

# Thiết kế đầu đọc RFID không chip dải tần rộng cho các ứng dụng nhận dạng tự động

Design of Chipless RFID Ultra Wide Band Reader for Automatic Identification Applications

Nguyễn Thanh Hương\*, Nguyễn Công Thuận, Nguyễn Thị Lan Hương, Hoàng Sĩ Hồng,  
Đào Trung Kiên, Nguyễn Việt Tùng

Trường Đại học Bách khoa Hà Nội – Số 1, Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội

Đến Tòa soạn: 24-5-2019; chấp nhận đăng: 27-9-2019

## Tóm tắt

Các công nghệ nhận dạng tự động như công nghệ RFID hay mã vạch đang được ứng dụng rất rộng rãi và phổ biến. Với lợi thế giảm chi phí, công nghệ RFID không có chip cung cấp một giải pháp thay thế mới đầy hứa hẹn cho hệ thống RFID truyền thống. Bài viết này nhằm mục đích thiết kế và phát triển phần cứng và phần mềm để thực hiện đọc các thẻ RFID không có chip chọn lọc tần số. Đầu đọc đề xuất được thiết kế để hoạt động trong dải tần số từ 2 đến 4 GHz. Các thành phần cụ thể của phần điều khiển kỹ thuật số cũng như phần RF với kỹ thuật giải điều chế của ID phổ được trình bày tỉ mỉ trong bài báo. Một nguyên mẫu của đầu đọc được thử nghiệm với thẻ 3 bit trong cho ứng dụng giải mã hoá nhận dạng ID. Kết quả cho thấy kiến trúc đầu đọc này có khả năng đọc và giải mã các thẻ nhiều bit theo thời gian thực và có thể có khả năng mở rộng cho thẻ dung lượng lớn và dải tần rộng.

Từ khóa: RFID không chip, đầu đọc thẻ không chip, dải tần rộng (Ultra wideband), đa bit

## Abstract

Automatic identification technologies such as RFID or barcode have been applied extensively and ubiquitously. With the cost reduction advantage, the chipless RFID technology offers a newly promising alternative for the traditional RFID system. The paper aims at designing and developing the hardware and software for the reading implementation of the frequency selective chipless RFID tags. The proposed reader is designed to operate in the frequency range of 2 to 4 GHz. Specific components of the digital control section as well as the RF section with the demodulation technique of the spectral ID are presented. A prototype of the reader is tested with a 3-bit tag in several cases. The results show that this reader architecture is feasible and suitable for real time multiple bit tag reading and can be easily modified if the tag capacity is increased and the frequency range is enlarged.

Keywords: Chipless RFID, Ultra Wideband (UWB), Multi Bit, Chipless Tag Reader.

## 1. Giới thiệu

Công nghệ nhận dạng tự động ra đời với mục đích làm cho cuộc sống con người trở nên đơn giản, tiện lợi và giúp cho việc con người có thể kết nối, sử dụng và kiểm soát được các thiết bị và vật dụng xung quanh mình. Nhận dạng tự động (Automatic Identification) là công nghệ dùng để giúp các hệ thống nhận dạng các đối tượng mà không cần nhập dữ liệu bằng nhân công. Các công nghệ nhận dạng tự động đã được phát triển bao gồm: công nghệ mã vạch (Bar Codes)[1], thẻ thông minh (Smart Cards)[2], công nghệ sinh trắc học (Biometric)[3], nhận dạng đặc trưng quang học (Optical Character Recognition-OCR)[4] và nhận dạng tần số vô tuyến RFID (Radio Frequency Identification) (Hình 1).

Hầu hết các hệ thống nhận dạng tự động không sử dụng RFID đều yêu cầu kết nối vật lý tiếp xúc với khoảng cách gần. Ngoài ra mỗi hệ thống vẫn còn những nhược điểm của riêng mình, như hệ thống mã vạch cần có đường ngắm đúng tới mã vạch mới có thể đọc chính xác mã, hệ thống nhận dạng sinh học chỉ áp dụng được với các vật thể sống, hệ thống thẻ cần tiếp xúc trực tiếp thẻ với đầu đọc. Ở hệ thống nhận dạng RFID, việc kết nối không dây giữa thiết bị mang thông tin (thẻ tag) và thiết bị đọc đem lại khả năng đáp ứng nhiều ứng dụng và tiện lợi hơn. Không những vậy, phạm vi đọc được cải thiện cùng độ bền cao, có tính năng cho phép ghi/đọc dữ liệu và tính bảo mật cao giúp hệ thống này ngày càng trở nên phát triển và phổ biến với cuộc sống hằng ngày.

RFID được coi là một cuộc cách mạng của hệ thống nhúng và môi trường tương tác hiện nay[5]. Công nghệ này đã và đang được phát triển ở nhiều nước trên thế giới với những ứng dụng rất đa dạng

\* Địa chỉ liên hệ: Tel.: (+84) 904.466.684  
Email: huong.nguyenthanh3@hust.edu.vn

trong các lĩnh vực như sản xuất kinh doanh an ninh, y tế,... Tuy nhiên, với xu hướng ngày càng tăng về số lượng của các thiết bị trong cùng hệ thống, công nghệ RFID vẫn còn tồn tại một số nhược điểm như giá thành tương đối cao do việc mã hoá dữ liệu cần sử dụng các chip, một số thẻ chủ động còn cần pin để cấp nguồn. Công nghệ RFID không chip được nghiên cứu mạnh mẽ trong những năm gần đây đã đưa ra một giải pháp thay thế hữu ích cho công nghệ RFID truyền thống.

Bài báo này đề xuất cấu trúc một bộ đầu đọc thông số thẻ không chip được thiết kế và phát triển để hoạt động cho dải tần rộng. Việc giải mã và đọc thông tin thẻ được thực hiện bằng cách so sánh phổ tần số của thẻ chuẩn với các thẻ có phổ tần số với các bit mã hoá khác nhau được đọc về từ bộ đầu đọc đề xuất. Để kiểm tra nguyên lý hoạt động của đầu đọc, một cấu trúc đầu đọc hoạt động trong dải từ 2 GHz đến 4 GHz được thiết kế, chế tạo và tích hợp để giải mã các thẻ tag ba bit có thông tin nhận dạng khác nhau theo nguyên lý RFID không chip.

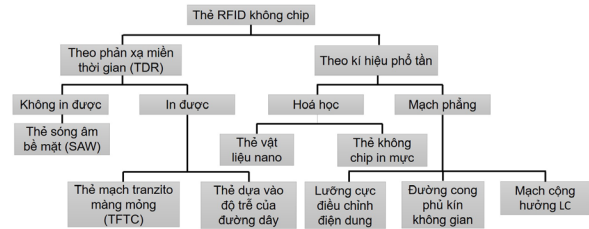
**2. Nguyên lý hoạt động hệ thống RFID không chip**

Các hệ thống RFID có chip vốn đã rất quen thuộc với nhiều người nhưng khái niệm về RFID không chip thì chưa thực sự phổ biến ở Việt Nam. Nhược điểm của một ứng dụng RFID truyền thống khi triển khai trên phạm vi rộng cần tới vài chục nghìn hay thậm chí vài trăm nghìn thẻ là chi phí. Vì vậy, ý tưởng sản xuất các thẻ RFID không chip ra đời. Các thẻ không sử dụng chip sẽ tiết kiệm chi phí tối đa bởi chi phí sản xuất thẻ chủ yếu nằm ở con chip. Để mã hoá dữ liệu mà không có sự hiện diện của 1 con chip, hiện nay có hai phương pháp được sử dụng: phản xạ trên miền thời gian (Time Domain Reflection) và kí hiệu phổ tần số (spectral frequency signature-based).

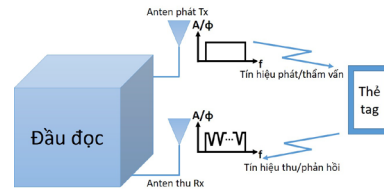
Thẻ RFID không chip hoạt động dựa trên phản xạ miền thời gian (TDR) được kiểm tra bằng cách gửi một tín hiệu từ đầu đọc dưới dạng một xung và đọc lại tín hiệu phản hồi của xung bởi thẻ. Một chuỗi các xung có thể được sử dụng để mã hoá dữ liệu. Bên cạnh đó, thẻ RFID không chip hoạt động dựa trên kí hiệu phổ tần (Spectral signature-based chipless tags) mã hoá dữ liệu dựa vào phổ tần sử dụng cấu trúc cộng hưởng. Mỗi bit dữ liệu thường có sự hiện diện hoặc không có sự hiện diện của một đỉnh cộng hưởng ở một tần số xác định trước trong phổ tần.

Hệ thống RFID không chip hoạt động dựa trên việc phản hồi tín hiệu thăm vấn với ký hiệu phổ tần xác định để mã hoá ID. Tín hiệu thu và phát được phân cực chéo để đạt được sự cách ly tốt giữa hai tín hiệu. Dựa trên đặc tính kỹ thuật của sóng điện từ, bộ cộng hưởng và công nghệ ăng-ten, sự tác động tương hỗ giữa các thành phần sẽ giảm đi, số lượng bit có thể lớn hơn và mã hoá dễ dàng hơn. Hình 2 biểu diễn sơ

đồ nguyên lý của một hệ thống RFID không chip, trong đó ID của thẻ mã hoá dữ liệu theo phổ tần số thu được khi đầu đọc hỏi thẻ bằng tín hiệu dải tần rộng với biên độ và pha. Thẻ sau đó nhận tín hiệu hỏi và mã hoá dữ liệu bằng các cấu trúc cộng hưởng, làm biến đổi phổ tần và truyền lại cho đầu đọc. Phổ tần số xuất hiện các điểm cộng hưởng xác định trong dải tần rộng được hỏi và thông tin ID sẽ được đầu đọc thu lại và phân tích so sánh với ID trong cơ sở dữ liệu.



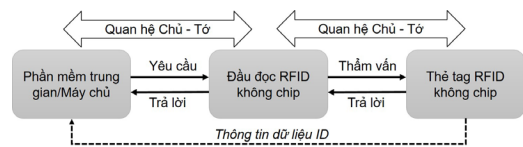
**Hình 1. Phân loại thẻ RFID không chip**



**Hình 2. Sơ đồ nguyên lý hệ thống RFID không chip**

**3. Nguyên lý của đầu đọc thẻ RFID không chip**

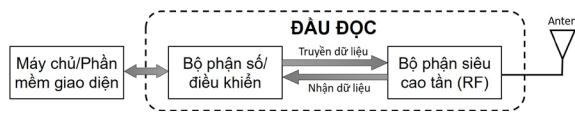
Đầu đọc là thiết bị thăm vấn thẻ RFID và nhận tín hiệu trả lời từ thẻ. Trong hệ thống RFID không chip, đầu đọc phát hiện thẻ bằng cách sử dụng kĩ thuật điều chế và xử lí tín hiệu để trích dữ liệu từ tín hiệu của thẻ. Thẻ không chip không thể tạo tín hiệu nếu đầu đọc không gửi tín hiệu thăm vấn tới thẻ. Vì vậy, đầu đọc và thẻ là quan hệ chủ-tớ, trong đó đầu đọc đóng vai trò chủ và thẻ đóng vai trò tớ. Tuy nhiên, bản thân đầu đọc cũng có vai trò tớ. Phần mềm trung gian ở máy chủ thực hiện xử lí dữ liệu từ đầu đọc sau khi thu tín hiệu phản hồi về và đóng vai trò như đơn vị chủ và gửi yêu cầu tới đầu đọc (Hình 3).



**Hình 3. Vị trí đầu đọc trong hệ thống RFID**

Cấu trúc của một đầu đọc RFID không chip gồm ba phần: Bộ phận số hay điều khiển, bộ phận siêu cao tần và anten (Hình 4). Bộ phận số thực hiện xử lí tín hiệu số trên dữ liệu nhận được từ thẻ tag. Bộ phận này gồm một vi xử lý, một khối nhớ, một vài bộ chuyển đổi số - tương tự (Analog to Digital - ADC) và một khối truyền thông cho ứng dụng phần mềm. Bộ phận siêu cao tần (RF) được sử dụng để truyền và

nhận tín hiệu RF, gồm hai đường tín hiệu riêng biệt tương ứng với hai đường dữ liệu.



**Hình 4.** Cấu trúc đầu đọc RFID không chip

Tùy thuộc vào ứng dụng của hệ thống mà đầu đọc RFID có thể được thiết kế bằng cách khác nhau và anten được thiết kế với các tần số cộng hưởng, độ lợi, độ định hướng, đồ thị bức xạ khác nhau. Các thuật toán bắt tay (handshaking) có thể được sử dụng cho trao đổi dữ liệu giữa thẻ RFID và đầu đọc. Hoạt động chung của đầu đọc thẻ không chip dựa trên phổ tần là tạo ra các tín hiệu trong miền tần số phát qua thẻ sau đó thu về tín hiệu phản hồi và thực hiện so sánh với tín hiệu mẫu được trích từ tín hiệu phát ban đầu. Sự khác nhau về công suất, biên độ hay pha sẽ được sử dụng làm tiêu chuẩn để xác định mã ID của các thẻ được quét (Hình 5).

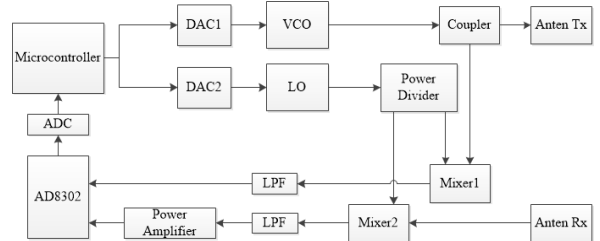


**Hình 5.** Sơ đồ khối của đầu đọc cho thẻ RFID không chip

#### 4. Thiết kế đầu đọc thẻ RFID không chip dải tần rộng UWB

Các hệ thống RFID hoạt động dựa trên phổ tần số thường sử dụng các thẻ sử dụng các bộ cộng hưởng để mã hóa dữ liệu. Khác với các đầu đọc cho thẻ có chip thông thường hay thẻ trên miền thời gian dải ISM với băng thông hẹp khoảng vài KHz tới vài chục MHz, hoạt động của hệ thống loại này có vùng tần số nằm ngoài dải ISM. Trong khi đầu đọc dải hẹp (Narrowband Reader) phục vụ đọc số lượng bit khá hạn chế, đầu đọc dải tần siêu rộng (Ultra Wideband Reader) cho phép đọc số lượng bit lớn hơn nhiều. Hơn nữa, đầu đọc này có thể sử dụng cả biên độ và pha mã hóa dữ liệu nên tăng độ chính xác cao cho mã ID của thẻ tag. Hình 6 biểu diễn sơ đồ của dạng đầu đọc này. Một bộ vi điều khiển đồng thời điều khiển hai bộ dao động VCO (Voltage Controlled Oscillator) và LO (Local Oscillator) thông qua DAC. VCO sẽ tạo tín hiệu quét tần số bằng cách quét một tín hiệu sóng liên tục trên dải tần hoạt động trong một khoảng thời gian xác định (giống như việc phân tích phổ). Tín hiệu từ VCO đưa qua Coupler tách thành hai phần, phần lớn hơn được truyền qua anten phát Tx trở thành tín hiệu thăm vắn phát tới thẻ, phần tín hiệu nhỏ hơn được giữ lại làm tín hiệu tham chiếu đưa vào cổng siêu cao tần RF của Mixer1.

Tín hiệu từ LO cũng được quét tần số như VCO nhưng trên dải tần khác nhưng phải đảm bảo khoảng rộng tần hoạt động bằng nhau. Tín hiệu từ LO được đưa qua Power Divider tách thành hai thành phần bằng nhau để cung cấp tín hiệu ở cổng LO cho hai Mixer. Tín hiệu qua thẻ phản hồi về được Anten thu Rx thu về và đưa vào cổng RF ở Mixer2. Hai Mixer trộn tín hiệu RF với tín hiệu LO đưa ra tín hiệu IF, hai tín hiệu này luôn ở tần số như nhau, nhưng phải đảm bảo thấp hơn tần số hoạt động tối đa của AD8302. Hai tín hiệu IF ra từ hai Mixer được đưa qua bộ lọc thông thấp (LPF) đồng thời tín hiệu ở đường thu về được khuếch đại bởi bộ khuếch đại công suất (PA). Hai tín hiệu này được đưa vào Module AD8302. AD8302 so sánh độ lợi giữa hai tín hiệu trên và đưa ra điện áp tương ứng qua một bộ ADC và đưa vào vi xử lý. Vi xử lý sử dụng thuật toán xác định mã ID của thẻ đã quét và đưa dữ liệu hiển thị trên giao diện người sử dụng. Bộ vi xử lý sử dụng thuật toán so sánh tín hiệu phát đi và tín hiệu thu về từ đó phát hiện và giải mã thẻ để xác định ID của thẻ không chip, sau đó gửi lên máy tính để cung cấp giao diện đồ họa (GUI) giữa hệ thống RFID và người dùng.



**Hình 6.** Sơ đồ cấu trúc của đầu đọc RFID dải tần rộng UWB cho thẻ RFID không chip

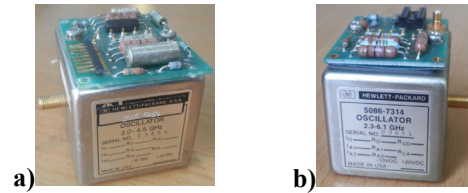
#### 5. Kết quả đo và phân tích

Dựa trên Hình 4, bộ phận siêu cao tần chính là giao diện để nhận và truyền dữ liệu trong khi bộ phận số là bộ phận chính để điều khiển toàn bộ các hoạt động của đầu đọc. Bộ phận điều khiển thường bao gồm ba phần: (1) điều khiển bộ truyền, (2) điều khiển bộ nhận và (3) xử lý tín hiệu và giải mã dữ liệu. Bộ phận điều khiển/số này có thể được dùng cho nhiều dải tần khác nhau mà không thay đổi gì về cấu trúc. Nếu muốn thay đổi dải tần, các thành phần của bộ phận siêu cao tần sẽ cần thay đổi và lựa chọn thông số cho phù hợp. Để mô tả cụ thể hoạt động của bộ phận này, một đầu đọc dải tần từ 2 đến 4GHz sẽ được phân tích và sẽ được thử nghiệm với một thẻ tag 3 bit và một thẻ tag 10 bit.

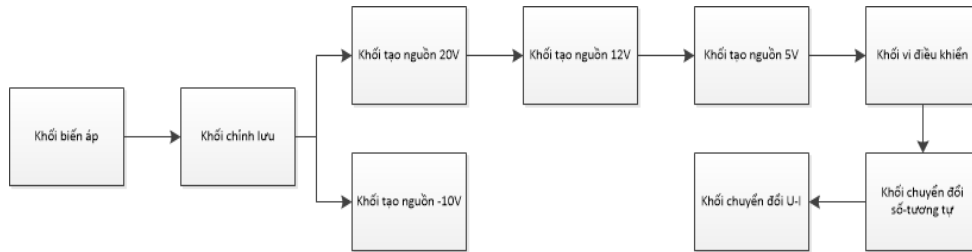
##### 5.1. Khảo sát và lựa chọn bộ phát tần số VCO và LO

Tín hiệu đầu vào liên tục với biên độ không đổi và công suất cao trong dải tần từ 2 đến 4 GHz được tạo ra bằng bộ dao động tuyến tính tinh thể YIG (Yttrium Iron Garnet) với hệ số phẩm chất Q rất cao. Bộ dao động này cho phép tạo tín hiệu tần số trên dải

rất rộng, có thể lên đến 10 GHz với mức năng lượng cao (trên 10 dBm) và nhiễu thấp. Bộ so sánh AD8302 chỉ hoạt động được tới 2.7GHz, nhưng hệ thống đầu đọc lại hoạt động trong phạm vi 2 – 4GHz, vì vậy tín hiệu cần được hạ xuống bằng cách sử dụng thêm bộ trộn tần (Mixer) và một bộ LO để hạ tần số xuống thành tín hiệu trung tần IF. Chính vì vậy, một bộ YIG Oscillator đóng vai trò như một LO tạo tín hiệu ở tần số 3 – 5GHz để tạo tín hiệu trung tần IF 1GHz ở sau hai bộ trộn tần. Hình 7 lần lượt là hai bộ VCO và LO.



Hình 7. Bộ tạo dao động dải tần rộng: a) VCO; b) LO



Hình 8. Sơ đồ khối mạch nguồn và điều khiển VCO và LO

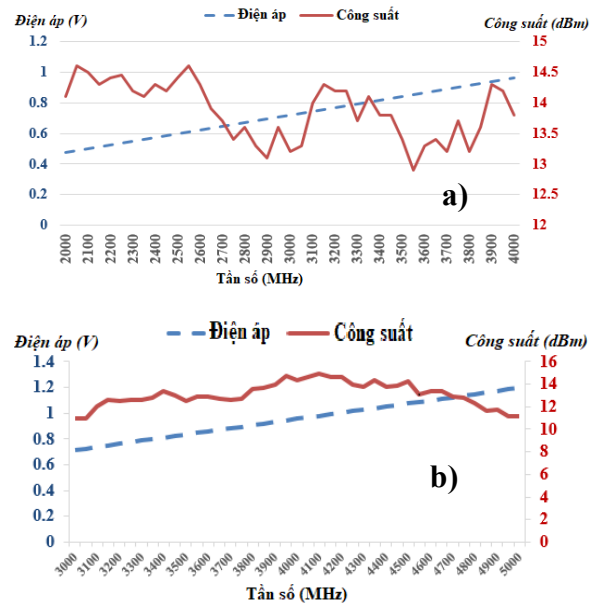
Cả hai bộ VCO và LO đã được lựa chọn của nhà sản xuất Hewlett Packard do tính đồng đều về biên độ và dải tần phù hợp với đầu bài. Hai bộ phát tần số này đều yêu cầu điện áp hoạt động từ -10V đến +20V (khoảng 150 – 300mA) với độ phân giải 40MHz/mA. Để phát ra các tần số khác nhau, hai bộ phát VCO và LO cần một nguồn dòng để điều khiển cuộn dây chính ở bên trong. Mạch bảo vệ cho cuộn dây chính được tích hợp sẵn ngay trên bề mặt mỗi bộ dao động.

5.2. Mạch nguồn và điều khiển VCO và LO

Bởi vì nguồn điện hoạt động của hai bộ dao động YIG yêu cầu gồm cả nguồn dương và âm (20VDC và -10VDC) nên mạch tạo nguồn cần sử dụng cặp IC LM317 và LM337 để tạo đồng thời hai nguồn này cho hai bộ dao động này. Bên cạnh đó, bộ khuếch đại công suất và mô-đun AD8302 đều sử dụng nguồn 5V để hoạt động nên mạch nguồn cần thêm IC ổn áp 7805. Vì độ phân giải của hai bộ dao động đều là 40MHz/mA và cần đồng thời điều khiển theo các bước quét liên tục ở các khoảng tần lần lượt là 2-4GHz và 3-5GHz, việc cần thiết là chuyển đổi từ điện áp sang dòng điện từ 0 đến khoảng 200 mA. Để tạo nguồn dòng lên tới vài trăm mA đồng thời cần độ chính xác cao để đảm bảo điều khiển chính xác hai bộ dao động, một vi điều khiển được lắp đặt thông qua một bộ chuyển đổi số - tương tự (DAC) điều chỉnh áp sang dòng cho cuộn dây chính của hai bộ dao động. Khi khảo sát hoạt động của hai bộ dao động VCO và LO (Hình 9), tần số đầu ra của VCO biến đổi tuyến tính đúng theo điện áp ra của DAC, các mức công suất đầu ra trên cả dải tần dao động trong khoảng 12.9 – 14.6dBm và tương đối ổn định, mức công suất này đảm bảo tín hiệu phát đi cao và ổn định.

Tần số đầu ra của LO trên Hình 9b biến đổi tuyến tính đúng theo điện áp ra của DAC. Công suất

đầu ra trên cả dải tần dao động trong khoảng 12.0 – 14.0dBm, mức công suất khá ổn định nên hoàn toàn có thể sử dụng để làm đầu vào LO cho các bộ trộn tần.



Hình 9. Đồ thị khảo sát tần số và đầu ra của:

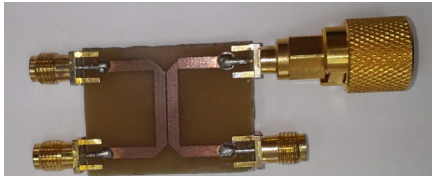
a) Bộ VCO; b) Bộ LO

5.3. Mạch ghép nối định hướng Coupler

Bộ ghép nối định hướng được thiết kế để tạo mạch chia công suất cho tín hiệu ra từ VCO, trong đó một phần nhỏ công suất dùng làm tín hiệu tham chiếu để so sánh với tín hiệu thu về từ thê. Hệ số ghép nối đề xuất là 10dB cho bộ Coupler phù hợp với khả năng chế tạo và đáp ứng nhu cầu chia công suất theo đề bài. Hệ số này vừa đảm bảo giữ cho công suất phát

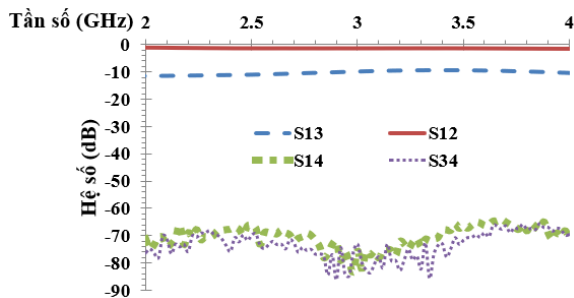
đi đủ lớn vừa giữ lại được tín hiệu tham chiếu vừa đủ cho bộ đầu đọc RFID. Bộ ghép nối định hướng phải có dải tần hoạt động giống với của bộ dao động VCO là 2 – 4GHz. Với hệ số ghép nối  $C = 10\text{dB}$  đồng nghĩa với  $S13 = -10\text{dB}$  (trong dải tần 2 – 4GHz), nghĩa là công suất ở cổng ghép nối  $P3 = 0.1P1$ ;  $P2 = 0.9P1$  và  $P4 = 0$  với bộ ghép nối định hướng lý tưởng.

Sau khi tính toán, cấu trúc bộ ghép định hướng Coupler được thiết kế mô phỏng trên phần mềm Agilent ADS sử dụng công nghệ vi dải trên chất nền FR4, độ dày 1.6 mm (Hình 10).



Hình 10. Hình ảnh bộ ghép nối định hướng

Bộ ghép nối định hướng được chế tạo và đo kiểm tra độ ghép nối ( $S13$ ), độ cách ly ( $S14$ ) và độ định hướng ( $S34$ ) sử dụng máy PNA Keysight N5222A. Kết quả kiểm tra Coupler trên Hình 11 cho thấy độ ghép nối sát giá trị yêu cầu là 10dB, giá trị độ cách ly và độ định hướng đều cao, khoảng từ 65-85dB. Khi tiến hành so sánh độ ghép nối ( $S13$ ) của Coupler trên thực tế với mô phỏng, kết quả bộ ghép nối định hướng đã đạt được độ ghép nối khá đồng đều, xấp xỉ giá trị yêu cầu là -10dB trên dải tần từ 2 – 4GHz. Độ ghép nối trên thực tế xấp xỉ đường mô phỏng, tuy vẫn sai lệch khoảng 10-15% so với giá trị yêu cầu nhưng vẫn đáp ứng được yêu cầu sử dụng.

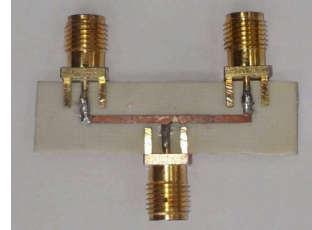


Hình 11. Kết quả đo thử nghiệm bộ ghép nối định hướng

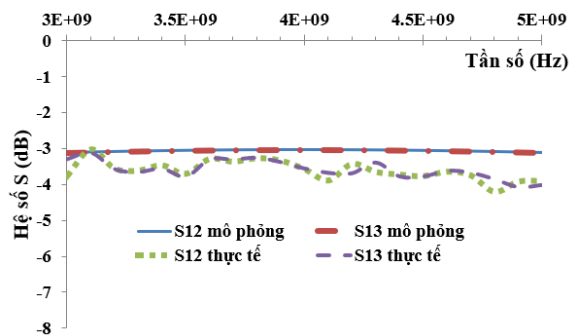
#### 5.4. Mạch chia công suất Power Divider

Để có thể chia đều công suất của tín hiệu đầu vào cho các tín hiệu đầu ra, mạch chia công suất T-Junction vi dải không tổn hao được lựa chọn làm cấu trúc chia công suất với ưu điểm chế tạo đơn giản và công suất đầu ra không bị suy hao quá nhiều. Do yêu cầu về đảm bảo độ suy hao thấp, chất nền Roger 4003c với hệ số  $\tan\delta = 0.0021$  và độ dày 0.813 mm được sử dụng. Với yêu cầu thiết kế của bộ chia công suất là tạo mạch chia cân bằng tín hiệu phát ra từ LO

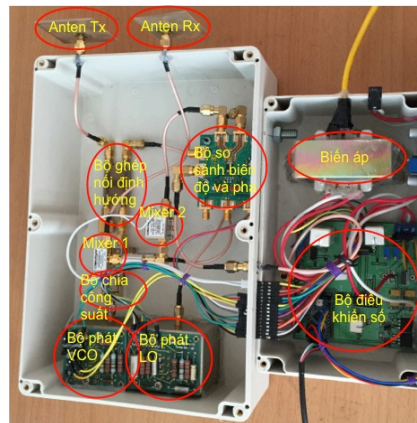
để tạo hai đầu vào cổng LO cân bằng cho hai bộ trộn tần (Mixer), điều kiện cho bộ chia không tổn hao là  $S12 = S13 = -3\text{dB}$ . Kết quả mô phỏng thông số  $S12$ ,  $S13$  bộ chia công suất trên Schematic và Layout có Sử dụng máy PNA Vector Network Analyser đo kiểm tra độ chia công suất của hai cổng đầu ra  $S12$  và  $S13$  thu được kết quả như trên hình Hai giá trị  $S12$ ,  $S13$  đều nằm trong khoảng 3-4dB và khá bám sát nhau nên công suất ở hai cổng ra của bộ chia khá cân bằng, tuy vẫn còn mất mát nhưng không đáng kể.



Hình 12. Hình ảnh bộ chia công suất thực tế



Hình 13. Kết quả so sánh của bộ chia thực tế với mô phỏng

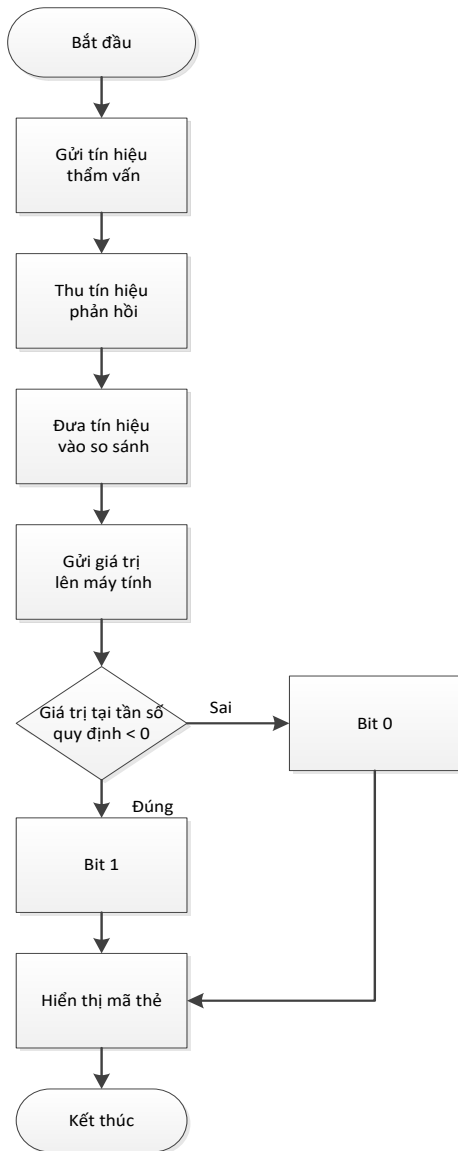


Hình 14. Hình ảnh thực tế ghép nối bộ đầu đọc

Kết quả so sánh thực tế với mô phỏng của thông số  $S12$  và  $S13$  của bộ chia công suất thực tế tuy không bám đúng theo mô phỏng nhưng hai đường này vẫn bám gần như đều nhau và lệch không quá 1dB vì vậy bộ chia vẫn đạt yêu cầu thiết kế.

#### 5.5. Ghép nối và tích hợp bộ đầu đọc

Sau khi lựa chọn, chế tạo và đo kiểm các thành phần riêng rẽ, các thành phần của bộ đầu đọc được ghép nối để đo thử nghiệm bộ cộng hưởng của thẻ 3 bit. Đầu đọc thực hiện quét tần số với các bước quét cách nhau 50MHz đảm bảo sai số vẫn nằm trong bước quét để phát hiện được độ lệch chính xác, mỗi bước cách nhau 100ms. Vì vậy, mỗi thẻ sẽ cần khoảng 4 giây để quét hết trên dải tần 2 – 4GHz. Dưới đây là hình ảnh thực tế và lưu đồ thuật toán hoạt động của đầu đọc cho thẻ RFID không chip đã xây dựng và phát triển.



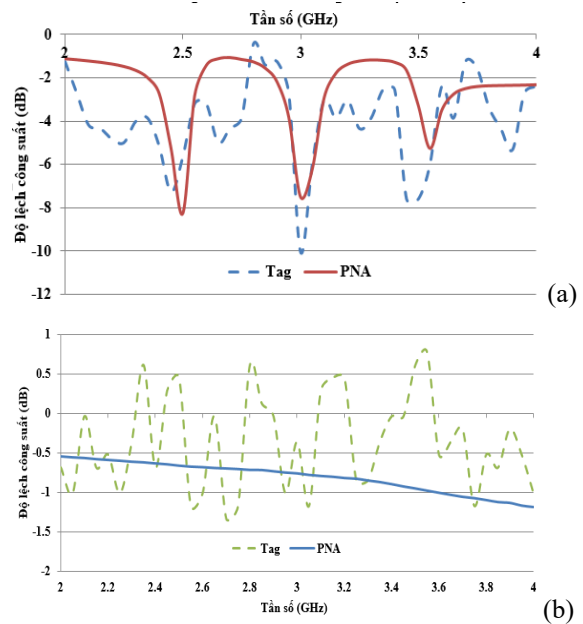
Hình 15. Lưu đồ thuật toán hoạt động của đầu đọc

### 5.6. Thử nghiệm đọc thẻ không chip

Bộ cộng hưởng dùng để đo thử nghiệm đầu đọc dải tần rộng có 3 tần số cộng hưởng, tương ứng với ba bit mà nó đại diện, các tần số lần lượt là: 2.5GHz, 3GHz, 3.5GHz. Dựa trên kết quả đo kiểm, bảng thông

của các dải tần cộng hưởng là  $\pm 25\text{MHz}$  về hai phía của tần số trung tâm. Số liệu đo được bằng đầu đọc cho thấy tại các tần số quy định, trước khi có đỉnh cộng hưởng, giá trị độ lệch công suất từ 3 đến 5 dB, khi không có cộng hưởng giá trị độ lệch này sẽ từ 1 đến 3 dB. Vì vậy có thể quy ước rằng khi giá trị đo độ lệch công suất tại các tần số mà nằm trong khoảng 3 đến 5dB sẽ xác định được bit 1, nếu giá trị tại điểm đó là 1 đến 3 dB sẽ thu được bit

0. Trên Hình 16, kết quả đo được trên đầu đọc bám khá sát kết quả đo được trên máy PNA và có khoảng lệch do sự tác động của nhiễu môi trường và dây cáp kết nối ảnh hưởng, nhưng nhìn chung có thể thấy rõ 3 đỉnh cộng hưởng tại các tần số 2.5GHz, 3GHz và 3.5GHz đại diện cho thẻ 111, độ lệch công suất tại các điểm tần số này là từ -1dB đến -5dB. Ngoài ra, cũng do sự dao động lên xuống do có ảnh hưởng nhiễu từ môi trường và cáp kết nối, khoảng giá trị độ lệch công suất dao động trên dải tần số khoảng từ 1.5 – 3.5 dB tại các điểm tần số xác định trước, vì vậy bộ cộng hưởng này không có đỉnh nào, đại diện cho bộ cộng hưởng cho thẻ 000.



Hình 16. Kết quả đọc ID của thẻ tag giá trị: a) 111; b) 000

### 6. Kết luận

Một thiết kế của bộ đầu đọc và giải mã thẻ RFID không chip đã được đề xuất, chế tạo và thử nghiệm thành công. Bộ phận điều khiển số có khả năng điều khiển phát tần số dải rộng trong khoảng tần số làm việc của thẻ cũng như xử lý tín hiệu và giải mã dữ liệu đọc từ thẻ. Kết quả đọc dữ liệu cho thấy đầu đọc có thể nhận biết được sự có mặt hoặc không có mặt của các đỉnh cộng hưởng tương ứng với giá trị

các bit “1” và “0”. Với cấu trúc đầu đọc cũng như thuật toán xử lý này, đầu đọc hoàn toàn có khả năng mở rộng số lượng bit đọc được bằng cách mở rộng dải tần và giảm thời gian quét tần số để có thể đọc được chính xác ID của thẻ.

#### Lời cảm ơn

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn đề tài cấp Bộ Giáo dục và Đào tạo mã số B2017-BKA-33 đã tài trợ kinh phí để thực hiện nghiên cứu này.

#### References

- [1]. X. Lou and J. Liao; Polar encode and decode in two-dimensional bar code; in 2017 ICNC-FSKD; Guilin, 2017.
- [2]. Z. Du and Y. Tang; Web-based multi-level smart card access control system on university campus; in 2014 IEEE ICSE; Beijing, China, 2014.
- [3]. Y. Rajan and J. Patil; Satyaapan: Novel technique for identification using biometric data; in 2016 ICTBIG, Indore, India, 2016.
- [4]. M. D. Kim and J. Ueda; Dynamics-Based Motion Deblurring Improves the Performance of Optical Character Recognition During Fast Scanning of a Robotic Eye; IEEEASME Trans. Mechatron.; vol. 23, no. 1, Feb. 2018.
- [5]. S. Preradovic and N. Karmakar; Chipless RFID: Bar Code of the Future; IEEE Microw. Mag., vol. 11, no. 7, Dec. 2010.