

ТЕХНОЛОГИИ И БИЗНЕС

кабельные системы



Кабельный инструментарий Измерительные мосты. Часть 2

Продолжая тему использования измерительных мостов при обслуживании металлических кабельных линий, остановимся подробнее на особенностях локализации неисправностей в кабелях с помощью известных мостовых схем.

Разные ситуации требуют различных подходов. И если для определения одной неисправности можно обойтись самыми простыми измерениями*, то другая может быть локализована с приемлемой степенью точности лишь после осуществления нескольких замеров с использованием мостового измери-

* Предыдущие статьи цикла опубликованы в номерах 1-8, 10, 12/2006, 3-8/2007 ТЕЛЕКОМА

теля определенного типа. Далее будут рассмотрены типовые случаи повреждения кабеля и представлены основные процедуры локализации различных неисправностей на базе измерительных мостов.

Измерительный процесс

Измерения на переменном токе очень удобно использовать для локализации обрывов жил. В экрани-

рованном кабеле для этого лучше производить измерения емкости каждой из жил относительно экрана (см. рис. на с. 62 вверху) Получив значение данного параметра и зная погонную емкость С_{пог}, можно рассчитать длину оборванной жилы, воспользовавшись формулой

$$L_{\text{пары}} = C_{\text{ж-э}} / C_{\text{пог}}$$

При измерении емкости жил оборванной цепи жилы остальных цепей этого кабельного пучка соединяют между собой и с надежно заземленным экраном. Если результаты измерений емкости обеих жил одинаковы, то это означает, что обе жилы оборваны в одном месте. Если же полученные значения окажутся разными, значит, оборвана только одна жила, причем та, емкость которой меньше. Расстояние

до места обрыва определяется по приведенной выше формуле.

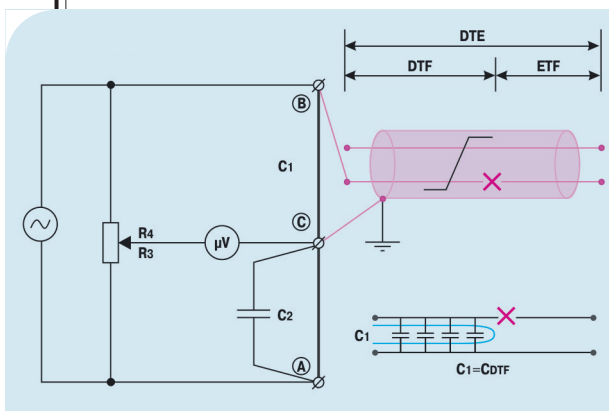
Очень важно помнить, что при измерениях емкости дефекты экрана кабеля оказывают существенное влияние на результат. С помощью рассмотренной выше схемы можно определить и место обрыва экрана кабеля (см. рис. на с. 65 вверху). Для этого экран отключается от заземления и с обеих сторон измеряется емкость экрана кабеля относительно земли. Место обрыва вычисляется исходя из отношения результатов этих измерений и длины кабеля (если она неизвестна, необходимо использовать измерения длины шлейфа жил любой пары на постоянном токе). Грубо можно определить расстояние до обрыва исходя из измеренной емкости экрана и его погонной емкости, которая оценивается как 0,83 от погонной емкости жилы относительно экрана.

Если кабель не экранирован, то можно определять расстояние до места обрыва, измеряя емкость пары жил. Но использование мостовой схемы Уитстона (Wheatstone) в этом

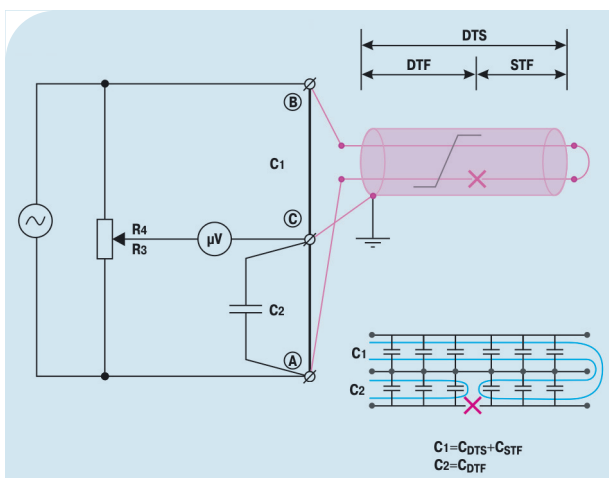
случае не обеспечивает достаточную точность. Впрочем, и в случае измерений на постоянном токе для локализации неисправности мостовая схема Уитстона почти не используется.

На практике чаще всего применяется мост Муррея (Murray), обеспечивающий возможность измерения разности сопротивлений в двух плечах. С его помощью, например, измеряют асимметрию на постоянном токе, которая оценивается относительной величиной разности сопротивлений жил. Аналогично измеряется и асимметрия витой пары на переменном токе (см. рис. на с. 65 внизу).

Это же свойство моста Муррея используется и при локализации ряда неисправностей. Наиболее часто встречающаяся неисправность — пониженное сопротивление изоляции или замыкание одной из жил. За счет того, что участвующие в измерении неизвестные сопротивление дефекта RF и сопротивление экрана Rэкр включены в оба плеча моста, они взаимно компенсируются и их величина не играет роли.



Измерение емкости каждой из жил относительно экрана для локализации обрывов жил



Локализация места обрыва одного из проводников пары

На переменном токе с помощью моста Муррея можно локализовать место обрыва одного из проводников пары с большей точностью, чем это обеспечивает мост Уитстона. Более того, в этом случае нет необходимости в информации о погонной емкости жил кабеля — соотношение емкостей C1 и C2 укажет на соотношение расстояния до дефекта и длины всей пары (см. рис. на с. 62 внизу).

Немного сложнее схема измерения, которая обеспечивает с помощью моста Муррея локализацию места с пониженным сопротивлением изоляции между жилами одной пары. И в этом случае используется эффект компенсации неизвестных величин.

Во всех измерительных схемах на постоянном токе для моста Муррея использован помимо жилы с локализуемым дефектом дополнительный проводник. Им может быть только жила той же пары или одной из

Обозначения и термины

В большинстве зарубежных приборов для обозначения длин различных участков кабеля с локализуемой неисправностью используются следующие интуитивно понятные и удобные обозначения, которые были выбраны также для приведенных в статье рисунков:

DTS — Distance To Strap (расстояние от места подключения прибора до места установки перемычки-замыкателя на дальнем конце);
DTF — Distance To Fault (расстояние от места подключения прибора до места повреждения пары);
STF — Strap To Fault (расстояние от места повреждения до места установки перемычки-замыкателя на дальнем конце пары);
DTE — Distance To End (расстояние от места подключения прибора до конца витой пары);
ETF — End To Fault (расстояние от места повреждения до дальнего от прибора конца кабельной линии).

свободных пар в том же кабеле, так как для измерительной схемы важно, чтобы RDTS (сопротивление дополнительной жилы) равнялось сумме сопротивлений RDTF+RSTF для жилы, в которой имеется дефект. Поскольку всегда существует вероятность дефекта в одной жиле из-за некачественного контакта в месте сращивания двух участков кабеля, то всегда существует и риск получить неточное измерение.

Устранить этот недостаток позволила измерительная схема моста Хилборна/Графа (Hilborn/Graf). Хотя в этой схеме используется два дополнительных проводника, вклад их сопротивления можно свести к минимуму, если будет выполняться соотношение $R3+R4 \gg RDTS$. Так же, как и мост Муррея, мост Хилборна/Графа может использоваться для локализации пониженного сопротивления изоляции одной или двух жил.

Но это еще не все достоинства моста Хилборна/Графа. Только с его помощью можно локализовать неисправность в кабеле, где все жилы замкнуты. Благодаря нечувствительности к значению сопротивления дополнительных проводников можно использовать не только жилы кабеля, в котором локализуется неисправность, но и два других проводника (как пару жил другого кабеля, так и пару любых других