

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРНОГО ПОРТАТИВНОГО ВИМІРЮВАЧА КОЕФІЦІЄНТА СТОЯЧОЇ ХВИЛІ З ПЕРЕДАЧЕЮ ДАНИХ ПО БЕЗДРОТОВОМУ КАНАЛУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розроблено схему для вимірювання коефіцієнта стоячої хвилі антено-фідерної системи та передачі результату по бездротовому каналу в реальному часі, що дозволило налаштовувати антену безпосередньо в місці встановлення. Обрано схему включення коаксіального кабелю в коло вимірювання і відповідно схему генерування напруги пропорційної коефіцієнту стоячої хвилі.

Ключові слова: коефіцієнт стоячої хвилі, мікроконтролерний вимірювач, передача по бездротовому каналу.

Abstract

A scheme was developed for measuring the antenna-feeder system standing wave gain and transmitting the result via a wireless channel in real time, which allowed the antenna to be tuned directly at the installation site. The scheme of inclusion of a coaxial cable in the circle of measurement and, accordingly, the scheme of generation of voltage proportional to the standing wave coefficient is chosen.

Keywords: Standing wave ratio, microcontroller meter, wireless transmission.

Вступ

При встановленні антени необхідно слідкувати за величиною коефіцієнта стоячої хвилі, щоб забезпечити максимальний прийом або передачу корисного сигналу. При цьому вимірювати КСХ необхідно в точці живлення антени, яка фізично може бути віддалена від антени на відстань, що навіть за умов прямої видимості, вносить обмеження на використання систем які виводять інформацію на вбудований елемент відображення або у комп'ютери з операційними системами Windows чи Linux, з використанням спеціалізованого програмного забезпечення [1 – 3].

Результати дослідження

Для вимірювання коефіцієнта стоячої хвилі можуть використовуватися різні схеми і принципи. Наприклад: вимірювач на коаксіальному кабелі, мікросмужковій лінії або трансформаторі струму [1]. Мікросмужкова лінія і коаксіальний кабель працюють за схожим принципом, тобто паралельно сигнальному провіднику розташовані дві вимірювальні лінії одна вимірює амплітуду прямої інша відбитої хвилі, і КСХ визначається за формулою (1) [4]

$$КСХ = \frac{A_f + A_r}{A_f - A_r}, \quad (1)$$

де A_f – амплітуда прямої (forward) хвилі, A_r – амплітуда (reflected) відбитої хвилі.

З виразу (1) випливає зв'язок КСХ з модулем коефіцієнта відбиття $|\Gamma|$ по напрузі ($|\Gamma_U| = U_r/U_f$) або по струму ($|\Gamma_I| = I_r/I_f$):

$$КСХ = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}. \quad (2)$$

Базову діаграму до виразів (1), (2) наведено на рис. 1 [5]

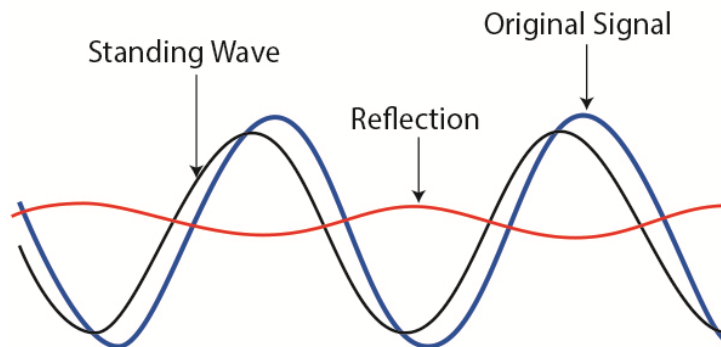


Рис. 1. АЧХ стоячої хвилі

Ці методи характеризуються хорошою точністю вимірювання [6]. Але їх недоліками є низька чутливість, яка до того ж залежить від частоти. Не залежить від частоти чутливість вимірювача КСХ на трансформаторі струму. Також його конструкція простіша, вона полягає в тому, що коаксіальний кабель проходить через феритове кільце на яке також намотана вторинна вимірювальна обмотка. Визначення значення КСХ відбувається також за формулою (1). Також до переваг даного вимірювача можна віднести точність та можливість працювати з фідерами хвильовим опором 50 Ом і 75 Ом, без зміни топології чи номіналів схеми [7]. Проте недоліками є потреба наявності в схемі балансованих елементів, частіше всього це підстроювальні конденсатори. В даному випадку для вимірювача коефіцієнта стоячої хвилі, структурна схема якого представлена на рис. 2, був використаний мостовий вимірювач опорів. Даний метод володіє достатньою точністю для використання в основній масі випадків, в порівнянні з іншими методами він має високу чутливість яка в широких межах не залежить від частоти, тобто нам не потрібно транслювати відносно велику потужність в фідер. Ще вимірювальний міст має просту конструкцію [8, 9].

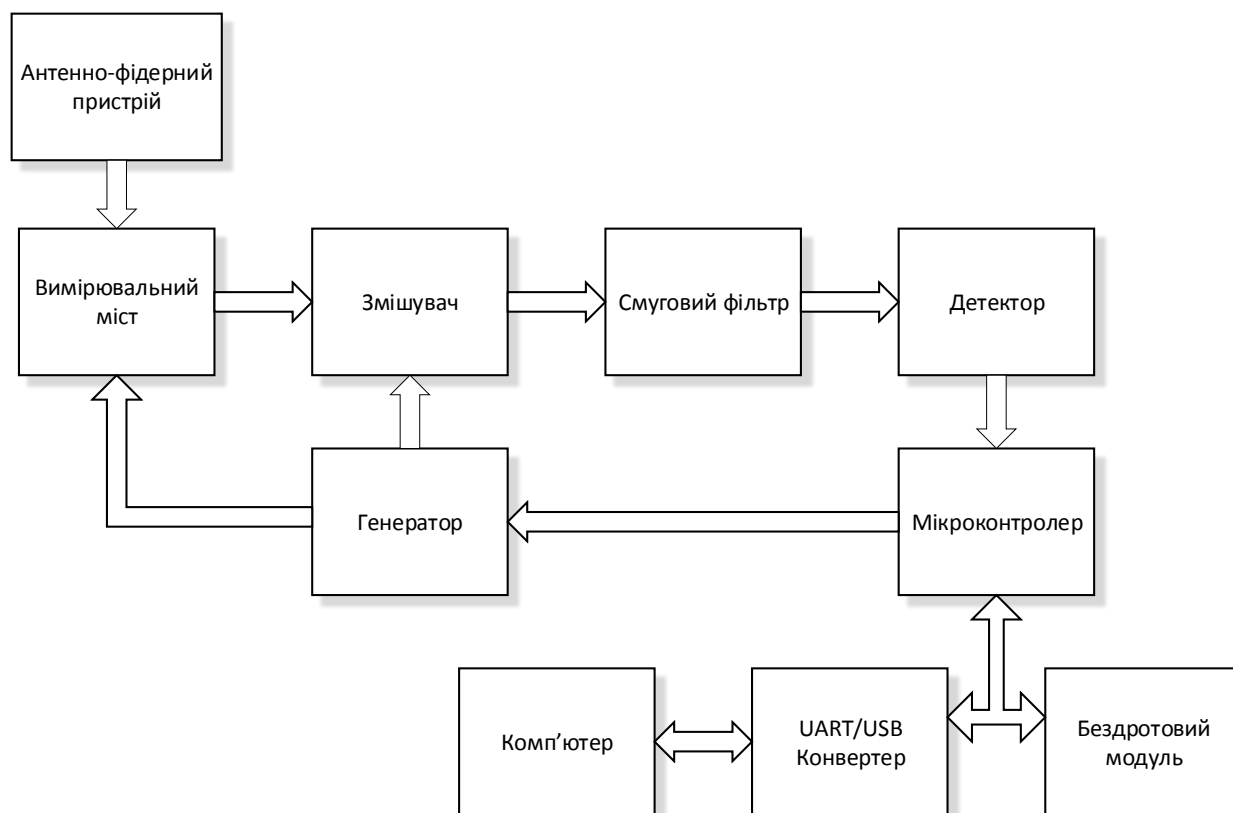


Рис. 2. Структурна схема вимірювача коефіцієнта стоячої хвилі

Коаксіальний фідер з одного боку кріпиться до антени, а з іншого до вимірювального мосту. Генератор підключається до однієї діагоналі мосту, і формує сигнал синусоїдальної форми на частоті на якій необхідно виміряти характеристику. До іншої діагоналі мосту приєднується змішувач, який тактується іншим виходом генератора, він підсилює різницю між плечами мосту і формує проміжну частоту. Далі сигнал фільтрується смуговим фільтром, що забезпечує вибірковість за сусіднім каналом. Відфільтрований сигнал потрапляє на детектор який формує постійну напругу, вона в свою чергу пропорційна величині КСХ і обробляється мікроконтролером. Також мікроконтролер керує генератором, щоб на одному виході формувався сигнал частотою на якій відбувається вимірювання, а на іншому виході сигнал частотою при якій сформована змішувачем проміжна частота потрапить в смугу пропускання смугового фільтру. Опрацьовані данні мікроконтролер відправляє через шину UART, з цієї шини данні одразу потрапляють і на бездротовий модуль, який передає дані на мобільний телефон, і на конвертер який служить для підключення пристрою до комп'ютера, також за необхідністю, інформація може відображатись на семисегментному індикаторі [10].

Висновки

Встановлено, що завдяки використанню рішень представлених в даному дослідженні вдалося мінімізувати габарити та енергоспоживання кінцевого приладу, що зробило його досить портативним. Також впроваджена система бездротового зв'язку полегшила налаштування антенно-фідерного тракту та задовольняє необхідність в налаштуванні антени на місці встановлення і необхідність вимірювання КСХ в точці живлення фідеру.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Waleed Ahmed Al Garidi, Norsuzlin Bt Mohad Sahar, Rozita Teymourzadeh, "Planar dipole antenna design at 1800MHz Band using different feeding methods for GSM," 2012 10th IEEE International Conference on Semiconductor Electronics (ICSE), 19-21 Sept. 2012, DOI: 10.1109/SMElec.2012.6417208.
2. Кофанов В. Л. Лабораторний практикум з цифрових пристроїв на основі САПР Quartus II [Текст] : навчальний посібник / В. Л. Кофанов, О. В. Осадчук, Д. В. Гаврілов. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2007. – 167 с.
3. Кофанов В. Л. Лабораторний практикум з дослідження цифрових пристроїв на основі САПР MAX+PLUS II [Текст] : лабораторний практикум / В. Л. Кофанов, О. В. Осадчук, Д. В. Гаврілов. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 200 с.
4. Joseph J. Carr, George W. Hippisley. Practical Antenna Handbook 5/e [Text] / Joseph J. Carr, George W. Hippisley, McGraw-Hill Education TAB, 5th ed., 784 p., 2011. ISBN: 978-0071639583.
5. Derren Oliver, Back to Basics in Microwave Systems: Return Loss and VSWR, October 7, 2014.
6. Filinyuk, N.A. and Gavrilov, D.V. Parameters determination of physical equivalent circuit of Schottky dual-gate MESFET. *Известия Vysshikh Uchebnykh Zavedenij. Radioelektronika.* 2004. vol. 47, n. 11, pp. 71-75.
7. Воловик А. Ю., Гаврілов Д. В., Семенов А. О., Шутило М. А., Червак О. П. Сигнали та процеси в радіотехніці: лабораторний практикум Сигнали та процеси в радіотехніці : лабораторний практикум / Ю. М. Воловик, Д. В. Гаврілов, А. О. Семенов [та ін.]. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 97 с.
8. Гаврілов Д. В. Осадчук О. В., Звягін О. С. Основи комп'ютерного проектування та моделювання РЕА. Частина 1 : лабораторний практикум / Д. В. Гаврілов, О. В. Осадчук, О. С. Звягін. - Вінниця : ВНТУ, 2015. – 99 с.
9. Гаврілов Д. В., Звягін О. С., Осадчук О. В., Савицький А. Ю. Основи комп'ютерного проектування та моделювання РЕА. Частина 2 : лабораторний практикум / Д. В. Гаврілов, О. С. Звягін, О. В. Осадчук, А. Ю. Савицький. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 104 с.
10. Басич Б.В., Гаврілов Д.В., Белов О.Е., Ситай Ю.В. Дешифратор семисегментного коду в унітарній. Пат. 108579 Україна, МКИ Н03М 13/00, Н03М 7/00. №u201600023; Заявл. 04.01.2016; Опубл. 25.07.2016, Бюл.№ 14/2016. – 5 с.

Гаврілов Дмитро Володимирович — канд. техн. наук, доцент кафедри радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email: havrilov@vntu.edu.ua

Пяста Віктор Ігорович — студент групи РТ-17мс, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email: rt17ms.piasta@gmail.com.

Havrilov Dmytro — Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Radio-Frequency Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: havrilov@vntu.edu.ua

Piasta Viktor — student of the faculty of infocommunications, radioelectronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: rt17ms.piasta@gmail.com.