

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ФАЗОВОЙ СКОРОСТИ ПРИ ДИАГНОСТИРОВАНИИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ РЕФЛЕКТОМЕТРОМ

Борисенко Е. А.<sup>1)</sup>, Харченко В. В.<sup>1)</sup>, Благов И.Х.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> НТУ «ХПИ», ул. Кирпичова, 2, г. Харьков, Украина, 61002,

<sup>2)</sup> Технический университет – София, Болгария

Рефлектометрами называют приборы, предназначенные для обнаружения дефектов кабельных линий и определения их местоположения. Рефлектометры в отличие от других методов диагностирования кабельных линий способны выявить повреждения в распределенных сетях без прекращения их эксплуатации [1].

Дефект кабельной линии проявляется, в том числе, в локальном изменении ее волнового сопротивления. Для обнаружения дефекта рефлектометр излучает в кабельную линию импульс, часть энергии которого за счет отличия волнового сопротивления отражается от дефекта. Кроме обнаружения самого факта повреждения кабеля, рефлектометры способны определить расстояние до дефекта. Для этого нужно измерить время, которое требуется излученному импульсу для преодоления расстояния до дефекта и обратно. Кроме этого необходимо иметь данные о фазовой скорости, с которой излученный импульс перемещается по кабелю. Значение расстояния до дефекта  $l_d$  определяется как  $l_d = \frac{c_\phi t_u}{2}$ , где  $t_u$  время, разделяющее фронты зондирующего и отраженного от дефекта импульса,  $c_\phi$  фазовая скорость волны в линии.

Известен метод [2], согласно которому значение фазовой скорости определяется на участке диагностируемого кабеля известной длины (реперный участок).

Для исследования поведения сигнала в тестируемом кабеле в среде SPICE-моделирования была создана модель, показанная на рисунке 1. Полученное значение фазовой скорости, может изменяться в зависимости от порога компаратора, по которому фиксируют моменты времени  $t_1 - t_2$  и  $t_3 - t_4$  (рис. 1). В верхней части рисунка приведена осциллограмма, на которой показан сигнал, присутствующий на входе (темная кривая) и выходе (светлая кривая) реперного участка кабеля.

При исследованиях моделировался случай, когда диагностируемый кабель длиной 32,34 м имел реперный участок длиной 4,56 метра. Пороговые значения напряжения, при которых регистрировались моменты  $t_1 - t_2$  и  $t_3 - t_4$  менялись в диапазон от 10% до 90% от амплитуды проходящих импульсов. При описанных условиях было установлено, что значение СКО фазовой скорости, определенной по сигналу со входа

реперного отрезка кабеля и с его выхода составляют соответственно  $1,319E+06$  и  $4,196E+05$  м/с.

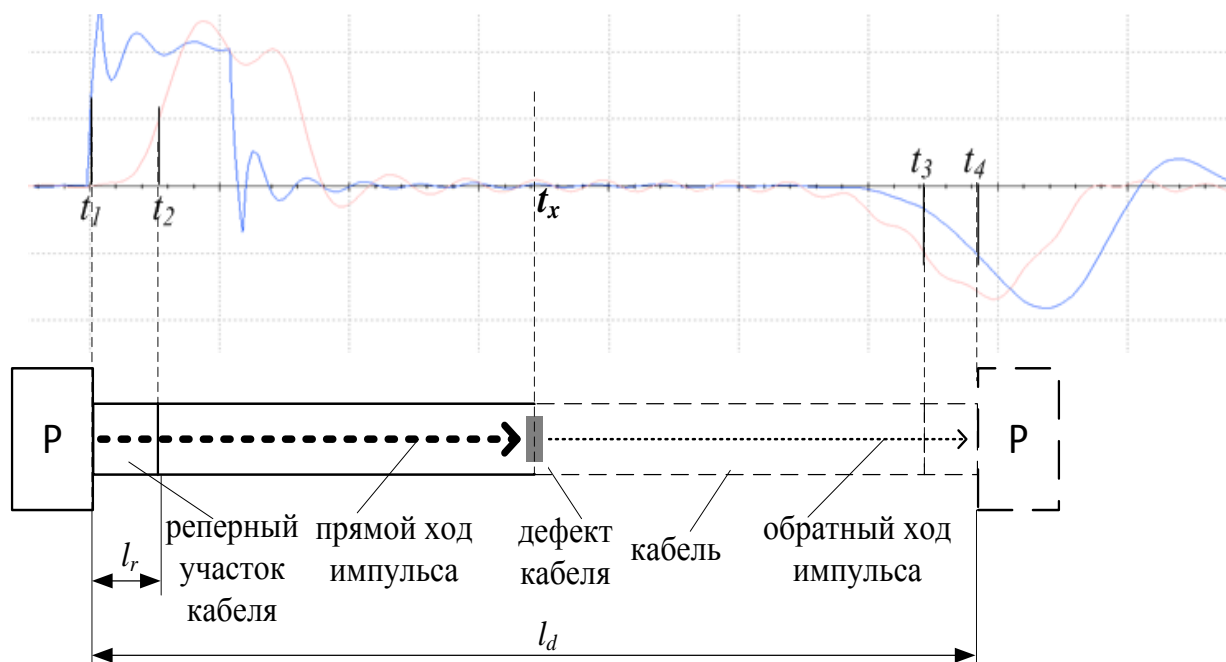


Рисунок 1 – Модель кабельной линии.

**Вывод:** моделирование показало, что определение фазовой скорости при обратном ходе импульса через реперный кусок кабеля (после отражения от дефекта) имеет меньшее значение СКО при изменении напряжения компаратора и применение такого метода способно повысить точность определения места нахождения дефекта в кабельной линии.

### Список литературы

1. A critical comparison of reflectometry methods for location of wiring faults [Электронный ресурс] / [F. Cynthia, C. You, L. Chet та ін.] // Smart structures and systems, Vol. 2, No. 1, pp. 25-46. – 2006. – Режим доступа до ресурсу: [http://www.elen.utah.edu/~cfurse/Center%20of%20Excellence/wiring\\_papers/A\\_Critical\\_Comparison.pdf](http://www.elen.utah.edu/~cfurse/Center%20of%20Excellence/wiring_papers/A_Critical_Comparison.pdf).
2. Hernandez J. C. Time-domain reflectometry. Chapter 5 [Электронный ресурс] / Jean Carlos Hernandez // Georgia Tech Research Corporation. – 2016. Режим доступа до ресурсу: [http://www.neetrac.gatech.edu/publications/CDFI/5-TDR\\_17\\_with-Copyright.pdf](http://www.neetrac.gatech.edu/publications/CDFI/5-TDR_17_with-Copyright.pdf).