TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP HỒ CHÍ MINH

BÁO CÁO DỰ ÁN
NHẬP MÔN VỀ KỸ THUẬT

ĐỀ TÀI

"LED Cube"

Nhóm: NMvKT-L13-05
Ngày 3 tháng 11 năm 2025

Mục lục

1. Thông tin nhóm..... 2
2. Tổng quan đề tài.....2
2.1. Lý do chọn đề tài..... 2
2.2. Mục tiêu đề tài..... 2
3. Phân tích ý tưởng đề tài..... 2
3.1. Mô hình FR DP A R R C..... 2
3.2. Đánh giá ý tưởng.....3
4. Phương pháp thực hiện và bảng quản lý tiến độ dự án..... 3
5. Thuyết minh dự án..... 5
5.1. Bản vẽ thiết kế.....5
5.2. Vật liệu sử dụng..... 6
5.2.1. Thông số kỹ thuật.....6
5.2.1.1. Cấu hình LED Cube..... 6
5.2.1.2. IC LED Driver..... 6
5.2.1.3. IC Buffer Level Shifter..... 7
5.2.1.4. MOSFET.....7
5.2.1.5. Nguồn điện và điện năng tiêu thụ.....7
5.2.1.6. Tấm mica cố định LED để hàn khối LED..... 7
5.2.2. Chi phí dự án.....8
5.3. Nguyên lý hoạt động..... 8
5.3.1. Thuật toán điều khiển.....8
5.3.2. Phần mềm điều khiển.....8
5.3.3. Game con rắn.....8
5.4. Tài liệu tham khảo..... 9

1. Thông tin nhóm

- Thành viên nhóm:

+ Nguyễn Phước Khang (Đại diện nhóm)
  Email: khang.nguyendiennhe@hcmut.edu.vn MSSV: 2510673
+ Nguyễn Phúc Khang
  Email: khang.nguyen2410@hcmut.edu.vn MSSV: 2510672
+ Nguyễn Lưu Gia Huy
  Email: huy.nguyenluugia@hcmut.edu.vn MSSV: 2510649
+ Nguyễn Nhất Huy
  Email: huy.nguyennhat2110@hcmut.edu.vn MSSV: 2510650

2. Tổng quan đề tài

2.1. Lý do chọn đề tài

Nhóm quyết định chọn đề tài vì tính sáng tạo và thú vị của 1 khối LED phát sáng. Đề tài này hội tụ đầy đủ những kỹ năng và kiến thức mà 1 sinh viên khoa Điện cần học để làm quen và lựa chọn chuyên ngành phù hợp sau này.

2.2. Mục tiêu đề tài

Nhóm thiết kế đề tài này với định hướng đem lại niềm vui và tạo cảm hứng cho các bạn khác học hỏi về điện tử và lập trình. Ngoài ra, LED Cube còn là một món đồ trang trí mang tính nghệ thuật cao, có thể dùng làm đèn ngủ, đèn bàn, hoặc chiếu các hình ảnh, video. Nếu có thể, nhóm mong muốn đạt được giải nhất trong cuộc thi “Ngày hội Kỹ thuật” của khoa Điện - Điện tử tổ chức.

3. Phân tích ý tưởng đề tài

3.1. Mô hình FR DP A R R C

Chức năng	Yêu cầu	Phân tích	Rủi ro	Giải pháp
Chạy ảnh / video / gif	- Map được các pixel sang các LED - Điều chỉnh được độ sáng LED	- Cần có thẻ nhớ hoặc convert các ảnh / video / gif sang bit array - IC chạy LED cần có chức năng điều chỉnh dòng xả	- Nếu dùng thẻ nhớ thì cần tích hợp module thẻ nhớ vào mạch làm tăng độ phức tạp - Nếu dùng bit array thì cần viết code để convert	- Chừa một khoảng trống đủ nhiều trên board để có thể nâng cấp thêm mạch ngoài - Có thể có sẵn các tools để convert
Game con rắn 3D (tính năng thêm)	- Thuật toán chạy con rắn - Tính năng reset game - Thuật toán tạo đồ ăn random - Trên mạch cần có nút để điều khiển con rắn, hoặc sử dụng serial monitor, hoặc sử dụng app rồi kết	- Nếu dùng nút thì cần hàn thêm vào mạch - Nếu dùng Serial monitor thì cần liên tục cắm máy tính mới dùng được - Nếu dùng app thì ko cần thêm gì hết, có app Dabble đã được tạo sẵn	- Serial của máy tính gây bất tiện cho người dùng - ESP32 dễ gặp vấn đề kết nối không dây	- Chọn nút hoặc app

	nối vào ESP32			
Độ phân giải tạm ổn	- Cần nhiều LED hơn	Gọi số LED là n Số mối hàn = n^3 * 2 Số chân điều khiển = n^2 + n => 5x5x5 LED Cube = 250 mối / 30 chân => 6x6x6 LED Cube = 432 mối / 42 chân => 7x7x7 LED Cube = 686 mối / 56 chân - Một con IC có 8/16/24 chân để điều khiển cathode	- Độ phân giải càng cao, số lượng LED càng lớn, dễ gặp sự cố hư hỏng	- Test sáng LED sau khi hàn xong 1 layer - Gia cố thêm các thanh kẽm để tăng độ bền cấu trúc => Chọn 6x6x6 hoặc 7x7x7
Quét LED nhanh	IC, MCU, MOSFET có tần số cao	- Đọc datasheet - 60 fps = ? clock	- Một số linh kiện có thể khó tìm	
Độ ổn định cao	- Cấu trúc chắc chắn - Có thể có thêm tản nhiệt	- Nếu chỉ hàn chân LED thì khi di chuyển có thể gãy - Nếu IC bị quá nhiệt thì làm giảm độ ổn định		- Hàn thêm những dây kẽm để gia cố các layer

Bảng 3.1. Bảng phân tích tính năng của sản phẩm

=> Chọn ý tưởng LED Cube có kích thước 6x6x6.

Link tham khảo chi tiết dự án: [LED Cube - Project - Google Sheets]

3.2. Đánh giá ý tưởng

Mẫu	Độ phức tạp	Lượng công việc	Thời gian cần làm	Tổng điểm	Trung bình
Chạy ảnh / video / gif	4	5	5	14	4,67
Game con rắn	2	4	4	10	3,33

Bảng 3.2. Bảng phân tích ý tưởng

=> Chọn ý tưởng Game con rắn, sử dụng app Dabble kết nối điện thoại với ESP32 để điều khiển con rắn.

4. Phương pháp thực hiện và bảng quản lý tiến độ dự án

Tasks	Status	Start date	Due date	Desired Result	Note	Member
Vẽ sơ đồ mạch	**In progress**	14/10/2025	05/10/2025	Gọn, chống nhiễu	Đã xong sơ đồ lý thuyết, sơ đồ hàn để sau giữa kì	Phước Khang
Mua linh kiện	**In progress**	09/10/2025	09/11/2025	Tìm chỗ nào rẻ nhất để mua (Thegioiic, Banlinhkien, Caka,...)	Còn thiếu tụ decoupling và trở 1.2k	Gia Huy, Phước Khang
Hàn LED 6x6x6	**In progress**	28/10/2025	15/11/2025	- Xin thầy thử vô lab hàn - Ngay hàng thẳng lối, hàng đúng cực +/- - Dùng 1 cái khung gì đó để cố định LED hàn cho dễ - Common Anode (các Anode của 1 lớp	Đã hàn được 1 layer Còn thiếu các thanh đồng để hàn cột	Tất cả

				hàn với nhau, các Cathode sẽ là cột) - Sau khi hàn xong 1 lớp thì phải dùng pin + điện trở để test sáng đèn - Hàn 1 thanh kẽm cứng mỗi lớp để gia cố độ bền		
Hàn mạch	**Stalled**			- Hàng đúng chân, đừng chập mạch - Không quá nhiệt mối hàn	Đang chờ sơ đồ mạch hàn trên EasyEDA	Tất cả
Thiết kế khung cố định LED & đặt hàng	**Finished**	11/10/2025	15/10/2025	- Đọc kích thước LED tại LED Vàng 5mm Đục Chân Dài - Khoảng cách chiều ngang và chiều dọc giữa các con LED nên bằng nhau. Khoảng cách từ 3mm dưới đầu chân cathode của LED dưới bằng 1 chân cathode đến LED trên, và đó cũng là khoảng cách chiều ngang của tâm LED trên 1 lớp - Vẽ bảng vẽ tấm mica có các lỗ tròn đường kính bằng đường kính LED + 0.05mm và tâm các lỗ tròn cách nhau theo khoảng cách đã đo được - Sau khi hoàn thành bản vẽ cần gửi lên group để kiểm tra trước khi đặt cắt - Liên hệ với bên cắt mica, gửi file và yêu cầu cắt tấm mica 3mm	Đã nhập hàng về	Gia Huy
Code con rắn	**In progress**	11/10/2025	09/11/2025	- Không đi lùi - Đầu chạm tường này thì lú ra bên kia - Đè trái phải cùng lúc thì giữ nguyên di chuyển - Mỗi lần chỉ được nhấn 1 nút, nếu đè nút thì vẫn giữ nguyên di chuyển - Không đi xéo, chỉ trái / phải / tới / lui / lên / xuống		Phúc Khang
Code cục đồ ăn	**In progress**	01/11/2025	09/11/2025	- Biết khi nào bị ăn - Khi ăn táo thì rắn dài ra - Khi bị ăn thì spawn chỗ khác không phải mình con rắn - Khi spawn táo thì random ở những chỗ nào ko có con rắn		Nhất Huy
Code trạng thái game	**In progress**	01/11/2025	15/11/2025	- Đầu con rắn và trái táo sáng nhất - Cơ thể rắn sáng vừa - Không phải rắn hay táo thì ko sáng - Chạm cơ thể thì đứng yên game - Khi nào bấm nút reset thì bắt đầu - Khi bấm bắt đầu thì rắn spawn random với 3 cơ thể, sau đó đồ ăn mới spawn		Nhất Huy, Gia Huy, Phước Khang (supervisor)
Code app	**Got problem**	11/10/2025	09/11/2025	- Nhận bluetooth kết nối với điện thoại - Nhận được bấm nút / đè nút và nhận	- Thư viện Dabble	Phúc Khang

				biết cần di chuyển theo cái nào (nếu đè tùm lum)	ESP32 bị lỗi compatibility với board	
Code pháo hoa cuối game	**In progress**	01/11/2025	15/11/2025	- Khi chơi win game (6 trở lên là đủ điều kiện win) - Khi rắn chết và đủ điều kiện win thì chạy code pháo hoa		Gia Huy
Code PWM map vị trí con rắn và đồ ăn lên LED Cube	**In progress**	13/10/2025	09/11/2025	- Băm xung đều, bitplane PWM - Tần số cao - Có thể xem thêm về Temporal Distribution Linearization for PWM	Đã xong code PWM băm xung Python 17/10/2025	Phước Khang
Finish Project & Keep track of progress (Put it all together)	**In progress**	06/10/2025	15/11/2025	**- Gắn tất cả lại và chạy test, kiểm tra lỗi** **- Mỗi T3 report update tiến độ trên lớp** **- Mỗi T7 report update tiến độ qua tin nhắn trên group**		Phước Khang

5. Thuyết minh dự án

5.1. Bản vẽ thiết kế

Hình 5.1. Dự kiến thành phẩm (Ảnh LED Cube 8x8x8 lấy trên mạng)

Hình 5.2. Sơ đồ mạch lý thuyết hiện tại (Vẽ bằng EasyEDA)

Chú thích: Sơ đồ hiện tại còn thiếu các tụ decoupling, MOSFETs, bus header, loa buzzer (dự kiến) và các trở pull up cho MOSFET

Nhóm hiện tại chưa có bản vẽ PCB cho mạch điện do chưa hoàn thành sourcing linh kiện và sơ đồ mạch lý thuyết.

5.2. Vật liệu sử dụng

5.2.1. Thông số kỹ thuật

5.2.1.1. Cấu hình LED Cube

Do không tìm được IC LED Driver source dòng phù hợp tại Việt Nam cho các cột LED nên LED Cube sử dụng cấu hình 6 tầng common anode (source dòng từ P-MOSFETs) và 36 cột cathode (sink dòng từ IC).

5.2.1.2. IC LED Driver

Thông số	8-16 channels	Constant current	Tổng t propagation delay khi clock, latch và output enable thấp	V_{IH} = 3.3V
Mục tiêu	Giảm lượng IC cần mua	LED sáng đều	Tần số đóng cắt cao, 60 fps	phù hợp với ESP32

Bảng 5.1. Các thông số cần đạt khi chọn IC sink dòng

=> Chọn IC LED Driver MBI5026GF do không tìm được TLC5940, TLC5916.

Các thông số chip và mạch		**Tính tần số quét tối đa**	
36 Columns, 6 Layers	60 fps	Min bit shift time (Tbit) (us)	0,15
Amount of bit shifts	48	Max clock frequency (MHz)	6,67
Time overhead (OE, Clock, Latch delay) - Tov (us)	0,5	Min layer shift time (Tshift) (us)	7,2

Buffer propagation delay (us)	0,03	Total layer time = Tshift + Tov (us)	7,7
Propagation delay << Time shift bit => Tpd = m * Tbit => Giá trị m:	20%		

Bảng 5.2. Tính toán sơ bộ tần số đóng cắt của IC LED Driver

Tuy nhiên, MBI5026GF không hỗ trợ PWM nên nhóm cần phải tự tạo PWM bằng cách băm xung SPI ở tần số 5MHz, thuật toán được tạo trước trong Python để kiểm tra rồi viết lại bằng C (source code ở Github).

5.2.1.3. IC Buffer Level Shifter

MBI5026GF có thông số $V_{IH} = 0.8*V_{dd}$ ($V_{dd} = 5V$) nên không thể cắm trực tiếp GPIO của ESP32 qua IC mà cần phải thông qua một con IC Non-Inverting Buffer SN74LS07D để chuyển đổi tín hiệu từ 3.3V sang 5V.

5.2.1.4. MOSFET

Thông số	$-2V <= V_{GS} <= -4V$	$Q_G < 40nC$	Iout > 0.54A (15mA/LED * 36)	$R_{DS\ ON} < 20$ Ohm
Mục tiêu	Phù hợp với ESP32	Tần số đóng cắt cao	Tải được dòng 1 tầng LED	Hạn chế quá nhiệt

Bảng 5.3. Các thông số cần đạt khi chọn P-MOSFET source dòng

=> Nhóm hiện tại vẫn đang tìm P-MOSFET có các thông số trên

5.2.1.5. Nguồn điện và điện năng tiêu thụ

Nguồn điện nhóm sử dụng để cấp nguồn cho ESP32, các IC và LED Cube là nguồn NICE-POWER DC 30V-10A (có sẵn của Phước Khang).

Nhóm chưa ước tính điện năng tiêu thụ của ESP32 và các IC, khối LED sử dụng 0.54A (do sử dụng thuật toán quét LED nên chỉ có 1 tầng LED sáng tại 1 thời điểm).

5.2.1.6. Tấm mica cố định LED để hàn khối LED

Hình 5.1. Kích thước của tấm mica dày 3mm

5.2.2. Chi phí dự án

Linh kiện	Nơi mua	Người trả	Số lượng	Đơn giá	Tổng tiền	Đã mua
ESP32 NodeMCU LuaNode32 Module Thu Phát Wifi 38 Chân Cổng Type C	Thegioiic	Phước Khang	1	125.000 đ	125.000 đ	TRUE
MBI5026GF SOP-24	Thegioiic	Phước Khang	3	16.000 đ	48.000 đ	TRUE
SN74LS07D IC Buffer Non-Inverting Open Collector Output, 14-SOIC	Thegioiic	Phước Khang	1	8.000 đ	8.000 đ	TRUE
LED Vàng 5mm Đục Chân Dài	Thegioiic	Phước Khang	230	240 đ	55.200 đ	TRUE
Đế Đổi Chân SOP-28 Sang DIP-28 V1.1	Thegioiic	Phước Khang	3	2.500 đ	7.500 đ	TRUE
Đế Đổi Chân SOP-14 Sang DIP-14	Thegioiic	Phước Khang	1	1.500 đ	1.500 đ	TRUE
Hàng Rào Đực Đơn 2.54mm 40 Chân 1 Hàng Cao 11.2mm Xuyên Lỗ Chân Đồng Ma Niken	Thegioiic	Phước Khang	3	1.400 đ	4.200 đ	TRUE
Hàng Rào Cái Đơn 2.54mm 7 Chân 1 Hàng Cao 11.8mm Xuyên Lỗ	Thegioiic	Phước Khang	2	600 đ	1.200 đ	TRUE
Hàng Rào Cái Đơn 2.54mm 20 Chân 1 Hàng Cao 11.8mm Xuyên Lỗ	Thegioiic	Phước Khang	4	1.800 đ	7.200 đ	TRUE
Hàng Rào Cái Đơn 2.54mm 14 Chân 1 Hàng Cao 11.8mm Xuyên Lỗ	Thegioiic	Phước Khang	6	1.300 đ	7.800 đ	TRUE
FR4 PCB Hàn Test Board 15x20cm Phủ Xanh 1 Mặt	Thegioiic	Phước Khang	1	32.000 đ	32.000 đ	TRUE
Tụ 4700uF hóa					0 đ	FALSE
Tụ 10nF gốm					0 đ	FALSE
Tụ 100nF tantalum					0 đ	FALSE
Tấm mica 121x121 mm (gồm ship)		Gia Huy	1	50.000 đ	50.000 đ	TRUE
Thiếc hàn MECHANIC 6337 0.3MM 55G	Icdayroi	Phước Khang	1	65.000 đ	65.000 đ	TRUE
Mỡ hàn BEST 150g	Icdayroi	Phước Khang	1	29.000 đ	29.000 đ	TRUE

Bảng 5.4. Danh sách vật liệu và chi phí của dự án (BOM)

5.3. Nguyên lý hoạt động

5.3.1. Game con rắn

5.3.2. Phần mềm điều khiển

5.3.3. Thuật toán điều khiển

5.4. Tài liệu tham khảo

Knowledge	Description	Channel	Source
	Báo cáo	**Nhóm 05 - L13**	**LED Cube - Google Docs**
	Sheet quản lý dự án	**Google Sheet**	**LED Cube - Google Sheets**
	Source code dự án	**Github**	**https://github.com/123khg/LED_Cube_6x6x6**

Electricity	Guide to understanding currents and volts	The Engineering Mindset	How ELECTRICITY works - working principle
Resistors	Principles, structure, color codes, resistor types, applications	The Engineering Mindset	(96) How Resistor Work - Unravel the Mysteries of How Resistors Work! - YouTube
Resistors	Series and Parallel Resistors	Ben Finio	Resistors in Series and Parallel
Diodes	Principles, structure, diode types, applications	The Engineering Mindset	(96) Diodes Explained - The basics how diodes work working principle pn junction - YouTube
LED	Principles, structure, circuitry, wavelengths, voltage drop	The Engineering Mindset	How LED Works - Unravel the Mysteries of How LEDs Work!
LED	Voltage drop and current calculation	Ben Finio	How to Find LED Resistor Value
Capacitors	Principles, structure, read values, applications	The Engineering Mindset	Capacitors Explained - The basics how capacitors work working principle
IC	Introduction to IC	Aatik's Lab	(96) What Is An Integrated Circuit (IC) - YouTube
Led cube 4x4x4	Tutorial, ko làm theo mạch điện	Jameco	Build a Programmable LED Cube 4x4x4
Led cube 8x8x8	Tutorial, ko làm theo mạch điện	Jameco	Build Your Own 8x8x8 LED Cube | Electronics Project | Jameco
ESP32	Chân GPIO của ESP32	Random Nerds	ESP32 Pinout Reference: Which GPIO pins should you use? | Random Nerd Tutorials
SPI	Mô tả kĩ hơn SPI Pins của ESP32 MOSI MISO SCK SS (23, 19, 18, 5)	Random Nerds	ESP32 SPI Communication: Pins, Multiple SPI, Peripherals (Arduino) | Random Nerd Tutorials
Hàn mạch	Cách hàn cột LED	LED Cube Vietnam	(309) Hướng dẫnlàm led cube 5x5x5 part 2 - YouTube
Tụ Decoupling	Cách chống nhiễu nguồn và chọn loại tụ	Afrotechmods	Why electrolytic capacitors are actually kinda crappy 💩
Tụ Decoupling	Phân tích phổ tần số và vật liệu tụ	EEVBlog	EEVblog #859 - Bypass / Decoupling Capacitor Tutorial
Tụ Decoupling	Phân tích vật liệu tụ điện	GreatScott	How to choose the right capacitor type for a circuit?! || Film vs. Ceramic vs. Electrolytic
Git Tutorial	Playlist học cách sử dụng Git Command Line (chỉ cần coi 2 vid đầu là dư xài)	Corey Schafer	https://youtube.com/playlist?list=PL-osiE80TeTuRUfjRe54Eea17-YfnOOAx&si=qE48Z75yJr86Ov3j
Struct C++	Cấu trúc dữ liệu (hiệu quả hơn biến và array), đơn giản hóa code. Có thể hiểu như lập trình OOP	Tutorialspoint	Structs in Arduino program
Enum C++	Giúp làm việc nhóm dễ hơn	Moldstud	Enhancing Arduino Code with Enums for Better Clarity | MoldStud