

Рефлектометр РЕЙС-105Р (РЕЙС-105М).

Статья

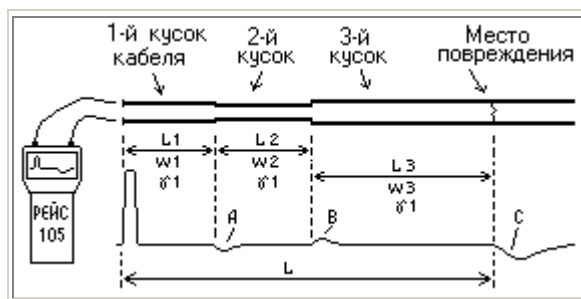
Как рефлектометром РЕЙС-105Р (РЕЙС-105М) измерить расстояние до места повреждения кабельной линии, состоящей из нескольких кабелей разного типа?

Рефлектометр РЕЙС-105Р (РЕЙС-105М) позволяет выполнить указанные измерения. При этом возможны два случая.

1-й случай. Кабельная линия состоит из нескольких кусков с одинаковыми коэффициентами укорочения.

В этом случае измерение расстояния до места повреждения осуществляется обычным способом. Сначала в рефлектометре РЕЙС-105Р (РЕЙС-105М) устанавливают коэффициент укорочения, который одинаков для всех кусков кабеля. Затем один из курсоров устанавливают на начало фронта зондирующего импульса, а другой - на начало импульса, отраженного от места повреждения. Расстояние между курсорами будет соответствовать расстоянию до места повреждения.

Пример этого случая показан на рисунке.



На рисунке обозначено:

L1 - длина первого куска кабеля (коэффициент укорочения g_1),

L2 - длина второго куска кабеля (коэффициент укорочения g_1),

L3 - расстояние от начала третьего куска кабеля до места повреждения (коэффициент укорочения g_1),

L - расстояние от начала кабеля до места повреждения,

A - сигнал, отраженный от места стыковки первого и второго кусков кабеля,

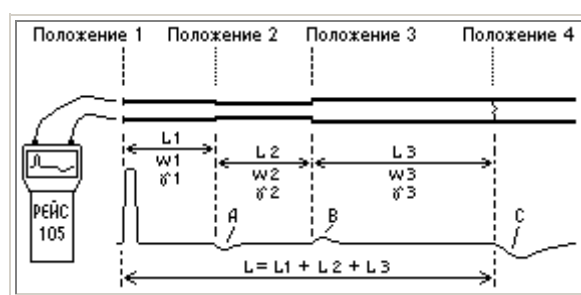
B - сигнал, отраженный от места стыковки второго и третьего кусков кабеля,

C - сигнал, отраженный от места повреждения.

Амплитуда сигналов А и В зависит от соотношений волновых сопротивлений W_1 , W_2 и W_3 отдельных кусков кабеля. Если волновые сопротивления соседних кусков кабеля равны, то отражение от места их соединения имеет минимальную амплитуду. И наоборот. На приведенной выше рефлектограмме, волновое сопротивление W_2 второго куска кабеля меньше чем волновое сопротивление W_1 первого куска кабеля ($W_2 < W_1$). Волновое сопротивление третьего и второго кусков кабеля также не равны, причем $W_3 > W_2$.

2-й случай. Кабельная линия состоит из нескольких кусков с разными коэффициентами укорочения.

Измерение расстояния до повреждения в этом случае производится поэтапно. Рассмотрим последовательность проведения измерений на примере рефлектограммы, показанной на рисунке.



Сначала в рефлектометре РЕЙС-105Р (РЕЙС-105М) устанавливают коэффициент укорочения g_1 для первого куска кабеля и измеряют длину этого куска. Для этого нулевой курсор устанавливают на начало фронта зондирующего импульса (в Положение 1), а измерительный курсор - на начало фронта импульса, отраженного от места стыковки первого и второго кусков кабеля (в Положение 2). Полученную длину первого куска кабеля L_1 записывают.

Далее устанавливают коэффициент укорочения g_2 для второго куска кабеля и измеряют длину второго куска. Для этого, оставив на месте измерительный курсор, перемещают нулевой курсор на начало импульса, отраженного от места стыковки второго и третьего кусков кабеля (в Положение 3). Полученную длину второго куска кабеля записывают.

Затем устанавливают коэффициент укорочения g_3 для третьего куска кабеля и измеряют расстояние от начала третьего куска кабеля до места повреждения. Для этого, оставив на месте нулевой курсор (в Положении 3), перемещают измерительный курсор на начало импульса, отраженного от места повреждения (в Положение 4). Полученное расстояние L_3 от начала третьего куска кабеля до места повреждения записывают.

Расстояние до места повреждения L определяют как сумму измеренных величин: $L = L_1 + L_2 + L_3$.

Аналогично можно определить расстояние до места повреждения кабельной линии, состоящей из любого числа кусков кабелей разного типа, имеющих разные коэффициенты укорочения.

Почему иногда длина силового кабеля на барабане, указанная заводом-изготовителем кабеля, отличается от длины, измеренной рефлектометром? При измерениях коэффициент укорочения был установлен правильно. Какие данные по длине кабеля более точны?

Такое отличие может наблюдаться в том случае, когда завод-изготовитель измеряет длину кабеля мостовым методом по сопротивлению жил. Жилы в силовом кабеле имеют повив, поэтому их длина всегда немного больше, чем длина самого кабеля. Измерение длины кабеля по сопротивлению жил (электрическая длина) дает завышенную величину по сравнению с реальной, геометрической длиной кабеля. Эта завышенная величина и указывается заводом-изготовителем в данных на кабель.

Если же длина силового кабеля измеряется рефлектометром, например РЕЙС-105Р (РЕЙС-105М), то несоответствие между электрической и геометрической длинами кабеля учитывается в коэффициенте укорочения. Поэтому при правильно установленном коэффициенте укорочения измерения длины, выполненные рефлектометром, более точны, чем измерения, выполненные мостовым методом.

Примечание: Указанное выше несоответствие длин может наблюдаться не только для силового кабеля, но и для любого другого, если он имеет повив жил.

При измерениях на больших расстояниях длинных кабельных линий (в нашем примере длина кабельной линии типа ТПП с большим количеством пар была более 10 км) не всегда удается измерить повреждение. Что делать?

Для измерений низкочастотных (с узкой полосой пропускания) кабельных линий с очень большим затуханием импульсных сигналов лучше использовать прибор РЕЙС-105М, выпускаемым фирмой СТЭЛЛ.

Этот прибор имеет более мощный, чем у рефлектометра РЕЙС-105Р, выходной зондирующий сигнал. Кроме того, РЕЙС-105М позволяет скомпенсировать искажение рефлектограммы (так называемую “лыжу”, приводящую к искривлению нулевой линии рефлектограммы), обусловленное влиянием большой емкости указанных кабелей.

Для этого все рефлектометры РЕЙС-105М выпускаются с режимом "ТУРБО". В этом режиме, включаемом нажатием кнопки на боковой панели прибора, амплитуда зондирующего импульса прибора увеличивается до 10 раз, что увеличивает "пробивную способность" (перекрываемое затухание) рефлектометра ориентировочно на 20 дБ.

Почему при измерениях рефлектометром на длинных (более 4...5 километров) многопарных телефонных линиях, например типа ТПП, нулевая линия рефлектограммы искривляется и не позволяет установить в рефлектометре большой коэффициент усиления?

Указанное искривление нулевой линии рефлектограммы из-за характерного вида называют еще “лыжей”. Пример такой “лыжи” показан на рисунке.



На рисунке показан случай, при котором в области “лыжи” находится сигнал, отраженный от места дефекта кабеля, в частности - утечки. При проведении измерений рефлектометром на кабеле из-за влияния затухания обычно приходится увеличивать усиление. Увеличение усиления при наличии “лыжи” приводит к дальнейшему искривлению рефлектограммы, что значительно затрудняет и может сделать анализ рефлектограммы вообще невозможным.



Причиной появления “лыжи” является распределенная емкость кабеля (емкость между жилами и между жилой и землей) и продольное омическое сопротивление жил кабеля.

В момент воздействия на кабель зондирующего импульса от рефлектометра указанная распределенная емкость кабеля заряжается. При окончании зондирующего импульса распределенная емкость кабеля начинает постепенно разряжаться, появляется “лыжа”.

Для уменьшения влияния “лыжи” на результаты измерений рефлектометром РЕЙС-105М нужно включить импульс компенсации и подобрать его длительность. Степень компенсации может быть установлена оператором в зависимости от линии, так как “лыжа” зависит от многих параметров кабеля: количества и диаметра жил, длины кабеля, вида изоляции и т.д.

При измерении длины бронированного кабеля рефлектометром у нас получаются следующие непонятные результаты: если подключить рефлектометр по схеме жила-жила, то длина кабеля получается меньше, чем при подключении по схеме жила-броня. В чем тут дело?

В действительности, по какой бы схеме Вы не подключали рефлектометр к кабелю при измерении его длины, длина кабеля остается одной и той же. Разные значения измеренных Вами длин кабеля при разных схемах подключения обусловлены тем, что коэффициенты укорочения волновых каналов жила-жила и жила-броня отличаются друг от друга.

*Компания Электронприбор
Морозов Д.А.
Менеджер отдела информационных технологий
mda@electronpribor.ru*