

МОДЕЛЮВАННЯ ПАСИВНОГО ІМІТАТОРА ЗАКЛАДНИХ ПРИБОРІВ З ФЛУКТУЮЧИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Бурковський Я. Ю., студент, Зінченко М. В., к.т.н.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Для сфери технічного захисту інформації актуальними залишаються питання виявлення закладних пристроїв несанкціонованого доступу до інформації (ЗП). Знаходження ЗП за принципом нелінійної радіолокації реалізується за допомогою спеціальних приладів – нелінійних радіолокаторів (НР). Робота НР пов'язана з розсіюванням радіоелектронними об'єктами з нелінійними властивостями нових спектральних складових, відсутніх у складі зондуючого сигналу (ЗС) [1].

У порівнянні з іншими спеціалізованими приладами (детекторами поля, аналізаторами спектра тощо) НР дозволяє виявляти ЗП, що знаходяться у неактивному стані (відсутнє живлення) та використовують спеціальні технології передачі сигналів (використання декількох несучих частот, складні види модуляції, передача інформації короткою серією після її накопичення в пам'яті пристрою тощо) [1, 2].

У польових умовах щоразу виконується калібрування НР за допомогою штатного імітатора ЗП, який розсіює «стійкий» за параметрами сигнал відгуку. У багатьох випадках штатний імітатор є симетричним вібратором з напівпровідниковим приладом у навантаженні. На практиці під час зондування ЗП, останні часто перевипромінюють сигнал з флуктуючими параметрами, що може слугувати причиною пропуску ЗП. Для зменшення ймовірності таких фактів першочергово необхідно калібрувати НР на флуктуючий сигнал, для чого потрібен відповідний імітатор.

У якості прототипу розглянемо найпростіший у технічному виконанні ЗП – відбивач-модулятор зовнішнього НВЧ сигналу. Принцип його роботи заснований на зміні параметрів розсіяного НВЧ сигналу в залежності від робочої точки нелінійного елемента, що встановлюється напругою модулятора (мікрофона, стетоскопа) та відповідає стану повітряного середовища з наявними звуковими хвилями [2].

Відбивач-модулятор у своєму складі має антену, наприклад, симетричний вібратор, до входу якого паралельно підключений нелінійний елемент (варикап, діод і т.п.) і мікрофон (стетоскоп). Електрорушійна сила (ЕРС), що виникає на кінцях мікрофона, змінює параметри нелінійного елемента. Вхідний опір антени закладного пристрою узгоджений з опором модулюючого кола. Ця умова є необхідною для максимального перетворення енергії зондуючого сигналу в енергію перевипромінених гармонік.

При проходженні моногармонічного НВЧ сигналу через нелінійне коло ЗП, його спектр зазнає нелінійного перетворення, з'являються кратні

частоті діючого сигналу гармоніки. Причому, якщо параметри нелінійного елемента через модулятор залежать від стану зовнішнього повітряного простору, то і параметри цих гармонік (амплітуда та фаза) матимуть ту саму залежність.

Згідно вище сказаного, у польових умовах доцільно виконувати калібрування НР за допомогою резонансного імітатора ЗП на базі симетричного вібратора з напівпровідниковим приладом та модулятором у навантаженні.

Основним завданням моделювання такого імітатора є створення універсальної схемної моделі, оскільки її параметри можуть суттєво змінюватися зі зміною робочої частоти діючого НВЧ сигналу. Така модель повинна перекривати робочий діапазон частот існуючих пасивних ЗП з коефіцієнтом перекриття три та більше.

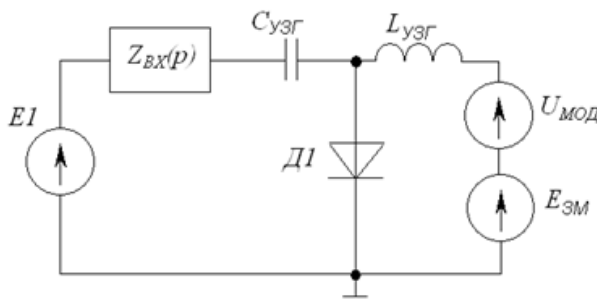


Рисунок 1. Еквівалентна схема імітатора ЗП

На рис. 1 представлена еквівалентна схема імітатора закладних пристроїв з діодом та модулятором у навантаженні, де: $E1$ – джерело високочастотних коливань, нав'язаних зондуєчим сигналом НР; Ezm – джерело зміщення (встановлює робочу точку діода); $Uмод$ – джерело модулюючої напруги; $ДІ$ – напівпровідниковий діод; $Cузг$ – ємність, що компенсує реактивний опір вібратора;

$Lузг$ – блокувальна або узгоджуюча індуктивність, що блокує шунтування високочастотного сигналу через джерело зсуву і модуляції; $Zвх(p)$ – еквівалентний опір симетричного вібратора.

Аналіз такої моделі відноситься до класу нелінійних задач електродинаміки, рішення якої вимагає використання потужних обчислювальних засобів. У той же час існує ряд наближених методів аналізу, що дозволяють знайти прийнятне рішення [3]. Одним з них є квазілінійний метод, що застосовується для аналізу нелінійних кіл при квазігармонічному характері протікаючих в них струмів.

Виконавши розрахунки значення амплітуди наведеної електрорушійної сили (рис. 2) за умови опромінення імітатора ЗП нелінійним радіолокатором на відстані R , довжини хвилі $\lambda=0,3$ м та діючих потужностей $P_1=0,3$ Вт і $P_2=0,6$ Вт зондуєчого сигналу (прийняли, що коефіцієнти підсилення антен НР та антени імітатора рівні 1), встано-

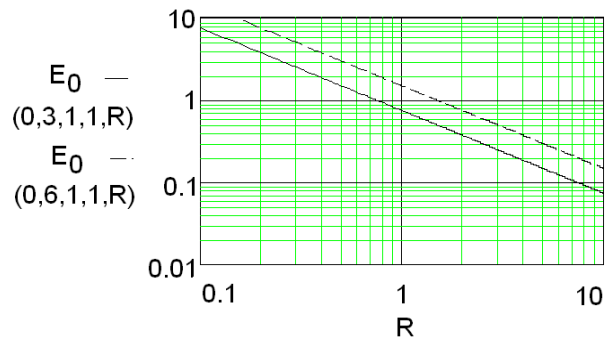


Рисунок 2. Залежність наведеної в імітаторі амплітуди ЕРС від відстані R

вили:

- збільшення коефіцієнта модуляції з одночасним зменшенням рівня зондуючого сигналу спричинить зменшення рівня розсіяного сигналу відгуку;
- збільшення коефіцієнта модуляції призведе до прямо пропорційного збільшення рівня нелінійних спотворень інформаційного сигналу.

Кращий вплив на резонансний імітатор ЗП матиме імпульсний сигнал. Перехід від безперервного до імпульсного ЗС супроводжується виграшем в співвідношенні сигнал/шум на виході приймача НР.

Таким чином, використання резонансного імітатора закладних пристроїв на базі симетричного вібратора з напівпровідниковим приладом та модулятором у навантаженні дозволяє більш якісно налаштувати у польових умовах на ефективну роботу нелінійний радіолокатор. Оскільки запропонований імітатор, на відміну від штатного (без модулятора), розсіює сигнал з флюктуючими параметрами, що характерно для реальних пасивних закладних пристроїв.

Перелік посилань

1. Мусабеков П. М. Нелинейная радиолокация: методы, техника и области применения / П. М. Мусабеков, С. Н. Паньчев // Зарубежная радиоэлектроника. – 2000. – № 5. – С. 54–60.
2. Хорев А. А. Защита информации от утечки по техническим каналам. Часть 1. Технические каналы утечки информации / А.А. Хорев. – М. : Гостехком., 1998. – 311 с.
3. Шифрин Я. С. Анализ антенн с распределенной нелинейностью / Я. С. Шифрин, А. И. Лучанинов, М. А. Омаров // Антенны. – 2000. – №1. – С.70–83.

Анотація

Запропоновано для нелінійних радіолокаторів використовувати резонансний імітатор закладних пристроїв на базі симетричного вібратора з напівпровідниковим приладом та модулятором у навантаженні. Показано, запропонований імітатор, на відміну від штатного (без модулятора), розсіює сигнал з флюктуючими параметрами, що характерно для реальних пасивних закладних пристроїв.

Ключові слова: Нелінійний радіолокатор, закладний пристрій, модулятор

Аннотация

Предложено для нелинейных радиолокаторов использовать резонансный имитатор закладных устройств на базе симметричного вибратора с полупроводниковым прибором и модулятором в нагрузке. Показано, предложенный имитатор, в отличие от штатного (без модулятора), рассеивает сигнал с флуктуирующими параметрами, что характерно для реальных пассивных закладных устройств.

Ключевые слова: Нелинейный радиолокатор, закладное устройство, модулятор

Abstract

It is offered to use for non-linear radars the resonant simulator of mortgage devices on the basis of the symmetric vibrator with the semiconductor set and modulator in loading. It is shown, the offered simulator, unlike standard (without modulator), disperses a signal with fluctuating parameters that is typical for real passive mortgage devices.

Keywords: Non-linear radar, mortgage device, modulator