

МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ ЧАСТОТ В ЕФІРІ РАДІОСИГНАЛУ

© Пищак І.І., 2012

Запропоновано метод визначення несучих частот, що використовується у системах радіомоніторингу.

Ключові слова: несуча частота, радіо завада, радіомоніторинг, спектр.

The paper presents a method for the carrier frequencies determining used in radio systems.

Key words: carrier frequency, interference, radio monitoring, spectrum.

Вступ

Суть методу полягає у визначенні параметрів сигналу за його спектральною формою. Метод складається з таких етапів: отримання даних, їх спектральне перетворення, усереднення, визначення частот та відображення одержаних даних. Використовується в системах радіомоніторингу, які здійснюють радіочастотний контроль.

Аналіз відомих рішень

До відомих засобів радіочастотного контролю можна зарахувати систему PC-157, яка виявляє джерела радіозавад та зони їх покриття [4]. Система радіомоніторингу РМ-2500-Е, яка також здійснює пошук радіозавад, проводить їх частотний та часовий аналіз [5]. Багатоканальна система MS-8118/G3 [6] дає змогу незалежно моніторити до восьми каналів, зберігати отримані результати та дистанційно керуватись за допомогою пульта. Система WR-G305i [7], яка під'єднується до персонального комп'ютера та з відповідним програмним забезпеченням використовується для радіомоніторингу, має широкий діапазон сканованих частот, високу роздільну здатність сканування (рис. 1).



Рис. 1. Станція радіомоніторингу WR-G305i

MS-8323 – багатоканальний приймач [8] з такими характеристиками: незалежний прийом до восьми каналів, повністю автоматичний режим, мінімальний шум, регульований аналоговий вхід (рис. 2).



Рис. 2. Система MS-8323

Постановка задачі

Потрібно розробити метод, який за вхідним спектром радіосигналу має надати інформацію про ступінь впливу завад від стороннього джерела радіовипромінювання, рівня електромагнітного поля сигналу та завантаженості частотної смуги. За його допомогою можна буде здійснювати калібрування і тестування радіоприймачів та іншого радіообладнання.

Структура системи

Система складається з апаратної та програмної частин. Структура пристрою наведена на рис. 3 і складається з тюнера, за допомогою якого можна перенастроювати скановані частоти. Подальша обробка здійснюється в блоці ADC, де сигнал оцифровується та надходить на вузол обробки DSP, в якому формуються спектральні коефіцієнти сигналу за допомогою алгоритму швидкого перетворення Фур'є. Результати роботи передаються на комп'ютер через протокол TCP/IP, де здійснюється подальший їх аналіз.

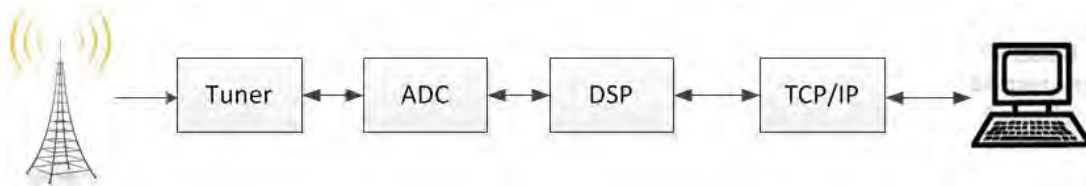


Рис. 3. Структура системи

Основне завдання програми на комп'ютері полягає в правильному налаштуванні пристрою, а саме налаштуванні тюнера на правильну частоту, заданні частоти дискретизації ADC, правильному підборі фільтра та склеюванні панорами вхідного сигналу.

Метод визначення частот

Визначення конкретних частот з панорами здійснюється за допомогою таких кроків:

- Отримання даних з джерела випромінювання. Оскільки фільтр тюнера має неоднорідну характеристику, то його переналаштування здійснюється з перекриттям. Завдяки цьому вдається зменшити подавлення сигналу на крайніх точках фільтра.
- Над отриманим блоком даних здійснюється перетворення Фур'є з виконанням потрібної кількості усереднень для зменшення амплітуди шуму.
- Відповідно до одержаних даних з урахуванням перекриття тюнера виконується склеювання панорами.
- Для зменшення випадкових значень у спектрі спочатку використовується алгоритм ковзаючого середнього [1].

$$y(t) = \sum_{r=-q}^{+s} a_r x_{t+r},$$

де сума ваг a_r дорівнює 1.

- Визначення несучих частот полягає у порівнянні близько розташованих один від одного відліків. Якщо різниця досягла певного порогу, можна стверджувати, що знайдено початкову частоту несучої. Аналогічно знаходять кінцеву частоту рис. 2. На основі двох значень можна знайти центральну частоту та ширину смуги сигналу.

Результат записується у відповідну таблицю і пошук продовжується, поки не буде досягнуто кінця панорами (рис. 5).

На рис. 4 показано панораму спектра вхідного радіосигналу, де виділяються окремі несучі частоти різної ширини та висоти, а також визначається SNR.

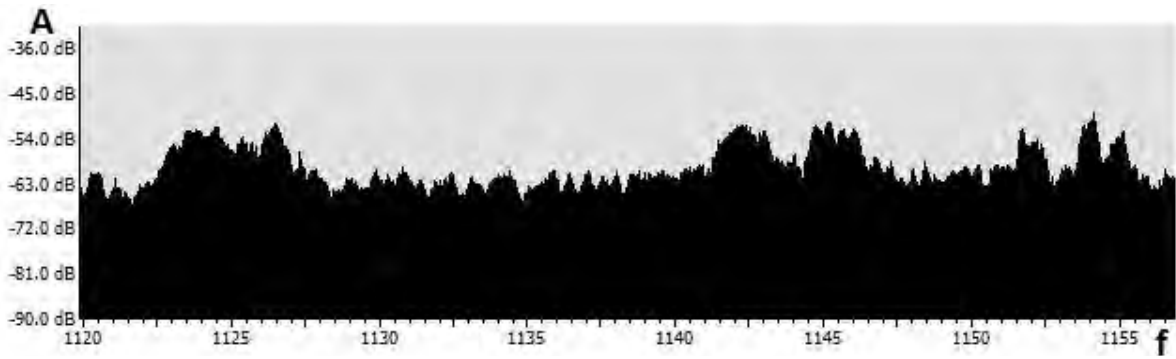


Рис. 4. Спектральна панорама

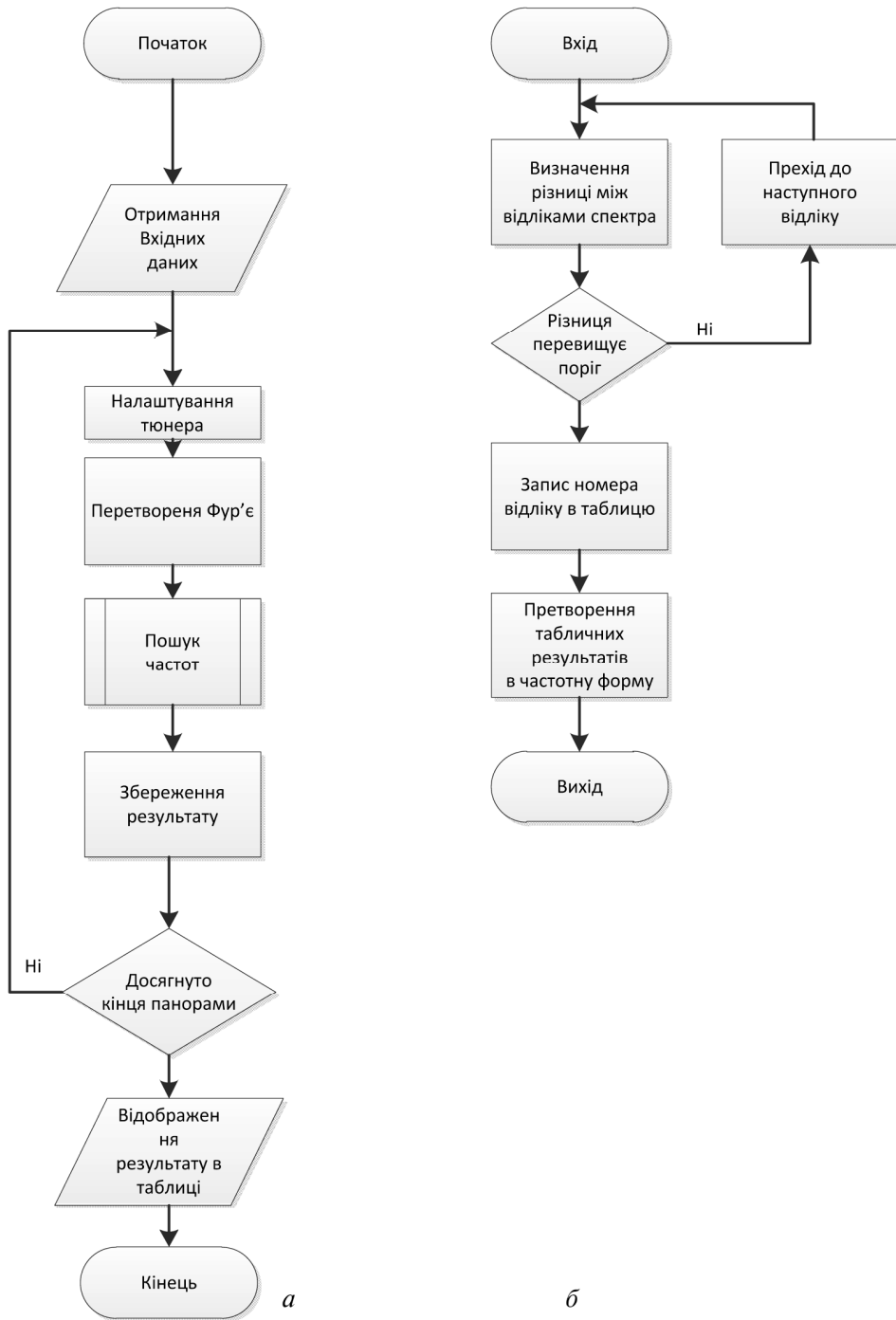


Рис. 5. Схема алгоритму пошуку частот: а – загальний алгоритм; б – алгоритм пошуку частот

Тестування проведено на вхідному сигналі з частотами від 1ГГц до 1,6 ГГц. Для перетворення Фур'є взято 16384 точки та усереднення 128. Результат роботи відображено у вигляді таблиці, поданої на рис. 6.

#	Frequency detected(MHz)	Band with(MHz)	Spectrum Energy(dB)
4	1003.953369	0.317078	0.436733
5	1007.124207	0.951233	3.797829
6	1028.812622	17.693176	5.911350
7	1104.024414	0.126831	0.554302
8	1113.283203	1.395142	4.808899
9	1160.401611	5.707397	4.628994
10	1194.012207	0.126831	1.201935
11	1584.466797	0.824463	5.230301
12	1586.179077	0.317017	2.020992
13	1589.413330	0.507446	0.952103
14	1591.188965	0.380493	0.573135
15	1632.663208	2.853760	3.325451

Рис. 6. Результат тестової програми

Висновки

1. Запропоновано структурну схему пристрою сканування частот.
2. Запропоновано метод, який дає змогу виконати пошук частот за їхнім спектром.
3. Система дає можливість виконувати сканування у заданому діапазоні частот із заданою роздільною здатністю та кількістю усереднень для забезпечення необхідної точності.

1. *Ifeachor E., Digital signal processing. A practical approach \ E. Ifeachor, B. Jervis, 2004.*
 2. *Lyons R.G. Understanding Digital Signal Processing., 2010.* 3. *Steven W.S. The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing., 1999.* 4. *Программа сбора и обработки данных эфирного радиоконтроля PC-157 [Електронний ресурс] //IT системи для задач радіомоніторингу и управління частотним спектром: [сайт] / Radio Soft. – Режим доступа: <http://www.ooradiosoft.narod.ru/rs157.html>. Сайт обновлен 2002 г.* 5. *Центральный пост радиомониторинга (PM-2500-E) [Електронний ресурс] // IT системи для задач радіомоніторингу и управления частотним спектром:[сайт]/RadioSoft. – Режим доступа: <http://www.ooradiosoft.narod.ru/rm2500E.html>. Сайт обновлен 2002 г.* 6. *MS-8118/G3 Multichannel Radio Monitoring System[Електронний ресурс] //WinRadio.: [сайт]/RadioSoft. – Режим доступа: <http://www.winradio.com/home/ms8118-g3.htm>* 7. *WR-G305i [Електронний ресурс]//WinRadio.: [сайт]/RadioSoftРежим доступа: <http://www.winradio.com/home/g305i.htm>* 8. *MS-8323[Електронний ресурс] //WinRadio.: [сайт]/RadioSoft. – Режим доступа: <http://www.winradio.com/home/ms8323.htm>.*