

УДК 621.396.67

КОМУТОВАНА АНТЕНА ДЛЯ RFID СИСТЕМ

Хохлов Данило

Науковий керівник – к.т.н., доц. Дмитро ГАВВА

email: dmytro.gavva@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРiCTЗi
м. Харків, Україна

The work aims to design and study a switched multi-frequency microstrip antenna of the RFID system, which uses anti-collision procedures based on Frequency Division Multiple Access (FDMA).

Сьогодні у багатьох сферах діяльності людини використовуються різні системи електронної ідентифікації, починаючи від штрих-кодів і біометрії, смарт-карт, закінчуючи системами радіочастотної ідентифікації (RFID-системи). Останні найбільш стрімко розвиваються і знаходять нові сфери застосування: в процесах управління різними технологічними процесами, в транспортній логістиці, у сфері складування, в платіжній системі тощо, і, звичайно ж, у сфері управління і контролю доступу на об'єктах, що охороняються. Електронна RFID ідентифікація, маючи безліч переваг, в порівнянні з іншими засобами ідентифікації, дозволяє: забезпечити декілька рівнів допуску, підтримувати архів дозволів для кожного ідентифікатора, скасовувати дозволи без вилучення ідентифікатора, виконувати автоматичну ідентифікацію без додаткових дій зі сторони користувача і т.д.

Тим не менш, при розгортанні RFID-системи користувачі можуть стикатися з різними проблемами. Однією з найсерйозніших проблем є можлива колізія ідентифікованих даних. Проблема виникає тоді, коли в зону дії системи потрапляє одночасно декілька ідентифікаційних міток і коди, що передаються від них, одночасно приймаються зчитувачем. В результаті чого, останній без спеціальних антиколізійних процедур не може правильно провести процес ідентифікації об'єктів.

Антиколізійні процедури дозволяють не допустити зниження пропускної спроможності безпроводових каналів передачі ідентифікаційних даних до нуля. При цьому деякі процедури (наприклад, SDMA або FDMA – мультидоступи з поділом по простору або частоті, принцип роботи яких показано на рис. 1) для виконання своїх алгоритмів роботи вимагають наявності в системі спеціальних антен з можливістю перебудовувати свої діаграми спрямованості або робочу частоту.

Саме проектуванню та дослідженню однієї з таких RFID-антен зчитувача і була присвячена дослідницька робота.

Ідея полягала в тому, щоб для реалізації антиколізійного алгоритму використати реконфігуровану антену (РА). Під РА розуміють пристрій, у склад якого входять випромінюючі електродинамічні структури (ВЕС) та зосереджені керуючі нелінійні елементи, що дозволяють змінювати розпо-

діл струму в ВЕС і, як результат, характеристики антени.

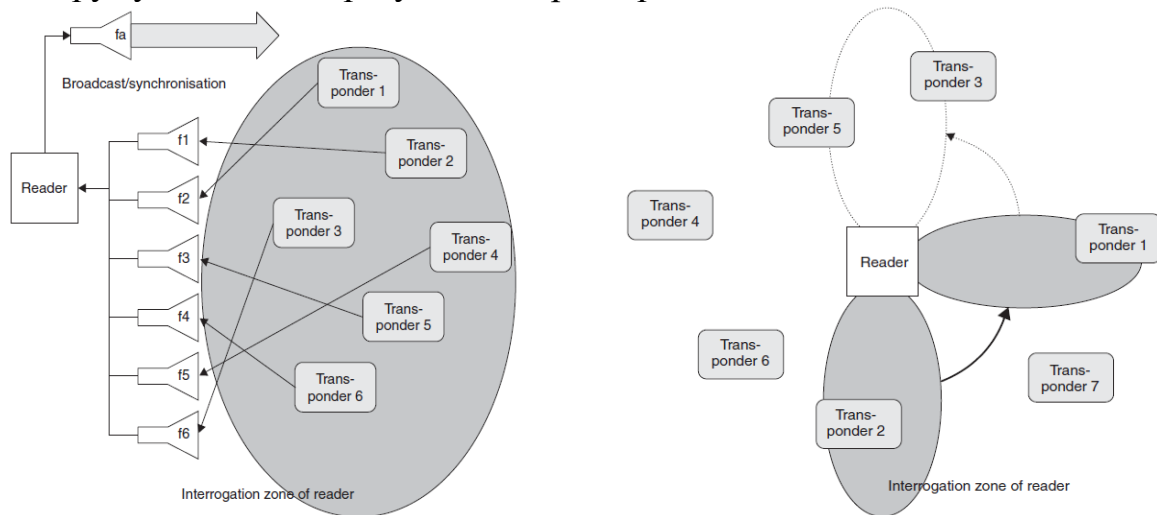


Рис. 1

За основу антени була обрана класична мікросмужкова антена квадратної форми (рис. 2), яка має такі особливості як вузькосмуговість, компактність, конформність, низьку вартість, можливість реалізації лінійної та кругової поляризації тощо і відмінно підходить для побудови радіопристроїв ідентифікації об'єктів.

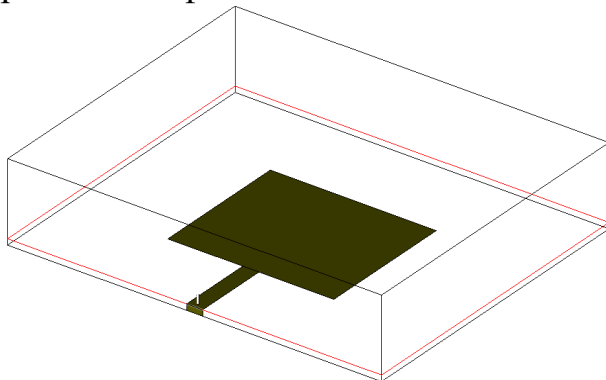


Рис. 2

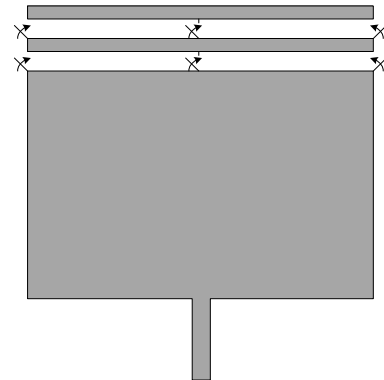


Рис. 3

Для дискретної перебудови антени за частотою до неї додали тонкі смужки металізації впродовж тієї сторони патча, яка протилежна стороні збудження (рис. 3). За допомогою комутаторів ці смужки повинні під'єднуватися до патчу збільшуючи його довжину, а відповідно, і змінюючи робочу частоту антени.

Отже на першому етапі моделювання у структуру антени додавалися металеві перемикачі (елементи з лінійними параметрами, без втрат), що імітували радіоелементи, які відповідним чином замикають струмопровідні елементи антени. Аналізувалися характеристики антени, перебудова антени за частотою. Деякі приклади частотних характеристик антени в залежності від стану замикання струмопровідних смужок біля патчу наведено на рис. 4. Можна побачити зміну частоти в діапазоні 2.35 – 2.46 ГГц, що

можна використовувати для антиколізійних процедур з використанням частотних слотів («частотний» варіант процедури Slotted ALOHA).

Далі замість всіх «ідеальних» комутаторів антени у вигляді перемичок з провідників, в структуру антени встановлювалися «внутрішні порти» – точки, в які можна підключити схеми з зосередженими елементами. У підсумку, в програмі аналізу формувалася антена у вигляді багатополюсника з портами, кількість яких дорівнювала числу нелінійних комутаторів плюс джерело збудження антени.

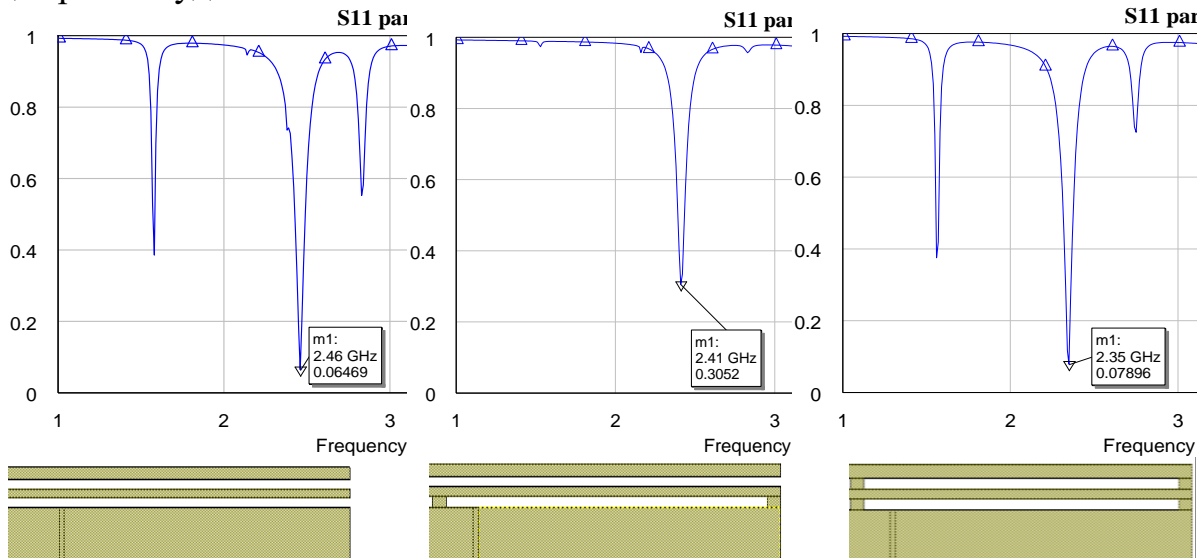


Рис. 4

Нарешті, у багатополюсник підключалися комутатори – нелінійні радіоелементи (або їх еквівалентні схеми) що проводять перерозподіл струму збудження антени. Як елементи комутації були обрані МЕМС – мікроелектромеханічні системи, еквівалентна схема та структура яких показана на рис. 5. Такі комутатори дуже гарно поєднуються з мікросмужковою технологією та мають низьку потужність споживання для керування їх станом.

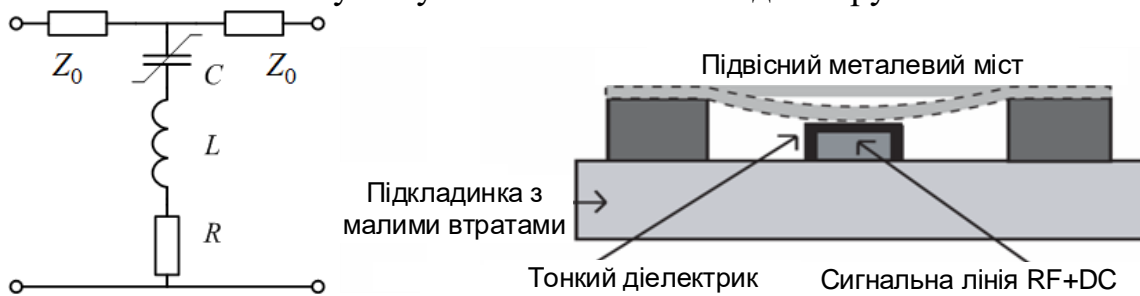


Рис. 5

Моделювання та аналіз в пакеті програм NI AWRDE нелінійних властивостей розрахованої комутованої антени показало, що:

- присутність в електродинамічній структурі радіоелементів з нелінійними властивостями дозволяє розширити функціональні можливості антени. Однак нелінійні характеристики застосовуваних комутаторів при

певних умовах (великої потужності збуджувальних сигналів, великої нелінійної реактивності комутатора, тощо) можуть приводити до суттєвих спотворень оброблюваних сигналів, що дуже важливо в системах безпеки працюючих з цифровими сигналами. Такі спотворення можна побачити на рис. 6, де зображені часові залежності струму (ліворуч) та спектру (праворуч) сигналів в антені при збудженні її гармонійним сигналом;

• наявність в антені нелінійних радіоелементів практично не позначається на їх основних характеристиках з «лінійної групи» характеристик аналізу, наприклад, таких як коефіцієнт стоячої хвилі і т.д.

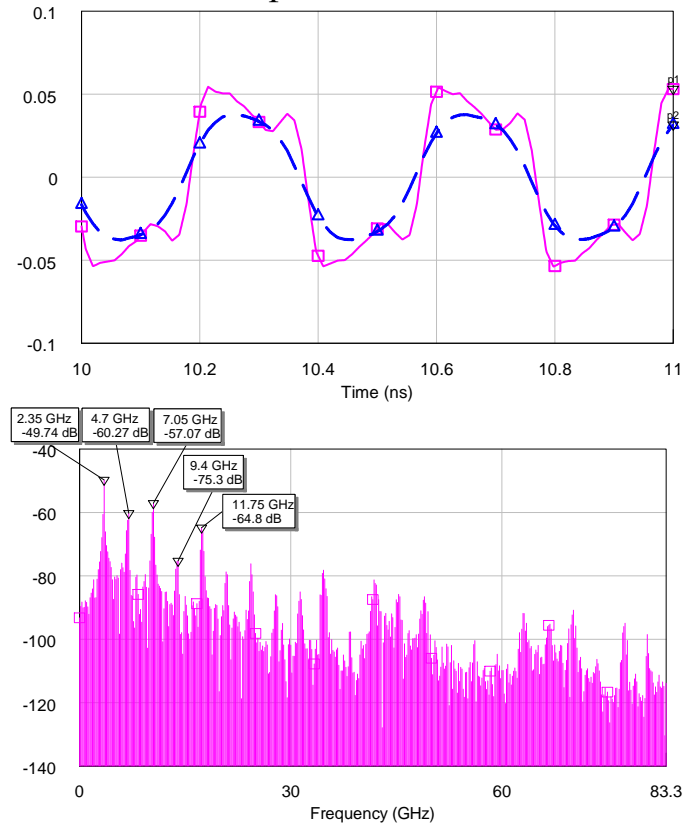


Рис. 6

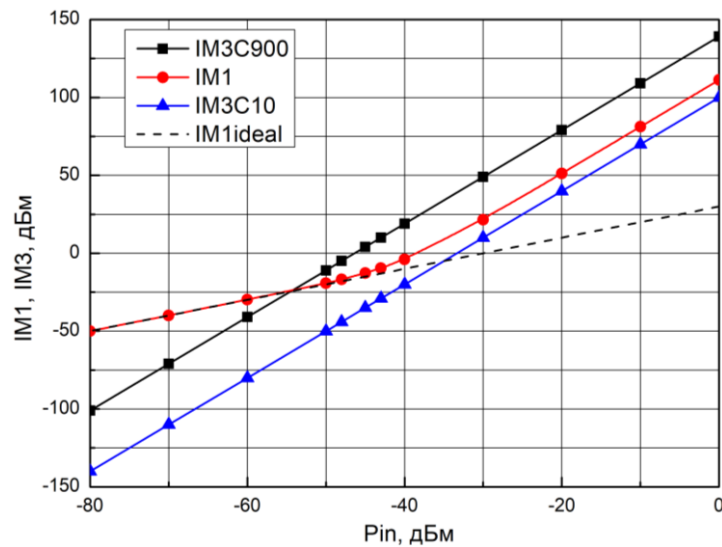


Рис. 7

- спотворення сигналів можуть виникати як при одночастотному, так і багаточастотному впливі (наприклад, інтермодуляційні спотворення при впливі сигналу і завади, що мають схожі частоти);

- рівень нелінійних спотворень залежить від ряду параметрів. В першу чергу від значення нелінійної ємності комутатора, рівня вхідного впливу, кількості комутаторів в структурі, частотного діапазону роботи пристрою, напруги зміщення (керування комутаторами). Для прикладу, на рис. 7 показано інтермодуляційні характеристики антени в залежності від потужності, яка подається в антену.

- отримані при дослідженнях реконфігурованої антени результати та застосовувана при цьому методика проведення числових досліджень дозволяють здійснювати прогнозування нелінійних спотворень в системах передачі даних, викликаних присутністю в них нелінійних елементів різних типів, як електромеханічних, так і напівпровідникових.