

9. Рашкевич Ю. Центрування зображень на основі методів кореляційного аналізу / Ю. Рашкевич, Б. Демида, Д. Пелешко, Н. Кустра // Збірник наукових праць Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є.Пухова. – 2005. – Вип. 29. – С. 121-128.

10. Адитивні групи функціоналів визначених на топологіях зображень: матеріали міжнародної науково-технічної конференції [“Комп’ютерні науки та інформаційні технології CSIT’2009”], (Львів, 15-17 жовтня 2009) / Національний університет «Львівська політехніка». – Львів: Видавництво НУ «ЛП», 2009. – С. 123-126.

Надійшла 13.12.2009 р.

УДК 612.317

В.Р. ЛЮБЧИК, М.В. МИКОЛЮК
Хмельницький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОХОДЖЕННЯ ГАРМОНІЙНИХ СИГНАЛІВ В ДОВГІЙ ЛІНІЇ ЗА НАЯВНОСТІ АКТИВНОГО І РЕАКТИВНОГО НАВАНТАЖЕНЬ В РІЗНИХ ТОЧКАХ ЛІНІЇ

Стаття присвячена дослідженню проходження гармонійних сигналів по довгій лінії за наявності в ній двох навантажень із активним і реактивним характером розташованих на різних відстанях. Отримані аналітичні співвідношення які дозволили побудувати амплітудно-частотні та фазочастотні характеристики сумарних відбитих сигналів за наявності навантажень з активним та реактивним (ємнісним або індуктивним) характером.

The article is devoted research of passing of harmonious signals on a long line at presence of in it two loadings with active and reactive character of located on different distances. Analytical correlations are got which allowed to build gain-frequency and fazochastotni descriptions of the total reflected signals at presence of loadings with active and reactive (by a capacity or inductive) character.

Ключові слова: гармонійний сигнал, реактивні та активні навантаження.

Вступ. Питанням фазової дальнометрії присвячено досить багато робіт. Останніми розробками є багатоскальний метод вимірювання, який дозволяє покращити точність вимірювання, шляхом проведення вимірювань із застосуванням вищих частот та усунення фазової неоднозначності. Проте цей метод дозволяє вимірювати відстань лише до одного об’єкту [1].

У новітніх науково-технічних роботах був розроблений фазовий метод вимірювання відстаней до трьох об’єктів з активним характером. Даний метод розрахунку параметрів трьох сигналів, відбитих від об’єктів вимірювання і розташованих на одному напрямку, дозволяє знаходити відстані до трьох об’єктів з активним характером аналітично, ґрунтуючись на вимірюванні амплітуд і фаз відбитих гармонійних сигналів на трьох частотах.

Проте усі ці методи мають свої недоліки. Так багатоскальний і аналітичний методи дозволяють вимірювати відстані до одного, до двох та до трьох об’єктів з активним характером відбиття [1-6].

Так, було доведено, що у випадку наявності декількох об’єктів вимірювання з різним характером відбиття (реактивним та активним) сигнали відбиті від кожного об’єкту складаються, причому, якщо кожний відбитий сигнал представити у векторному вигляді, то сумарний сигнал є векторною сумою усіх сигналів. Для розробки фазового методу вимірювання відстаней до об’єктів із активним і реактивним характерами, необхідно дослідити як проходять гармонійні сигнали по довгій лінії за наявності навантажень із різним характером розташованих в різних точках лінії, аналогічно теорії довгих ліній [7].

Основна частина. Для розробки методу вимірювання відстаней фазочастотним методом розглянемо процес утворення сумарного відбитого сигналу. Розглянемо еквівалентну схему лінії з неоднорідностями з реактивним та активним характером впливу (рис. 1).

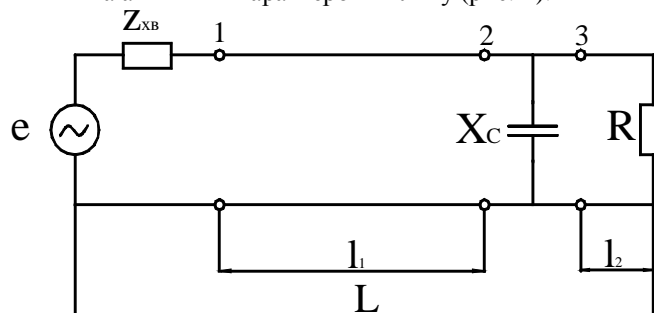


Рис. 1. Еквівалентна схема лінії з неоднорідностями з реактивним та активним характером

До початку відрізка підключено джерело гармонійних сигналів. Якщо з початку середовища розповсюдження генерувати гармонійний сигнал з довжиною хвилі рівній довжині відрізка L , то в цьому

середовищі буде розповсюджуватись хвиля, що біжить. Така хвиля буде досягати кожен об'єкт через різний час, причому об'єктів, що знаходяться ближче до початку відрізка, хвиля досягне раніше, ніж до об'єктів, що знаходяться далі. Перший об'єкт (ємність C) відбиває хвилю повністю, і зробимо припущення що далі сигнал проходить без втрат по амплітуді. На кінці лінії знаходиться неузгоджений з лінією опір, який також повністю відбиває сигнал.

Пройдення сигналу до одного об'єкту і назад подібне до проходження сигналів в довгій лінії. Сигнал починає поступово розповсюджуватись від початку відрізка, хвиля "біжить" до першого об'єкту з реактивним характером впливу. Хвиля відбивається від цього об'єкту і проходить далі. Припустимо, що далі сигнал проходить без втрат. Сигнал, який відбився від першого об'єкта, "біжить" назад до джерела сигналів. Між хвилею, що падає і відбивається, в результаті проходження до об'єкта і назад, утворюється фазовий зсув, який пропорційний подвійній відстані від початку відрізка до об'єкту і назад. А сам об'єкт спричиняє фазовий зсув та зміну амплітуди. Сигнал, який пройшов далі, розповсюджується далі до наступного об'єкту. Від наступного об'єкту (з активним характером) сигнал вже відбивається частково. Відбитий сигнал розповсюджується назад до початку відрізка, при цьому на першому об'єкті він знову ж таки проходить та відбивається. При цьому знову відбувається фазовий зсув. Але рівні сигналів, що відбиваються потребують додаткових досліджень та обрахунків. Сигнал, що пройшов через перший об'єкт у напрямку початку середовища розповсюдження, складається із сигналом відбитим від першого об'єкту. Якщо розглядати сигнали відбиті від об'єктів у векторному вигляді, то результатом складання сигналів є їх векторна сума. Таким чином сигнал, що вертається на вхід приймача, є результатом спільної дії усіх відбитих сигналів від усіх об'єктів.

Тому для початку розглянемо, як веде себе сигнал при відбиванні та проходженні через об'єкт з реактивним характером. Розглянемо еквівалентну схему з неоднорідністю з реактивним характером, яка представлена ємністю C (рис. 2).

Дослідження наведеної еквівалентної схеми дозволили отримати вирази для значень модуля та фази сигналів відбитих від ємності:

$$|i_{\text{від}}(j\omega)| = \frac{\sqrt{4 + Z_{x\delta}^2 \cdot \omega^2 C^2}}{4 + Z_{x\delta}^2 \cdot \omega^2 C^2}, \quad (1)$$

$$j_{\text{від}}(\omega) = \arctg \frac{Z_{x\delta} \cdot \omega C}{2}, \quad (2)$$

та сигналів що пройшли через ємність:

$$|i_{\text{пр}}(j\omega)| = \frac{\sqrt{Z_{x\delta}^4 \cdot \omega^4 C^4 + 4 \cdot Z_{x\delta}^2 \cdot \omega^2 C^2}}{Z_{x\delta}^2 \cdot \omega^2 C^2 + 4} = \sqrt{\frac{Z_{x\delta}^2 \cdot \omega^2 C^2}{Z_{x\delta}^2 \cdot \omega^2 C^2 + 4}}, \quad (3)$$

$$j_{\text{пр}}(\omega) = \arctg \frac{2 \cdot Z_{x\delta} \cdot \omega C}{Z_{x\delta}^2 \cdot \omega^2 C^2} = \arctg \frac{2}{Z_{x\delta} \cdot \omega C}. \quad (4)$$

Тепер виведемо форму знаходження загального відбитого сигналу, який приходить з лінії $i_{\Sigma}(j\omega)$. Цей сигнал складається з двох складових: відбитого від завади з реактивним характером $i_C(j\omega)$ та з активним характером $i_R(j\omega)$.

$$i_{\Sigma}(j\omega) = i_C(j\omega) + i_R(j\omega). \quad (5)$$

В результаті перетворень модуль та фаза сумарного сигналу будуть мати наступний вигляд:

$$|i_{\Sigma}(j\omega)| = i_0 \cdot \left(Z_{x\delta}^2 \cdot \omega^2 C^2 \right) + \left(\frac{R - Z_{x\delta}}{R + Z_{x\delta}} \right)^2 + 2 \cdot (Z_{x\delta} \cdot \omega C) \times \left(\frac{R - Z_{x\delta}}{R + Z_{x\delta}} \right) \cdot (\cos(a) \cdot \cos(b) - \sin(a) \cdot \sin(b))^{1/2} \quad (6)$$

$$j_{\Sigma}(\omega) = \arctg \frac{\arctg(Z_{x\delta} \cdot \omega C) \cdot \sin(a) + \frac{R - Z_{x\delta}}{R + Z_{x\delta}} \cdot \sin(b)}{\arctg(Z_{x\delta} \cdot \omega C) \cdot \cos(a) + \frac{R - Z_{x\delta}}{R + Z_{x\delta}} \cdot \cos(b)} \quad (7)$$

На рис. 3 та 4 зображені амплітудно- та фаза-частотні характеристики.

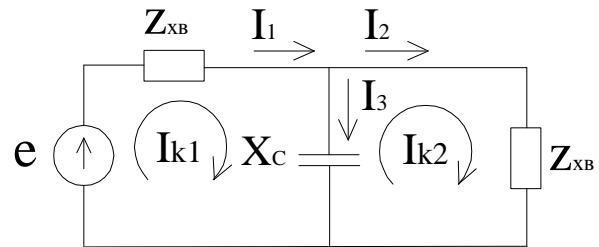


Рис. 2. Еквівалентна схема з неоднорідністю з реактивним (ємнісним) характером

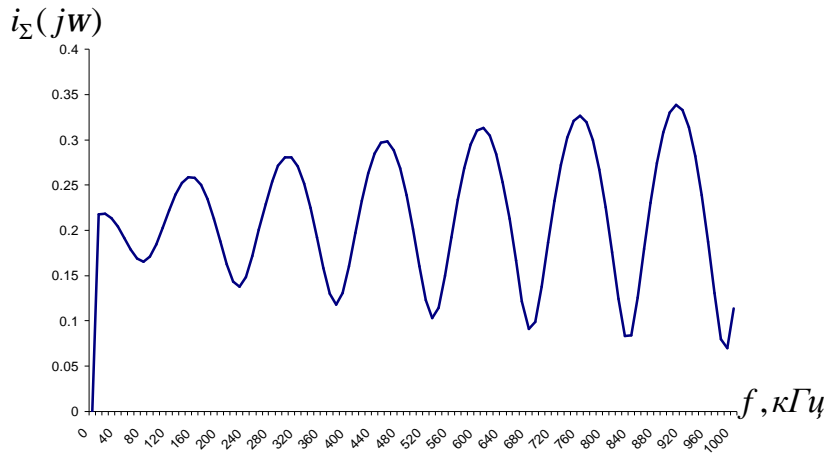


Рис. 3. Амплітудно-частотна характеристика відбитого сигналу від завод з реактивним та активним характером

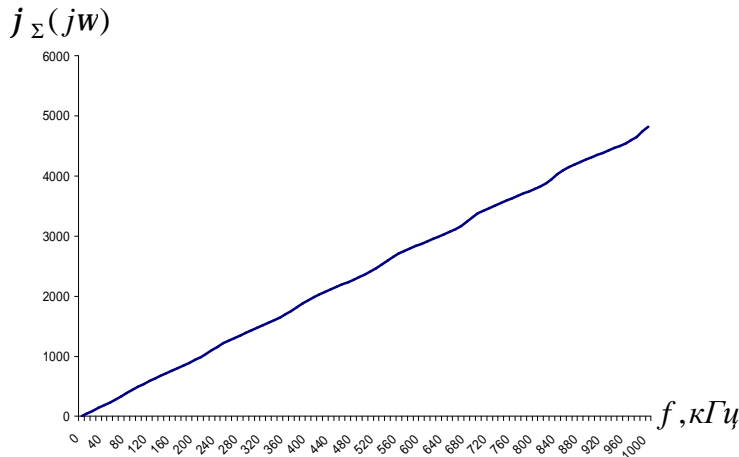


Рис. 4. Фазочастотна характеристика відбитого сигналу від завод з реактивним та активним характером

Отже, як видно з графіків, на низьких частотах вплив об'єкта з реактивним характером представленим ємністю C зменшується, і значний вплив має сама лінія та об'єкт з активним характером.

Проводячи аналогічний розрахунок, для схеми з заводою з реактивним характером (рис. 5), яка представлена індуктивністю L , отримуємо наступне.

Амплітуда та фаза відбитого сигналу від заводи з реактивним характером, яка представлена індуктивністю L , становить:

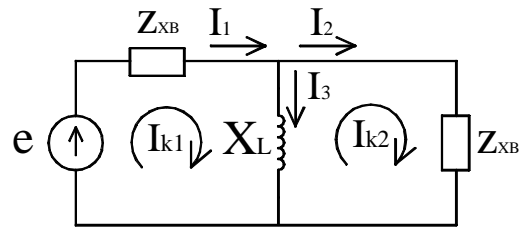


Рисунок 5 Еквівалентна схема з заводою з реактивним характером, яка представлена індуктивністю L

$$|i_{\text{від}}(j\omega)| = \frac{\sqrt{4 \cdot \omega^4 L^4 + Z_{x\text{в}}^2 \cdot \omega^2 L^2}}{Z_{x\text{в}}^2 + 4 \cdot \omega^2 L^2} \quad (8)$$

$$j_{\text{від}}(\omega) = \arctg \frac{Z_{x\text{в}}}{2 \cdot \omega L} \quad (9)$$

При проходженні сигналу через заводу з реактивним характером, представленим індуктивністю L , амплітуда $i_{\text{вп}}(j\omega)$ та фаза мають вигляд:

$$|i_{\text{вп}}(j\omega)| = \frac{\sqrt{Z_{x\text{в}}^2 + 4 \cdot \omega^2 L^2}}{Z_{x\text{в}}^2 + 4 \cdot \omega^2 L^2}, \quad (10)$$

$$j_{\text{вп}}(\omega) = \arctg \frac{2 \cdot \omega L}{Z_{x\text{в}}} \quad (11)$$

Проводячи аналогічні розрахунки, як для заводи з реактивним характером, представленим C , загальний сигнал для заводи з реактивним характером, представленим L має вигляд:

$$|i_{\Sigma}(j\omega)| = i_0 \cdot \left[\frac{Z_{x\epsilon}^2}{\omega^2 L^2} + \left(\frac{R - Z_{x\epsilon}}{R + Z_{x\epsilon}} \right)^2 + 2 \cdot \left(\frac{Z_{x\epsilon}}{\omega L} \right) \cdot \left(\frac{R - Z_{x\epsilon}}{R + Z_{x\epsilon}} \right) \times \right. \\ \left. \times (\cos(a) \cdot \cos(b) - \sin(a) \cdot \sin(b)) \right]^{1/2}, \quad (12)$$

де $\sqrt{\frac{Z_{x\epsilon}^2}{\omega^2 L^2}} = K_{\text{від}L}$ – коефіцієнт відбиття від завади з реактивним характером.

$$j_{\Sigma}(\omega) = \arctg \frac{\arctg\left(\frac{Z_{x\epsilon}}{\omega L}\right) \cdot \sin(a) + \frac{R - Z_{x\epsilon}}{R + Z_{x\epsilon}} \cdot \sin(b)}{\arctg\left(\frac{Z_{x\epsilon}}{\omega L}\right) \cdot \cos(a) + \frac{R - Z_{x\epsilon}}{R + Z_{x\epsilon}} \cdot \cos(b)} \quad (13)$$

Амплітудно- та фазо-частотні характеристики представлені на рис. 6 та 7.

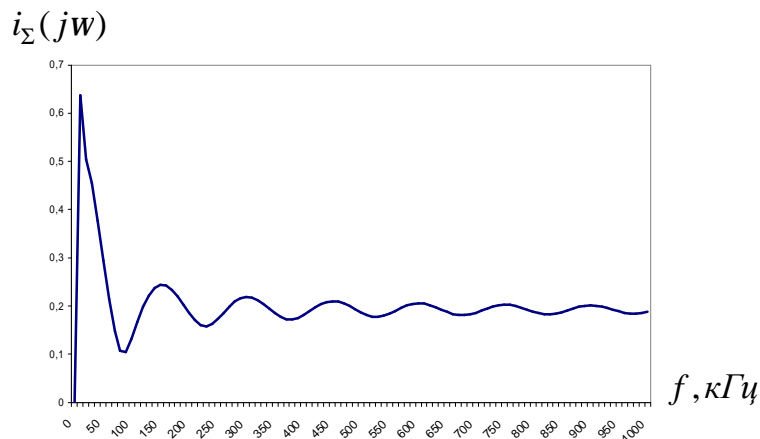


Рис. 6. Амплітудно-частотна характеристика відбитого сигналу від завад з реактивним та активним характером

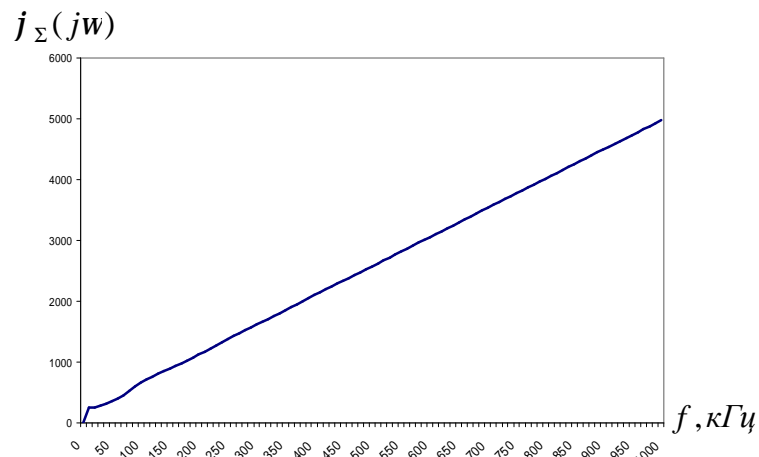


Рис. 7. Фазо-частотна характеристика відбитого сигналу від завад з реактивним та активним характером

Як видно з графіків, при великих частотах вплив об'єкта з реактивним характером представленим індуктивністю L збільшується з збільшенням частот, а вплив має сама лінія та об'єкт з активним характером такий же як і при наявності завади з ємнісним характером.

Висновок. Таким чином, в результаті проведеного дослідження видно, що неоднорідності з реактивним характером впливу суттєво впливають на зондуєчий сигнал, який проходить через лінію і повертається на приймач. Задача знаходження відстані між об'єктами ускладнюється тим, що об'єкти з реактивним характером змінюють не лише амплітуду сигналу, як об'єкти з активним характером, але і змінюється фазовий зсув сигналу.

Література

1. Применение методов фазометрии для прецизионного измерения расстояний. / Баженов В.Г., Батуревич Е.К., Маевский С.М., Куц Ю.В. – К.: Вища школа, Изд-во при Киев. ун-те, 1983. – 84 с.

2. Любчик В.Р., Горященко К.Л. Импульсно-фазовый метод измерения расстояния до повреждения низкочастотных линий связи // Вісник ТУП. – 2003. – С. 196-200
3. Любчик В. Р., Дем'янюк С. М. Дослідження потенційної точності та швидкодії спектрально-фазового методу вимірювання відстані // МНТЖ «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах». – Хмельницький, 2003. – № 1 (23). – С. 74-80.
4. Любчик В.Р. Розробка фазового методу вимірювання відстаней до двох об'єктів // Вісник ТУП. – Ч.1. – Том 3. 2004. № 4. – С. 108-114.
5. Любчик В.Р., Гнатюк О. І. Вимірювання відстаней до трьох об'єктів // Вісник ТУП. – 2005. – № 2. – С. 183-188.
6. Розробка аналітичного фазового методу вимірювання відстаней до трьох об'єктів. / Любчик В.Р., Сенчишина Ю.В., Параска Г.Б., Килимник О. М // Вісник ХНУ. – 2009. – № 2. – С. 146-151.
7. Белоцерковский Г.Б. Основы радиотехники и антенны. Часть I «Основы радиотехники. – М.: Советское радио, 1968. – 432 с.

Надійшла 6.12.2009 р.

УДК 629.735.33.051.53

В.М. КИЧАК

Вінницький національний технічний університет

С.О. ЯНОВИЦЬКИЙ

Хмельницький національний університет

АНАЛІЗ МЕТОДИЧНОЇ ПОХИБКИ ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСОВОГО КРИТЕРІЮ НЕБЕЗПЕКИ В БОРТОВИХ СИСТЕМАХ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ЗІТКНЕНЬ ЛІТАКІВ У ПОВІТРІ

Стаття присвячена дослідженню методичної похибки визначення часу до зіткнення літаків в бортових радіотехнічних системах попередження зіткнення. Розрахована величина похибки залежно від відстані прольоту літаків і приведено метод її компенсації.

This article is dedicated to the exploration of systematic inaccuracy of time calculating before airplanes collision in the airplanes radiotechnical airplanes collision warning systems. A value of inaccuracy is calculating depending on the distance of airplanes flights and the method of inaccuracy compensation is introduced.

Ключові слова: часовий критерій, мінімальна відстань прольоту.

В бортових системах попередження зіткнення (БСПЗ) літаків використовується в якості критерію безпеки час до зіткнення (τ) конфлікуючих літаків.

Залежно від напрямку руху зближення літаків і відстані їх прольоту виникає методична похибка виміру часу до зіткнення.

Метою цієї роботи є оцінити величину похибки виміру τ і виробити рекомендації з її корекції.

Відомо [1] що:

$$t = \frac{D}{V_p}, \quad (1)$$

де D – відстань між конфлікуючими літаками,
 V_p – радіальна швидкість зближення конфлікуючих літаків, яка визначається з допомогою апаратури БСПЗ.

Розглянемо випадок зближення двох літаючих апаратів (ЛА), які виконують прямолінійний політ з постійними швидкостями в двох горизонтальних площинах, які знаходяться одна від одної на відстані Δh . Схема руху об'єктів показана на рис. 1, з якого видно, що відносна швидкість $V_1 - V_2$ в горизонтальній площині представлена Ввідн. і дорівнює:

$$V_{відн} = \left(V_1^2 + V_2^2 - 2V_1 \cdot V_2 \cos \beta \right)^{1/2}, \quad (2)$$

де V_1, V_2 – вектори швидкості літаків;

β – відносний курс.

Радіальна швидкість зближення буде складати:

$$V_p = V_{відн} \cdot \cos q \cdot \cos g, \quad (3)$$

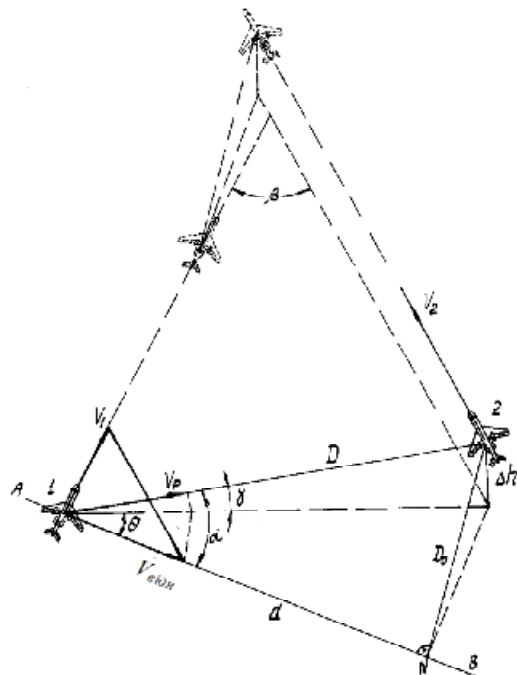


Рис. 1. Схема руху об'єктів