

THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO KIT ĐA NĂNG STM32, ỨNG DỤNG VÀO GIẢNG DẠY VÀ PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG IOT

*Nguyễn Mạnh Hùng**, *Phạm Tiến Huy**, *Trần Huy Long†*
Email: manhhung@hou.edu.vn

Ngày tòa soạn nhận được bài báo: 02/12/2022
 Ngày nhận kết quả phản biện đánh giá: 02/06/2023
 Ngày bài báo được duyệt đăng: 28/06/2023

DOI: 10.59266/houjs.2023.274

Tóm tắt: *Stm32 là dòng chip đang được phát triển và sử dụng rộng rãi trong những dự án điện tử, IoT. Nhóm nghiên cứu đã thiết kế, chế tạo kit phát triển đa năng sử dụng vi điều khiển trung tâm Stm32f103rct6, cấu hình cao, hiệu suất vượt trội với 64 chân, lõi ARM 32-bit Cortex M3, tần số lớn nhất là 72Mhz, sử dụng với 10 kênh ADC 12 bit,; dùng 2 timer phát xung PWM; các chuẩn giao tiếp: 2 bộ I2C, 3 bộ UART, 1 bộ SPI, 1 bộ CAN. Ngoài những chức năng cơ bản hỗ trợ sinh viên học tập, kit còn có những module giao tiếp nâng cao ứng dụng trong kết nối IoT như SIM 800L, LoRa AS32-TTL-100, giao tiếp RS485. Bộ kit hoàn toàn có thể sử dụng cho công việc thu thập, giám sát các thông số môi trường, hỗ trợ cho các dự án quy mô lớn. Bài báo này sẽ trình bày quy trình thiết kế, chế tạo kit đa năng và ứng dụng của sản phẩm nhằm đáp ứng nhu cầu đào tạo linh hoạt liên kết giữa các ngành kỹ thuật, phát triển theo hướng IoT.*

Từ khóa: *Stm32, kit, IoT, LoRa, cảm biến, điện tử.*

I. Đặt vấn đề

Với xu thế phát triển hiện nay, việc thực hành, thí nghiệm trong các trường đại học đang được đẩy mạnh và chuyên sâu hơn, đòi hỏi phải xây dựng nên bộ giáo cụ giảng dạy chất lượng, phù hợp với mục đích đào tạo theo từng chuyên ngành.

Nhóm nghiên cứu đã bắt tay vào nghiên cứu thiết kế chế tạo kit học tập có vi điều khiển trung tâm là Stm32 với những module bài học phù hợp, thiết thực. Trên kit có gắn sẵn cảm biến và module

thu phát LoRa, tạo thành một thiết bị có khả năng thu thập các chỉ số môi trường, ứng dụng trong hệ thống IoT trên quy mô lớn với khoảng cách truyền phát xa, năng lượng tiêu thụ nhỏ.

Vi điều khiển trung tâm được lựa chọn cho kit là Stm32f103rct6 thuộc series Stm32f103xx là dòng vi điều khiển 32 bit sử dụng lõi ARM Cortex M3 của hãng ST sản xuất. Chip có thể thay thế các dòng chip 8 bit hay 16 bit hiệu suất thấp mà giá thành chênh lệch lại không đáng

* Khoa Điện - Điện tử, Trường Đại học Mở Hà Nội

† Học viện Công nghệ Bưu chính viễn thông

kê, hoàn toàn đáp ứng được những yêu cầu của các hệ thống xử lý số hiện nay với cấu hình cao, hiệu suất vượt trội với 64 chân, lõi ARM 32-bit Cortex M3, tần số lớn nhất là 72Mhz, sử dụng 10 kênh ADC 12 bit; dùng 2 timer tạo xung PWM, độ phân giải 16 bit, tần số 72 MHz; các chuẩn giao tiếp: 2 bộ I2C, 3 bộ UART, 1 bộ SPI, 1 bộ CAN.

Từ bộ kit, sinh viên có thể tham khảo cách thiết kế mạch điện phần cứng sử dụng phần mềm Altium, áp dụng cho các môn yêu cầu thiết kế, chế tạo mạch điện như Vi xử lý, Thiết kế mạch số. Ngoài ra, sinh viên có thể sử dụng để nạp, kiểm tra nhanh chóng code sau khi lập trình theo các nội dung: vào ra GPIO, điều khiển đèn led đơn bằng nút nhấn; sử dụng ngắt; timer; điều chế độ rộng xung (PWM); đọc ADC; giao tiếp một dây mềm với DHT11; giao tiếp UART với SIM 800L, LoRa AS32-TTL-100, chuyển đổi UART sang giao tiếp RS485 với IC MAX485; giao tiếp I2C với màn hình LCD, bàn phím cảm ứng điện dung MPR121; giao tiếp SPI với IC nhớ W25Q16; giao tiếp CAN. Nhóm nghiên cứu đề xuất dùng phần mềm Stm32cubemx để cấu hình và viết code trên Keil C với thư viện HAL để nhanh gọn và được hỗ trợ chính xác nhất.

Khi sử dụng nhiều kit và kết hợp các bài thực hành lại, sẽ tạo ra một hệ thống IoT gồm 1 kit phụ thu thập thông số môi trường bằng cảm biến DHT11 có sẵn và các cảm biến gắn thêm tại các đầu ra ADC, truyền dữ liệu đo được sang kit chính bằng công nghệ LoRa, kit chính gửi thông tin này qua sóng GPRS tới website thingspeak.com, trang web sẽ nhận và xử lý dữ liệu, chuyển đổi về dạng đồ thị trực quan.

Trong khuôn khổ bài báo này, nhóm nghiên cứu sẽ trình bày quy trình thiết kế, chế tạo kit phát triển đa năng và ứng dụng của sản phẩm nhằm đáp ứng nhu cầu đào tạo linh hoạt liên kết giữa các ngành kỹ thuật, phát triển theo hướng IoT. Sản phẩm hoàn thành có tính thực tiễn cao, có thể sử dụng làm thiết bị đo đạc thông số môi trường bằng các cảm biến, thu phát dữ liệu sử dụng kỹ thuật LoRa.

II. Phương pháp nghiên cứu, quy trình thiết kế và chế tạo

2.1. Thiết kế tổng quan hệ thống

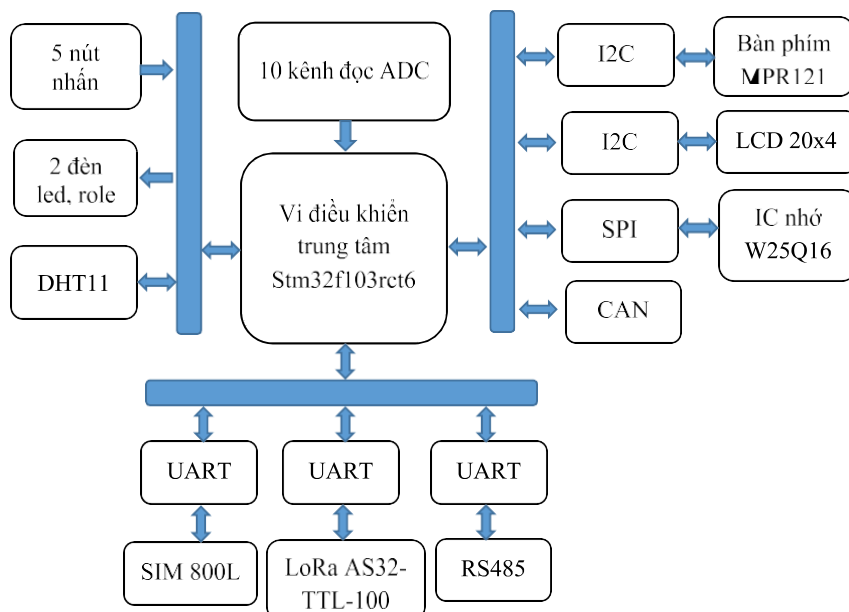
Thiết kế của kit phát triển phải đảm bảo yêu cầu:

- Trên kit có các module thực hành cơ bản và nâng cao: I/O, timer, ADC, USART, SPI, I2C, vv...
- Kit phải tích hợp module thu phát sóng LoRa với chất lượng thu phát tốt trong khoảng cách 2 km.
- Thiết kế gọn nhẹ, giá thành thấp, không quá 3 triệu.

Hình 1 là sơ đồ thể hiện các khối chức năng và module trên kit. Trung tâm điều khiển của kit chính là khối xử lý trung tâm ARM Cortex-M3 Stm32F103rct6. Tất cả các khối trong kit phát triển đều được cung cấp điện áp và dòng điện với các giá trị cụ thể thông qua khối nguồn. Các khối ngoại vi được bố trí xung quanh khối xử lý trung tâm. Các khối này có nhiệm vụ nhập/xuất dữ liệu, giao tiếp với khối xử lý trung tâm để xử lý và được chia thành 2 loại chính là các khối ngoại vi giao tiếp cơ bản và nâng cao. Các khối cơ bản gồm: led đơn, nút nhấn, role, cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT11, khối ADC có thể đọc giá trị điện áp, dòng điện.

Các khối giao tiếp nâng cao gồm: 2 khối module giao tiếp là Sim 800L và LoRa kết nối với vi điều khiển bằng giao tiếp UART; module bàn phím cảm ứng điện

dụng MPR121 và LCD 20x4 kết nối qua giao tiếp I2C; IC nhớ W25Q16 để lưu dữ liệu khi mất nguồn và 2 đầu ra cho giao tiếp CAN, RS485.



Hình 1. Sơ đồ các khối của hệ thống

2.2. Thiết kế từng khối chi tiết

Từ sơ đồ khối tổng quát, ta đi sâu vào phân tích cụ thể cấu tạo, chức năng cho từng khối nhỏ.

Bảng 1 trình bày các thông số kỹ thuật cơ bản của kit phát triển.

Bảng 1: Thông số kỹ thuật cơ bản của kit

	Đặc trưng
Khối nguồn	- Các mức điện áp: 3,3V; 4V; 5V; 10V và 12V - Dòng điện: 1mA - 1A
Bộ xử lý	- ARM Cortex - M3 Stm32f103rct6
Khối chức năng cơ bản	- Khối hiển thị: 2 LED đơn, - 1 màn hình LCD 20 x4 - 5 Nút nhấn - 10 kênh ADC độ phân giải 12 bit.
Khối giao tiếp nâng cao	- 3 giao tiếp UART - 2 giao tiếp I2C - 1 giao tiếp SPI - 1 giao tiếp CAN
Mạch nạp	- Chuẩn ST - link
Kích thước	- 160 mm x 120 mm x 3 mm

• Khối chức năng cơ bản

Người học thực hành lập trình có thể làm quen với vi điều khiển Stm32 với các chức năng cơ bản:

- Chức năng vào ra: 2 led đơn, 5 nút nhấn và 2 role; điện áp tiếp điểm role là 220V xoay chiều; và dòng: 10A.

- Sử dụng 10 đầu ra từ IN0 đến IN9 trên bộ ADC1 độ phân giải 12 bit tần số lấy mẫu lớn nhất là 8MHz để đọc thông số dòng điện, điện áp do các cảm biến truyền vào.

- Sử dụng timer 1 và timer 2 tạo xung PWM, độ phân giải 16 bit, tần số 72 MHz.

- Cảm biến đo nhiệt độ, độ ẩm DHT11 giao tiếp một dây mềm.

• Khối giao tiếp nâng cao

- 3 giao tiếp UART: truyền dữ liệu

qua sóng RF với các module thu phát sóng SIM 800L, LoRa AS32-TTL-100; chuyển đổi UART sang giao tiếp RS485 với IC MAX485.

- 2 giao tiếp I2C: vi điều khiển trung tâm sử dụng để nhận lệnh từ bàn phím cảm ứng điện dung và hiển thị lên màn hình LCD 20x4.

- Giao tiếp SPI: kết nối giữa vi điều khiển và nhớ IC W25Q16, giúp lưu chương trình khi hệ thống gặp sự cố mất nguồn.

- Giao tiếp CAN: Trên kit có đầu ra có thể kết nối bằng giao tiếp CAN phát triển cho các ứng dụng khác.

Sau khi phân tích, từng khối chức năng riêng của kit sẽ được mô phỏng riêng trên phần mềm Proteus để đánh giá tính chính xác trước khi ghép tất cả các module lại trên một bản thiết kế hoàn chỉnh.

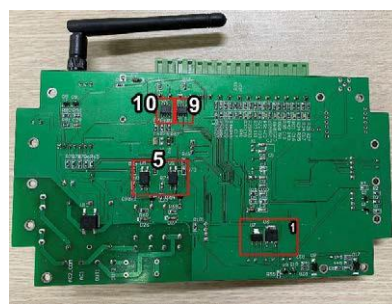
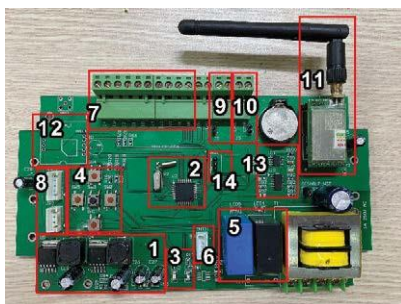
2.3. Chế tạo kit

Sau khi thiết kế nguyên lý, có thể chuyển qua bước thiết kế mạch in. Mạch in được thiết kế hai lớp với khả năng

chống nhiễu cao trên phần mềm Altium. Các linh kiện được sắp xếp bố cục hợp lý để đạt tiêu chí nhỏ gọn nhưng vẫn không làm mất đi tính thẩm mỹ của mạch.

Trong quá trình đi dây mạch in, nhóm nghiên cứu đã kết hợp cả phương pháp đi dây tự động và thủ công, tuân thủ các luật thiết kế để mạch in đạt được độ chính xác cao. Ví dụ như khoảng cách tối thiểu giữa hai đường dây mạch in là 0.3mm, độ rộng tối thiểu một đường dây tín hiệu mạch in là 0.4mm, khoảng cách tối thiểu giữa hai chân chip là 0.3 mm, độ rộng tối thiểu một đường dây nguồn 0,6mm.

Để đảm bảo tính thẩm mỹ, chất lượng, độ chính xác cho mạch điện, nhóm đã đặt các công ty chế tạo mạch, lắp đặt linh kiện. Với cách làm này, chi phí mạch cao nhưng bù lại thì chất lượng và thẩm mỹ của mạch đều đạt được yêu cầu và không cần phải chỉnh sửa hay phát sinh những lỗi không mong muốn. Hình 2 là hai lớp mặt trước và sau của kit khi đã hàn linh kiện đầy đủ.



Hình 2. Hai mặt của kit

1 Nguồn, 2 Vi điều khiển Stm32, 3 Led, 4 Button, 5 Role, 6 Sensor, 7 ADC, 8 I2C, 9 Rs 485, 10 Can, 11 LoRa, 12 Module Sim 800L, 13 Watchdog timer, 14 chân nạp

2.4. Đo đạc, kiểm tra và đánh giá

Bước cuối cùng của quy trình là đo đạc, kiểm tra và đánh giá chất lượng kit. Toàn bộ chức năng nhiệm vụ của các khối

sẽ được kiểm tra, hiện thực trên kit trong bước này. Nhóm nghiên cứu đã kiểm tra kit phát triển bằng cách cấp nguồn và cho chạy liên tục trong vòng 48h. Kết quả thử

nghiệm cho thấy kit vẫn hoạt động bình thường ổn định với tất cả các chức năng của mạch. Nguồn điện áp và dòng điện cung cấp vẫn đảm bảo ở mức 12 V và 2A. Năng lượng tiêu hao không đáng kể khi hoạt động cùng với thời gian như vậy nhiệt lượng tỏa ra trên chip vào khoảng 25 đến 30°C.

Tiến hành nạp code thực hiện chạy các chức năng, tất cả các chức năng cơ bản và nâng cao đều hoạt động tốt ở điều kiện bình thường. Đèn led đơn, role, màn hình LCD đọc được lệnh điều khiển từ nút nhấn

Bảng 2: Chạy thử nghiệm kit ở các nhiệt độ khác nhau trong 8 giờ

Nhiệt độ	Độ ẩm	Tần số rung	Nồng độ bụi	Số lần reset
30	60%	30Hz	100 ($\mu\text{m}/\text{m}^3$)	0
40	50%	40Hz	100 ($\mu\text{m}/\text{m}^3$)	0
50	42%	50Hz	150 ($\mu\text{m}/\text{m}^3$)	0

Quy trình thiết kế đã được trình bày toàn bộ trong phần 2 của bài báo. Các bước thiết kế kit phát triển đều có vai trò và sự quan trọng nhất định. Tuy nhiên để tránh việc phải thiết kế lại gây lãng phí thời gian và chi phí, nhóm nghiên cứu đã cẩn thận, tỉ mỉ, phân tích rõ ràng các yêu cầu để thực hiện các bước với độ chính xác cao nhất.

III. Ứng dụng của Kit Stm32

3.1. Ứng dụng trong giảng dạy

Kit phát triển sẽ được đưa vào phục vụ giảng dạy tại Khoa Công nghệ Điện tử Thông tin, sinh viên có thể khai thác kit hiệu quả trong các môn học: Vi xử lý, Thiết kế mạch số, Lập trình nhúng.

Nhóm nghiên cứu đề xuất dùng phần mềm stm32cubemx để cấu hình và sử dụng thư viện HAL viết code trên Keil C với những bài học: điều khiển hiển thị vào ra GPIO, điều khiển đèn led đơn bằng

và hiển thị nhanh, rõ ràng. Các module giao tiếp thu phát dữ liệu chính xác.

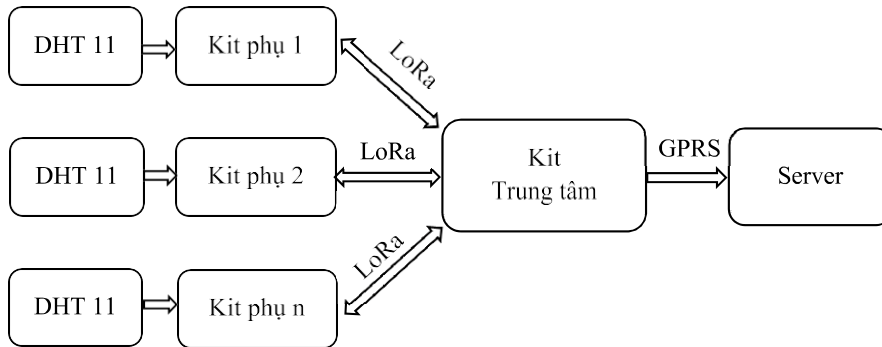
Nhóm nghiên cứu tiếp tục cho kit hoạt động ở những điều kiện nhiệt độ, độ ẩm, rung lắc khác nhau (bảng 2) và tiến hành theo dõi số lần kit bị mất nguồn, cần reset lại trong 8 giờ. Thực hiện bài thí nghiệm đo nhiệt độ, hiển thị lên màn hình LCD, ở điều kiện cao nhất: 50°C, độ ẩm: 42%, tần số rung: 50Hz, Nồng độ bụi thô: 150 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, kết quả cho thấy các module DHT11, LCD 20x4 của kit vẫn chạy ổn định, kit không bị mất nguồn.

nút nhấn; sử dụng ngắt; timer; đọc ADC; giao tiếp một dây mềm với DHT11; giao tiếp UART với SIM 800L, LoRa AS32-TTL-100, chuyển đổi UART sang giao tiếp RS485 với IC MAX485; giao tiếp I2C với màn hình LCD, bàn phím cảm ứng điện dung MPR121; giao tiếp SPI với IC nhớ W25Q16; giao tiếp CAN.

Áp dụng vào các môn cần thiết kế mạch, thực hành làm ra sản phẩm, sinh viên có thể dựa vào sơ đồ nguyên lý, kết hợp với kiến thức về linh kiện điện tử cơ bản, thiết kế nên những module nhỏ theo các khối chức năng cơ bản và nâng cao của kit. Sinh viên có thể hình dung dễ dàng cách kết nối chân của vi điều khiển với các ngoại vi, chọn giá trị các linh kiện như điện trở, tụ điện, diode... kèm theo. Tùy theo khả năng, sinh viên có thể phát triển thêm bằng cách kết hợp các module với nhau hoặc kết hợp các module của kit với module bên ngoài để tạo ra những sản phẩm mới.

Kit sẽ trở thành giáo cụ trực quan giúp giảng viên truyền đạt kiến thức tới sinh viên dễ dàng hơn. Việc đi sâu vào nghiên cứu Stm32 sẽ giúp sinh viên nâng

3.2. Xây dựng mô hình IoT với Kit Stm32



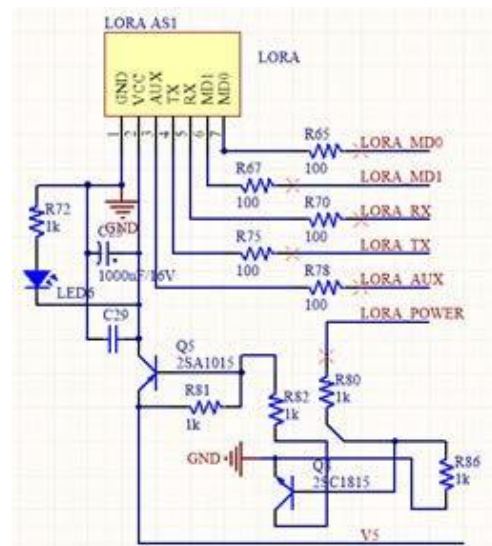
Hình 3. Cấu trúc mô hình IoT sử dụng kit

Nhóm nghiên cứu đưa ra mô hình IoT cơ bản trong hình 3. Hệ thống sẽ gồm 1 kit trung tâm và nhiều kit phụ đặt ở nơi cần thu thập dữ liệu môi trường trong bán kính 2 km từ kit trung tâm. Trên mỗi kit có gắn cảm biến DHT11 để thu thập thông số nhiệt độ, độ ẩm tại điểm đo. Kit trung tâm sẽ phân biệt thông tin tại các địa điểm đo qua ID của từng kit phụ. Để mô phỏng hệ thống IoT, nhóm nghiên cứu đã chế tạo 2 kit, 1 kit phụ sẽ đo dữ liệu nhiệt độ, độ ẩm môi trường và truyền sang kit trung tâm bằng công nghệ LoRa. Kit trung tâm có gắn thêm 1 module SIM 800L sẽ nhận dữ liệu từ kit phụ. Kit trung tâm sẽ truyền dữ liệu lên website thingspeak.com qua mạng GPRS. Trang web cho phép thu thập dữ liệu trên đám mây sau đó phân tích và trực quan hóa dữ liệu, thể hiện dưới dạng đồ thị.

Quá trình truyền phát dữ liệu giữa các kit sẽ được thực hiện qua module LoRa AS32-TTL-100. Module thu phát RF AS32 - TTL - 100 sử dụng chip Semtech SX1278 của chuẩn LoRaTM không dây, module ngoài sử dụng công nghệ GFSK

cao được kiến thức thiết kế mạch, lập trình nhúng, có thể tự phát triển nên những dự án riêng và từ đó thuận lợi hơn khi tìm kiếm việc làm sau này.

truyền thông, nó cũng sử dụng công nghệ LoRa (long range) chống nhiễu và giảm dòng tiêu thụ. Module hỗ trợ chuẩn giao tiếp UART, độ mạnh tín hiệu phát lớn 100mW, truyền tải được khoảng cách xa mà điện năng tiêu thụ thấp.



Hình 4. Sơ đồ nguyên lý khối module LoRa AS32-TTL-100

Vi điều khiển trung tâm sẽ sử dụng giao tiếp UART kết nối với LoRa AS32-TTL-100, sơ đồ nguyên lý của khối được biểu diễn trên hình 4. Thứ tự các chân kết nối trong bảng 3.

Bảng 3: Kết nối chân giữa module LoRa và vi điều khiển

Chân module	Chân VĐK	Số chân
LORA_MD0	PC2	10
LORA_MD1	PC3	11
LORA_RX	UART5_TX	53
LORA_TX	UART5_RX	54
LORA_AUX	PB2	28
LORA_POWER	PC1	9
POWER	5V	

IV. Kết quả và thảo luận

Với mục đích kiểm nghiệm, đánh giá chất lượng truyền nhận dữ liệu qua module LoRa AS32-TTL-100 giữa các kit, nhóm đã thực hiện một số thử nghiệm đo chỉ số nhiệt độ, độ ẩm bằng 1 kit và truyền dữ liệu sang kit còn lại ở những khoảng cách khác nhau với cấu hình:

Bảng 4. Kết quả chất lượng thu phát của module LoRa với những khoảng cách khác nhau

Phạm vi	Số gói gửi	Số gói nhận chính xác	Tỉ lệ
20m	500	500	100%
500m	500	499	~ 100%
2000m	1000	994	~ 99,5 %

Khoảng cách xa nhất mà nhóm thực hiện là 2 km (bảng 4): từ Khoa Công nghệ Điện tử Thông tin, 62 Phan Đình Giót tới Cơ sở văn phòng Trường Đại học Mở Hà Nội, Nhà B101, phố Nguyễn Hiền. Thực hiện phát 1000 lần bản tin yêu cầu dữ liệu từ kit trung tâm, kết quả kit tại nút đo trả về



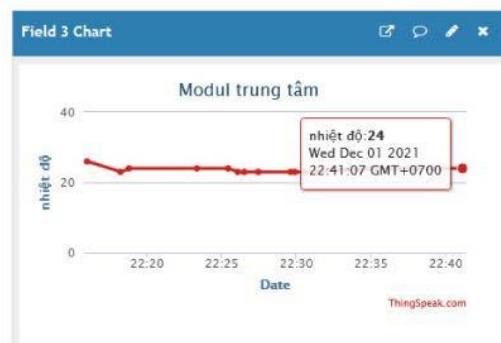
Hình 5. Truyền nhận dữ liệu giữa các kit hoàn thiện

- Băng tần: 433 MHz.
- Công suất phát: 1mW.
- Vận tốc trong không khí: 2,4kbps theo mặc định của module LoRa.
- Tốc độ lấy mẫu của DHT11: 2s/lần.
- Độ dài gói tin: 40byte.
- Tốc độ truyền tin: 1 phút/gói, gói tin sẽ mang lệnh điều khiển của kit trung tâm, các dữ liệu cảm biến tại nút đo được ở lần gần nhất.
- Tỉ lệ lỗi bit: dưới 1%
- Sử dụng phương pháp CRC-16/MODBUS để kiểm tra để đánh giá độ tin cậy và phát hiện lỗi với đa thức sinh là:

$$x^{15} + x^2 + 1$$

chính xác 994/1000, xấp xỉ 100%. Thông số nhiệt độ độ ẩm kit phụ thu thập được hiển thị rõ ràng lên kit chính (hình 5).

Trên giao diện trang thingspeak.com, số liệu truyền qua sóng GPRS được tập hợp lại và thể hiện theo dạng đồ thị trong hình 6.



Hình 6. Đồ thị nhiệt độ trên trang thingspeak.com

Theo thông số nhà cung cấp đưa ra, module LoRa sử dụng trong Kit có thể truyền nhận trong khoảng cách 3km với môi trường không có vật cản nhưng độ chính xác sẽ bị giảm đi. Tốc độ thu phát lớn nhất là 19,2kbps, nhưng khi truyền với tốc độ cao, để đảm bảo chất lượng, các module phải đặt gần nhau. Với khoảng cách xa, ta nên sử dụng vận tốc vừa phải, công suất lớn hơn để đảm bảo độ chính xác.

V. Kết luận

Bài báo đã trình bày quy trình thiết kế và chế tạo kit phát triển với trung tâm là vi điều khiển Stm32F103rct6. Sản phẩm hoàn thiện đáp ứng được những yêu cầu đề ra. Sau khi chạy thử các bài thí nghiệm trong các điều kiện khác nhau, nhóm nghiên cứu có một số đánh giá như sau:

- Kit phát triển có độ ổn định cao, khả năng tiêu thụ năng lượng thấp. So sánh kết quả giữa lý thuyết, mô phỏng và việc hiện thực trên kit đạt sự chính xác 100%

- Kit thiết kế đã sử dụng tính năng vào ra số để giám sát thông số môi trường cơ bản là độ ẩm và nhiệt độ trong một hệ thống IoT đơn giản sử dụng công nghệ Lora.

- Kit có kích thước nhỏ gọn với kích thước mạch điện 160 mm x 120 mm, thuận tiện cho người sử dụng thao tác, dễ dàng di chuyển tới các địa điểm khác nhau để làm thí nghiệm, thực hành.

- Chi phí chế tạo kit sau khi nghiên cứu thấp: không quá 3 triệu VNĐ.

Kit phát triển sẽ được đưa vào phục vụ giảng dạy tại Khoa Công nghệ Điện tử Thông tin, sinh viên có thể khai thác kit hiệu quả trong các môn học yêu cầu lập trình: Vi xử lý, Thiết kế mạch số, Lập

trình nhúng. Ngoài ra, sinh viên cũng có thể tham khảo và thiết kế ra những mạch điện tương ứng dựa vào từng khối chức năng riêng của kit.

Ngoài những chức năng cơ bản, kit phát triển tích hợp một số module thu phát tín hiệu như: SIM 800L, LoRa AS32-TTL-100 mà các kit hiện tại bán ngoài thị trường không có.

Nhóm nghiên cứu đã tiến hành chạy thử nghiệm trong khoảng cách 2 km ở băng tần 433 MHz, tốc độ 2,4 kbps, kit tĩnh, không di chuyển; độ dài gói tin: 40byte, tốc độ truyền tin: 1 phút/gói; những gói tin truyền nhận giữa các kit có độ chính xác cao: xấp xỉ 99,5%.

Bước tiếp theo, nhóm nghiên cứu sẽ lắp thêm những loại cảm biến khác để đo thêm các thông số của môi trường như: cảm biến áp suất, cảm biến độ bụi, cảm biến ánh sáng, mức chất lỏng, cảm biến momen,...; xây dựng website để có thể lưu trữ dữ liệu đo được.

Tài liệu tham khảo:

- [1]. STM32F103x8, STM32F103xB Datasheet available at <https://www.st.com/resource/en/datasheet/stm32f103c8.pdf>, [Accessed 18 October 2021].
- [2]. Andrew N. SLOSS, Dominic, Chris WRIGHT (San Francisco, 2004), *ARM System Developer's Guide, Designing and Optimizing System Software*.
- [3]. Noreen, U., Bounceur, A., & Clavier, L. (2017). *A study of LoRa low power and wide area network technology*. 2017 International Conference on Advanced Technologies for Signal and Image Processing (ATSIP). doi: 10.1109/atsip.2017.8075570.

- [4]. A Comprehensive Study of the Use of LoRa in the Development of Smart Cities International Conference on Internet of Things for the Global Community (IoTGC), 10-13 July 2017.
- [5]. Eyuel D. Ayele, Chiel Hakkenberg, Jan Pieter Meijers, Kyle Zhang, Nivana Meratnia, Paul J. M. Havinga, *Performance Analysis of LoRa Radio for an Indoor IoT Application*, 2017
- [6]. Ram Prasanna, Baranidharan, G. Karthik, Seetharaman, *Industrial smart power control using LoRa network*, Dept of ECE, Anna University, Chennai 600025, India, available online 8 July 2021.

DESIGN AND MANUFACTURE MULTI-FUNCTION STM32 KIT, APPLICATIONS TO TEACHING AND DEVELOPING IOT SYSTEM

Nguyen Manh Hung[‡], Pham Tien Huy[§], Tran Huy Long[¶]
Email: manhhung@hou.edu.vn

Abstract: *Stm32 is a series of chips being developed and widely used in electronic and IoT projects. The research team designed and manufactured a versatile development kit using the central microcontroller Stm32f103rct6, high configuration, outstanding performance with 64 pins, ARM core 32-bit Cortex M3, the maximum frequency is 72Mhz, use with ten channels of 12-bit ADC; use two timers to generate PWM; communication standards: 2 sets of I2C, three sets of UART, 1 set of SPI, 1 set of CAN. In addition to the essential functions to support student learning, the kit also has advanced communication modules for IoT applications such as 800L SIM, AS32-TTL-100 LoRa, and RS485 communication. The equipment can collect, monitor environmental parameters, and support large-scale projects. This article will present the process of designing and manufacturing a multi-purpose kit and applying the product to satisfy flexible training, linking engineering disciplines, and developing in the direction of IoT.*

Keywords: *Stm32, kit, IoT, LoRa, Sensor, electronic.*

[‡] Faculty of Electrical and Electronics Engineering, Hanoi Open University

[§] Faculty of Electrical and Electronics Engineering, Hanoi Open University

[¶] Posts and Telecommunications Institute of Technology