

ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HCM
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN



BÁO CÁO TỔNG KẾT
ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ SINH VIÊN NĂM 2017

Tên đề tài tiếng Việt:

THIẾT BỊ PHÂN TÍCH, ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG ANTENNA TRONG CÁC THIẾT BỊ IOT

Tên đề tài tiếng Anh:

LOW COST VECTOR NETWORK ANALYZER – VNA FOR MEASURING THE ANTENNA OF IOT DEVICES

Khoa/ Bộ môn: Kỹ Thuật Máy Tính

Thời gian thực hiện: 06 tháng

Cán bộ hướng dẫn: Ts. Trịnh Lê Huy

Tham gia thực hiện

TT	Họ và tên, MSSV	Chịu trách nhiệm	Điện thoại	Email
1.	Nguyễn Mạnh Thảo	Chủ nhiệm	0987612206	14520853@gm.uit.edu.vn
2.	Phan Trí Dũng	Tham gia	01286797859	14520203@gm.uit.edu.vn



ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HCM
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

Mẫu D08

Ngày nhận hồ sơ

Mã số đề tài

(Do CQ quản lý ghi)

BÁO CÁO TỔNG KẾT

Tên đề tài tiếng Việt:

THIẾT BỊ PHÂN TÍCH, ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG ANTENNA TRONG CÁC THIẾT BỊ IOT

Tên đề tài tiếng Anh:

LOW COST VECTOR NETWORK ANALYZER – VNA FOR MEASURING THE ANTENNA OF IOT DEVICES

Ngày ... tháng năm

Cán bộ hướng dẫn
(Họ tên và chữ ký)

Ngày ... tháng năm

Sinh viên chủ nhiệm đề tài
(Họ tên và chữ ký)

THÔNG TIN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Thông tin chung:

- Tên đề tài: Thiết bị phân tích, đánh giá chất lượng Antenna trong các thiết bị IoT
- Chủ nhiệm: Nguyễn Mạnh Thảo
- Thành viên tham gia: Phan Trí Dũng
- Cơ quan chủ trì: Trường Đại học Công nghệ Thông tin.
- Thời gian thực hiện: 06 tháng (10/2017 – 03/2018)

2. Mục tiêu:

2.1 Lý do chọn đề tài

Internet of Things (IoT) là xu hướng đang được các doanh nghiệp trong lĩnh vực công nghệ quan tâm và đầu tư nghiên cứu. Cuộc đua IoT đã và đang diễn ra mạnh mẽ giữa các doanh nghiệp trên toàn thế giới. Trong tương lai, IoT sẽ ứng dụng ở tất cả các ngành nghề. Theo Gartner, đến năm 2020, thế giới sẽ có khoảng 20 tỷ thiết bị sử dụng IoT, doanh số dự kiến trong năm là 437 tỷ USD.

Hiện nay, lĩnh vực IoT ở Việt Nam cũng đang phát triển nhanh chóng, do đó yêu cầu về chất lượng của các sản phẩm IoT không chỉ ở phần mềm ổn định mà còn về khả năng giao tiếp với nhau, đặc biệt là giao tiếp không dây. Từ đó, nhu cầu về việc phân tích và đánh giá chất lượng của antenna trong sản phẩm IoT càng cần thiết. Tuy nhiên, các giải pháp cũng như thiết bị về việc phân tích, đánh giá chất lượng antenna còn ít, giá thành rất cao và có nhiều hạn chế đặc biệt là ở thị trường Việt Nam.

Ở nước ta hiện nay, các thiết bị dùng để đo đạt, phân tích, đánh giá chất lượng antenna trong các thiết bị IoT đối với nhiều người vẫn còn khá xa lạ và mới mẻ, vì trong nước chưa có một cơ quan tổ chức hay cá nhân nào thực hiện đề tài này. Đó vừa là thử thách vừa là động lực thúc đẩy nhóm nghiên cứu chọn đề tài nghiên cứu này.

2.2 Mục tiêu tổng quan

Nội dung của đề tài nghiên cứu này trình bày cách thức tiếp cận và xây dựng thiết bị dùng để đo đạt, phân tích, đánh giá chất lượng antenna trong các thiết bị IoT với giá thành thấp sử dụng làm nền tảng phát triển các ứng dụng giao tiếp không dây.

Nghiên cứu, chế tạo mạch Directional Coupler sử dụng nguyên lý Microstrip trên Board 2 lớp FR4.

2.3 Mục tiêu cụ thể

Để xây dựng một thiết bị phân tích, đánh giá chất lượng antenna trong các thiết bị IoT hoàn chỉnh là một vấn đề lớn và tốn khá nhiều chi phí và thời gian bên cạnh đó do một số thiết bị (chẳng hạn như bộ phát tần số, bộ thu và so sánh tần số) ở Việt Nam, cũng như các thị trường lân cận chất lượng chưa cao cho nên độ chính xác chưa cao như các thiết bị chuyên dụng. Do đó đề tài chỉ dừng lại ở việc xây dựng một thiết bị “Vector Network Analyzer” căn bản đo đạt được trong một dãy băng tần nhất định và được điều khiển trực tiếp bởi thiết bị di động (cụ thể là điện thoại di động sử dụng hệ điều hành Android), thiết bị di động sẽ điều khiển và gửi lệnh xuống MCU để điều khiển các mô-đun hoạt động, phân tích và hiển thị các giá trị lên màn hình LCD (*Sơ đồ hình 2*). Còn các khía

cạnh nâng cao như điều khiển thiết bị “Vector Network Analyzer” qua Internet hoặc hiển thị trực tiếp trên Web sẽ được nghiên cứu về sau.

Nghiên cứu, chế tạo thiết bị phân tích, đánh giá chính xác antenna với giá thành thấp, gọn nhẹ và phù hợp cho thị trường IoT trong nước, từ đó giúp cho sản phẩm IoT Việt Nam có thể cải thiện được chất lượng và hiệu suất cao hơn. Thiết bị bao gồm các module (*Sơ đồ hình 1*) sau:

- PLL Frequency Synthesizer: gồm có IC ADF4350 tạo ra sóng RF để thực hiện việc đo đạc.
- Directional Coupler: gồm 2 con IC DC0873 là nơi tách ra 2 sóng tới và sóng phản xạ, từ đó ta có thể so sánh chúng qua đó đánh giá được chất lượng của antenna tại DUT (Device under Test).
- Gain and Phase Detector: gồm IC AD8302 nơi tiếp nhận sóng tới và sóng phản xạ để so sánh rồi từ đó xuất ra được biên độ và biểu đồ trạng thái của sóng RF.
- MCU + Transceiver: Thông qua giao thức ADC (Analog to Digital Converter), MCU lấy dữ liệu về Phase và Amplitude từ module Gain and Phase Detector. Từ 2 thông số này và tần số phát ra ở module PLL Frequency Synthesizer có thể phân tích được mức độ phản xạ sóng trên Antenna (DUT). Từ đó có thể đánh giá chất lượng của thiết kế antenna. Hiển thị lên LCD hoặc đưa ra thiết bị máy tính thông qua bluetooth để vẽ giản đồ chi tiết.

3. Tính mới và sáng tạo

3.1 Giới thiệu

Hệ thống “Mini Vector Network Analyzer” là sự kết hợp chặt chẽ giữa lập trình, mạch điện tử và van khí điện tử. Đây là ba yếu tố quan

trọng chính để xây dựng một hệ thống “Vector Network Analyzer” căn bản.

Ý tưởng thiết kế mạch cho hệ thống “Mini Vector Network Analyzer” dựa trên hoạt động của thiết bị VNA chuyên dụng. Về mảng lập trình, ta tìm hiểu một số kiến thức về hiển thị LCD 5110, điều khiển mô-đun Bluetooth HC-05 truyền dữ liệu và xử lý dữ liệu nhận được, hiển thị dưới dạng đồ thị trên thiết bị di động chạy hệ điều hành Android. Do môi trường Java hỗ trợ khá đầy đủ các thư viện và cũng là ngôn ngữ chính thống được Google hỗ trợ để phát triển ứng dụng trên thiết bị Android nên Java là ngôn ngữ được chọn để phát triển ứng dụng điều khiển và hiển thị kết quả đo đạt.

3.2 Phân tích hiện trạng

3.2.1 Tình hình nghiên cứu trong nước

Ở trong nước, do xu hướng IoT vẫn còn đang trong đà phát triển, cơ sở vật chất vẫn còn thiếu nên hiện tại chưa có bất kì công trình nghiên cứu nào được công bố.

Đa số các nhu cầu về việc phân tích và đánh giá chất lượng của antenna trong sản phẩm IoT đều hướng đến giải pháp mua thiết bị Vector Network Analyzer chuyên dụng từ thị trường nước ngoài với chi phí rất đắt đỏ.

3.2.2 Tình hình nghiên cứu quốc tế

Đối với mảng phân tích sóng trên thế giới nói chung và tại một số quốc gia có nền khoa học kỹ thuật tiên tiến như: Mỹ, Nhật, Hàn Quốc, Trung Quốc, Đức, Pháp, Ấn Độ, ... Các thiết bị chuyên dụng phân tích sóng đã được nghiên cứu, phát triển và đưa ra thị trường rất nhiều. Tuy

nhien, các sản phẩm này được tung ra thị trường với mức giá rất cao. Ví dụ, thiết bị ENA Vector Network Analyzers, 5 Hz to 20 GHz của hãng Keysight Technology có mức giá lên đến 11,161USD. Hay thiết bị Anritsu MS4623B Vector Network Analyzer Measurement System-10 MHz to 6 GHz được đăng bán trên trang web bán hàng Ebay cũng có mức giá lên đến 1,900USD.

Những nghiên cứu, sản phẩm tích sóng hay cụ thể hơn là thiết bị phân tích đánh giá chất lượng Antenna trong các thiết bị IoT cũng rất ít. Nguyên nhân là do đa số các sản phẩm này không có hướng đi riêng, tập trung phát triển các chức năng như các thiết bị chuyên dụng trên thị trường nhưng với giá thành thấp dẫn đến việc độ chính xác, hoặc độ bền của linh kiện không được cao.

3.3 Phân tích các công nghệ

Hiện nay trên thế giới có rất nhiều loại thiết bị cũng như công nghệ dùng để phân tích, đánh giá chất lượng antenna trong các thiết bị IoT như: Voltage Standing Wave Ratio Meter (SWR Meter or VSWR Meter), Scalar Network Analyzer (SNA), Vector Network Analyzer (VNA), System on Chip Vector Network Analyzer,... Cụ thể như sau:

- Voltage Standing Wave Ratio Meter (SWR Meter or VSWR Meter)

SWR Meter là thiết bị đo tỉ số sóng đứng (Standing Wave Ratio) trong đường truyền. Nếu không có phản xạ từ thiết bị tải (antenna) về đường truyền thì tỉ số sóng đứng bằng 1, tỉ số này càng lớn khi độ phản xạ càng nhiều. SWR Meter chỉ ra độ chênh lệch của sóng trên đường truyền và trên thiết bị tải (antenna) từ đó đưa ra đánh giá về chất lượng antenna.

Ưu điểm của SWR Meter là áp dụng phần mềm nhúng để đơn giản hóa phần cứng giúp giảm giá thành của thiết bị.

Khuyết điểm của SWR Meter là không thể đo được tổng trở thực trên thiết bị tải (antenna) mà chỉ đo được tỉ số sai lệch (Mismatch Ratio). Ngoài ra, việc áp dụng phần mềm nhúng khiến SWR Meter chỉ hoạt động được ở tần số thấp (khoảng dưới 600MHz).

- Scalar Network Analyzer (SNA)

SNA là một loại thiết bị được dùng để phân tích, đánh giá chất lượng antenna dựa trên sóng phản xạ. Nguyên lý hoạt động của SNA tương tự như một máy phân tích phổ sóng (Spectrum Analyzer) kết hợp với một máy phát sóng ở tần số chỉ định (Tracking Generator) nhưng chỉ phân tích được các thuộc tính biên độ của sóng.

Ưu điểm chính của SNA là phần cứng dùng để phân tích chất lượng antenna và bộ đo năng lượng tương đối đơn giản, giá thành thấp. Vì kiến trúc phần cứng đơn giản, SNA có khả năng quét tần số nhanh hơn các loại RF Network Analyzer khác.

Khuyết điểm của SNA là do bộ thu băng thông rộng và đơn giản nên rất nhạy cảm với tạp âm và nhiễu. Ngoài ra, SNA chỉ đo được biên độ sóng.

- Vector Network Analyzer (VNA)

VNA là một thiết bị phân tích, đánh giá chất lượng antenna. Nguyên lý hoạt động của VNA giống với SNA. Tuy nhiên ngoài biên độ (amplitude), VNA còn đo được pha (phase) của sóng.

Có 2 loại VNA chính:

- VNA thông thường với các đặc tính sau:
 - Ưu điểm: Băng thông rộng, phổ biến
 - Nhược điểm: Giá thành cao, kích thước lớn
- VNA với System on Chip (SoC) với các đặc tính sau:
 - Ưu điểm: Băng thông rộng, kích thước nhỏ (tích hợp trên một IC)
 - Nhược điểm: Sử dụng công nghệ vi mạch phức tạp, chi phí thiết kế sản xuất tốn kém, vẫn còn đang trong quá trình nghiên cứu

	Giá thành	Kích thước	Băng thông hoạt động
SWR Meter	Thấp	Nhỏ	Thấp (Dưới 600MHz)
SNA	Thấp	Lớn	Cao
VNA Thông thường	Cao	Lớn	Cao
VNA với SoC	Chưa có trên thị trường	Nhỏ	Cao (4GHz – 32GHz)

3.4 Tính mới và sáng tạo của đề tài

Sau khi tiến hành tìm hiểu ưu điểm và nhược điểm của các giải pháp cũng như thiết bị về phân tích, đánh giá chất lượng antenna, nhóm

nghiên cứu quyết định nghiên cứu, chế tạo một thiết bị có những ưu điểm của các thiết bị đã đề cập và khắc phục được những nhược điểm của các thiết bị này. Cụ thể thiết bị có những đặc điểm sau:

- Giá thành: Thấp (dưới 100\$)
- Kích thước: Nhỏ
- Bảng thông hoạt động: Đáp ứng được các chuẩn kết nối không dây phổ biến trong IoT ở Việt Nam (ISM band 433MHz, 900MHz, 2.4GHz)
- Thao tác: Dễ sử dụng

4. Tóm tắt kết quả nghiên cứu

4.1 Thiết kế hệ thống

4.1.1 Hệ thống mạch điều khiển

Hệ thống mạch đóng vai trò điều khiển trực tiếp thiết bị, hệ thống mạch sẽ nhận tín hiệu gửi từ thiết bị di động, điều khiển các mô-đun hoạt động. Trong hệ thống mạch ta tập trung xây dựng 4 khối chính như sau:

- Khối điều khiển trung tâm (MCU) – (Hình 9): Khối điều khiển trung tâm (MCU) bao gồm kit phát triển Renesas GR-Peach và mô-đun bluetooth HC-05, đóng vai trò là bộ não của thiết bị, chịu trách nhiệm trong việc nhận lệnh từ thiết bị di động, xử lý và điều khiển các khối khác hoạt động theo lệnh đó.
- Khối mạch nguồn LM2596 – (Hình 10): Khối này bao gồm mạch nguồn IC LM2596 và các linh kiện điện tử thông dụng, chịu trách nhiệm chuyển đổi dòng điện từ 9V sang 5V phù

hợp cho các linh kiện trong thiết bị như: mô-đun bluetooth HC-05, mô-đun AD8302, LCD Nokia 5110,...

- Khối mô-đun ADF4351 Evaluation Board, AD8302, Coupler – (*Hình 11*): Khối mô-đun ADF4351 Evaluation Board – AD8302 – Coupler gồm ba thành phần chính là mô-đun ADF4351, mô-đun AD8302 và mô-đun Coupler DC08-73LF. Sau khi nhận lệnh từ thiết bị di động, khối điều khiển trung tâm điều khiển mô-đun ADF4351 phát ra sóng ở tần số cố định theo yêu cầu của người dùng thông qua giao thức SPI. Sóng này được truyền thẳng vào mô-đun Coupler để tách ra thành hai sóng: sóng tới từ mô-đun ADF và sóng phản xạ về từ antenna. Hai sóng này được đưa vào mô-đun AD8302 để so sánh, đưa ra thông số chênh lệch của hai sóng này. Từ đó, có thể phân tích thông số và đánh giá được chất lượng của antenna.
- Khối LCD Nokia 5110 và nút nhấn – (*Hình 12*): Khối LCD Nokia 5110 và nút nhấn sẽ nhận lệnh từ người dùng khi không có thiết bị di động và thể hiện kết quả sau khi đo đạt thành công.

4.1.2 Chương trình điều khiển trên thiết bị di động chạy hệ điều hành Android

Ứng dụng Mini Vector Network Analyzer có nhiệm vụ thực hiện 3 chức năng cơ bản là: kết nối thiết bị di động với VNA, truyền dữ liệu sau khi chọn các tần số cần đo xuống thiết bị, Cuối cùng là hiển thị kết quả đo được. Ứng dụng Mini Vector Network Analyzer bao gồm 3 màn hình chính hoạt động theo sơ đồ ở *Hình 13*:

- Màn hình 1 (*Hình 14*) - Màn hình kết nối với thiết bị: Ở màn hình này, thiết bị sẽ yêu cầu người dùng bật kết nối Bluetooth trên thiết bị (nếu Bluetooth chưa được bật). Sau đó, ứng dụng sẽ tự động liệt kê một danh sách các thiết bị Bluetooth đã được ghép đôi. Người dùng chọn thiết bị VNA cần điều khiển để chuyển đến màn hình tiếp theo.
- Màn hình 2 (*Hình 15*)- Màn hình chọn thông tin tần số cần đo: Ở màn hình này, người dùng phải cài đặt các thông số cho thiết bị VNA đo Antenna cần đo. Cụ thể các thông số như sau: Băng tần cần đo (315MHz, 433MHz, 868MHz, 2.4GHz), Antenna được gắn với VNA có thông qua cổng chuyển SMA - Ipex hay không,...
- Màn hình 3 (*Hình 16*)- Màn hình hiển thị kết quả: Ở màn hình này, thiết bị di động chạy hệ điều hành Android của người dùng tiến hành gửi lệnh xuống thiết bị VNA gồm lệnh tiến hành quá trình đo và các thông số cần thiết. Thiết bị di động sẽ hiển thị cửa sổ yêu cầu người dùng chờ kết quả. Sau khi thiết bị VNA đo xong Antenna với các thông số được yêu cầu từ người dùng, thiết bị VNA gửi kết quả về cho thiết bị di động. Dựa vào kết quả đo nhận được, thiết bị di động sinh ra biểu đồ tương ứng để hiển thị kết quả.

4.2 PLL Frequency Synthesizer - ADF4350 (*Hình 3*)

ADF4350 là một mô-đun tổng hợp sóng băng thông rộng với VCO tích hợp của hãng Analog Device. Các thông số cơ bản của mô-đun ADF4350 như sau:

- Dải tần số đầu ra ra: 137,5 MHz đến 4400 MHz

- Bộ tổng hợp Fractional-N và bộ tổng hợp Integer-N
- Pha VCO nhiều thấp
- Đầu ra có thể lập trình được chia bởi 1/2/4/8/16
- Nhiễu RMS điển hình: <0.4 ps
- Nguồn điện: 3,0 V đến 3,6 V
- Khả năng tương thích logic: 1.8 V
- Bộ lập sẵn mô đun kép có thể lập trình được 4/5 hoặc 8/9
- Mức công suất đầu ra lập trình được
- Chức năng tắt tiếng ra RF
- Giao diện nối tiếp 3 dây
- Phát hiện khóa tương tự và số
- Chế độ khóa nhanh bằng thông chuyển mạch
- Giảm chu kỳ trượt

Một số ứng dụng cơ bản của ADF4350:

- Cơ sở hạ tầng không dây (W-CDMA, TD-SCDMA, WiMAX, GSM, PCS, DCS, DECT)
- Thiết bị test
- Mạng LAN không dây, thiết bị CATV
- Tạo xung

Nguyên nhân nhóm quyết định lựa chọn mô-đun này để phát sóng:

- Có thể phát ra sóng ở nhiều tần số khác nhau

- Giao tiếp với MCU thông qua giao tiếp đơn giản, hiệu quả SPI
- So với việc mua nhiều VCO ở mỗi tần số 315MHz, 433MHz, 868MHz, 2.4GHz thì giá thành của một mô-đun ADF4350 sẽ thấp hơn rất nhiều

4.3 Directional Coupler - DC08-73 (Hình 5)

IC DC08-73 là IC Directional Coupler của hãng sản xuất IC SKYWORKS. Một số đặc tính của IC cũng chính là lý do mà nhóm quyết định chọn IC này để Coupler sóng ở băng tần 868MHz (LoRa):

- Giá rẻ
- Được tối ưu cho băng tần 810MHz đến 960MHz

4.4 Gain and Phase Detector - AD8302 (Hình 4)

AD8302 là một mô-đun đo biên độ và pha sóng RF của hãng Analog Device. Các thông số cơ bản của mô-đun AD8302 như sau:

- Đo biên độ và pha của sóng lên đến 2,7 GHz
- Phạm vi đầu vào -60dBm đến 0dBm trong hệ thống 50Ohm
- Tỷ lệ gia tăng chính xác (30 mV/dB)
- Độ phi tuyến điển hình $< 0.5\text{dB}$
- Đo Chính Xác Giai Đoạn (10 mV/độ)
- Sự phi tuyến điển hình < 1 Bằng cấp
- Có các chế độ đo / điều khiển / mức so sánh
- Hoạt động từ nguồn cung cấp 2,7 V-5,5 V

- Ổn áp 1.8 V ổn định
- Băng thông Tầng nhỏ Tần số từ DC đến 30 MHz

Một số ứng dụng cơ bản của AD8302:

- RF/IF tuyến tính
- Bộ điều khiển nguồn phát RF
- Giám sát và Chẩn đoán hệ thống từ xa

Nguyên nhân nhóm quyết định lựa chọn mô-đun này để phát sóng là do có thể so sánh được pha và biên độ của hai sóng đầu vào.

4.6 Kết quả

Sau khi hoàn thành đề tài này, về cơ bản đã xây dựng được một thiết bị phân tích, đánh giá chất lượng antenna trong các thiết bị IoT nhỏ, đơn giản có thể đo và đánh giá antenna ở một số tần số thông dụng hay một dãy tần số (khi có thiết bị di động) tương đối chính xác (*Hình 6*). Mặc dù chưa thể so sánh được với các thiết bị chuyên dụng về độ chính xác, song đó là bước khởi đầu để phát triển một thiết bị phân tích, đánh giá chất lượng antenna giá thành thấp, nhỏ gọn. Dưới đây là những kết quả mà đề tài đạt được.

Về mặt lý thuyết:

- Hiểu được nguyên lý đánh giá chất lượng antenna
- Hiểu biết thêm về nguyên lý hoạt động của các thiết bị đo, đánh giá sóng chuyên dụng (SNA, VNA, ...)

- Tìm hiểu thêm một số kỹ thuật cơ bản trong truyền nhận dữ liệu qua Bluetooth

Về mặt thực nghiệm:

- Thiết kế hệ thống mạch nhiều tầng, chiếm diện tích nhỏ
- Xây dựng chương trình ứng dụng điều khiển thiết bị trên hệ điều hành Android. Cho phép điều khiển thiết bị từ xa và hiển thị kết quả một cách trực quan.
- Cho chạy thử nghiệm thiết bị và đạt được một số kết quả khả quan khi so sánh với các thiết bị chuyên dụng.

Về mặt hệ thống:

Ưu điểm:

- Hệ thống ổn định, chương trình xử lý khá chính xác
- Đánh giá được antenna có hoạt động trong băng tần xác định (860MHz đến 930MHz - LoRa) hay không (Hình 7, 8)
- Giá thành thấp (< 100USD)

Khuyết điểm:

- Băng tần đo nhỏ, chỉ hoạt động trong một số băng tần thông dụng nhất định (315 Mhz, 433 Mhz, 868 Mhz, 2.4 Ghz)
- Kết quả đo không thể đánh giá chính xác hiệu suất của antenna thông qua thông số do sai số lớn
- Khi hoạt động cần có thiết bị di động kèm theo để điều khiển thiết bị

Bên cạnh các kết quả đạt được, đề tài vẫn còn gặp nhiều hạn chế cần phải khắc phục thêm. Đó cũng chính là hướng nghiên cứu mở rộng trong tương lai:

- Nghiên cứu giao tiếp giữa thiết bị với Internet để người dùng có thể điều khiển từ xa, cụ thể là thông qua hệ thống website.
- Nghiên cứu tích hợp các mô-đun rời rạc thành một mô-đun nhỏ gọn hơn, thay vì dùng các mô-đun thiết kế sẵn trên thị trường.
- Cải thiện giao diện của ứng dụng điều khiển thiết bị trên điện thoại.
- Phát triển và mở rộng ứng dụng điều khiển trên các hệ điều hành khác như: IOS, Windows Phone,...
- Nâng cấp khả năng hoạt động độc lập cho thiết bị, cụ thể là có thể đo một dãy tầng số và hiển thị đồ thị kết quả trên chính thiết bị.
- Cải thiện độ chính xác cũng như giảm giá thành.

5. Tên sản phẩm: Thiết bị phân tích, đánh giá chất lượng Antenna trong các thiết bị IoT

6. Hiệu quả, phương thức chuyển giao kết quả nghiên cứu và khả năng áp dụng:

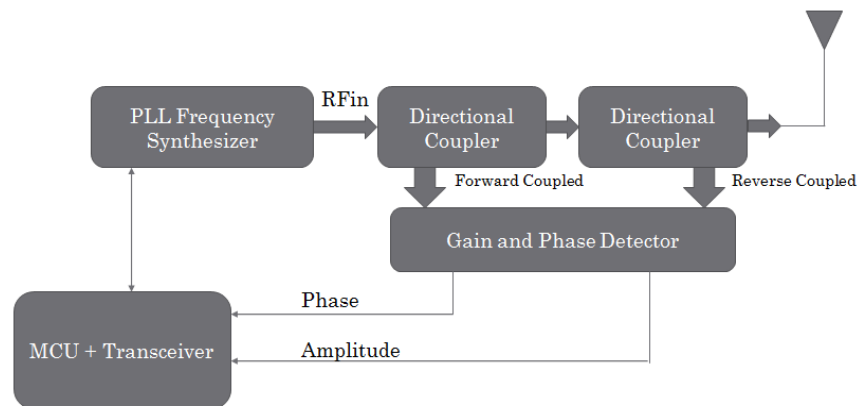
Mặc dù thiết bị vẫn chưa được được độ chính xác cao như đã đề ra ban đầu, nhưng vẫn đáp ứng được các tiêu chí:

- Giá rẻ (< 100USD) phù hợp với các đối tượng là dự án Start-up với nguồn kinh phí thấp, không đủ chi phí cho thiết bị đo VNA chuyên dụng.

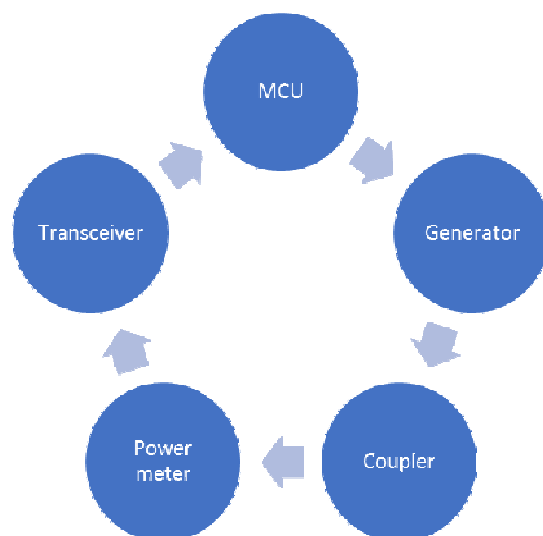
- Đánh giá được khả năng Antenna có hoạt động hay không trong băng tần 868MHz (LoRa) hiện tại đang là xu hướng phát triển của IoT.
- Thiết bị nhỏ gọn, hoạt động đơn giản

Tuy đề tài vẫn còn nhiều hạn chế trong việc hiện thực thiết bị, do đó chưa có khả năng chuyển giao công nghệ. Tuy nhiên, trong tương lai, đây sẽ là một sản phẩm tiềm năng trong việc ứng dụng trong thực tiễn.

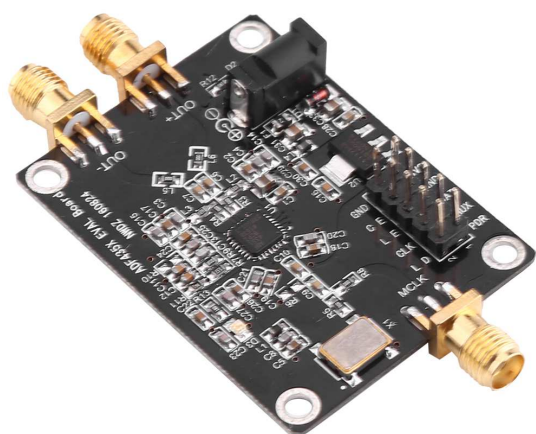
7. Hình ảnh, sơ đồ minh họa chính:



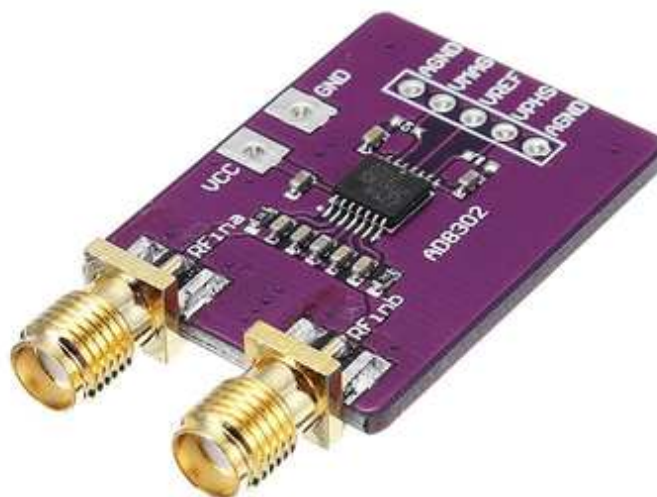
Hình 1: Sơ đồ khối hệ thống



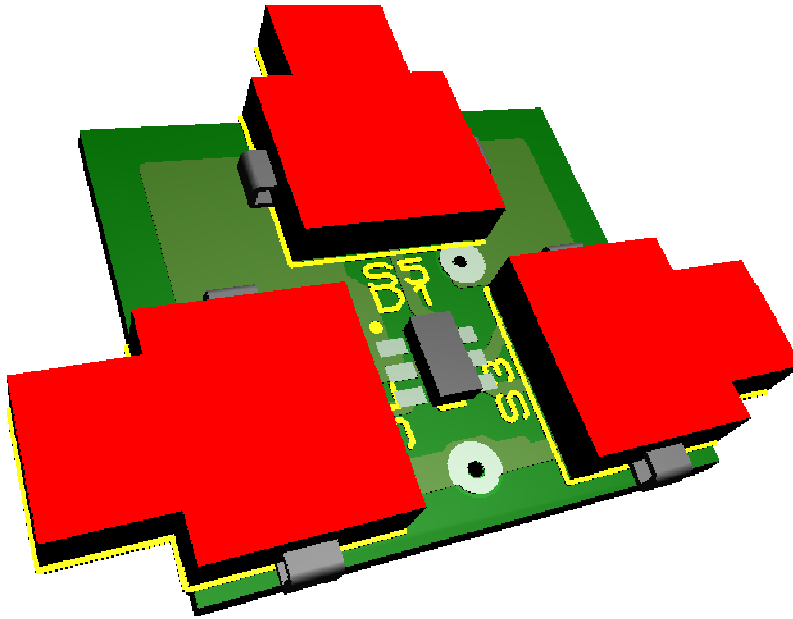
Hình 2: Các bước hoạt động của hệ thống



Hình 3: Mô-đun ADF4350



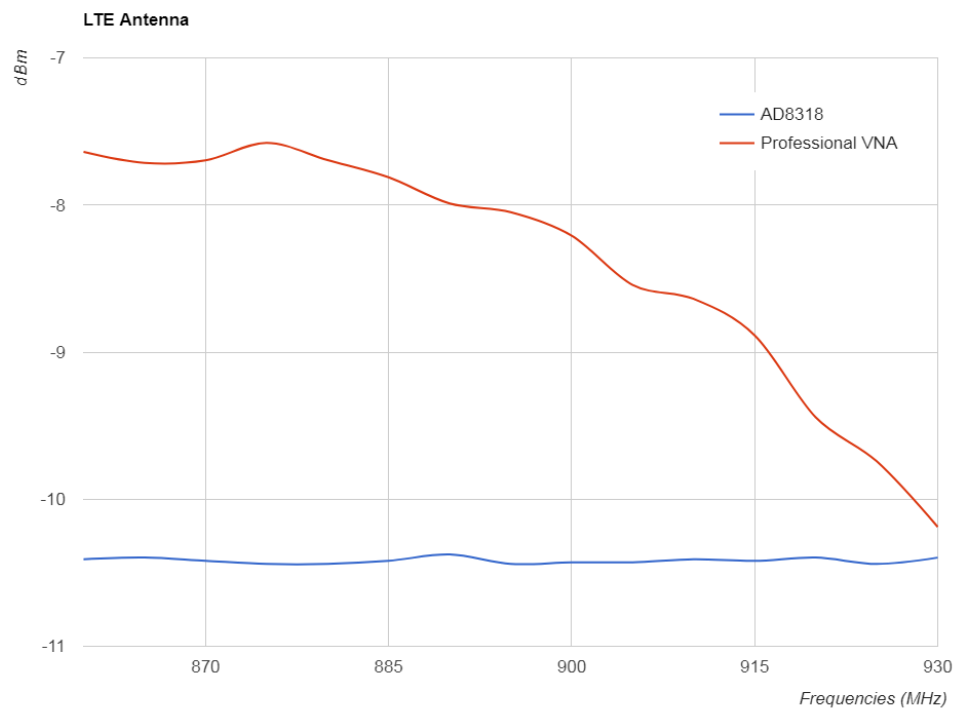
Hình 4: Mô-đun AD8302



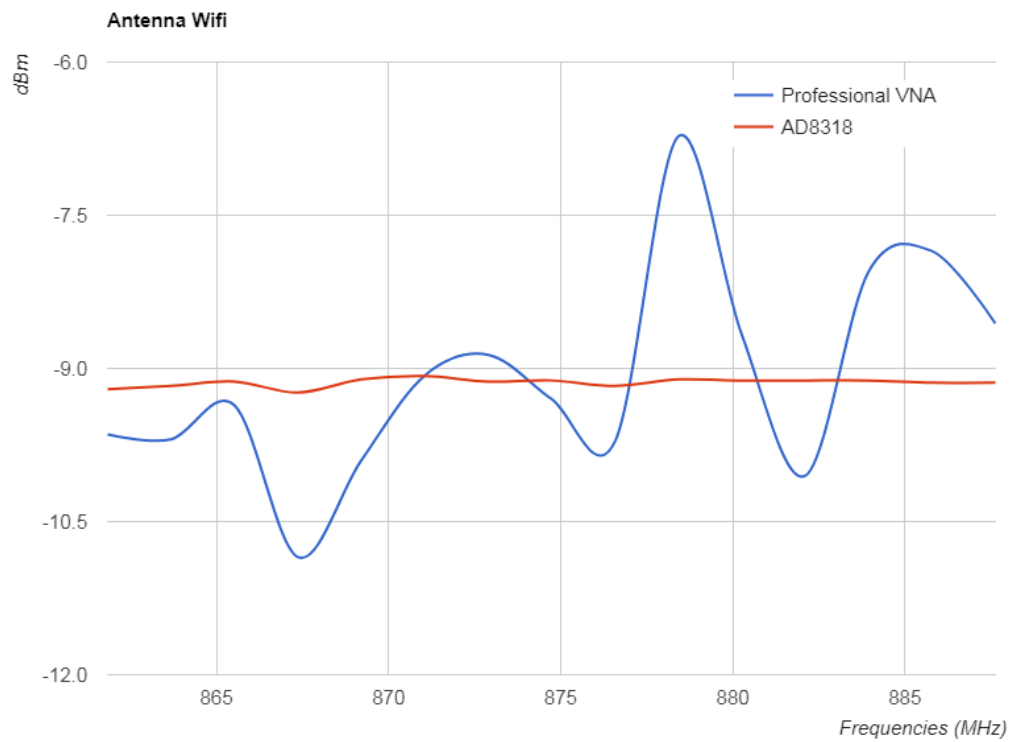
Hình 5: Mạch Coupler sử dụng IC DC08-73LF



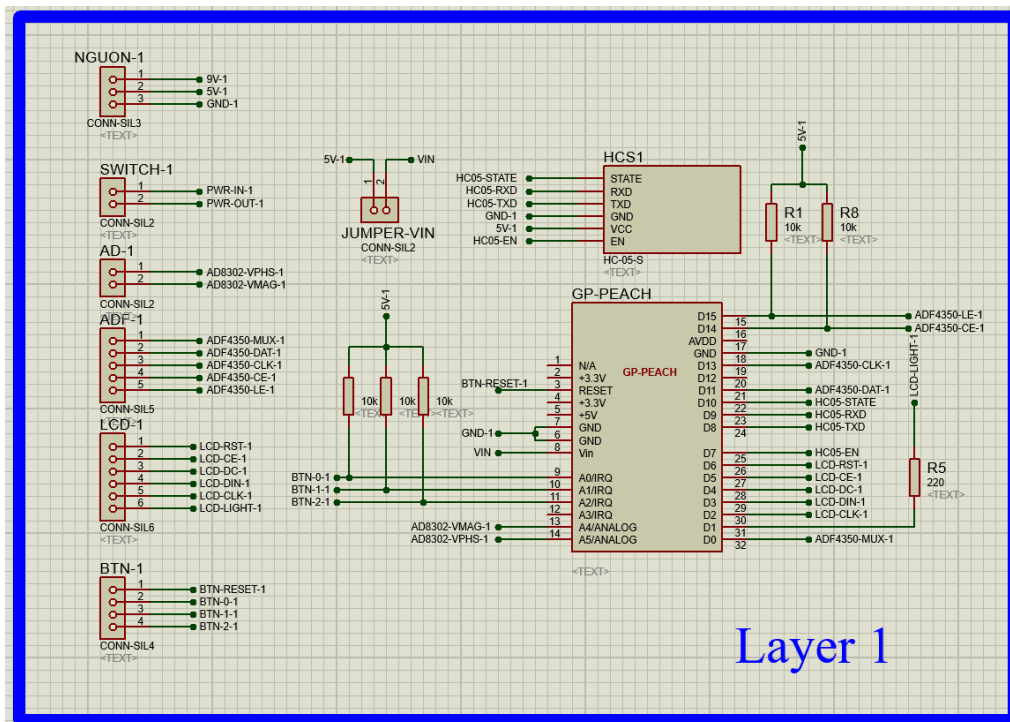
Hình 6: Hình ảnh thiết bị thực tế



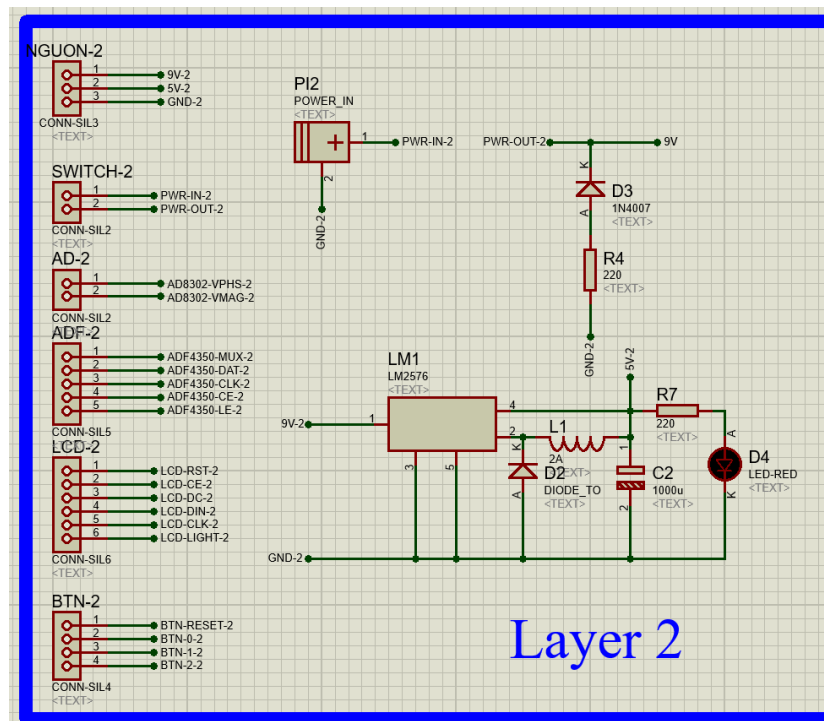
Hình 7: Kết quả đo Antenna LTE



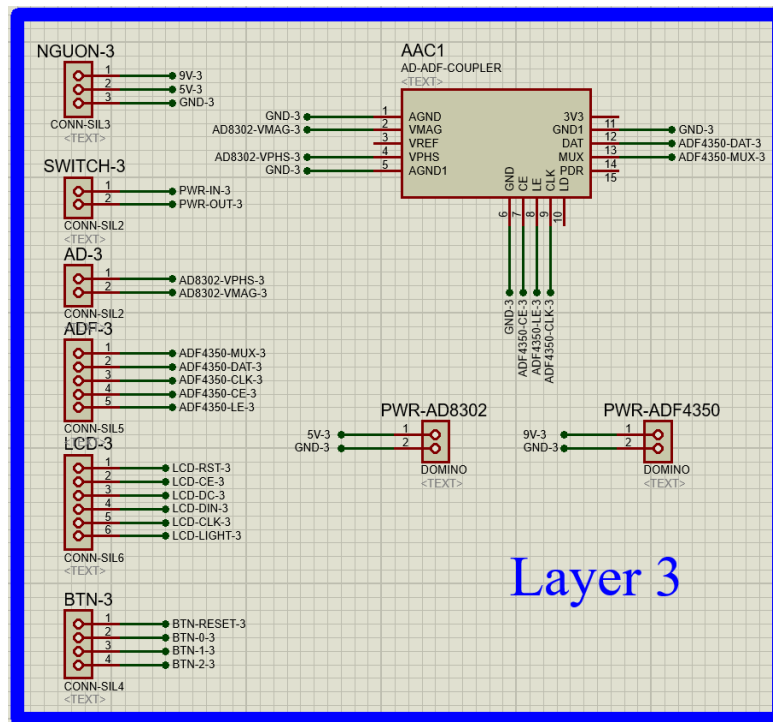
Hình 8: Kết quả đo Antenna WIFI



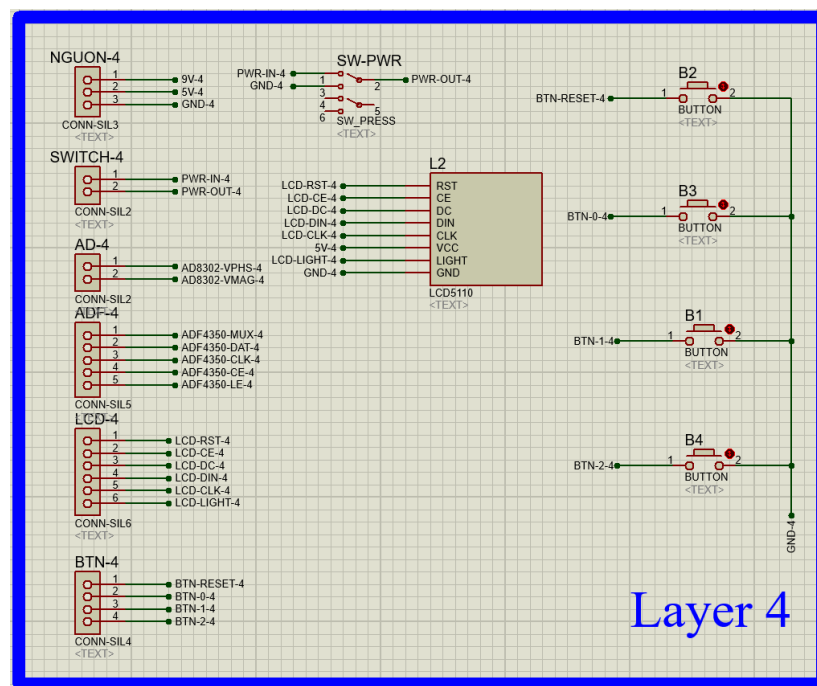
Hình 9: Mạch nguyên lý khối điều khiển trung tâm (MCU)



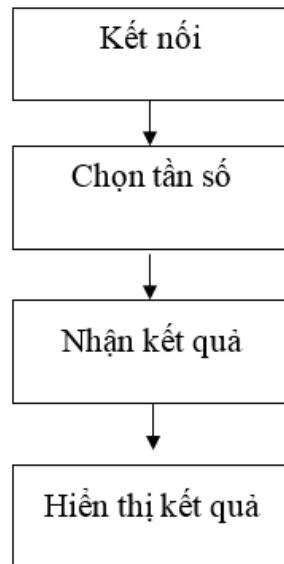
Hình 10: Mạch nguyên lý khối mạch nguồn LM2596



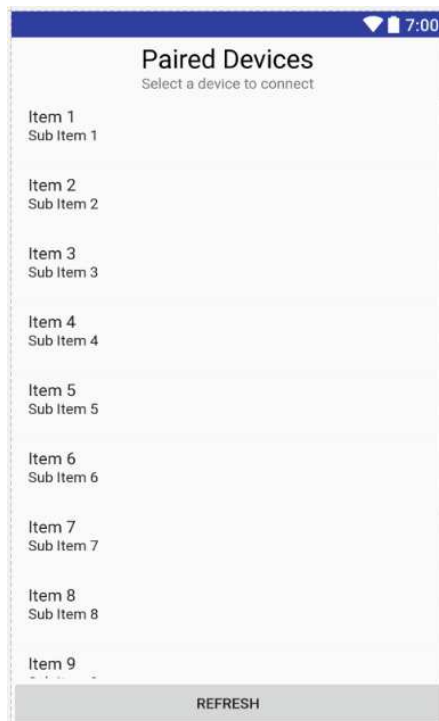
Hình 11: Mạch nguyên lý khối Khối mô-đun ADF4351 Evaluation Board
– AD8302 – Coupler



Hình 12: Mạch nguyên lý khối LCD Nokia 5110 và nút nhấn



Hình 13: Sơ đồ chương trình điều khiển trên thiết bị di động



Hình 14: Màn hình 1



Hình 15: Màn hình 2



Hình 16: Màn hình 3

Cơ quan Chủ trì
(ký, họ và tên, đóng dấu)

Chủ nhiệm đề tài
(ký, họ và tên)