

**ПРОЕКТУВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АНТЕНИ PIFA ДЛЯ
ЗЧИТУВАЧА RFID СИСТЕМ. Частина 2: вплив екрану на ДС та
модифікація антени**

Чемісов А.Ф., Ніколов Т.П.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Гавва Д.С.

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

e-mail: dmytro.gavva@nure.ua

The purpose of the work is to design and study a compact microstrip PIFA antenna for an RFID system reader.

Радіочастотна ідентифікація (RFID – Radio Frequency Identification) – це технологія, що стрімко розвивається та щорічно значно розширює масштаб і області застосування в нашому сучасному житті. Над удосконаленням елементів RFID систем на поточний момент працюють тисячі інженерів та науковців. Значні зусилля при цьому спрямовані на вдосконалення антенних конструкцій, як важливого елемента, характеристики якого впливають на експлуатаційні показники всієї системи в цілому.

Конструкцією використовуваних антен зчитувального пристрою і радіочастотних міток визначаються максимальна дистанція реєстрації радіочастотних міток, форма і розміри ідентифікаційної зони, надійність реєстрації міток і захист від небажаних читань поза зоною реєстрації.

Використовувані конструкції антен істотно залежать від діапазону частот, в якому здійснюється безконтактна передача даних. На даний момент найбільш активно проходить розвиток RFID систем, що працюють в УВЧ діапазоні частот. Це обумовлено низкою факторів, що вигідно відрізняють системи даного типу від RFID систем НЧ і ВЧ діапазонів, які отримали популярність дещо раніше. Серед основних факторів можна виділити істотно збільшену дистанцію реєстрації та швидкість обміну інформацією між зчитувальним пристроєм і радіочастотною міткою, а також можливість одночасної реєстрації великої кількості міток. У зв'язку з підвищеним інтересом до RFID систем УВЧ діапазону стала актуальною задача розробки та оптимізації характеристик антен для зчитувальних пристроїв і радіочастотних міток, що використовуються в даних системах.

Тому, у першому докладі про проведені дослідження були поставлені та частково вирішені наступні цілі: аналіз точності аналітичних моделей для розрахунку основних характеристик PIFA антени; оцінка можливості використання конструкції PIFA (рис. 1) для настільних терміналів RFID систем УВЧ діапазону; визначення оптимальних розмірів елементів антени з урахуванням вимог, що пред'являються областю застосування конструкції антени.

У цьому докладі, наступній частині роботи, проведена оцінка впливу розмірів екрану на діаграму спрямованості (ДС) антени. Оскільки проведення даних розрахунків на основі аналітичної моделі істотно ускладнюється, то аналіз проводився з використанням даних електродинамічного моделювання у програмі HFSS.



Рис. 1

Мінімальні початкові розміри екрану при цьому були встановлені рівними $L_{ек} = W_{ек} = L + 6 \cdot h$ (рис. 1). Як граничне значення була обрана величина $L_{ек} = W_{ек} = \lambda/2 = 170$ мм. Вважалося, що аналіз антени з екраном, що перевищує зазначені розміри, сенсу не має, оскільки в

цьому випадку конструкція вже не буде відповідати габаритам мобільного терміналу зчитувача RFID системи.

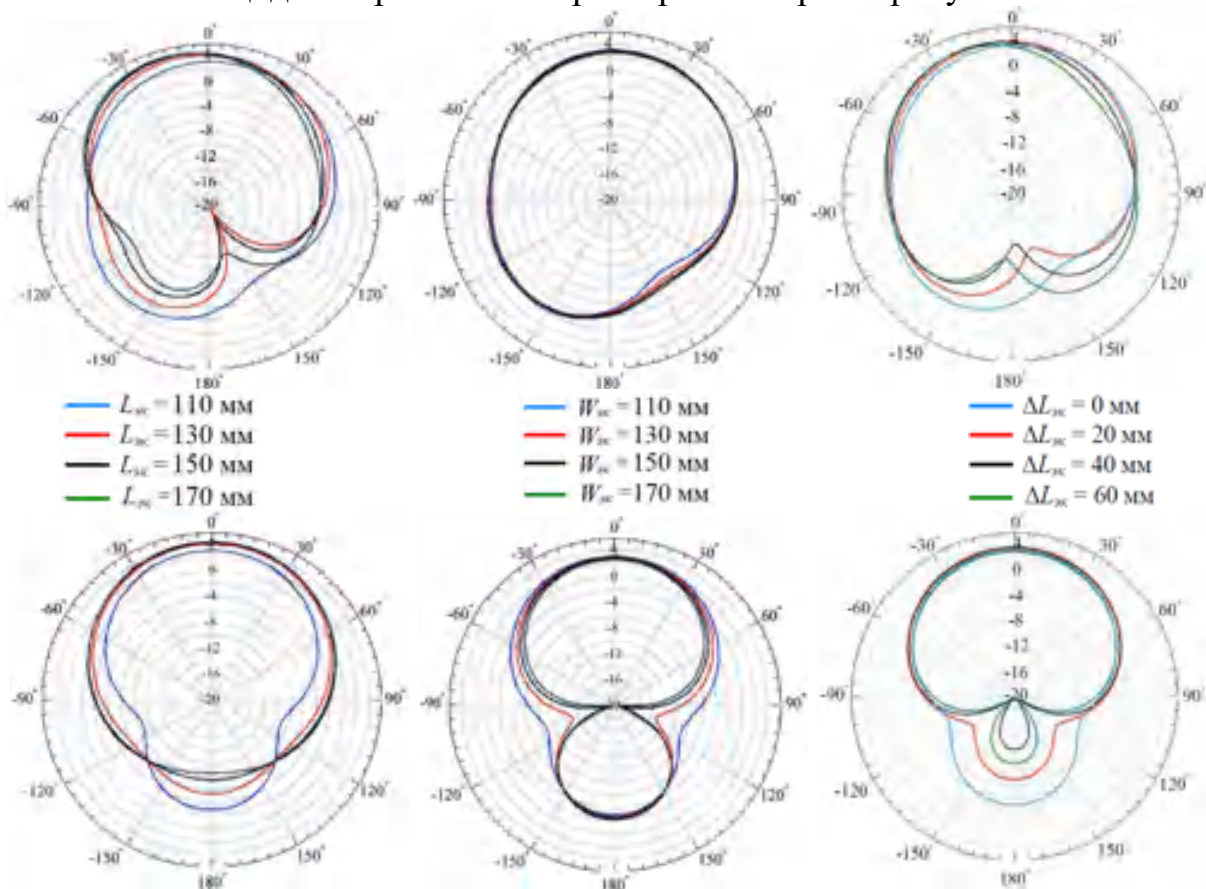
На рис. 2 наведені ДС антени в базових площинах при різних розмірах екрану. Розглядаючи отримані дані можна відзначити, що збільшення довжини екрану зменшує рівень заднього пелюстка, але ДС залишається несиметричною відносно центральної осі випромінювання антени. У той же час, збільшення ширини екрану зменшує рівень бічного випромінювання антени, але практично не впливає на рівень заднього пелюстка.

З точки зору сфери застосування даної конструкції в області електронної ідентифікації, кращим є досягнення мінімального випромінювання антени з боку екрану та симетричність ДС. У той же час суттєве збільшення розмірів конструкції за рахунок збільшення розмірів екрану є небажаним. Виходячи з цього, було прийнято рішення не збільшувати ширину екрану. Щодо ж коригування його довжини було зроблено припущення про можливість придушення заднього пелюстка і отримання більш симетричної ДС за рахунок збільшення довжини екрану тільки з замкнутого боку випромінювача $\Delta L_{ек}$ (рис. 1).

Результати моделювання даного варіанту конструкції наведено на рис. 3 (залежність ДС РІФА від довжини екрану $\Delta L_{ек}$: а) в площині XZ ($\varphi = 0^\circ$); б) в площині YZ ($\varphi = 90^\circ$). $L = W = 79,5$ мм, $l_2 = 17$ мм, $L_{ек} = W_{ек} = 110$ мм).

В результаті видно, що оптимальна, з точки зору симетрії та мінімального рівня бічних пелюстків ДС досягається при збільшенні довжини екрану з боку замикаючої стінки $\Delta L_{ек} = 40$ мм. Однак якщо порівнювати отриману ДС з ДС на рис. 2 для аналогічної довжини всього екрану

($L_{ек} = 150$ мм), то видно, що рівень заднього пелюстка останньої нижче на 2 дБ. Таким чином, при подальших розрахунках та оптимізації конструкції для практичного застосування перевага віддається структурі з пропорційно збільшеними щодо випромінювача розмірами сторін екрану.



Залежність ДС від довжини екрану $L_{ек}$

Залежність ДС від ширини екрану $W_{ек}$

Залежність ДС від ширини екрану $\Delta L_{ек}$

Рис. 2

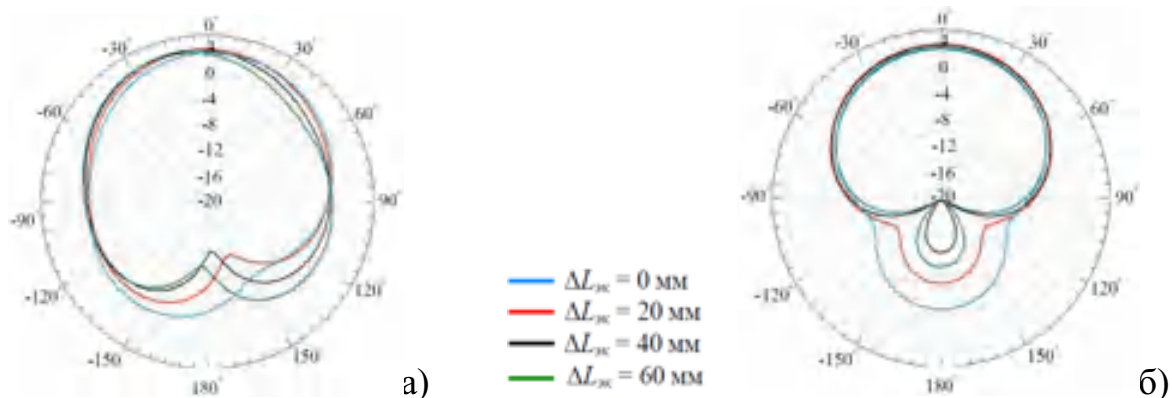


Рис. 3

В спроектованій антені можна реалізувати деякі модифікації конструкції, наприклад: • зменшити ширину випромінювача та екрану з метою отримання можливості розміщення антени в найкращому з доступних типорозмірів корпусу; • додати вирізи в екрані антени з метою розширення

смуги робочих частот. Ці модифікації також покликані забезпечити компенсацію втрати узгодження з лінією живлення при можливому зсуві резонансної частоти антени через неточності виготовлення конструкції.

Отже конструкція антени з зазначеними модифікаціями має наступні розміри $L = 76,5$ мм, $W = 70$ мм, $l_2 = 17$ мм, $L_{ек} = 145$ мм, $W_{ек} = 95$ мм, $l_s = 30$ мм, $w_s = 1$ мм, $s = 19$ мм (рис. 4). Матеріал антени – мідь товщиною 0,5 мм. ДС модифікованої антени показана на рис. 5. Порівнюючи її з ДС для конструкції антени з екраном аналогічної довжини без вирізів (рис. 1, $L_{ек} = 150$ мм), слід зазначити, що рівень заднього пелюстка в ДС збільшився на 2 дБ. Причиною цього, імовірно, є наступні зменшення відносної ширини екрану на 5,5 мм в порівнянні з розміром випромінювача та присутність вирізів в екрані, які можуть бути джерелом паразитного випромінювання.

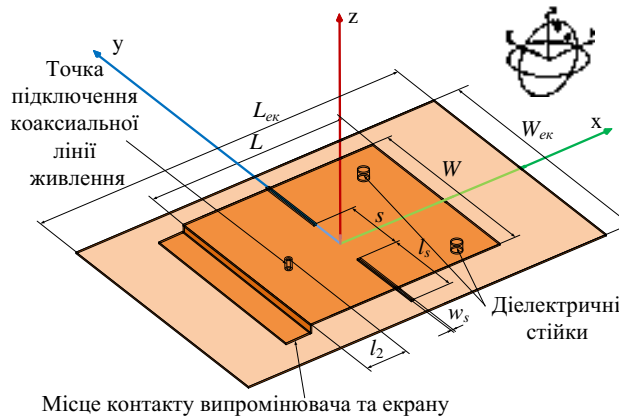


Рис. 4

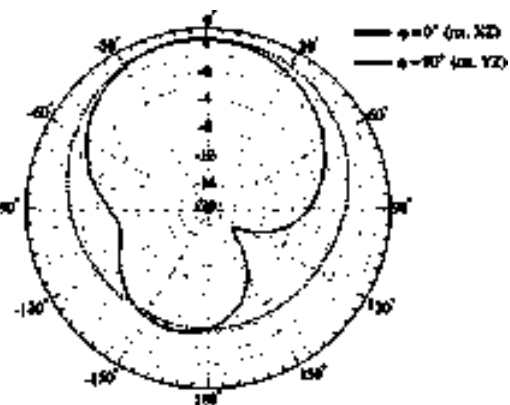


Рис. 5

На рис. 6 наведені розрахункові залежності модуля коефіцієнта відбиття на вході антени.

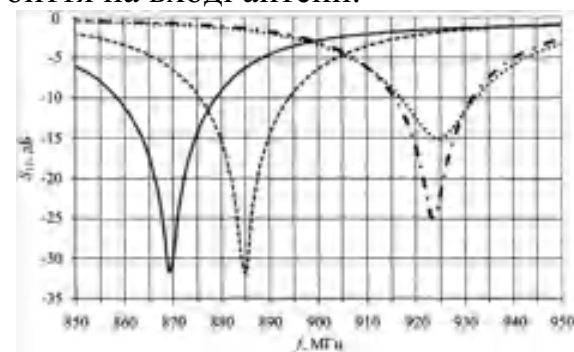


Рис. 6

- антенна з вирізами в екрані, $l_2 = 17$ мм
- - - антенна з вирізами в екрані, $l_2 = 17$ мм та корегованою довжиною випромінювача
- антенна без вирізів в екрані, $l_2 = 17$ мм
- · - · антенна без вирізів в екрані, $l_2 = 15$ мм

Використання вирізів в екрані дозволяє збільшити діапазон робочих частот антени за рівнем $S_{11} = -10$ дБ на третину (з 1,8 до 2,4%). Слід зазначити наявність зсуву в 15 МГц між точкою оптимального узгодження, отриманою при моделюванні раніше. Його можна усунути укороченням довжини випромінювача на 2 мм.

Незважаючи на суттєво вищий рівень випромінювання в напрямку, протилежному основному, в порівнянні з конструкцією мікросмужкової антени, РІФА має переваги за габаритами. Інколи це може виключити використання дорогих НВЧ діелектриків з високою діелектричною проникністю, часто використовуваних для зменшення розмірів друкованих випромінювачів.