

ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP HỒ CHÍ MINH

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA

Khoa Điện – Điện tử



BÁO CÁO: THIẾT KẾ HỆ THỐNG NHÚNG

ĐỀ TÀI: Bộ sạc pin TP4056.

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN: Nguyễn Phan Hải Phú

SINH VIÊN THỰC HIỆN	MSSV
Trịnh Hoàng Chương	2210403
Nguyễn Văn Chiến	2210380
Nguyễn Hồng Phong	2212557

Thành phố Hồ Chí Minh, ngày 1/12/2024

MỤC LỤC	
PHÂN CÔNG, NHIỆM VỤ CỦA CÁC THÀNH VIÊN	2
LỜI MỞ ĐẦU	3
I. GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI:	4
1. Yêu cầu sản phẩm:	4
1.1 Tên:.....	4
1.2 Mục đích:	4
1.3 Input & Output:	4
1.4 Chức năng:.....	4
1.5 Hiệu Năng:.....	5
1.6 Chi phí:	5
1.7 Công suất:	5
1.8 Kích thước/khối lượng:	5
2. Mô tả sản phẩm:	5
2.1 Nguyên lý hoạt động:	5
2.2 Môi trường hoạt động:.....	6
II. MÔ HÌNH HỆ THỐNG.....	7
1. Sơ đồ khối hệ thống:.....	7
2. Mô tả các khối chính:	7
3. Giới thiệu phần cứng:	11
4. Các vấn đề của hệ thống nhúng:	12
4.1 Constraints:.....	12
4.2 Functions:	12
4.3 Real-time System:	12
4.4 Reactive Systems:.....	13
III. THIẾT KẾ PHẦN CỨNG.....	14
1. Sơ đồ mạch hệ thống:	14
2. Các linh kiện cần thiết để thi công mạch:	14
IV. THIẾT KẾ PHẦN MỀM.....	19
1. Lưu đồ giải thuật:	19
2. Giải thích lưu đồ:	19

PHÂN CÔNG, NHIỆM VỤ CỦA CÁC THÀNH VIÊN

Sinh viên thực hiện	Nhiệm vụ	Mức độ hoàn thành
Trịnh Hoàng Chương	Làm báo báo, làm powerpoint, thi công phần cứng	100%
Nguyễn Văn Chiến	Thiết kế phần mềm, thi công phần cứng	100%
Nguyễn Hồng Phong	Làm báo báo, làm powerpoint, thi công phần cứng	100%

LỜI MỞ ĐẦU

Lời đầu tiên, nhóm em xin gửi lời cảm ơn chân thành và sâu sắc đối với thầy Phú đã tạo điều kiện và giúp đỡ cho chúng em được học hỏi, tìm tòi, hiểu biết thêm những điều mới trong lĩnh vực công nghệ nói chung và môn Thiết kế Hệ thống Nhúng nói riêng.

Trong thời đại công nghệ phát triển mạnh mẽ, nhu cầu sử dụng các thiết bị di động, điện tử ngày càng gia tăng. Nên việc đảm bảo nguồn năng lượng cho các thiết bị là vô cùng quan trọng. Điều này tạo ra nhu cầu cấp thiết về các bộ sạc pin với hiệu suất cao, chi phí hợp lý và tính ứng dụng linh hoạt. Qua đây, nhóm quyết định nghiên cứu về đề tài: “Bộ sạc pin TP4056” nhằm mục đích xây dựng sạc pin hiệu quả, phù hợp với thiết bị điện tử di động hiện nay.

I. GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI:

Vai trò của pin tiểu trong đời sống hiện đại ngày càng trở nên quan trọng, không chỉ phục vụ cho sinh hoạt hàng ngày mà còn trong nhiều lĩnh vực công việc khác nhau. Đặc biệt là Pin lithium-ion, đã và đang được sử dụng rộng rãi trong các thiết bị như đèn pin, máy khoan, xe điện, và các ứng dụng năng lượng khác nhờ tính năng lưu trữ năng lượng lớn, tuổi thọ dài và khả năng tái sạc tốt.

Một trong những tính năng nổi bật của các loại pin hiện đại chính là khả năng sạc lại, giúp tiết kiệm chi phí và tăng tính tiện dụng cho người dùng. Tuy nhiên, việc sạc pin không đúng cách có thể gây ra những rủi ro nghiêm trọng như hư hỏng pin, giảm tuổi thọ và thậm chí nguy cơ cháy nổ. Vì thế để đảm bảo quá trình sử dụng an toàn và hiệu quả, các bộ sạc pin là một phần không thể thiếu khi đi kèm với các loại pin sạc.

Đề tài này không chỉ mang tính thực tiễn cao mà còn góp phần quan trọng vào việc đảm bảo an toàn và hiệu quả trong việc sử dụng pin trong các thiết bị công nghệ hiện đại.

1. Yêu cầu sản phẩm:

1.1 Tên:

Bộ sạc pin TP4056.

1.2 Mục đích:

Mạch Sạc Pin Có Bảo Vệ TP4056 1A TYPE-C được sử dụng để sạc cho các loại pin Lithium có điện áp 3.7~4.2VDC (Pin Lipo, Pin 18650,...).

Sản phẩm thích hợp cho các ứng dụng sử dụng pin sạc: Robot, mạch cảm biến không dây,...

Mạch có chức năng bảo vệ xả pin.

1.3 Input & Output:

Input (Vcc): điện áp -0.3V~8V

Output: điện áp sạc 5V, dòng sạc 0.5A hoặc 1.0A.

1.4 Chức năng:

Mạch Sạc Pin Có Bảo Vệ TP4056 1A TYPE-C có thể được sử dụng để sạc trực tiếp pin lithium bằng bộ sạc điện thoại di động

Sản phẩm được tích hợp đèn LED báo đang sạc và đã sạc đầy

Có thể điều chỉnh dòng sạc pin

Có chức năng ngắt tải bảo vệ pin khi điện áp xuống quá thấp để tránh làm hư hỏng pin (chai pin)

Ngoài ra sản phẩm vẫn có thể hàn nối dây điện áp đầu vào mạch có kích thước nhỏ gọn với cổng Micro USB kết nối tiện dụng

1.5 Hiệu Năng:

Tiết kiệm năng lượng: tự động ngắt khi đầy pin, giúp tránh lãng phí năng lượng và bảo vệ pin.

Sự ổn định: Khả năng duy trì mức điện áp và dòng điện ổn định khi sạc, đồng thời bảo vệ thiết bị khỏi các sự cố như quá dòng, quá nhiệt.

1.6 Chi phí:

Khoảng 150.000(VNĐ).

1.7 Công suất:

Trong khoảng 1800mAh đến khoảng 3500mAh.

1.8 Kích thước/khối lượng:

Kích thước: 17x22x5mm.

Cân nặng: 600g - 800g.

2. Mô tả sản phẩm:

2.1 Nguyên lý hoạt động:

Một nguồn điện 5V từ cổng USB Type-C được cung cấp vào hệ thống.

Nguồn này được cấp trực tiếp cho IC TP4056 để thực hiện chức năng quản lý sạc.

TP4056 nhận điện áp 5V đầu vào và giảm xuống mức điện áp phù hợp (thường 4.2V tối đa) để sạc pin lithium-ion.

Nó giám sát dòng sạc và điện áp, đảm bảo sạc pin với dòng không đổi (CC) và sau đó chuyển sang điện áp không đổi (CV) khi pin gần đầy.

Khi pin đầy, IC tự động ngừng sạc để tránh quá sạc, bảo vệ tuổi thọ pin.

Mạch bảo vệ thực hiện các chức năng an toàn quan trọng:

_ DW01A (IC bảo vệ):

+ Theo dõi điện áp của pin:

Nếu điện áp pin vượt quá 4.25V: Nó ngắt dòng sạc để tránh quá sạc.

Nếu điện áp pin giảm dưới 2.4V: Nó ngắt dòng xả để tránh quá xả, giúp kéo dài tuổi thọ pin.

+ Giám sát dòng điện:

Nếu dòng điện qua pin vượt mức an toàn (ngắn mạch hoặc quá tải), mạch sẽ ngắt kết nối.

_ FS8205A (MOSFET kép): Đóng vai trò như công tắc, kích hoạt hoặc ngắt kết nối dòng điện dựa trên tín hiệu điều khiển từ IC DW01A.

Năng lượng từ quá trình sạc được lưu trữ trong pin lithium-ion 18650.

Điện áp đầu ra của pin thay đổi theo trạng thái sạc:

_ Đầy pin: Điện áp đạt khoảng 4.2V.

_ Cạn pin: Điện áp có thể giảm xuống tối thiểu 2.4V (trước khi mạch bảo vệ ngắt dòng xả).

Pin cấp điện cho thiết bị sử dụng qua ngõ ra, với điện áp thay đổi theo mức sạc.

Mạch bảo vệ đảm bảo rằng ngõ ra chỉ hoạt động trong khoảng an toàn (2.4V - 4.2V).

2.2 Môi trường hoạt động:

Cần phải có nguồn điện ổn định để hoạt động hiệu quả.

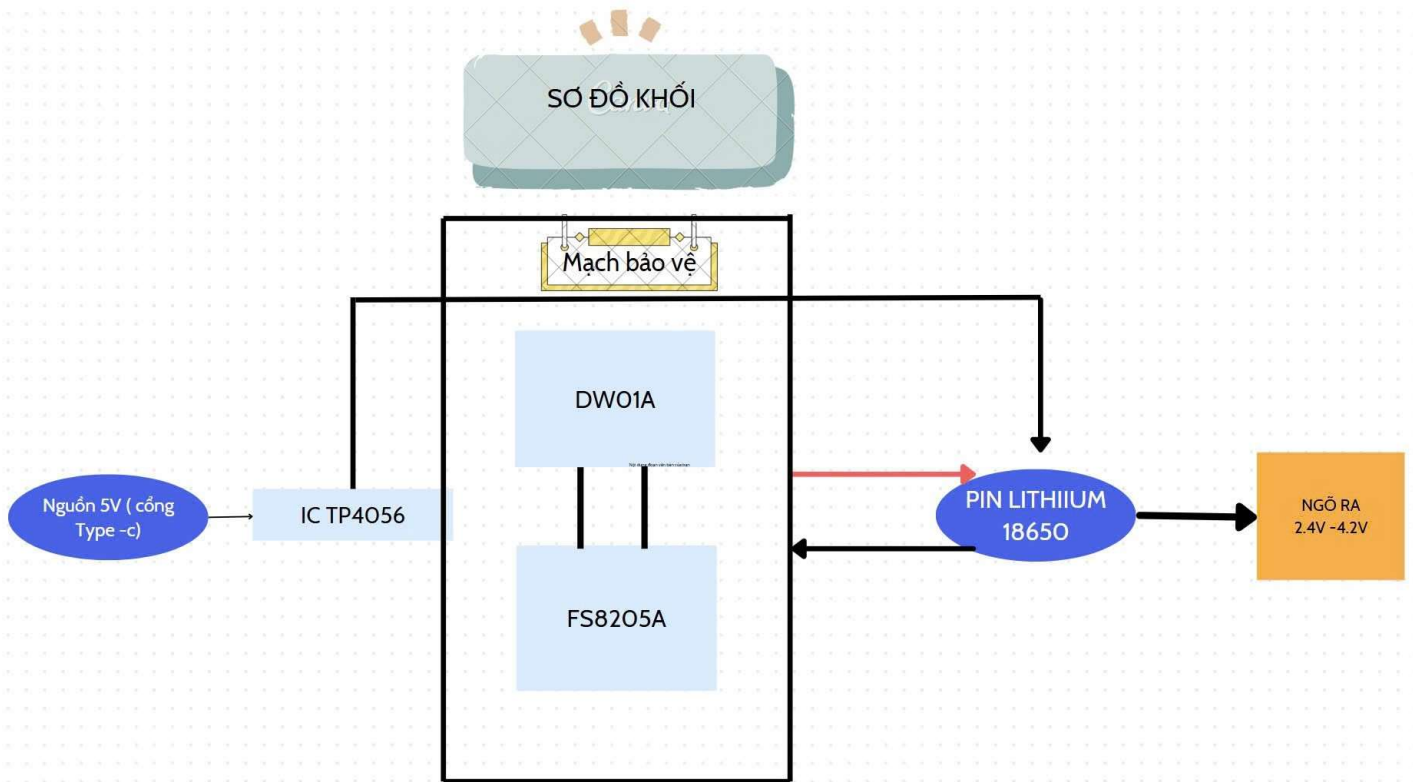
Nhiệt độ tốt nhất ở nhiệt độ phòng tránh quá nóng hoặc quá lạnh sẽ ảnh hưởng đến linh kiện điện tử.

Độ ẩm thấp tránh hư hại linh kiện, cần tránh những nơi có độ ẩm cao.

Môi trường cần có biện pháp bảo vệ an toàn điện để tránh rủi ro như chập điện.

II. MÔ HÌNH HỆ THỐNG

1. Sơ đồ khối hệ thống:



2. Mô tả các khối chính:

Nguồn 5V (cổng Type-C): Đây là nguồn điện vào, cung cấp điện áp 5V từ cổng Type-C để sạc pin Lithium thông qua mạch sạc.

IC TP4056: Đây là một IC sạc pin lithium-ion. Nó có chức năng quản lý quá trình sạc pin, bao gồm kiểm soát dòng điện và điện áp sạc, đảm bảo pin được sạc an toàn và hiệu quả.

Mạch bảo vệ (DW01A và FS8205A):

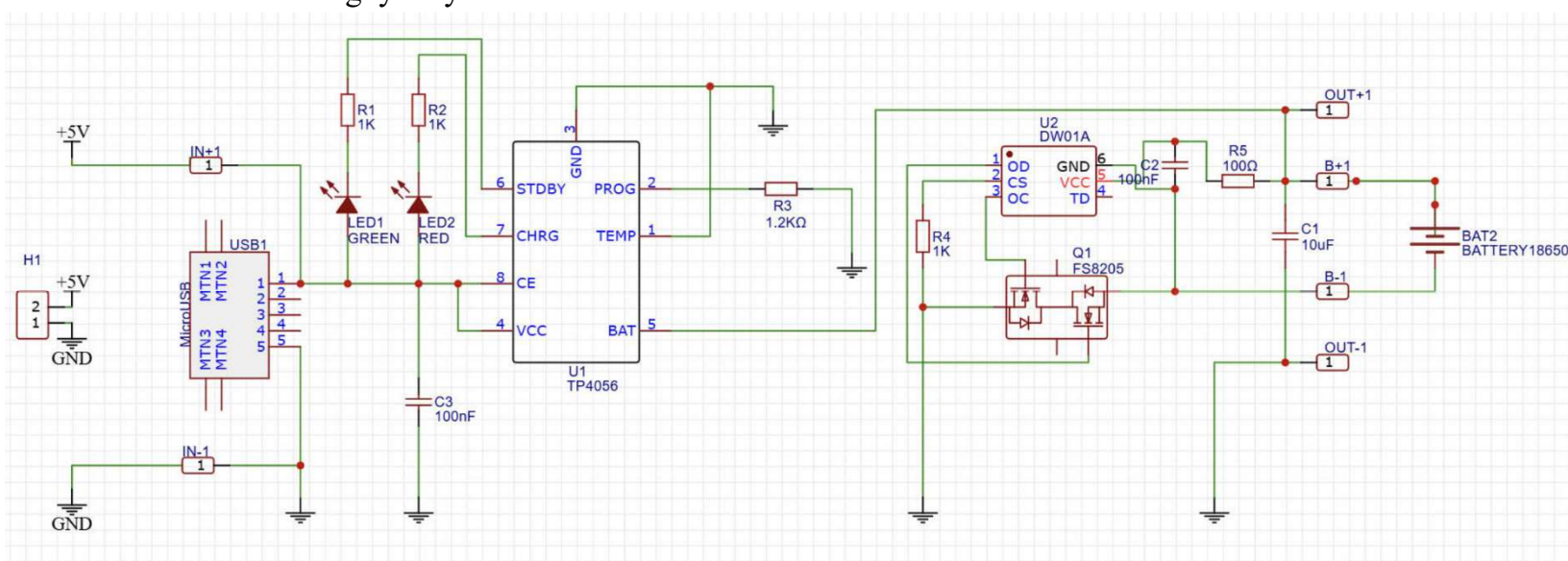
_ **DW01A:** Là IC quản lý bảo vệ pin. Nó giám sát điện áp và dòng điện để ngăn chặn hiện tượng quá sạc (overcharge), quá xả (overdischarge), hoặc ngắn mạch.

_ **FS8205A:** Là một MOSFET kép thường được sử dụng kết hợp với DW01A để thực hiện các chức năng đóng/ngắt mạch bảo vệ.

Ngõ ra (2.4V - 4.2V): Đây là đầu ra của hệ thống, cung cấp năng lượng cho các thiết bị bên ngoài. Điện áp dao động tùy thuộc vào mức sạc hiện tại của pin.

Đặc tả phần cứng

* Sơ đồ nguyên lý:



DATASHEET:

<https://www.alldatasheet.com/datasheetpdf/view/1487471/ETC2/TP4056.html>

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
V _{CC}	Input Supply Voltage		●	4.0	5	8.0	V
I _{CC}	Input Supply Current	Charge Mode, R _{PROG} = 1.2k	●		150	500	μA
		Standby Mode (Charge Terminated)	●		55	100	μA
		Shutdown Mode (R _{PROG} Not Connected, V _{CC} < V _{BAT} , or V _{CC} < V _{UV})	●		55	100	μA
V _{FLOAL}	Regulated Output (Float) Voltage	0°C ≤ T _A ≤ 85°C, I _{BAT} =40mA		4.137	4.2	4.263	V
I _{BAT}	BAT Pin Current	R _{PROG} = 2.4k, Current Mode	●	450	500	550	mA
	Text condition: V _{BAT} =4.0V	R _{PROG} = 1.2k, Current Mode	●	950	1000	1050	mA
		Standby Mode, V _{BAT} = 4.2V	●	0	-2.5	-6	μA
I _{TRIKL}	Trickle Charge Current	V _{BAT} < V _{TRIKL} , R _{PROG} =1.2K	●	120	130	140	mA
V _{TRIKL}	Trickle Charge Threshold Voltage	R _{PROG} =1.2K, V _{BAT} Rising		2.8	2.9	3.0	V
V _{TRHYS}	Trickle Charge Hysteresis Voltage	R _{PROG} =1.2K		60	80	100	mV
T _{LIM}	Junction Temperature in Constant Temperature Mode				145		°C

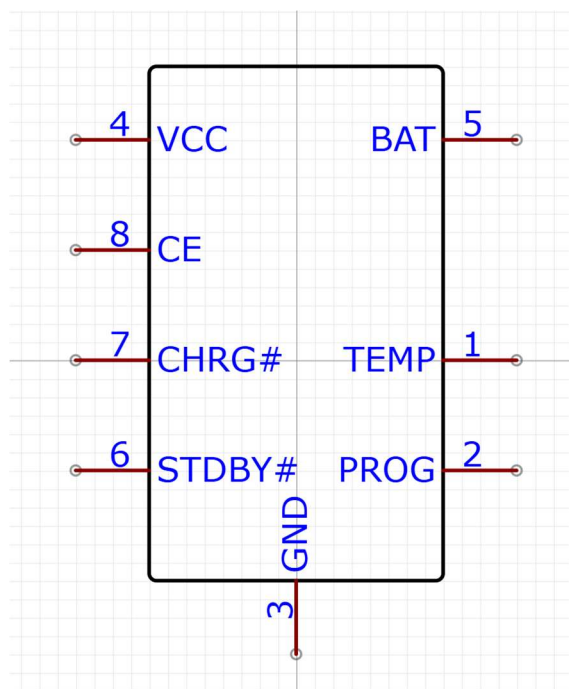
indicator light state

Charge state	Red LED <u>CHRG</u>	Green LED <u>STDBY</u>
charging	bright	extinguish
Charge Termination	extinguish	bright
V _{in} too low; Temperature of battery too low or too high; no battery	extinguish	extinguish
BAT PIN Connect 10u Capacitance; No battery	Green LED bright, Red LED Coruscate T=1-4 S	

Rprog Current Setting

R _{PROG} (k)	I _{BAT} (mA)
10	130
5	250
4	300
3	400
2	580
1.66	690
1.5	780
1.33	900
1.2	1000

Đặc tả phần mềm



TEMP (Pin 1): Đầu vào cảm biến Nhiệt độ kết nối chân TEMP với đầu ra của nhiệt điện trở NTC trong bộ pin Lithium ion. Nếu điện áp của chân TEMP dưới 45% hoặc trên 80% điện áp cung cấp V_{IN} trong hơn 0,15s, điều này có nghĩa là nhiệt độ của pin quá cao hoặc quá thấp, quá trình sạc sẽ bị tạm dừng. Có thể tắt chức năng cảm biến nhiệt độ bằng cách nối đất chân TEMP.

PROG (Pin 2): Cài đặt dòng sạc không đổi và giám sát dòng sạc dòng sạc chân được thiết lập bằng cách kết nối một điện trở R_{ISET} từ chân này với GND. Khi ở chế độ tiền nạp, điện áp của chân ISET được điều chỉnh thành 0,2V. Khi ở chế độ dòng sạc không đổi, điện áp của chân ISET được điều chỉnh thành 2V. Ở tất cả các chế độ trong khi sạc, điện áp trên chân ISET có thể được sử dụng để đo dòng sạc như sau:

$$I_{BAT} = \frac{V_{PROG}}{R_{PROG}} \times 1200 \quad (V_{PROG} = 1V)$$

GND (Pin 3): Đầu nối đất

Vcc (Pin 4): Điện áp cung cấp đầu vào dương V_{IN} là nguồn cung cấp điện cho mạch bên trong. Khi V_{IN} giảm xuống trong phạm vi 30mA so với điện áp chân BAT,

TP4056 sẽ chuyển sang chế độ ngủ công suất thấp, giảm dòng điện của chân BAT xuống dưới $2\mu A$.

BAT (Pin 5): Chân kết nối pin. Kết nối cực dương của pin với chân BAT. Chân BAT sử dụng dòng điện dưới $2\mu A$ ở chế độ vô hiệu hóa chip hoặc ở chế độ ngủ. Chân BAT cung cấp dòng sạc cho pin và cung cấp điện áp điều chỉnh 4,2V.

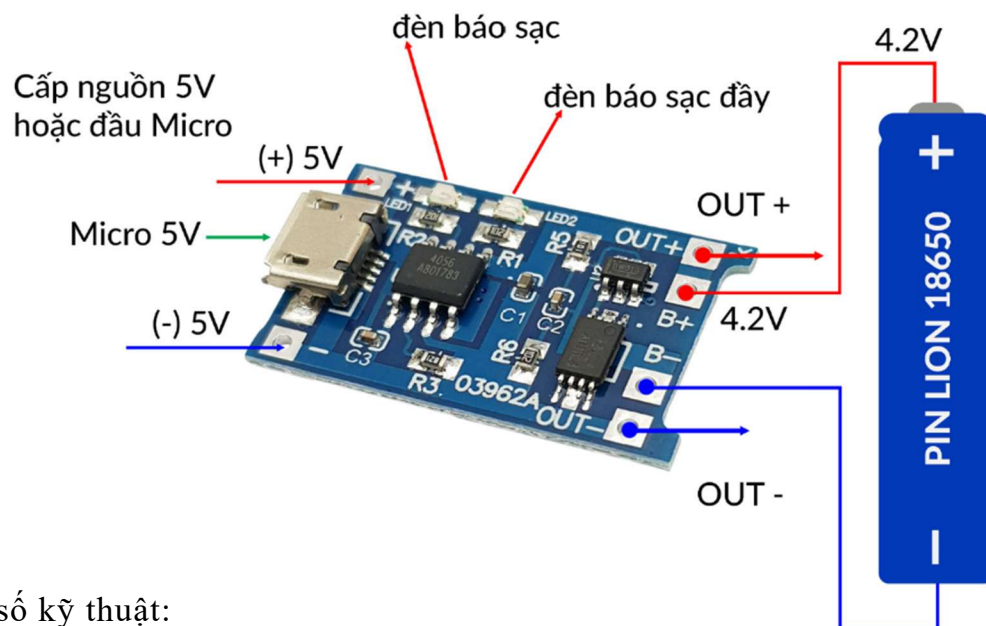
STDBY (Pin 6): Đầu ra trạng thái sạc xả khi kết thúc sạc pin, chân được kéo xuống mức thấp bằng một công tắc bên trong, nếu không thì chân ở trạng thái trở kháng cao.

CHRG (Pin7): Mở xả trạng thái sạc khi pin đang được sạc, chân được kéo xuống thấp bằng công tắc bên trong, nếu CHRG chân cảm ở trạng thái trở kháng cao.

CE (Pin8): Đầu vào kích hoạt chip. Đầu vào cao sẽ đặt thiết bị ở chế độ hoạt động bình thường. Kéo chân CE xuống mức thấp sẽ đặt YP4056 vào chế độ tắt. Chân CE có thể được điều khiển bởi mức logic TTL hoặc CMOS.

3. Giới thiệu phần cứng:

Mạch sạc pin



Thông số kỹ thuật:

- IC chính: TP4056
- Nguồn đầu vào:
 - 4.5~8VDC: Chân nguồn vào + / -
 - 5VDC qua cổng Micro USB.

- Nguồn sạc đầy: 4.2VDC
- Dòng sạc: 1A có thể biến đổi theo trạng thái pin.
- Charging method: Linear charging 1%
- Charging precision: 1.5%
- Chức năng ngắt tải bảo vệ pin khi điện áp xuống quá thấp để tránh làm hư hỏng pin (chai pin).
- Đèn trạng thái sạc:
Đèn đỏ: đang sạc, chưa đầy
Đèn xanh lá: Đã sạc đầy.
- Kích thước: 17x22x5mm

4. Các vấn đề của hệ thống nhúng:

4.1 Constraints:

- Dòng sạc và điện áp giới hạn:
_ Pin 18650 yêu cầu dòng sạc không vượt quá 1A
_ Điện áp sạc không vượt quá 5V để tránh hỏng pin hoặc nguy hiểm.
- Mạch cấp nguồn
_ IC ổn áp cung cấp nguồn 5V ổn định cho các linh kiện, đảm bảo hoạt động an toàn.

4.2 Functions:

- _ Giám sát dòng và điện áp
- _ Hiển thị trạng thái sạc qua đèn led
- _ Tự động ngắt khi đầy pin: Khi điện áp đạt ngưỡng, hệ thống sẽ tự động ngắt dòng sạc để bảo vệ pin.

4.3 Real-time System:

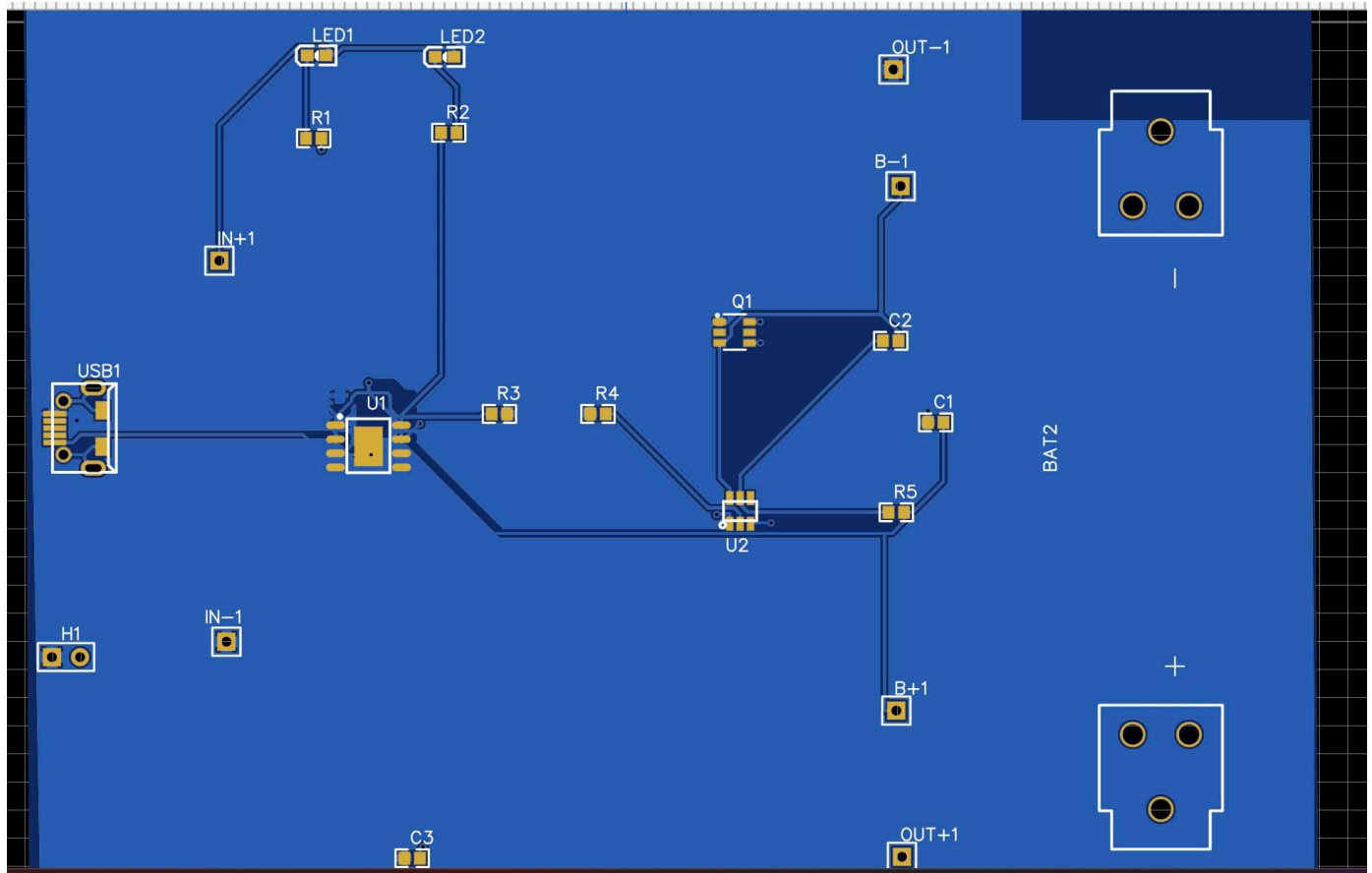
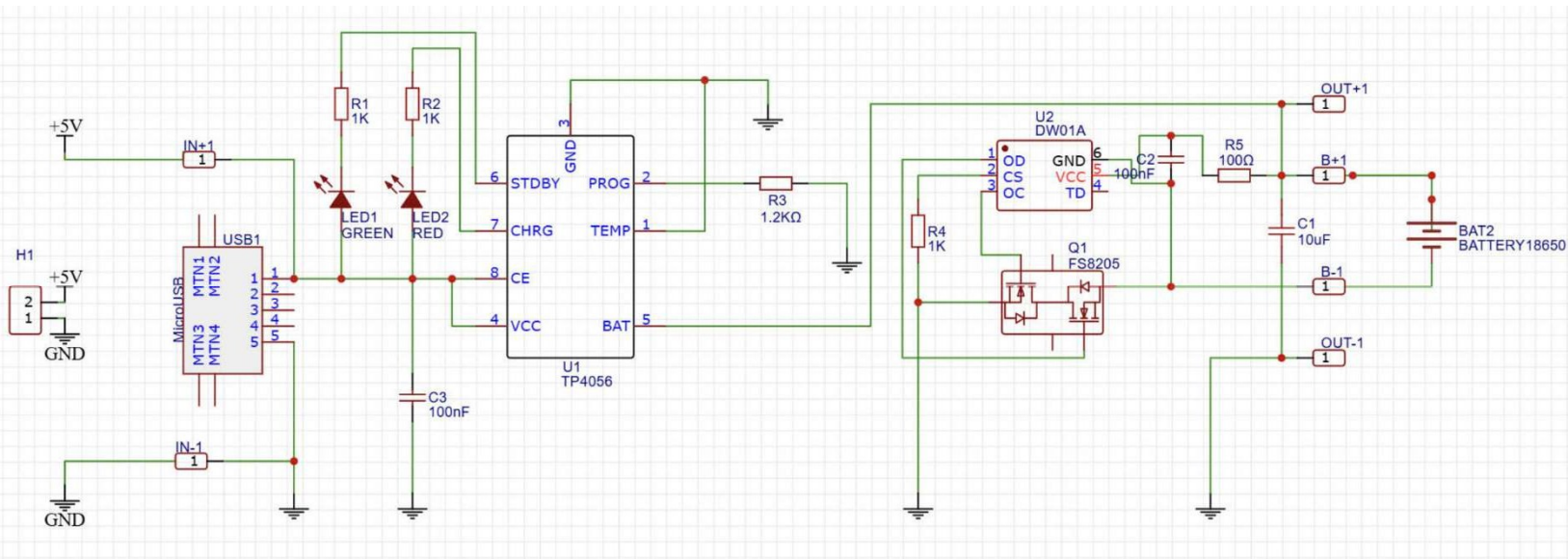
- _ IC TP4056 theo dõi trạng thái pin qua mạch giám sát điện áp.
- _ Khi một điều kiện bất thường như quá nhiệt hoặc quá dòng xảy ra, hệ thống sẽ ngay lập tức ngắt sạc để bảo vệ pin và hệ thống.

4.4 Reactive Systems:

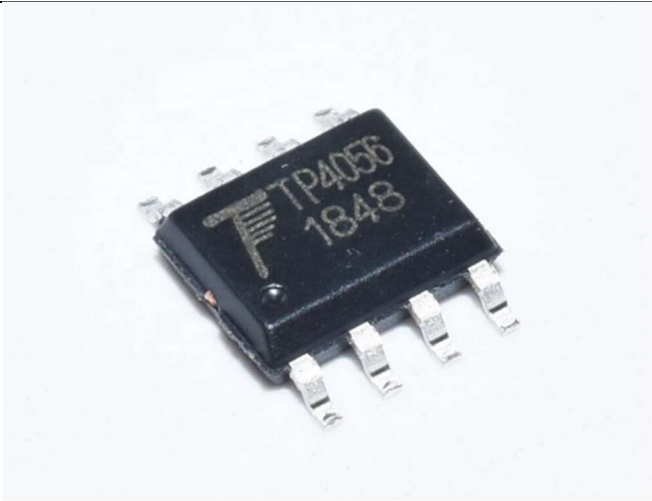



Hệ thống phản ứng với sự thay đổi của dòng sạc, điện áp và nhiệt độ. Khi vượt khỏi ngưỡng an toàn, hệ thống phản ứng lập tức bằng cách ngắt dòng.





III. THIẾT KẾ PHẦN CỨNG


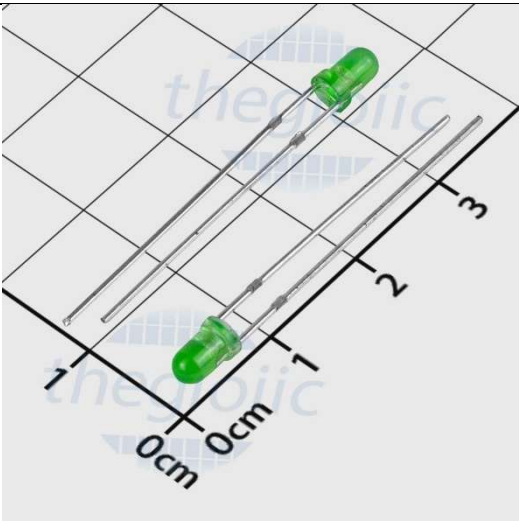

1. Sơ đồ mạch hệ thống:

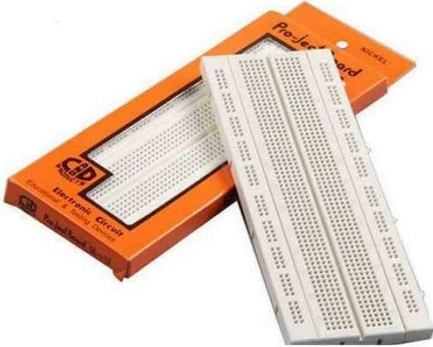
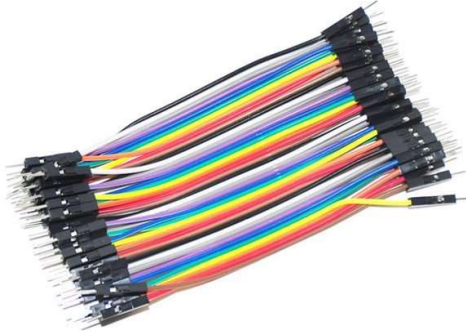



2. Các linh kiện cần thiết để thi công mạch:

Tên linh kiện, số lượng	Hình ảnh	Giá cả / 1 cái
IC TP4056, 2 cái		4.200VNĐ
IC DW01, 2 cái		2.100VNĐ
IC 8205S, 2 cái		4.200VNĐ
Điện trở 1KΩ 0,25W 5%, 50 cái		60VNĐ

<p>Điện trở 1.2KΩ 0,25W 5%, 50 cái</p>		<p>60VNĐ</p>
<p>Điện trở 100R 0,25W 5%</p>		<p>60VNĐ</p>
<p>Tụ gốm 104 50V (100nF 104p), 9 cái</p>		<p>200VNĐ</p>
<p>Tụ gốm 103 50V (10nF 103p), 9 cái</p>		<p>200VNĐ</p>

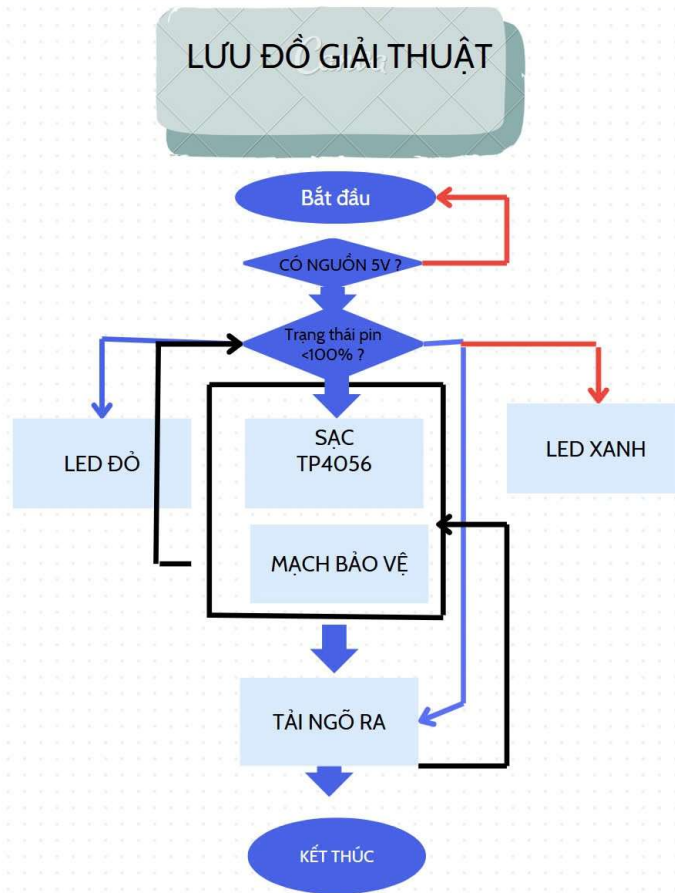
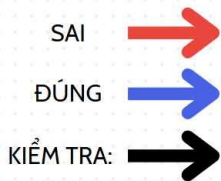
<p>Đầu USB Type C V2 6P (USB 3.1, 6P loại đơn giản, Hàn Board có 4 chân cố định), 1 cái</p>		<p>5.300VNĐ</p>
<p>Led 3mm Trong Xanh Lá, 7 cái</p>		<p>300VNĐ</p>
<p>[TK20] Led 3mm Trong Đỏ, 7 cái</p>		<p>300VNĐ</p>

Testboard cắm đa năng, 1 cái		42.000VNĐ
Dây Cắm Test Board, 20 cái		600VNĐ
Pin INR18650, 1 cái	<div data-bbox="602 1163 951 1203"> INR18650-25R-2500mAh </div> 	35.000VNĐ

IV. THIẾT KẾ PHẦN MỀM

1. Lưu đồ giải thuật:

CHÚ THÍCH



2. Giải thích lưu đồ:

1. Bắt đầu

Đây là điểm xuất phát của quy trình, nơi mạch sạc và bảo vệ được kích hoạt.

Tại đây, hệ thống chuẩn bị để kiểm tra trạng thái ban đầu và xác định xem các điều kiện cần thiết đã được đáp ứng chưa.

2. Kiểm tra nguồn 5V (cổng Type-C)

Mục đích: Xác định xem có nguồn 5V từ cổng Type-C được cung cấp cho hệ thống hay không.

Cách hoạt động:

_ Hệ thống kiểm tra cổng Type-C để xem có tín hiệu đầu vào điện áp 5V hay không. Đây là bước đầu tiên cần thiết để vận hành mạch.

_ Nếu có nguồn 5V (đường màu xanh): Hệ thống chuyển sang bước tiếp theo để kiểm tra trạng thái pin.

_ Nếu không có nguồn 5V (đường màu đỏ): Hệ thống ngừng hoạt động và quá trình sạc không thể diễn ra. Điều này giúp tránh việc hệ thống hoạt động trong điều kiện không an toàn.

3. Kiểm tra trạng thái pin (<100%)

Mục đích: Xác định xem pin đã đầy hay chưa. Pin đầy được định nghĩa là mức sạc đạt gần hoặc bằng 100% dung lượng (khoảng 4.2V).

Cách hoạt động:

_ Hệ thống đo mức điện áp của pin để đánh giá trạng thái hiện tại.

_ Nếu pin chưa đầy (<100%, đường màu xanh):

+ Kích hoạt IC TP4056 để tiếp tục sạc pin.

+ LED Đỏ được bật để báo hiệu pin đang được sạc.

_ Nếu pin đầy (đường màu đỏ):

+ Sạc dừng lại, và LED Xanh sáng để báo hiệu pin đã sạc đầy.

+ Quá trình sạc kết thúc, giúp bảo vệ pin và tránh tình trạng quá sạc.

4. Quá trình sạc (TP4056)

Mục đích: Quản lý và tối ưu hóa quá trình sạc pin để đảm bảo an toàn và hiệu quả.

Cách hoạt động:

_ Giai đoạn 1: Sạc dòng không đổi (CC):

+ IC TP4056 cung cấp dòng điện ổn định cho pin cho đến khi điện áp pin đạt khoảng 4.2V.

_ Giai đoạn 2: Sạc điện áp không đổi (CV):

+ Khi pin gần đầy, IC TP4056 giảm dòng sạc để duy trì mức điện áp cố định (4.2V), đảm bảo pin không bị quá sạc.

+ Trong quá trình này, LED Đỏ sáng để báo hiệu rằng pin đang được sạc.

+ Khi pin đạt 100% dung lượng, IC TP4056 tự động dừng quá trình sạc và chuyển tín hiệu để bật LED Xanh, báo hiệu pin đã đầy.

5. Mạch bảo vệ (DW01A và FS8205A)

Mục đích: Đảm bảo an toàn cho pin trong quá trình sạc và xả.

Cách hoạt động:

- _ Quản lý quá sạc: Nếu điện áp pin vượt quá 4.25V, mạch bảo vệ sẽ ngắt dòng sạc để tránh làm hỏng pin.
- _ Quản lý quá xả: Nếu điện áp pin giảm xuống dưới 2.4V, mạch bảo vệ sẽ ngắt dòng xả để tránh gây hư hại không phục hồi cho pin.
- _ Bảo vệ ngắn mạch và quá tải: Trong trường hợp dòng điện quá lớn (ngắn mạch hoặc quá tải), IC DW01A sẽ gửi tín hiệu đến MOSFET kép FS8205A để ngắt kết nối, ngăn ngừa hư hỏng.

6. Tải ngõ ra (2.4V – 4.2V)

Mục đích: Cung cấp năng lượng từ pin đến thiết bị đầu ra.

Cách hoạt động:

- _ Sau khi sạc, pin lithium-ion cung cấp năng lượng cho tải ngõ ra thông qua mạch bảo vệ. Điện áp ngõ ra thay đổi theo trạng thái sạc của pin:
- _ Khi pin đầy, điện áp là 4.2V.
- _ Khi pin gần cạn, điện áp giảm dần, nhưng mạch bảo vệ sẽ ngắt kết nối khi điện áp dưới 2.4V, đảm bảo thiết bị không bị hư hại do nguồn yếu.

7. Kết thúc

Quá trình kết thúc khi:

- _ Pin đã đầy và LED Xanh sáng.
- _ Hoặc không có nguồn đầu vào (5V).

Mục tiêu: Đảm bảo an toàn cho pin và hệ thống, đồng thời tiết kiệm năng lượng bằng cách ngừng hoạt động khi không cần thiết.