

# ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP.HCM TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ

-----&&@&&-----



BÁO CÁO BÀI TẬP LỚN

# VẬT LÝ BÁN DẪN

ĐỀ TÀI: MẠCH ĐÓNG NGẮT RELAY DÙNG BJT

Lóp: L01

GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN: THẦY TRẦN HOÀNG QUÂN

Thành Phố Hồ Chí Minh, tháng 6 năm 2023

# DANH SÁCH THÀNH VIÊN VÀ PHÂN CÔNG CÔNG VIỆC

| STT | VAI TRÒ        | HỌ VÀ TÊN         | MSSV           | SỐ ĐIỆN THOẠI |
|-----|----------------|-------------------|----------------|---------------|
| 1   | Nhóm<br>trưởng | Phan Trần Thế Huy | <u>2211259</u> | 0359563407    |
| 2   | Thành viên     | Bùi Việt Tiến     | <u>2213445</u> |               |
| 3   | Thành viên     | Nguyễn Đức Thành  | <u>2114784</u> |               |
| 4   | Thành viên     | Trần Quốc Hưng    | <u>2211385</u> |               |
| 5   | Thành viên     | Đinh Cao Thiên    | <u>2213227</u> |               |

## Lời Nói Đầu Và Cảm Ơn

- ❖ Lời đầu tiên, chúng em xin trân trọng cảm ơn sự quan tâm, ủng hộ và giúp đỡ tận tình của thầy, anh chị và các bạn sinh viên trong suốt quá trình thực hiện báo cáo bài tập lớn này.
- ❖ Đây là báo cáo bài tập lớn môn học "Vật lý bán dẫn" một môn quan trọng trong lĩnh vực Vật Lý và Điện tử của chương trình chúng em đang theo học, đưa chúng ta vào thế giới thú vị của vật liệu bán dẫn và ứng dụng của chúng.
- Trong đề tài này, chúng ta sẽ tìm hiểu về nguyên lý hoạt động của Transistor BJT và cách sử dụng nó để điều khiển mạch Relay. Mạch Relay được sử dụng để điều khiển các thiết bị điện khác nhau thông qua sự mở và đóng của nó. Sử dụng Transistor BJT là một phương pháp phổ biến để đóng ngắt mạch Relay, vì Transistor BJT có khả năng điều khiển dòng điện lớn thông qua dòng điều khiển nhỏ.
- Trong quá trình thực hiện đề tài này, chúng ta sẽ được trải nghiệm việc lắp ráp và khảo sát mạch điều khiển Relay, sử dụng Transistor BJT và Arduino như một công cụ điều khiển. Chúng em tìm hiểu về các thông số kỹ thuật của Transistor BJT, như dòng cơ bản, hệ số khuếch đại và đặc tính hoạt động. Đồng thời, chúng em cũng sẽ thực hiện thí nghiệm và thu thập dữ liệu để đánh giá và khảo sát hiệu năng của mạch Relay khi sử dụng Transistor BJT với Module Relay có Opto có mặt trên thị trường.
- Chúng em tin rằng qua việc thực hiện đề tài này, chúng em sẽ có cơ hội rèn kỹ năng nghiên cứu, thực hành và phân tích trong lĩnh vực Vật Lý Bán Dẫn và từ đó đóng góp vào quá trình phát triển công nghệ điện tử.
- ❖ Chúng em xin chân thành cảm ơn quý thầy cô Khoa Điện − Điện Tử Trường Đại học Bách Khoa Thành phố Hồ Chí Minh đã tận tình truyền đạt kiến thức học tập quý báu. Đặc biệt là Thầy Trần Hoàng Quân, đã tận tình giúp đỡ, hướng dẫn chúng em hoàn thành tốt bài tập lớn này.

## Mục Lục

| DANH SÁCH THÀNH VIÊN VÀ PHÂN CÔNG   | 2  |
|---|----|
| CÔNG VIỆC   | 2  |
| Lời Nói Đầu Và Cảm Ơn   | 3  |
| Мис Luc   | 4  |
| LÝ THUYẾT   | 5  |
| Lý thuyết về BJT (bipolar junction transistor)  | 5  |
| 1. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động:  |    |
| 2. Đặc tuyến truyền đạt của BJT:  | 5  |
| 3. Ứng dụng thực tế của BJT:  | 6  |
| Lý thuyết về Relay  | 6  |
| 1. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động:  | 6  |
| 2. Ứng dụng thực tế của relay   |    |
| KHẢO SÁT SỰ ĐÓNG NGẮT RELAY VÀ ĐẶC TUYẾN TRUYỀN ĐẠT CỦA BJT                                 | 8  |
| A. GIỚI THIỆU:  | 8  |
| Các linh kiện trong mạch khảo sát   | 8  |
| Ứng dụng của mạch trong thực tế   | 10 |
| B. TIẾN HÀNH THÍ NGHIỆM:  | 10 |
| 1. Sơ đồ nguyên lý mạch (trình bày bằng Proteus):   | 10 |
| 2. Sơ đồ khối của mạch:   | 11 |
| 3. Nguyên lý hoạt động của mạch:  | 11 |
| C. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM THU ĐƯỢC:   | 11 |
| 1. Tính Vi theo công thức:  | 11 |
| 2. Khảo sát giá trị Vi bằng đồng hồ VOM:  | 12 |
| 3. Kháo sát giá trị Vi qua module relay có opto trên thị trường và so sánh với mạch đã lắp: | 12 |
| VIDEO MINH CHÚNG  | 13 |
| Chúng em tổng hợp các minh chứng trong đường link video sau:                                | 13 |
| Các nội dung trong video:   | 13 |
| KÉT LUẬN  | 14 |
| I. ĐÁNH GIÁ CHUNG:  | 14 |
| II. TÀI LIỆU THAM KHẢO:   | 14 |

## Chương I -----& <u>LÝ THUYẾT</u>

## Lý thuyết về BJT (bipolar junction transistor)

#### 1. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động:

## a. Cấu tạo:

- BJT bao gồm hai lớp bán dẫn P (positive) và N (negative) được ghép chặt với nhau để tạo thành một bán dẫn P-N-P hoặc N-P-N. Các lớp bán dẫn này được ghép chặt với nhau thông qua hai khu vực PN, gọi là:
  - + Base reagion (khu vực cơ sở)
  - + Emitter reagion (khu vực phát)
  - + Collector reagion (khu vực thu)
- Lớp bán dẫn P ở giữa được gọi là khu vực cơ sở, hai lớp bán dẫn N ở hai bên lần lượt được gọi là khu vực thu và khu vực phát. Cấu trúc P-N-P hoặc N-P-N này tạo ra hai liên kết PN ở giữa và hai liên kết PN ở hai bên, tạo thành một cấu trúc bán dẫn ba lớp.

#### b. Nguyên lý hoạt động:

- BJT hoạt động dứa trên hiện tượng điện trường được tạo ra bởi sự kết hợp của hai khu vực PN. Khi một dòng điện được áp dụng vào khu vực cơ sở, nó sẽ tạo ra một dòng điện ở khu vực thu và khu vực phát. Dòng điện ở khu vực thu và phát này sẽ phụ thuộc vào dòng điện được áp dụng vào khu vực cơ sở.
- Khi một dòng điện được áp dụng vào khu vực cơ sở, nó sẽ tạo ra một dòng điện chính thông qua khu vực thu và khu vực phát. Điều này gọi là hiệu ứng khuếch đại, khi một dòng điện nhỏ được điều khiển đẻ điều khiển một dòng điện lớn hơn trong mạch.

#### 2. Đặc tuyến truyền đạt của BJT:

Đặc tuyến truyền đạt của một transistor BJT (Bipolar Junction Transistor) là một biểu đồ biểu thị mối quan hệ giữa dòng cực sâu vào (IB) và dòng cực sâu ra (IC) trong transistor. Đặc tuyến truyền đạt thường được biểu diễn trong một đồ thị hai chiều hoặc ba chiều.

Đặc tuyến truyền đạt của transistor có thể được chia thành hai khu vực chính: khu vực tuyến tính và khu vực bão hòa.

Khu vực tuyến tính: Trong khu vực này, transistor hoạt động như một mạch khuếch đại tuyến tính, trong đó tỉ lệ giữa dòng cực sâu vào (IB) và dòng cực sâu ra (IC) được duy trì ổn định và được xác định bởi độ lợi dòng DC (hFE). Điều này có nghĩa là IC = hFE \* IB. Khu vực tuyến tính thường nằm trong khoảng hoạt động đầu vào nhỏ và đầu ra nhỏ của transistor.

Khu vực bão hòa: Trong khu vực này, transistor hoạt động như một công tắc bật/tắt và dòng cực sâu ra (IC) đạt giá trị tối đa. Dòng cực sâu vào (IB) không còn ảnh hưởng đáng kể đến dòng cực sâu ra (IC). Khu vực này thường nằm trong khoảng hoạt động đầu vào lớn và đầu ra lớn của transistor.

Đặc tuyến truyền đạt của transistor được biểu diễn thông qua các biểu đồ hFE-IC hoặc IB-IC trong datasheet của transistor.

#### 3. Ứng dụng thực tế của BJT:

BJT được sử dụng rộng rãi trong các mạch điện tử để khuếch đại tín hiệu, chuyển đổi tín hiệu từ analog sang dạng số, hay để điều khiển các tải điện. Các ứng dụng của BJT gồm:

- Khuếch đại tín hiệu
- Chuyển đổi tín hiệu
- Điều khiển tại điện...

## Lý thuyết về Relay

#### 1. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động:

#### a. Cấu tạo:

Relay [ro-le] bao gồm 3 khổi cơ bản.

- Khối tiếp thu (cơ cấu tiếp thu): Có nhiệm vụ tiếp nhận tín hiệu đầu vào và sau đó biến nó thành đại lượng cần thiết cung cấp tín hiệu phù hợp cho khối trung gian.
- Khối trung gian (cơ cấu trung gian): Tiếp nhận thông tin từ khối tiếp thu và biến đối nó thành đại lượng cần thiết cho rơ le tác động
- Khối chấp hành (cơ cấu chấp hành): làm nhiệm vụ phát tín hiệu cho mạch điều khiển.

## b. Nguyên lý hoạt động:

Trong khi hoạt động có một số bước cơ bản xảy ra khi rơ le cơ điện được cấp điện hay ngắt điện

- Điện được cung cấp cho cuộn dây tạo ra từ trường
- Từ trường được chuyển thành lực cơ học bằng cách hút phần ứng
- Phần ứng động đóng/mở một hoặc nhiều tiếp điểm điện
- − Các tiếp điểm cho phép chuyển mạch điện sang tải như động cơ, bóng đèn,...
- Sau khi điện áp cuộn bị loại bỏ từ trường biến mất các tiếp điểm tách ra và trở về vị trí bình thường
  - Các tiếp điểm có thể thường đóng hoặc thường mở.

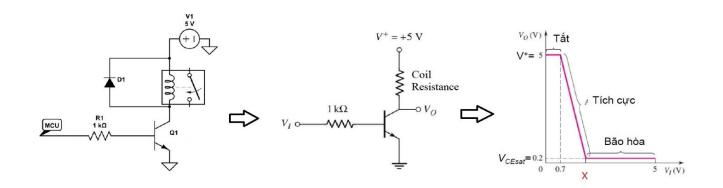
## 2. Ứng dụng thực tế của relay:

Có rất nhiều chức năng mà ta có thể kể đến. Sau đây chúng ta sẽ cùng nhắc đến một số chức năng cơ bản nhất của rơ le nhé

- Cách li các mạch điều khiển khỏi mạch tải hay mạch được cấp điện AC khỏi mạch cấp điện DC.
- Chuyển mạch nhiều dòng điện hoặc điện áp sang các tải khác nhau sử dụng một tín hiệu điều khiển.
- Giám sát các hệ thống an toàn công nghiệp và ngắt điện máy móc nếu đảm bảo độ an toàn
- Có thể sử dụng một vài ro le để cung cấp các chức năng đơn giản như AND, NOT, OR cho điều khiển tuần tự hoặc khóa liên động an toàn.

## సాయ---- Chương II ----సాయ

# KHẢO SÁT SỰ ĐÓNG NGẮT RELAY VÀ ĐẶC TUYẾN TRUYỀN ĐẠT CỦA BJT



## A. GIỚI THIỆU: Các linh kiện trong mạch khảo sát

#### 1.Adruno R3

- Để cung cấp nguồn có điện áp đầu ra là 5V cho mạch.
- Cấp tín hiệu cho mạch bằng chân 13 của Adruno. Có cơ chế hoạt động như sau:
- + Ở chế độ HIGH: Adruno sẽ cấp áp đầu ra là 5V.
- + Ở chế độ LOW: Adruno sẽ cấp áp đầu ra là 0V.



Hình ảnh về con Adruno R3

#### 2.1.2. Biến trở $10K\Omega$

- Gồm 3 chân.
- + Chân thứ nhất nối tiếp đất.
- + Chân thứ hai cấp nguồn theo tín hiệu vào trong mạch.
- + Chân thứ ba nhận tín hiệu đầu ra của Adruno.



Hình ảnh biến trở  $10K\Omega$ 

#### 3. Con trở $1K\Omega$ , Diode, BJT, Relay:

- Điện trở: nhận tín hiệu từ biến trở chân thứ 2.



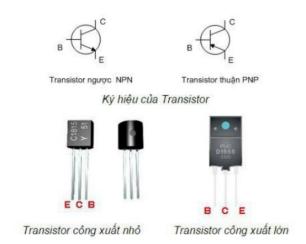
Hình ảnh điên trở  $1K\Omega$ 



- Diode: mắc song song với cuộn dây relay là để dập xung ngược , bảo vệ tranistor đóng mở dòng cho relay . Khi cuộn dây relay bị ngắt dòng điện (do tranistor ngưng dẫn) sẽ phát sinh dòng điện cảm ứng (cùng chiều với dòng ban đầu), dòng điện này sẽ được diode dập do nó được phân cực thuận . Nhờ đó mối nối CE của tranistor không bị phá hủy bởi dòng điện cảm ứng.

Hình ảnh về Diode

- Về BJT:
- + chân E được nối với đất.
- + chân B được nối với điện trở và nhận tín hiệu từ nó.
- + chân C được nối với diode, sau đó diode nối với cực dương của nguồn điện có điện áp do Adruno cấp.



- Relay:
- + chân C nối với chân kích là 1 trong 2 chân của cuộn dây trong Relay.
  - + chân COM nối với cực dương của nguồn.



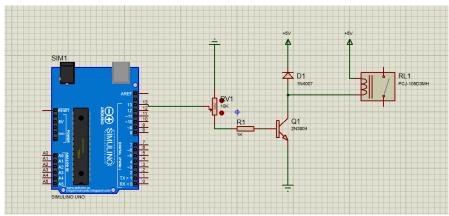
Hình ảnh về Relay

#### Ứng dụng của mạch trong thực tế

- Mạch đóng ngắt Relay được dùng để chia tín hiệu đến nhiều bộ phận khác trong hệ thống sơ đồ mạch điện điều khiển. Nó được sử dụng như phần tử đầu ra và cách ly điện áp giữa các thành phần như: điện xoay chiều, điện áp lớn với phần điều khiển xử lý tín hiệu.
- Được dùng rộng rãi trong các ngành công nghiệp và sinh hoạt bởi tính năng tự động hóa. Dùng trong giám sát các hệ thống an toàn công nghiệp hoặc được ứng dụng để ngắt điện cho máy móc đảm bảo độ an toàn.
- Ta có thể thấy được chức năng của Relay là làm chuyển tiếp mạch điện giúp làm đóng ngắt điện, nên chúng có mặt trong các ngành điện tử, các thiết bị như:
- + Điều khiển tải nặng như động cơ, bơm, quạt, đèn và tải điện khác.
- + Điều khiển từ xa trong hệ thống an ninh, kích hoạt bảo vệ khẩn cấp gây nguy hiểm tính mạng.
- + Chuyển đổi tín hiệu từ mức logic thấp thành mức logic cao hoặc ngược lại.
- + Bảo vệ mạch khỏi quá dòng hoặc quá điện áp.

## B. TIẾN HÀNH THÍ NGHIỆM:

1. Sơ đồ nguyên lý mạch (trình bày bằng Proteus):



#### 2. Sơ đồ khối của mạch:



#### 3. Nguyên lý hoạt động của mạch:

Khi mạch được cấp điện, dòng điện chạy qua cực cơ sở (base) của transistor. Khi dòng điện đủ lớn để vượt qua ngưỡng cắt (cut-off threshold) của transistor, transistor bắt đầu dẫn dòng. Khi transistor dẫn dòng, dòng chạy qua cuối cực (+) của relay, tạo ra điện từ từ trường trong cuộn dây của relay. Điện từ từ trường này kích hoạt công tắc trong relay và cho phép dòng chạy qua các tiếp điểm của relay, hoặc ngược lại. Khi relay được kích hoạt, tiếp điểm của relay được đóng hoặc ngắt tùy thuộc vào nguyên tắc hoạt động của relay đó, ở mạch này khi relay đóng thì sẽ đóng mạch đầu cuối của mạch thiết bị điện áp tải nặng hơn.

## C. KÉT QUẢ THÍ NGHIỆM THU ĐƯỢC:

#### 1. Tính Vi theo công thức:

Ta có:

$$\beta = 100$$
  $R_B = 1 \text{K}\Omega$ 

$$V_{CE} = 0.2V R_c = 70\Omega$$

$$V_{BE(on)} = 0.7 \text{V}$$

$$V_i \leq 0.7, Q_n = t \acute{a}t(OFF)$$

$$I_B = I_C = 0, V_0 = V^+ = 5V$$

$$V_i > 0,7, Q_n = d\hat{a}n$$

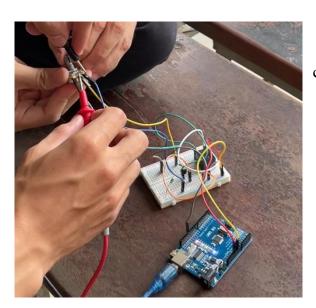
$$I_B = \frac{V_i - 0.7}{R_B}$$
 ,  $I_C = \beta$  .  $I_B = \frac{\beta(V_i - 0.7)}{R_B}$ 

Và 
$$V_0 = V^+ - I_C R_c = 5 - \frac{\beta(V_i - 0.7)R_c}{R_B}$$

Khi  $V_0 = 0$ ,  $2V Q_n$  bão hòa:

$$=>0,2=5-\frac{100.(V_i-0.7).70}{1000}$$

$$=> Vi = 1,39V$$



## 2. Khảo sát giá trị Vi bằng đồng hồ VOM:

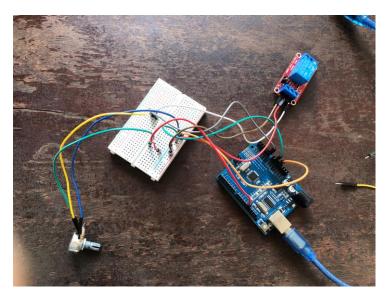
Điều chỉnh điện áp đầu vào qua biến trở sao cho Relay kêu, thì điện áp tại đó bằng 1.82V.

Hình thực tế mạch đã lắp được

# 3. Kháo sát giá trị Vi qua module relay có opto trên thị trường và so sánh với mạch đã lắp:

Dùng VOM đo được giá trị điện áp Vi bằng 1.45V > Điện áp Vi của mạch đã lắp.

Nguyên nhân: trong module relay có opto có sử dụng cảm biến quang gồm đèn led hồng ngoại và một photodetector. Khi ánh sáng từ đèn led đến diode quang tạo ra dòng trong mạch đầu ra, do đó tạo cách biệt vật lý hoàn toàn tín hiệu đầu vào và tín hiệu đầu ra, cùng với đó gây ra 1 số độ trễ dẫn đến lý do trên.



Hình thực tế mạch Module relay có opto đã lắp được

## 

#### Chúng em tổng hợp các minh chứng trong đường link video sau:

https://youtu.be/von2baLYxo4

#### Các nội dung trong video:

- 00:15 Minh chứng mua linh kiện ở chợ Nhật Tảo
- 00:18 Thuyết minh giới thiệu về Mạch đóng ngắt Relay dùng BJT.
- 02:11 Minh chứng khảo sát Vi khi Relay bắt đầu On
- 02:47 Minh chứng khảo sát Module Relay có opto có trên thị trường

## సాయా---- Chương IV ----సాయ

## KÉT LUÂN

#### I. ĐÁNH GIÁ CHUNG:

Bài báo cáo đã hoàn thành được những yêu cầu của đề tài đưa ra:

- + Đảm bảo phần bài tập tính toán của đề tài đầy đủ, chính xác, có kiểm tra qua phần mềm.
- + Nội dung lý thuyết dựa theo chương trình Vật Lý Bán Dẫn, đầy đủ và ngắn gọn, có đưa hình ảnh minh họa ở từng phần.

## II. TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [ 1 ] Slide 28 và 29 của DCBD-Ch05-BJT-P2\_co BJT switch.pdf
- [2] RELAY DRIVING BASICS.pdf
- [3] BJT 2N3906-D.pdf.
- [4] Video hướng dẫn lắp mạch: https://youtu.be/dOQ8eHZKahY
- [5] Songle 5V Relay Datasheet.pdf

| HÉT |
|-----|
|-----|