

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
VIỆN ĐIỆN



ĐỒ ÁN I
Thiết kế ổ cảm thông minh

Sinh viên thực hiện	MSSV
Nguyễn Văn Trung	20181798
Phạm Thị Trang	20181787
Đặng Duy Long	20181588

Giảng viên hướng dẫn: TS. Lê Minh Thùy

MỤC LỤC

DANH MỤC HÌNH ẢNH	4
DANH MỤC BẢNG BIỂU	4
CHƯƠNG I. TỔNG QUAN ĐỀ TÀI.....	5
1.1 Các sản phẩm tương tự hiện có trên thị trường.....	5
1.2 Mục tiêu thiết kế	5
1.3 Phân công nhiệm vụ.....	5
CHƯƠNG II. THIẾT KẾ.....	5
2.1 Sơ đồ khối thiết bị.....	5
2.2 Mạch nguồn.....	6
2.2.1 Lựa chọn nguồn.....	6
2.2.2 Tính toán dòng tiêu thụ của mạch	7
2.2.3 Sơ đồ nguyên lý.....	7
2.2.4 Tính toán chọn linh kiện	8
2.3 Mạch đo công suất	9
2.3.1 Lựa chọn phương pháp.....	9
2.3.2 Sơ đồ nguyên lý.....	10
2.4 Mạch đóng cắt.....	11
2.4.1 Lựa chọn phương pháp.....	11
2.4.2 Sơ đồ nguyên lý.....	12
2.4.3 Tính toán chọn linh kiện	12
2.5 Truyền thông	14
2.5.1 Truyền thông không dây Wi-fi.....	14
2.5.2 Firebase	14
2.6 Khối xử lý trung tâm.....	16
2.6.1 Sơ đồ nguyên lý.....	16
2.6.2 Thuật toán bật tắt ổ cắm thủ công	17
2.6.3 Thuật toán điều khiển ổ cắm qua App	18
2.6.4 Thuật toán thiết lập Wi-fi.....	19
2.6.5 Thuật toán đo công suất	20

2.7	Giao diện người dùng.....	21
CHƯƠNG III. THỬ NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ		22
3.1	Thử nghiệm	23
3.1.1	Thử nghiệm mạch nguồn.....	23
3.1.2	Thử nghiệm mạch đo.....	24
3.1.3	Thử nghiệm mạch đóng cắt.....	25
3.1.4	Layout và mạch thực tế	26
3.2	Đánh giá	27
CHƯƠNG IV. KẾT LUẬN VÀ PHƯƠNG HƯỚNG PHÁT TRIỂN		27
4.1	Kết luận	27
4.1.1	Những việc đã làm được	27
4.1.2	Những việc chưa làm được	27
4.2	Phương hướng phát triển.....	28
PHỤ LỤC		28

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1. Sơ đồ khối của thiết bị	6
Hình 2. Sơ đồ nguyên lý mạch nguồn	8
Hình 3. Sơ đồ chân của IC ADE7753	10
Hình 4. Sơ đồ nguyên lý mạch đo công suất	11
Hình 5. Sơ đồ nguyên lý mạch đóng cắt.....	12
Hình 6. Kết nối điện thoại, máy tính với MCU ESP32 qua Firebase.....	14
Hình 7. Quá trình trao đổi dữ liệu qua truyền thông SPI của ADE7753.....	16
Hình 8. Sơ đồ nguyên lý mạch MCU ESP32	17
Hình 9. Lưu đồ thuật toán điều khiển ổ cắm thủ công (nút nhấn).....	18
Hình 10. Lưu đồ thuật toán điều khiển ổ cắm qua App Android	19
Hình 11. Lưu đồ thuật toán thiết lập kết nối Wi-fi cho MCU ESP32	20
Hình 12. Thuật toán giao tiếp SPI giữa MCU và ADE7753	21
Hình 13. Giao diện App Android	22
Hình 14. Số đo mạch nguồn khi không tải	23
Hình 15. Số đo mạch nguồn khi mắc với tải 4.7 Ohm	23
Hình 16. Số đo điện áp và dòng điện của tải xoay chiều khi đo bằng đồng hồ vạn năng. 24	
Hình 17. Số đo điện áp, dòng điện của tải xoay chiều khi đo bằng IC ADE7753	25
Hình 18. Layout PCB của mạch ở dạng 2D	26
Hình 19. Layout PCB của mạch ở dạng 3D	26
Hình 20. Mạch thực tế	27

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1. Bảng so sánh các loại nguồn.....	7
Bảng 2. Chức năng các chân của IC ADE7753.....	10
Bảng 3. So sánh các phương pháp đóng cắt điện xoay chiều.....	12

CHƯƠNG I. TỔNG QUAN ĐỀ TÀI

1.1 Các sản phẩm tương tự hiện có trên thị trường

Cuộc sống càng hiện đại, các thiết bị thông minh xuất hiện càng nhiều giúp con người tiết kiệm được thời gian và công sức vào những việc đơn giản.

Trong ngôi nhà của chúng ta có rất nhiều thiết bị sử dụng điện. Đôi khi chúng ta ra ngoài mà quên tắt thiết bị điện hay muốn mở một thiết bị nào đó. Hoặc chúng ta muốn kiểm soát điện năng các thiết bị điện tiêu thụ. Chúng ta sẽ làm thế nào đây?

Từ các vấn đề trên, chúng ta có thể bắt tay vào chế tạo một ổ cắm thông minh có thể đóng cắt, đo đạc các thông số của thiết bị điện.

1.2 Mục tiêu thiết kế

Mục tiêu thiết kế chia làm 3 phần:

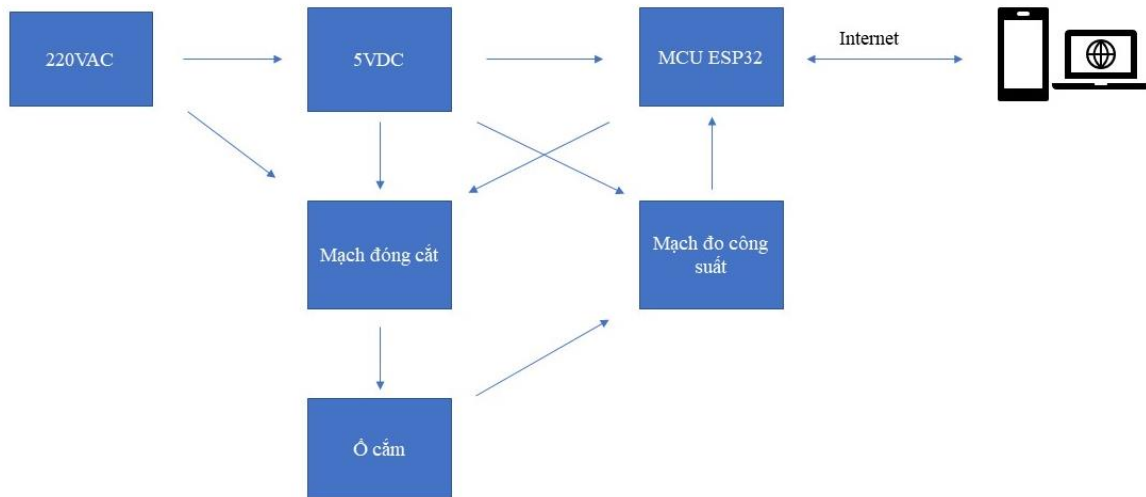
- Mạch nguồn:
 - Điện áp ra ổn định 5VDC.
 - Dòng ra tối đa 1A.
- Khối xử lý trung tâm MCU ESP32:
 - Ổ cắm giao tiếp với người dùng qua app Android
 - MCU xử lý dữ liệu, yêu cầu từ người dùng để đưa ra tín hiệu cho mạch đóng cắt.
 - Mạch đóng cắt nguồn điện lưới 220VAC 50Hz, dòng điện tối đa 10A.
- Mạch đo công suất:
 - IC ADE7753 đo các thông số điện áp xoay chiều một pha gửi về khối xử lý trung tâm.

1.3 Phân công nhiệm vụ

- Trang: Mạch nguồn, mạch đóng cắt
- Trung: Khối xử lý trung tâm, thiết kế mạch, viết app android
- Long: Mạch đo công suất

CHƯƠNG II. THIẾT KẾ

2.1 Sơ đồ khối thiết bị



Hình 1. Sơ đồ khối của thiết bị

Sơ đồ khối thiết bị bao gồm:

- Khối nguồn 5VDC: Biến đổi điện AC thành DC, cấp nguồn cho mạch đóng cắt, mạch đo công suất, MCU ESP32.
- Mạch đóng cắt: Đóng cắt điện cấp cho đầu ra ổ cắm.
- Khối xử lý trung tâm MCU ESP32: xử lý dữ liệu, nhận lệnh từ điện thoại thông minh và ra lệnh cho mạch đóng cắt.
- Mạch đo IC ADE7753: Đo dòng điện, điện áp của thiết bị điện sử dụng ổ cắm, gửi dữ liệu về MCU.
- MCU giao tiếp với người dùng qua App Android.

2.2 Mạch nguồn

2.2.1 Lựa chọn nguồn

Nhằm cấp điện áp cho MCU, mạch đóng cắt, mạch đo công suất, ta cần biến đổi điện áp AC thành DC. Các phương pháp phổ biến để thiết kế mạch nguồn hiện nay có thể dùng là dùng biến áp thường, biến áp xung hoặc dùng IC chuyển đổi AC – DC. Bảng so sánh các phương pháp nói trên.

	IC AC - DC converters	Biến áp xung	Biến áp thường
--	-----------------------	--------------	----------------

Ưu điểm	<ul style="list-style-type: none"> - Nhỏ gọn, có chân dán, thích hợp cho mạch in. - Hiệu suất cao. - Dễ dàng điều chỉnh dòng và tải. - Cực kỳ tiết kiệm năng lượng. - Bao gồm các cơ chế bảo vệ (quá tải, ngắn mạch và nhiệt). - Khởi động và ổn định nhanh 	<ul style="list-style-type: none"> - Kích thước tương đối nhỏ (trung bình $1 \times 1 \times 1 \text{cm}$), nhưng vẫn lớn hơn IC AC-DC. - Hiệu suất cao. 	<ul style="list-style-type: none"> - Phổ biến, dễ tìm mua.
Nhược điểm	<ul style="list-style-type: none"> - Công suất đầu ra chỉ ở mức vừa và nhỏ. - Không an toàn 	<ul style="list-style-type: none"> - Chế tạo phức tạp, nhiều linh kiện, cần kết hợp IC dao động. - Đòi hỏi kinh nghiệm để chế tạo được nguồn an toàn, ổn định. - khởi động và ổn định chậm hơn IC 	<ul style="list-style-type: none"> - To, nặng, không thích hợp cho mạch in. - Hiệu suất thấp.

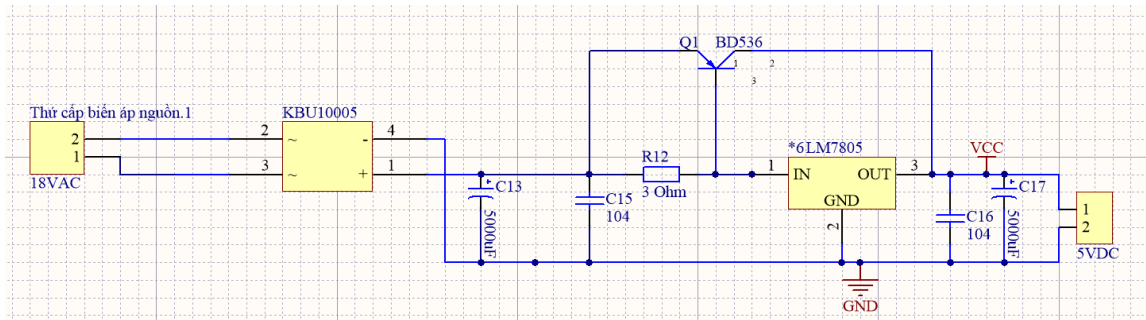
Bảng 1. Bảng so sánh các loại nguồn.

Trong khuôn khổ thời gian của đồ án, chúng em dùng phương pháp dùng biến áp thường để thiết kế khối nguồn.

2.2.2 Tính toán dòng tiêu thụ của mạch

- Khối xử lý trung tâm MCU ESP32 tiêu thụ tối đa 240mA
- Mạch đo công suất IC ADE7753 tiêu thụ tối đa 4mA
- Mạch đóng cắt IC MOC3041 tiêu thụ tối đa 60mA
 - ⇒ Tổng dòng tiêu thụ: $240 + 60 + 4 = 304 \text{mA}$
 - ⇒ Nguồn cần cung cấp: $304 * 2 = 608 \text{mA}$
 - ⇒ Thiết kế nguồn có thể cho ra dòng tối đa 1A, điện áp ra ổn định 5VDC

2.2.3 Sơ đồ nguyên lý



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý mạch nguồn

Trên thực tế IC LM7805 hoạt động tốt khi dòng đi qua khoảng 0.3A, cho nên để đảm bảo cho dòng ra đủ cho thiết bị hoạt động, chúng em sử dụng một Transistor mắc như hình nhằm tăng dòng cho đầu ra.

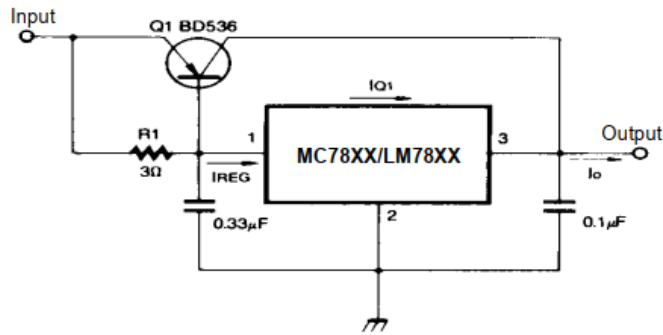
2.2.4 Tính toán chọn linh kiện

- Điện áp vào: Điện áp lưới 220VAC qua một biến áp để lấy ra ở bên thứ cấp 18VAC.
- Điện áp ra: 5VDC, dòng tối đa 1A.
- Điện áp đỉnh đầu vào: $V_{max} = 18\sqrt{2}$
 - ⇒ Chọn Diode cầu KBU 10005 có điện áp xoay chiều tối đa có thể đặt lên là 50V, dòng tối đa có thể đi qua là 10A.
- Điện áp đỉnh sau Diode cầu: $25.45 - 2 = 23.45V$
- Chọn tụ lọc phẳng:
 - Dòng ra tối đa: 1A
 - Chọn độ đập mạch dòng ra: $V_{ripple} = 2V$

$$C = \frac{I_{load}}{2 \times f \times V_{ripple}}$$

$$\Rightarrow C = 5000\mu F$$

- Chọn tụ lọc tần số cao: Chọn tụ 104
- Transistor kích dòng:



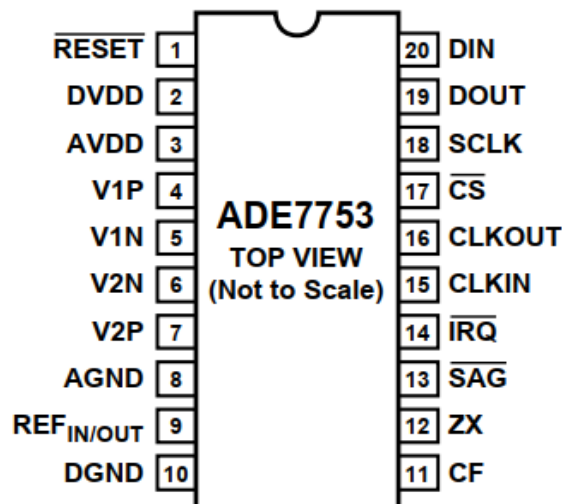
- Sử dụng một transistor PNP BD536 để tăng dòng ra từ LM7805, bảo vệ MCU và đảm bảo dòng vào ổn định.

Hệ số khuếch đại dòng điện $\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{10}{1} = 10$

2.3 Mạch đo công suất

2.3.1 Lựa chọn phương pháp

- Hiện nay có 2 phương pháp đo phổ biến: tương tự và số. Thiết bị đo tương tự có độ chính xác cao, nhưng không cho phép lưu lại số liệu. Thiết bị số có độ chính xác thấp hơn nhưng có thể lưu lại kết quả đo. Giá trị đọc được sẽ được quy đổi trở lại. Ngoài ra thiết bị số không phải gắn thêm các cơ cấu chỉ thị, do đó đảm bảo tín hiệu không bị sai số do cơ cấu chỉ thị.
- IC ADE7753 là 1 chip có độ chính xác cao có thể đo các thông số điện của điện xoay chiều 1 pha, và có thể trả về tín hiệu số.
- Sơ đồ chân ADE7753

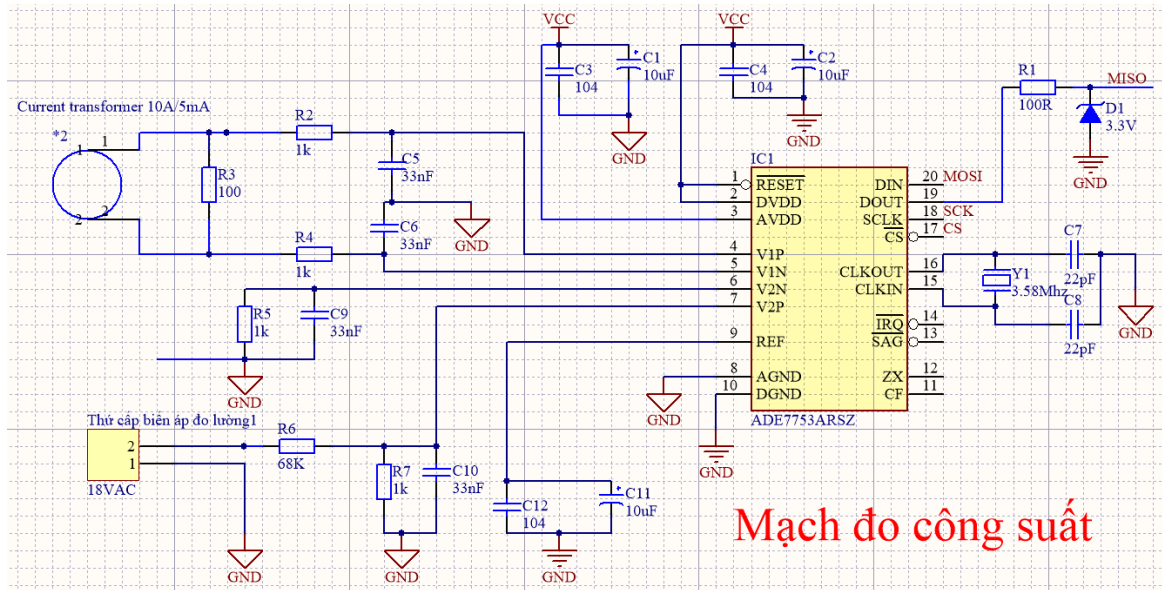


Hình 3. Sơ đồ chân của IC ADE7753

Số chân	Tên	Chức năng
1	Reset	Khi một xung của trạng thái chuyển xuống thấp, IC được reset
2	DVD D	Nguồn cấp digital. Phải được duy trì ở mức 4.75-5.25V để hệ thống hoạt động ổn định.
3	AVD D	Nguồn cấp analog. Duy trì giống DVDD. Cần phải làm mọi biện pháp giảm nhiễu và gợn sóng của nguồn cấp bằng cách sử dụng bộ cách ly thích hợp.
4,5	V1P,V 1N	Đầu vào tương tự cho kênh 1, mức tín hiệu đầu vào sai khác tối đa 0.5V.
6,7	V2P,V 2N	Đầu vào tương tự cho kênh 2. Mức tín hiệu đầu vào sai khác tối đa 0.5V.
8	AGN D	Ground mạch Analog
9	REF(I N/OU T)	Truy cập vào điện áp trên chip. Tham chiếu trên chip có giá trị danh nghĩa là $2,4\text{ V} \pm 8\%$ và hệ số nhiệt độ điển hình $30\text{ ppm} / ^\circ\text{C}$
10	DGN D	Ground mạch Digital
11	CF	Đầu ra logic tần số, đưa ra thông tin về công suất hiệu dụng
12	ZX	Đầu ra phát hiện điểm 0 ở đầu vào kênh 2
13	SAG	Đầu ra tích cực ở mức thấp khi không có điểm 0 nào, khi điện áp ở kênh 2 ở dưới mức đặt trước
14	IRQ	Đầu ra báo có ngắt, hoạt động với mức logic thấp
15	CLKI N	Xung nhịp chính cung cấp cho các ADC và khối xử lý tín hiệu (DSP). Xung nhịp bên ngoài có thể được đưa vào chân này, tần số thường được chọn là 3,79545 Mhz
16	CLKO UT	Một thạch anh có thể được nối qua chân này và CLKIN để cung cấp nguồn xung nhịp cho ADE7753
17	CS	Chip Select cho giao tiếp SPI
18	SCLK	Đầu vào xung nhịp của giao diện nối tiếp
19	DOU T	Đầu ra dữ liệu nối tiếp. Dữ liệu được dịch ra ở chân này tại sườn lên của xung SCLK
20	DIN	Đầu vào dữ liệu nối tiếp. Dữ liệu được dịch vào ở chân này bởi sườn lên của xung CLOCK

Bảng 2. Chức năng các chân của IC ADE7753

2.3.2 Sơ đồ nguyên lý



Hình 4. Sơ đồ nguyên lý mạch đo công suất

- Tính toán đầu vào kênh 1:
 - Điện áp đầu vào tại V1P, V1N sai khác nhau 0.5V
 - Ổ cắm cho dòng điện tối đa 10A
 - Qua biến dòng 10A/5mA, dòng cực đại chạy trên R_3 là 5mA
 - \Rightarrow Chọn $R_3 = \frac{0.5}{5 \times 10^{-3}} = 100\Omega$
- Tính toán đầu vào kênh 2:
 - Điện áp đầu vào tại V2P, V2N sai khác nhau 0.5V
 - Để đảm bảo an toàn, chúng em sẽ không đo trực tiếp điện lưới mà đo thông qua một biến áp (gọi là biến áp đo lường) để cách ly với điện lưới.
 - Thử cấp biến áp đo lường 18VAC
 - $$0.5 \geq \frac{18\sqrt{2}}{(R_6 + 1000)} \times 1000$$

$$R_6 = 68K$$
 - \Rightarrow Chọn $R_6 = 68K$
- Ở chân Dout, khi tín hiệu ở mức cao do ADE7753 xuất ra thấp nhất 4V. Mà MCU ESP32 chỉ đọc được tín hiệu mức cao ở 3.3V nên chúng em dùng 1 diode Zener ghim áp xuống 3.3V.
- Các linh kiện còn lại chọn theo datasheet nhà sản xuất.

2.4 Mạch đóng cắt

2.4.1 Lựa chọn phương pháp

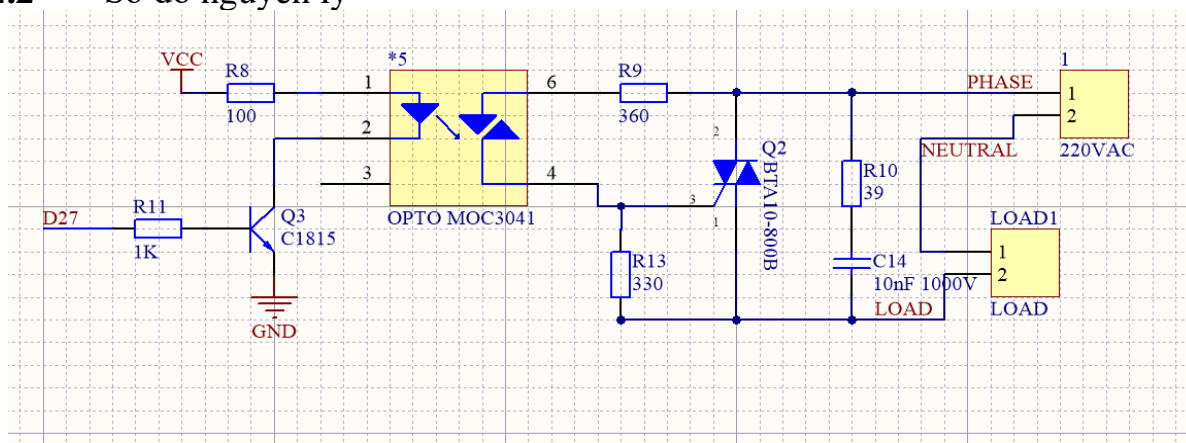
Đối với điện áp 220V, hiện nay có các phương pháp là dùng relay hoặc dùng triac để đóng cắt. Có thể liệt kê một số ưu nhược điểm của hai phương pháp trên như sau:

	Dùng role	Dùng Triac
Đóng cắt	Giới hạn số lần đóng cắt.	Không giới hạn số lần đóng cắt
Cách ly tải điều khiển	Cách ly tải với mạch điều khiển.	Cần mạch cách ly với mạch điều khiển
Điều khiển Điện áp	Không điều khiển được độ lớn điện áp	Điều khiển được độ lớn điện áp cấp cho tải
Nhiều, tiếng ồn	Trong quá trình đóng cắt đóng cắt gây tiếng ồn, gây nhiễu thiết bị xung quanh.	Trong quá trình đóng cắt không gây tiếng ồn, không gây nhiễu cho các thiết bị khác.

Bảng 3. So sánh các phương pháp đóng cắt điện xoay chiều

Dựa vào sự so sánh trên, chúng em chọn Triac để đóng mở điện áp cho tải, kết hợp với opto coupler để cách ly khỏi xử lý trung tâm với mạch đóng cắt.

2.4.2 Sơ đồ nguyên lý



Hình 5. Sơ đồ nguyên lý mạch đóng cắt

2.4.3 Tính toán chọn linh kiện

- Chọn triac:

Điện áp cực đại 331.13V, dòng cực đại 10A

⇒ Chọn triac BTA10-800B

- Chọn Transistor C1815 NPN: $V_{CE} = 6V, I_C = 150mA$

Hệ số khuếch đại dòng điện $\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{150}{50} = 3$

❖ $I_{Fmax} = 60mA$

❖ Điện áp nguồn $V_{max} = 5V$

❖ $R_8 \geq \frac{V_{max}}{I_{Fmax}} = \frac{5}{0.06} = 83.3\Omega$

⇒ Chọn $R_8 = 220\Omega$

❖ Dòng cực đại đi qua triac của MOC3041 là 1A mà $E_{max} = 311.1V$

$$R_9 \geq \frac{E_{max}}{I} = \frac{311.1}{1} = 311.1\Omega$$

⇒ chọn $R_9 = 360\Omega$

- Bảo vệ: Mạch Rc Snubber

Chức năng:

Khi triac khóa, dòng điện đột ngột giảm làm cho điện áp tăng đột ngột trên triac (do công suất nguồn là không đổi), nếu như tốc độ tăng điện áp này $\frac{dV}{dt}$ lớn hơn tốc độ tăng điện áp tĩnh của triac sẽ làm triac tiếp tục mở chứ không khóa lại. Khi lắp thêm một tụ C song song với triac sẽ làm giảm độ tăng điện áp $\frac{dV}{dt}$ trên 2 cực của triac.

Khi triac mở, dòng điện qua triac tăng đột ngột do dòng điện qua triac tăng đột ngột do tụ phóng điện, tốc độ tăng dòng này có thể phá hủy triac, vì thế ta nối thêm điện trở R nối tiếp với tụ điện làm hạn chế tốc độ tăng dòng điện khi tụ phóng điện qua triac.

Vậy mạch snubber gồm một tụ điện C và điện trở R nối tiếp nhau và đấu song song với triac.

- Mạch snubber bảo vệ triac (R_{10}, C_{14})

Xét các đặc tính quá độ khi cho điện áp bước nhảy

$$e(t) = \begin{cases} E, & t > 0 \\ 0, & t \leq 0 \end{cases} \quad (\text{khi triac bị khóa}).$$

❖ Độ tăng điện áp trên triac là:

$$0.63E = R_{10}C_{14} \left(\frac{dV}{dt} \right) \Rightarrow \left(\frac{dV}{dt} \right) = \frac{0.63E}{R_{10}C_{14}}$$

Mà giá trị $(\frac{dV}{dt})_s$ của BTA10-800b là $\frac{1000V}{1\mu s}$

$$\text{Chọn } \begin{cases} R_{10} = 39\Omega \\ C_{14} = 0.01\mu F \end{cases} \Rightarrow \frac{dV}{dt} = \frac{502.5V}{1\mu s}$$

- R_{13} được chọn theo datasheet nhà sản xuất cung cấp.
- Mạch subber R_{10}, C_{14} dùng để bảo vệ triac BTA10-800B trong quá trình đóng cắt được chọn theo nhà sản xuất.

2.5 Truyền thông

2.5.1 Truyền thông không dây Wi-fi

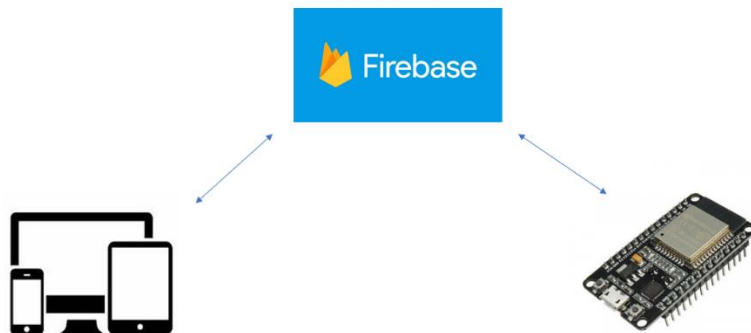
ESP32 sử dụng công nghệ truyền thông không dây Wi-fi chuẩn kết nối IEEE 802.11. ESP32 hỗ trợ một số chuẩn nhỏ hơn là 802.11b/g/n, những chuẩn con này đều hoạt động ở tần số 2.4Ghz rất phổ biến. Ngoài ra ESP32 còn tích hợp antenna ngay trên con chip.

Ta có thể sử dụng ESP32 ở chế độ STA, AP, STA&AP.

2.5.2 Firebase

Firebase là một dịch vụ cơ sở dữ liệu thời gian thực được cung cấp bởi Google và hoạt động trên nền tảng đám mây. Nó giúp các lập trình phát triển nhanh các ứng dụng di động bằng cách đơn giản hóa các thao tác với cơ sở dữ liệu.

Dữ liệu trong cơ sở dữ liệu Firebase của bạn được lưu trữ dưới dạng JSON và đồng bộ realtime đến mọi kết nối client. Khi bạn xây dựng những ứng dụng đa nền tảng như Android, IOS và JavaScript SDKs, tất cả các client của bạn sẽ chia sẻ trên một cơ sở dữ liệu Firebase và tự động cập nhật với dữ liệu mới nhất.



Hình 6. Kết nối điện thoại, máy tính với MCU ESP32 qua Firebase

Tín hiệu điều khiển ở cấp từ app Android và MCU ESP32 được đồng bộ qua Realtime Database. Cũng như dữ liệu điện áp và dòng điện được cập nhật theo thời gian thực lên Firebase, từ đó người dùng có thể giám sát qua điện thoại thông minh hoặc máy tính.

2.5.3 Truyền thông nối tiếp SPI

1. SPI (Serial Peripheral Bus) là một chuẩn truyền thông nối tiếp tốc độ cao do hãng Motorola đề xuất. Đây là kiểu truyền thông Master-Slave, trong đó có 1 chip Master điều phối quá trình truyền thông và các chip Slaves được điều khiển bởi Master vì thế truyền thông chỉ xảy ra giữa Master và Slave. SPI là một cách truyền song công (full duplex) nghĩa là tại cùng một thời điểm quá trình truyền và nhận có thể xảy ra đồng thời. SPI đôi khi được gọi là chuẩn truyền thông “4 dây” vì có 4 đường giao tiếp trong chuẩn này đó là SCK (Serial Clock), MISO (Master Input Slave Output), MOSI (Master Output Slave Input) và SS (Slave Select).

SCK: Xung giữ nhịp cho giao tiếp SPI, vì SPI là chuẩn truyền đồng bộ nên cần 1 đường giữ nhịp, mỗi nhịp trên chân SCK báo 1bit dữ liệu đến hoặc đi. Đây là điểm khác biệt với truyền thông không đồng bộ mà chúng ta đã biết trong chuẩn UART. Sự tồn tại của chân SCK giúp quá trình truyền ít bị lỗi và vì thế tốc độ truyền của SPI có thể đạt rất cao. Xung nhịp chỉ được tạo ra bởi chip Master.

MISO– Master Input / Slave Output: nếu là chip Master thì đây là đường Input còn nếu là chip Slave thì MISO lại là Output. MISO của Master và các Slaves được nối trực tiếp với nhau.

MOSI – Master Output / Slave Input: nếu là chip Master thì đây là đường Output còn nếu là chip Slave thì MOSI là Input. MOSI của Master và các Slaves được nối trực tiếp với nhau.

SS – Slave Select: SS là đường chọn Slave cần giao tiếp, trên các chip Slave đường SS sẽ ở mức cao khi không làm việc. Nếu chip Master kéo đường SS của một Slave nào đó xuống mức thấp thì việc giao tiếp sẽ xảy ra giữa Master và Slave đó. Chỉ có 1 đường SS trên mỗi Slave nhưng có thể có nhiều đường điều khiển SS trên Master, tùy thuộc vào thiết kế của người dùng.

Các chân sử dụng cho giao tiếp SPI trên MCU ESP32 là:

- D23: MISO
- D19: MISO
- D18: SCK
- D5: SS

2. Giao tiếp SPI giữa ESP32 và ADE7753

Để giao tiếp với ADE7753, chân SS phải kéo xuống mức logic 0. Chân SS này sẽ luôn ở mức 0 trong suốt quá trình giao tiếp. Trong chế độ giao tiếp, ADE7753 cần ghi vào thanh ghi COMMUNICATION trước tiên. Thanh ghi

COMMUNICATION là một thanh ghi 8-bit. Bit MSB xác định hoạt động đọc hay ghi vào ADE7753. 5 bit tiếp theo chứa địa chỉ thanh ghi sẽ được truy cập tới.

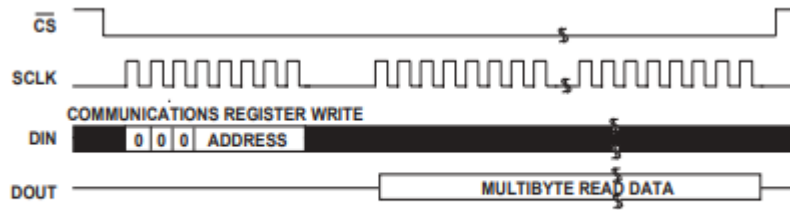


Figure 50– Reading data from the ADE7753 via the serial interface

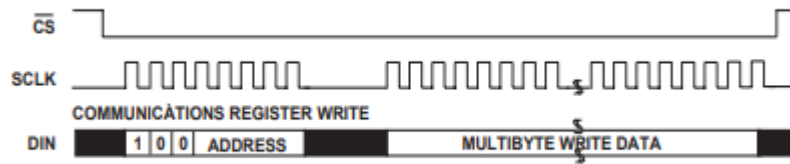


Figure 51– Writing data to the ADE7753 via the serial interface

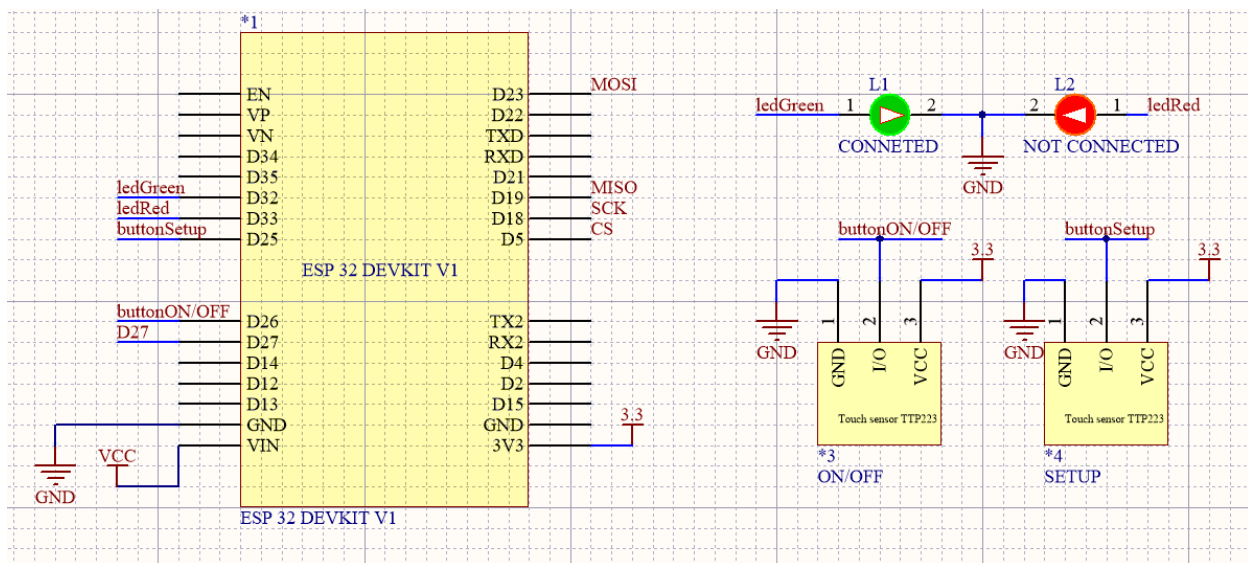
Hình 7. Quá trình trao đổi dữ liệu qua truyền thông SPI của ADE7753

Một số thanh ghi quan trọng được sử dụng đến:

- MODE – 0x09 – 16bit – R/W: thanh ghi chế độ, ... tốc độ lấy mẫu tín hiệu, kích hoạt bộ lọc và các chế độ hiệu chuẩn được chọn bằng cách ghi vào thanh ghi này. Nội dung có thể đọc bất cứ lúc nào.
- STATUS – 0x0B – 16bit – R: thanh ghi trạng thái ngắt.
- GAIN – 0x0F – 8bit – R/W: PGA Gain Adjust (cả kênh 1 và kênh 2).
- IRMS – 0x16 – 24bit – R: Channel 1 RMS Value – Current.
- VRMS – 0x17 – 24bit – R: Channel 2 RMS Value – Voltage.

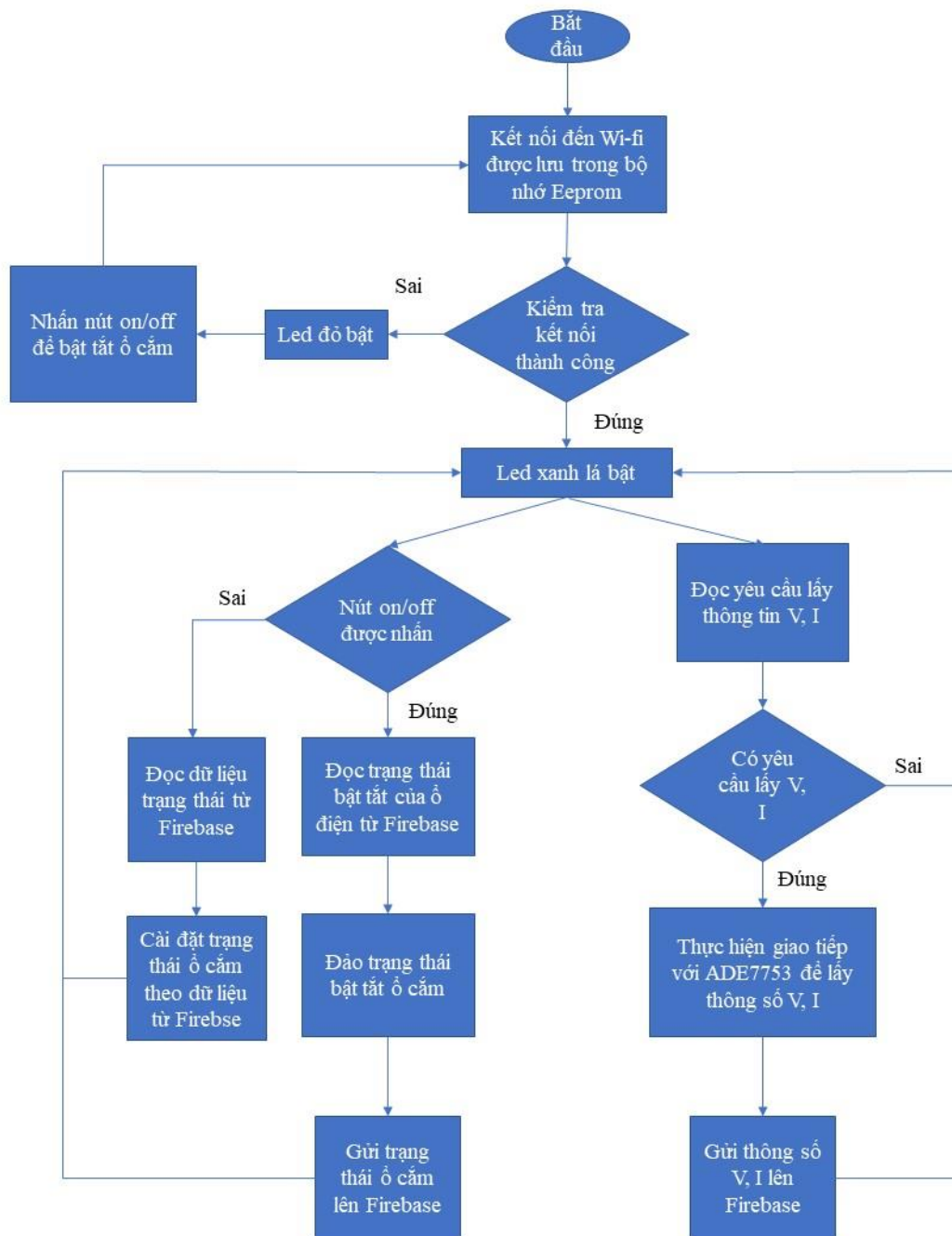
2.6 Khối xử lý trung tâm

2.6.1 Sơ đồ nguyên lý



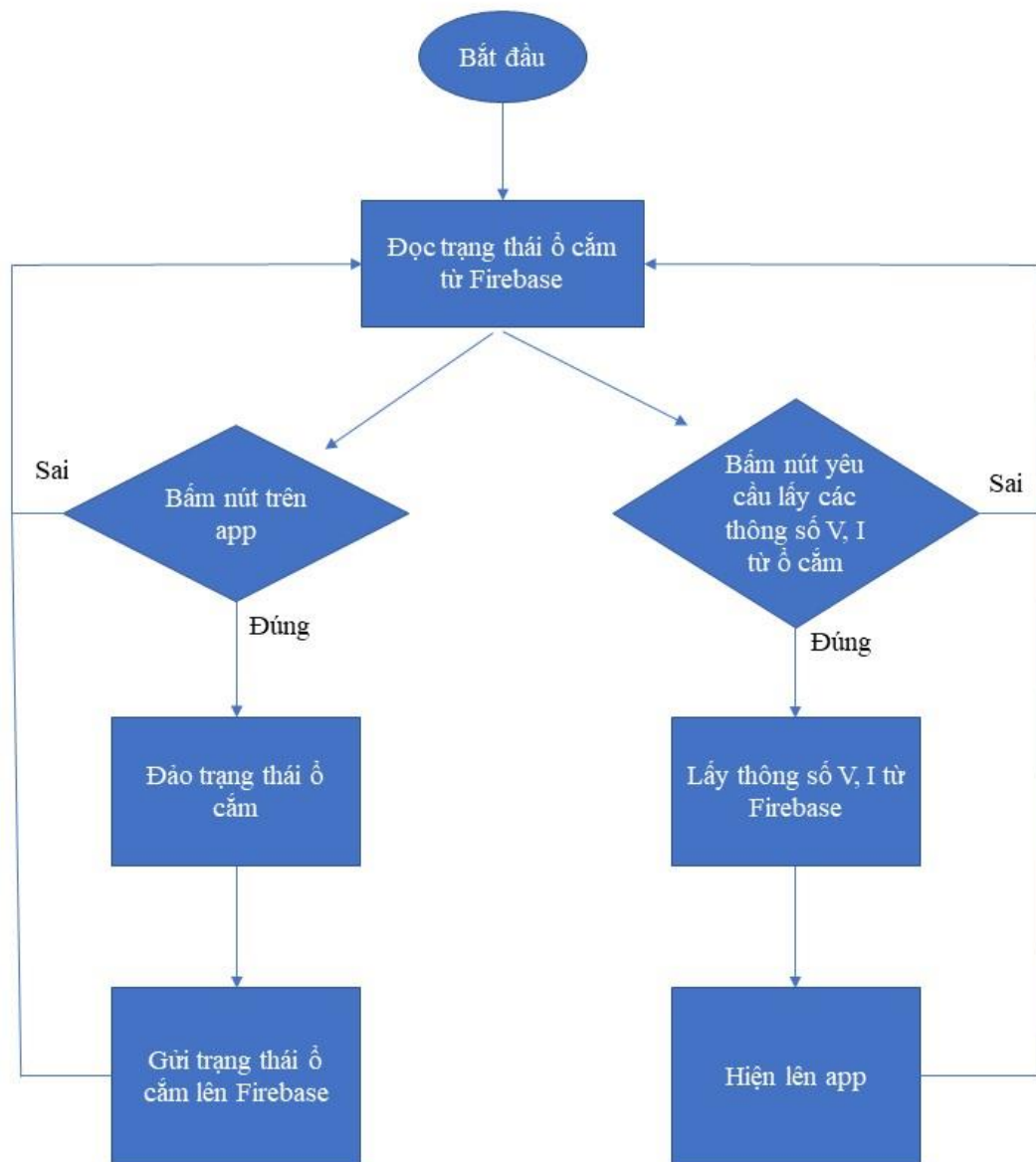
Hình 8. Sơ đồ nguyên lý mạch MCU ESP32

2.6.2 Thuật toán bật tắt ổ cắm thủ công



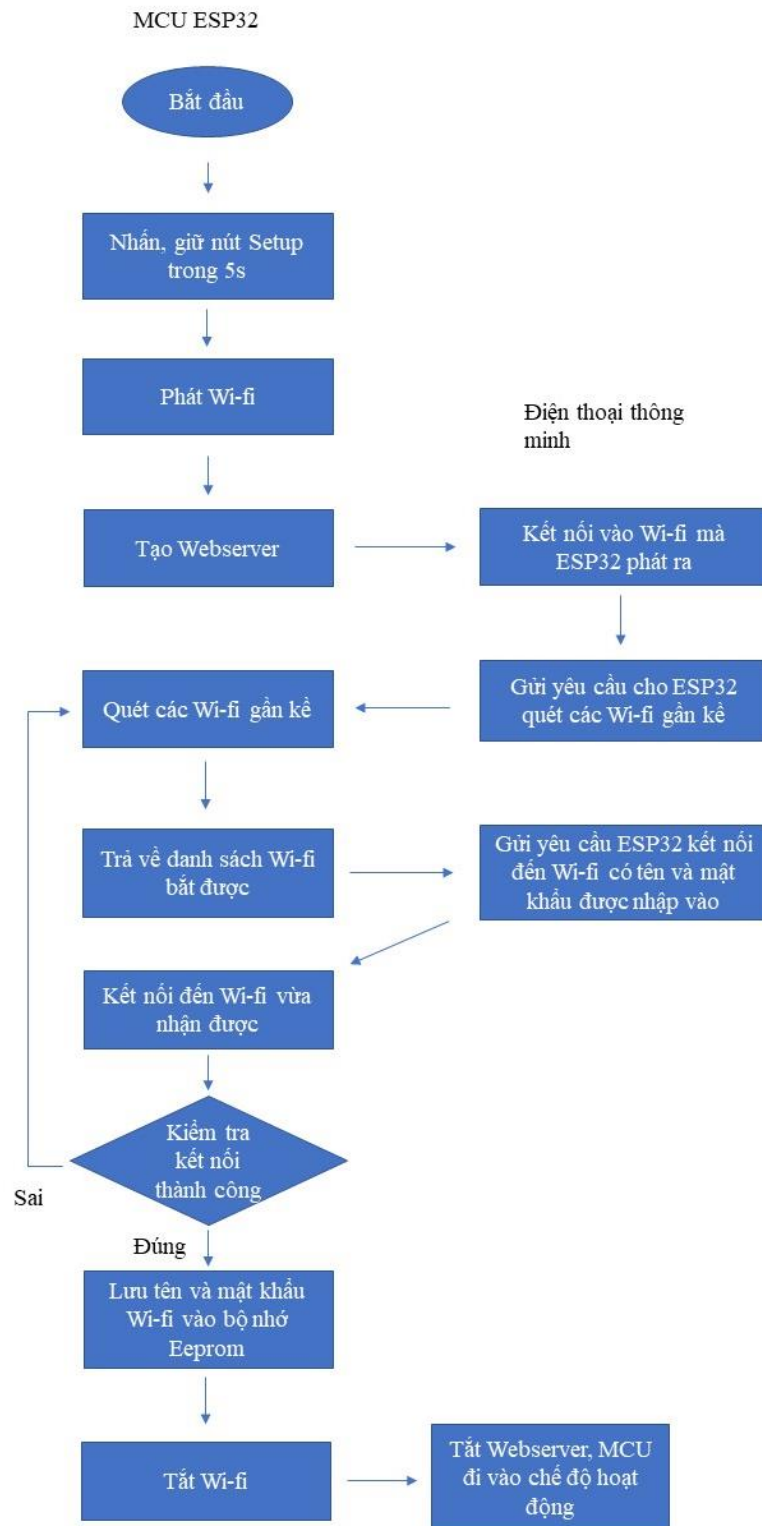
Hình 9. Lưu đồ thuật toán điều khiển ổ cắm thủ công (nút nhấn)

2.6.3 Thuật toán điều khiển ổ cắm qua App



Hình 10. Lưu đồ thuật toán điều khiển ổ cắm qua App Android

2.6.4 Thuật toán thiết lập Wi-fi



Hình 11. Lưu đồ thuật toán thiết lập kết nối Wi-fi cho MCU ESP32

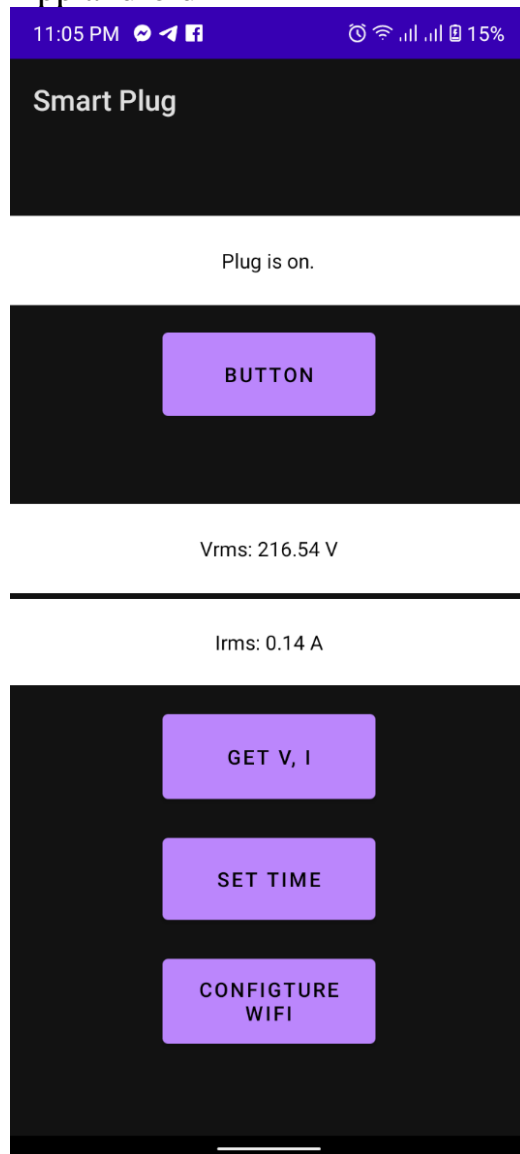
2.6.5 Thuật toán đo công suất



Hình 12. Thuật toán giao tiếp SPI giữa MCU và ADE7753

2.7 Giao diện người dùng

App android



Hình 13. Giao diện App Android

CHƯƠNG III. THỬ NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ

3.1 Thử nghiệm

3.1.1 Thử nghiệm mạch nguồn



Hình 14. Số đo mạch nguồn khi không tải

- Nguồn khi mắc với tải 4.7 Ohm



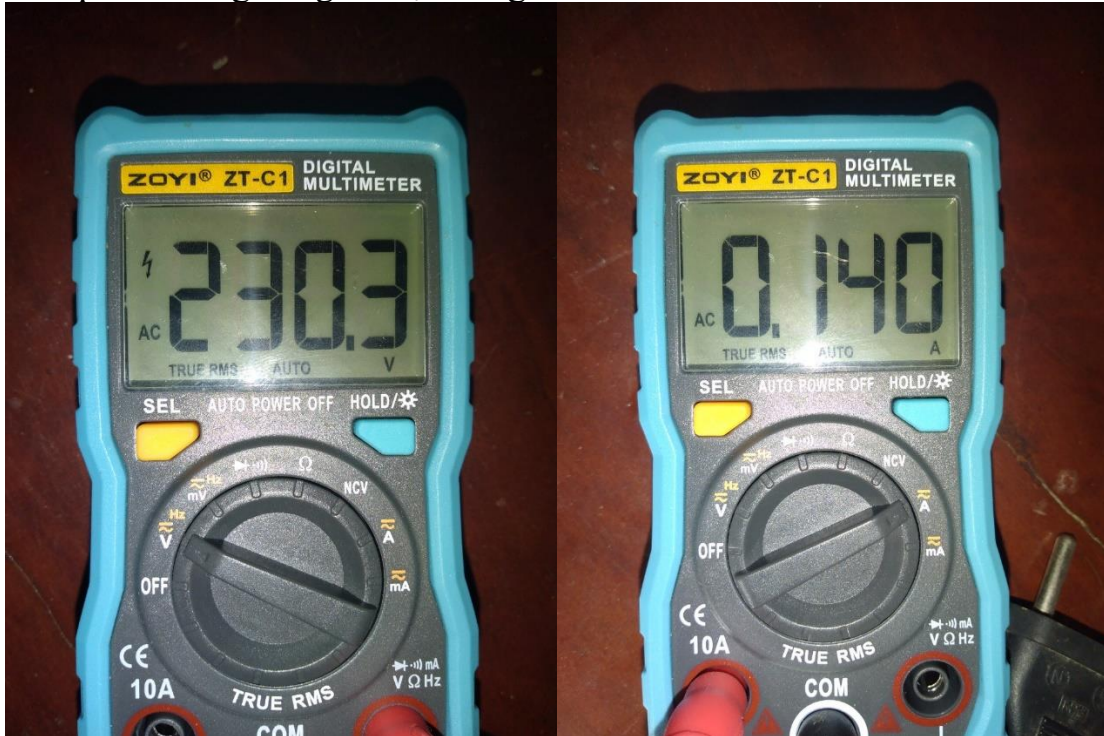
Hình 15. Số đo mạch nguồn khi mắc với tải 4.7 Ohm

- Kết quả thử nghiệm:

- Mạch nguồn cho đầu ra 4.98V ổn định trong thời gian thử nghiệm 2 tiếng.
- Về độ đập mạch đầu ra, thời gian quá độ chưa xác định được vì chúng em không thể lên Lab dùng osilo đo do dịch.

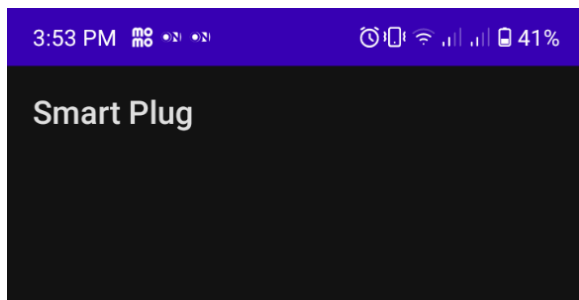
3.1.2 Thử nghiệm mạch đo

- Kết quả đo bằng đồng hồ vạn năng

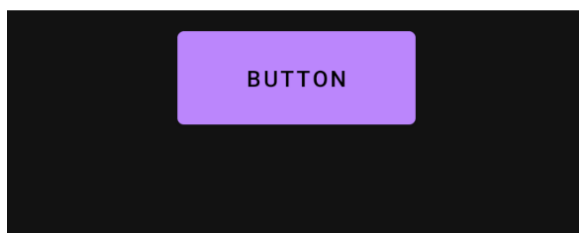


Hình 16. Số đo điện áp và dòng điện của tải xoay chiều khi đo bằng đồng hồ vạn năng

- Kết quả đo bằng IC ADE7753



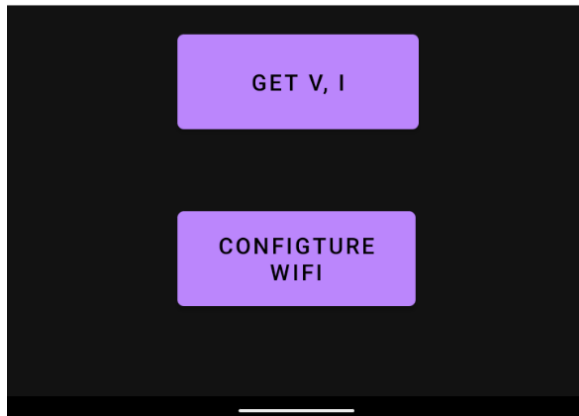
Plug is on.



Vrms: 230.04 V



Irms: 0.14 A



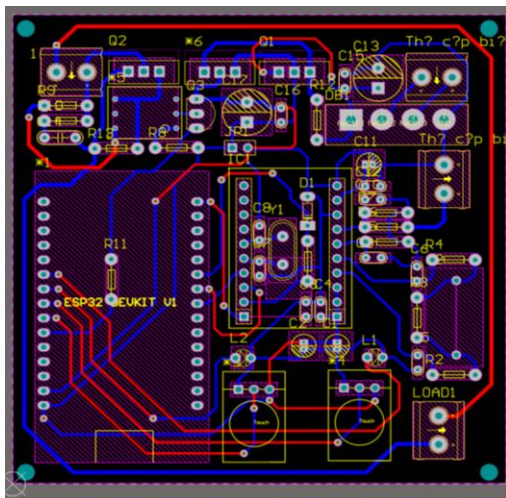
Hình 17. Số đo điện áp, dòng điện của tải xoay chiều khi đo bằng IC ADE7753

3.1.3 Thử nghiệm mạch đóng cắt

<https://drive.google.com/file/d/15-fZh4LXhRizST3-ymec26Q-IkzPSeiZ/view?usp=sharing>

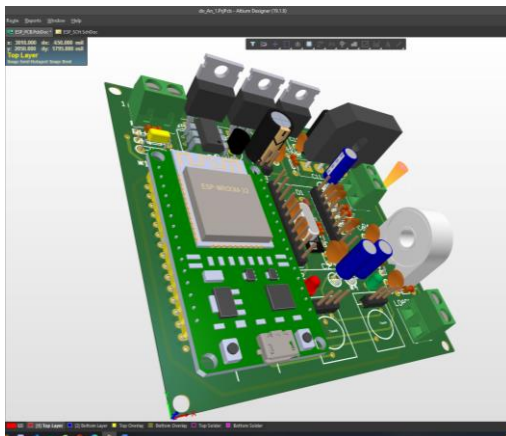
3.1.4 Layout và mạch thực tế

- Dạng 2D



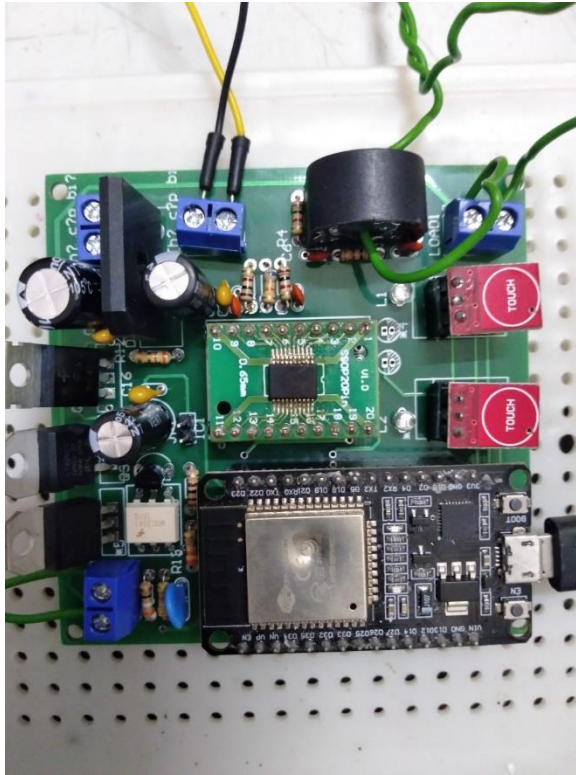
Hình 18. Layout PCB của mạch ở dạng 2D

- Dạng 3D



Hình 19. Layout PCB của mạch ở dạng 3D

- Mạch thực tế



Hình 20. Mạch thực tế

3.2 Đánh giá

- Mạch nguồn, mạch đóng cắt chạy tốt.
- Khối xử lý trung tâm ổn định, phạm vi kết nối Wi-fi của ESP32 trong nhà khoảng 20m.
- PCB chưa tối ưu được diện tích.

CHƯƠNG IV. KẾT LUẬN VÀ PHƯƠNG HƯỚNG PHÁT TRIỂN

4.1 Kết luận

Trong phạm vi đồ án này, chúng em đã tìm hiểu được những tính năng cơ bản, phổ biến của các thiết bị thông minh, tìm hiểu được hệ thống điều khiển từ xa bằng các công nghệ truyền thông không dây, thiết kế mạch nguồn, mạch đóng cắt, mạch đo điện và MCU ESP32.

4.1.1 Những việc đã làm được

- Đóng cắt được nguồn điện lưới cấp cho tải thủ công, qua Internet.
- Đo được các thông số điện áp, dòng điện.
- Viết được app Android điều khiển từ xa.

4.1.2 Những việc chưa làm được

- Nguồn 5VDC không ổn định (không cấp đủ cho mạch)
- Nguồn 5VDC sử dụng biến áp thường không thích hợp vì quá to.
- Các linh kiện đều dùng dạng cắm gây tốn diện tích cho mạch

4.2 Phương hướng phát triển

Hệ thống chỉ mới hoạt động ổn định ở phần mạch đóng cắt, mạch đo, ESP32, vẫn chưa tối ưu. Vậy nên việc đầu tiên cần hoàn thiện tiếp theo đó chính là hoàn thiện mạch nguồn sao cho hoạt động ổn định và an toàn với người sử dụng.

Việc hoàn thiện sản phẩm thì cũng sẽ không thể thiếu việc tiến hành đóng vỏ, kết hợp với thiết kế phần mềm chuyên dụng cho sản phẩm sao cho dễ sử dụng đối với người dùng.

PHỤ LỤC

- [1] Datasheet MCU ESP32: [ESP32 Datasheet\(PDF\) - ESPRESSIF SYSTEMS \(SHANGHAI\) CO., LTD. \(alldatasheet.com\)](#)
- [2] Datasheet ADE7753: [ADE7753 pdf, ADE7753 description, ADE7753 datasheets, ADE7753 view ::: ALLDATASHEET :::](#)
- [3] Datasheet LM7805: [LM7805 Datasheet\(PDF\) - Fairchild Semiconductor \(alldatasheet.com\)](#)
- [4] Datasheet MOC3041: [MOC3041 Datasheet\(PDF\) - Motorola, Inc \(alldatasheet.com\)](#)
- [5] Datasheet BTA10-800B: [BTA10 Datasheet\(PDF\) - STMicroelectronics \(alldatasheet.com\)](#)