

УДК 621.396.67 : 621.396.946

Фурманова Н.І.¹, Онуфрієв М.С.², Соколов М.О.³

¹ канд. тех. наук, доц., декан ФІБЕК НУ «Запорізька політехніка»

² асп. гр. А-172.13 НУ «Запорізька політехніка»

³ студ. гр. БК-513м НУ «Запорізька політехніка»

ОПТИМІЗАЦІЯ UHF АНТЕНИ ДЛЯ ПАСИВНОЇ RFID МІТКИ

Сьогодні зростає попит на надійну безпеку та управління активами в різних галузях. Одна з технологій, яка зробила цю концепцію життєздатною, відома як радіочастотна ідентифікація (RFID). Основна система RFID складається з трьох компонентів: носій даних (також званий тегом або транспондером), блок радіосканера (також званий зчитувачем) і антена. У порівнянні з традиційною автоматичною системою ідентифікації (наприклад, штрих-кодами), технологія RFID має багато переваг. При розробці рішення RFID головними міркуваннями є частота роботи, умови навколишнього середовища, загальна вартість, тип міток і спосіб досягнення заданої функції керування перемикачем.

Типова мітка складається з антени та мікрочіпа-передавача з внутрішньою пам'яттю. Антена генерує електромагнітну хвилю до мітки. Енергія електромагнітної хвилі живить мікросхему всередині мітки. Мітка використовує чіп для модуляції збережених даних, і модульовані сигнали відновлюються антеною, а потім надсилаються на блок зчитування для інтерпретації.

Трьома основними моментами дизайну мітки RFID є розмір антени мітки, відповідність імпедансу між антеною мітки та мікросхемою та екологічний фактор продуктивності антени мітки.

Антени є каналами для передачі даних між тегом і зчитувальним пристроєм. Конструкція та розміщення антени відіграє важливий фактор у визначенні зони покриття, дальності та точності зв'язку [1] [2].

Враховуючи умови навколишнього середовища мітки та порівнюючи властивості різних пасивних продуктів RFID на відкритому ринку, UHF RFID вирішено використовувати в рішенні UHF RFID (865 - 868 МГц).

Пасивна мітка UH113-MZ3 [3] розроблена компанією LAB-ID. Мітка має 96-бітну пам'ять EPC і оптимізовану продуктивність при прикріпленні до різних неметалевих матеріалів. Він також має дуже малий форм-фактор і хороший діапазон читання.

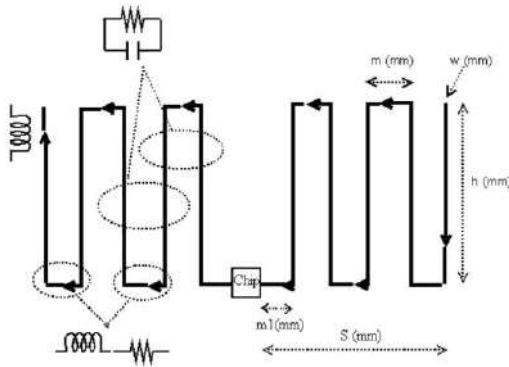


Рисунок 1 - Геометрія меандрової антени з кількома нерівними поворотами

У програмах RFID вхідний опір чіпа більше не становить 50 Ом або 75 Ом. Загалом, значення опору мікросхеми становить менше 100 Ом, а її реактивний опір становить від -300 Ом до -100 Ом. Це означає, що розроблений імпеданс антени-мітки також має бути комплексним значенням [4]. Складно розробити антену, яка матиме складний вхідний опір із такими обмеженнями, як малий розмір, низька вартість тощо.

Як запропоновано в [5], складаючи плечі дво полюсної антени вздовж звивистої траєкторії, створюється конфігурація дроту з розподіленими ємнісними та індуктивними реактивними опорами, які глобально впливають на вхідний опір антени, див. рис. 1. З цього рисунка ми помічаємо, що як ємнісний, так і індуктивний реактивний опір взаємно компенсуються. Струми на суміжних вертикальних сегментах антени мають протилежні фази. Ці струми не виробляють жодної цінної випромінюваної потужності, за винятком втрат потужності та накопичення електричної енергії. Отже, резонансні частоти набагато нижчі, ніж у випадку прямого диполя такої ж довжини структури, за рахунок вузької смуги пропускання та низької ефективності. Горизонтальні лінії антени в основному контролюють опір випромінювання. На значення радіаційного опору впливає загальна горизонтальна ширина антени відносно резонансної довжини хвилі.

Щоб досягти бажаного опору антени, дуже важлива геометрична конфігурація меандрової антени.

Щоб досягти бажаної резонансної частоти, на яку впливають вказані вище параметри, використовується наступна методологія. Спочатку ми припустимо початкову модель. Розміри антени потрібно мінімізувати до 43 мм $\times$ 43 мм. При тій самій довжині конструкції 43 мм резонансна частота дипольної антени напівхвилі становить майже 3,5 ГГц, що набагато вище бажаної частоти 866,5 МГц. І ми також знаємо, що довжина половинної довжини хвилі дипольної антени на 866,5 МГц становить майже 173 мм. Отже, щоб зменшити резонансну частоту і зробити розмір малим, початкова кількість витків має бути достатньо великою. Встановлюється $N = 8 \times 2$. Довжина горизонтальних відрізків дорівнює один одному, $m = 1$ мм. Висота $h = 19$ мм. Навантажене положення $m1 = 1$ мм.

По-друге, три значення ($N = 16$ мм, $m = 1$ мм, $m1 = 1$ мм) є фіксованими. Нефіксована h змінюється в діапазоні від 14 мм до 24 мм. Результат моделювання показано на рис.2. Виявляємо, що при $h = 18,8$ мм імпеданс близький до бажаного значення.

І згідно з наведеним вище висновком, імпеданс також залежить від довжини горизонтальних сегментів. Тому всі інші параметри, крім довжини горизонтальних відрізків, фіксовані ($h = 18,8$ мм, $N = 16$, $m1 = 1$ мм), а структура витків більше не є регулярною. У дизайні ми моделюємо три різні довжини ($W1$, $W2$ і $W3$) замість однакової довжини (m). Структура така, як на рис.3. $W2$ дорівнює 2 мм. $W1$ змінюється з 2 мм на 4 мм, а $W3$ змінюється з 4 мм на 6 мм.

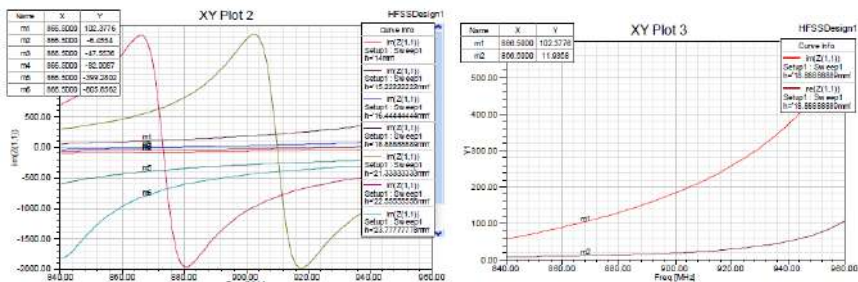


Рисунок 2 - Ліворуч наведено результат моделювання HFSS імпедансу антени від $h = 14$ мм до 24 мм; праворуч – результат моделювання при $h = 18,8$ мм

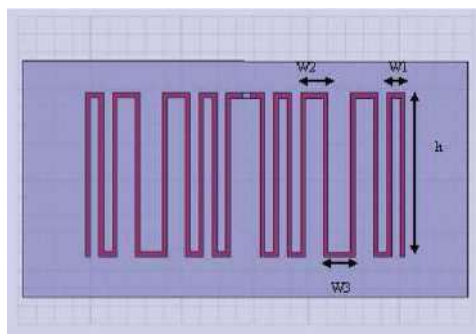


Рисунок 3 - Модель HFSS

Antenna Parameters:			
	Quantity	Value	Units
	Max U	0.0043691	W/sr
	Peak Directivity	1.5095	
	Peak Gain	0.78666	
	Peak Realized Gain	0.0073052	
	Radiated Power	0.036373	W
	Accepted Power	0.069794	W
	Incident Power	7.5158	W
	Radiation Efficiency	0.52115	

Рисунок 4 - Параметри антени

Змодельовані та проаналізовані результати показують задовільні зворотні втрати та ширину смуги. Змодельована діаграма спрямованості добре узгоджується з діаграмою типової планарної дипольної антени.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Dr. P Sanghera, RFID+ Study Guide and Practice Exam, Syngress Publishing, Inc. 2007
2. B. Manish, M. Shahram, RFID Field Guide: Deploying Radio Frequency Identification Systems, Prentice Hall PTR, 2005
3. Lab-id, data sheet of the passive RFID tag UH113, <http://www.lab-id.com/datasheet/inlay UHF/UH600.pdf>
4. P R. Foste, R. A. Burberry; Antenna problems in RFID systems, IEE Colloquium On RFID Technology, 1999
5. G Marrocco, Gain-Optimized Self-Resonant Meander Line Antennas for RFID Applications, IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, 2003