

УДК.621.317

ІДЕНТИФІКАЦІЯ МОДЕЛІ ПРИЙМАЛЬНОГО ТРАКТУ ІМПУЛЬСНИХ РЕФЛЕКТОМЕТРИЧНИХ СИСТЕМ

Мунтян В.О. д.т.н.,

Федюшко Ю. М., к.т.н.,

Лисенко О.В. к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет,

Тел. (0619) 42-11-52

Анотація – проведено аналіз та ідентифікацію моделі приймального тракту за рахунок поєднання значно малих неоднорідностей.

Ключові слова – рефлектометрична система, ідентифікація, неоднорідність, біоречовина.

Постановка проблеми. Впровадження електромагнітних полів в сільськогосподарське виробництво неможливе без вивчення електрофізичних властивостей сільськогосподарських продуктів, матеріалів і біологічних об'єктів. Вирішення цієї проблеми можливо за рахунок використання імпульсних рефлектометрів.

До складу імпульсних рефлектометричних систем діелектричної спектроскопії біологічних об'єктів в широкому частотному діапазоні, входять пристрої, параметри яких визначають точність вимірювань. В зв'язку з чим виникає необхідність дослідження їх характеристик та ідентифікації багатоелементних систем, які описуються відповідними неоднорідностями.

Аналіз останніх досліджень. Існує матеріал, в якому розглянуті питання застосування імпульсної рефлектометрії для виявлення несправностей в кабельних і повітряних лініях, вимірювання мінімальних значень дискретних неоднорідностей в лініях передачі електромагнітної енергії і для інших цілей в системах зв'язку і телекомунікації [1,2].

Заміна параметрів ланцюгів і трактів в часовій області викликає інструментальні похибки, пов'язані з реєстрацією пікосекундних сигналів, основними з яких є : нелінійність стробоскопічного перетворення напруги та часової розгортки, нестабільність зчитування сигналів, наявність випадкових складових сигналу.

На основі аналізу джерел виникнення похибок приймального тракту імпульсних рефлектометричних систем була розроблена структурна схема, яка приведена на рис. 1.

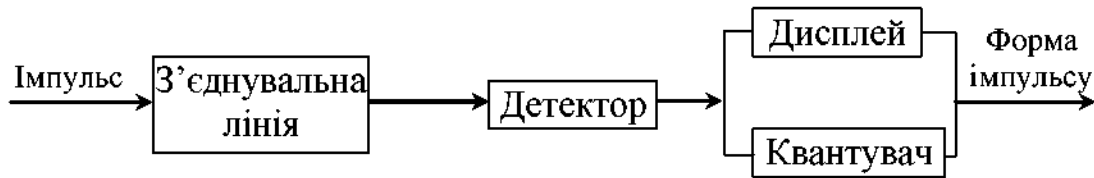


Рис.1. Структурна схема приймального тракту імпульсного рефлектометра

Через з'єднувальну лінію імпульс поступає на детектор, частина якого направляється на квантувач, а інша на дисплей.

Використовуючи загальні підходи математичних моделей перекладу вимірювальної інформації із часової області в частотну, на основі двох кінцевих рядів, порядок яких визначається масивами вхідних даних по N дискретним значенням, відповідно до виразу:

$$\Gamma(j\omega) = \frac{\dot{F}_{\text{опр}}(j\omega)}{\dot{F}_{\text{зонд}}(j\omega)} = \frac{\sum_{n=0}^{N-1} f_{\text{опр}}(n\Delta t) \exp\left[-j \frac{2\pi}{N} nk\right] + \sum_{n=0}^{N-1} x_{\text{опр}}(n\Delta t) \exp\left[-j \frac{2\pi}{N} nk\right]}{\sum_{n=0}^{N-1} f_{\text{зонд}}(n\Delta t) \exp\left[-j \frac{2\pi}{N} nk\right] + \sum_{n=0}^{N-1} x_{\text{зонд}}(n\Delta t) \exp\left[-j \frac{2\pi}{N} nk\right]}, \quad (1)$$

З виразу (1) видно, що похибки при вимірюванні коефіцієнта відображення пов'язані зі зміною імпульсних сигналів в елементах хвилеводу, технічних характеристик вузлів, методами обробки реєстрованих рефлекторам.

Формулювання цілей статті. Метою статті є ідентифікація елементів моделі імпульсного рефлектометра, шляхом встановлення зв'язку між елементами еквівалентної схеми приймального тракту, для вимірювання діелектричної проникності матеріалів і біоречовин.

Основна частина. При вирішенні задачі ідентифікації, за модель досліджуваної неоднорідності приймається електрична схема, яка складається з R -, L -, C - елементів [3].

Якщо неоднорідності малі (наприклад, при відображенні максимальне значення сигналу зменшується більш ніж в 10 разів), то багатократними відображеннями сигналів між ними можна нехтувати і з достатньою точністю вважати відображений сигнал за рівний сумі сигналів відображених від кожної.

Еквівалентні схеми біологічних об'єктів являють собою достатньо складні моделі. Наприклад, на рис. 2 представлена еквівалентна

схема заміщення клітини у вигляді послідовного з'єднання схем для мембрани і протоплазми, а також з урахуванням міжклітинного опору.

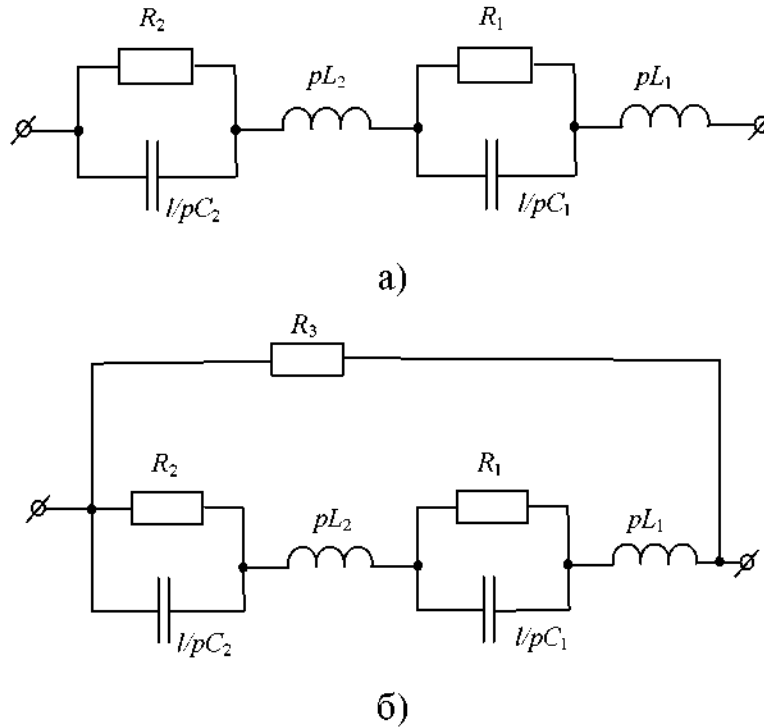


Рис. 2. Еквівалентна схема заміщення клітини (а); еквівалентна схема заміщення клітини з урахуванням міжклітинного опору (б)

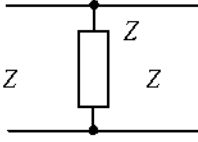
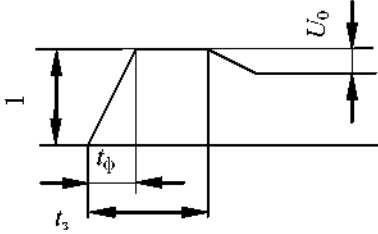
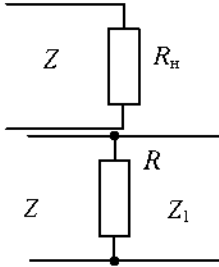
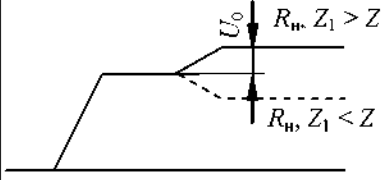
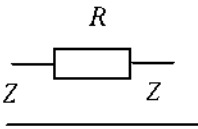
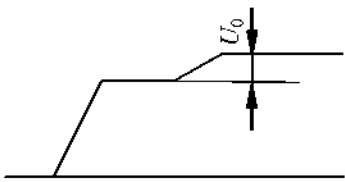
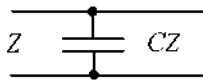
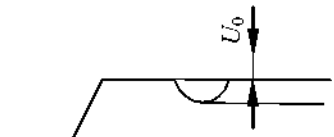
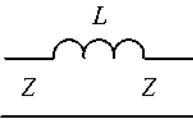
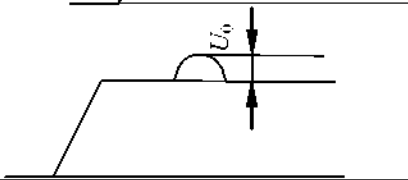
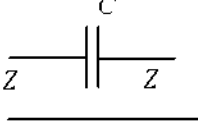
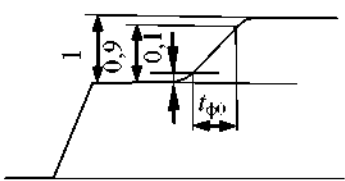
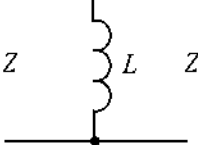
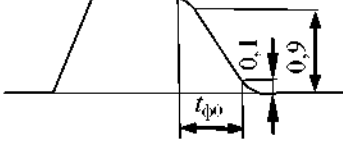
Ці схеми являють собою складні моделі і вимагають пошуку нових рішень задачі ідентифікації, а також вдосконалення апаратурного, методичного, програмного і метрологічного забезпечення імпульсних рефлектометричних систем для дослідження електрофізичних параметрів біологічних об'єктів.

Спостереження відображеного імпульсного сигналу дозволяє контролювати ступінь однорідності тракту, визначати положення неоднородностей і проводити їх ідентифікацію [4].

Розрахунок простих неоднородностей приведений в таблиці 1.

Рішення задачі ідентифікації багатоелементних схем значно спрощується, якщо еквівалентну схему розглядати як поєднання декількох малих (вже розглянутих) неоднорідностей, як віддалених однієї від іншої, так і розташованих в одному перетині.

Таблиця 1 – Розрахунок простих неоднорідностей

Схема	Рефлектограмма	Розрахункове співвідношення
		$R = Z \cdot \frac{1 - u_0}{2u_0}$
		$R_n = Z \cdot \frac{1 + u_0}{1 - u_0}$ $Z_1 = Z \cdot \frac{1 + u_0}{1 - u_0}$
		$R = Z \cdot \frac{2u_0}{1 - u_0}$
		$C = \frac{2}{Z} \cdot t_\phi \cdot u_0$
		$L = 2Z \cdot t_\phi \cdot u_0$
		$C = \frac{0,22}{Z} \cdot (t_{\phi 0}^2 - t_{\phi 3}^2)^{1/2}$
		$L = 0,22W \cdot (t_{\phi 0}^2 - t_{\phi 3}^2)^{1/2}$

Як приклад, на рис. 3 приведена еквівалентна схема лінії, що містить три неоднорідності: послідовну індуктивність L , віддалену від неї на відстань l паралельну ємність C і стрибок хвильового опору.

Процес формування відображеного сигналу в лінії може бути представлений у вигляді багатократних перевідображень від трьох неоднородностей.

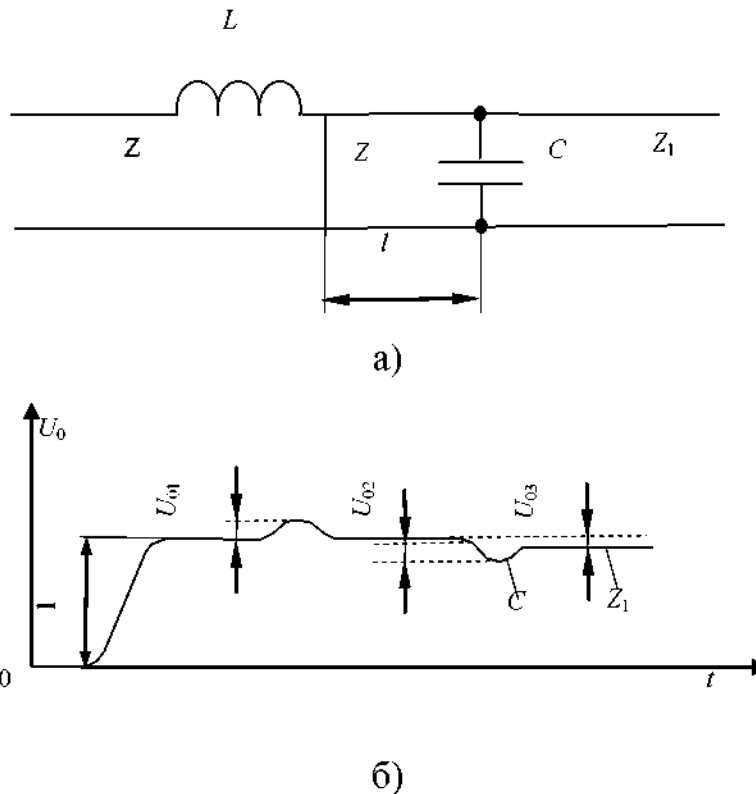


Рис. 3. Еквівалентна схема лінії з неоднорідностями (а); рефлектограма (б)

Характер кожної неоднорідності може бути визначений по виду відображеного сигналу, параметри еквівалентної схеми визначаються за виразами, які приведені в таблиці 1, для значень u_{01} , u_{02} , u_{03} .

З проведеного аналізу можна зробити висновок, що важливими характеристиками імпульсного рефлектометра є чутливість і тривалість фронту його апаратної функції, під якою розуміють спостережуваний на екрані рефлектометра перепад зондуючої напруги. Тривалість фронту апаратної функції визначається тривалістю фронту сигналу, що формується генератором, і тривалістю фронту перехідної характеристики стробоскопічного осцилографа.

Саме від тривалості фронту апаратної функції в значній мірі залежить припустима здатність імпульсного рефлектометра. Принцип функціонування, конструкція змішувача і стробоскопічного перетворювача визначають рівень внутрішніх шумів, а значить, і чутливість рефлектометра та динамічний діапазон приладу [3,4].

Імпульсні рефлектометри, що мають тривалість фронту апаратної функції 50...100 пс, рівень власних шумів 2...5 мВ і амплітуду зондуючого сигналу 0,2...1В, дозволяють визначати безпосередньо по рефлектограмі відхилення хвильового опору лінії від номіналу на 0,5 Ом, мінімальну ємкісну неоднорідність 0,008...0,02 пФ, мінімальну індуктивність 0,01...0,05 нГн, припуск в лінії з повітряним заповненням 4,5...15 мм, а в полоскових лініях на діелектричній підкладці до 1...5 мм.

Висновки. У результаті проведених досліджень, аналітичним шляхом, вирішено завдання ідентифікації багатоелементних схем біологічних об'єктів через еквівалентні схеми їх неоднорідностей.

Дослідження імпульсного сигналу дозволяє контролювати ступінь однорідності тракту, виявляти та визначати зміну неоднорідностей і проводити їх ідентифікацію.

Використовуючи приведену методику отримана можливість врахування нелінійних характеристик і інерційних властивостей елементів приймального тракту.

Література

1. *Богданович Б. М.* Методы нелинейных функционалов в теории электрической связи / Б. М. Богданович, Л. А. Черкас, Е. В. Задедюрин. – М.: Радио и связь, 1990. – 280 с.

2. *Nicolson A.M.* Broad band microwave transmissions characteristics from a single measurement of the transient response / A.M. Nicolson // IEEE Trans. Dec. 1968. P. 114-117.

3. *Лоутон Р.Э.* Импульсные измерения во временной области / Р. Э. Лоутон, С. М. Раус, Д. Ж. Эндрюс // ТИИЭ. – 1986. – №1. – С. 87-92.

4. Радиоизмерительные приборы. – М.: НИИЭКОС, 1992. – 159с.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ ПРИЕМНОГО ТРАКТА ИМПУЛЬСНЫХ РЕФЛЕКТОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Мунтян В.А., Федюшко Ю.М., Лысенко О.В.

Аннотация

Проведен анализ и идентификацию модели приемного тракта за счет объединения значительно малых неоднородностей.

AUTHENTICATION OF MODEL OF RECEIVING HIGHWAY OF IMPULSIVE REFLEKTOMETRIC OF SYSTEMS

V. Muntjan, Y. Fediushko, O. Lisenko

Summary

An analysis and authentication of model of receiving highway is conducted due to combination considerably small heterogeneity.