DOI: 10.17117/na.2015.11.03.435

<http://ucom.ru/doc/na.2015.11.03.435.pdf>

Поступила (Received): 27.11.2015

Фадеева Л.Ю., Фадеева Ю.Р. Диагностика кабельных линий в телекоммуникационных приложениях

Fadeeva L.Yu., Fadeeva Yu.R.
Diagnostics cable lines in telecommunication applications

В работе описан метод синтезированного видеосигнала, который может быть эффективным при обнаружении как одиночных, так и множественных комбинационных дефектов с достаточно высокой точностью. Его существо составляет использование в качестве зондирующего сигнала последовательно формируемых во времени гармонических колебаний ряда различных частот с последующей совместной обработкой принятых отраженных сигналов. Рассматриваются возможности улучшения качественных показателей диагностической аппаратуры, выполненной на основе предложенного метода

Ключевые слова: синтезированный сигнал, диагностируемый кабель, место повреждений линий электропередачи и связи, коэффициент отражения, дисперсия, весовая функция

Фадеева Людмила Юрьевна

Кандидат технических наук, доцент
Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева
г. Казань, ул. К. Маркса, 10

Фадеева Юлия Романовна

Студент
Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева
г. Казань, ул. К. Маркса, 10

The paper describes a method of synthesized video signal, which can be effective in detecting both single and multiple matching defects with high accuracy. It is being used as the probing signal sequentially generated by time harmonic oscillations of several different frequencies with the subsequent joint processing of received echoes. The possibilities of improving the qualitative indicators of diagnostic equipment, which is made on the basis of the proposed method

Key words: a synthesized signal diagnosed cable, place damage power and communication lines, the reflection coefficient, variance, the weighting function

Fadeeva Lyudmila Yurevna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Kazan national research technical university named
A.N. Tupolev
Kazan, K. Marksa st., 10

Fadeeva Yuliya Romanovna

Student
Kazan national research technical university named
A.N. Tupolev
Kazan, K. Marksa st., 10

В настоящее время наблюдается большой интерес к созданию радиотехнических устройств локации и связи метрового и дециметрового диапазонов волн. Это загоризонтная радиолокация, это коротковолновая радиосвязь. Для них характерны большие физические размеры антенных систем, которые нередко представляют собой антенные решетки, где протяженность электрических кабелей может достигать до нескольких сотен метров.

Для диагностики кабелей в телекоммуникационных приложениях, разработаны различные методы и аппаратура. Для анализа, проверки, настройки фидерных линий в составе антенных систем эта аппаратура не всегда полностью удовлетворяет предъявляемым требованиям. В частности, при большой протяженности кабелей оказывается недостаточной точность определения положения дефектов.

С целью улучшения технических показателей контроля кабельных линий в составе антенных систем предложен новый метод, который назван нами методом синтезированного видеосигнала [1. 8]. По форме синтезированный сигнал напоминает видеоимпульс, временное положение которого по оси времени соответствует дальности до дефекта (Рис.1).

Рис. 1. Синтезированный видеосигнал

При сравнении на качественном уровне традиционного метода зондирования с методом синтезированного видеоимпульса [3] можно установить, что при традиционном методе спектр сигнала всегда имеет максимум в области нижних частот и спадающий характер по мере роста частоты. В методе синтезированного видеосигнала при той же полосе частот этот спектр сдвинут в область более высокочастотную (Рис.2).

Рис. 2. Сравнение традиционного метода с методом синтезированного видеосигнала

Это различие и определяет сразу некоторые достоинства метода синтезированного видеосигнала. А именно: явление дисперсии проявляется более сильно в области низких частот, при сдвиге в область более высокочастотную эти эффекты оказываются менее выраженными. Кроме того, спектр реального сигнала всегда неравномерный. Он имеет спад в области высоких частот, где имеет место наибольшее затухание и, следовательно, искажение сигнала. По мере увеличения дальности эти эффекты более выражены для традиционного

способа зондирования, чем в нашем варианте. И, наконец, можно было бы компенсировать спад спектральной характеристики реального сигнала усилением при обработке, но тогда будет возрастать влияние шумов, а это будет приводить, в конечном счете, к снижению качественных показателей. Т.е. одно из главных преимуществ нашего метода связано с тем, что исходный спектр зондирующего сигнала равномерный, а в режиме обработки можно легко реализовать любые весовые функции и соответственно управлять формой выходного сигнала.

Существенного улучшения качественных показателей процедуры зондирования можно добиться, если метод синтезированного видеосигнала модифицировать [5], вводя в алгоритм обработки дополнительную весовую функцию частоты и, в общем случае, ожидаемого расстояния. Выбирая вид этой функции и ее параметры, можно существенным образом влиять на форму и параметры синтезированного сигнала, обеспечивая его сужение, снижение уровня боковых лепестков, имеется возможность компенсировать затухание волны в линии передачи и, соответственно, благодаря этому обеспечивать лучшие показатели, чем у традиционных методов зондирования.

Так же можно использовать двумерную весовую функцию, изменять ее параметры в зависимости от планируемой дальности, тогда появляется возможность при меньших дальностях использовать весовые функции, которые обеспечивают лучшую точность, а при предельных дальностях использовать оптимальную обработку по дальности [5].

Рассмотрено формирование сигналов разностного типа [9], что аналогично пеленгации источника излучения в радиолокации с диаграммой направленности разностного типа. В этом случае минимум приходится на положение дефекта в линии передачи, что дает более высокую точность, чем при использовании суммарного сигнала. Нами предложено два варианта формирования сигналов разностного типа.

Используя модифицированную весовую обработку, можно обеспечить дополнительное ослабление боковых лепестков с использованием варианта суммарно разностной обработки сигнала аналогично тому, как это делается для подавления боковых лепестков в задачах радиолокации.

Таким образом, предложен новый метод диагностики линий передачи, основанный на использовании зондирующего видеосигнала в виде набора квазигармонических сигналов и последующей когерентной весовой обработки измеренных коэффициентов отражения на входе, который позволяют улучшить ряд технических показателей рефлектометрической аппаратуры, а именно: устранить негативное влияние потерь в линиях передачи и дисперсии на показатели точности и разрешающей способности; повысить точность определения местоположения дефекта путем использования синтезирования видеосигнала разностного типа; ослабить влияние боковых лепестков в структуре синтезированного видеосигнала путем рационального выбора весовой обработки. Так же предложен новый способ диагностики, основанный на совместном использова-

нии синтезированных видеосигналов суммарного и разностного типов и последующей нелинейной их обработки, позволяющий повысить разрешающую способность по дальности метода синтезированного видеосигнала.

Список используемых источников:

1. Sedelnikov Y.E., Fadeeva L.Y. The synthesized video-signal method in nondestructive – testing problems // *Russian Journal of Nondestructive Testing*. 2015. T. 51. № 5. С. 320-328.
2. Седелников Ю.Е., Фадеева Л.Ю. Метод синтезированного видеосигнала в задачах неразрушающего контроля // *Дефектоскопия*. 2015. № 5. С. 69-78.
3. Фадеева Л.Ю. Сравнение традиционного зондирования кабельных линий связи с методом синтеза видеосигнала для радиотехнических приложений // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 1. С. 201.
4. Фадеева Л.Ю., Шагиахметов Б.Р. Модификации метода синтеза видеосигнала в задачах диагностики дефектов линий электропередачи и связи // *Перспективы развития науки и образования*. Тамбов, 2014. С. 135-136.
5. Седелников Ю.Е., Фадеева Л.Ю. Диагностика кабельных линий связи методом синтезированного видеоимпульса // *Т-Сотт: Телекоммуникации и транспорт*. 2014. № 5. С. 12.
6. Седелников Ю.Е., Фадеева Л.Ю. Способ определения места повреждения линий электропередачи и связи и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2446407 13.07.2010.
7. Седелников Ю.Е., Фадеева Л.Ю. Способ определения места повреждения линий электропередачи и связи. Патент на изобретение RUS 2559308 11.12.2013.

© 2015, Фадеева Л.Ю., Фадеева Ю.Р.
Диагностика кабельных линий в
телекоммуникационных приложениях

© 2015, Fadeeva L.Yu., Fadeeva Yu.R.
Diagnostics cable lines in telecommunication
applications