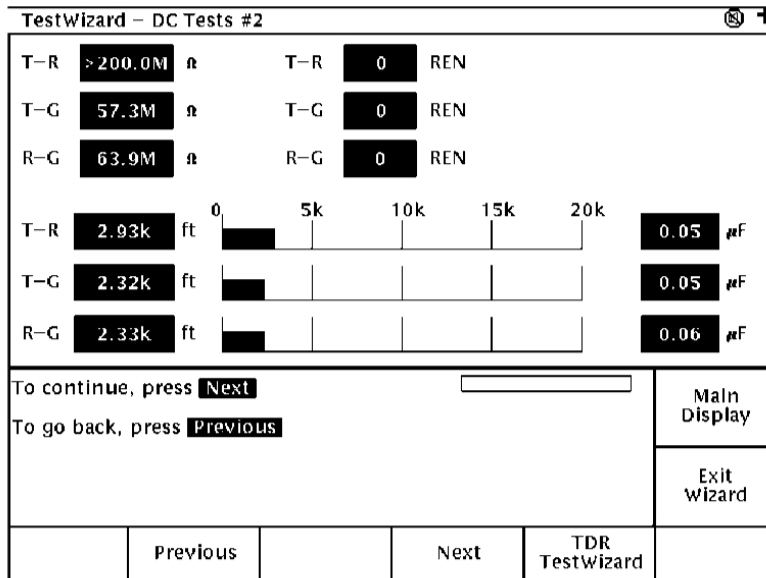


Рисунок 1-3. Определение резистивного или емкостного характера повреждения

Если же пара активна и имеет правильное напряжение и ток, которые показаны на первом экране, на дисплее появится сообщение с предупреждением. Данное сообщение извещает, что резистивное или емкостное измерение будет проведено неправильно, и вы должны перейти к определению характеристик передачи данной пары кабеля (рис. 1-4).

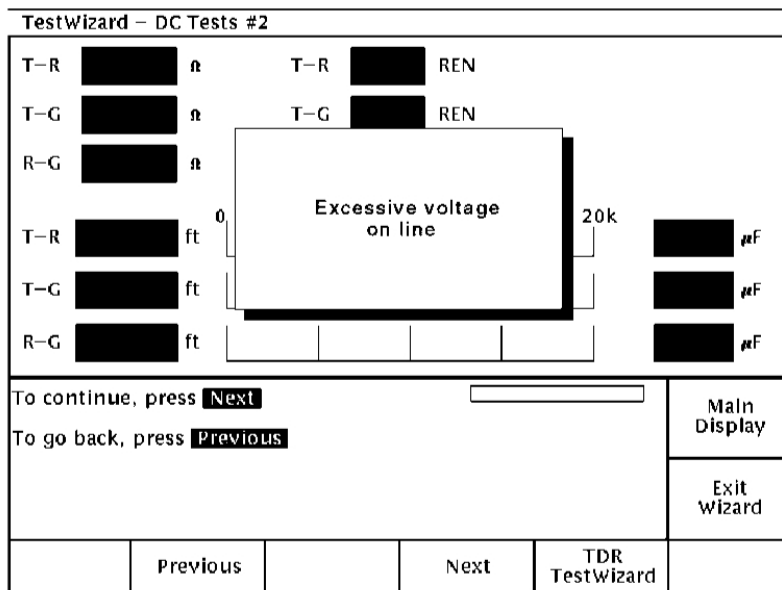


Рисунок 1-4. Предупреждающее сообщение при тестировании активной пары.

Оценка пригодности

Гарантированного качества обслуживания можно достигнуть только при измерении основных характеристик передачи работающей пары. Простые измерения затухания или шумов позволяют определить качество передачи по паре кабеля и могут указать на потенциальные проблемы, которые не идентифицируются при стандартном тестировании по постоянному току (рис. 1-5)

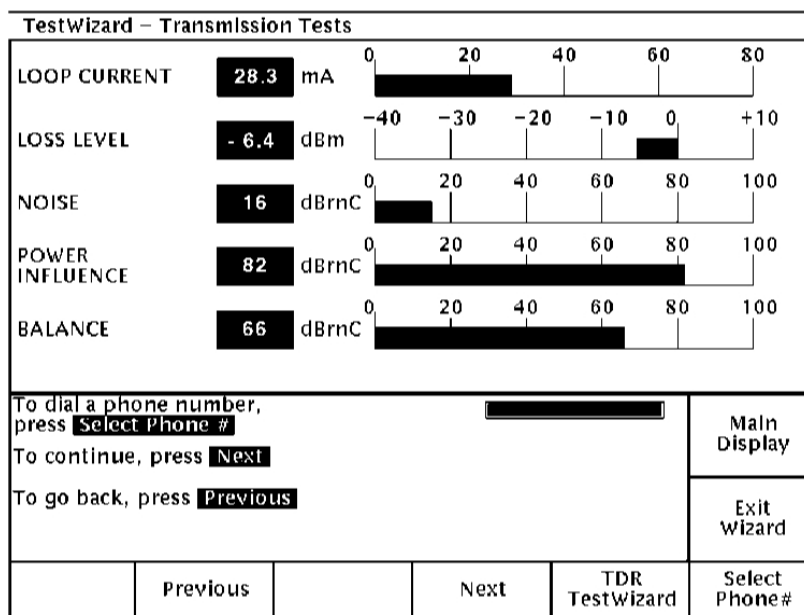


Рисунок 1-5. Измерение затухания и шумов.

Дополнительное представление о характеристиках передачи пары может быть получено путем тестирования неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ). Принимая последовательность тональных сигналов, и выстраивая их в порядке частоты, можно обнаружить потенциальные проблемы с пупиновскими катушками, используемыми для выравнивания частотной характеристики линии. Желательно иметь ровную частотную характеристику во всем диапазоне используемых частот (от 300 до 3000 Гц для традиционной телефонной связи) (рис. 1-6).

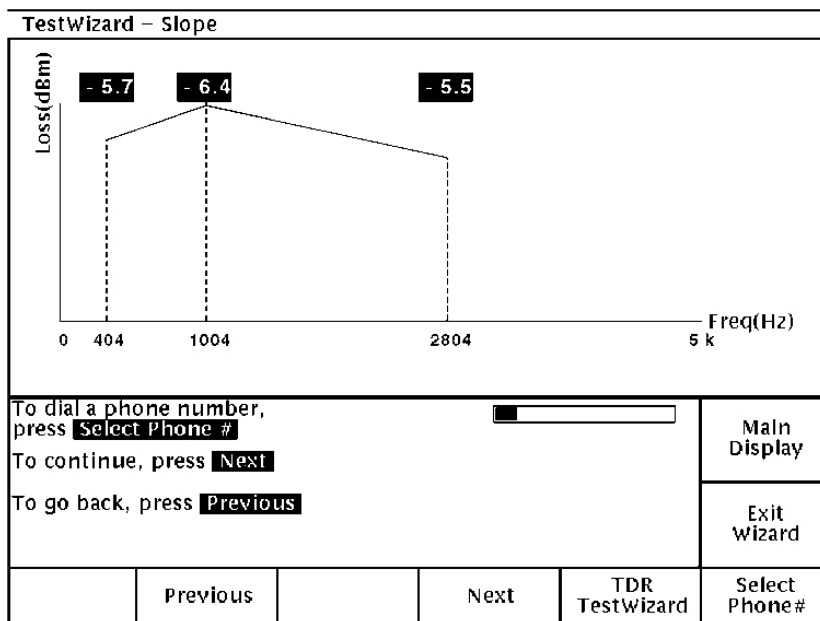


Рисунок 1-6. Дисплей тестирования неравномерности амплитудно-частотной характеристики.

Поиск места неисправности

Если при выполнении описанных выше шагов в кабеле была обнаружена неисправность, TestWizard позволяет оператору локализовать место повреждения. Для поиска мест неисправностей емкостного характера, показанных на дисплее прибора (см. нижнюю часть рис. 1-3), следует применять измеритель электрической емкости кабеля (Open Meter). Поиск местоположения показанных на том же самом дисплее высокоомных повреждений (> 1 кОм) может осуществляться с помощью локатора резистивных повреждений (RFL). Если сопротивление неисправности не превышает 1 кОм и есть уверенность, что на тестируемом участке кабеля нет пупиновских катушек, рекомендуется использовать последовательность тестов TDR TestWizard (рефлектометр) (рис. 1-7).

TestWizard – End of Sequence

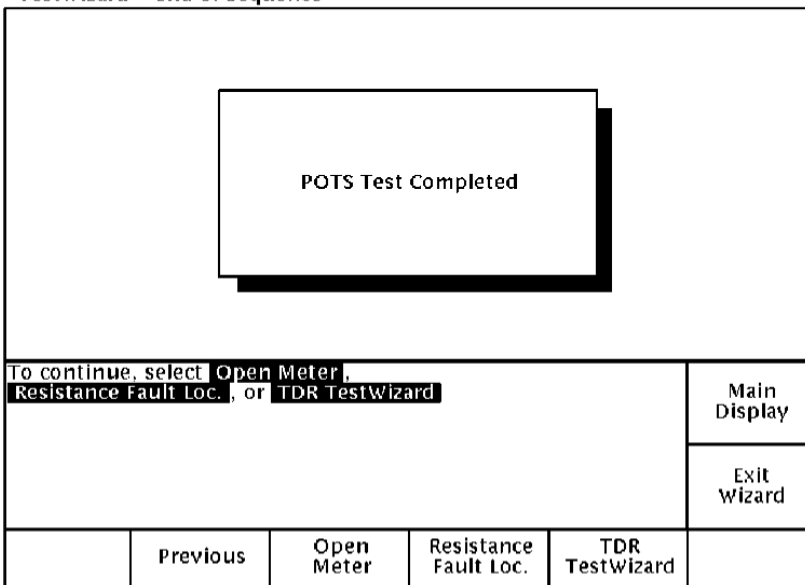




Рисунок 1-7. Поиск места неисправности в кабеле.



TDR TestWizard (TestWizard для рефлектометра)

TDR TestWizard позволяет правильно настроить рефлектометр, ответив на несколько простых вопросов о тестируемой паре кабеля. Для начала правильно укажите тип кабеля и диаметр его токопроводящих жил; для этого используйте клавиши со стрелками и затем нажмите клавишу Next (далее) (рис. 1-8).

TestWizard – Choose Cable Type (User List)  



| Cable Name | Type | Diameter | Vp |
|----------------------------|------------|----------|-------|
| <Temporary Cable Settings> | AIR PIC | 22 AWG | 0.680 |
| Air-cored Poly | AIR PIC | 22 AWG | 0.680 |
| Air-cored Poly | AIR PIC | 24 AWG | 0.670 |
| Air-cored Poly | AIR PIC | 26 AWG | 0.660 |
| Filled Poly | GEL PIC | 22 AWG | 0.727 |
| Filled Poly | GEL PIC | 22 AWG | 0.650 |
| Filled Poly | GEL PIC | 24 AWG | 0.640 |
| Paper | PULP/PAPER | 19 AWG | 0.700 |
| Paper | PULP/PAPER | 22 AWG | 0.690 |
| Paper | PULP/PAPER | 24 AWG | 0.680 |
| | AIR PIC | 17 AWG | 0.300 |

Use ▲ ▼ to select the cable type you are testing, then press **Next**

| | | | | |
|--|--|--|------|--------------|
| | | | | Main Display |
| | | | | Exit Wizard |
| | | | Next | |

Рисунок 1-8. Выбор типа кабеля.

Затем введите приблизительную длину тестируемого кабеля. Если точная длина вам не известна, просто введите максимальную возможную длину кабеля. Выделите строку на дисплее с помощью клавиш со стрелками и нажмите клавишу Next (далее) (рис. 1-9).

TestWizard – Choose Cable Span  

| Approximate Span of Cable Under Test | |
|--------------------------------------|--|
| 0 to 100 feet | |
| 0 to 1000 feet | |
| 0 to 5000 feet | |
| 0 to 10000 feet | |
| 0 to 30000 feet | |

Use ▲ ▼ to select the cable span you are testing, then press **Next**

| | | | |
|--|----------|------|--------------|
| | | | Main Display |
| | | | Exit Wizard |
| | Previous | Next | |

Рисунок 1-9. Выбор приблизительной длины кабеля.

После этого укажите, какие события прибор должен автоматически отмечать на рефлектограмме. Если вы ожидаете, что в кабеле есть явное повреждение, такое как короткое замыкание или полный обрыв, вы можете выбрать "Find Largest Events" (найти серьезные повреждения). Если же ожидается менее явная неисправность, выберите "Find All Events" (найти все неисправности). Выберите соответствующую строку на дисплее с помощью клавиш со стрелками и нажмите клавишу Next (далее) (рис. 1-10).

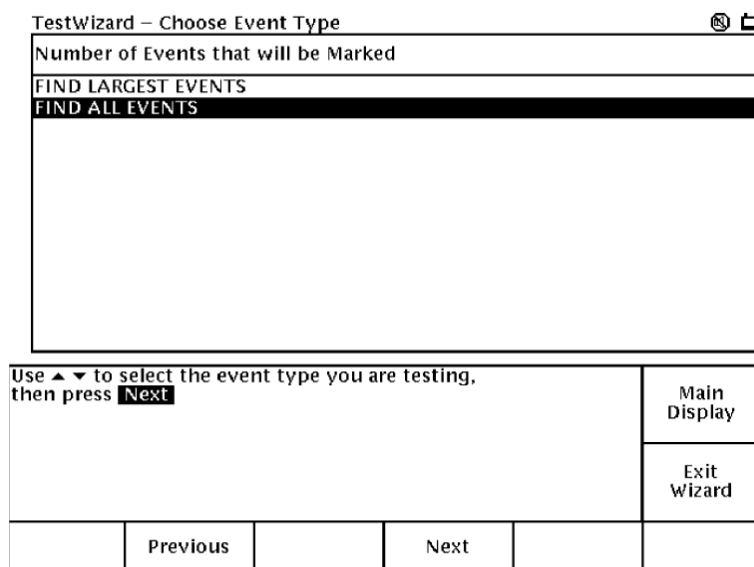


Рисунок 1-10. Выбор отмечаемых событий.

TDR TestWizard после этого автоматически последовательно выполняет операции тестирования с помощью рефлектометра, используя при этом введенные вами данные. Конечным результатом тестирования является автоматически промаркированная и включающая в себя некоторое количество событий рефлектограмма (рис. 1-11). Вы можете перемещаться между событиями с помощью клавиш со стрелками или увеличивать масштаб рефлектограммы в районе выделенного события с помощью функции Zoom.

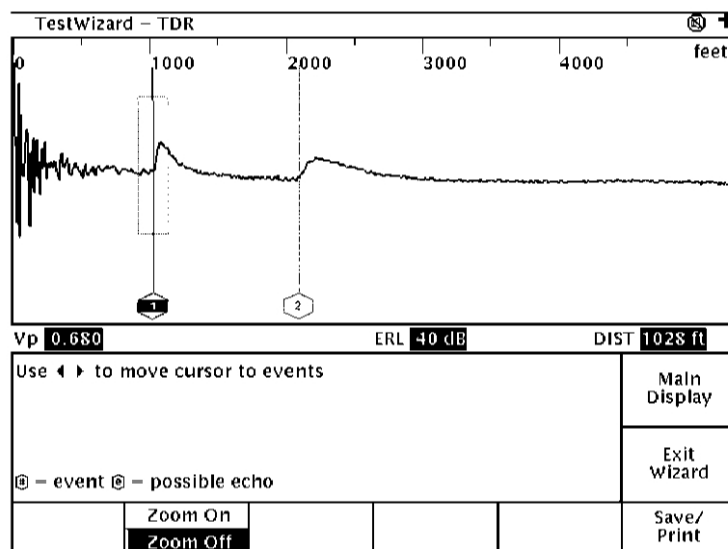


Рисунок 1-11. Рефлектограмма TDR TestWizard.

Заключение

Система TestWizard Analysis прибора TelScout помогает оператору провести процедуру поиска неисправностей в кабеле и оценки пригодности линии. Она подсказывает пользователю, какие тесты должны быть проведены, в каком порядке и какие шаги позволят найти точное место неисправности в кабеле.

Более подробная информация по всем тестам, входящим в систему TestWizard Analysis, приводится в соответствующих главах данного Руководства.



Глава 2: Конструкция телефонного кабеля

Введение

С момента изобретения телефона конструкция телефонного кабеля претерпела существенные изменения. И только за несколько последних десятилетий была достигнута некоторая стандартизация и постоянство его параметров.

Диаметры жил кабеля

Размер (диаметр) токопроводящей жилы кабеля измеряется либо в AWG (американский стандарт обозначения диаметра провода), либо в миллиметрах. Большинство систем разработаны с учетом использования токопроводящих жил самого малого диаметра рядом с телефонной станцией, с увеличением диаметра жилы по направлению к абоненту. Это оказывает влияние на физический размер, затухание сигнала и фактическую стоимость того материала, из которого изготавливаются токопроводящие жилы кабеля.

Типы кабелей

В настоящее время на телефонной кабельной сети используется большое количество кабелей различных типов (см. таблицу 2-1). Выпускавшиеся ранее кабели с целлюлозной или бумажной изоляцией, а также алюминиевыми токопроводящими жилами, заменяются на кабели более современной конструкции, например Gel PIC (кабели с полиэтиленовой изоляцией и наполнителем).

Хотя кабели PIC (кабели с полиэтиленовой изоляцией) должны были стать решением проблемы проникновения воды в кабельную систему, они все же сохраняют такой недостаток. Коаксиальные кабели обычно используются в системах кабельного телевидения (CATV) и других широкополосных приложениях.

Таблица 2-1. Наиболее часто встречающиеся типы кабелей.

| Тип | Описание |
|------------|---|
| Pulp | Кабель с целлюлозной (бумаго-массной) изоляцией |
| Paper (LW) | Кабель с бумажной изоляцией с продольной накруткой |
| Paper (SW) | Кабель с бумажной изоляцией со спиральной накруткой |
| Air PIC | Кабель с полиэтиленовой изоляцией и воздушным заполнением |
| Gel PIC | Кабель с полиэтиленовой изоляцией и гелевым заполнением |
| Coax | Коаксиальный кабель |
| Aluminum | Кабель с алюминиевыми токопроводящими жилами |

Витые пары

В кабелях типа "витая пара" пары проводников свиты вместе, что позволяет снизить уровень переходных помех с другими парами того же пучка кабеля. Каждая пара свита с различным шагом, в зависимости от ее положения в пучке кабеля и диаметра проводников. Кабели с целлюлозной и полиэтиленовой изоляцией имеют различные коэффициенты скрутки, приведенные в таблицах 2-2 и 2-3.

**Таблица 2-2. Скрутка пар кабеля с целлюлозной изоляцией.**

| Цвет | 19 AWG (0,90 мм) | 22 AWG (0,64 мм) | 24 AWG (0,50 мм) |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|
| Зелено-черный | 4,5 | 3,9 | 2,6 |
| Зелено-оранжевый | 3,6 | 3,2 | 3,3 |
| Зеленый | 2,7 | 2,7 | 2,0 |
| Красно-черный | 4,8 | 4,1 | 2,8 |
| Красно-оранжевый | 3,9 | 3,5 | 3,4 |
| Красный | 3,0 | 2,9 | 2,2 |
| Сине-черный | 5,1 | 4,3 | 3,0 |
| Сине-оранжевый | 4,2 | 3,7 | 3,6 |
| Синий | 3,3 | 3,1 | 2,4 |
| Сине-красный (цветная маркировочная нить) | 5,4 | 5,1 | 3,8 |

Таблица 2-3. Скрутка пар кабеля с полиэтиленовой изоляцией.

| Номер | Цвет провод А (Tip) | Цвет провода В (Ring) | 19 AWG (0,90 мм) | 22 AWG (0,64 мм) | 24 AWG (0,50 мм) |
|-------|------------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | Белый | Синий | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| 2 | Белый | Оранжевый | 5,3 | 4,9 | 3,2 |
| 3 | Белый | Зеленый | 3,2 | 3,1 | 2,7 |
| 4 | Белый | Коричневый | 5,9 | 5,2 | 4,1 |
| 5 | Белый | Серый | 4,1 | 3,9 | 3,7 |
| 6 | Красный | Синий | 2,9 | 2,8 | 2,4 |
| 7 | Красный | Оранжевый | 4,5 | 4,1 | 4,5 |
| 8 | Красный | Зеленый | 3,8 | 3,7 | 3,5 |
| 9 | Красный | Коричневый | 2,3 | 2,2 | 2,2 |
| 10 | Красный | Серый | 5,5 | 4,9 | 4,7 |
| 11 | Черный | Синий | 2,8 | 2,7 | 3,9 |
| 12 | Черный | Оранжевый | 4,9 | 4,5 | 3,1 |
| 13 | Черный | Зеленый | 3,3 | 3,2 | 2,6 |
| 14 | Черный | Коричневый | 2,6 | 2,5 | 3,3 |
| 15 | Черный | Серый | 5,1 | 4,6 | 4,2 |
| 16 | Желтый | Синий | 6,1 | 3,5 | 2,9 |
| 17 | Желтый | Оранжевый | 2,1 | 2,1 | 2,1 |
| 18 | Желтый | Зеленый | 5,7 | 5,1 | 3,8 |
| 19 | Желтый | Коричневый | 4,8 | 4,3 | 2,8 |
| 20 | Желтый | Серый | 3,0 | 2,9 | 4,0 |
| 21 | Фиолетовый | Синий | 3,9 | 3,8 | 2,5 |
| 22 | Фиолетовый | Оранжевый | 4,7 | 4,2 | 3,0 |
| 23 | Фиолетовый | Зеленый | 2,4 | 2,4 | 2,3 |
| 24 | Фиолетовый | Коричневый | 3,5 | 3,6 | 3,4 |
| 25 | Фиолетовый | Серый | 4,3 | 4,0 | 4,4 |

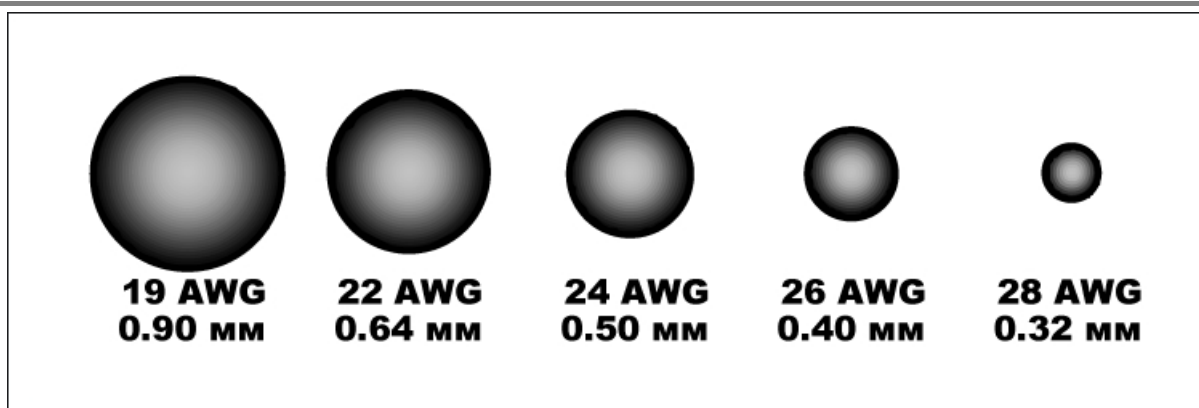


Рисунок 2-1. Диаметры проводников кабелей (относительное сравнение размеров).

Экранирование

Экранирование кабеля представляет собой металлическое защитное покрытие, снижающее воздействие от источников питания переменного тока и других внешних источников излучения путем направления индуцированных ими токов на землю. Также экранирование дает конструкции кабеля дополнительную физическую прочность. В старых кабелях для снижения помех и увеличения физической прочности применялась оболочка из свинца.

Оболочка

Оболочка представляет собой внешний слой кабеля, обеспечивающий защиту от воздействия окружающей среды. Использувавшаяся ранее свинцовая оболочка была заменена на новую пластиковую конструкцию. Изначально предполагалось, что пластик станет решением проблемы проникновения влаги внутрь кабеля. Хотя такая оболочка и обеспечивает временную защиту от влаги, в конце концов, влага попадет внутрь кабеля в результате диффузии.

Скорость распространения сигнала (V_p)

Скорость распространения (Velocity of Propagation, V_p) является одной из характеристик кабеля. Она представляет собой меру того, насколько быстро сигнал перемещается по кабелю (см. рис. 2-2). Обычно эта характеристика выражается в форме доли от скорости света и имеет значение от 0,30 до 1,00. Например, если кабель имеет скорость распространения сигнала $V_p = 0,66$, это означает, что сигнал перемещается по кабелю со скоростью, составляющей 66% от скорости света. Иногда эта характеристика выражается в единицах измерения скорости и может составлять от 45 до 150 м/мсек.

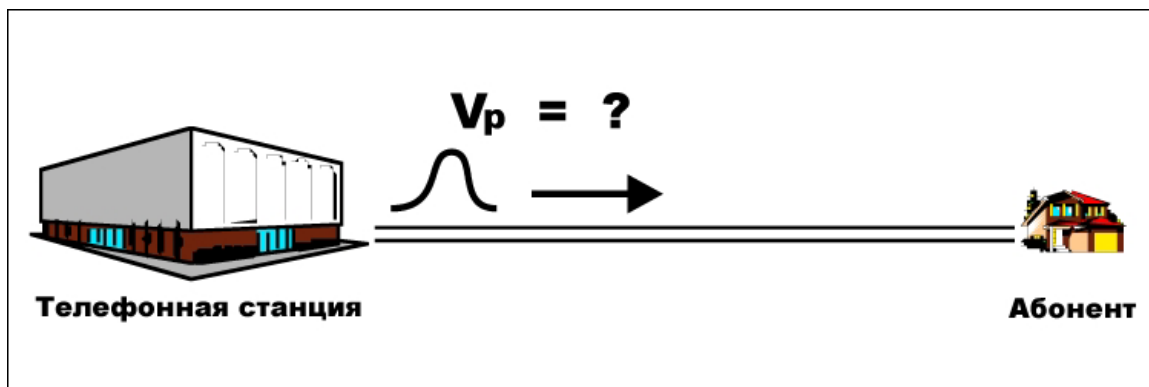


Рисунок 2-2. Скорость распространения сигнала в кабеле.

Так как рефлектометр (TDR) осуществляет измерения в промежутке времени, точность измерения расстояния с помощью рефлектометра зависит от правильности¹⁴



значения скорости распространения сигнала (V_p). Скорость распространения сигнала (V_p) различна в большей степени для кабелей различного типа (например, для кабелей с бумажной или полиэтиленовой изоляцией) и в меньшей степени для кабелей одного типа, но с токопроводящими жилами разного диаметра (например, для 19 AWG и 26 AWG, или 0,94 мм и 0,40 мм).

Заключение

На телефонных сетях по всему миру используется большое количество кабелей различной конструкции. Кабели отличаются друг от друга диаметром токопроводящих жил, типом изоляции и шагом скрутки. Все эти параметры будут оказывать влияние на ваши измерения, в зависимости от типа проводимого тестирования. Более подробное описание данного влияния содержится в каждой главе данного Руководства, посвященной каждому отдельному типу измерения.

Глава 3: Измерение на активной паре

Введение

Проверка состояния пары кабеля перед введением ее в эксплуатацию значительно экономит время и деньги за счет снижения числа рекламаций. Проведя несколько базовых тестов на активной линии, вы сможете обнаружить потенциальные проблемы и определить качественный уровень того обслуживания, которое будет предоставляться посредством данной линии. Для определения того, пригодна ли пара для предоставления обслуживания, операторы связи применяют различные тесты. Несколько наиболее часто используемых из них описываются ниже.

Напряжение постоянного тока

Напряжение постоянного тока (или "напряжение станционной батареи") подается с телефонной станции (рис. 3-1). Данное напряжение будет различным, в зависимости от местоположения, типа обслуживания и типа коммутационного оборудования.



Рисунок 3-1. Напряжение постоянного тока.

Неактивная пара не должна иметь никакого напряжения, что указывает на ее хорошую изолированность от других пар кабеля. Типичная активная аналоговая линия или линия телефонной сети общего пользования (ТфОП) должны показывать от 48 до 52 Вольт (для США) или от 58 до 66 Вольт (для России) постоянного тока между проводами А и В (А-В или T/Tip-R/Ring), ноль вольт между проводом А и землей (А-Е или T/Tip-G/Ground) и от 48 до 52 Вольт (для США) или от 58 до 66 Вольт (для России) постоянного тока между проводом В и землей (В-Е или R/Ring-G/Ground) (см. рис. 3-2).

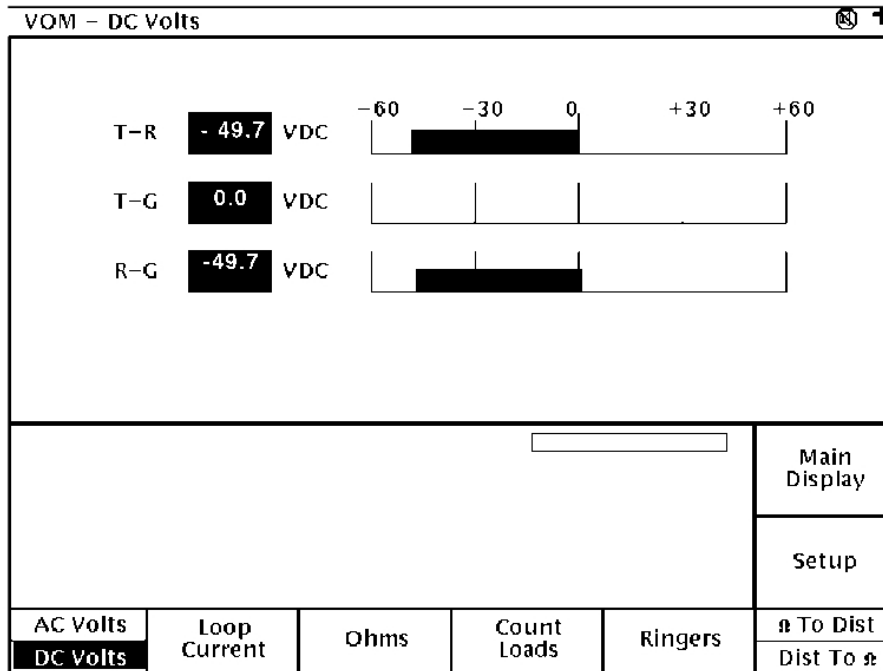


Рисунок 3-2. Дисплей для измерения напряжения постоянного тока.

Ток в шлейфе

Ток в шлейфе представляет собой электрический ток, протекающий по абонентской линии (рис. 3-3). Ток измеряется в миллиамперах (mA/мА). Ток, протекающий по кабельной паре, может быть различным, в зависимости от конструкции системы, качества самой пары кабеля и любых технологических особенностей и элементов, которые могут быть применены в линии.

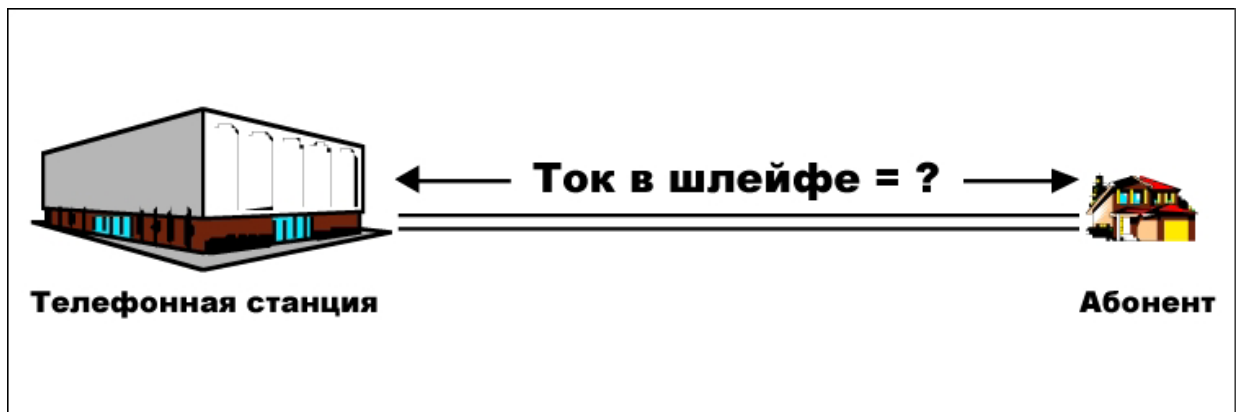


Рисунок 3-3. Ток в шлейфе.

Как и в случае напряжения, требования к току в шлейфе зависят от характера предоставляемого обслуживания. Для стандартной телефонной связи (ТфОП или аналоговой) типовое значение тока в шлейфе для обеспечения обслуживания > 23 мА (данные для США) (см. рис. 3-4). Если значение тока в шлейфе падает ниже 20 мА (данные для США), абонент может столкнуться с потерей сигнала ответа станции (тонального сигнала готовности), с проблемами, связанными с вызывным звонком или с неправильным набором телефонного номера. Если же значение тока превышает 65 мА (данные для США), абонент может столкнуться с уменьшением уровня голосового сигнала во время разговора.

На линиях, имеющих ток шлейфа на грани отказа, то есть от 20 до 23 мА (данные для США), могут быть установлены специальные дополнительные устройства, такие как DLL (Dial Long Line - набор по длинной линии) или REG (Range Extender with Gain -17



удлинитель абонентской линии с усилителем) (смотрите рисунок 3-5). Устройства DLL используются на линиях с низким током в шлейфе, в то время как REG используются на линиях с низким током в шлейфе и высоким затуханием. Для проверки наличия таких устройств на линии просто закоротите пару и затем измерьте напряжение относительно земли. При измерении типичная линия даст относительно земли напряжение приблизительно 25 В постоянного тока. Наличие устройства DLL приведет к измерению напряжения относительно земли либо 96 В постоянного тока, либо 0 В постоянного тока. Наличие же устройства REG обычно дает значение напряжения относительно земли 40 В постоянного тока. (Все данные для США.)

Пупиновские катушки

Пупиновские катушки используются на протяженных голосовых или аналоговых линиях для улучшения их частотной характеристики путем компенсации емкости кабеля (см. рис. 3-6). Протяженные телефонные (голосовые) линии должны иметь правильно установленные пупиновские катушки, в то время как со всех цифровых линий перед их вводом в эксплуатацию все пупиновские катушки должны быть обязательно сняты.

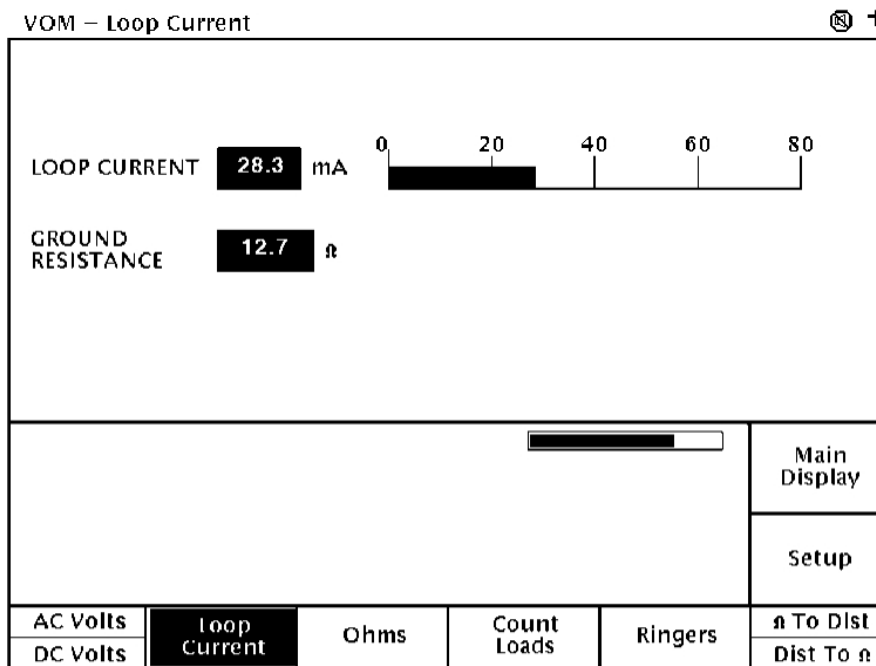


Рисунок 3-4. Дисплей для измерения тока в шлейфе.

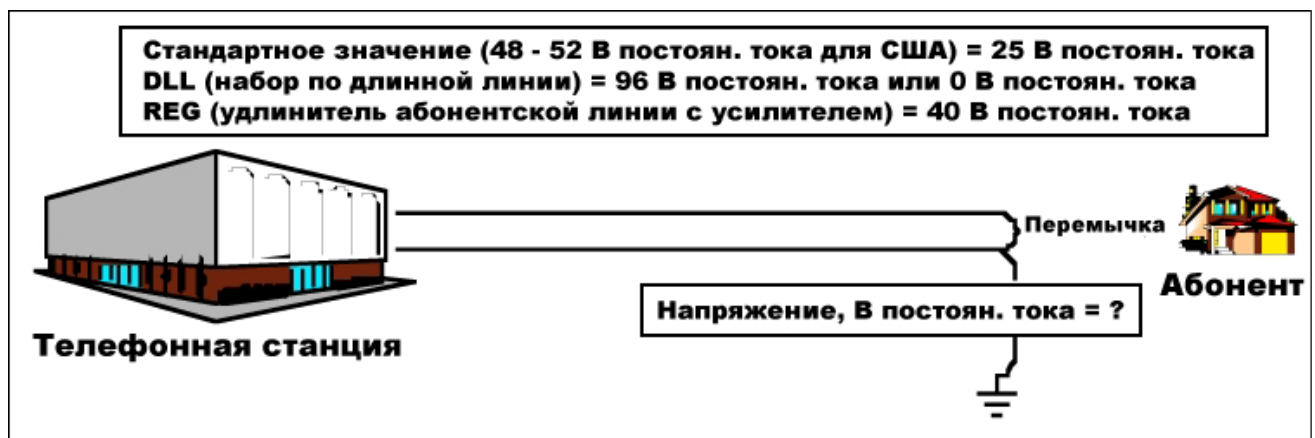


Рисунок 3-5. Устройства, устанавливаемые на абонентской линии.



Рисунок 3-6. Кабель с установленными пупиновскими катушками.

Осуществив быстрый подсчет пупиновских катушек на линии и сравнив результат с планом кабельной сети, вы можете определить правильность установки пупиновских катушек на линии (см. рис. 3-7).

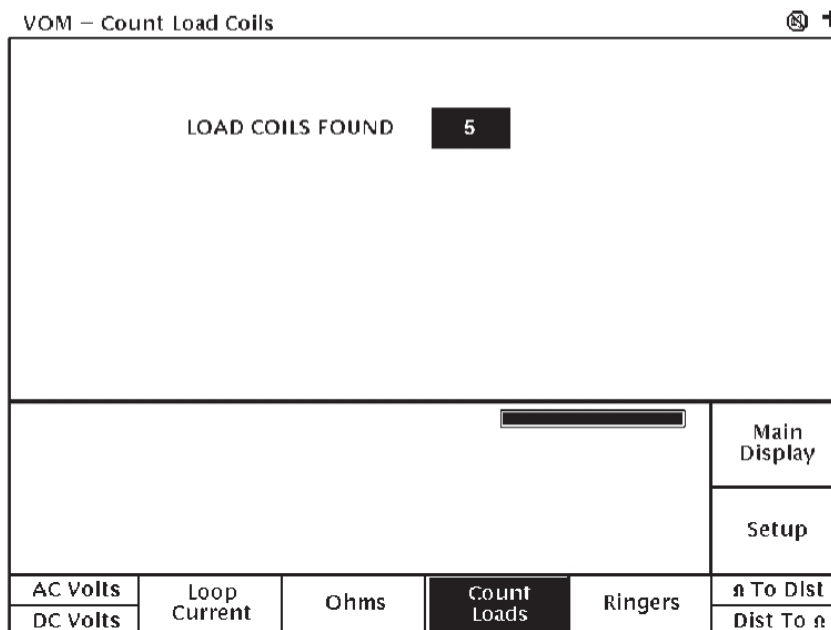


Рисунок 3-7. Подсчет пупиновских катушек.

Более подробная информация по пупиновским катушкам и различным схемам их установки приводится в Главе 6 "Пупиновские катушки".

Продольная асимметрия

Измерение продольной асимметрии может использоваться для определения электрической эквивалентности обоих токопроводящих жил одной пары кабеля (рис. 3-8). Путем индуцирования в линию сигнала переменного тока имитируется наличие в этой линии шумов, что позволяет идентифицировать несимметричную пару кабеля.



Рисунок 3-8. Продольная асимметрия линии.

Хотя допустимый уровень асимметрии различается для различных телефонных компаний и типов предоставляемых услуг, обычно желательно чтобы продольная асимметрия была не менее 60 дБ (см. рис. 3-9).

Более подробная информация по продольной асимметрии пар кабеля приводится в Главе 12 "Характеристики передачи".

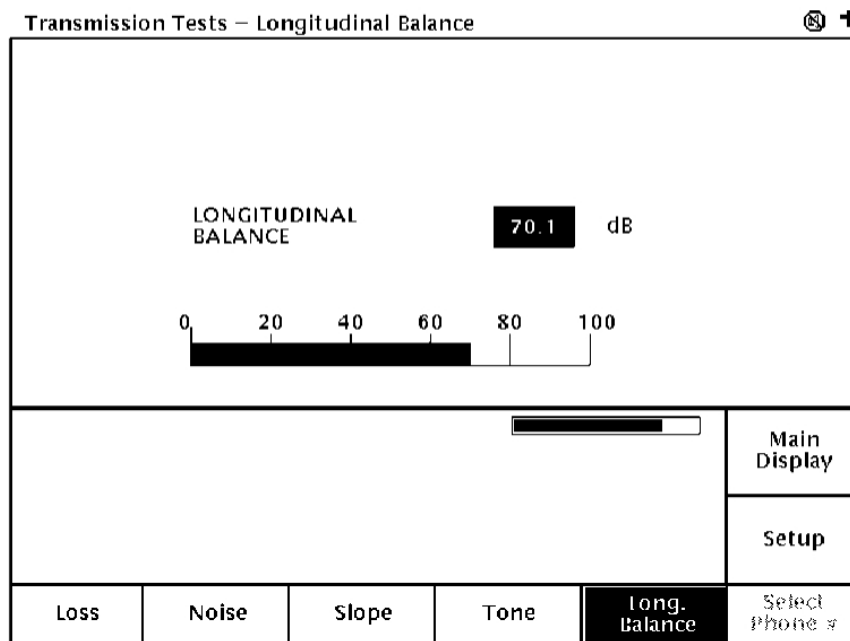


Рисунок 3-9. Дисплей для измерения продольной асимметрии.

Характеристики передачи

В качестве последнего шага перед объявлением готовности линии для ввода в эксплуатацию должно проводиться тестирование характеристик передачи. Еще раз заметим, что тип требуемого тестирования зависит от телефонной компании и типа предоставляемого обслуживания. Но, как минимум, должно быть проведено тестирование уровня затухания (рис. 3-10).

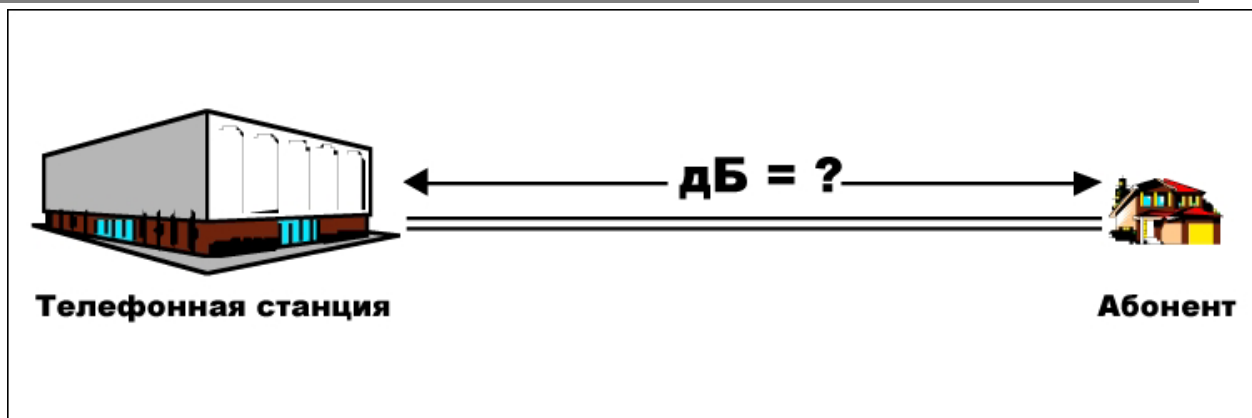


Рисунок 3-10. Характеристики передачи.

Измеряя уровень затухания пары на стандартном значении частоты, обычно 1004 Гц для телефонной сети общего пользования или аналоговой линии, вы можете быстро определить общее качество данной линии. Тестирование электростатических помех или слабого тонального ответа станции с помощью тестовой трубки является субъективным, в то время как измерение затухания является более стабильной и повторяемой характеристикой. Если затухание не превышает 8 дБм, а ток в шлейфе больше или равен 23 мА, пара может использоваться для предоставления обслуживания (см. рис. 3-11).

Дополнительная информация по измерению затухания, помех, влияния систем электропитания, расчетной асимметрии и неравномерности амплитудно-частотной характеристики приводится в Главе 12 "Характеристики передачи".

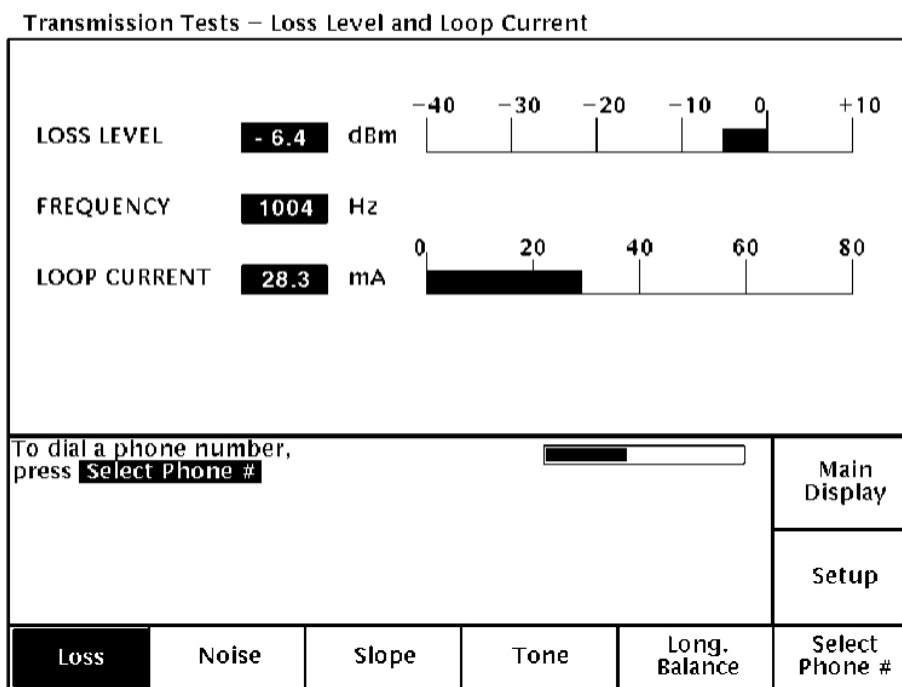


Рисунок 3-11. Дисплей для измерения уровня затухания.

Заключение

В прежние годы общепринятой практикой определения качества линии было простое прослушивание "хорошего" сигнала ответа станции (тонального сигнала готовности). Современные требования, предъявляемые к существующей кабельной сети, требуют более точных "количественных" измерений. Используя базовые тесты, упомянутые выше, вы



можете быстро подтвердить пригодность тестируемой пары для предоставления качественного обслуживания.



Глава 4: Неисправности емкостного характера

Введение

Телефонные кабели имеют склонность к накоплению электрического заряда подобно конденсатору. Конденсатор состоит из трех частей: две обкладки и разделяющий их изолятор (диэлектрик) (см. рис. 4-1). Кабель всегда имеет емкость, что снижает уровень аналогового (голосового) сигнала при его передаче по кабелю.

Емкость

Емкость измеряется в Фарадах (Ф). Обычно емкость имеет небольшое значение, измеряемое в микрофарадах (мкФ) или нанофарадах (нФ). В конденсаторе, чем больше площадь обкладок, тем больше его емкость и тем больший заряд может иметь конденсатор. Исходя из этого, можно подумать, что чем больше диаметр токопроводящих жил кабеля, тем большую емкость кабель будет иметь. Однако, это не так, потому что большинство производителей изменяют толщину изоляции между токопроводящими жилами кабеля для поддержания постоянной емкости. Следовательно, емкость кабеля остается одинаковой, независимо от диаметра его токопроводящих жил (см. таблицу 4-1).

Таблица 4-1. Емкость кабеля.

| Диаметр (AWG) | мкФ на милю |
|---------------|-------------|
| 19 | 0,083 |
| 22 | 0,083 |
| 24 | 0,083 |
| 26 | 0,083 |
| 28 | 0,083 |

| Диаметр (мм) | мкФ на километр |
|--------------|-----------------|
| 0,90 | 0,045 |
| 0,64 | 0,045 |
| 0,50 | 0,045 |
| 0,40 | 0,045 |
| 0,32 | 0,045 |

Полный обрыв

Так как емкость кабеля не зависит от диаметра его токопроводящих жил, можно очень просто пересчитать измеренную емкость кабеля в расстояние. Например, если вы измеряете емкость кабеля, который полностью разомкнут на конце, вы можете приблизительно определить его длину (см. рис. 4-2).

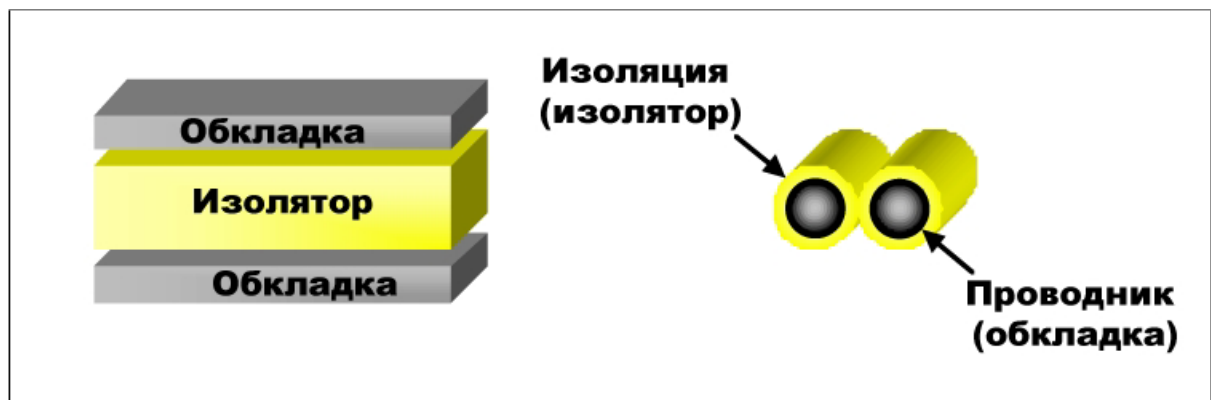


Рисунок 4-1. Конструкция конденсатора.

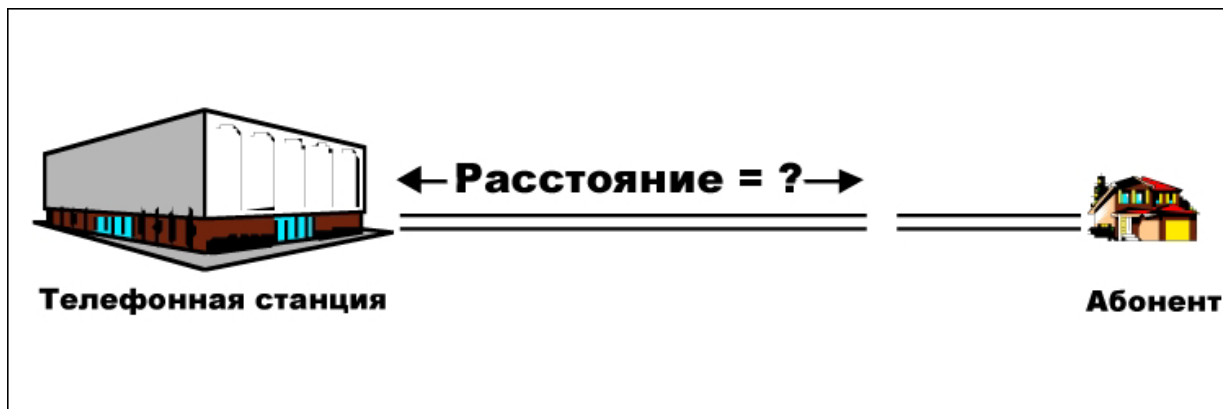


Рисунок 4-2. Полный обрыв.

На рис. 4-3 показано, что измерения между проводами пары кабеля и землей (А-Е или Т/Tip-G/Ground и В-Е или R/Ring-G/Ground) равны, что указывает на симметрию пары. Следовательно, измерение А-В (Т/Tip-R/Ring) достоверно и неисправность находится на расстоянии 17600 футов (5368 метров).

В данном примере мы предположили, что кабель от начала до конца не имеет каких-либо параллельных кабельных отводов или неисправностей.

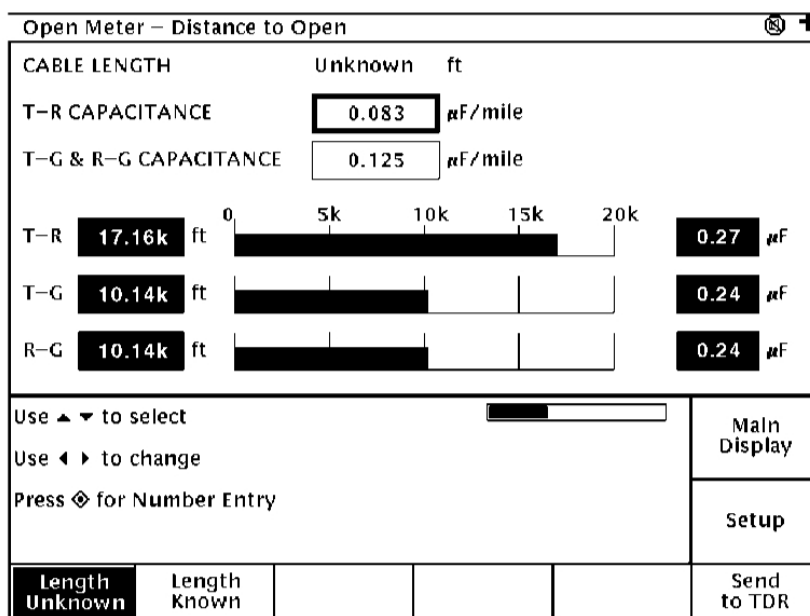


Рисунок 4-3. Полный обрыв пары.

Для того, чтобы это проверить, можно использовать рефлектометр. Рефлектометр позволяет подтвердить правильность результатов, полученных с помощью измерителя электрической емкости кабеля. Для того, чтобы импортировать данные, полученные с помощью измерителя электрической емкости кабеля, на рефлектограмму, просто нажмите клавишу Send To TDR (передать на рефлектометр). Когда вы переключаете прибор на рефлектометр, рефлектограмма на дисплее прибора должна иметь подъем на расстоянии 17160 футов (приблизительно 5234 метра) (см. рис. 4-4). Так как рефлектометр обычно не "полагается" на такие небольшие измерения в диапазоне мкФ, результаты будут более точные.

Частичные обрывы



Когда одна токопроводящая жила кабельной пары имеет частичный обрыв, пара будет несимметричной (см. рис. 4-5). Проверка продольной асимметрии покажет наличие неисправности в данной паре кабеля, но для выяснения местонахождения данной неисправности вы должны использовать измеритель электрической емкости кабеля и рефлектометр.

Когда пара несимметрична, показания взаимной емкости для данной пары больше не будут достоверными. Рассмотрим следующие результаты, полученные с помощью измерителя электрической емкости кабеля (см. рис. 4-6):

Когда две токопроводящие жилы пары кабеля электрически неэквивалентны, взаимное измерение не является достоверным и вы должны использовать показания для более короткого провода пары. В таком случае, единственным достоверным измеренным значением будет значение А-Е (провод А - земля или Т/Tip-G/Ground) 7500 футов (2286 метров). Это приблизительное расстояние до обрыва на проводе А (Т/Tip) данной пары кабеля.

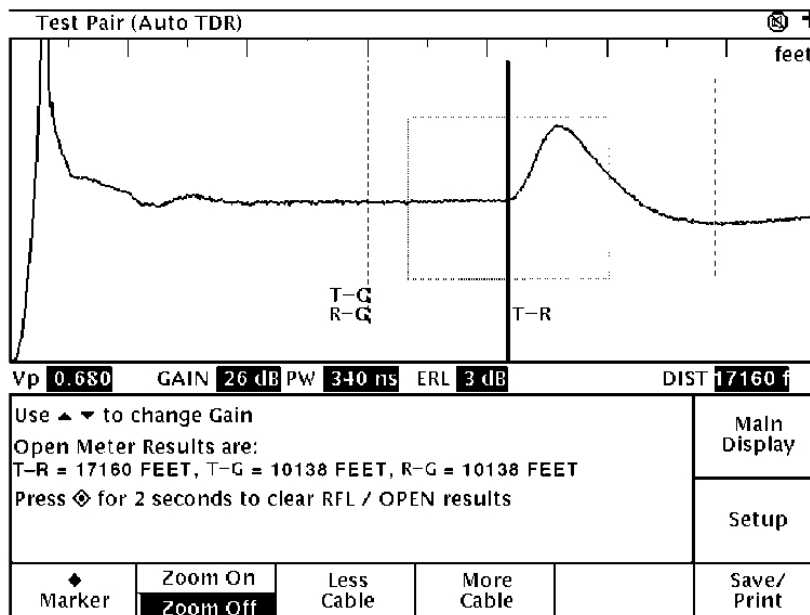


Рисунок 4-4. Рефлектограмма на дисплее, полный обрыв пары.

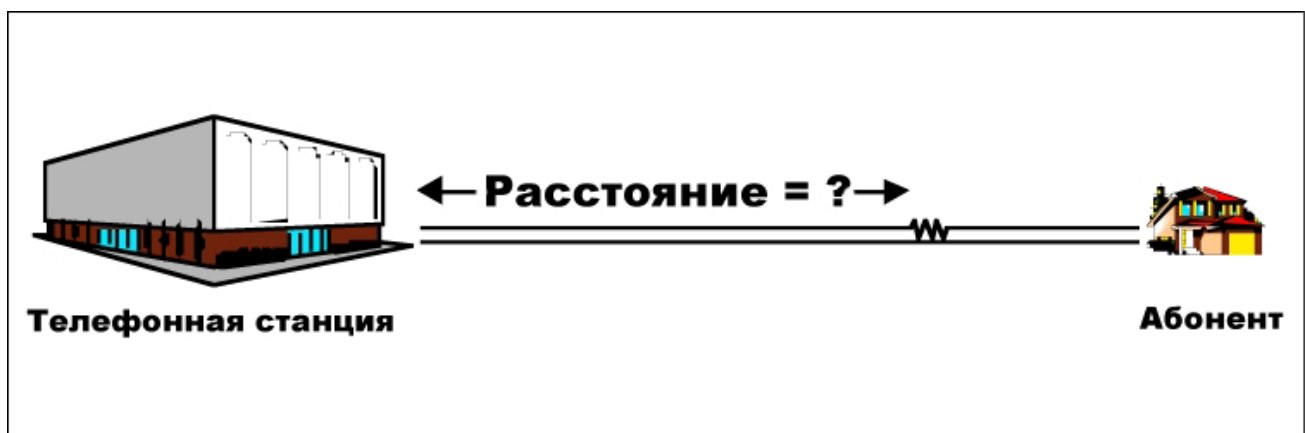


Рисунок 4-5. Частичный обрыв.

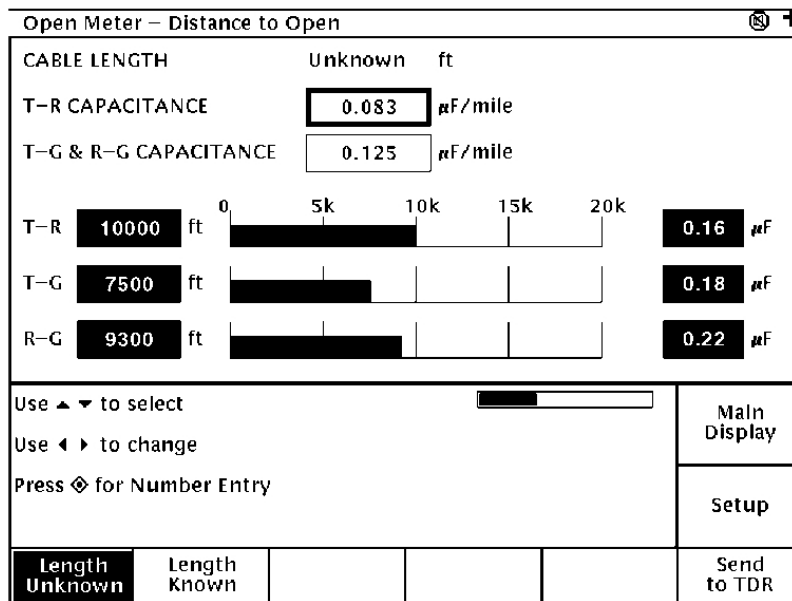


Рисунок 4-6. Обрыв провода А (Tip) пары.

Для подтверждения этого используйте рефлектометр, который позволяет получить более точный результат. Рефлектометр очень чувствителен к асимметрии кабеля, поэтому частичный обрыв будет выглядеть на его дисплее более четко (см. рис. 4-7).

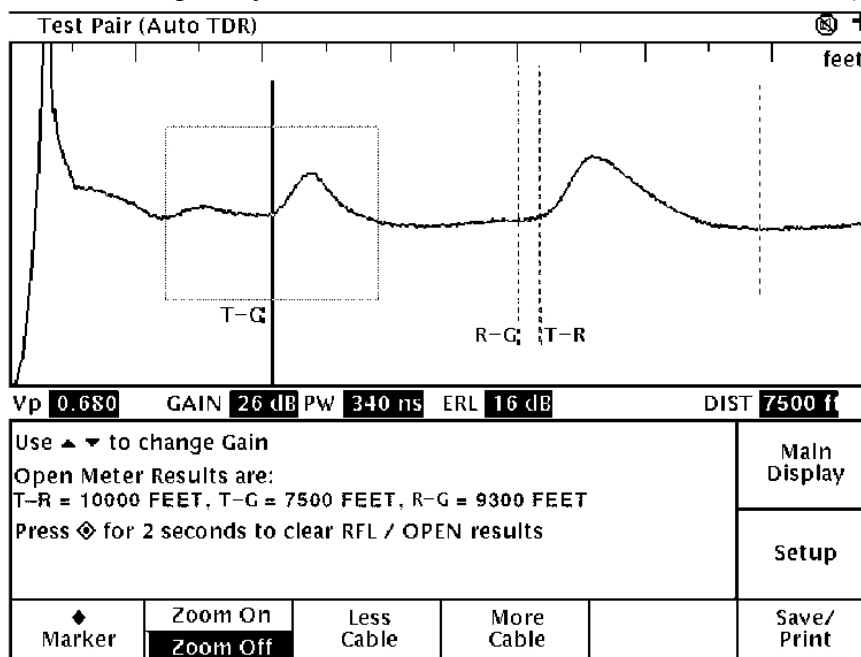


Рисунок 4-4. Рефлектограмма на дисплее рефлектометра, частичный обрыв пары.

Заключение

Неисправности емкостного характера относятся к легко идентифицируемым и локализуемым неисправностям. Для расчета приблизительного расстояния до неисправности может использоваться измеритель электрической емкости кабеля. Для проведения более точных измерений может использоваться рефлектометр (TDR). Преимуществом использования измерителя электрической емкости кабеля перед рефлектометром является то, что измеритель емкости способен осуществлять измерения "через" пупиновские катушки. При тестировании линий, на которых установлены пупиновские катушки, используйте измеритель электрической емкости кабеля для того, чтобы определить, на каком участке



кабеля находится неисправность. Затем используйте рефлектометр именно на этом участке кабеля для определения точного места неисправности.



Глава 5: Неисправности резистивного характера

Введение

Сопротивление препятствует протеканию электрического тока по проводнику. Все токопроводящие жилы (проводники), используемые в телефонных кабелях, имеют некоторое электрическое сопротивление. Величина сопротивления зависит от типа, диаметра токопроводящей жилы, длины линии и состояния мест сращивания или соединения кабелей. Сопротивление телефонного кабеля ограничивает расстояние, которое может пройти по кабелю аналоговый (голосовой) сигнал.

Сопротивление

Сопротивление измеряется в Омах (Ω). Понятие "сопротивление" более просто понять, если рассмотреть его в водопроводных терминах. Также как и при протекании воды по трубе, сопротивление протекающему току зависит от размера "трубы". Чем больше труба, тем больший поток по ней может протекать. По мере того, как снижается диаметр, сопротивление возрастает. Следовательно, удельное сопротивление кабеля будет различным в зависимости диаметра его токопроводящих жил (см. таблицы 5-1 и 5-2).

Значение сопротивления также зависит от температуры проводника (в нашем случае - токопроводящей жилы кабеля). По мере увеличения температуры увеличивается и сопротивление жил кабеля. Для компенсации температурного изменения сопротивления в том случае, если температура не равна 68°F (20°C), используются приведенные ниже коэффициенты пересчета. Из этого можно сделать вывод, что если вы сталкиваетесь с большими перепадами температуры, это может в значительной мере повлиять на измерение расстояния.

Разница = Расстояние, рассчитанное по таблице $\times 0,00218 \times$ (температура по таблице - фактическая температура)

Например, если вы получили значение сопротивления 30 Ом между проводами А и В (T/Tip - R/Ring) на медном кабеле 22AWG (0,64 мм) при температуре 84°F ($28,89^{\circ}\text{C}$), расчет будет следующим:

Для американских единиц измерения:

30 Ом \times 30,25 фута на Ом = 907,5 фута

907,5 фута \times 0,00218 \times (68°F - 84°F) = -31,65 фута

Фактическое расстояние = 907,5 фута - 31,65 фута = 875,85 фута

Для метрических единиц измерения:

30 Ом \times 9,22 метра на Ом = 276,6 метра

276,6 метра \times 0,00218 \times (20°C - $28,89^{\circ}\text{C}$) = -5,36 метра

Фактическое расстояние = 276,6 метра - 5,36 метра = 271,24 метра

Таблица 5-1. Сопротивление при 68°F , американские единицы измерения

| Диаметр жилы кабеля (AWG), медь | Диаметр жилы кабеля (AWG), алюминий | Футов на Ом, провода А (Tip) - В (Ring) | Футов на Ом, провод А (Tip) - земля (G/Ground) и провод В (Ring) - земля (G/Ground) |
|---------------------------------|-------------------------------------|---|---|
| 18 | - | 78,30 | 156,59 |
| 19 | 17 | 60,23 | 120,46 |
| 22 | 20 | 30,25 | 60,50 |
| 24 | 22 | 18,98 | 37,96 |
| 26 | 24 | 11,86 | 23,72 |
| 28 | - | 7,48 | 14,96 |



Таблица 5-2. Сопротивление при 20°C, метрические единицы измерения

| Диаметр жилы кабеля (мм), медь | Диаметр жилы кабеля (мм), алюминий | Метров на Ом, провода А (Tip) - В (Ring) | Метров на Ом, провод А (Tip) - земля (G/Ground) и провод В (Ring) - земля (G/Ground) |
|--------------------------------|------------------------------------|--|--|
| 1,02 | - | 23,86 | 47,73 |
| 0,90 | 1,15 | 18,36 | 36,72 |
| 0,64 | 0,81 | 9,22 | 18,44 |
| 0,50 | 0,64 | 5,79 | 11,57 |
| 0,40 | 0,50 | 3,62 | 7,23 |
| 0,32 | - | 2,28 | 4,56 |

Полное короткое замыкание

При определении неисправности, имеющей небольшое сопротивление или не имеющей сопротивления совсем (0 Ом), то есть представляющей собой полное короткое замыкание, расстояние до места неисправности может быть рассчитано, исходя непосредственно из измерения сопротивления в Омах с учетом поправки на фактическую температуру кабеля (см. Рис. 5-1).

С помощью омметра измерьте сопротивление шлейфа (см. рис. 5-2). Данное значение представляет собой полное сопротивление между прибором и неисправностью в кабеле.

Затем используйте калькулятор пересчета сопротивления в расстояние (Ohms-to-Distance Calculator) для пересчета сопротивления шлейфа в значение расстояния (см. рис. 5-3). Убедитесь в том, что вы установили правильные значения диаметра токопроводящих жил кабеля и температуры самого кабеля.

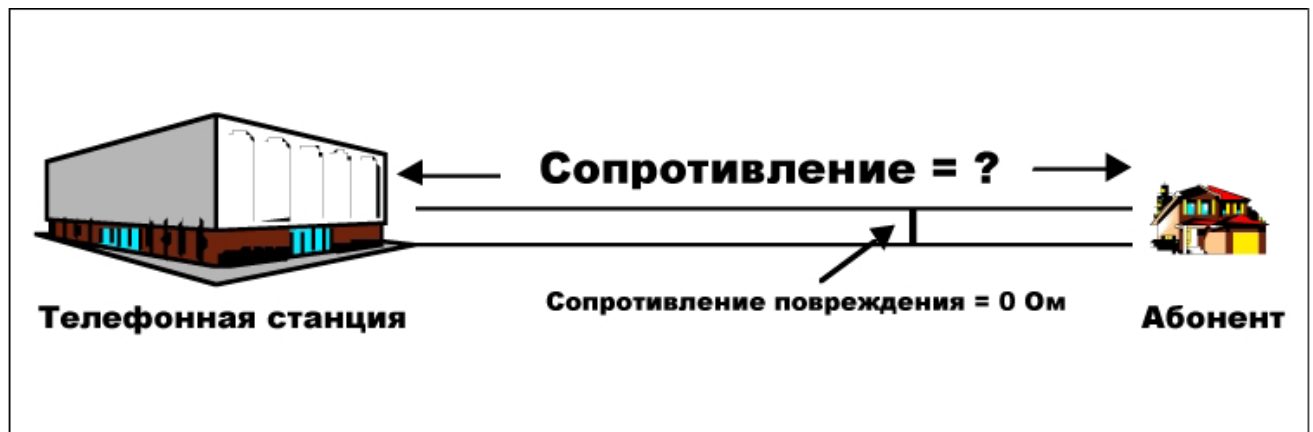


Рисунок 5-1. Полное короткое замыкание (0 Ом).

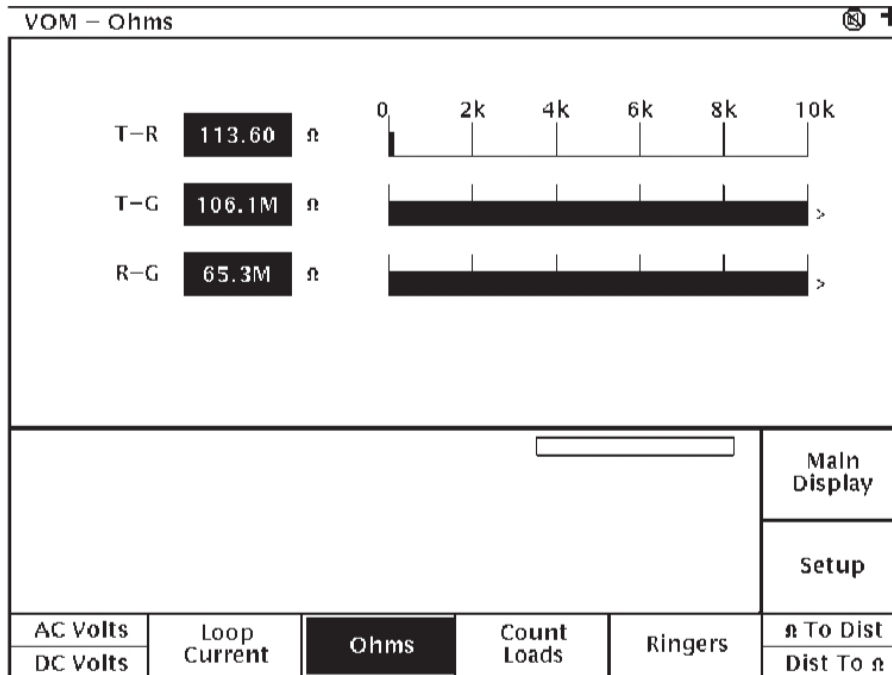


Рисунок 5-2. Сопротивление при полном коротком замыкании.

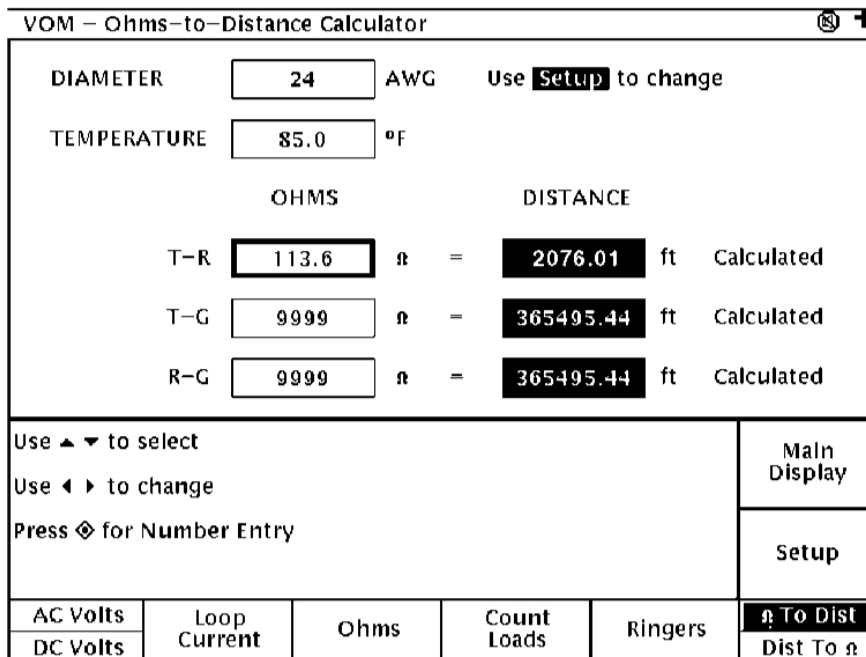


Рисунок 5-3. Расстояние до места полного короткого замыкания.

Если между прибором и местом короткого замыкания нет пупиновских катушек, вы можете проверить правильность значения расстояния, полученного на основании измерения сопротивления шлейфа, с помощью рефлектометра (TDR - Time Domain Reflectometer). На правильность показаний рефлектометра не влияет температура, а изменение диаметра токопроводящих жил кабеля влияет только в небольшой степени. Поэтому рефлектометр является более точным прибором для поиска места низкоомных резистивных неисправностей (см. рис. 5-4). Импульс, отраженный от места полного короткого замыкания, на рефлектограмме имеет отрицательную полярность.



Низкоомное короткое замыкание

При обнаружении неисправности, имеющей небольшое сопротивление (до 1000 Ом), то есть низкоомного короткого замыкания, расстояние до неисправности не может быть рассчитано, исходя непосредственно из полученного значения сопротивления (см. рис. 5-5).

Если вы просто пересчитаете полученное значение сопротивления (в Омах) в расстояние до места неисправности, результат будет неправильным. Например, если вы при тестировании медного кабеля 22 AWG (0,64 мм) при температуре 68° F (20°C) и измерении сопротивления между проводами А и В (Т/Tip - R/Ring) обнаружили неисправность с сопротивлением 850 Ом, на расстоянии 25 Ом, расчет должен быть следующим:

Пример для американских единиц измерения:

$(25 \text{ Ом} + 850 \text{ Ом}) \times 30,25 \text{ фута на Ом} = 26,469 \text{ фута}$ {Неправильно}

Пример для метрических единиц измерения:

$(25 \text{ Ом} + 850 \text{ Ом}) \times 9,22 \text{ метра на Ом} = 8,068 \text{ метра}$ {Неправильно}

Используйте омметр только для определения приблизительной степени повреждения (менее 1000 Ом или более 1000 Ом), а затем определите, какой прибор или приборы более всего подходят для поиска места неисправности.

Так как сопротивление данной неисправности не превышает 1000 Ом, лучше всего использовать либо рефлектометр (TDR), либо локатор резистивных повреждений (RFL - Resistance Fault Locator), обычно называемый резистивным мостом (Resistance Bridge).

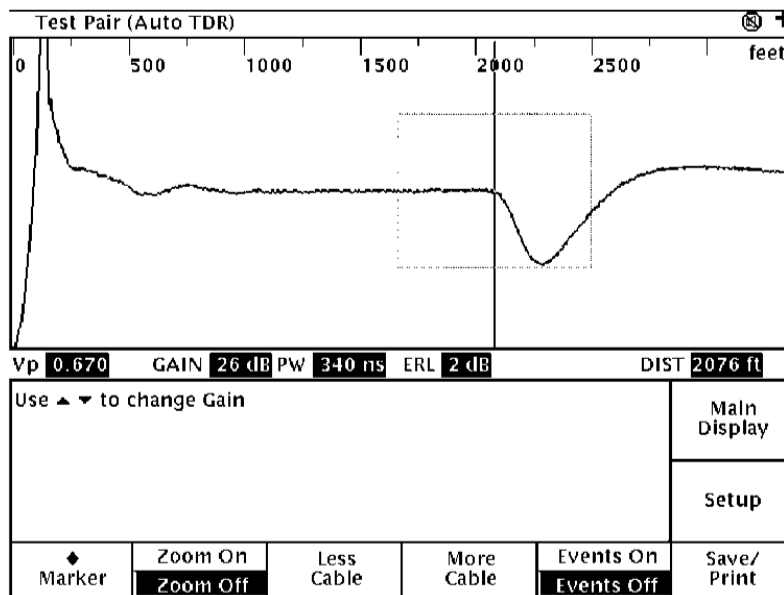


Рисунок 5-4. Рефлектограмма на дисплее рефлектометра, полное короткое замыкание.



Рисунок 5-5. Низкоомное короткое замыкание (до 1000 Ом).

Рефлектометр позволяет провести более точную диагностику резистивных повреждений до 1000 Ом, при условии того, что между рефлектометром и местом неисправности нет пупиновских катушек. Помните, что на работу рефлектометра не оказывает влияние температура, а изменение диаметра токопроводящих жил кабеля влияет только в небольшой степени. Поэтому рефлектометр является более точным прибором для поиска места резистивных неисправностей. Низкоомное короткое замыкание на рефлектограмме также представлено в виде отраженного импульса отрицательной полярности (см. рис. 5-6). Размер отраженного импульса отрицательной полярности зависит от степени данной неисправности. Чем меньше сопротивление неисправности, тем больше отраженный от неисправности импульс отрицательной полярности. По мере того, как сопротивление неисправности приближается к 1000 Ом, становится все более трудно его идентифицировать.

Измерение с помощью RFL (локатора резистивных повреждений) обычно включает в себя использование заведомо исправной пары кабеля и требует закорачивания жил кабеля на дальнем конце. Так как показания локатора резистивных повреждений рассчитываются для сопротивления, важно ввести правильный диаметр токопроводящих жил кабеля и температуру самого кабеля. Убедитесь в том, что прибор правильно подключен к тестируемому кабелю, и проверьте правильность установки перемычки, в зависимости от типа используемой конфигурации локатора резистивных повреждений. В данном примере мы будем измерять значение сопротивления неисправности между проводами А и В пары (T/Tip - R/Ring), когда доступна заведомо исправная пара кабеля. Также обязательно протестируйте эталонную пару кабеля, чтобы убедиться, что она также не имеет повреждения. Никогда не считайте, что эталонная пара исправна только потому, что она не занята (см. рис. 5-7).

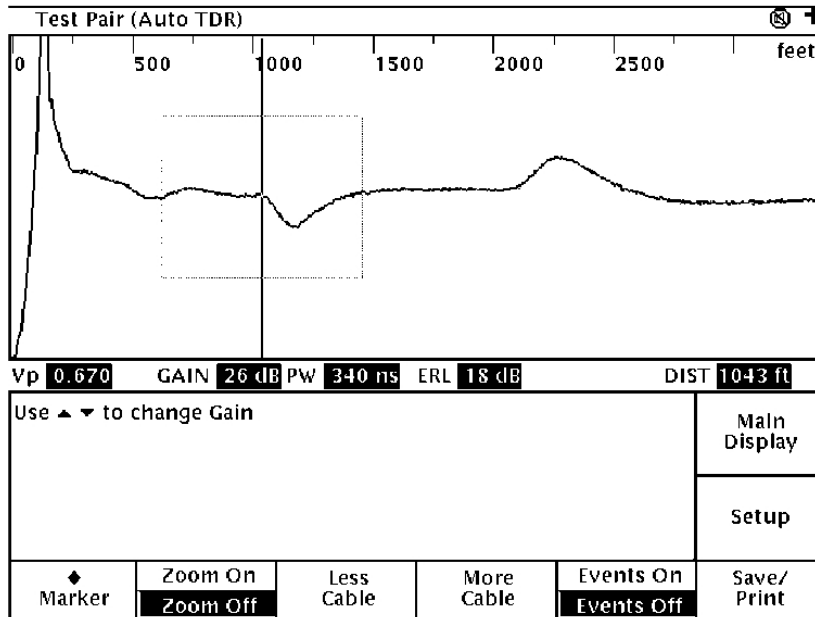


Рисунок 5-6. Рефлектограмма на дисплее рефлектометра, низкоомное короткое замыкание.

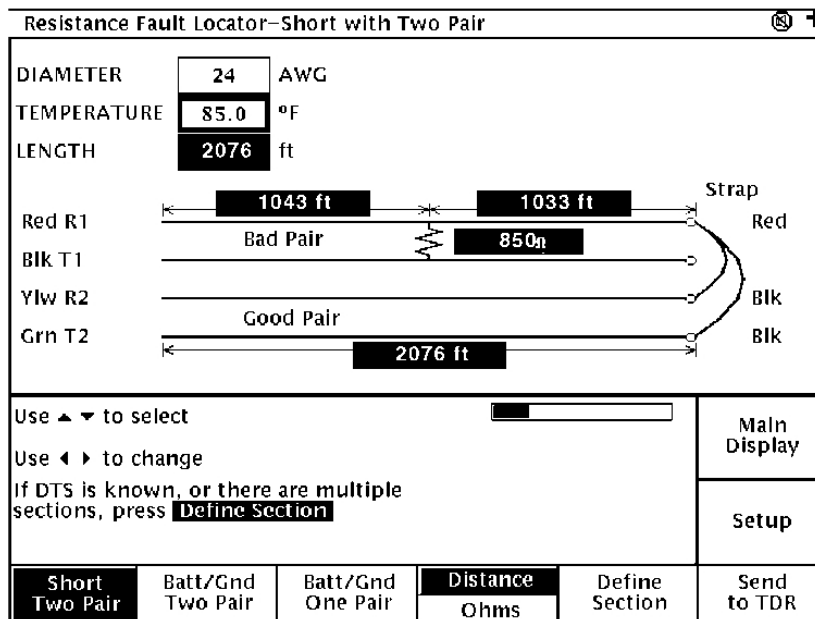


Рисунок 5-7. Использование локатора резистивных повреждений (RFL) для низкоомного короткого замыкания.

Если между прибором и дальним концом кабеля (на котором установлена перемычка) нет пупиновских катушек, всегда полезно сравнить измерения, полученные с помощью рефлектометра (TDR) и локатора резистивных повреждений (RFL). Для этого в режиме локатора резистивных повреждений RFL необходимо нажать клавишу Send To TDR (передать на рефлектометр) и затем переключить прибор в режим рефлектометра для просмотра совмещенного изображения (см. рис. 5-8). Это позволяет снизить вероятность ошибки, которая могла возникнуть при настройке локатора резистивных повреждений (RFL), и помогает компенсировать любые неточности при вводе значения температуры или диаметра токопроводящих жил кабеля. Если два измерения точно совмещаются, настройки локатора резистивных повреждений (RFL) были сделаны правильно. Если же нет, вам может потребоваться немного их скорректировать, чтобы повысить точность локатора резистивных повреждений.

Высокоомное короткое замыкание

При поиске неисправности, имеющей большое сопротивление (более 1000 Ом), то есть высокоомного короткого замыкания, расстояние до неисправности не может быть рассчитано, исходя непосредственно из полученного значения сопротивления (см. рис. 5-9). Если вы просто пересчитаете полученное значение сопротивления (в Омах) в расстояние до места неисправности, результат будет неправильным. Например, если при тестировании медного кабеля 22 AWG (0,64 мм) при температуре 68° F (20°C) вы при измерении сопротивления между проводами А и В (Т/Tip - R/Ring) обнаружили неисправность с сопротивлением 15 кОм на расстоянии 25 Ом, расчет должен быть следующим:

Пример для американских единиц измерения:

(25 Ом + 15000 Ом) x 30,25 фута на Ом = 454,506 фута {Неправильно}

Пример для метрических единиц измерения:

(25 Ом + 15000 Ом) x 9,22 метра на Ом = 138,531 метра {Неправильно}

Используйте омметр только для определения приблизительной степени повреждения (менее 1000 Ом или более 1000 Ом), а затем определите, какой прибор или приборы более всего подходят для поиска места неисправности.

Когда известно, что вы имеете дело с высокоомным коротким замыканием, лучше всего использовать RFL (локатор резистивных повреждений), так как рефлектометр (TDR) обычно не позволяет выявить неисправности, сопротивление которых превышает 1000 Ом. Однако, рефлектометр все же может использоваться для подстройки значения температуры и диаметра токопроводящих жил кабеля, если между прибором и дальним концом кабеля (на котором установлена перемычка) нет пупиновских катушек.

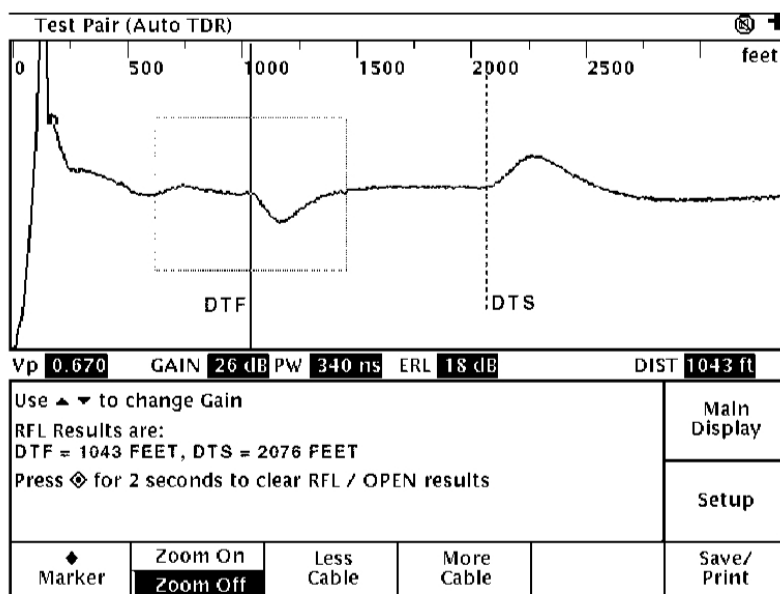


Рисунок 5-8. Сравнение результатов, полученных с помощью локатора резистивных повреждений(RFL) и рефлектометра (TDR) для низкоомного короткого замыкания.



Рисунок 5-9. Высокоомное короткое замыкание (более 1000 Ом).

Измерение с помощью локатора резистивных повреждений (RFL) обычно включает в себя использование заведомо исправной пары кабеля и требует закорачивания пар кабеля на дальнем конце. Так как показания локатора резистивных повреждений рассчитываются для сопротивления, важно ввести правильный диаметр токопроводящих жил кабеля и температуру самого кабеля. Убедитесь в том, что прибор правильно подключен к тестируемому кабелю, и проверьте правильность установки перемычки, в зависимости от типа используемой конфигурации локатора резистивных повреждений. В данном примере мы будем измерять значение сопротивления неисправности между проводами А и В пары (T/Tip - R/Ring), когда доступна заведомо исправная пара кабеля (см. рис. 5-10). Также обязательно протестируйте эталонную пару кабеля, чтобы убедиться, что она не имеет повреждения. Никогда не считайте, что эталонная пара исправна только потому, что она не занята.

Если между прибором и дальним концом кабеля (на котором установлена перемычка) нет пупиновских катушек, всегда полезно сравнить измерения, полученные с помощью рефлектометра (TDR) и локатора резистивных повреждений (RFL). Для этого в режиме RFL (локатор резистивных повреждений) необходимо нажать клавишу Send To TDR (передать на рефлектометр) и затем переключить прибор в режим рефлектометра для просмотра совмещенного изображения (см рис 5-11). Это позволяет снизить вероятность ошибки, которая может быть допущена при настройке локатора резистивных повреждений, и помогает компенсировать любые неточности при вводе значения температуры или диаметра токопроводящих жил кабеля. Если два измерения совпадают, настройки локатора резистивных повреждений (RFL) были сделаны правильно. Если же нет, вам может потребоваться немного их скорректировать, чтобы повысить точность локатора резистивных повреждений.

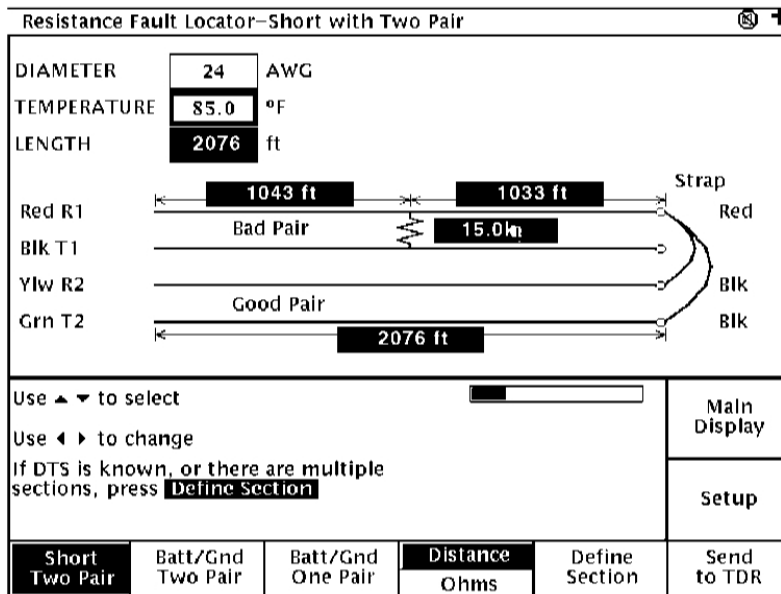


Рисунок 5-10. Локатор резистивных повреждений (RFL) для высокоомного короткого замыкания.

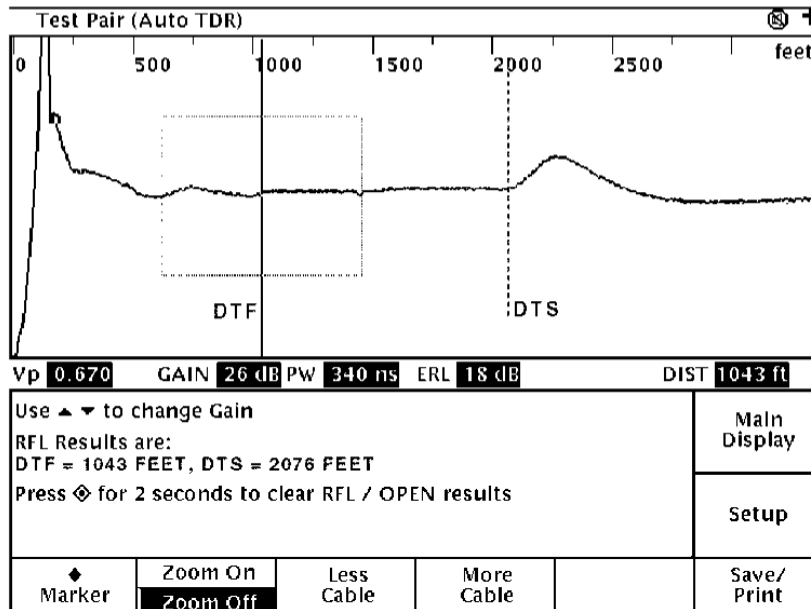


Рисунок 5-11. Сравнение результатов, полученных с помощью локатора резистивных повреждений (RFL) и рефлектометра (TDR) для высокоомного короткого замыкания.

Подсчет пупиновских катушек

Если между прибором и местом неисправности или перемычкой имеются пупиновские катушки, необходимо учитывать, что они увеличивают сопротивление линии. Каждая пупиновская катушка добавляет приблизительно 4 Ом к значению, полученному при измерении сопротивления. Подсчитав количество пупиновских катушек, вы можете быстро внести коррективы в результат измерения сопротивления (см. рис. 5-12).

Так как каждая пупиновская катушка добавляет к общему сопротивлению линии по 4 Ом, вы можете просто вычесть это значение при пересчете сопротивления в расстояние (Ohms-to-Distance Calculator) (см. рис. 5-13).

Тот же самый принцип применим и по отношению к измерениям, осуществляемым с помощью RFL (локатор резистивных повреждений). На экране локатора резистивных повреждений (RFL) переключитесь на демонстрацию результатов измерений в Омах, используя для этого клавишу Distance/Ohms (Расстояние/Сопротивление, Ом). Запомните,



какое сопротивление в Омах получено при измерении между прибором и местом повреждения (обычно обозначается как DTF - Distance to Fault/Расстояние до повреждения), и затем используйте калькулятор пересчета расстояния в сопротивление (Distance-to-Ohms Calculator) для того, чтобы вычесть сопротивление в Омах в соответствии с количеством пупиновских катушек.

Заключение

Высокоомные повреждения встречаются достаточно часто и требуют больших усилий для точного определения их местонахождения. Однако, используя комбинацию омметра, локатора резистивных повреждений и рефлектометра, вы можете повысить точность своих измерений и снизить время, необходимое на локализацию повреждения в кабеле. Для компенсации дополнительного сопротивления, вносимого установленными на линии пупиновскими катушками, применяйте счетчик пупиновских катушек.

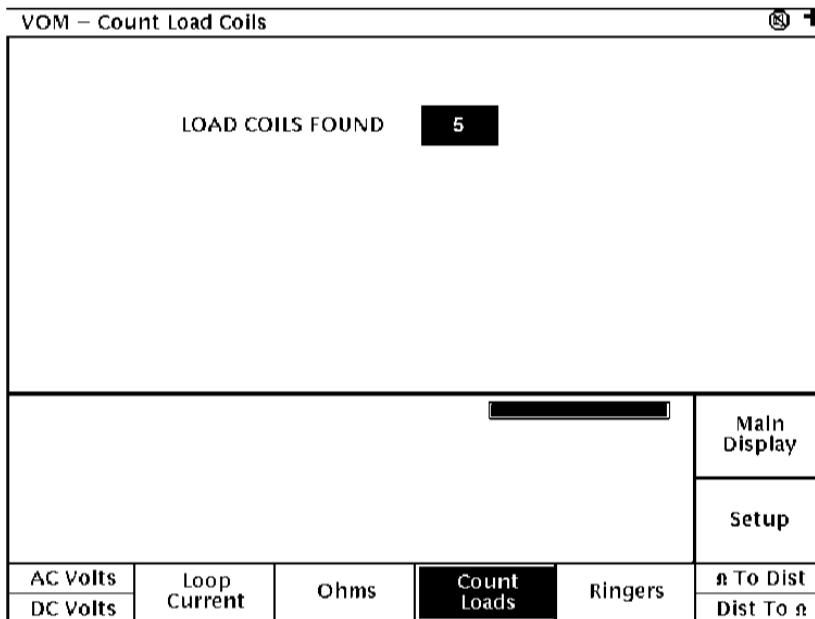


Рисунок 5-12. Счетчик пупиновских катушек.

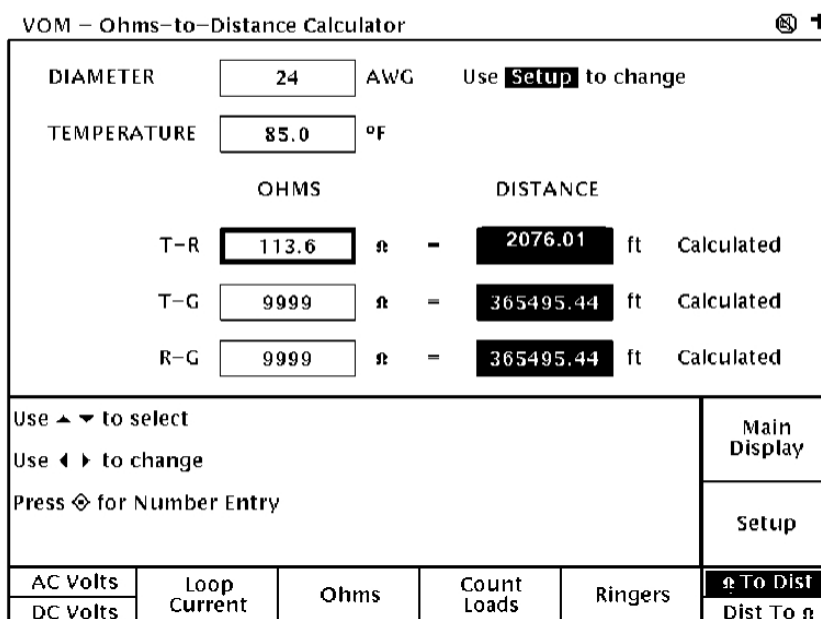


Рисунок 5-13. Расстояние до места полного короткого замыкания, с учетом количества пупиновских катушек.



Глава 6: Пупиновские катушки

Введение

С началом внедрения на телефонных линиях цифровых систем передачи (например, T1/E1, ISDN и xDSL) появилась необходимость ликвидировать некоторые из обязательных атрибутов аналоговых систем телефонной связи для обеспечения нормальной передачи данных. Один из таких атрибутов, установленные на телефонной линии пупиновские катушки, следует обязательно локализовать и удалить. Это позволит передавать по такой линии высокочастотные сигналы, используемые при передаче данных.

Пупиновская катушка представляет собой катушку индуктивности 66 мГн или 88 мГн (миллигенри), которая используется на аналоговых (голосовых) телефонных кабельных системах. Катушки используются потому, что на протяженных кабельных линиях за счет возрастания емкости кабеля увеличивается затухание высокочастотных сигналов. Для того, чтобы компенсировать емкость кабеля, последовательно в линию устанавливаются пупиновские катушки. Установка катушек в линию через определенное расстояние позволяет создать электрическую цепь, настроенную на передачу сигналов в диапазоне голосовых частот (от 300 до 3000 Гц). На рисунке 6-1 показаны АЧХ линий, имеющих и не имеющих пупиновские катушки.

Как видно на рисунке, более высокий уровень мощности в диапазоне голосовых частот передается по линии, в которую последовательно установлены пупиновские катушки. Для того, чтобы система работала правильно, катушки должны устанавливаться в линию на определенных расстояниях. В Соединенных Штатах пупиновские катушки должны использоваться на линиях, имеющих длину более 18000 футов (5,5 километров). В других странах значения расстояния могут отличаться, в зависимости от характеристики затухания системы. При использовании схемы установки пупиновских катушек N88 первая катушка устанавливается на расстоянии приблизительно 3000 футов (915 метров) от телефонной станции (см. рис. 6-2). Последующие пупиновские катушки устанавливаются на расстоянии 6000 футов (1830 метров) друг от друга, хотя установка пупиновской катушки на последних 10000 футах (3 километрах) линии до абонента может и не потребоваться.

К сожалению, аналоговые системы, в которых используются пупиновские катушки, и цифровые системы несовместимы друг с другом. Как показано на рис. 6-1, высокочастотные сигналы подвергаются еще большему затуханию, когда на линии установлены пупиновские катушки. Вы не сможете передавать цифровые и высокочастотные сигналы через пупиновские катушки. (Более подробная информация по частотам и затуханию приводится в Главе 12 "Характеристики передачи").

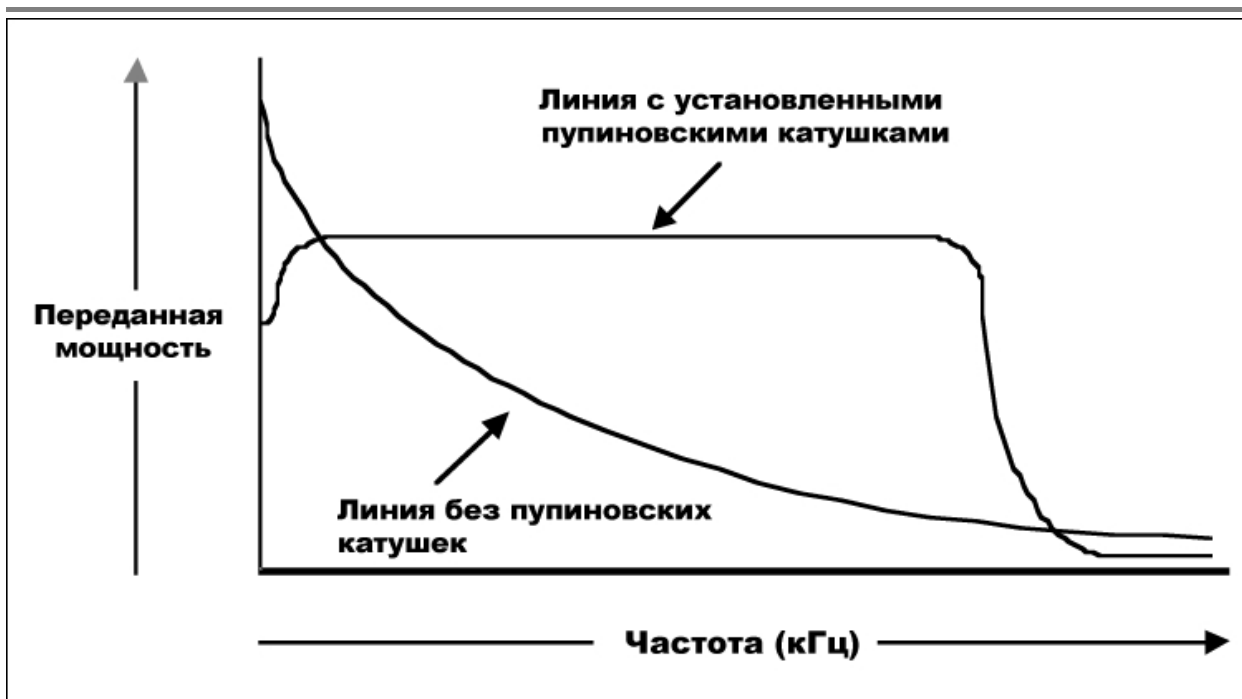


Рисунок 6-1. Частотные характеристики.



Рисунок 6-2. Схема установки пупиновских катушек.

Подсчет количества пупиновских катушек

Использование счетчика пупиновских катушек позволяет приблизительно оценить, сколько пупиновских катушек установлено на линии. При внедрении цифровых систем важно помнить, что наличие пупиновских катушек в линии недопустимо. Просто используйте счетчик пупиновских катушек для проверки количества катушек, установленных в линии, а затем используйте рефлектометр (TDR) для поиска места установки первой пупиновской катушки (см. рис. 6-3).

Поиск места установки пупиновских катушек

Рефлектометр (TDR) является единственным тестовым прибором, который позволяет просто и точно определять местонахождение пупиновских катушек. Рефлектометр подает в линию высокочастотные импульсы и фиксирует отраженную от неоднородностей импеданса линии энергию. Данная технология подобна технологии радара. Так как импульсы обладают высокочастотной энергией, они не могут пройти через пупиновскую катушку. Катушка (как показано на рис. 6-4) на рефлектограмме выглядит как значительное увеличение импеданса кабеля, то есть, подобна рефлектограмме обрыва линии (показанной на рис. 6-5).



Можно заметить, что очертание импульса, отраженного от пупиновской катушки, более округлое по сравнению с очертанием импульса, отраженного от обрыва кабеля, а сама катушка находится на расстоянии около 6000 футов (1830 метров). Обычно же, первую пупиновскую катушку можно увидеть на расстоянии 3000 футов (915 метров) от телефонной станции. Последующие пупиновские катушки располагаются на расстоянии 6000 футов (1830 метров) друг от друга (при использовании схемы Н88), хотя на рефлектограмме вы будете видеть только первую катушку. Это особенно важно для тех аналоговых систем, которые работают не правильно. Если имеются проблемы, связанные с более высоким затуханием высокочастотной составляющей голосового сигнала или с кнопчным (тональный режим набора) номеронабирателем телефонного аппарата, ищите пропущенные пупиновские катушки.

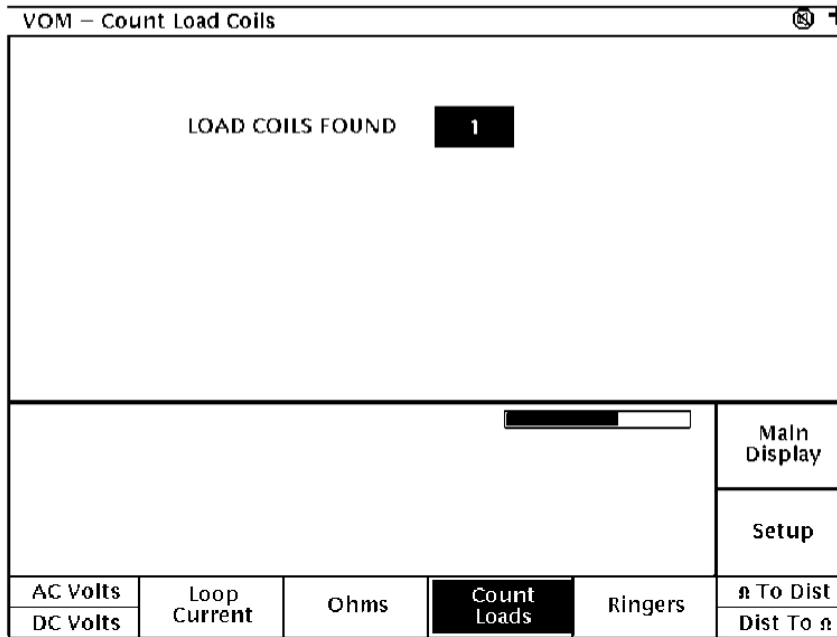


Рисунок 6-3. Подсчет пупиновских катушек.

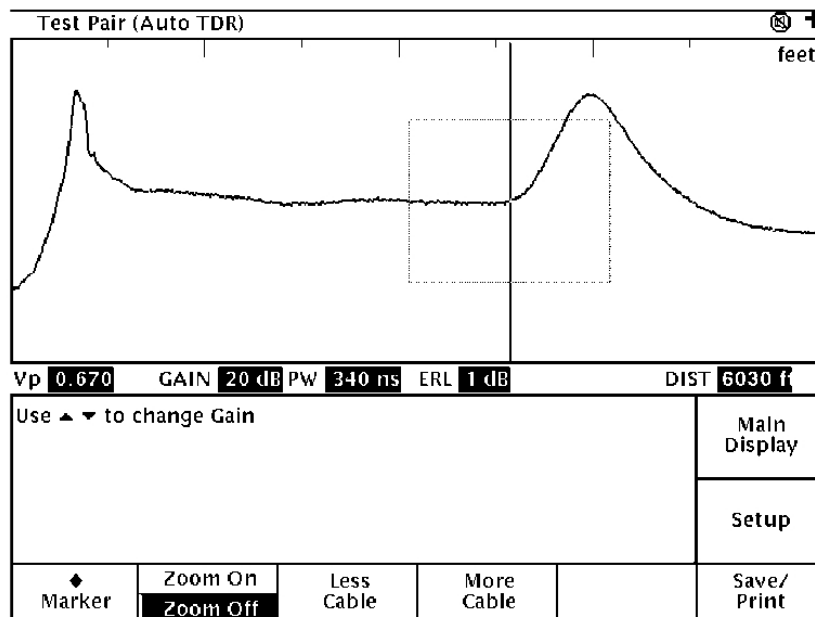


Рисунок 6-4. Пупиновская катушка на дисплее рефлектометра (TDR).

Рефлектометр (TDR) может использоваться для уточнения показаний, полученных с помощью других приборов, в частности локатора резистивных повреждений (RFL -40



Resistance Fault Locator). Наличие пупиновских катушек в линии вносит неточность в показания, полученные с помощью локатора резистивных повреждений, так как каждая из них добавляет около 4 Ом к значению сопротивления, полученного при измерении с помощью данного прибора. Например, сопротивление 4 Ом соответствует приблизительно 497 футам (152 метрам) кабеля 19 AWG (0,90 мм). Это означает, что измерения, полученные с помощью локатора резистивных повреждений, будут иметь значение, почти на 500 футов (152 метра) большие на каждую пупиновскую катушку, установленную в линию. Если вы подозреваете, что измерения, полученные с помощью локатора резистивных повреждений, могут содержать ошибку, воспользуйтесь счетчиком пупиновских катушек для того, чтобы определить количество катушек, установленных в линию, и рефлектометр (TDR) для поиска мест их установки. После этого вы сможете скорректировать результаты, полученные с помощью других приборов.

Заключение

Некоторые аналоговые (голосовые) телефонные системы требуют установки пупиновских катушек. Отсутствие пупиновских катушек может создать проблемы абонентам аналоговых телефонных систем. Однако, эти же катушки становятся препятствием для работы высокочастотных систем, таких как T1/E1, ISDN и xDSL. А при использовании для проверки линий локатора резистивных повреждений (RFL - Resistance Fault Locator) наличие пупиновских катушек в линии может внести неточность в результаты тестирования.

Счетчик пупиновских катушек и рефлектометр (TDR) являются наиболее полезными приборами для идентификации и поиска мест установки пупиновских катушек, что необходимо для восстановления должного обслуживания ваших абонентов.

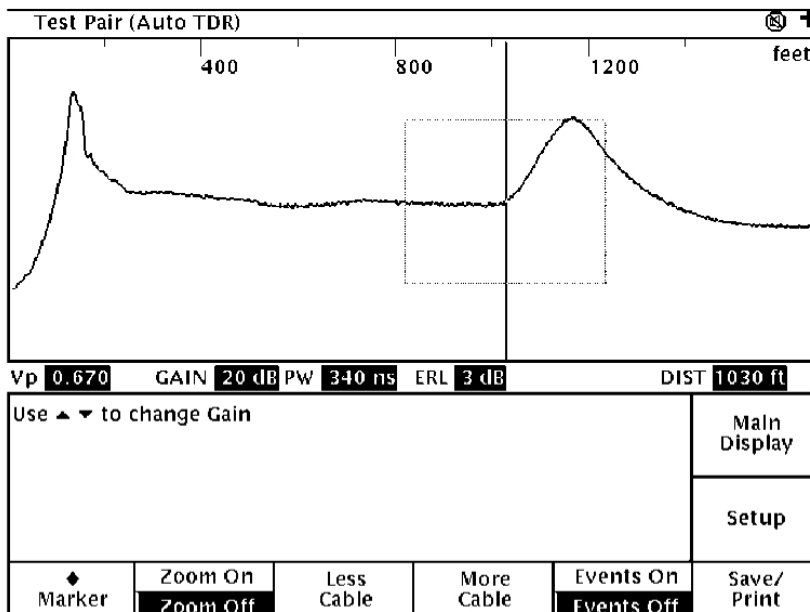


Рисунок 6-5. Рефлектограмма обрыва.



Глава 7: Кабельные отводы и параллельные кабели

Введение

Кабельные отводы и параллельные кабели являются частью схемы организации кабельной сети, которая используется в аналоговых (голосовых) телефонных системах в течение многих лет. Кабельный отвод сам по себе является механизмом подключения дополнительной линии к обычному распределительному кабелю. Он представляет собой муфту с двухпроводным входом и четырехпроводным выходом. Одна пара выходов позволяет подключить обычную пару распределительного кабеля, которая идет дальше (как и шел ранее), а другая пара выходов используется для подключения параллельного кабеля. Под параллельным кабелем понимается кабельная пара любой длины, которая не является прямым трактом передачи сигнала, соединяющим абонента и телефонную станцию (см. рис. 7-1).

Проблемы, связанные с параллельными кабелями

Наличие параллельных кабелей может привести к появлению различных проблем при предоставлении обслуживания и обеспечении работоспособности системы. По мере внедрения и возрастания роли цифровых систем поиск кабельных отводов и подключенных к ним параллельных кабелей становится все более важной задачей, так как такие отводы и параллельные кабели отрицательно влияют на работу цифровых систем. Даже несмотря на то, что большинство кабельных отводов имеют относительно небольшую длину, они создают большие проблемы для работы цифровых систем, под использование с которыми были переделаны голосовые телефонные линии. Параллельный кабель создает второй тракт для цифровых сигналов, передаваемых по основной линии. Цифровые сигналы перемещаются по параллельному кабелю и отражаются от его разомкнутого конца. Отраженные сигналы (эхо-сигналы) перемещаются обратно и попадают в основную линию, где они "микшируются" с "хорошими" цифровыми сигналами. Такие эхо-сигналы значительно влияют на качество передаваемых данных. Для того, чтобы цифровые линии работали корректно, параллельные кабели должны быть от них отключены.

Параллельные кабели, подключенные к аналоговым (голосовым) линиям, также создают проблемы для работы главного распределительного кабеля. Например, если на таком параллельном кабеле имеется неисправность, она может проявиться в виде снижения качества обслуживания. Кроме того, необходимо иметь возможность найти все параллельные кабели, чтобы при появлении необходимости устранения какой-либо кабельной неисправности использовать правильный алгоритм поиска и устранения этой неисправности.

И, наконец, неизвестные параллельные кабели могут также оказать влияние на точность работы другого проверочного оборудования. Примером может являться измеритель электрической емкости кабеля. Неизвестный параллельный кабель увеличивает емкость кабельной пары и вызывает ошибку измерения - для тестируемой пары рассчитывается большая длина, чем это есть на самом деле.

Поиск места подключения параллельного кабеля

Измеритель электрической емкости кабеля является прибором, который наиболее часто используется для определения длины кабеля, разомкнутого на дальнем конце. К сожалению, измеритель электрической емкости позволяет определить только общую длину пары кабеля, включая все кабельные отводы и параллельные кабели (см рис 7-2).

Единственным прибором, который позволяет находить места кабельных отводов и подключений параллельных кабелей, является рефлектометр (TDR). Было бы неплохо иметь возможность сравнения значения длины, полученной на основании измерения емкости кабеля и сопротивления шлейфа. Это позволит определить длину параллельного кабеля. Измеритель электрической емкости кабеля позволяет только оценить длину параллельного



кабеля. После того, как длина определена, подключите к кабелю рефлектометр и посмотрите рефлектограмму, полученную для кабельного отвода/параллельного кабеля, чтобы найти на ней параллельный кабель предполагаемой длины.



Рисунок 7-1. Кабельные отводы и параллельные кабели.

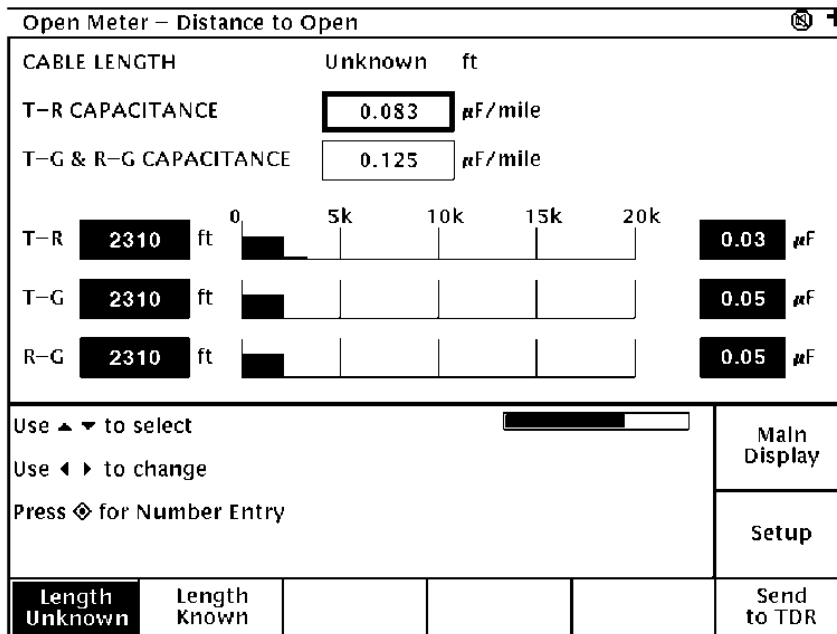


Рисунок 7-2. Результаты тестирования кабеля, имеющего кабельные отводы, с помощью измерителя электрической емкости кабеля.

Пример рефлектограммы для кабельного отвода и параллельного кабеля, показан на рис 7-3.



Рисунок 7-3. Пример рефлектограммы для кабельного отвода и параллельного кабеля.

Классическая рефлектограмма для кабельного отвода и параллельного кабеля похожа на рефлектограмму, появляющуюся на дисплее рефлектометра при тестировании

замкнутого кабеля (более подробная информация приводится в Главе 10 "Вода в кабеле"). Единственным заметным отличием является то, что отражение сигнала от самого параллельного кабеля представляет собой прямую линию, а не кривую, как при отражении сигнала от замкнутого участка кабеля.

На рис. 7-4 и 7-5 показаны, соответственно, разомкнутый на конце участок кабеля без кабельного отвода и участок кабеля с кабельным отводом (кабельный отвод находится на расстоянии 1032 фута), с соответствующими результатами измерения, полученными с помощью измерителя электрической емкости кабеля, переданными на рефлектометр для прямого сравнения. Обратите внимание, какое влияние на измерение с помощью измерителя электрической емкости кабеля оказывает наличие параллельного кабеля. Также обратите внимание на то, как на участке кабеля с кабельным отводом искажен импульс, отраженный от разомкнутого конца кабеля на расстоянии 2060 футов. Это происходит потому, что часть энергии сигнала рефлектометра была потеряна при прохождении через кабельный отвод и параллельный кабель. Идеальным способом одновременного просмотра этих рефлектограмм является использование портов TEST и REFERENCE рефлектометра для подключения и сравнения "хорошей" и "плохой" пар кабеля.

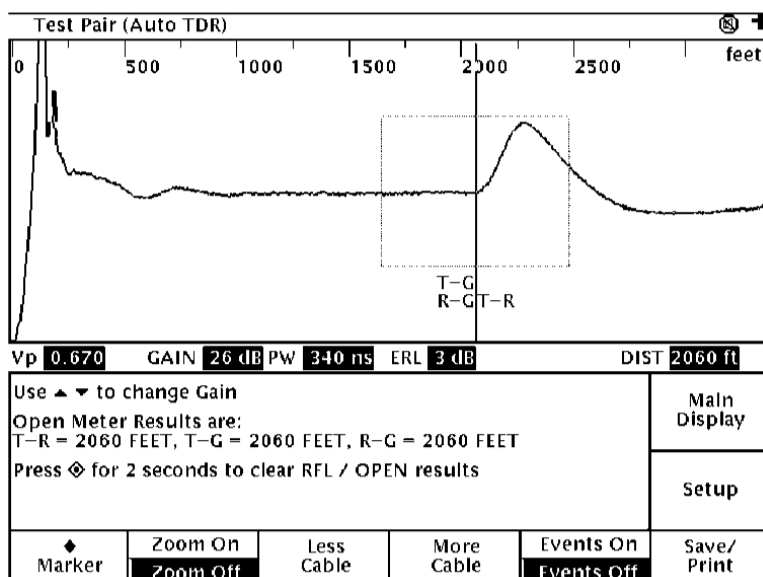


Рисунок 7-4. Рефлектограмма разомкнутого на конце кабеля, не имеющего кабельных отводов.

Одной из самых неприятных характеристик параллельных кабелей является то, что если вы уж нашли один параллельный кабель, вы обязательно найдете и другие кабели. Подобно тому, как эхо-сигналы влияют на передачу цифровых сигналов, многократные кабельные отводы оказывают влияние на рефлектограмму кабеля. Интерпретация рефлектограммы значительно затрудняется, если к тестируемой паре кабеля подключены два и более параллельных кабеля.

На рис. 7-6 показана пара, подобная той, что показана на рис. 7-5, но при этом имеющая дополнительный кабельный отвод на расстоянии приблизительно 1650 футов. Обратите внимание, что разомкнутый конец кабеля на расстоянии 2060 футов на данной рефлектограмме почти не виден, так как энергия тестового импульса рефлектометра расходуется на прохождение двух параллельных кабелей. Если к тестируемому кабелю подключено несколько параллельных кабелей, лучше всего найти место первого кабельного отвода, получить доступ к кабельной муфте (или подключиться за ней) и затем найти следующий кабельный отвод. Повторяйте данную процедуру до тех пор, пока не будут найдены места всех кабельных отводов.

Заключение

Кабельные отводы и параллельные кабели использовались в аналоговых (голосовых) телефонных системах в течение многих лет. Однако, они создают определенные препятствия работе цифровых систем, таких как T1/E1, ISDN и xDSL. Поиск местонахождения и удаление кабельных отводов и параллельных кабелей исключительно важны для обеспечения высокого качества предоставляемых цифровых услуг.

Более подробная информация по данному вопросу приводится в Главе 17 "Модернизация вашей кабельной сети для предоставления цифровых услуг".

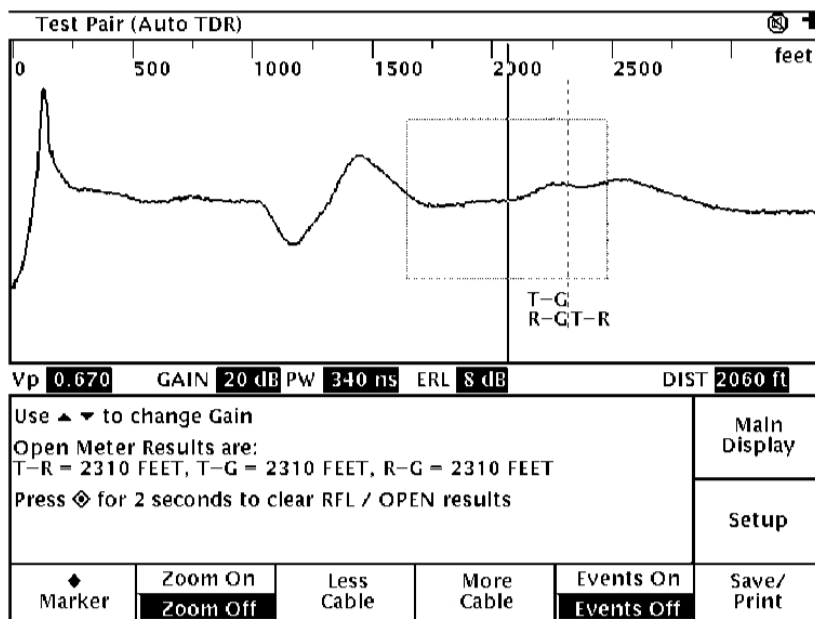


Рисунок 7-5. Рефлектограмма разомкнутого на конце кабеля с одним кабельным отводом.

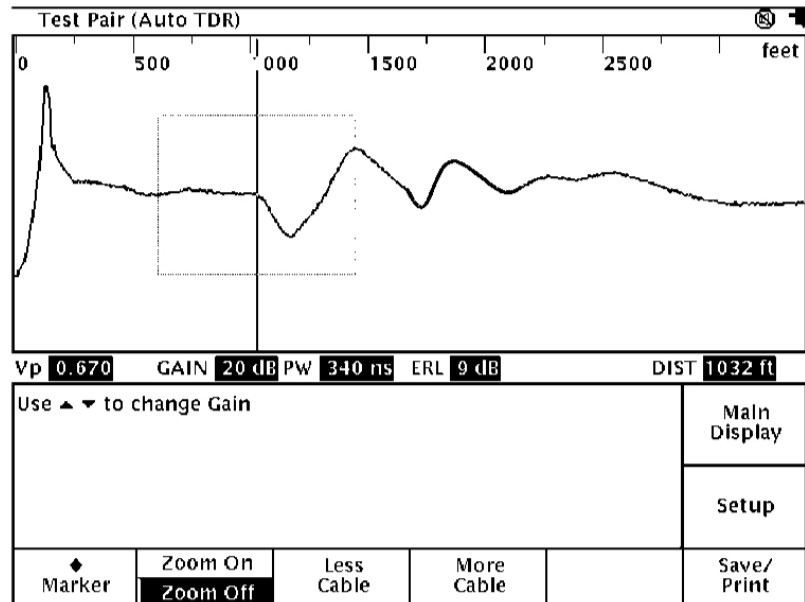


Рисунок 7-6. Рефлектограмма разомкнутого на конце кабеля, имеющего несколько кабельных отводов.



Глава 8: Перепутанные пары

Введение

Перепутывание проводов пар кабеля является, по всей видимости, наиболее сложной проблемой телефонных кабельных систем. Кроме того, поиск места перепутывания проводов обычно занимает больше всего времени. Обычно абонент переключается на другую пару, что позволяет быстро решить данную проблему для абонента; перепутанная пара при этом оставляется до того времени, пока не появится возможность ее действительно восстановить. Когда все пары системы заняты абонентами, для восстановления правильной работы перепутанная пара должна быть отремонтирована.

Во многих системах перепутанные пары являются единственной возможностью предоставить обслуживание абоненту (разумеется, после их восстановления). Исправить перепутывание проводов гораздо дешевле, чем заменять весь кабель или прокладывать дополнительный кабель. Использование опознавательного тонального сигнала и рефлектометра (TDR) является одним из самых легких методов быстрого и надежного поиска места перепутывания проводов кабеля.

Причины и симптомы

Причиной перепутывания проводов является человек. Почти всегда перепутывание проводов происходит в местах соединения кабелей (в муфтах), когда два провода одного цвета (например провода А двух разных пар) случайно срачиваются друг с другом (см. рис. 8-1).

Перепутывание проводов двух разных пар обычно приводит к недопустимому увеличению переходных помех. В большой мере это происходит из-за увеличения восприимчивости кабеля к паразитным сигналам, когда пара кабеля перестает быть витой. В результате провод кабеля служит антенной.

Общепринятым способом устранения проблемы, связанной с переходными помехами из-за перепутывания проводов кабеля, является способ "отключить для устранения проблемы". Этот способ заключается в переключении абонента на "хорошую" пару кабеля. Другой общепринятой технологией является устранение данной проблемы в следующей муфте кабеля. Речь идет о восстановлении правильности подключения (а фактически о повторном перепутывании тех же самых проводов). Такое решение является самым простым, но, конечно же, оно не решает саму проблему. В любом случае данный участок кабеля должен быть отремонтирован.

Поиск места неисправности

Некоторые приборы, используемые для тестирования кабелей, не способны обнаружить перепутывание пар кабеля. Например, в данном случае неэффективен омметр, используемый для измерения сопротивления, так как перепутывание пар проводов не влияет на их сопротивление. Омметр позволит измерить приблизительную длину кабеля, потому что сопротивление его жил останется практически неизменным. Измеритель электрической емкости кабеля покажет, что в кабеле имеется неисправность, и сможет указать длину перепутанного участка кабеля. Однако, он не позволяет найти то место, в котором произошло перепутывание проводов кабеля.



Рисунок 8-1. Перепутывание и обратное перепутывание проводов пары.

Использование опознавательного тонального сигнала (ID Tone) с частотой 577,5 Гц на той паре кабеля, которая заведомо имеет перепутанные провода, позволит идентифицировать ту пару кабеля, с которой перепутан провод тестируемой пары. Обычно он входит в тот же самый пучок кабеля. После этого вы должны использовать рефлектометр, так как он является единственным проверочным прибором, который позволяет найти места перепутывания и обратного перепутывания проводов. Существует два метода поиска мест перепутывания проводов с помощью рефлектометра.

Режим измерения переходных помех (Crosstalk Mode)

Самым простым методом является проведение с помощью рефлектометра тестирования на переходные помехи. Для этого необходимо подключить обе перепутанные пары кабеля к портам TEST и REFERENCE рефлектометра. При проведении данного тестирования рефлектометр передает сигнал в ту пару, которая подключена к порту TEST, а отраженный сигнал получает по паре, которая подключена к порту REFERENCE. Обычно на дисплей рефлектометра выводится плоская рефлектограмма, кроме того места, в котором из-за перепутывания проводов появляются переходные помехи. В точке возникновения переходных помех будет "острый" выброс рефлектограммы; обычно местоположение выброса соответствует местоположению кабельной муфты (месту сращивания проводов). Выброс рефлектограммы может быть как положительным, так и отрицательным, в зависимости от того, как соединительные кабели подключены к разъемам рефлектометра (см. рис. 8-2).

Режим сравнения пар (Pair Comparison Mode)

Другим методом является переключение рефлектометра в режим сравнения пар и сравнение рефлектограммы одной из перепутанных пар кабеля с рефлектограммой заведомо хорошей пары кабеля. (Сравнение двух перепутанных пар кабеля не даст в данном режиме какой-либо индикации повреждения.) Пара с перепутанными проводами даст больший уровень отражения в той кабельной муфте, в которой и произошло перепутывание проводов. На рис. 8-3 место перепутывания проводов находится на расстоянии 1032 фута (315 метров) от прибора (верхняя рефлектограмма на дисплее). Именно в этом месте появляются и наивысшие переходные помехи. Также заметьте, что если вы можете видеть разомкнутый дальний конец кабеля, расстояние для перепутанной пары кабеля будет меньше, чем для "хорошей" пары кабеля из того же самого пучка. Перепутанный участок кабеля имеет более низкую емкость, что позволяет сигналу перемещаться по кабелю быстрее. Так как сигнал перемещается быстрее, рефлектометр интерпретирует этот участок кабеля как более короткий.

Если участок кабеля также имеет и обратное перепутывание проводов, наиболее простым методом устранения этих неисправностей является поиск в первую очередь места



перепутывания проводов с последующим поиском места обратного перепутывания проводов. Для этого может использоваться любой из двух методов, описанных выше.

Заключение

Перепутанные пары проводов являются часто встречающейся на телефонных кабельных сетях, но трудно решаемой проблемой. При обнаружении перепутанных пар проводов кабеля повреждение необходимо устранить, а не игнорировать. Несколько тестовых приборов позволяют найти перепутывание проводов в кабеле. Самым легким является поиск места перепутывания проводов с помощью опознавательного тонального сигнала и рефлектометра (TDR). При наличии даже минимального опыта вы сможете использовать эти приборы и найти место перепутывания проводов кабеля за считанные секунды.

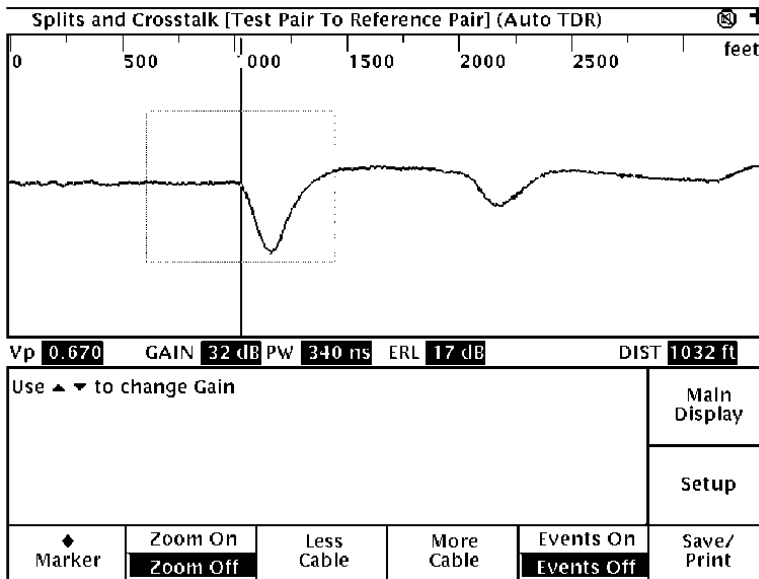


Рисунок 8-2. Поиск места перепутывания проводов в режиме переходных помех.

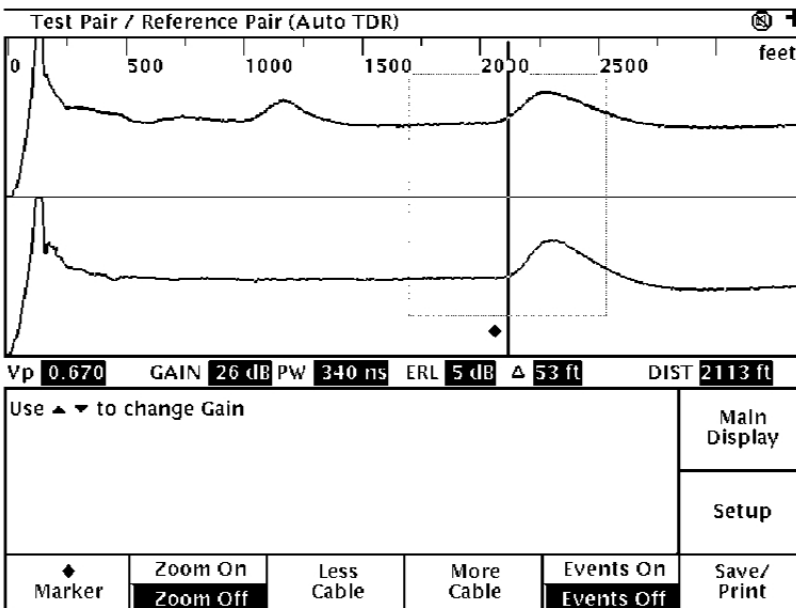


Рисунок 8-3. Поиск места перепутывания проводов в режиме сравнения.



Глава 9: Вызывной звонок

Введение

Для предоставления качественного обслуживания очень важно определить конфигурацию телефонной проводки для подачи вызывного звонка. Исходная конфигурация проводки зависит от того, какого типа обслуживание получает абонент (отдельная линия или линия коллективного пользования).

REN

Вызывной звонок в телефонии измеряется в стандартных единицах, по 1,0 для каждого полного звонкового эквивалента линии. Данное значение, известное как REN (Ringer Equivalence Number - величина звонкового эквивалента), может быть различным, в зависимости от количества и типа телефонных аппаратов, подключенных к паре кабеля. Старые телефонные аппараты С4 или типа 5200 (в США) имеют величину REN 1,0 мкФ, в то время как другие телефонные аппараты могут иметь меньшее значение REN: 0,47 мкФ на REN. Современные цифровые и беспроводные телефонные аппараты обычно имеют величину REN от 0,1 до 1,0 для каждого аппарата. Максимальное значение REN не может превышать 5,0. Если суммарное значение REN всех подключенных устройств превышает 5,0, напряжения сигнала вызывного звонка может не хватить для того, чтобы фактически зазвонили все телефонные аппараты.

Если все телефонные аппараты подключены к паре отдельной линии правильно, вы увидите на дисплее прибора значение REN от 0,1 до 5,0 для измерения между проводами А и В (Т-R), и 0 REN для измерения между каждым из проводов и землей (см. рис. 9-1 и 9-2).

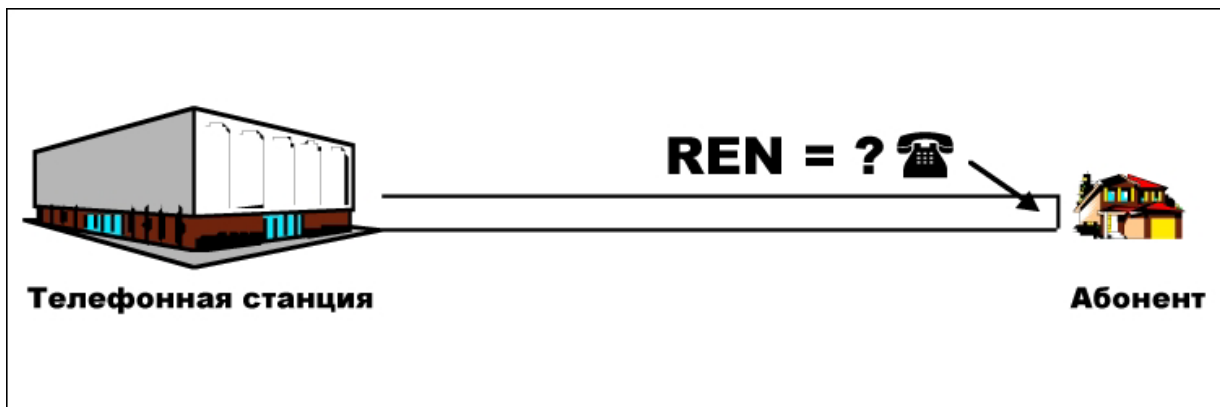


Рисунок 9-1. Подключение вызывного звонка к паре кабеля.

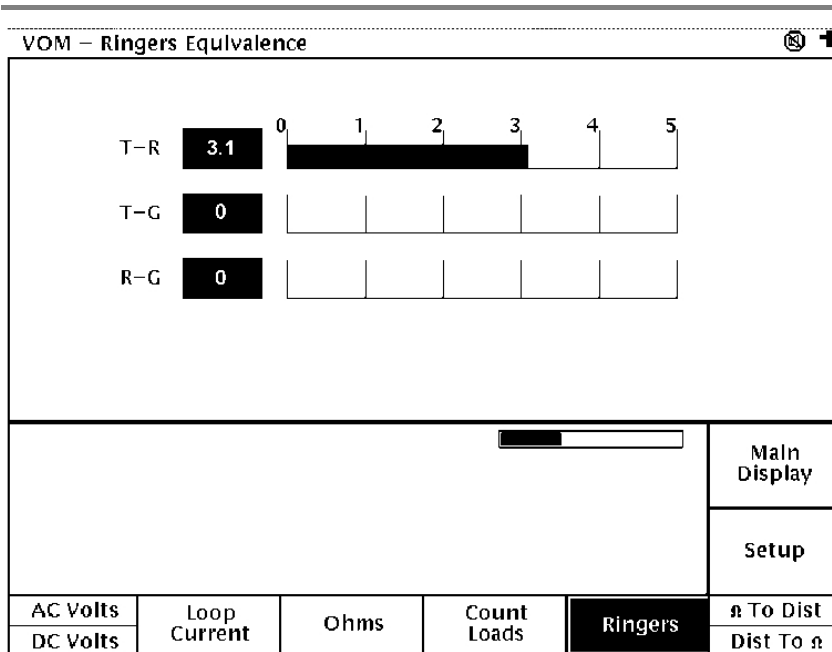


Рисунок 9-2. Дисплей прибора при подключении вызывного звонка к паре кабеля.

В некоторых случаях вызывные звонки подключаются между каким-либо проводом пары и землей, а не между проводами пары (см. рис. 9-3). Это может быть нормальным для линии коллективного пользования, но если абонент пользуется индивидуальной линией, эта ситуация должна быть исправлена.

Заключение

Определение конфигурации вызывного звонка (REN) является важной составляющей предоставления качественного обслуживания. Так как в настоящее время для осуществления связи используется большое количество телефонных аппаратов различного типа, невозможно определить точно, сколько аппаратов подключено к линии, руководствуясь только измерением REN. Помните, что важно не точное количество телефонных аппаратов, а то, как они подключены.

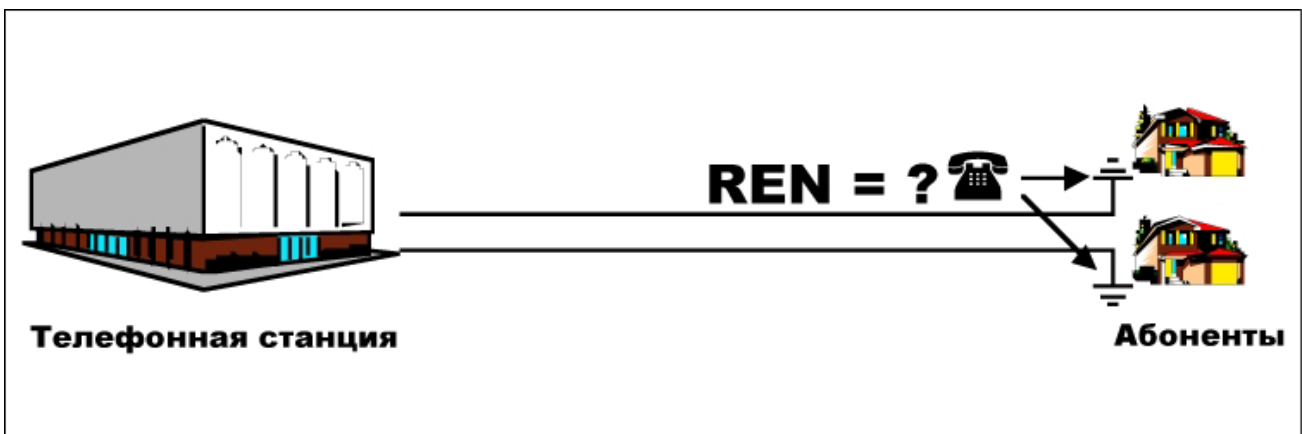


Рисунок 9-3. Подключение вызывных звонков между проводом пары и землей.

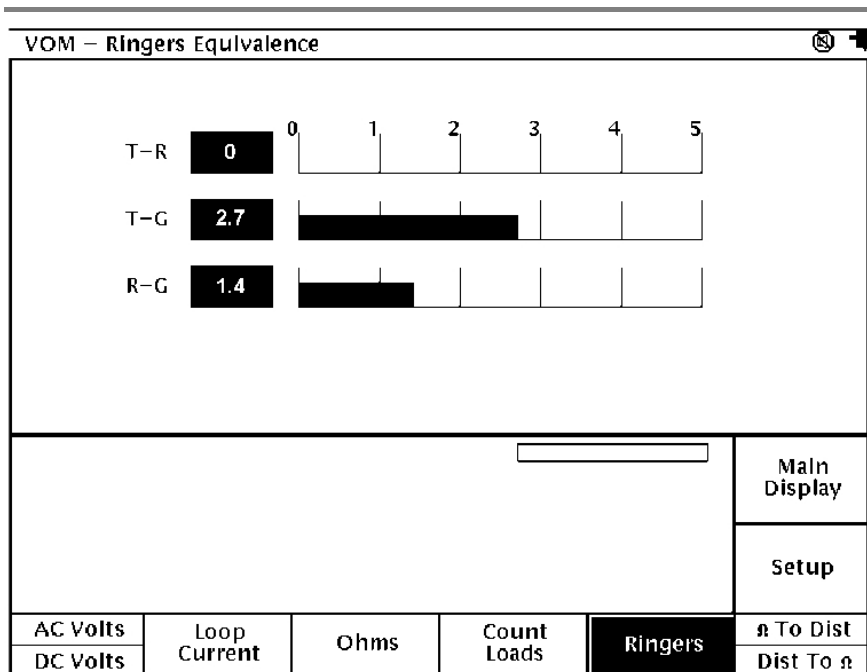


Рисунок 9-4. Дисплей прибора при подключении вызывных звонков между проводами пары и землей.



Глава 10: Вода в кабеле

Введение

Несмотря на множество мер, предпринимаемых для того, чтобы предотвратить попадание воды внутрь телефонных кабелей, проникновение влаги в кабели вероятнее всего является наиболее распространенной причиной отказов системы. Существует большое количество неисправностей, причиной которых является вода в кабеле, но самым распространенным повреждением является высокоомное короткое замыкание.

Симптомы наличия воды в кабеле или в кабельной муфте изменяются с течением времени. Обычно первым симптомом является появление шумов на линии, которые слышит абонент. Причиной появления таких шумов является слабый ток, который начинает протекать между проводами А и В пары (T/Tip и R/Ring). С точки зрения телефонной техника, при проведении проверки с помощью омметра, пара будет иметь высокоомное повреждение. Если проблема заключается только в замокании соединения одного провода, например провода А (T/Tip), пара будет несимметричной. С течением времени, если данную проблему не устранить, дело может дойти до полного отказа линии, когда абонент перестанет получать тональный сигнал ответа станции.

Поиск места замокания кабеля

В случае замокания участка кабеля вода влияет на работу многих пар кабеля (см. рис. 10-1). При тестировании свободной или неактивной пары существует вероятность обнаружения на ней постороннего напряжения от других активных пар кабеля. Наличие постороннего напряжения батареи приведет к искажению результатов большинства методов тестирования, проводимого, например, с помощью омметра или измерителя электрической емкости кабеля, или к невозможности проведения такого тестирования. В этом случае единственным проверочным прибором, который позволит найти место замокания кабеля, вызвавшее повреждение кабеля, является рефлектометр (TDR).

На рис. 10-2 показана классическая рефлектограмма замокшего кабеля. Она имеет три ключевых элемента. Первым является спад рефлектограммы (отраженный импульс отрицательной полярности) в том месте, где начинается участок замокшего кабеля. Во вторых, замокший участок кабеля обычно имеет слегка изогнутую рефлектограмму и может также иметь "шумы" (это не фактические шумы, а просто неравномерность импеданса, что приводит к появлению неровной характеристики для данного участка кабеля). И, наконец, имеется подъем рефлектограммы в конце замокшего участка кабеля.

Важно заметить, что вода в кабеле очень быстро ослабляет сигнал рефлектометра. Если замокший участок кабеля имеет большую протяженность, это может не позволить вам увидеть на дисплее прибора конец замокшего участка кабеля. Показанная на рисунке рефлектограмма относится к идеальному случаю.

На рис. 10-3 показана реальная рефлектограмма замокшего кабеля. В этом случае вода попала в кабельную муфту, что, при использовании рефлектометра для тестирования кабеля, привело к появлению большого отраженного сигнала от места кабельной муфты и замоченного участка кабеля с полиэтиленовой изоляцией и воздушным заполнением за этой муфтой.

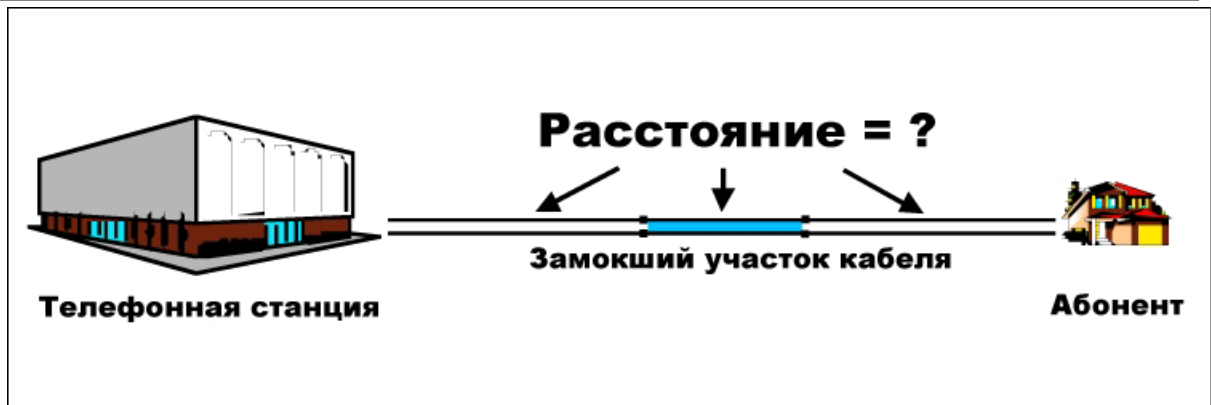


Рисунок 10-1. Замокший участок кабеля.

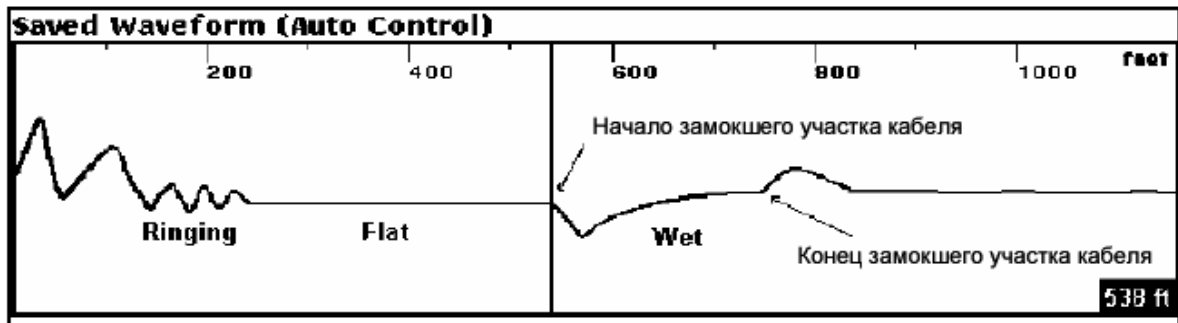


Рисунок 10-2. Классическая рефлектограмма замкнутого кабеля.

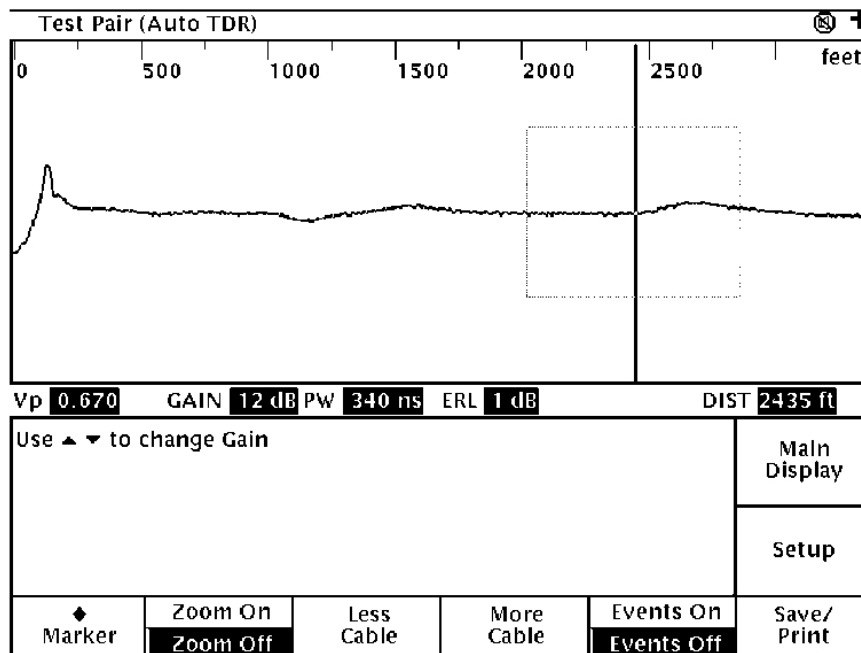


Рисунок 10-3. Рефлектограмма замкнутого кабеля.

Сначала это достаточно трудно заметить, но повышение уровня усиления сделает рефлектограмму более очевидной. Это показано на рис. 10-4.

Теперь значительно проще увидеть классический спад рефлектограммы после кабельной муфты и неравномерную рефлектограмму для замкнутого участка кабеля. Вы можете видеть подъем рефлектограммы в том месте, где заканчивается замоченный участок кабеля (на расстоянии приблизительно 1300 футов). Также можно вполне четко увидеть конец кабеля после 2400 футов.

Как уже указывалось ранее, вода в кабеле ослабляет сигнал рефлектометра. Кроме того, она обладает способностью еще и "замедлять" этот сигнал. Вода изменяет скорость распространения (V_p) сигнала по замкнутому участку кабеля, что значительно затрудняет измерение фактической длины поврежденного кабеля. Если участок кабеля замкнут и на нем нет никакого постороннего напряжения, измеритель электрической емкости кабеля также укажет, что длина данного участка по измерению больше, чем фактическая длина этого участка кабеля. Вода в кабеле значительно повышает емкость замоченного участка кабеля.

По рефлектограмме (рис. 10-4) видно, что замоченный участок кабеля начинается на расстоянии 1022 фута. Но как же нам рассчитать общую длину поврежденного участка кабеля? В действительности, это очень просто. Например, это можно сделать, исходя из имеющегося плана кабельной сети, согласно которому общая длина кабеля должна быть 2380 футов. Мы можем измерить длину сухих участков кабеля и после этого получить нужный результат. Мы уже измерили ближний сухой участок кабеля, поэтому теперь мы можем измерить участок на его дальнем конце, просто переместив курсор в ту точку, где заканчивается замоченный участок кабеля (подъем рефлектограммы на дисплее), а затем нажав клавишу Marker. На дисплее рефлектометра в месте положения курсора появится треугольник и будет показана разница расстояний (см. рис. 10-5).

После этого переместите курсор на конец кабеля и прочитайте разницу расстояний. В данном примере это 1091 фут. Поэтому замоченный участок кабеля заканчивается за 1091 фут до фактического конца тестируемого кабеля. Это означает, что на 2113 футов кабель сухой (1022 фута от начала кабеля и 1091 фут от конца кабеля). Общая длина кабеля минус длина сухого участка кабеля (2380 футов минус 2113 футов) дают длину замкнутого участка кабеля (267 футов). Данная рефлектограмма может использоваться в качестве документального подтверждения того, что кабель необходимо заменить или отремонтировать.

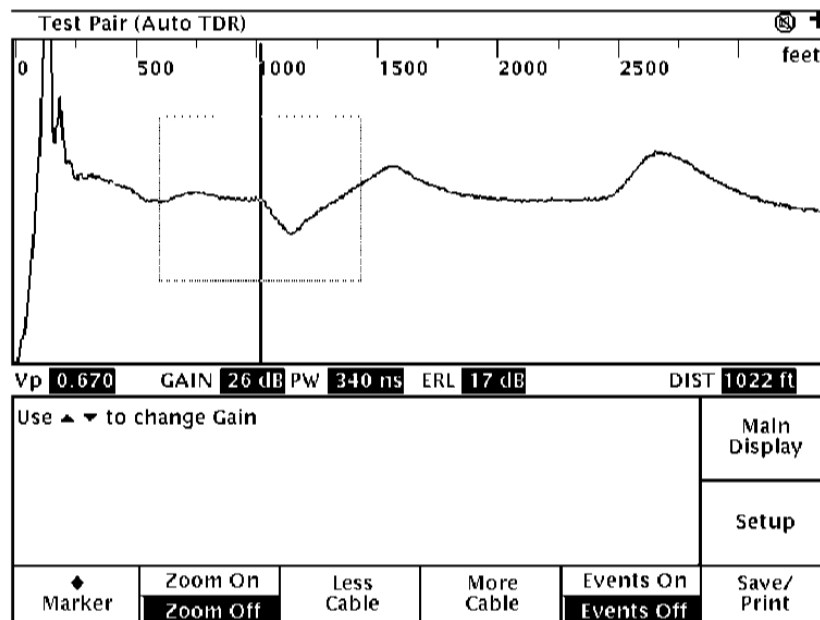


Рисунок 10-4. Рефлектограмма замоченного участка кабеля при увеличенном усилении.

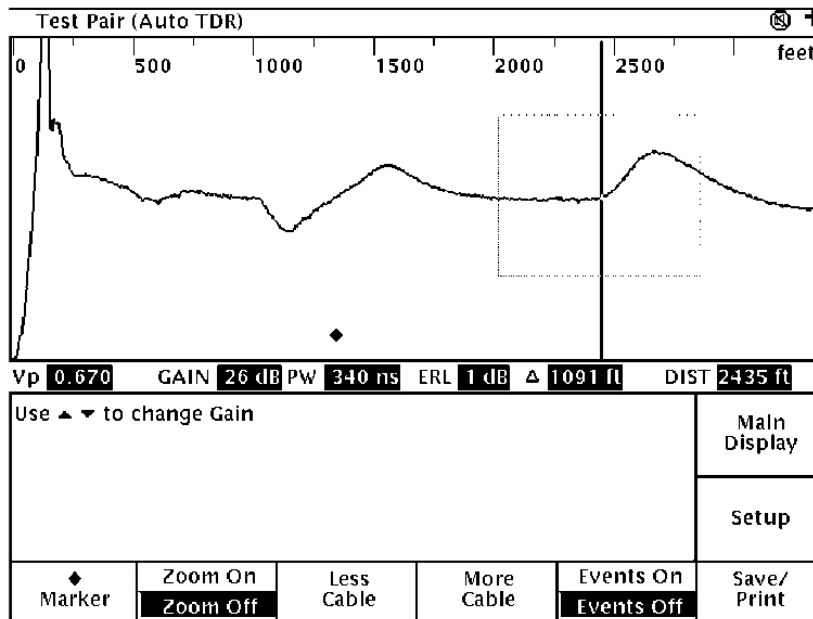


Рисунок 10-5. Измерение длины замоченного участка кабеля с помощью маркера.

Расчет длины замоченного участка кабеля:

| | |
|--|--------------|
| Расстояние до начала замоченного участка кабеля: | 1022 фута |
| Расстояние от конца замоченного участка кабеля до фактического конца кабеля: | + 1091 фут |
| Общая длина сухого участка кабеля: | 2113 футов |
| Общая длина кабеля по плану кабельной сети: | 2380 футов |
| Общая длина сухого участка кабеля: | - 2113 футов |
| Длина замоченного участка кабеля: | 267 футов |

Приведенный выше пример относится к кабелю, разомкнутый конец которого виден на рефлектограмме за замоченным участком кабеля. А это не всегда возможно. В том случае, если вы не видите дальний конец тестируемого кабеля, может потребоваться протестировать кабель с обоих концов, чтобы точно найти начало и конец замоченного участка кабеля.

Заключение

Существует много путей, которыми вода может попасть внутрь оболочки вашего кабеля. Наличие воды в кабеле приводит к появлению различных повреждений, которые, в свою очередь, могут создать трудности вашим абонентам. Когда внутрь телефонного кабеля просачивается вода, первоочередной задачей становится определение места попадания воды. Роль рефлектометров в быстром поиске места попадания воды в телефонный кабель просто невозможно переоценить.



Глава 11: Непостоянные повреждения

Введение

Многие профессиональные телефонные техники могут вам рассказать, что наиболее сложной проблемой является поиск непостоянного повреждения. Обычно, если техник сталкивается с таким типом повреждения, он (или она) ждет в течение длительного времени, пока данное повреждение не проявит себя, а потом надеется, что повреждение продлится достаточно долго, чтобы можно было найти его местоположение. Это дорого, долго по времени и нет никакой гарантии, что повреждение проявит себя, когда техник дежурит в его ожидании. Рефлектометр (TDR) позволяет автоматизировать этот процесс и максимально увеличить вашу производительность.

Рефлектометры Tempo TelScout имеют специальную функцию, которая позволяет сохранить в памяти прибора любые изменения состояния тестируемой пары кабеля для последующей проверки. Это означает, что рефлектометр может быть подключен к тестируемой паре на любой период времени без необходимости присутствия человека, а вся информация, зафиксированная прибором за это время, будет сохранена в его памяти. Это позволит вам заниматься другой работой, пока рефлектометр осуществляет текущий контроль кабеля.

Пример

Определенная телефонная пара работает нормально большую часть времени. Однако, в непредсказуемое заранее время дня абонент сталкивается с проблемами на линии. Рефлектограмма данной линии, показана на рис. 11-1. Большой отраженный импульс положительной полярности (подъем рефлектограммы) на расстоянии 2060 футов представляет собой конец данного кабеля в телефонном шкафу.

Даже при увеличении уровня усиления по вертикали вы не увидите на данной рефлектограмме ни малейшего повреждения вдоль всей длины тестируемого кабеля (см. рис. 11-2). На расстоянии около 1000 футов находится относительно хорошая кабельная муфта.

Начиная с этого момента, вы должны ждать и смотреть на дисплей рефлектометра, пока на рефлектограмме не появится признак неисправности. Однако, проблема может не проявиться в течение многих часов. Наиболее эффективной с точки зрения затрат альтернативой многочасовому ожиданию является подключение рефлектометра к проблемной паре кабеля и выбор функции Test Pair [Intermittent] (Тестирование пары [Непостоянное повреждение]). Рефлектометр непрерывно контролирует состояние пары и выводит на дисплей любые отклонения от характеристического импеданса кабеля, позволяя точно определить место непостоянного повреждения.

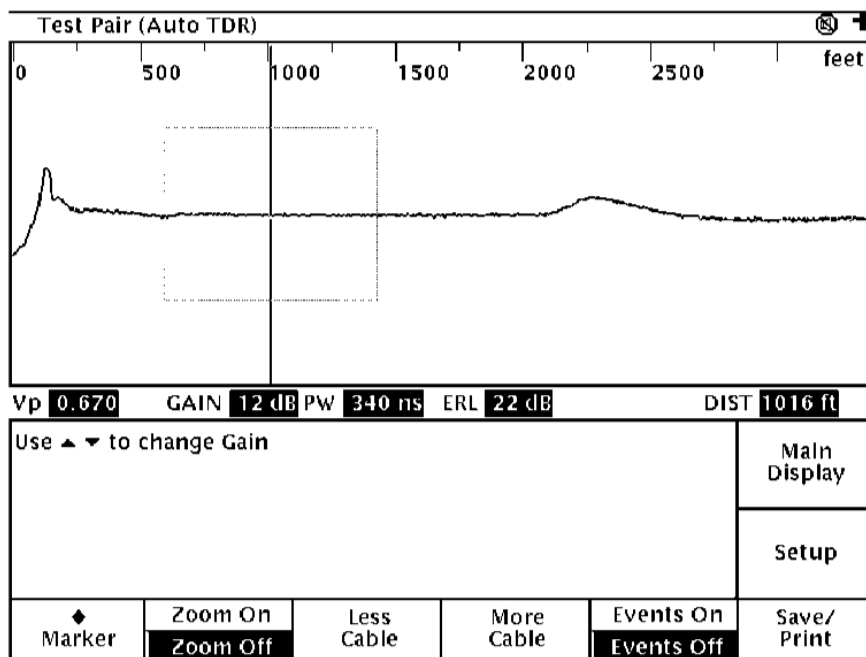


Рисунок 11-1. Работающая пара кабеля.

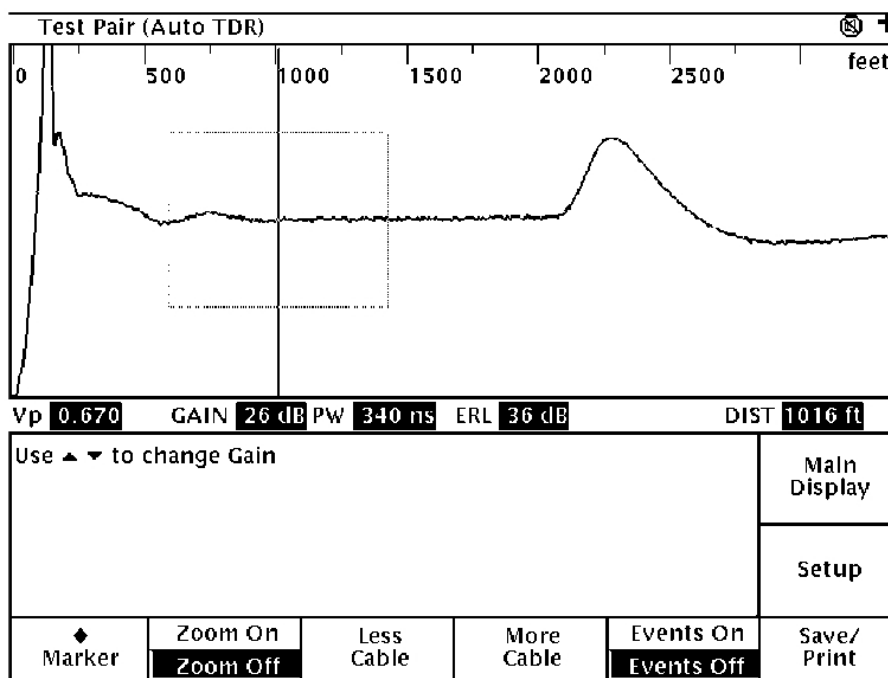


Рисунок 11-2. Работающая пара кабеля при увеличенном вертикальном усилении.

Поиск точного места повреждения

Для использования функции поиска непостоянного повреждения войдите в меню настройки Setup и нажмите многофункциональную клавишу Test Type (Тип тестирования). Переместитесь по списку опций на дисплее с помощью клавиш со стрелками, направленными вверх и вниз, до опции Test Pair [Intermittent] (Тестирование пары [Непостоянное повреждение]) (см. рис. 11-3).

Нажмите клавишу Return To Test (вернуться к тестированию) для возвращения к дисплею измерения. После этого рефлектометр может быть подключен к тестируемой паре; на его дисплей может быть выведена рефлектограмма для всей длины кабеля - для этого необходимо нажимать клавишу More Cable (большой участок кабеля) в автоматическом режиме. Убедитесь, что на дисплей выводится рефлектограмма для того участка кабеля, на котором вы ожидаете появления непостоянного повреждения.

57



Рефлектометр будет продолжать выводить на свой дисплей текущие рефлектограммы, полученные при тестировании кабеля, и вы можете периодически проверять, не появились ли на дисплее признаки неисправности. Конечный результат, если непостоянного повреждение проявило себя, должен выглядеть приблизительно так, как показано на рис. 11-4.

Примечание: При использовании данного режима тестирования будьте особенно внимательны с элементами управления прибора. Нажатие клавиш More Cable, Less cable, Expand, Setup, Save/Print или клавиш со стрелками, направленными вверх и вниз, после того, как на дисплее прибора получена рефлектограмма непостоянного повреждения приведет к "сбросу" рефлектометра серии TelScout. В этом случае рефлектограмма непостоянного повреждения стирается и на дисплее прибора появляется следующая полученная рефлектограмма.

Если сравнить рис. 11-4 с рис. 11-1, различия будут очевидны. На том месте, где раньше ничего не было, появляется обрыв. Простым перемещением курсора на фронт отраженного от обрыва импульса и считыванием расстояния с дисплея можно определить местоположение данной неисправности.

В данном случае расстояние до неисправности совпадает с расстоянием до кабельной муфты, показанной на рис. 11-2. Случайная вибрация или другое подобное событие, появляющееся нерегулярно, приводит к ослаблению соединения и пропаданию электрического контакта. Это приводит к появлению неисправности, в определенной мере похожей на состояние частичного обрыва. Также вы можете заметить, что в момент проявления данного повреждения импульс, отраженный от дальнего разомкнутого конца линии, уменьшается, так как плохое соединение в кабельной муфте снижает величину электрического сигнала, достигающего дальнего конца кабеля.

Заключение

Непостоянные повреждения могут создавать серьезные проблемы для абонентов и технического персонала телефонных компаний. Почти каждый тип кабельных систем подвержен данному типу повреждений. Рефлектометры Tempo серии TelScout в режиме поиска непостоянного повреждения (Intermittent Mode) позволяют постоянно контролировать кабель в течение длительного времени, без необходимости тратить время и деньги на ожидание проявления данного повреждения техническим специалистом.



| Setup – Test Type | | | | | |
|--|--|--|-------------|---------------|----------------|
| TEST PAIR | | | | | |
| SPLITS AND CROSSTALK [TEST PAIR TO REFERENCE PAIR] | | | | | |
| TEST PAIR / REFERENCE PAIR | | | | | |
| TEST PAIR / DIFFERENCE / REFERENCE PAIR | | | | | |
| TEST PAIR – REFERENCE PAIR [DIFFERENCE ONLY] | | | | | |
| TEST PAIR [INTERMITTENT] | | | | | |
| SAVED WAVEFORM | | | | | |
| TEST PAIR / SAVED WAVEFORM | | | | | |
| TEST PAIR / DIFFERENCE / SAVED WAVEFORM | | | | | |
| REFERENCE PAIR | | | | | |
| Use ▲ ▼ to select test type | | | | | Main Display |
| | | | | | Return to Test |
| Auto TDR | | | Auto Lesson | Manual Lesson | Previous Menu |
| Manual TDR | | | | | |

Рисунок 11-3. Меню выбора типа тестирования (Test Type).

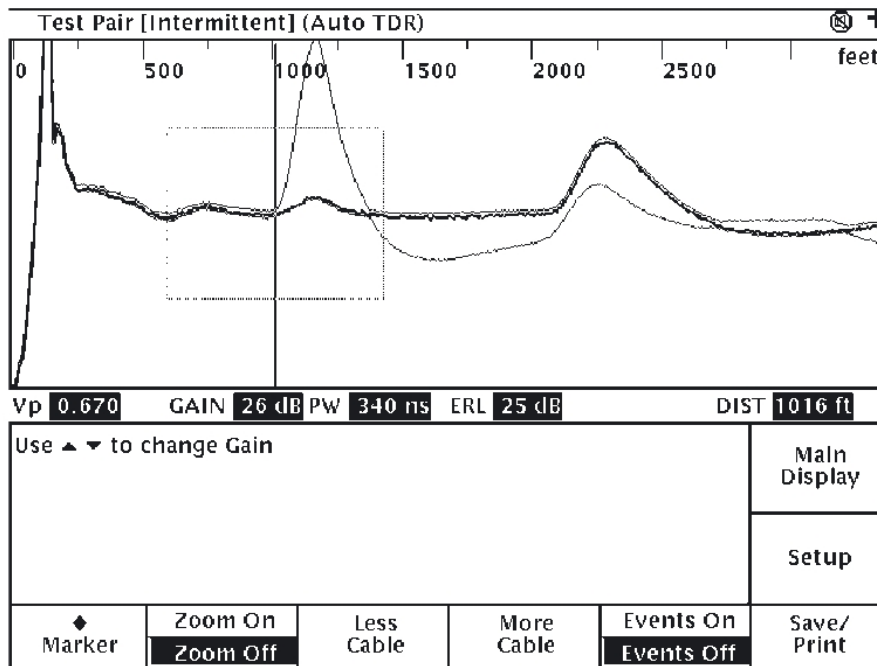


Рисунок 11-4. Непостоянное повреждение.

Глава 12: Характеристики передачи

Введение

Измерение общих характеристик передачи активной пары является шагом, необходимым для обеспечения качественного обслуживания. Специфические требования к характеристикам передачи могут быть различными для разных компаний и типов обслуживания, но приведенные ниже рекомендации помогут снизить количество повторных вызовов и позволят вам предоставить своим клиентам более качественное обслуживание.

Затухание сигнала

Затухание сигнала в линии, называемое также потерями в линии связи, возникает по вине совокупности факторов, в число которых входят емкость, активное сопротивление и индуктивность. Затухание обычно измеряется в дБм (dBm) единице измерения, рассчитываемой относительно стандартного сигнала 0 дБм - тонального сигнала 1 мВт с частотой 1004 Гц (или 1020 Гц). Так как опорный уровень на телефонной станции составляет 0 дБм, любые потери, относящиеся к тестируемой паре, будут выражаться отрицательным значением. Следовательно, пара -8 дБм будет иметь большее затухание, чем пара с затуханием -7 дБм (см. рис. 12-1).

Затухание ниже -8 дБм на частоте 1004 Гц (1020 Гц) считается допустимым для большинства аналоговых (голосовых) служб. Если затухание превышает -8 дБм, абонент начнет сталкиваться с проблемами при наборе номера и с недостаточной громкостью звука. Протяженные линии с большим затуханием сигнала могут потребовать установки устройств REG (Range Extender with Gain - удлинители линии с усилителем), которые позволят повысить протекающий по линии ток для компенсации высоких потерь. Если же линия имеет длину меньшую, чем рекомендованная максимальная длина абонентской линии, вы можете скорректировать эту проблему, отыскав лишние кабельные отводы или дополнительные кабели, которые идут после точки подключения абонента (см. рис. 12-2).

Шум

Если при измерении уровня затухания получено значение, допустимое для данной линии, и линия имеет достаточный ток, можно провести измерение шумов. Шумы (Metallic Noise или Transverse Noise) являются признаком либо емкостного, либо резистивного повреждения проводника. Такая асимметрия одного из проводников по отношению к другому проводнику делает пару подверженной появлению шумов (см. рис. 12-3).

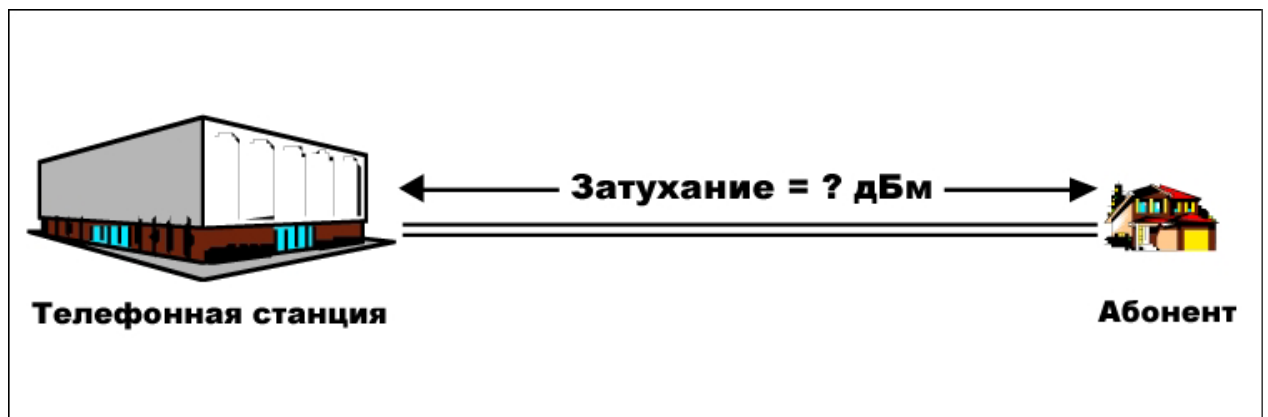


Рисунок 12-1. Затухание сигнала на определенной частоте.

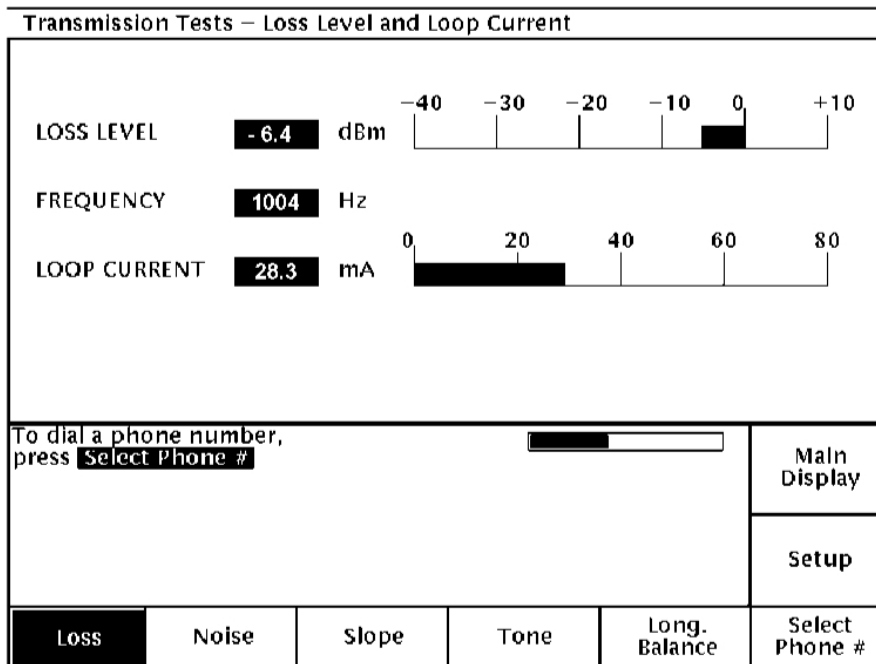


Рисунок 12-2. Дисплей для измерения уровня затухания сигнала.



Рисунок 12-3. Шумы.

Измеренное значение шумов обычно является взвешенным и выражается в dBmC или dBmP (псифометрические шумы) и измеряется с использованием согласованной линии передачи на телефонной станции. Для предоставления должного аналогового (голосового) обслуживания необходимо значение шумов меньше чем 20 dBmC (dBmP) (см. рис. 12-4).

Влияние систем электропитания

Внешнее воздействие систем питания переменного тока и силовых кабелей на пару телефонного кабеля может быть измерено с помощью тестирования в режиме Power Influence (или Longitudinal Noise). Причиной влияния систем электропитания обычно являются плохое экранирование или заземление. Кроме того, источником таких помех может быть неисправное силовое оборудование, например, плохой трансформатор. Данное измерение (Power Influence) обычно проводится вместе с измерением шумов (Noise), поэтому может быть определена расчетная асимметрия (Calculated Balance) пары (см. рис. 12-5).

Измерение в режиме Power Influence (влияние систем электропитания) также является взвешенным измерением, результаты которого выражаются в dBmC или dBmP (псифометрические шумы). Значение Power Influence, превышающее 80 dBmC (dBmP), предпочтительно для предоставления аналогового обслуживания. Если же это значение падает ниже 70 dBmC (dBmP) и не может быть точно измерено, должно быть проведено



тестирование продольной асимметрии (Longitudinal Balance). (Пример измерения в режиме Power Influence приведен на рис. 14-4.)

Расчетная асимметрия

Расчетная симметрия (Calculated Balance) отражает общее качество линии с учетом измерения шумов и влияния систем электропитания (см. рис. 12-6). Для определения расчетной симметрии необходимо просто вычесть результат измерения шумов из результата измерения влияния систем электропитания:

Расчетная симметрия (Calculated Balance) = Влияние систем электропитания (Power Influence) - Шумы (Noise)

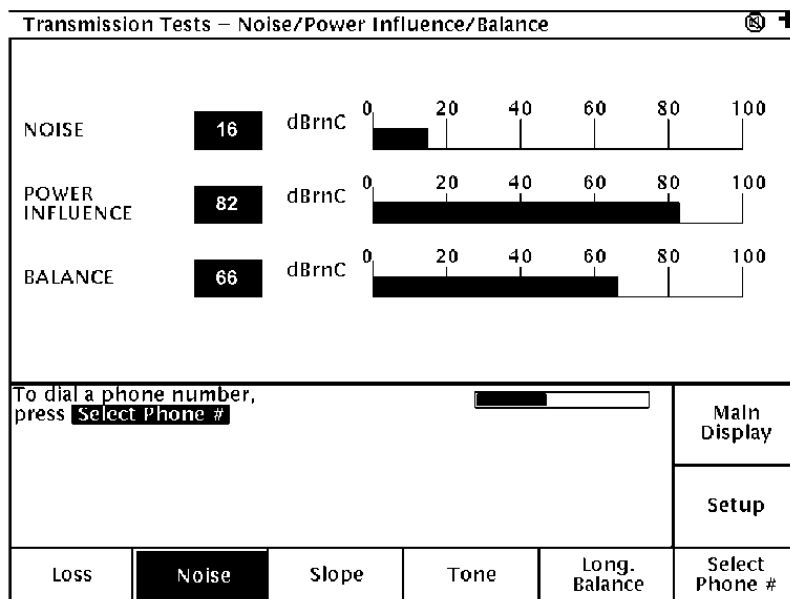


Рисунок 12-4. Дисплей для измерения шумов.



Рисунок 12-5. Влияние систем электропитания.

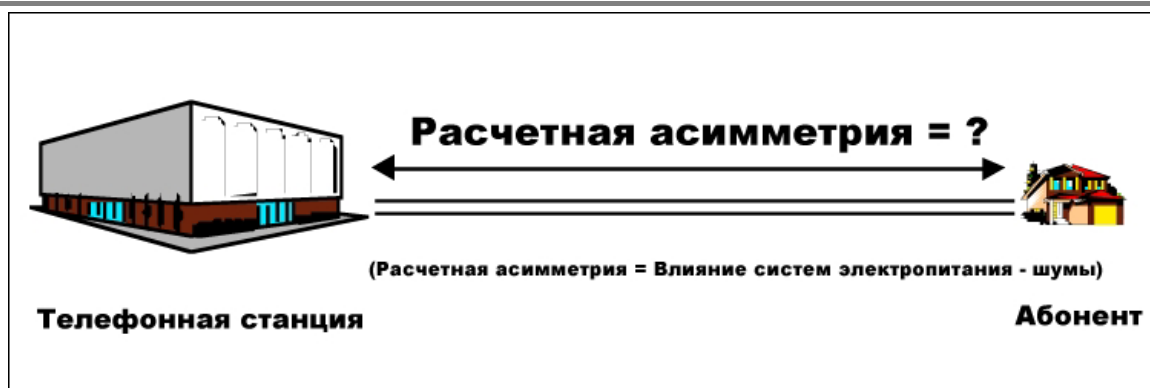


Рисунок 12-6. Расчетная асимметрия.

Для поддержания значений уровня шумов и влияния систем электропитания в допустимых пределах результат расчетной асимметрии должен быть не менее 60 дБ (см. рис. 12-4, на котором приведен пример расчетной асимметрии/Calculated Balance).

Продольная асимметрия

Если значение измеренного влияния систем электропитания меньше 70 dB_{rnC} (dB_{rnP}) или на линии имеется напряжение, необходимо вместо вычисления расчетной асимметрии использовать измерение продольной асимметрии (см. рис. 12-7). Продольная асимметрия позволяет идентифицировать неисправности емкостного или резистивного характера, которые приводят к тому, что один проводник пары перестает быть электрически эквивалентным другому проводнику пары.

При тестировании продольной асимметрии в линию вводятся шумы переменного тока. Сигнал с частотой 1004 Гц и уровнем -90 дБм подается в пару кабеля, что позволяет обнаружить даже минимальную емкостную, резистивную или индуктивную асимметрию (см. рис. 12-8). Введение сигнала переменного тока необходимо, так как влияние систем электропитания на пару находится ниже предела измерения.

Как и в случае с расчетной асимметрией, значение, полученное при измерении продольной асимметрии, должно быть больше 60 дБ; такое значение гарантирует возможность предоставления аналоговых услуг (см. рис. 12-9).



Рисунок 12-7. Продольная асимметрия.

Рисунок 12-8. Технология измерения продольной асимметрии.

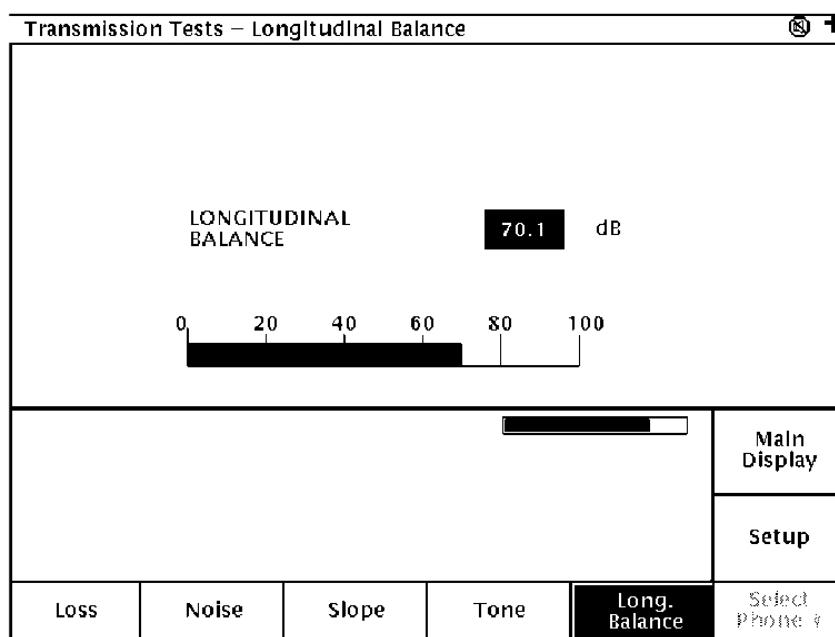
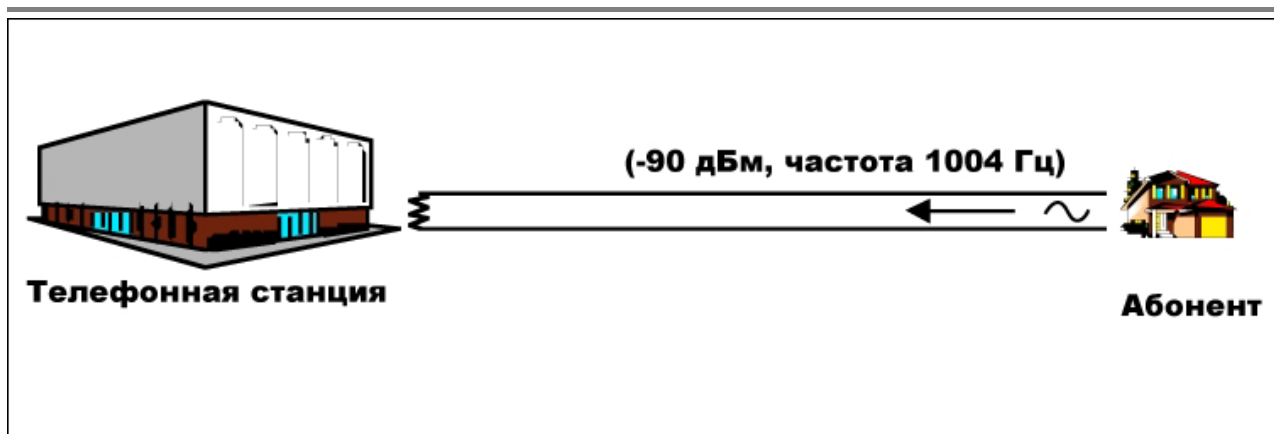


Рисунок 12-9. Дисплей для измерения продольной асимметрии.

Анализ неравномерности амплитудно-частотной характеристики (Slope)

Дополнительные измерения параметров передачи, например, измерение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (Slope), позволят выявить более сложные неисправности линии. Данный тест представляет собой измерение затухания линии на разных частотах сигнала, обычно передаваемого с телефонной станции с уровнем 0 дБм (см. рис. 12-10).

"Хороший" график частотной характеристики затухания линии должен указывать на то, что линия передает высокочастотные и низкочастотные сигналы приблизительно с тем же уровнем, что и среднечастотные сигналы. Составляя график их этих значений, техник может определить, имеет ли линия ожидаемые характеристики, соответствующие определенному типу обслуживания. Данное измерение позволяет также выявить аналоговые линии с неправильно установленными пупиновскими катушками и пары со слишком большим количеством кабельных отводов и параллельных кабелей (см. рис. 12-11).

Допустимые расчетные значения неравномерности амплитудно-частотной характеристики (Slope) зависят от типа предоставляемых услуг. Для стандартной аналоговой или голосовой линии характеристика должна быть плоской между частотами 404 Гц и 2804 Гц, а затем должна иметь крутой спад (см. рис. 12-12).

Заключение

Тестирование параметров передачи позволяет технику идентифицировать неисправности, которые могут не проявиться при осуществлении стандартного тестирования по постоянному току, например, при измерении напряжения, сопротивления или емкости. Для обеспечения качественного обслуживания необходимо провести несколько тестов проверки базовых параметров передачи, чтобы убедиться, что линия соответствует всем требованиям и может использоваться для предоставления обслуживания.

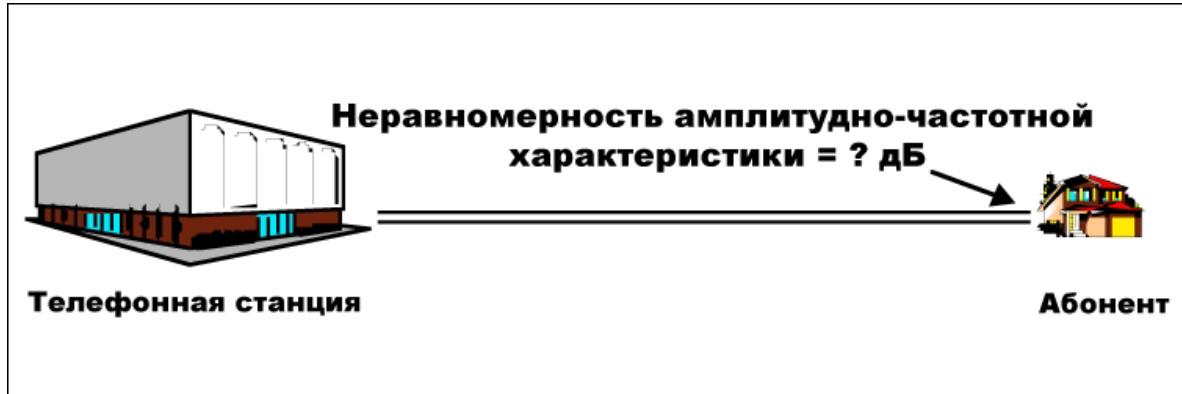


Рисунок 12-10. Неравномерность амплитудно-частотной характеристики: затухание на различных частотах.



Рисунок 12-11. Примеры построенных амплитудно-частотных характеристик.

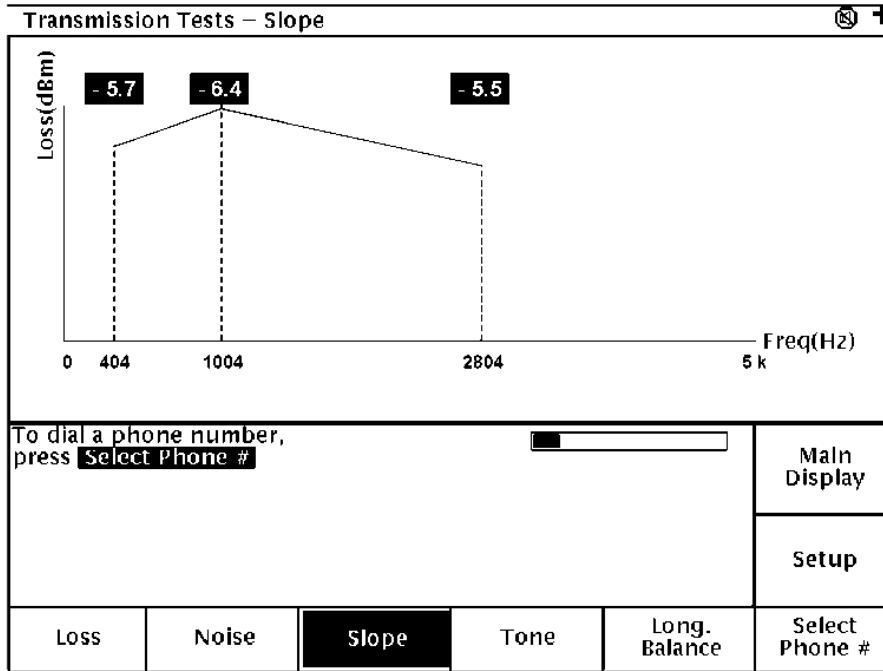


Рисунок 12-12. Дисплей для измерения неравномерности амплитудно-частотной характеристики.



Глава 13: Определение неизвестной скорости распространения (V_p)

Введение

Техническая характеристика кабеля, известная как скорость распространения сигнала (Velocity of Propagation - V_p), является мерой того, насколько быстро сигнал перемещается по кабелю. Обычно эта характеристика выражается в виде доли от скорости света и может иметь значение от 0,30 до 1,00. Например, кабель со значением скорости распространения $V_p = 0,66$ позволяет передавать электрический сигнал со скоростью, равной 66% от скорости света. Иногда этот параметр кабеля выражается и в виде фактической скорости и может иметь значение от 45 до 150 м/мсек (метров в миллисекунду).

Так как рефлектометр (TDR - Time Domain Reflectometer) действительно осуществляет измерения за определенный промежуток времени, точность измеренного с помощью рефлектометра расстояния зависит от того, введено ли правильное значение скорости распространения сигнала V_p . Новые, высокотехнологичные рефлектометры автоматически выбирают правильное значение скорости распространения сигнала V_p для того типа кабеля, который вы выбираете в меню Cable Type (тип кабеля), как показано на рис. 13-1.

Неизвестный тип кабеля

Иногда необходимо провести тестирование кабеля, тип которого не указан в меню или отличается от того, который имеется в меню. В этом случае, вам потребуется определить правильное значение скорости распространения сигнала (V_p) для данного кабеля. Самым легким способом определения скорости распространения сигнала по кабелю является использование куска кабеля заведомо известной длины и подбор на рефлектометре такой скорости распространения V_p , при которой расстояние до разомкнутого дальнего конца кабеля на рефлектограмме совпадет с реальной длиной кабеля.

Если используемая вами модель рефлектометра TelScout не позволяет выбрать режим автоматического (Auto Control) или ручного (Manual Control) управления, просто выберите более-менее подходящий тип кабеля и используйте функцию Define Cables (определение кабелей) для настройки значения скорости распространения сигнала V_p во временных настройках кабеля (Temporary Cable Setting), пока длина тестируемого куска кабеля на дисплее рефлектометра не совпадет с фактической длиной этого кабеля.

Если же ваш рефлектометр Tempo TelScout позволяет выбрать режим автоматического (Auto Control) или ручного (Manual Control) управления, проделайте следующее:

Примечание: В описанном ниже примере используется кусок кабеля, длина которого равна точно 1000 футов.

Шаг 1. Включите рефлектометр TelScout.

Шаг 2. Нажмите клавишу Setup (настройка) для вывода на дисплей главного меню настройки Setup (см. рис. 13-1).

Шаг 3. Нажмите клавишу Auto/Manual Control для переключения рефлектометра в режим ручного управления (Manual). В зависимости от модели рефлектометра TelScout вам может понадобиться перед выбором Auto/Manual Control (автоматическое/ручное управление) нажать клавишу Test Type (тип тестирования).

Шаг 4. Вернитесь к дисплею рефлектограммы (рефлектограмме, полученной с помощью рефлектометра). Прибор будет показывать дисплей ручного измерения.

67



Шаг 5. Подключите соединительные кабели рефлектометра TelScout к кабелю заведомо известной длины.

Шаг 6. С помощью клавиш со стрелками, направленными налево и направо, переместите курсор на ноль.

Шаг 7. Нажмите клавишу Span (участок). Клавиша Span на дисплее прибора теперь будет выделена.

| Setup – Choose Cable Type (User List) | | | | | |
|---------------------------------------|------------|----------|-------|--|--|
| Cable Name | Type | Diameter | Vp | | |
| <Temporary Cable Settings> | AIR PIC | 22 AWG | 0.680 | | |
| Air-cored Poly | AIR PIC | 22 AWG | 0.680 | | |
| Air-cored Poly | AIR PIC | 24 AWG | 0.670 | | |
| Air-cored Poly | AIR PIC | 26 AWG | 0.660 | | |
| Filled Poly | GEL PIC | 22 AWG | 0.727 | | |
| Filled Poly | GEL PIC | 22 AWG | 0.650 | | |
| Filled Poly | GEL PIC | 24 AWG | 0.640 | | |
| Paper | PULP/PAPER | 19 AWG | 0.700 | | |
| Paper | PULP/PAPER | 22 AWG | 0.690 | | |
| Paper | PULP/PAPER | 24 AWG | 0.680 | | |

| | | | | | |
|----------------------------------|--|-----------|--------------|--------------|----------------|
| Use ▲ ▼ to select the cable type | | | | | Main Display |
| | | | | | Return to Test |
| Test Type | | Add Cable | Remove Cable | Cable Lesson | More Setups |

Рисунок 13-1. Меню выбора типа кабеля (Cable Type).

Шаг 8. Используйте клавиши со стрелками, направленными вверх и вниз, для выбора участка (Span) таким образом, чтобы разомкнутый конец кабеля находился на правой половине дисплея рефлектометра (смотрите рисунок 13-2).

Шаг 9. Нажмите клавишу Span еще раз, чтобы выключить функцию выбора предела расстояния и иметь возможность с помощью клавиш со стрелками, направленными вверх и вниз, выбрать значение скорости распространения сигнала Vp.

Шаг 10. С помощью клавиш со стрелками, направленными налево и направо, переместите курсор на фронт импульса, отраженного от разомкнутого конца кабеля (см. рис. 13-3).

Шаг 11. Расстояние до курсора указано в нижнем правом углу дисплея измерения. Если результат на дисплее прибора не совпадает с фактической длиной кабеля, значит скорость распространения сигнала Vp установлена неправильно.

Шаг 12. Нажмите клавишу Vp (скорость распространения сигнала). Клавиша Vp на дисплее прибора теперь будет выделена.

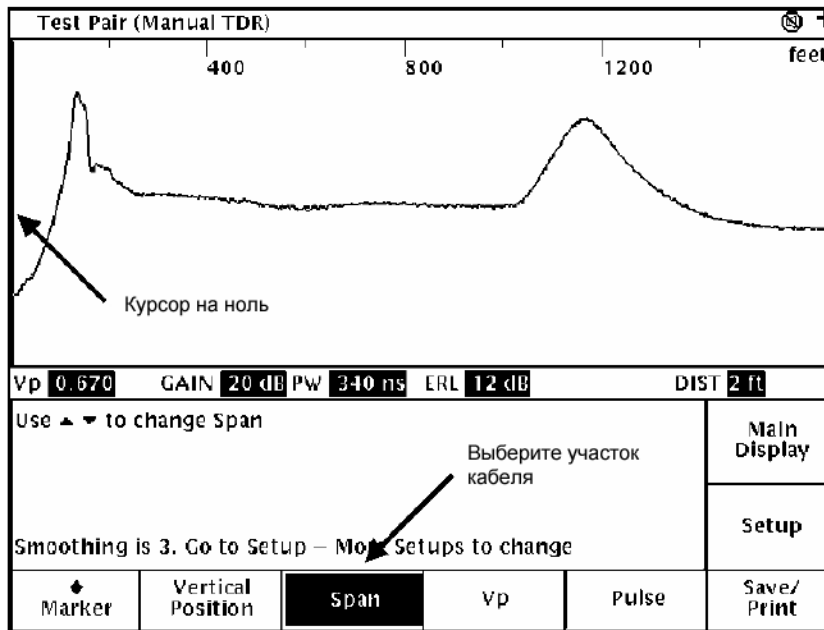


Рисунок 13-2. Выбор участка кабеля.

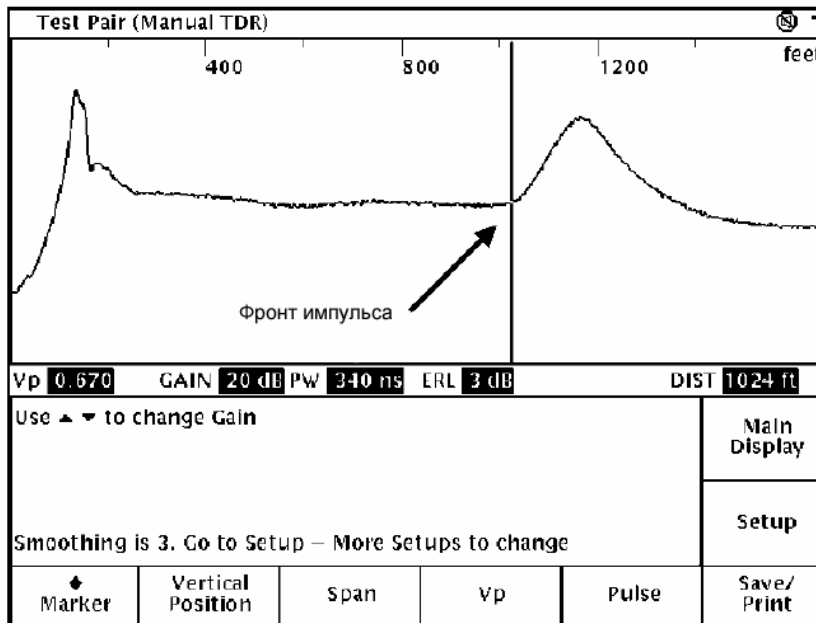


Рисунок 13-3. Размещение курсора.

Шаг 13. Используйте клавиши со стрелками, направленными вверх и вниз, для выбора значения скорости распространения сигнала V_p , пока расстояние на дисплее прибора не будет совпадать с фактической длиной кабеля (в данном примере 1000 футов) (см. рис. 13-4).

Шаг 14. Значение скорости распространения сигнала V_p , которое в этот момент показано на дисплее рефлектометра, и будет правильным значением V_p для данного типа кабеля. Запишите это значение для использования в будущем или сохраните его в памяти прибора в качестве нового типа кабеля, используя соответствующие клавиши в меню настройки Setup.

Заключение

Указание правильного значения скорости распространения сигнала V_p для тестируемого кабеля значительно повышает точность измерения расстояния до



неисправности. Из меню настройки рефлектометра Setup можно узнать, что значение скорости распространения сигнала V_p в большей мере зависит от типа кабеля (например, с бумажной или пластмассовой изоляцией), и только в меньшей степени - от диаметра его токопроводящих жил (например, 19AWG по сравнению с 26 AWG или 0,94 мм по сравнению с 0,4 мм).

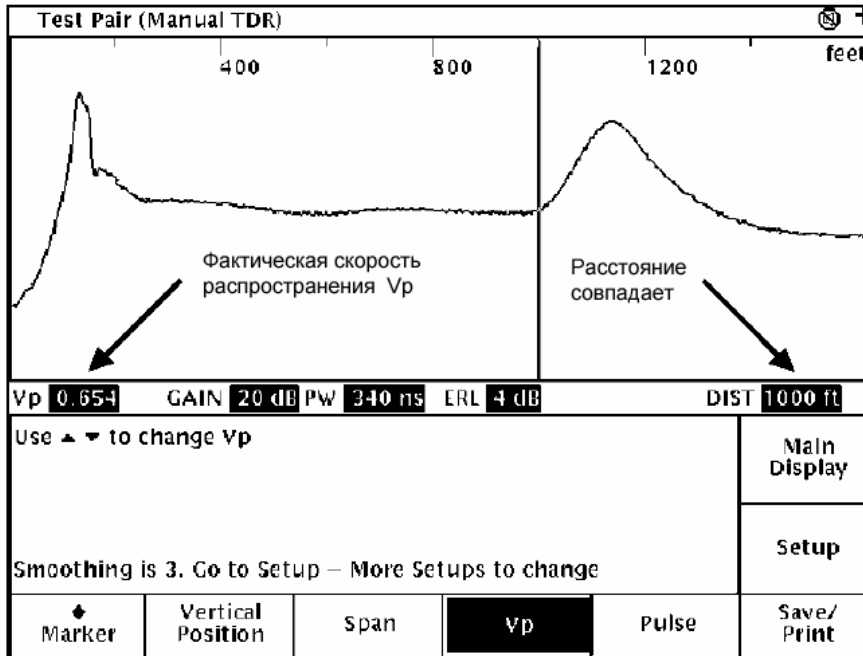


Рисунок 13-4. Настройка скорости распространения V_p до совпадения расстояний.

Глава 14: Влияние параметров кабеля на дальность действия рефлектометра (TDR)

Введение

Пределы измерения рефлектометра зависят от состояния тестируемого кабеля и диаметра его токопроводящих жил. В данной главе обсуждаются не только эти факторы, но и то, как правильно настроить рефлектометр для получения более точных результатов при измерении параметров кабеля.

Состояние кабеля

Физическое состояние кабеля может повлиять на дальность действия рефлектометра. Если кабель старый или плохого качества, он с большей вероятностью подвержен коррозии или какой-либо другой форме ухудшения параметров. Все это будет снижать возможность распространения сигнала по паре кабеля. То же относится и к сигналам, передаваемым рефлектометром, поэтому плохое состояние кабеля будет снижать дальность действия рефлектометра.

Диаметр жил кабеля

Чем больше диаметр токопроводящей жилы кабеля, тем меньше затухание передаваемого по этой жиле сигнала. Современная архитектура построения телефонных кабельных сетей реагирует на эту зависимость изменением диаметра токопроводящей жилы кабеля по мере удаления от телефонной станции. Протяженные абонентские линии начинаются с кабелей с жилами меньшего диаметра (с большим затуханием) и продолжают кабели с жилами с большим диаметром (с меньшим затуханием) по мере приближения к абоненту.

Данный принцип также верен и по отношению к сигналам рефлектометра. При тестировании пары 22AWG (0,64 мм) вы сможете "увидеть" кабель на большее расстояние, чем при тестировании пары 24 AWG (0,5 мм) (см. рис. 14-1 и 14-2).

Настройка рефлектометра

Если рефлектометр настроен неправильно, например, выбран неправильный диаметр токопроводящих жил кабеля, дальность его измерения снижается. В нашем примере, мы выбрали в меню настройки Setup кабель с жилами 19 AWG (0,9 мм), но фактически тестировали кабель с токопроводящими жилами 24 AWG (0,5 мм). Обратите внимание, что когда рефлектометр настроен неправильно, дальность действия прибора снижается и обрыв кабеля на расстоянии 19110 футов перестает быть виден (см. рис. 14-3, 14-4 и 14-5).

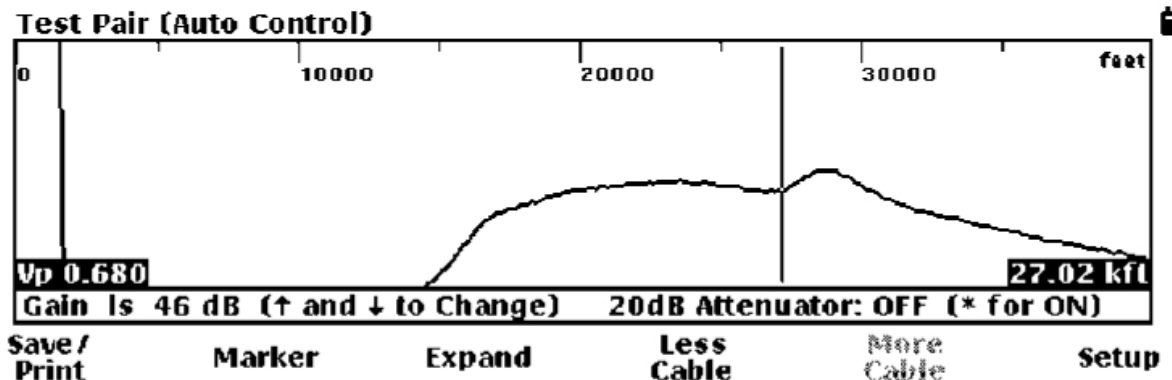


Рисунок 14-1. Удаленная неисправность в кабеле с токопроводящими жилами 22 AWG (0,64 мм).

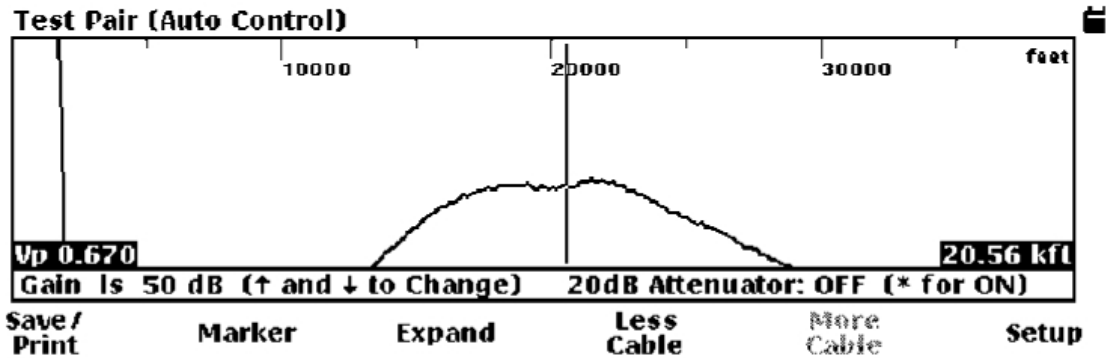


Рисунок 14-2. Удаленная неисправность в кабеле с токопроводящими жилами 24 AWG (0,50 мм).

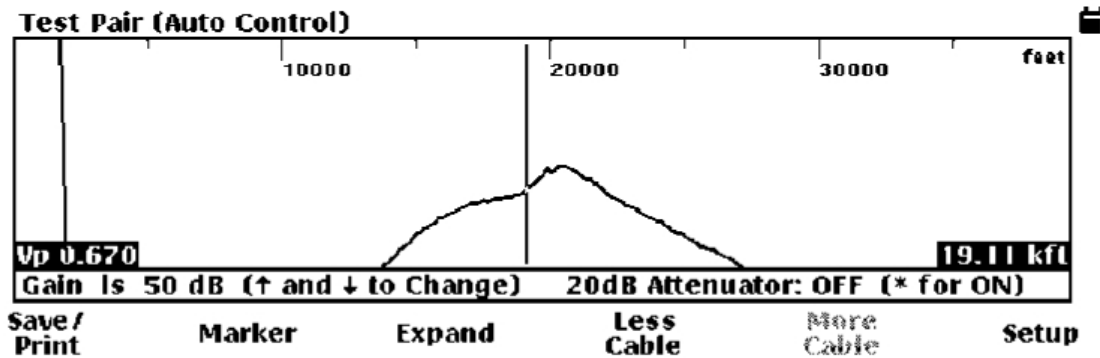


Рисунок 14-3. Удаленная неисправность в кабеле с токопроводящими жилами 24 AWG (0,50 мм) - при использовании настройки 24 AWG (0,50 мм).

| Choose Cable Type with ↑ and ↓ Keys | | Type | Diameter | Vp |
|-------------------------------------|----------------|------------|----------|-------|
| ↑ | Air-cored Poly | AIR PIC | 19 AWG | 0.700 |
| | Air-cored Poly | AIR PIC | 22 AWG | 0.680 |
| | Air-cored Poly | AIR PIC | 24 AWG | 0.670 |
| | Air-cored Poly | AIR PIC | 26 AWG | 0.660 |
| | Filled Poly | GEL PIC | 19 AWG | 0.700 |
| | Filled Poly | GEL PIC | 22 AWG | 0.650 |
| | Filled Poly | GEL PIC | 24 AWG | 0.640 |
| | Filled Poly | GEL PIC | 26 AWG | 0.630 |
| | Paper | PULP/PAPER | 19 AWG | 0.700 |
| ↓ | Paper | PULP/PAPER | 22 AWG | 0.690 |

Auto Control Test Type Define Cables Printer Setup More Setups Exit

Рисунок 14-4. Изменение настройки на 19 AWG (0,90 мм) в меню настройки Setup.

Воспринимаемая дальность действия рефлектометра была снижена, потому что прибор автоматически выбрал настройку уровня усиления, подходящую для кабеля с токопроводящими жилами 19 AWG (0,90 мм), а не для кабеля 24 AWG (0,50 мм).

После установки уровня усиления вручную на то же самое значение, которое автоматически используется для кабеля с токопроводящими жилами 24 AWG (0,50 мм), рефлектограмма для кабеля 19 AWG (0,90 мм) покажет наличие повреждения в кабеле (см. рис. 14-6).

Обратите внимание, что расстояние до неисправности на рефлектограмме для кабеля с токопроводящими жилами 19 AWG (0,90 мм) указано неправильно. Разница возникает за счет различия скорости распространения сигнала Vp по кабелям 19 AWG (0,90 мм) и 24 AWG (0,50 мм).

Заключение

На дальность действия рефлектометра оказывает влияние совокупность факторов, связанных с физическим состоянием и физическими параметрами кабеля. Состояние кабеля и диаметр его токопроводящих жил определяют предельное расстояние, на котором вы



можете находить место повреждения пары кабеля. Неправильная настройка рефлектометра также уменьшит дальность его действия.

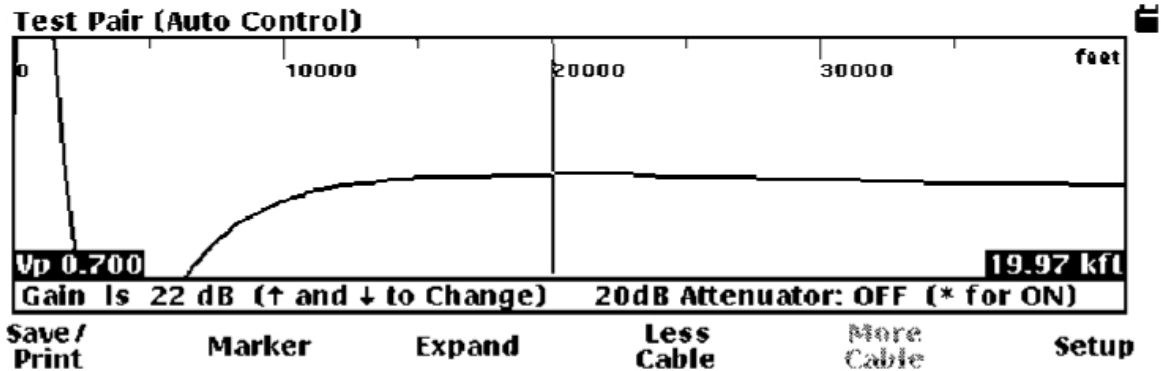


Рисунок 14-5. Удаленная неисправность в кабеле с токопроводящими 24 AWG (0,50 мм) - при использовании настройки 19 AWG (0,90 мм).

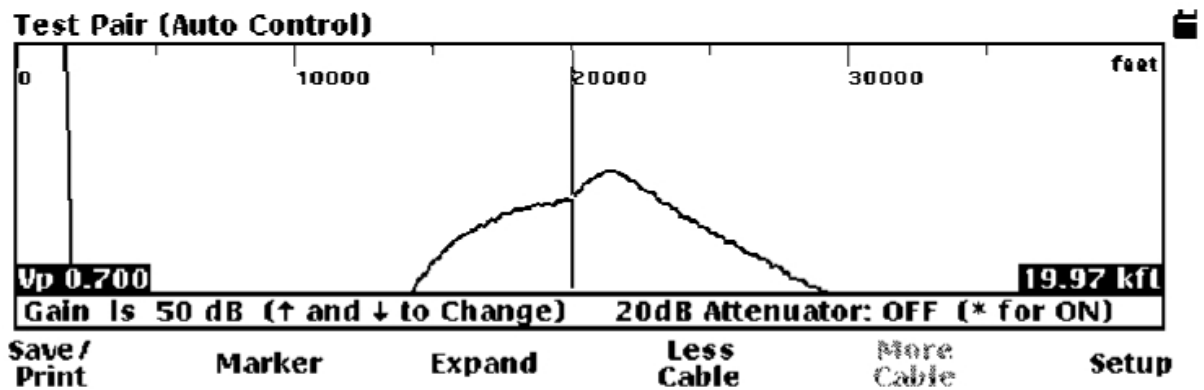


Рисунок 14-6. Удаленная неисправность в кабеле с токопроводящими жилами 24 AWG (0,50 мм) - при использовании настройки 19 AWG (0,90 мм) и увеличении уровня усиления до уровня автоматической настройки для кабеля с токопроводящими жилами 24 AWG (0,50 мм).



Глава 15: Пределы измерения рефлектометра

Введение

Обычным вопросом тех людей, которые хотят приобрести рефлектометр (TDR) для поиска мест повреждений в телефонных кабелях, является: "Как далеко "видит" ваш рефлектометр?". Это очень важный вопрос, который не имеет простого ответа по причине того, что на дальность действия данного прибора влияет определенное количество факторов. Другим же важным аспектом, который следует учитывать при выборе рефлектометра, это насколько близко к рефлектометру могут находиться кабельные повреждения, чтобы прибор имел возможность их обнаружить.

Факторы, влияющие на пределы измерения, связанные с самим рефлектометром

Существует определенное количество факторов, которые могут влиять на расстояние, на котором рефлектометр может определять место неисправности в кабеле. Наиболее важными параметрами, связанными с самим рефлектометром, являются амплитуда и длительность импульса.

Под амплитудой импульса следует понимать напряжение в вольтах, создаваемое импульсом, который подается рефлектометром в тестируемую линию. Можно считать, что чем больше амплитуда, тем больше дальность действия рефлектометра. Однако, слишком высокая амплитуда импульса может привести к искажению рефлектограммы, выводимой на дисплей, что значительно затруднит поиск точного места неисправности в кабеле. Рефлектометры Tempo серии TelScout имеют амплитуду импульса не более 20 В, которой достаточно для использования прибора на всех телефонных системах.

Длительность импульса также влияет на дальность действия прибора. Длительность импульса измеряется в единицах времени, но при использовании рефлектометра может рассматриваться и как расстояние. Чем больше длительность импульса, тем выше предел измерения (тем дальше может "видеть" рефлектометр). Но в этом есть и компромисс. Длительность импульса также влияет и на разрешающую способность рефлектометра. Это означает, что короткий импульс позволит вам обнаружить потенциальные неисправности на очень небольшом расстоянии от рефлектометра или две неисправности, находящиеся недалеко друг от друга. Но короткий импульс обладает очень небольшой энергией, поэтому дальность действия рефлектометра в этом случае будет небольшой. Импульс с большой длительностью обладает прямо противоположными характеристиками. Использование длительного импульса позволяет тестировать очень длинные кабели, но из-за времени (или расстояния), которое этот импульс покрывает, становится значительно труднее обнаружить неисправность, находящуюся недалеко от рефлектометра, или различить две неисправности, находящиеся близко друг к другу.

В режиме Auto рефлектометры Tempo серии TelScout автоматически выбирают правильную длительность импульса за вас. Если выводимый на дисплей участок кабеля имеет небольшую длину (например, 60 футов или 20 метров), рефлектометры серии TelScout используют импульс небольшой длительности. Если же на дисплей выводится протяженный участок кабеля (например, 18000 футов или 6 километров), рефлектометр использует импульс большей длительности. Данная функция гарантирует, что для определенных настроек прибора всегда используется импульс оптимальной длительности. Также на некоторых моделях рефлектометров TelScout оператор может в ручном режиме (Manual) выбрать нужную длительность импульса.

Другой важный фактор, который стоит рассматривать - это возможности рефлектометра по фильтрации и усреднению. Рефлектометры серии TelScout имеют два типа фильтрации: низкочастотную фильтрацию и высокочастотную фильтрацию. Низкочастотная фильтрация обеспечивает защиту от помех с частотами 50 Гц и 60 Гц, наводимых линиями 74



электропередачи, электродвигателями и другими подобными устройствами. Высокочастотная фильтрация дает рефлектометру возможность обрабатывать полученные сигналы и выводить на дисплей усредненный результат. Оба типа фильтрации позволяют выводить на дисплей рефлектометра более четкую рефлектограмму, что значительно облегчает процесс поиска места неисправности в кабеле, особенно при тестировании очень протяженных кабелей.

Факторы, влияющие на пределы измерения, связанные с кабелем

Существует определенное количество факторов, влияющих на расстояние, на котором рефлектометр может определять место неисправности в кабеле, которые связаны с самим кабелем. Это диаметр токопроводящих жил кабеля, качество кабеля и качество соединения между рефлектометром и кабелем.

Диаметр токопроводящих жил кабеля напрямую влияет на работу рефлектометра. Как и при передаче любых сигналов по кабелю, чем больше диаметр токопроводящих жил, тем меньше затухание сигнала рефлектометра. Следовательно, вы получаете большую дальность при измерении кабеля 22 AWG (0,64 мм), чем при измерении кабеля 26 AWG (0,40 мм). Кабели на телефонной кабельной сети используются по такому же принципу. Чем дальше от телефонной станции, тем больше диаметр жил кабеля.

Также на дальность действия рефлектометра влияет качество кабеля. Если кабель старый или плохого качества, он с большей вероятностью подвержен коррозии или какой-либо другой форме ухудшения параметров. Все это будет снижать возможность перемещения сигнала по паре кабеля. То же относится и к сигналам, передаваемым рефлектометром, поэтому плохое состояние кабеля будет снижать дальность действия рефлектометра.

И, наконец, на дальность действия рефлектометра может влиять то, как вы подключаете прибор к тестируемому кабелю. Высококачественное соединение гарантирует, что максимально большая часть сигнала попадет в тестируемый кабель.

Если говорить о фактическом подключении прибора, то идеальным решением было бы каждый раз припаивать соединительные кабели рефлектометра к жилам тестируемой пары кабеля, что совершенно непрактично. Так что наилучшим решением для подключения к телефонным кабелям можно считать соединительные кабели с зажимами типа "крокодил" на одном конце, и со штекерами типа "банан" на другом.

Пример тестирования кабеля, имеющего большую длину

На рис. 15-1 показан кабель с токопроводящими жилами 24 AWG (0,50 мм), который имеет длину около 24000 футов (около 8 километров). Обратите внимание на то, как трудно рассмотреть разомкнутый дальний конец этого кабеля. Это происходит из-за сильного затухания сигнала в кабеле.

Из-за такого большого затухания сигнала была выбрана максимальная длительность импульса и значительно увеличено усиление по вертикали. Но, к сожалению, при таком увеличении были усилены и шумы. Именно поэтому рефлектограмма е имеет такой "зазубренный" вид.

На рис. 15-2 показана та же самая рефлектограмма с использованием фильтрации. Обратите внимание, что рефлектограмма стала намного четче и на ней гораздо легче увидеть точку, в которой находится разомкнутый дальний конец кабеля. В этом случае измерение расстояния становится более точным.

Заключение

На процесс поиска мест неисправностей в телефонных кабелях, имеющих большую протяженность, и на расстояние, на котором может быть обнаружена неисправность, влияют несколько факторов. Существуют параметры, связанные с самим рефлектометром, такие как амплитуда импульса и длительность импульса. Также существуют параметры, связанные с

кабелем, такие как диаметр токопроводящих жил кабеля, качество кабеля и качество подключения прибора к тестируемому кабелю. Комбинация данных параметров определяет пределы фактической дальности действия рефлектометра. Для того, чтобы преодолеть эти ограничения, рефлектометры серии TelScout обладают значительно большим числом функций, чем любой другой рефлектометр, используемый в телефонии.

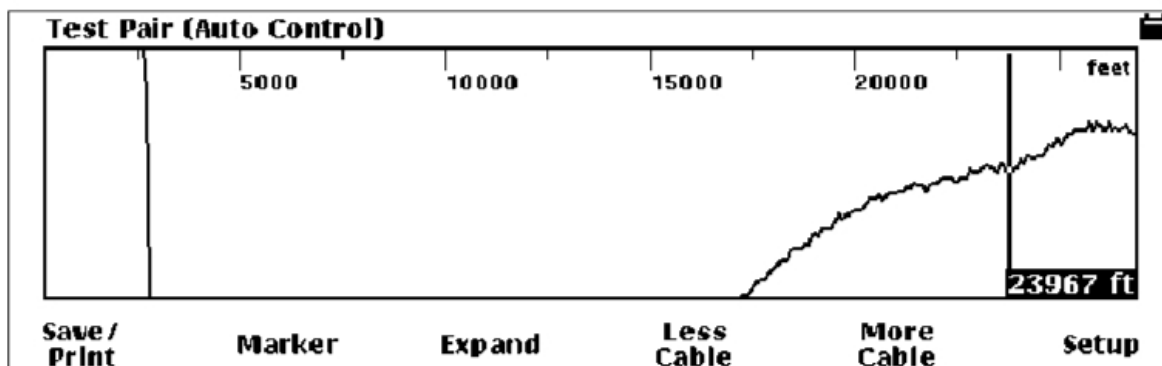


Рисунок 15-1. Пара кабеля большой протяженности, разомкнутая на дальнем конце.

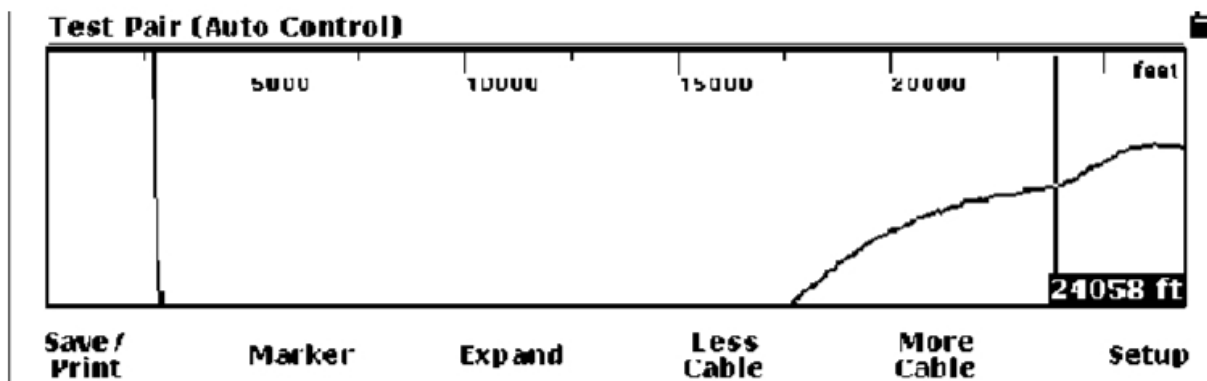


Рисунок 15-2. Пара кабеля большой протяженности, разомкнутая на дальнем конце (при использовании фильтрации).



Глава 16: Ведение документации

Введение

Главной целью использования оборудования для тестирования в полевых условиях является идентификация и поиск точного места неисправности в кабеле для ее устранения. После того, как вы нашли точное место повреждения в кабеле и устранили его, вы можете перейти к следующей неисправности. Однако, более сложные кабельные повреждения, такие, например, как замокание участка кабеля с необходимостью его замены, могут потребовать документального подтверждения необходимости проведения таких дорогостоящих работ. Обладатели рефлектометров серии TelScout с функцией Save/Print (сохранить/распечатать) могут воспользоваться информацией, приведенной в данной главе, в качестве полной пошаговой инструкции по ведению документации.

Сохранение полученных рефлектограмм в памяти рефлектометра

Сохранение рефлектограмм, полученных с помощью рефлектометра, в памяти этого прибора для последующего использования или для передачи на персональный компьютер, является достаточно простой задачей. Просто шаг за шагом следуйте данной процедуре:

Шаг 1. Получите с помощью рефлектометра рефлектограмму, которую хотите сохранить в памяти прибора (см. рис. 16-1).

Шаг 2. Нажмите клавишу Save/Print (Сохранить/Распечатать). Это позволяет получить доступ к меню сохраненных рефлектограмм. Оно представляет собой список уже сохраненных рефлектограмм и некоторое количество свободных ячеек памяти (см. рис. 16-2).

Шаг 3. С помощью клавиш ▲▼ переместите область выделения на первую свободную строку списка (в которой стоит слово Empty - Пусто). Вы можете сохранить любую новую рефлектограмму в свободной ячейке памяти прибора (строке Empty) или заменить ранее сохраненную рефлектограмму (в приведенном примере рефлектограмма сохраняется в пустой ячейке памяти).

Шаг 4. Нажмите клавишу Store или Save для сохранения данной рефлектограммы в выбранной ячейке памяти прибора.

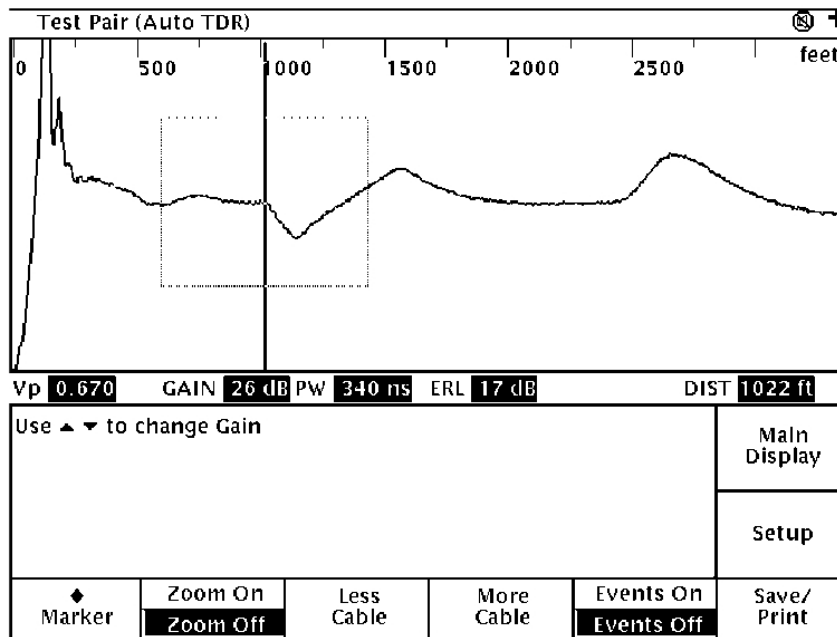


Рисунок 16-1. Типовая рефлектограмма.

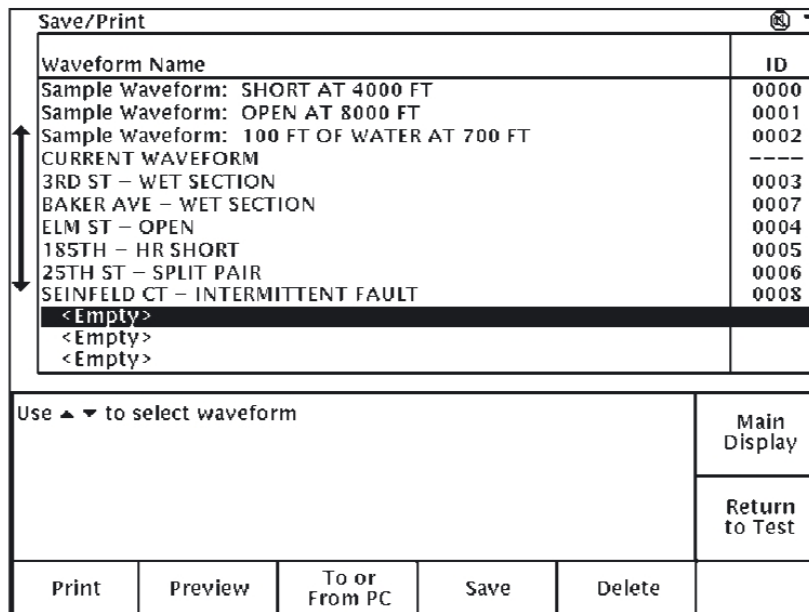


Рисунок 16-2. Меню Save/Print (сохранить/распечатать) (выделена пустая строка).

Шаг 5. Используя соответствующие клавиши, введите необходимые примечания, которые относятся к данной рефлектограмме. Эти примечания будут сохранены в памяти прибора вместе с рефлектограммой. Название самого файла назначается автоматически в зависимости от того, какая ячейка памяти (строка в списке) используется для сохранения рефлектограммы (см. рис. 16-3).

Шаг 6. Для возвращения в меню Save/Print (Сохранить/Распечатать) после ввода примечания нажмите клавишу Done (готово). В приведенном примере в качестве примечания к полученной с рефлектограмме был введен текст "ACME LANE - WET SECTION" (см. рис. 16-4).

Рефлектограмма "ACME LANE - WET SECTION" была успешно сохранена в памяти прибора и теперь может быть в любой момент выведена на дисплей рефлектометра,



распечатана на принтере с последовательным разъемом или передана на персональный компьютер.

Передача рефлектограммы с прибора на персональный компьютер и с персонального компьютера на прибор

Передача рефлектограммы, сохраненной в памяти, на персональный компьютер и с персонального компьютера на рефлектометр может использоваться для архивирования или ведения электронной документации. Использование дополнительного программного обеспечения МСТАР компании Tempo для персонального компьютера позволит вам передавать, управлять, анализировать и документировать рефлектограммы, полученные с помощью рефлектометра серии TelScout, на вашем персональном компьютере. Для передачи данных с рефлектометра серии TelScout на ваш персональный компьютер просто проделайте шаги данной процедуры:

Шаг 1. Загрузите на персональном компьютере программу Tempo МСТАР, следуя инструкциям, прилагающимся к данному программному пакету. Удобнее всего установить этот программный пакет в отдельной директории, так как загружаемые рефлектограммы, полученные с помощью рефлектометра, будут автоматически размещаться в этой рабочей директории.

Шаг 2. Подключите последовательный кабель (Tempo P/N 012-1379-00), который был приложен к вашему пакету программ МСТАР, к рефлектометру серии TelScout и персональному компьютеру.

Шаг 3. Запустите программу МСТАР и выберите в меню программы МСТАР функцию Transfer (передача).

Шаг 4. В меню Transfer (передача) программы МСТАР выберите опцию Upload/Download (загрузка).

Шаг 5. Включите рефлектометр TelScout и перейдите к дисплею рефлектометра (TDR).

Шаг 6. На дисплее рефлектометра выберите Save/Print (сохранить/распечатать).

Шаг 7. В меню Save/Print (сохранить/распечатать) на дисплее рефлектометра выберите To or From PC (Передать на персональный компьютер или получить с персонального компьютера).

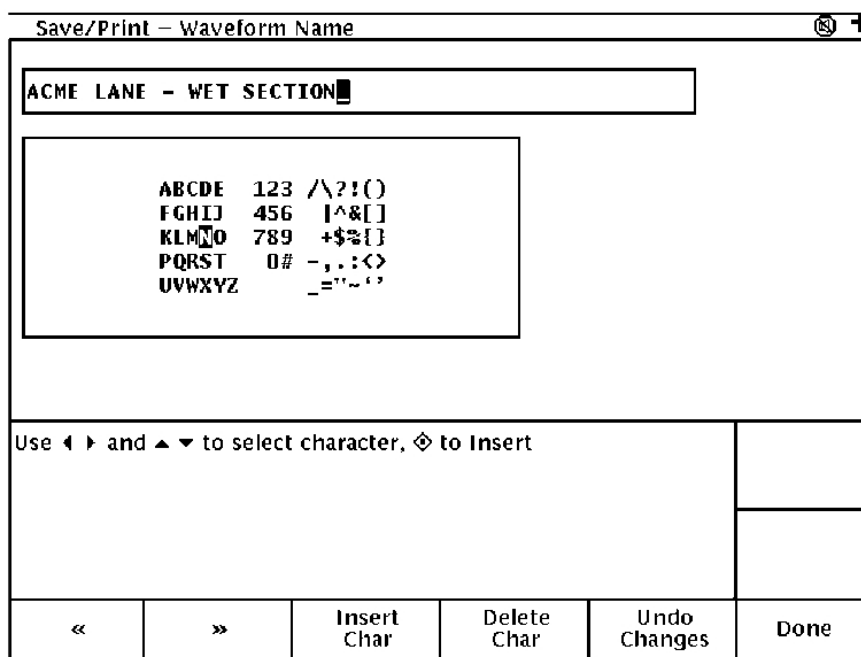


Рисунок 16-3. Примечания к рефлектограмме, сохраняемой в памяти прибора.

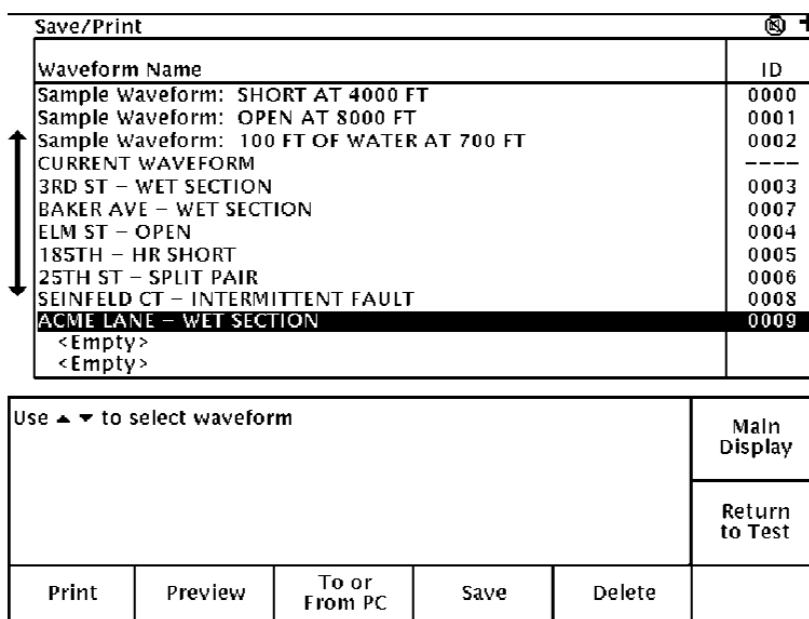


Рисунок 16-4. Меню Save/Print (сохранить/распечатать) (сохранено).

Шаг 8. Убедитесь, что правильно установлены параметры Baud Rate (скорость передачи данных), Flow Control (управление потоком) и Format (формат). Если параметры установлены неправильно, вы должны их изменить при выполнении данного шага процедуры. Рекомендуется установить следующие настройки параметров:

Baud Rate (скорость передачи данных): Обычно 9600, но данная настройка должна обязательно соответствовать настройке программы MSTAR.

Flow Control (управление потоком): Обычно устанавливается настройка None (нет).

Format (формат): Обычно устанавливается 8-None.

Шаг 9. С помощью клавиш ▲▼ выделите соответствующий тип передачи, в зависимости от того, хотите ли вы передать данные с рефлектометра на компьютер (Download) или с компьютера на рефлектометр (Upload).



Шаг 10. Нажмите клавишу Start Transfer (начать передачу) для начала передачи данных. В случае выбора режима Download файлы будут скопированы на персональный компьютер в директорию МСТАР, а оригиналы останутся в памяти рефлектометра TelScout. При выборе режима Upload файлы, хранящиеся в директории МСТАР, будут скопированы на рефлектометр TelScout, а оригиналы останутся в директории МСТАР на персональном компьютере. Более подробная информация приводится в документации, которая прилагается к программному пакету МСТАР, и в файлах помощи рефлектометра TelScout.

Распечатка рефлектограмм, полученных с помощью рефлектометра

Также легко прямо с рефлектометра TelScout можно распечатать либо текущую рефлектограмму с дисплея рефлектометра, либо рефлектограмму, сохраненную в его памяти. Для этого проделайте шаги следующей процедуры:

Шаг 1. Включите рефлектометр серии TelScout и перейдите к дисплею рефлектометра (TDR).

Шаг 2. На дисплее рефлектометра выберите Save/Print (сохранить/распечатать).

Шаг 3. С помощью клавиш ▲▼ выберите рефлектограмму, которую вы хотите распечатать.

Шаг 4. Выберите команду Print (распечатать).

Шаг 5. С помощью клавиш ▲▼ выделите тип принтера, который вы будете использовать (см. рис. 16-5).

Шаг 6. Убедитесь, что правильно установлены параметры Baud Rate (скорость передачи данных), Flow Control (управление потоком) и Format (формат). Если параметры установлены неправильно, вы должны их изменить при выполнении данного шага процедуры. (Если вы не знаете параметры принтера, обратитесь к руководству по его использованию.) Более подробная информация по использованию последовательного порта рефлектометра TelScout приводится в файле помощи Serial Lesson.

Шаг 7. С помощью кабеля принтера соедините последовательный порт рефлектометра TelScout и последовательный порт принтера. (Убедитесь, что принтер имеет последовательный порт, а не только параллельный порт. Для этого обратитесь к руководству, которое прилагается к принтеру.)

Примечание: Вам может понадобиться любой из двух типов кабелей. Наиболее часто используется кабель принтера IBM PC/AT. Данный кабель работает со всеми типами принтеров, поддерживаемых TelScout (кроме серии Seiko). Для принтеров серии Seiko используйте модемный кабель IBM PC/AT. Оба кабеля имеют 9-контактный и 25-контактный разъемы. Их можно приобрести в большинстве магазинов, торгующих аксессуарами для компьютеров.



| Save/Print – Printer Setup | | | | | |
|----------------------------|-----------|--------------|-------------|--|--|
| Printer Name | Baud Rate | Flow Control | Data Format | | |
| Epson | 19200 | NONE | 8-NONE | | |
| HC414 (Seiko DPU414) | 9600 | RTS/CTS | 8-NONE | | |
| ThinkJet | 9600 | DTR | 8-NONE | | |
| DeskJet/laserJet | 9600 | DTR | 8-NONE | | |
| PostScript | 9600 | XON/XOFF | 8-NONE | | |

| | | | | | |
|---------------------------|-----------|--------------|-------------|---------------|----------------|
| Use ▲ ▼ to select printer | | | | | Main Display |
| WAVEFORM TO PRINT IS: | | | | | Return to Test |
| ACME LANE – WET SECTION | | | | | |
| Print | Baud Rate | Flow Control | Data Format | Serial Lesson | Previous Menu |

Рисунок 16-5. Экран настройки принтера.

Шаг 8. Нажмите клавишу Exit (выход) или Done (готово). При этом вы вернетесь к тому экрану, который показан на рис. 16-9. Вы можете либо распечатать текущую рефлектограмму, либо распечатать рефлектограмму, сохраненную в его памяти. Мы будем распечатывать рефлектограмму, сохраненную в памяти "ACME LANE - WET SECTION".

Шаг 9. Нажмите клавишу Print Saved (распечатать из памяти) или Print (распечатать с экрана) (см. рис. 16-6).

Заключение

Сохранение результатов тестирования и ведение документации является несложным делом благодаря экранам и меню прибора. Более подробная информация приводится в файлах помощи и уроках, которые имеются на рефлектометрах серии TelScout.

Tempo

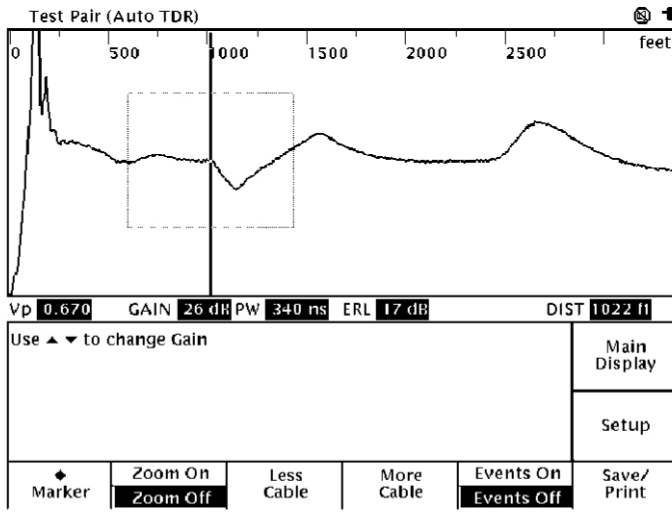
TelScout TS200

Система: 0,47



Tektronix TelScout TS200

System: 0.47



Test File = 053

Cable Name = Air-Cored Poly
Wire Diameter = 24 AWG
Span = 3000 feet

Cable Type = AIR PIC
Velocity of Propagation = 0.67
Smoothing = 4

Waveform Notes = ACME LANE - WET SECTION

Рисунок 16-6. Пример распечатки.



Глава 17: Модернизация кабельной сети для предоставления цифровых услуг

Введение

По мере роста потребности в приложениях, требующих широкой полосы пропускания, например, доступа в сеть Интернет, видео по запросу, дистанционного обучения и осуществления дистанционного доступа, в кабельную телефонную сеть все глубже внедряются новые цифровые услуги. Широкомасштабное внедрение этих новых цифровых услуг требует использования быстрого и легкого метода определения пригодности существующей абонентской телефонной линии для использования широкополосных приложений.

Описание ISDN

ISDN (Integrated Services Digital Network - цифровая сеть с интеграцией услуг) была представлена в 1980-е годы. Хотя данная концепция и не стала сразу же широко внедряться, в последнее время начался рост ее популярности, а телефонные компании начали предлагать эту и другие цифровые услуги многим абонентам.

Не вдаваясь глубоко в технические детали, можно сказать, что ISDN-BRI (интерфейс базовой скорости) - это часть T1 (Fractional T1), которая включает в себя два канала В 64 Кбит/с и один канал D 16 Кбит/с. Каналы В позволяют передавать голос и данные, а канал D обеспечивает передачу служебных сигналов (вся информация передается по одной витой паре проводов). Телефонные компании предоставляют данную услугу через так называемый интерфейс U, который представляет собой обычную незранированную витую пару проводов (абонентскую линию), доступ к которой можно получить через розетку RJ-11 или RJ-45, закрепленную на стене в помещении абонента.

Описание xDSL

Говоря общими словами, семейство технологий DSL (Digital Subscriber Line - цифровая абонентская линия) позволяет абонентам пользоваться высокоскоростным цифровым доступом посредством телефонной сети. В зависимости от типа используемой технологии DSL различаются как требования, предъявляемые к абонентской линии, так и скорость передачи данных. Большинство предлагаемых в настоящий момент технологий xDSL рассчитаны на представителей бизнеса, которые используют в основном технологии HDSL и SDSL. Предоставление услуг на базе данных технологий частным пользователям и их коммерческое внедрение находятся пока на ранней стадии развития; в основном в таких случаях используется технология ADSL. Расшифровка обозначений и общее описание каждой из технологий, входящих в данное семейство, приводятся в таблице 17-1.

Преимущество технологий xDSL заключается в их способности удалить трафик передачи данных из телефонной сети общего пользования, которая изначально не предназначалась для передачи данных на большие расстояния. Некоторые технологии, такие как ADSL, позволяют передавать по одной и той же паре проводов цифровой сигнал (в спектре более высоких частот) и стандартный аналоговый телефонный сигнал (в спектре более низких частот). На каждом конце линии сигнал традиционной телефонной связи отделяется от цифрового сигнала с помощью специального оборудования (сплиттеров), что сохраняет за аналоговой телефонной связью ее традиционную надежность (см. рис. 17-1).

Таблица 17-1. Типы технологий xDSL.

| Технология | Описание | Количество используемых пар проводов | Скорость передачи данных |
|------------|---|--------------------------------------|----------------------------|
| ADSL | Asymmetric Digital Subscriber Line - Асимметричная цифровая абонентская линия | 1 | < 9 Мбит/с (переменная) |
| HDSL | High-bit-Rate Digital Subscriber Line - Высокоскоростная цифровая абонентская линия | 2 | 1,544 Мбит/с |
| IDSL | Integrated Digital Subscriber Line - Интегрированная цифровая абонентская линия | 1 | 160 Кбит/с |
| SDSL | Single-pair Digital Subscriber Line - Цифровая абонентская линия, работающая по одной паре | 1 | 784 Кбит/с |
| VDSL | Very-High-bit-Rate Digital Subscriber Line - Сверхвысокоскоростная цифровая абонентская линия | 1 | < 52,8 Мбит/с (переменная) |

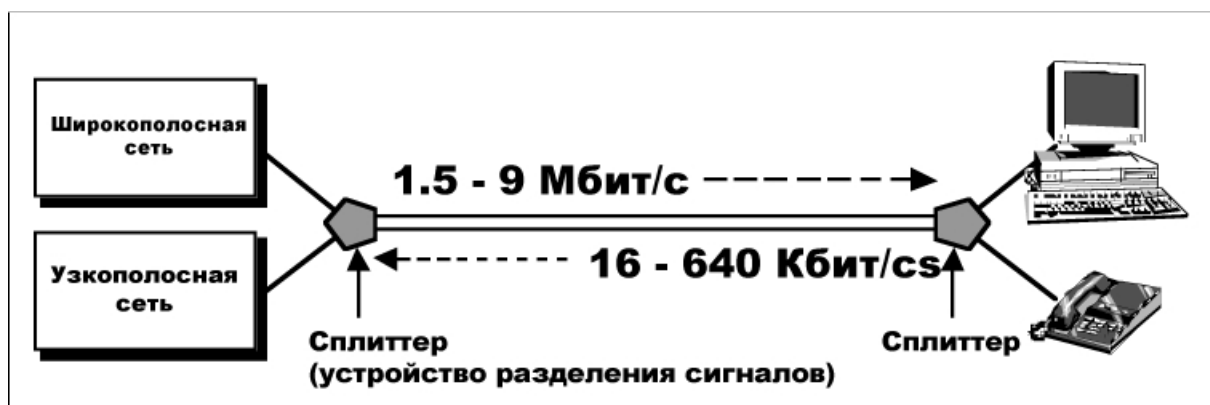


Рисунок 17-1. Конструкция линии ADSL (с использованием сплиттеров для разделения сигналов).

Проблемы, связанные с вводом в действие

По мере того, как новые цифровые услуги все чаще используют витую пару проводов в качестве среды передачи сигнала, продолжают расти требования к телефонной кабельной сети с точки зрения надежности линий и качества предоставляемых по этим линиям услуг. Использование витой пары, которая раньше служила только для передачи голоса во время традиционной телефонной связи, может создать проблемы для передачи сигналов цифровых систем. Два часто встречающихся элемента голосовых линий, пупиновские катушки и кабельные отводы с параллельными кабелями, в большинстве случаев делают абонентскую линию непригодной для использования цифровых технологий. Прежде чем линия сможет использоваться для передачи цифровых сигналов, эти конструктивные элементы должны быть удалены или протестированы. Ключем к упрощенному внедрению новых цифровых технологий является выполнение логической последовательности тестов, направленных на предварительную проверку пригодности линии и поиск любых потенциальных проблем.

Длина абонентской линии

Максимальная длина абонентской линии варьируется в зависимости от типа используемой технологии (см. рис. 17-2 и таблицу 17-2). Технологии ADSL и VDSL имеют переменную скорость передачи данных, то есть качество данной услуги ухудшается и скорость передачи данных уменьшается при увеличении длины линии (расстояния передачи). На технологии оказывает влияние фактическая длина кабеля, диаметр его токопроводящих жил, наличие кабельных отводов и параллельных кабелей, а также переходные помехи от других пар кабеля (см. рис. 17-3 и 17-4).



Рисунок 17-2. Длина абонентской линии.

Таблица 17-2. Требования к длине абонентской линии для предоставления цифровых услуг.

| | ISDN | ADSL | HDSL | IDSL | SDSL | VDSL |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Длина абонентской линии | < 18000 футов (< 5,9 км) | < 18000 футов (< 5,9 км) | < 12000 футов (< 3,9 км) | < 18000 футов (< 5,9 км) | < 12000 футов (< 3,9 км) | < 4500 футов (< 1,5 км) |

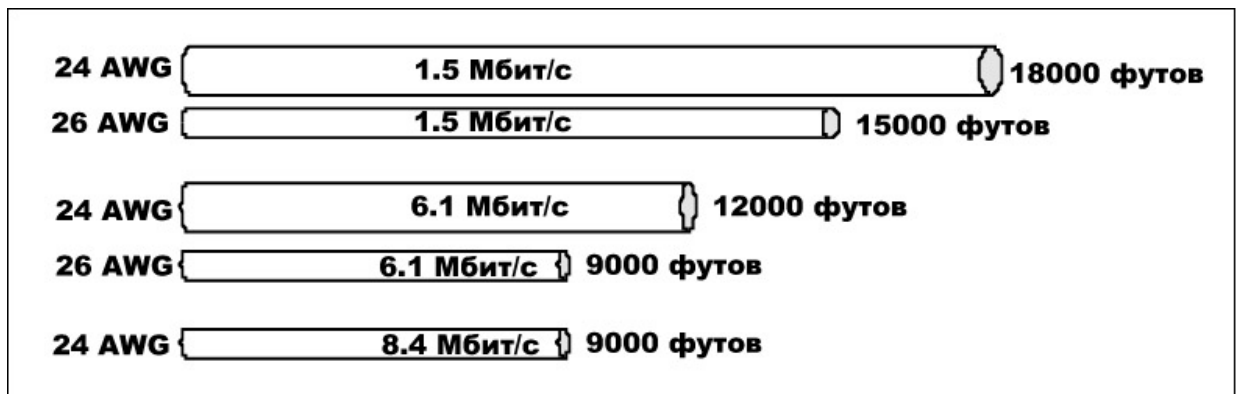


Рисунок 17-3. Скорости передачи данных при использовании технологии ADSL.

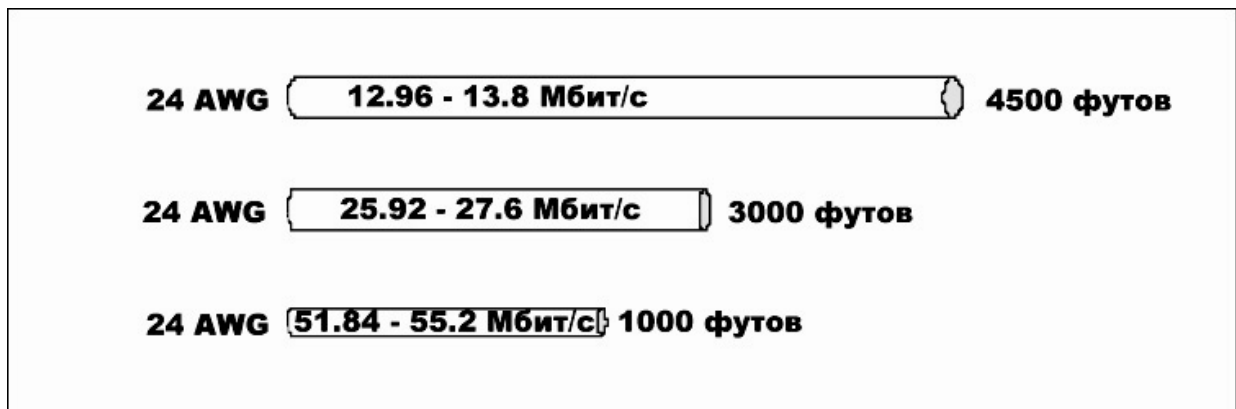


Рисунок 17-4. Скорости передачи данных при использовании технологии VDSL.

Фактическая длина абонентской линии может быть определена с помощью измерителя электрической емкости кабеля, рефлектометра или обоих этих приборов вместе. Лучше всего использовать оба прибора и сравнить полученные результаты (см. рис. 17-5).



Пупиновские катушки

Пупиновская катушка используется в аналоговых (голосовых) телефонных кабельных системах и обычно представляет собой индуктивность 66 мГн или 88 мГн (миллигенри). Данные катушки используются потому, что возрастающая по мере увеличения длины кабельной линии емкость вызывает затухание высокочастотных голосовых сигналов. Для устранения действия емкости линии в нее последовательно через определенное расстояние устанавливаются пупиновские катушки. Установка через определенные промежутки в линию пупиновских катушек позволяет "настроить" линию связи на диапазон голосовых частот (300 Гц - 3000 Гц).

В Соединенных Штатах пупиновские катушки должны использоваться на кабелях, имеющих длину более 18000 футов (5,5 километров). В других странах может использоваться другая схема установки катушек, которая базируется на характеристиках затухания используемой системы. При использовании схемы установки пупиновских катушек N88 первая катушка устанавливается на расстоянии около 3000 футов (915 метров) от телефонной станции (см. рис. 17-6). Далее катушки устанавливаются в линию на расстоянии около 6000 футов (1830 метров) друг от друга, хотя установка катушек на последних 10000 футах (3 километрах) от абонента может и не понадобиться.

К сожалению, аналоговые системы с пупиновскими катушками и цифровые системы несовместимы друг с другом (см. таблицу 17-3). Пупиновские катушки не позволят передавать по линии цифровые и высокочастотные сигналы. (Более подробная информация по частотам и затуханию приводится в Главе 12 "Характеристики передачи".)

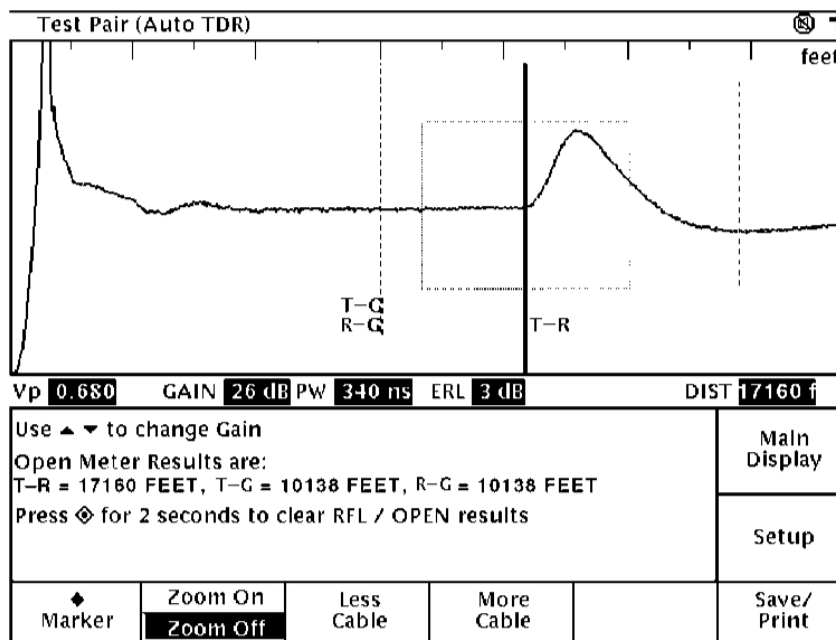


Рисунок 17-5. Результат измерения длины абонентской линии для предоставления цифровых услуг.

Таблица 17-3. Требования по пупиновским катушкам для предоставления цифровых услуг.

| | ISDN | ADSL | HDSL | IDSL | SDSL | VDSL |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|
| Количество катушек | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

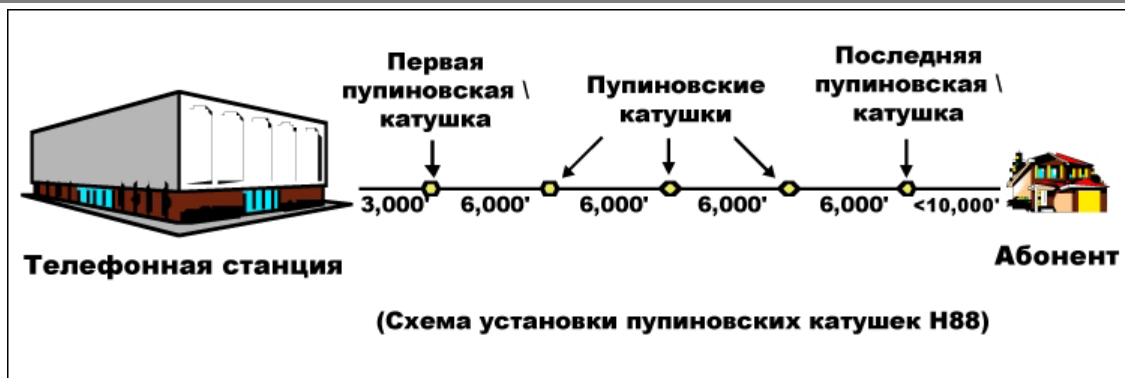


Рисунок 17-6. Схема установки пупиновских катушек Н88.

Использование счетчика пупиновских катушек поможет приблизительно определить, сколько пупиновских катушек установлено на тестируемой линии. При внедрении цифровых услуг необходимо помнить, что оставлять пупиновские катушки на линии недопустимо. Просто используйте счетчик пупиновских катушек для определения количества катушек, установленных на тестируемой линии, а затем используйте рефлектометр для поиска места установки первой пупиновской катушки (см. рис. 17-7).

Рефлектометр (TDR) является единственным тестовым прибором, который позволяет быстро и точно найти места установки пупиновских катушек. Рефлектометр подает в тестируемую линию высокочастотные импульсы и фиксирует отраженную от неоднородностей импеданса кабеля энергию. Данная технология подобна технологии радара. Так как импульсы, подаваемые рефлектометром в линию, обладают высокочастотной энергией, они не могут пройти через пупиновскую катушку. Катушка (показана на рис. 17-8) выглядит на рефлектограмме как значительное увеличение импеданса кабеля и похожа на рефлектограмму обрыва линии (показана на рис. 17-9).

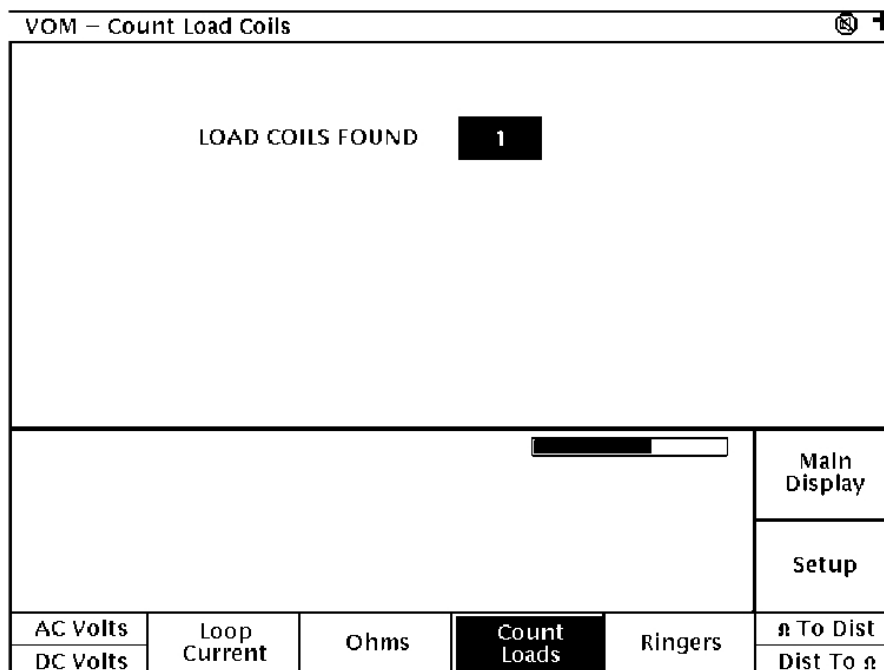


Рисунок 17-7. Подсчет пупиновских катушек.

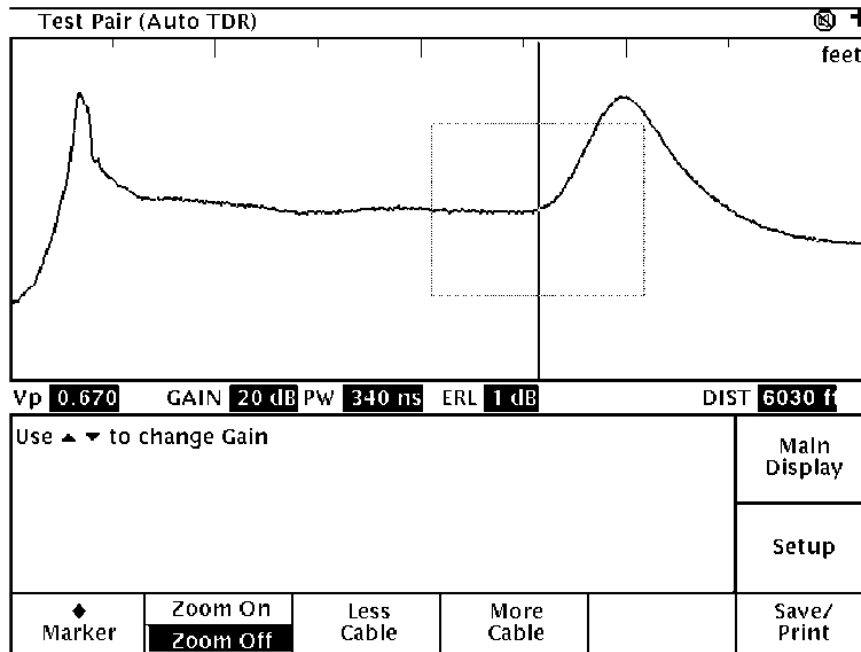


Рисунок 17-8. Пупиновская катушка на дисплее рефлектометра (TDR).

Можно заметить, что очертание импульса, отраженного от пупиновской катушки, более округлое по сравнению с очертанием импульса, отраженного от обрыва кабеля, и катушка находится на расстоянии около 6000 футов (1830 метров). Обычно же, первую пупиновскую катушку можно увидеть на расстоянии 3000 футов (915 метров) от телефонной станции. Последующие пупиновские катушки располагаются на расстоянии 6000 футов (1830 метров) друг от друга (при использовании схемы N88), хотя на рефлектограмме вы будете видеть только первую катушку. Для поиска нескольких пупиновских катушек на одной линии, просто найдите первую катушку и удалите ее. После этого снова подключите рефлектометр к линии и найдите следующую катушку. Данный процесс должен повторяться столько раз, сколько пупиновских катушек установлено на телефонной линии.

Сопrotивление шлейфа

Максимальное сопротивление шлейфа может быть различным и зависит от типа внедряемой технологии и ожидаемого качества обслуживания (см. таблицу 17-4). Фактическое сопротивление шлейфа зависит от длины кабеля, типа токопроводящей жилы, диаметра токопроводящей жилы и общего состояния кабеля (см. рис. 17-10).

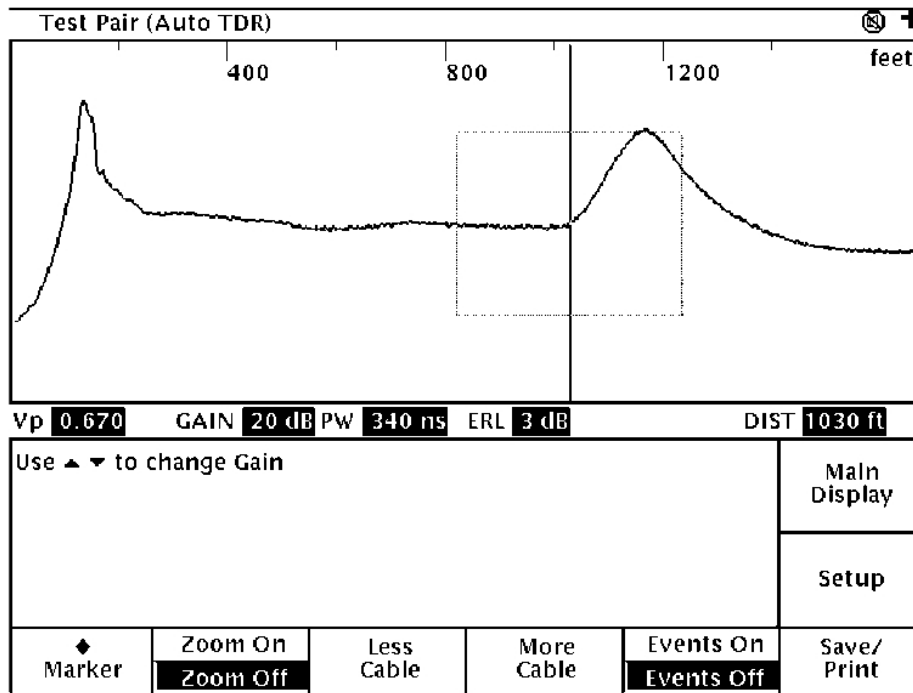


Рисунок 17-9. Рефлектограмма обрыва.

Таблица 17-4. Требования к сопротивлению шлейфа для предоставления цифровых услуг.

| | ISDN | ADSL | HDSL | IDSLS | SDSL | VDSL |
|----------------------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|
| Сопротивление шлейфа | < 1300 Ом | < 1300 Ом | < 900 Ом | < 1300 Ом | < 900 Ом | < 325 Ом |

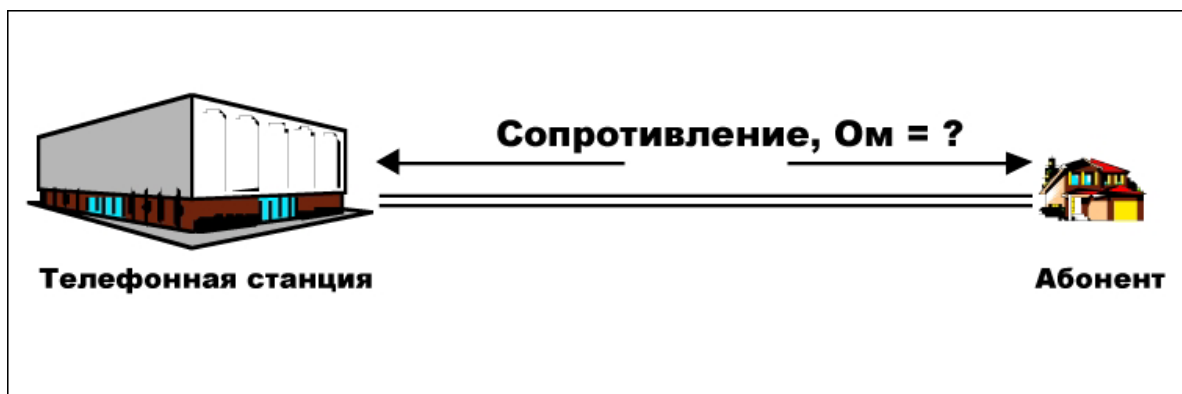


Рисунок 17-10. Сопротивление шлейфа.

Измерение фактического сопротивления шлейфа для цифровой линии может быть проведено с помощью омметра, при соединенных на дальнем конце кабеля проводах А (T/Tip), В (R/Ring) и земле (G/Ground) (см. рис. 17-11).

После того, как измерено полное сопротивление шлейфа, вы можете также оценить длину абонентской линии с помощью калькулятора пересчета сопротивления в расстояние (Ohms-to-Distance Calculator). Длина линии рассчитывается на основании типа кабеля, диаметра его токопроводящих жил и температуры самого кабеля (см. рис. 17-12).



Кабельные отводы и параллельные кабели

Кабельные отводы и параллельные кабели использовались на телефонной кабельной сети в течение многих лет. Кабельный отвод используется для подключения другого участка кабеля (параллельного кабеля для организации телефонной связи или предоставления другой аналоговой услуги) к различным точкам главного кабеля (см. рис. 17-13). Под параллельным кабелем обычно понимается любой участок кабеля, не являющийся прямым трактом передачи сигнала между телефонной станцией и абонентом.

Наличие параллельных кабелей допустимо для организации стандартной телефонной связи (ТфОП) или аналоговой линии, но обычно такие кабели создают проблемы при предоставлении цифровых услуг. Цифровой сигнал передается по кабелю абоненту, но также он проходит и по каждой параллельной секции кабеля. Эхо-сигналы от этих параллельных кабелей накладываются на оригинальный сигнал, передаваемый абоненту, что вызывает появление ошибок.

Некоторые цифровые технологии обеспечивают ограниченную компенсацию эхо-сигналов, но в большинстве случаев вам все равно придется отключать параллельные кабели, чтобы обеспечить надежное обслуживание. Другое тестовое оборудование, например, измерители электрической емкости кабеля, может использоваться для обнаружения того, что между телефонной станцией и абонентом имеется дополнительный кабель, но только рефлектометр способен найти точное место каждого кабельного отвода и определить длину параллельных кабелей. Это чрезвычайно полезно, так как вы получаете возможность узнать, куда необходимо пойти для отключения параллельного кабеля и какую длину имеет кабель, который вы только что отключили.

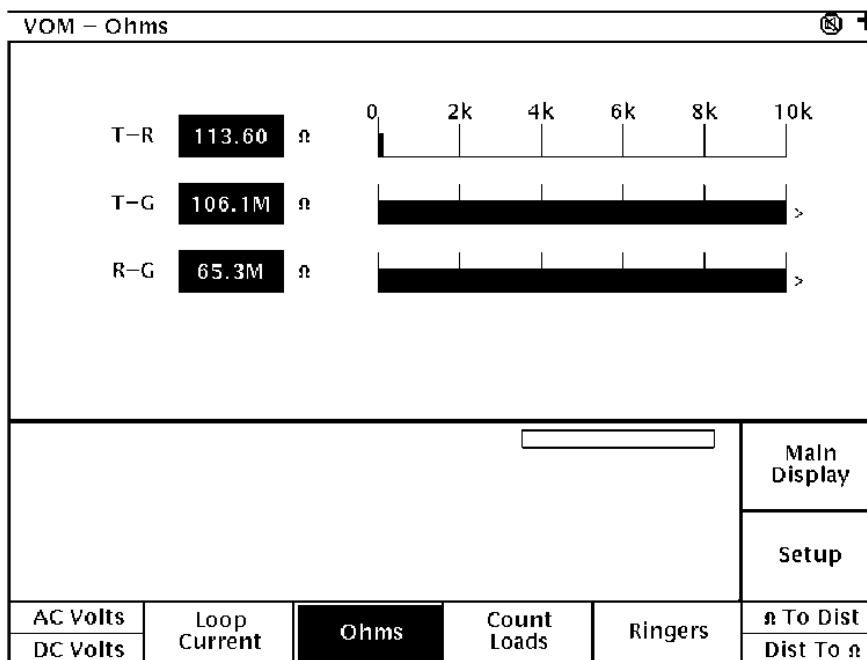


Рисунок 17-11. Результаты измерения сопротивления шлейфа для предоставления цифровых услуг.

VOM – Ohms-to-Distance Calculator

| | | | | | |
|-------------|------------------------------------|-----|--|----|------------|
| DIAMETER | <input type="text" value="24"/> | AWG | Use Setup to change | | |
| TEMPERATURE | <input type="text" value="85.0"/> | °F | | | |
| | OHMS | | DISTANCE | | |
| T-R | <input type="text" value="113.6"/> | Ω = | <input type="text" value="2076.01"/> | ft | Calculated |
| T-G | <input type="text" value="9999"/> | Ω = | <input type="text" value="365495.44"/> | ft | Calculated |
| R-G | <input type="text" value="9999"/> | Ω = | <input type="text" value="365495.44"/> | ft | Calculated |

Use ▲ ▼ to select
Use ◀ ▶ to change
Press Ⓢ for Number Entry

| | | | | | |
|----------|--------------|------|-------------|---------|-----------|
| AC Volts | Loop Current | Ohms | Count Loads | Ringers | Ω To Dist |
| DC Volts | | | | | Dist To Ω |

Main Display
Setup

Рисунок 17-12. Пересчет сопротивления в расстояние для предоставления цифровых услуг.



Рисунок 17-13. Кабельные отводы и параллельные кабели.

На рефлектограмме кабельный отвод показан в виде спада рефлектограммы с прямой поднимающейся наклонно вверх линией, которая представляет собой параллельный кабель. Подъем ("горб") рефлектограммы в конце прямой линии указывает на разомкнутый конец параллельного кабеля (см. рис. 17-14). Каждый кабельный отвод и параллельный кабель будут отражены на рефлектограмме, поэтому, чем больше их будет, тем сложнее будет интерпретировать рефлектограмму (см. рис. 17-15). Самым легким способом избежать затруднения в таком случае - это найти первый кабельный отвод и отключить параллельный кабель. После этого вы можете снова протестировать линию и отключить следующий параллельный кабель. Просто повторяйте данный процесс, пока все кабельные отводы и параллельные кабели, превышающие установленные используемой технологией лимиты, не будут отключены.

Для того, чтобы убедиться, что определенная цифровая линия соответствует требованиям по кабельным отводам, можно воспользоваться следующими тремя шагами. Выполнение этих шагов значительно повысит ваши шансы на успех.

Шаг 1. Проверка ближайших к концам линии кабельных отводов. Прежде всего, найдите и отключите любой кабельный отвод, который находится ближе к каждому концу линии, чем это установлено нормой соответствующей технологии (см. рис. 17-16 и таблицу 17-5).

Шаг 2. Проверка длины параллельных кабелей. Затем проведите проверку, чтобы убедиться, что оставшиеся параллельные кабели не превышают по длине предела, установленного используемой технологией (см. рис. 17-17 и таблицу 17-6).

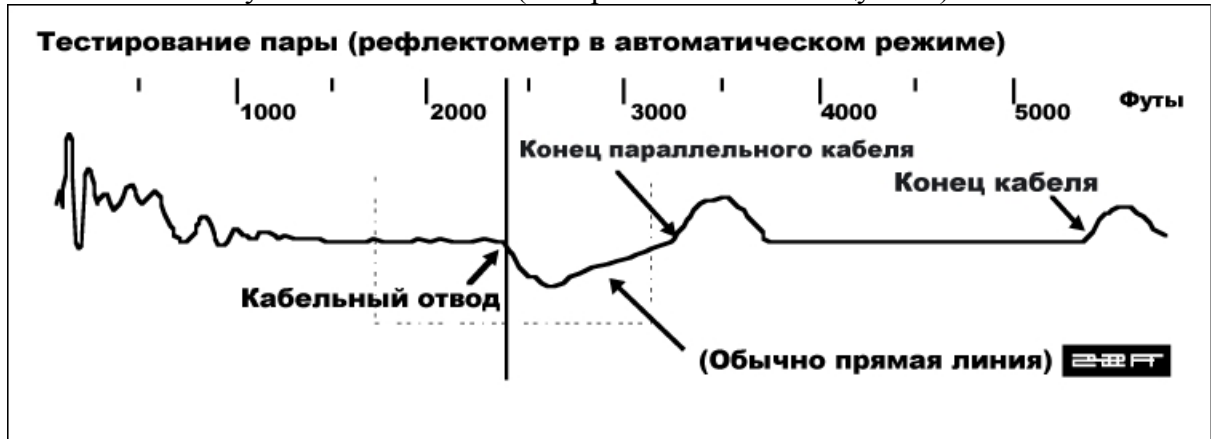


Рисунок 17-14. Пример рефлектограммы для кабельного отвода и параллельного кабеля.



Рисунок 17-15. Пример рефлектограммы для нескольких кабельных отводов и параллельных кабелей.



Рисунок 17-16. Ближайший кабельный отвод.

Таблица 17-5. Требования к ближайшему кабельному отводу для предоставления цифровых услуг.

| | ISDN | ADSL | HDSL | IDSL | SDSL | VDSL |
|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Ближайший кабельный отвод | > 1000 футов (> 328 метров) | > 1000 футов (> 328 метров) | > 1000 футов (> 328 метров) | > 1000 футов (> 328 метров) | > 1000 футов (> 328 метров) | > 1000 футов (> 328 метров) |



Рисунок 17-17. Самый длинный кабельный отвод.

Таблица 17-6. Требования к самому длинному кабельному отводу для предоставления цифровых услуг.

| | ISDN | ADSL | HDSL | IDSL | SDSL | VDSL |
|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Самый длинный кабельный отвод | < 2000 футов (< 656 метров) | < 2000 футов (< 656 метров) | < 2000 футов (< 656 метров) | < 2000 футов (< 656 метров) | < 2000 футов (< 656 метров) | < 2000 футов (< 656 метров) |

Шаг 3. Проверка суммарной длины кабельных отводов. И, наконец, убедитесь, что суммарная длина кабельных отводов на линии не превышает максимального предела. Самым легким способом для этого является сравнение рефлектограммы с результатами, полученными с помощью измерителя электрической емкости кабеля (см. рис. 17-18 и таблицу 17-7).

Затухание абонентской линии

Максимальное затухание абонентской линии зависит от типа внедряемой услуги. Так как различные цифровые технологии используют разные частоты для передачи, будут различаться и частоты, используемые для измерения затухания (см. рис. 17-19 и таблицу 17-8).

Измерение затухания цифровой линии на правильном значении частоты даст вам общее представление о том, имеет или нет данная линия потенциал для поддержки цифровых услуг. Это хороший тест определения качества линии, который позволит подтвердить, что все ранее проделанные шаги привели к устранению любых проблем, которые могли бы возникнуть на данной линии (см. рис. 17-20).



Рисунок 17-18. Суммарное количество кабельных отводов.



Таблица 17-7. Суммарные требования к кабельным отводам для предоставления цифровых услуг.

| | ISDN | ADSL | HDSL | IDSL | SDSL | VDSL |
|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Суммарная длина кабельных отводов | < 2500 футов (< 820 метров) | < 2500 футов (< 820 метров) | < 2500 футов (< 820 метров) | < 2500 футов (< 820 метров) | < 2500 футов (< 820 метров) | < 2500 футов (< 820 метров) |

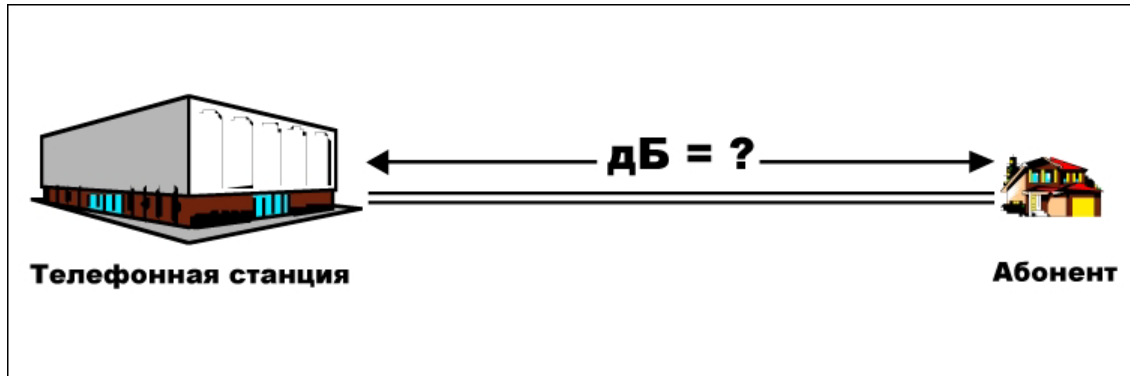


Рисунок 17-19. Затухание сигнала в линии.

Таблица 17-8. Требования по затуханию линии для предоставления цифровых услуг.

| | ISDN | ADSL | HDSL | IDSL | SDSL | VDSL |
|------------------------------|----------|------------|----------|----------|----------|------------|
| Затухание линии | < -39 дБ | Переменное | < -35 дБ | < -39 дБ | < -35 дБ | Переменное |
| Максимальная частота сигнала | 40 кГц | - | 196 кГц | 40 кГц | 196 кГц | - |

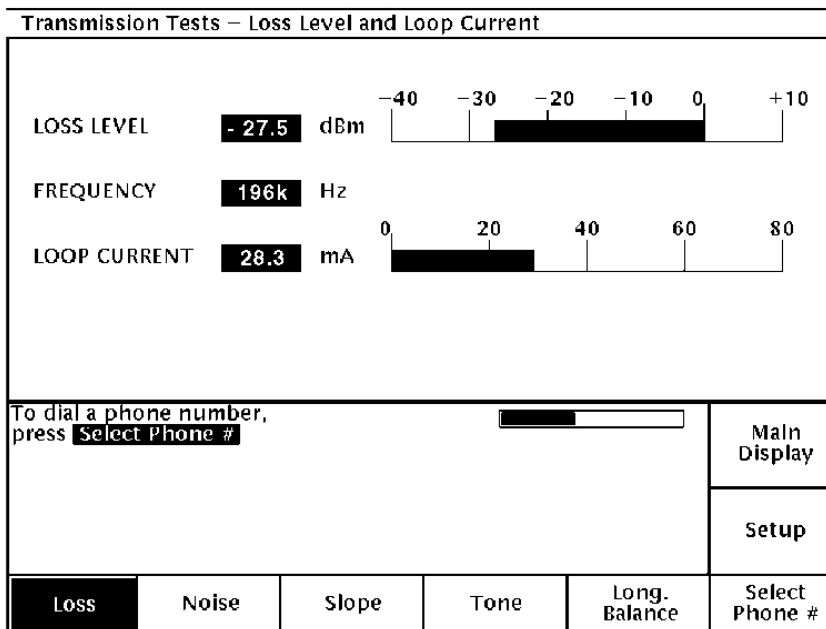


Рисунок 17-20. Результаты измерения уровня затухания для предоставления цифровых услуг.



Переходные помехи

Большинство цифровых технологий не допускают наличия переходных помех слишком большого уровня между парой, которая используется для предоставления цифровых услуг, и другими парами того же пучка кабеля. Обычным источником переходных помех, который легко устранить, является перепутывание проводов пары. Перепутывание проводов пар кабеля является ошибкой монтажа, при которой один провод пары соединяется с другим проводом, но из другой (соседней) пары. Восстановление перепутанных проводов (повторное перепутывание) происходит, когда кто-нибудь обнаруживает перепутанные пары и решает восстановить правильное соединение пар при дальнейшей прокладке кабеля (см. рис. 17-22).

Перепутывание (и повторное перепутывание) проводов пары может не оказать никакого влияния на традиционную телефонную связь. Но такая хорошая аналоговая линия может не подойти для предоставления цифровых услуг. Традиционное оборудование тестирования телефонных линий сети общего пользования не позволяет легко найти места перепутывания проводов кабеля. Использование тональных сигналов и сложные измерения емкости редко практикуются и еще реже бывают успешными. Но рефлектометр (TDR) способен легко найти место такой неисправности. Перепутывание проводов на рефлектограмме появляется в виде "горба", так как представляет собой очень большое изменение импеданса кабеля. Повторное перепутывание проводов проявляется в виде "провала" рефлектограммы, так как провода пары вновь "соединяются" вместе, что приводит к понижению импеданса (см. рис. 17-22).

Если ваш рефлектометр имеет режим измерения переходных помех (Crosstalk Mode), это еще больше облегчит поиск места перепутывания и обратного перепутывания проводов пар кабеля. Подключив тестируемые пары кабеля к разъемам Test и Reference рефлектометра, вы получите на его дисплее рефлектограмму, где будет четко показаны места перепутывания и обратного перепутывания проводов. Остальной кабель будет показан на рефлектограмме в виде ровной линии (см. рис. 17-23). Обратите внимание, что в данном случае "горбы" и "провалы" рефлектограммы имеют противоположное направление по сравнению с рефлектограммой, показанной на рис. 17-22. Направление зависит от того, как соединительные кабели рефлектометра подключены к тестируемым парам кабеля. Однако, помните, что в режиме измерения переходных помех вас должна интересовать не полярность отраженного импульса, а просто то, что не является ровной линией. Данный режим позволяет легко и быстро найти места перепутывания и обратного перепутывания проводов пар кабеля.

Заключение

Широкомасштабное внедрение цифровых технологий потребует наличия быстрого, простого и экономически эффективного метода определения готовности абонентской линии телефонной сети общего пользования поддерживать работу по цифровой технологии. Используя доступное в настоящее время тестовое оборудование, вы можете быстро проверить телефонную кабельную сеть и определить те линии, на которых могут возникнуть проблемы при использовании цифровых технологий. Следование приведенному в качестве примера перечню проверок и проведение определенной последовательности тестирования позволит свести к минимуму период внедрения цифровых технологий.

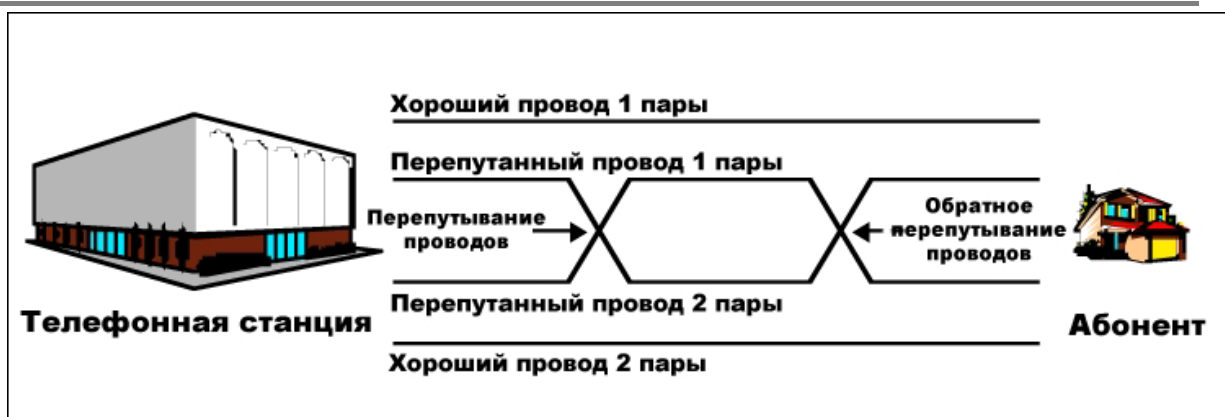


Рисунок 17-21. Перепутывание и обратное перепутывание проводов пары.



Рисунок 17-22. Пример перепутывания и обратного перепутывания проводов пары.

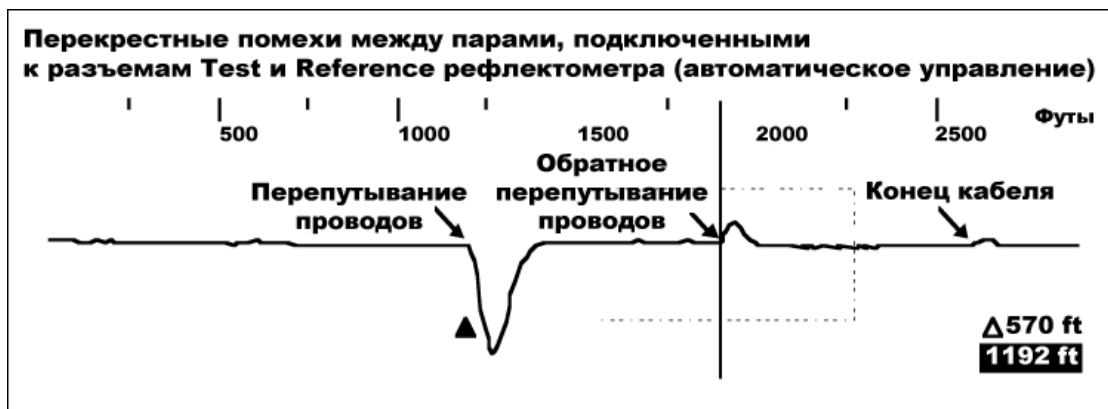


Рисунок 17-23. Пример перепутывания и обратного перепутывания проводов пары с тестированием в режиме переходных помех (Crosstalk Mode).



Таблица 17-9. Параметры предоставления цифровых услуг.

| | ISDN | ADSL | HDSL | IDSL | SDSL | VDSL |
|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Количество пар | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Скорость передачи данных | 144 Кбит/с | 9 Мбит/с (переменная) | 1,544 Мбит/с | 160 Кбит/с | 784 Кбит/с | 52,8 Мбит/с (переменная) |
| Длина абонентской линии | < 18000 футов (< 5,9 км) | < 18000 футов (< 5,9 км) | < 12000 футов (< 3,9 км) | < 18000 футов (< 5,9 км) | < 12000 футов (< 3,9 км) | < 4500 футов (< 1,5 км) |
| Количество катушек | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Сопrotивление шлейфа | < 1300 Ом | < 1300 Ом | < 900 Ом | < 1300 Ом | < 900 Ом | < 325 Ом |
| Ближайший кабельный отвод | > 1000 футов (> 328 метров) | > 1000 футов (> 328 метров) | > 1000 футов (> 328 метров) | > 1000 футов (> 328 метров) | > 1000 футов (> 328 метров) | > 1000 футов (> 328 метров) |
| Самый длинный кабельный отвод | < 2000 футов (< 656 метров) | < 2000 футов (< 656 метров) | < 2000 футов (< 656 метров) | < 2000 футов (< 656 метров) | < 2000 футов (< 656 метров) | < 2000 футов (< 656 метров) |
| Суммарная длина кабельных отводов | < 2500 футов (< 820 метров) | < 2500 футов (< 820 метров) | < 2500 футов (< 820 метров) | < 2500 футов (< 820 метров) | < 2500 футов (< 820 метров) | < 2500 футов (< 820 метров) |
| Затухание линии | < -39 дБ | Переменное | < -35 дБ | < -39 дБ | < -35 дБ | Переменное |
| Максимальная частота сигнала | 40 кГц | - | 196 кГц | 40 кГц | 196 кГц | - |

**Приложение А: Цветовая кодировка проводов телефонных кабелей****Цвета пар кабеля**

| Номер пары | Провод А (Tip) | Провод В (Ring) |
|------------|----------------|-----------------|
| 1 | Белый | Синий |
| 2 | Белый | Оранжевый |
| 3 | Белый | Зеленый |
| 4 | Белый | Коричневый |
| 5 | Белый | Синевато-серый |
| 6 | Красный | Синий |
| 7 | Красный | Оранжевый |
| 8 | Красный | Зеленый |
| 9 | Красный | Коричневый |
| 10 | Красный | Синевато-серый |
| 11 | Черный | Синий |
| 12 | Черный | Оранжевый |
| 13 | Черный | Зеленый |
| 14 | Черный | Коричневый |
| 15 | Черный | Синевато-серый |
| 16 | Желтый | Синий |
| 17 | Желтый | Оранжевый |
| 18 | Желтый | Зеленый |
| 19 | Желтый | Коричневый |
| 20 | Желтый | Синевато-серый |
| 21 | Фиолетовый | Синий |
| 22 | Фиолетовый | Оранжевый |
| 23 | Фиолетовый | Зеленый |
| 24 | Фиолетовый | Коричневый |
| 25 | Фиолетовый | Синевато-серый |

Цвета пучков кабеля

| Номер пучка кабеля | Пары | Цвет пучка кабеля |
|--------------------|-----------|-------------------|
| 1 | 1 - 25 | Сине-белый |
| 2 | 26 - 50 | Оранжево-белый |
| 3 | 51 - 75 | Зелено-белый |
| 4 | 76 - 100 | Коричнево-белый |
| 5 | 101 - 125 | Серо-белый |
| 6 | 126 - 150 | Сине-красный |
| 7 | 151 - 175 | Оранжево-красный |
| 8 | 176 - 200 | Зелено-красный |
| 9 | 201 - 225 | Коричнево-красный |
| 10 | 226 - 250 | Серо-красный |
| 11 | 251 - 275 | Сине-черный |
| 12 | 276 - 300 | Оранжево-черный |
| 13 | 301 - 325 | Зелено-черный |
| 14 | 326 - 350 | Коричнево-черный |
| 15 | 351 - 375 | Серо-черный |
| 16 | 376 - 400 | Сине-желтый |
| 17 | 401 - 425 | Оранжево-желтый |



| | | |
|----|-----------|----------------------|
| 18 | 426 - 450 | Зелено-желтый |
| 19 | 451 - 475 | Коричнево-желтый |
| 20 | 476 - 500 | Серо-желтый |
| 21 | 501 - 525 | Сине-фиолетовый |
| 22 | 526 - 550 | Оранжево-фиолетовый |
| 23 | 551 - 575 | Зелено-фиолетовый |
| 24 | 576 - 600 | Коричнево-фиолетовый |
| 25 | - | - |

Сокращения, используемые в англоязычной документации

| Сокращение | Цвет |
|------------|----------------|
| BL | Синий |
| O | Оранжевый |
| G | Зеленый |
| BR | Коричневый |
| S | Синевато-серый |
| W | Белый |
| R | Красный |
| BK | Черный |
| Y | Желтый |
| V | Фиолетовый |



Приложение В: Глоссарий

| | | |
|---|--|---|
| AC (Alternating Current) | Переменный ток | Метод передачи электрической энергии путем периодического изменения направления потока электронов в цепи или кабеле. Неизменяющиеся по направлению электрические сигналы, используемые для передачи постоянного тока (DC), обычно обладают достаточной флуктуацией для того, чтобы иметь составляющую переменного тока (AC). |
| Access Network | Сеть доступа | Пары медных проводов, которые соединяют конечных пользователей с телефонной станцией, служащей в качестве шлюза глобальной телефонной сети. Эти провода, изначально проложенные для обеспечения аналоговой связи, могут также использоваться и для предоставления самых современных цифровых услуг, которые требуют установки нового оборудования как на стороне пользователя, так и на телефонной станции. |
| Accuracy | Точность | Разница между измеренным, генерированным или выведенным на дисплей значением и истинным значением какого-либо параметра. |
| ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) | Асимметричная цифровая абонентская линия | Цифровая технология, обеспечивающая передачу данных со скоростью от 1,5 Мбит/с до 9 Мбит/с в сторону абонента с дуплексным каналом 16 Кбит/с для управления между абонентом и телефонной станцией. |
| ATM (Asynchronous Transfer Mode) | Асинхронный режим передачи | Форма быстрой коммутации пакетов, которая позволяет осуществлять передачу данных через BISDN, являющейся более быстрой формой цифрового обмена данными, чем ISDN. |
| AWG (American Wire Gauge) | Американский стандарт проводов | Используется для обозначения диаметра проводника. |
| B-Channel (Bearer Channel) | Канал В (канал передачи данных) | Канал 64 Кбит/с, который используется для передачи данных или голосовой связи по ISDN. Стандартное соединение BRI включает в себя два канала В для передачи данных со скоростью 128 Кбит/с. |
| Balance | Симметрия | Состояние кабельной пары, когда оба проводника электрически эквивалентны по емкости и сопротивлению. |
| BISDN (Broadband ISDN) | Широкополосная цифровая сеть с интеграцией услуг | Тип технологии ISDN, в которой используются опτικο-волоконные линии и ATM для передачи данных со скоростью более 150 Мбит/с. |
| BRI (Basic Rate Interface) | Интерфейс базовой скорости | Интерфейс ISDN, включающий в себя два канала В и один канал D. Обычно обозначается как 2B+D. Также интерфейс BRI может иметь другие варианты конфигурации, в зависимости от местной телефонной компании (например, В или 2В, но без D). |
| Bridged Tap | Кабельный отвод | 1) Любая секция кабельной пары, которая не является прямым трактом передачи электрического сигнала между телефонной станцией и абонентом. 2) Многократное "появление" одной и той же пары кабеля в нескольких распределительных пунктах сети. |
| Build Out Capacitor | Встроенный конденсатор | Электрическая цепь, которая увеличивает емкость пары, делая ее электрически более протяженной, чем это есть на самом деле. Обычно используется на кабельных секциях, на которых установлены пупиновские катушки, когда физическая длина кабеля между пупиновскими катушками является недостаточной. |
| Cable Attenuation | Затухание в кабеле | Уровень ослабления сигнала при его прохождении по кабелю. Затухание кабеля обычно ниже на низких частотах и выше на высоких частотах. Это должно быть учтено для рефлектометра, который измеряет обратные потери. Затухание кабеля обычно выражается в децибелах (дБ) на одной или нескольких частотах. Смотрите также "dB". |
| Cable Fault | Повреждение кабеля | Любое состояние кабеля, которое делает кабель менее эффективным с точки зрения передачи электрической энергии. Попадание воды в кабель через его оболочку, плохое соединение разъемов и плохое сращивание проводов в кабельных муфтах являются типичными примерами кабельных повреждений. |



| | | |
|---|--|--|
| Calculated Balance | Расчетная асимметрия | Смотрите "Balance". |
| CAP (1) Competitive Access Provider | Конкурирующий провайдер доступа | Компания, которая конкурирует с местным провайдером, предоставляя доступ к сети. |
| CAP (2) Carrierless Amplitude and Phase Modulation | Амплитудно-фазовая модуляция без несущей | Технология передачи, используемая при предоставлении цифровых услуг, когда сигнал модулируется в двух широких диапазонах частот с использованием технологии модуляции. |
| CO (Central Office) | Телефонная станция | Помещение, в котором находится коммутационное оборудование местной связи, предназначенное для коммутации вызовов и выполнения других функций. В некоторых странах в англоязычной терминологии телефонная станция обозначается как "exchange". |
| CPE (Customer Premise Equipment) | Оборудование абонента | Оборудование, установленное в помещении абонента на абонентской стороне сетевого интерфейса. |
| Crosstalk | Переходные помехи | Шумы, тональный или другой сигнал, который наводится в паре кабеля от других пар того же кабеля. |
| Current dB (Decibel) | Ток дБ (Децибел) | Смотрите "Loop Current". Метод выражения соотношения мощностей или напряжений. Шкала децибел является логарифмической. Она часто используется для выражения эффективности систем передачи электрической мощности, когда соотношение включает в себя энергию, поданную в систему, разделенную на энергию, переданную (в некоторых случаях потерянную) системой. Для расчета децибел используется формула: $dB = 20 \text{ Log } (V_i/V_o)$. |
| D-Channel (Data Channel) | Канал D (канал служебных данных) | Отдельный канал для внеполосной служебной сигнализации между пользователем и сетью ISDN. Канал D может также использоваться для передачи пакетов данных X.25 на скорости до 16 Кбит/с. |
| DC (Direct Current) | Постоянный ток | Метод передачи электрической энергии, при котором поддерживается постоянный поток электронов в одном направлении. Даже те схемы, которые созданы для генерирования только переменного тока (AC), часто имеют постоянную составляющую. |
| Demarcation Point | Точка разграничения | Место в помещении абонента, в котором линия, идущая от телефонной станции, соединяется с внутренней проводкой. Начиная с этой точки, ответственность за внутреннюю проводку несет абонент. Физическое устройство, обеспечивающее соединение проводов телефонной компании с проводами внутренней проводки называется блоком сетевого интерфейса (network interface box). |
| DLL (Dial Long Line) | Устройство набора по длинной линии | Дополнительное устройство, устанавливаемое на абонентскую линию, которое используется для компенсации низкого тока в шлейфе, когда результат измерения затухания является допустимым. |
| DMT (Discrete Multi-Tone) | | Технология цифровой передачи, при использовании которой сигнал разделяется на 256 подканалов с использованием процессора цифровой обработки сигнала. |
| Downstream Channel | Нисходящий канал | Частотный диапазон в канале CATV, который позволяет передавать сигнал из сети конечному пользователю. |
| DTMF (Discrete Tone Multi-Frequency) | | Общепринятая технология одновременной передачи нескольких частот для набора номера. |
| Exchange | Телефонная станция | Смотрите "Central Office". |
| FEXT (Far End Crosstalk) | Переходные помехи на дальнем конце | Измерение уровня переходных помех на дальнем конце кабельной пары. |
| FTTB | | Волоконный кабель до здания |
| FTTC | | Волоконный кабель до распределительного шкафа |
| FTTH | | Волоконный кабель до дома |



| | | |
|--|---|---|
| HDSL (High-bit-rate Digital Subscriber Line) | Высокоскоростная цифровая абонентская линия | Цифровая технология, которая обеспечивает передачу данных между абонентом и станцией по двум парам кабеля со скоростью 1,544 Мбит/с. |
| HFC (Hybrid Fiber/Coax) | Гибридный волоконный/коаксиальный кабель | Стратегия предоставления широкополосного обслуживания, когда между станцией и районом абонента используется волоконно-оптический кабель, а затем до абонента проложен коаксиальный кабель. |
| IDSL (Integrated Digital Subscriber Line) | Интегрированная цифровая абонентская линия | Цифровая технология, обеспечивающая работу ISDN (160 Кбит/с) по линии DSL между абонентом и станцией по одной паре проводов. |
| Incident Pulse | | Импульс электрической энергии, передаваемый рефлектометром в линию. рефлектограмма, выводимая на дисплей рефлектометра, состоит из данного импульса и импульсов, отраженных от неоднородностей импеданса тестируемого кабеля. |
| Insulation | Изоляция | Защитное покрытие электрического проводника, которое не позволяет электрической энергии "покидать" токопроводящую часть кабеля или цепи. Изоляция также называется диэлектриком. Тип диэлектрика, используемого в качестве изоляции кабеля, определяет, насколько быстро электричество сможет протекать по кабелю (смотрите Velocity of Propagation). |
| ISDN (Integrated Services Digital Network) | Цифровая сеть с интеграцией услуг | Цифровая технология, которая обеспечивает работу двух каналов В со скоростью 64 Кбит/с каждый и одного канала D 16 Кбит/с. По каналам В могут передаваться голос и/или данные, а канал D используется для сигнализации и передачи служебной информации. |
| Lateral | | Смотрите Bridged Tap |
| LCD (Liquid Crystal Display) | Жидкокристаллический дисплей | Тип дисплея, который обычно используется на переносном проверочном оборудовании и переносных компьютерах. |
| Load Coil | Пупиновская катушка | Катушки индуктивности, используемые на абонентских телефонных линиях, длина которых превышает 18000 футов. Катушки позволяют компенсировать емкость проводов кабеля и снизить затухание в области голосовых частот. При использовании такой линии для предоставления высокоскоростного цифрового обслуживания пупиновские катушки должны быть удалены, так как они не позволяют высокочастотным сигналам проходить по линии. |
| Local Loop | Абонентская телефонная линия | Смотрите Access Network. |
| Longitudinal Balance | Продольная асимметрия | Тестирование, при котором в паре кабеля наводится сигнал переменного тока. Позволяет обнаружить даже минимальную емкостную, резистивную или индуктивную асимметрию пары кабеля. |
| Longitudinal Noise | | Смотрите Power Influence. |
| Loop Current | Ток в шлейфе | Электрический ток, протекающий по проводнику. Обычно измеряется в миллиамперах (mA), т.е. в тысячных долях Ампера. |
| Metallic Noise | | Смотрите Noise. |
| MTDR (Metallic Time Domain Reflectometer) | Рефлектометр для металлических линий. | Смотрите TDR. |
| National ISDN | | Как определено Bellcore, NI-1 (National ISDN 1) представляет собой соглашение между телефонными компаниями и поставщиками оборудования, устанавливаемого в помещении пользователя, по совместному представлению первой фазы ISDN, базирующейся на стандартах. NI-1 представляет собой сборник стандартов, позволяющих пользовательскому оборудованию (CPE) работать через коммутационное оборудование различных телефонных компаний с использованием BRI. |
| NEXT (Near End Crosstalk) | Переходные помехи на ближнем конце | Измерение уровня переходных помех на ближнем конце пары кабеля. |



| | | |
|--|--|---|
| Noise | Шумы | Любая нежелательная электрическая энергия, которая оказывает отрицательное влияние на сигнал или измерение. Большинство шумов носят случайный характер по отношению к сигналам, подаваемым рефлектометром в линию для измерения, и появляются на его рефлектограмме. |
| Open Circuit | Разомкнутая цепь | В кабеле это оборванная токопроводящая жила, не позволяющая протекать электрической энергии. Такие цепи называются разомкнутыми. Если пара кабеля полностью разомкнута, это проявляется в виде очень большого импеданса. |
| OSP (Outside Plant) | Абонентская кабельная сеть | Любой кабель, который находится между телефонной станцией и абонентом. |
| PET (Pulse Echo Tester) | | Смотрите TDR. |
| POTS (Plain Old Telephone Service) | Аналоговая телефонная сеть | Стандартная сеть аналоговой телефонной связи в голосовом спектре 300 - 3000 Гц. |
| PRI (Primary Rate Interface) | Интерфейс первичной скорости | Интерфейс ISDN, разработанный для передачи большого объема данных. Для Северной Америки PRI включает в себя 23 канала В по 64 Кбит/с и один канал D 16 Кбит/с. |
| PSTN (Public Switched Telephone Network) | Телефонная сеть общего пользования | Телефонная сеть, используемая для соединения аналоговых/голосовых линий. |
| PUC (Public Utilities Commission) | | Агентство, которое регулирует деятельность телефонных компаний в США и контролирует качество обслуживания. |
| RBOC | | Regional Bell Operating Company - Региональная компания Bell |
| REG (Range Extender with Gain) | Удлинитель абонентской линии с усилителем | Устройство, устанавливаемое на абонентскую телефонную линию, которое используется для компенсации низкого тока в шлейфе и высокого затухания. |
| SDSL (Single-Pair Digital Subscriber Line) | Цифровая абонентская линия, работающая по одной паре | Цифровая технология, которая обеспечивает передачу со скоростью 784 Кбит/с между абонентом и станцией по одной паре проводов. |
| Short Circuit | Короткое замыкание | Короткое замыкание в кабеле возникает тогда, когда два проводника касаются друг друга, позволяя при этом протекать электрической энергии. Такие цепи называются закороченными или имеющими резистивное повреждение. Закороченная пара кабеля имеет низкий импеданс. |
| Split | Перепутывание проводов | Перепутывание проводов происходит в том случае, когда при сращивании кабелей один провод пары кабеля соединяется с проводом соседней пары. Такая пара называется перепутанной. |
| Subscriber | Абонент | Пользователь, которые получает различные услуги от телефонной компании. |
| TDR (Time Domain Reflectometer) | Рефлектометр | Прибор, который передает в линию импульсы электрической энергии и измеряет временной интервал появления отражения (также называется кабельным радаром). Если известна скорость распространения электрической энергии по кабелю, может быть рассчитано и выведено на дисплей расстояние до неисправности в кабеле. И наоборот, может быть рассчитана скорость перемещения электрической энергии по кабелю известной длины. О состоянии кабеля можно судить по тому, как энергия отражается от неоднородности кабельного импеданса и какое количество энергии от него отражается. |
| Telco | | Обычный термин, используемый для обозначения местной телефонной компании или провайдера. |
| Transverse Noise | | Смотрите Noise. |



| | | |
|---|--|---|
| Upstream Channel | Восходящий канал | Полоса частот канала CATV, зарезервированная для передачи данных от терминала, установленного рядом с телевизором пользователя, к компьютеру компании кабельного телевидения CATV. |
| VDSL (Very-high-bit-rate Digital Subscriber Line) | Сверхвысокоскоростная цифровая абонентская линия | Цифровая технология, обеспечивающая скорость передачи до 52,8 Мбит/с между абонентом и станцией по одной паре кабеля. |
| Velocity of Propagation (Vp) | Скорость распространения сигнала | Скорость, с которой электрический сигнал передается по кабелю, часто выражается в виде относительной величины Vp. Данное значение представляет собой отношение скорости передачи электрического сигнала по кабелю к скорости света. Обычно она выражается в долях от скорости света и может иметь значение от 0,30 до 1,00. |
| xDSL | Семейство технологий цифровой абонентской линии | Используется для обозначения семейства технологий цифровой абонентской линии, включающей ADSL, HDSL, VDSL и другие технологии. |

Наиболее часто используемые префиксы

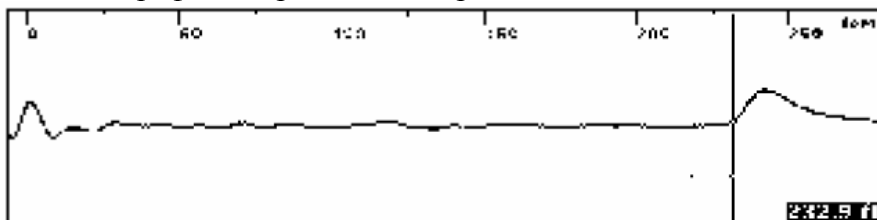
| Префикс | Символ | Множитель | Описание | Пример |
|---------|--------|------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Мега- | М | X 1000000 | Один миллион чего-нибудь | 1 МОм = 1 миллион Ом |
| Кило- | К | X 1000 | Одна тысяча чего-нибудь | 1 кОм = 1 тысяча Ом |
| Милли- | м | X 0,001 | Одна тысячная чего-нибудь | 1 мА = 1 тысячная ампера |
| Микро- | мк | X 0,000001 | Одна миллионная чего-нибудь | 1 мкФ = 1 миллионная Фарады |
| Нано- | н | X 0,000000001 | Одна миллиардная чего-нибудь | 1 нФ = 1 миллиардная Фарады |
| Пико- | п | X 0,000000000001 | Одна триллионная чего-нибудь | 1 пФ = 1 триллионная Фарады |

Приложение С: TelScout® TS 90, краткое руководство

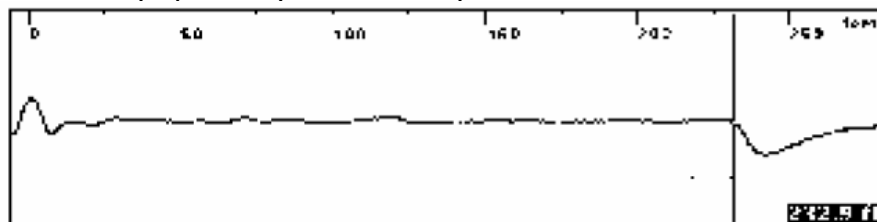
Расстояние/Обрыв/Короткое замыкание

1. Нажмите клавишу RESET TO METRIC (установить метрическую систему) или клавишу RESET TO US (установить американскую систему) (если система выбрана ранее, клавишу нажимать не нужно).
2. Нажмите клавишу SETUP (настройка).
3. Используйте клавиши ▲▼ для выбора типа тестируемого кабеля.
4. Подключите соединительные кабели к проводникам тестируемого кабеля.
5. Нажмите клавишу TEST TYPE (тип тестирования).
6. Используйте клавиши ▲▼ для выбора TEST PAIR (тестирование пары).
7. Нажмите клавишу EXIT (выход).
8. Нажимайте клавишу MORE CABLE (большой участок кабеля), пока на рефлектограмме не будет виден отраженный импульс.
9. Используйте клавиши ▲▼ для настройки высоты рефлектограммы на дисплее.
10. Нажимайте клавиши ◀▶ для перемещения курсора к фронту отраженного импульса.

Типичная рефлектограмма для обрыва



Типичная рефлектограмма для короткого замыкания

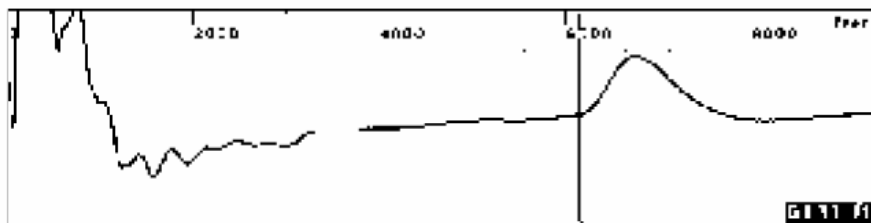


Пупиновские катушки

1. Нажмите клавишу RESET TO METRIC (установить метрическую систему) или клавишу RESET TO US (установить американскую систему) (если система выбрана ранее, клавишу нажимать не нужно).
2. Нажмите клавишу SETUP (настройка).
3. Используйте клавиши ▲▼ для выбора типа тестируемого кабеля.
4. Подключите соединительные кабели к проводникам тестируемого кабеля.
5. Нажмите клавишу TEST TYPE (тип тестирования).
6. Используйте клавиши ▲▼ для выбора TEST PAIR (тестирование пары).
7. Нажмите клавишу EXIT (выход).
8. Нажимайте клавишу MORE CABLE (большой участок кабеля), пока на рефлектограмме не будет виден отраженный импульс.
9. Используйте клавиши ▲▼ для настройки высоты рефлектограммы на дисплее.
10. Нажимайте клавиши ◀▶ для перемещения курсора к фронту импульса, отраженного от пупиновской катушки.



Типичная рефлектограмма для пупиновской катушки

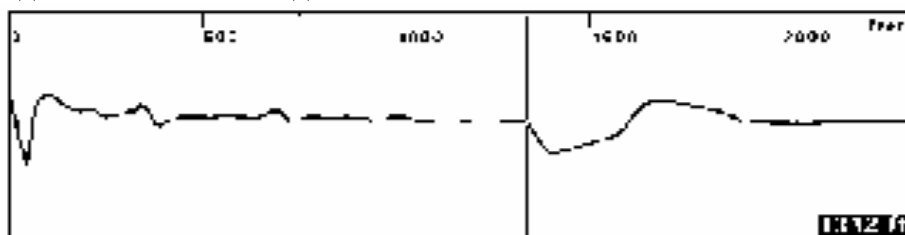


Примечание: рефлектограмма пупиновской катушки выглядит практически так же, как рефлектограмма обрыва. Обычно пупиновскую катушку можно найти на предназначенном для ее установки расстоянии, которое зависит от используемой схемы установки пупиновских катушек.

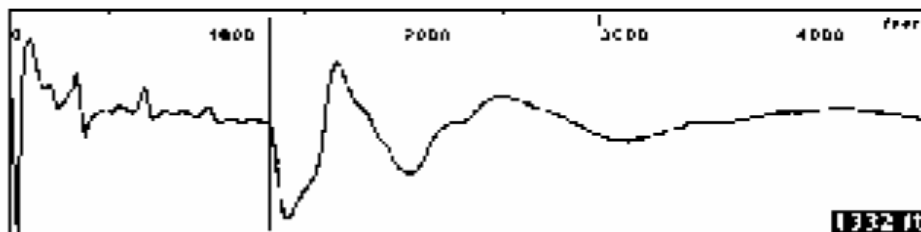
Кабельные отводы и параллельные кабели

1. Нажмите клавишу RESET TO METRIC (установить метрическую систему) или клавишу RESET TO US (установить американскую систему) (если система выбрана ранее, клавишу нажимать не нужно).
2. Нажмите клавишу SETUP (настройка).
3. Используйте клавиши ▲▼ для выбора типа тестируемого кабеля.
4. Подключите соединительные кабели к проводникам тестируемого кабеля.
5. Нажмите клавишу TEST TYPE (тип тестирования).
6. Используйте клавиши ▲▼ для выбора TEST PAIR (тестирование пары).
7. Нажмите клавишу EXIT (выход).
8. Нажимайте клавишу MORE CABLE (большой участок кабеля), пока на рефлектограмме не будет виден отраженный импульс.
9. Используйте клавиши ▲▼ для настройки высоты рефлектограммы на дисплее.
10. Нажимайте клавиши ◀▶ для перемещения курсора к фронту импульса, отраженного от кабельного отвода.

Один кабельный отвод



Несколько кабельных отводов



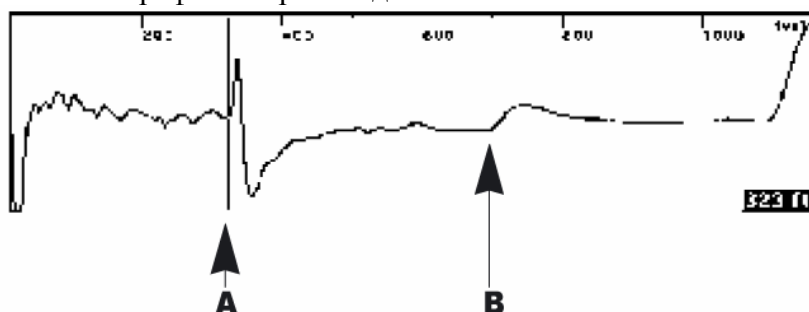
Примечание: Если пара кабеля имеет более одного кабельного отвода, длины дополнительного параллельного кабеля может быть достаточно для того, чтобы вы не смогли увидеть конец кабеля на рефлектограмме. Если необходимо, отключите первый

кабельный отвод и протестируйте кабель еще раз для поиска места следующего кабельного отвода.

Вода

1. Нажмите клавишу RESET TO METRIC (установить метрическую систему) или клавишу RESET TO US (установить американскую систему) (если система выбрана ранее, клавишу нажимать не нужно).
2. Нажмите клавишу SETUP (настройка).
3. Используйте клавиши ▲▼ для выбора типа тестируемого кабеля.
4. Подключите соединительные кабели к проводникам тестируемого кабеля.
5. Нажмите клавишу TEST TYPE (тип тестирования).
6. Используйте клавиши ▲▼ для выбора TEST PAIR (тестирование пары).
7. Нажмите клавишу EXIT (выход).
8. Нажимайте клавишу MORE CABLE (большой участок кабеля), пока на рефлектограмме не будет виден отраженный импульс.
9. Используйте клавиши ▲▼ для настройки высоты рефлектограммы на дисплее.
10. Нажимайте клавиши ◀▶ для перемещения курсора к началу замкнутого участка кабеля (точка А на рисунке ниже). Это расстояние до начала замкнутого участка кабеля.
11. Нажимайте клавиши ◀▶ для перемещения курсора к концу замкнутого участка кабеля (точка В на рисунке ниже).
12. Замкшим является участок кабеля между точками А и В.

Типичная рефлектограмма для замкнутого кабеля



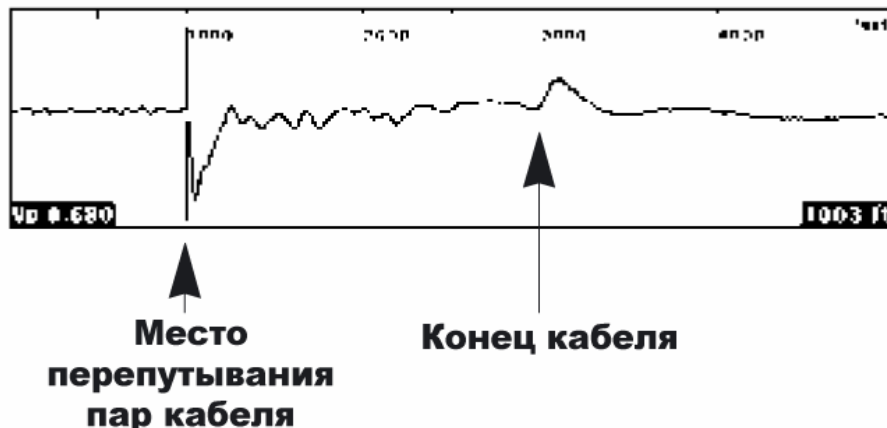
Примечание: Расстояние от прибора до начала замкнутого участка кабеля (точка А) является правильным. Длина замкнутого участка кабеля (от точки А до точки В) не будет показана правильно, так как вода изменяет скорость распространения импульса по кабелю (V_p). Для получения правильной длины замкнутого участка кабеля вычитайте длину сухого участка из того значения, которое дает схема кабельной сети, или проводите измерения с обоих концов кабеля до замкнутого участка кабеля.

Перепутанные пары

1. Нажмите клавишу RESET TO METRIC (установить метрическую систему) или клавишу RESET TO US (установить американскую систему) (если система выбрана ранее, клавишу нажимать не нужно).
2. Нажмите клавишу SETUP (настройка).
3. Используйте клавиши ▲▼ для выбора типа тестируемого кабеля.
4. Подключите соединительные кабели к клеммам TEST и к проводникам первой перепутанной пары кабеля.
5. Подключите соединительные кабели к клеммам REFERENCE и к проводникам второй перепутанной пары кабеля.

6. Нажмите клавишу TEST TYPE (тип тестирования).
7. Используйте клавиши ▲▼ для выбора SPLITS OR CROSSTALK (перепутанные пары или переходные помехи).
8. Нажмите клавишу EXIT (выход).
9. Нажимайте клавишу MORE CABLE (большой участок кабеля), пока на рефлектограмме не будет виден отраженный импульс.
10. Используйте клавиши ▲▼ для настройки высоты рефлектограммы на дисплее.
11. Нажимайте клавиши ◀▶ для перемещения курсора к фронту импульса, отраженного от места перепутывания пар кабеля.

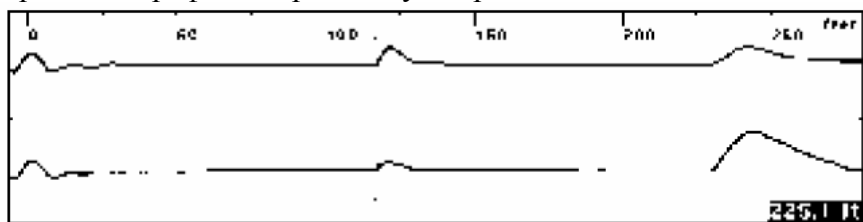
Типичная рефлектограмма перепутанной пары кабеля (режим Crosstalk/переходные помехи)



Сравнение двух пар кабеля

1. Нажмите клавишу RESET TO METRIC (установить метрическую систему) или клавишу RESET TO US (установить американскую систему) (если система выбрана ранее, клавишу нажимать не нужно).
2. Нажмите клавишу SETUP (настройка).
3. Используйте клавиши ▲▼ для выбора типа тестируемого кабеля.
4. Подключите соединительные кабели к клеммам TEST и к проводникам первой пары кабеля.
5. Подключите соединительные кабели к клеммам REFERENCE и к проводникам второй пары кабеля.
6. Нажмите клавишу TEST TYPE (тип тестирования).
7. Используйте клавиши ▲▼ для выбора TEST PAIR/REFERENCE PAIR (тестируемая пара/эталонная пара).
8. Нажмите клавишу EXIT (выход). На дисплей прибора одновременно выводятся рефлектограммы для тестируемой пары кабеля и эталонной пары кабеля (рефлектограмма тестируемой пары кабеля находится сверху).
9. Нажимайте клавишу MORE CABLE (большой участок кабеля), пока на рефлектограмме не будет виден отраженный импульс.
10. Используйте клавиши ▲▼ для настройки высоты рефлектограммы на дисплее.
11. Нажимайте клавиши ◀▶ для перемещения курсора к фронту импульса, отраженного от места какого-либо события (неисправности).

Сравнение рефлектограмм двух пар кабеля



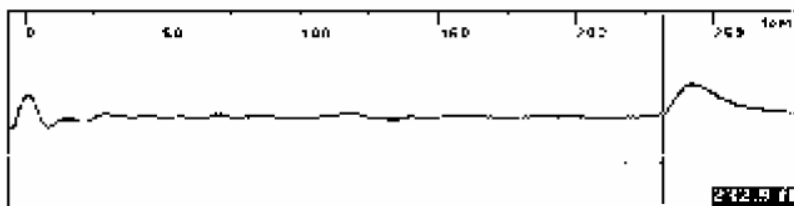
Примечание: Выбрав другой тип тестирования (TEST TYPE), вы можете также сравнить текущую рефлектограмму кабеля с рефлектограммой, сохраненной в памяти прибора.

Приложение D: TelScout® TS 100, краткое руководство

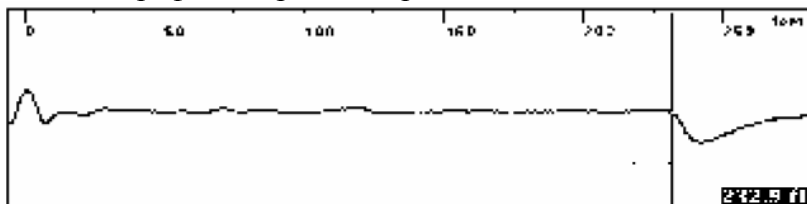
Расстояние/Обрыв/Короткое замыкание

1. Нажмите клавишу RESET TO METRIC (установить метрическую систему) или клавишу RESET TO US (установить американскую систему) (если система выбрана ранее, клавишу нажимать не нужно).
2. Нажмите клавишу SETUP (настройка).
3. Используйте клавиши ▲▼ для выбора типа тестируемого кабеля.
4. Подключите соединительные кабели к проводникам тестируемого кабеля.
5. Нажмите клавишу TEST TYPE (тип тестирования).
6. Используйте клавиши ▲▼ для выбора TEST PAIR (тестирование пары).
7. Нажмите клавишу EXIT (выход).
8. Нажимайте клавишу MORE CABLE (большой участок кабеля), пока на рефлектограмме не будет виден отраженный импульс.
9. Используйте клавиши ▲▼ для настройки высоты рефлектограммы на дисплее.
10. Нажимайте клавиши ◀▶ для перемещения курсора к фронту отраженного импульса.

Типичная рефлектограмма обрыва



Типичная рефлектограмма короткого замыкания

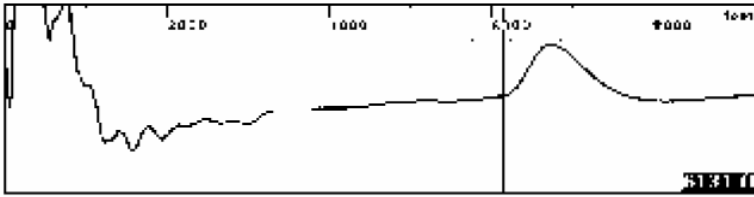


Пупиновские катушки

1. Нажмите клавишу RESET TO METRIC (установить метрическую систему) или клавишу RESET TO US (установить американскую систему) (если система выбрана ранее, клавишу нажимать не нужно).
2. Нажмите клавишу SETUP (настройка).
3. Используйте клавиши ▲▼ для выбора типа тестируемого кабеля.
4. Подключите соединительные кабели к проводникам тестируемого кабеля.
5. Нажмите клавишу TEST TYPE (тип тестирования).
6. Используйте клавиши ▲▼ для выбора TEST PAIR (тестирование пары).
7. Нажмите клавишу EXIT (выход).
8. Нажимайте клавишу MORE CABLE (большой участок кабеля), пока на рефлектограмме не будет виден отраженный импульс.
9. Используйте клавиши ▲▼ для настройки высоты рефлектограммы на дисплее.

10. Нажимайте клавиши ◀▶ для перемещения курсора к фронту импульса, отраженного от пупиновской катушки.

Типичная рефлектограмма для пупиновской катушки

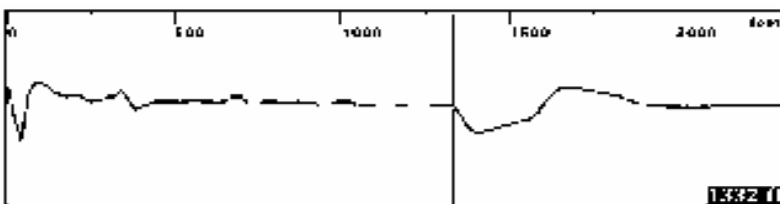


Примечание: рефлектограмма для пупиновской катушки выглядит практически так же, как рефлектограмма для обрыва. Обычно пупиновскую катушку можно найти на предназначенном для ее установки расстоянии, которое зависит от используемой схемы установки пупиновских катушек.

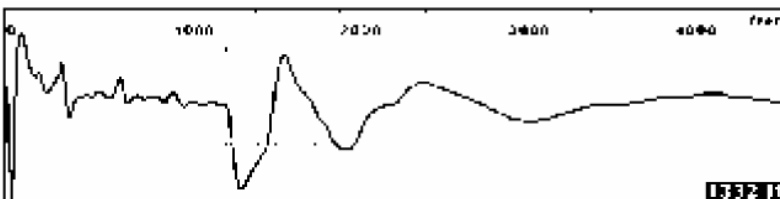
Кабельные отводы и параллельные кабели

1. Нажмите клавишу RESET TO METRIC (установить метрическую систему) или клавишу RESET TO US (установить американскую систему) (если система выбрана ранее, клавишу нажимать не нужно).
2. Нажмите клавишу SETUP (настройка).
3. Используйте клавиши ▲▼ для выбора типа тестируемого кабеля.
4. Подключите соединительные кабели к проводникам тестируемого кабеля.
5. Нажмите клавишу TEST TYPE (тип тестирования).
6. Используйте клавиши ▲▼ для выбора TEST PAIR (тестирование пары).
7. Нажмите клавишу EXIT (выход).
8. Нажимайте клавишу MORE CABLE (большой участок кабеля), пока на рефлектограмме не будет виден отраженный импульс.
9. Используйте клавиши ▲▼ для настройки высоты рефлектограммы на дисплее.
10. Нажимайте клавиши ◀▶ для перемещения курсора к фронту импульса, отраженного от кабельного отвода.

Один кабельный отвод



Несколько кабельных отводов

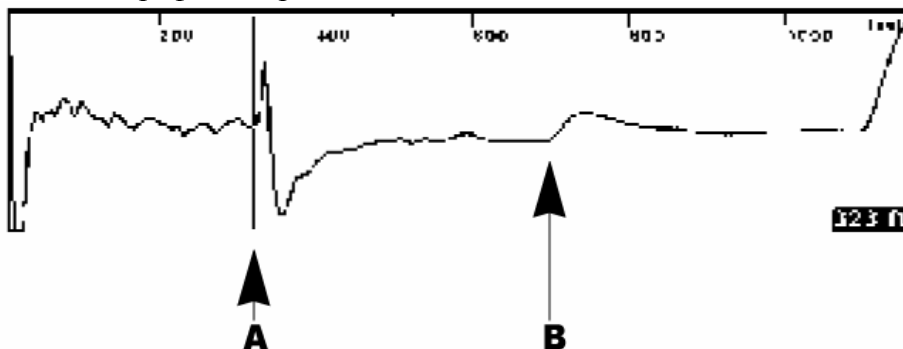


Примечание: Если пара кабеля имеет более одного кабельного отвода, длины дополнительного параллельного кабеля может быть достаточно для того, чтобы вы не смогли увидеть конец кабеля на рефлектограмме. Если необходимо, отключите первый кабельный отвод и протестируйте кабель еще раз для поиска места следующего кабельного отвода.

Вода

1. Нажмите клавишу RESET TO METRIC (установить метрическую систему) или клавишу RESET TO US (установить американскую систему) (если система выбрана ранее, клавишу нажимать не нужно).
2. Нажмите клавишу SETUP (настройка).
3. Используйте клавиши ▲▼ для выбора типа тестируемого кабеля.
4. Подключите соединительные кабели к проводникам тестируемого кабеля.
5. Нажмите клавишу TEST TYPE (тип тестирования).
6. Используйте клавиши ▲▼ для выбора TEST PAIR (тестирование пары).
7. Нажмите клавишу EXIT (выход).
8. Нажимайте клавишу MORE CABLE (большой участок кабеля), пока на рефлектограмме не будет виден отраженный импульс.
9. Используйте клавиши ▲▼ для настройки высоты рефлектограммы на дисплее.
10. Нажимайте клавиши ◀▶ для перемещения курсора к началу замкнутого участка кабеля (точка А на рисунке ниже). Это расстояние до начала замкнутого участка кабеля.
11. Нажимайте клавиши ◀▶ для перемещения курсора к концу замкнутого участка кабеля (точка В на рисунке ниже).
12. Замкшим является участок кабеля между точками А и В.

Типичная рефлектограмма замкнутого кабеля



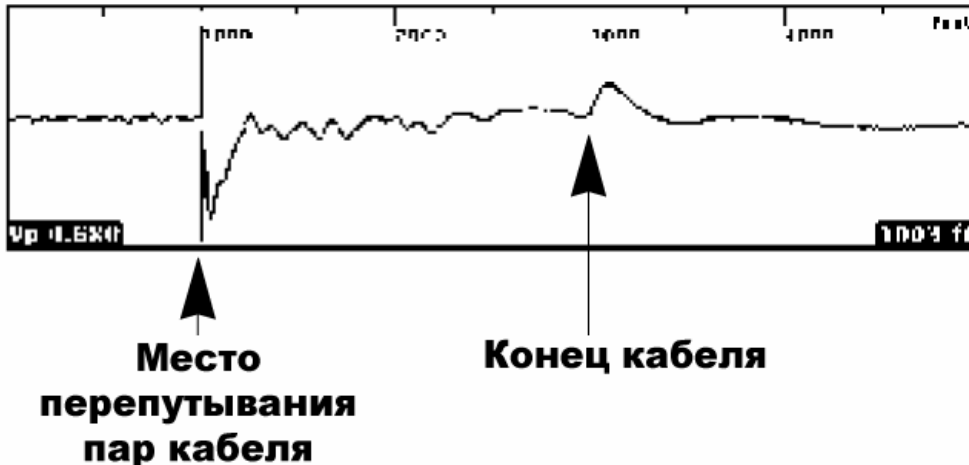
Примечание: Расстояние от прибора до начала замкнутого участка кабеля (точка А) является правильным. Длина замкнутого участка кабеля (от точки А до точки В) не будет показана правильно, так как вода изменяет скорость распространения импульса по кабелю (V_p). Для получения правильной длины замкнутого участка кабеля вычитайте длину сухого участка из того значения, которое дает схема кабельной сети, или проводите измерения с обоих концов кабеля до замкнутого участка кабеля.

Перепутанные пары

1. Нажмите клавишу RESET TO METRIC (установить метрическую систему) или клавишу RESET TO US (установить американскую систему) (если система выбрана ранее, клавишу нажимать не нужно).
2. Нажмите клавишу SETUP (настройка).
3. Используйте клавиши ▲▼ для выбора типа тестируемого кабеля.
4. Подключите соединительные кабели к клеммам TEST и к проводникам первой перепутанной пары кабеля.
5. Подключите соединительные кабели к клеммам REFERENCE и к проводникам второй перепутанной пары кабеля.

6. Нажмите клавишу TEST TYPE (тип тестирования).
7. Используйте клавиши ▲▼ для выбора SPLITS OR CROSSTALK (перепутанные пары или переходные помехи).
8. Нажмите клавишу EXIT (выход).
9. Нажимайте клавишу MORE CABLE (большой участок кабеля), пока на рефлектограмме не будет виден отраженный импульс.
10. Используйте клавиши ▲▼ для настройки высоты рефлектограммы на дисплее.
11. Нажимайте клавиши ◀▶ для перемещения курсора к фронту импульса, отраженного от места перепутывания пар кабеля.

Типичная рефлектограмма для перепутанной пары кабеля (режим Crosstalk/переходные помехи)



Сравнение двух пар кабеля

12. Нажмите клавишу RESET TO METRIC (установить метрическую систему) или клавишу RESET TO US (установить американскую систему) (если система выбрана ранее, клавишу нажимать не нужно).
13. Нажмите клавишу SETUP (настройка).
14. Используйте клавиши ▲▼ для выбора типа тестируемого кабеля.
15. Подключите соединительные кабели к клеммам TEST и к проводникам первой пары кабеля.
16. Подключите соединительные кабели к клеммам REFERENCE и к проводникам второй пары кабеля.
17. Нажмите клавишу TEST TYPE (тип тестирования).
18. Используйте клавиши ▲▼ для выбора TEST PAIR/REFERENCE PAIR (тестируемая пара/эталонная пара).
19. Нажмите клавишу EXIT (выход). На дисплей прибора одновременно выводятся рефлектограмма для тестируемой пары кабеля и эталонной пары кабеля (рефлектограмма тестируемой пары кабеля находится сверху).
20. Нажимайте клавишу MORE CABLE (большой участок кабеля), пока на рефлектограмме не будет виден отраженный импульс.
21. Используйте клавиши ▲▼ для настройки высоты рефлектограммы на дисплее.
22. Нажимайте клавиши ◀▶ для перемещения курсора к фронту импульса, отраженного от места какого-либо события (неисправности).



Сравнение рефлектограмм двух пар кабеля



Примечание: Выбрав другой тип тестирования (TEST TYPE), вы можете также сравнить текущую рефлектограмму кабеля с рефлектограммой, сохраненной в памяти прибора.

**Приложение Е: TelScout® TS 200, краткое руководство**

Параметры тестирования для предоставления аналоговых услуг (для США).

| | Номинальное значение |
|-------------------------------|---|
| Напряжение постоянного тока | От 48 до 52 В постоянного тока |
| Ток в шлейфе | > 23 мА |
| Сопrotивление шлейфа | < 1300 Ом для линии, в которую не установлены пупиновские катушки |
| Пупиновские катушки | Различное количество, в зависимости от длины абонентской линии |
| Вызывные звонки (REN) | От 0,1 до 5,0 REN |
| Затухание | < -8 дБм на частоте 1004 Гц |
| Шумы | < 20 dBmC (dBmP) |
| Влияние систем электропитания | > 80 dBmC (dBmP) |
| Расчетная асимметрия | > 60 дБ |
| Неравномерность АЧХ | Переменная, в зависимости от типа услуги |
| Продольная асимметрия | > 60 дБ |

Параметры тестирования для предоставления цифровых услуг.

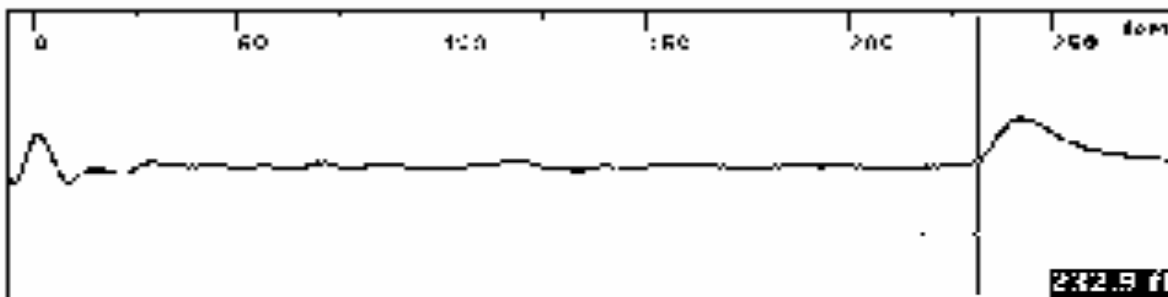
| | ISDN | ADSL | HDSL | IDSL | SDSL | VDSL |
|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Количество пар | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Скорость передачи данных | 144 Кбит/с | 9 Мбит/с (переменная) | 1,544 Мбит/с | 160 Кбит/с | 784 Кбит/с | 52,8 Мбит/с (переменная) |
| Длина абонентской линии | < 18000 футов (< 5,9 км) | < 18000 футов (< 5,9 км) | < 12000 футов (< 3,9 км) | < 18000 футов (< 5,9 км) | < 12000 футов (< 3,9 км) | < 4500 футов (< 1,5 км) |
| Количество катушек | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Сопrotивление шлейфа | < 1300 Ом | < 1300 Ом | < 900 Ом | < 1300 Ом | < 900 Ом | < 325 Ом |
| Ближайший кабельный отвод | > 1000 футов (> 328 метров) | > 1000 футов (> 328 метров) | > 1000 футов (> 328 метров) | > 1000 футов (> 328 метров) | > 1000 футов (> 328 метров) | > 1000 футов (> 328 метров) |
| Самый длинный кабельный отвод | < 2000 футов (< 656 метров) | < 2000 футов (< 656 метров) | < 2000 футов (< 656 метров) | < 2000 футов (< 656 метров) | < 2000 футов (< 656 метров) | < 2000 футов (< 656 метров) |
| Суммарная длина кабельных отводов | < 2500 футов (< 820 метров) | < 2500 футов (< 820 метров) | < 2500 футов (< 820 метров) | < 2500 футов (< 820 метров) | < 2500 футов (< 820 метров) | < 2500 футов (< 820 метров) |
| Затухание линии | < -39 дБ | Переменное | < -35 дБ | < -39 дБ | < -35 дБ | Переменное |
| Максимальная частота сигнала | 40 кГц | - | 196 кГц | 40 кГц | 196 кГц | - |

Приложение F: TelScout® TS 200, краткое руководство (возможности рефлектометра)

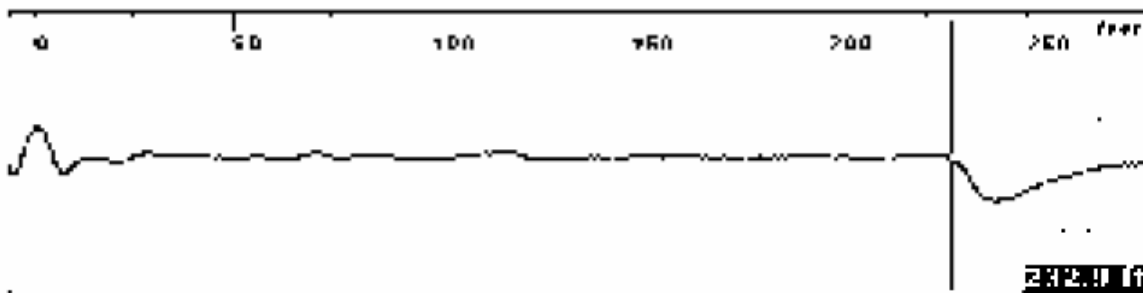
Расстояние/Обрыв/Короткое замыкание

1. Нажмите клавишу RESET TO METRIC (установить метрическую систему) или клавишу RESET TO US (установить американскую систему) (если система выбрана ранее, клавишу нажимать не нужно).
2. Нажмите клавишу SETUP (настройка).
3. Используйте клавиши ▲▼ для выбора типа тестируемого кабеля.
4. Подключите соединительные кабели к проводникам тестируемого кабеля.
5. Нажмите клавишу TEST TYPE (тип тестирования).
6. Используйте клавиши ▲▼ для выбора TEST PAIR (тестирование пары).
7. Нажмите клавишу EXIT (выход).
8. Нажимайте клавишу MORE CABLE (большой участок кабеля), пока на рефлектограмме не будет виден отраженный импульс.
9. Используйте клавиши ▲▼ для настройки высоты рефлектограммы на дисплее.
10. Нажимайте клавиши ◀▶ для перемещения курсора к фронту отраженного импульса.

Типичная рефлектограмма для обрыва



Типичная рефлектограмма для короткого замыкания



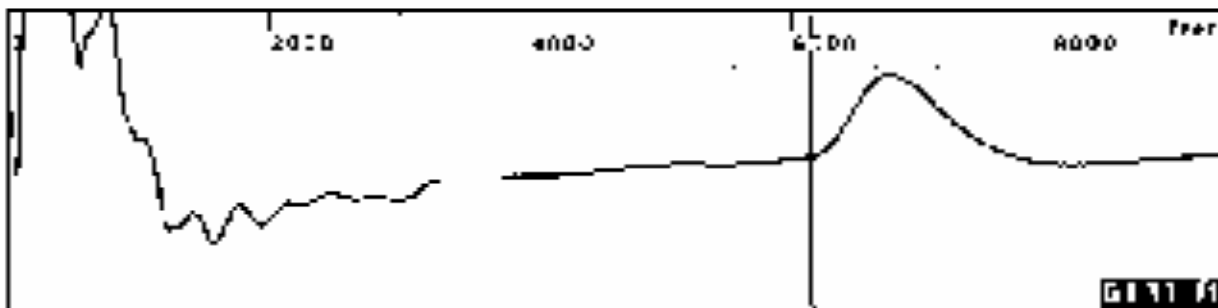
Пупиновские катушки

1. Нажмите клавишу RESET TO METRIC (установить метрическую систему) или клавишу RESET TO US (установить американскую систему) (если система выбрана ранее, клавишу нажимать не нужно).
2. Нажмите клавишу SETUP (настройка).
3. Используйте клавиши ▲▼ для выбора типа тестируемого кабеля.
4. Подключите соединительные кабели к проводникам тестируемого кабеля.
5. Нажмите клавишу TEST TYPE (тип тестирования).
6. Используйте клавиши ▲▼ для выбора TEST PAIR (тестирование пары).
7. Нажмите клавишу EXIT (выход).



8. Нажимайте клавишу MORE CABLE (большой участок кабеля), пока на рефлектограмме не будет виден отраженный импульс.
9. Используйте клавиши ▲▼ для настройки высоты рефлектограммы на дисплее.
10. Нажимайте клавиши ◀▶ для перемещения курсора к фронту импульса, отраженного от пупиновской катушки.

Типичная рефлектограмма для пупиновской катушки

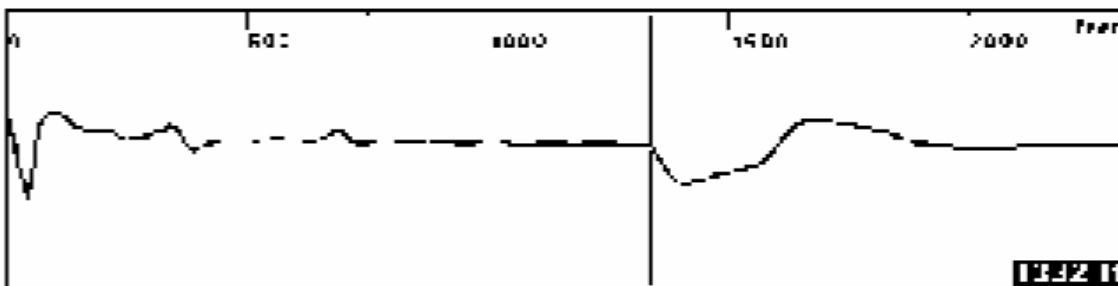


Примечание: рефлектограмма для пупиновской катушки выглядит практически так же, как рефлектограмма для обрыва. Обычно пупиновскую катушку можно найти на предназначенном для ее установки расстоянии, которое зависит от используемой схемы установки пупиновских катушек.

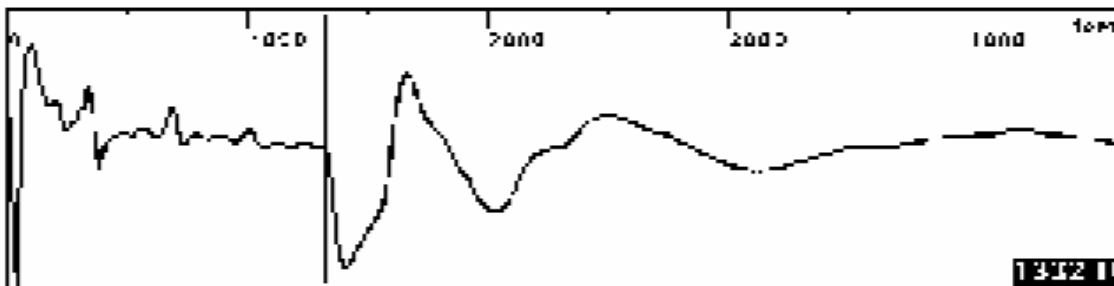
Кабельные отводы и параллельные кабели

1. Нажмите клавишу RESET TO METRIC (установить метрическую систему) или клавишу RESET TO US (установить американскую систему) (если система выбрана ранее, клавишу нажимать не нужно).
2. Нажмите клавишу SETUP (настройка).
3. Используйте клавиши ▲▼ для выбора типа тестируемого кабеля.
4. Подключите соединительные кабели к проводникам тестируемого кабеля.
5. Нажмите клавишу TEST TYPE (тип тестирования).
6. Используйте клавиши ▲▼ для выбора TEST PAIR (тестирование пары).
7. Нажмите клавишу EXIT (выход).
8. Нажимайте клавишу MORE CABLE (большой участок кабеля), пока на рефлектограмме не будет виден отраженный импульс.
9. Используйте клавиши ▲▼ для настройки высоты рефлектограммы на дисплее.
10. Нажимайте клавиши ◀▶ для перемещения курсора к фронту импульса, отраженного от кабельного отвода.

Один кабельный отвод



Несколько кабельных отводов

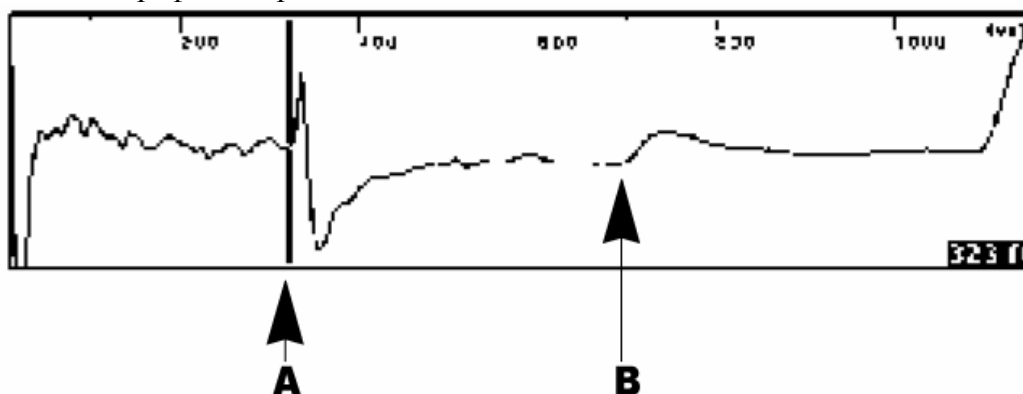


Примечание: Если пара кабеля имеет более одного кабельного отвода, длины дополнительного параллельного кабеля может быть достаточно для того, чтобы вы не смогли увидеть конец кабеля на рефлектограмме. Если необходимо, отключите первый кабельный отвод и протестируйте кабель еще раз для поиска места следующего кабельного отвода.

Вода

1. Нажмите клавишу RESET TO METRIC (установить метрическую систему) или клавишу RESET TO US (установить американскую систему) (если система выбрана ранее, клавишу нажимать не нужно).
2. Нажмите клавишу SETUP (настройка).
3. Используйте клавиши ▲▼ для выбора типа тестируемого кабеля.
4. Подключите соединительные кабели к проводникам тестируемого кабеля.
5. Нажмите клавишу TEST TYPE (тип тестирования).
6. Используйте клавиши ▲▼ для выбора TEST PAIR (тестирование пары).
7. Нажмите клавишу EXIT (выход).
8. Нажимайте клавишу MORE CABLE (большой участок кабеля), пока на рефлектограмме не будет виден отраженный импульс.
9. Используйте клавиши ▲▼ для настройки высоты рефлектограммы на дисплее.
10. Нажимайте клавиши ◀▶ для перемещения курсора к началу замкнутого участка кабеля (точка А на рисунке ниже). Это расстояние до начала замкнутого участка кабеля.
11. Нажимайте клавиши ◀▶ для перемещения курсора к концу замкнутого участка кабеля (точка В на рисунке ниже).
12. Замкшим является участок кабеля между точками А и В.

Типичная рефлектограмма для замкнутого кабеля

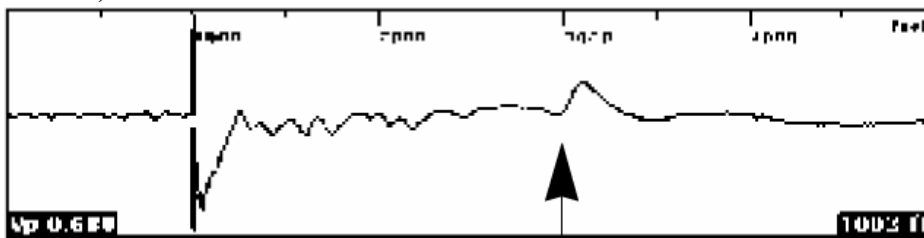


Примечание: Расстояние от прибора до начала замкнутого участка кабеля (точка А) является правильным. Длина замкнутого участка кабеля (от точки А до точки В) не будет показана правильно, так как вода изменяет скорость распространения импульса по кабелю (V_p). Для получения правильной длины замкнутого участка кабеля вычитайте длину сухого участка из того значения, которое дает схема кабельной сети, или проводите измерения с обоих концов кабеля до замкнутого участка кабеля.

Перепутанные пары

1. Нажмите клавишу RESET TO METRIC (установить метрическую систему) или клавишу RESET TO US (установить американскую систему) (если система выбрана ранее, клавишу нажимать не нужно).
2. Нажмите клавишу SETUP (настройка).
3. Используйте клавиши ▲ ▼ для выбора типа тестируемого кабеля.
4. Подключите соединительные кабели к клеммам TEST и к проводникам первой перепутанной пары кабеля.
5. Подключите соединительные кабели к клеммам REFERENCE и к проводникам второй перепутанной пары кабеля.
6. Нажмите клавишу TEST TYPE (тип тестирования).
7. Используйте клавиши ▲ ▼ для выбора SPLITS OR CROSSTALK (перепутанные пары или переходные помехи).
8. Нажмите клавишу EXIT (выход).
9. Нажимайте клавишу MORE CABLE (большой участок кабеля), пока на рефлектограмме не будет виден отраженный импульс.
10. Используйте клавиши ▲ ▼ для настройки высоты рефлектограммы на дисплее.
11. Нажимайте клавиши ◀ ▶ для перемещения курсора к фронту импульса, отраженного от места перепутывания пар кабеля.

Типичная рефлектограмма для перепутанной пары кабеля (режим Crosstalk/переходные помехи)



Место
перепутывания
пар кабеля

Конец кабеля

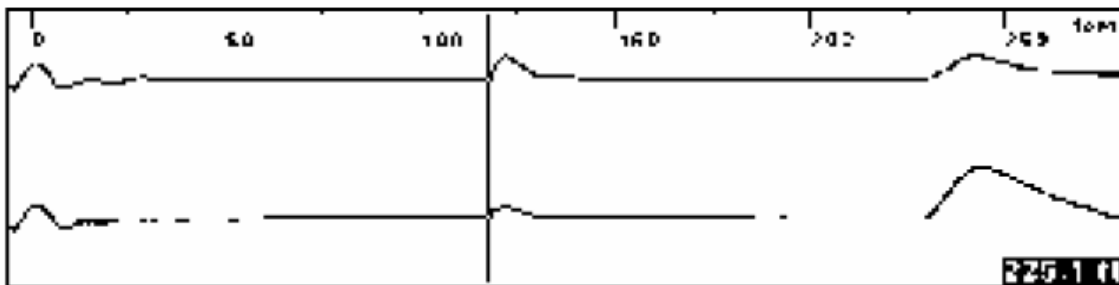
Сравнение двух пар кабеля

1. Нажмите клавишу RESET TO METRIC (установить метрическую систему) или клавишу RESET TO US (установить американскую систему) (если система выбрана ранее, клавишу нажимать не нужно).
2. Нажмите клавишу SETUP (настройка).
3. Используйте клавиши ▲ ▼ для выбора типа тестируемого кабеля.



4. Подключите соединительные кабели к клеммам TEST и к проводникам первой пары кабеля.
5. Подключите соединительные кабели к клеммам REFERENCE и к проводникам второй пары кабеля.
6. Нажмите клавишу TEST TYPE (тип тестирования).
7. Используйте клавиши ▲ ▼ для выбора TEST PAIR/REFERENCE PAIR (тестируемая пара/эталонная пара).
8. Нажмите клавишу EXIT (выход). На дисплей прибора одновременно выводятся рефлектограмма для тестируемой пары кабеля и эталонной пары кабеля (рефлектограмма тестируемой пары кабеля находится сверху).
9. Нажимайте клавишу MORE CABLE (большой участок кабеля), пока на рефлектограмме не будет виден отраженный импульс.
10. Используйте клавиши ▲ ▼ для настройки высоты рефлектограммы на дисплее.
11. Нажимайте клавиши ◀ ▶ для перемещения курсора к фронту импульса, отраженного от места какого-либо события (неисправности).

Сравнение рефлектограмм двух пар кабеля



Примечание: Выбрав другой тип тестирования (TEST TYPE), вы можете также сравнить текущую рефлектограмму кабеля с рефлектограммой, сохраненной в памяти прибора.