

Sinh viên: Trần Ngọc Ánh

MSSV: 22520077

Mã Kit: KIT_0014

Nhận xét – Đánh giá

BÁO CÁO THỰC HÀNH BÀI 3

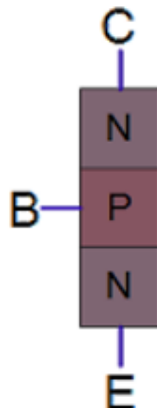
(Transistor)

A. Chuẩn bị lý thuyết

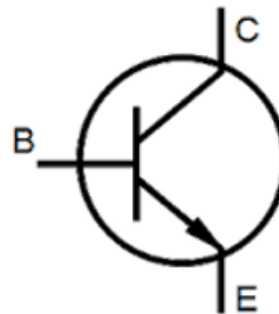
Để chuẩn bị tốt bài thực tập, sinh viên phải chuẩn bị trước các câu hỏi lý thuyết sau: (bằng cách vẽ hình hoặc điền vào chỗ trống)

1. Transistor được chia làm hai loại, gồm NPN và PNP.
2. Transistor có ba trạng thái hoạt động, gồm khuếch đại (hoạt động tuyến tính), bão hòa và ngắt.
3. Vẽ hình :

Cấu tạo transistor NPN



Ký hiệu transistor



4. Giải thích nguyên lý hoạt động (ngắn gọn)?

Transistor hoạt động như một công tắc hoặc một bộ khuếch đại, điều khiển dòng điện giữa hai chân Collector (C) và Emitter (E) thông qua dòng điện nhỏ ở chân Base (B).

- Khi dòng điện đủ lớn được cấp vào chân B, nó cho phép dòng điện lớn

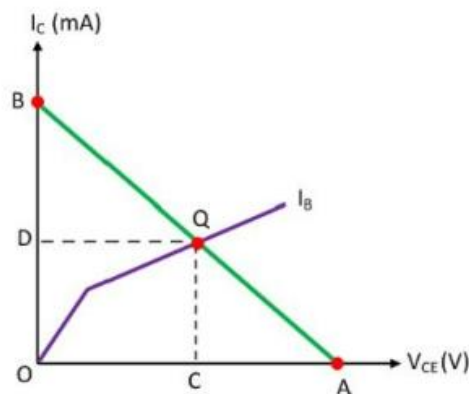
hơn đi từ C sang E (trạng thái bão hòa), cho phép transistor dẫn.

- Ngược lại, khi không có dòng điện hoặc dòng điện nhỏ ở B, transistor không dẫn và dòng điện giữa C và E bị chặn (trạng thái nghẽn).

⇒ Transistor có thể khuếch đại tín hiệu hoặc hoạt động như một công tắc điều khiển trong mạch điện.

5. Điểm hoạt động DC (Điểm Q) của transistor là điểm thu được từ các giá trị của I_C (dòng thu) hoặc V_{CE} (điện áp thu - phát) khi không có tín hiệu nào được cấp cho đầu vào. Nó được gọi là điểm làm việc bởi vì các biến thiên của I_C (dòng thu) và V_{CE} (điện áp thu - phát) diễn ra xung quanh điểm này khi không có tín hiệu nào được đưa vào đầu vào.

6. Cách xác định điểm hoạt động DC của transistor:



7. Có 3 loại mạch khuếch đại, gồm mạch khuếch đại Emitter chung (CE - Common Emitter), mạch khuếch đại Base chung (CB - Common Base), và mạch khuếch đại Collector chung (CC - Common Collector).

8. Hãy **liệt kê** các dạng tín hiệu ngõ ra của mạch khuếch đại sử dụng transistor, **giải thích nguyên nhân** và **cách khắc phục** (tham khảo Chương 5 - ELECTRONIC DEVICES - 19th Thomas L. Floyd)

– Tín hiệu khuếch đại đúng dạng (không bị méo)

- Nguyên nhân: Khi transistor hoạt động trong vùng khuếch đại tuyến tính, tín hiệu ngõ ra sẽ là dạng sóng không bị biến dạng, phản ánh chính xác dạng sóng của tín hiệu ngõ vào.
- Cách khắc phục: Đảm bảo điểm hoạt động DC (Điểm Q) của transistor được đặt chính xác ở vùng tuyến tính, tránh đưa transistor vào vùng

bão hòa hoặc nghẽn.

- Tín hiệu bị méo đỉnh (Clipping)
 - Nguyên nhân: Xảy ra khi biên độ tín hiệu ngõ vào quá lớn, dẫn đến transistor bị đẩy vào vùng bão hòa hoặc nghẽn, gây mất đỉnh sóng của tín hiệu.
 - Cách khắc phục: Giảm biên độ tín hiệu ngõ vào hoặc tăng giá trị điện áp nguồn để tăng khoảng biên hoạt động của transistor, giữ tín hiệu trong vùng tuyến tính.
- Tín hiệu bị méo dạng (Distortion)
 - Nguyên nhân: Méo dạng tín hiệu thường do điểm hoạt động DC của transistor không được đặt ở vùng tuyến tính. Các yếu tố như nhiệt độ, sai số linh kiện, hoặc thiết kế không chính xác của mạch phân cực có thể làm điểm hoạt động bị lệch khỏi vùng khuếch đại.
 - Cách khắc phục: Điều chỉnh mạch phân cực để điểm Q nằm ở vùng tuyến tính, sử dụng linh kiện có sai số thấp, và thiết kế mạch ổn định nhiệt để hạn chế sự thay đổi của điểm hoạt động.
- Tín hiệu có nhiễu (Noise)
 - Nguyên nhân: Nhiễu có thể do nguồn điện không ổn định, nhiễu từ môi trường, hoặc nhiễu nhiệt từ các linh kiện. Nhiễu làm tín hiệu ngõ ra không ổn định và ảnh hưởng đến chất lượng khuếch đại.
 - Cách khắc phục: Sử dụng các linh kiện chất lượng cao, cung cấp nguồn điện ổn định, và thêm các bộ lọc để giảm thiểu nhiễu từ môi trường.
- Tín hiệu bị dịch pha (Phase shift)
 - Nguyên nhân: Mỗi loại mạch khuếch đại có đặc tính dịch pha riêng. Ví dụ, mạch khuếch đại Emitter chung (CE) dịch pha 180° giữa ngõ vào và ngõ ra.
 - Cách khắc phục: Để khắc phục việc dịch pha, cần chú ý đến thiết kế của mạch và các ứng dụng cụ thể. Sử dụng các tầng khuếch đại khác nhau hoặc các tầng đảo pha nếu cần duy trì tín hiệu ngõ ra đồng pha với tín hiệu ngõ vào.

9. Để BJT hoạt động ở trạng thái khuếch đại, cần có điều kiện:

$$0.6 < V_{BE} < 0.7$$

$$V_{BE} < V_{CE}$$

10. Mạch khuếch đại ghép CE có:

A_v = hệ số khuếch đại điện áp lớn, thường âm

A_i = hệ số khuếch đại dòng lớn

V_i và V_o ngược pha

11. Mạch khuếch đại ghép CB có:

A_v = hệ số khuếch đại điện áp lớn, thường âm

A_i = hệ số khuếch đại dòng gần bằng 1

V_i và V_o đồng pha

12. Mạch khuếch đại ghép CC có:

A_v = gần bằng 1

A_i = hệ số khuếch đại dòng lớn

V_i và V_o đồng pha

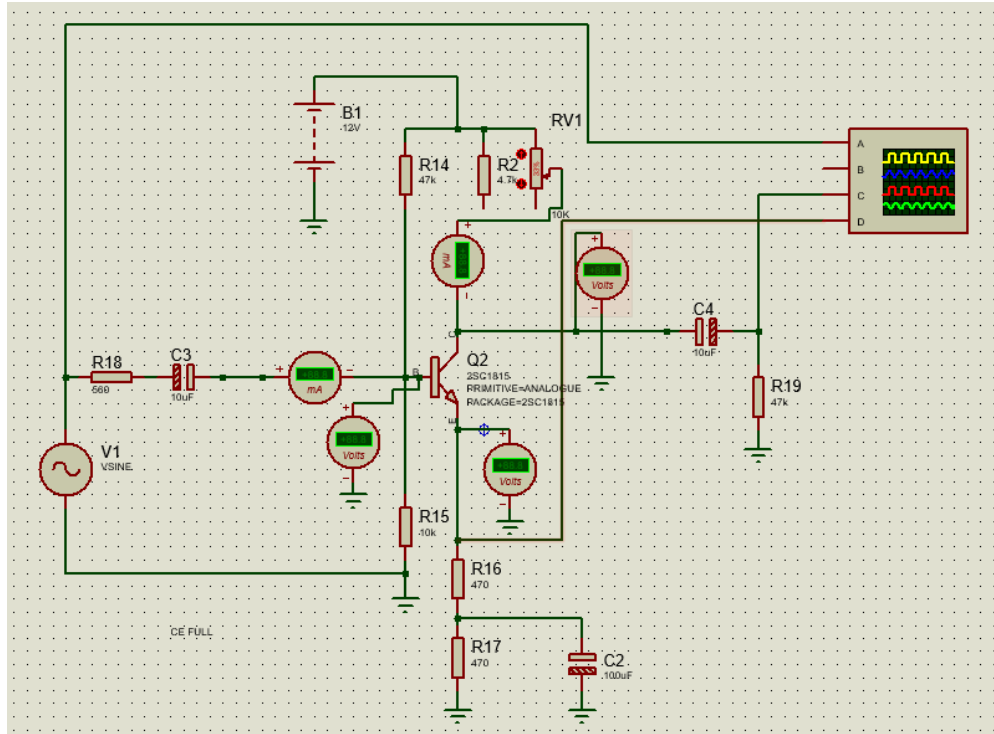
13. Mạch khuếch đại ghép CE sử dụng R_E để ổn định nhiệt và giảm méo dạng.

B. Hướng dẫn thực hành:

Để sử dụng Kit thực hành, sinh viên cần phải tham khảo kỹ Schematic của Kit thực hành và biết cách sử dụng các thiết bị như: **VOM, máy tạo sóng, Oscilloscopes.**

Bước 1: Tiến hành tính toán các giá trị cần thiết dựa trên schematic và thông tin được cung cấp trong các bài thực hành.

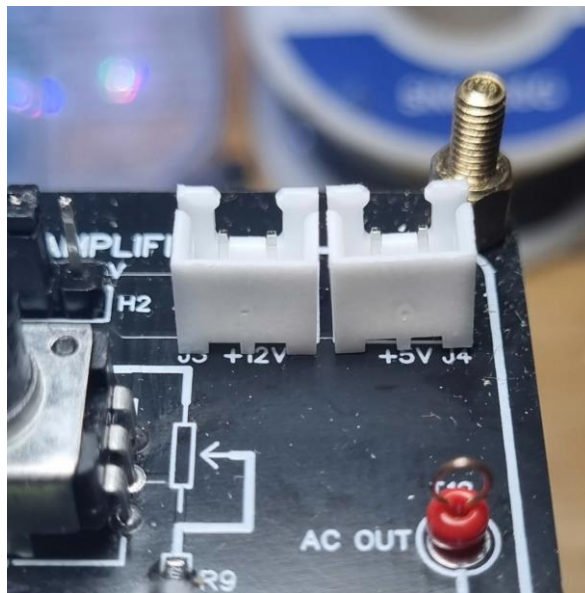
Bước 2: Tiến hành mô phỏng mạch trên phần mềm Proteus và đo các giá trị được yêu cầu trong bài thực hành.



Mô phỏng Schematic trên phần mềm Proteus

Bước 3: Tiến hành đo đạc thực tế trên Kit thực hành:

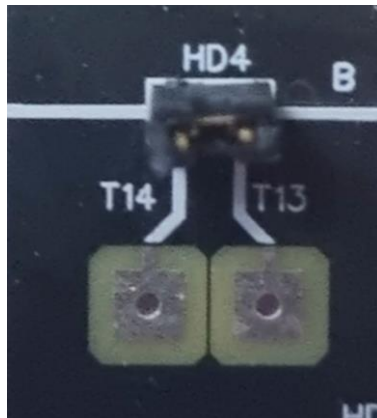
1. Sử dụng máy tạo sóng thiết lập thông số cho tín hiệu đầu vào.
2. Tiến hành cấp nguồn V_{CC} cho mạch thông qua Jack JST trên Kit



Di chuyển Jumper **SELECT VOL** sang trái để lựa chọn nguồn 12V hoặc phải để lựa chọn nguồn 5V làm nguồn V_{CC} cấp cho mạch



3. Cấp tín hiệu đầu vào cho mạch thông qua 02 testpoint **AC IN** màu trắng trên Kit
4. Sử dụng Oscilloscope để đo tín hiệu đầu vào của mạch thông qua 02 testpoint **AC IN** màu đỏ và đen trên Kit
5. Để đo tín hiệu đầu ra của mạch khuếch đại, sử dụng Oscilloscope để đo thông qua 02 testpoint **AC OUT** màu đỏ và đen trên Kit
6. Khi muốn đo dòng tại vị trí bất kỳ, tiến hành tháo bỏ Jumper, chuyển VOM sang thang đo dòng thích hợp và đưa 02 que đo vào 02 PAD tại Jumper vừa tháo bỏ



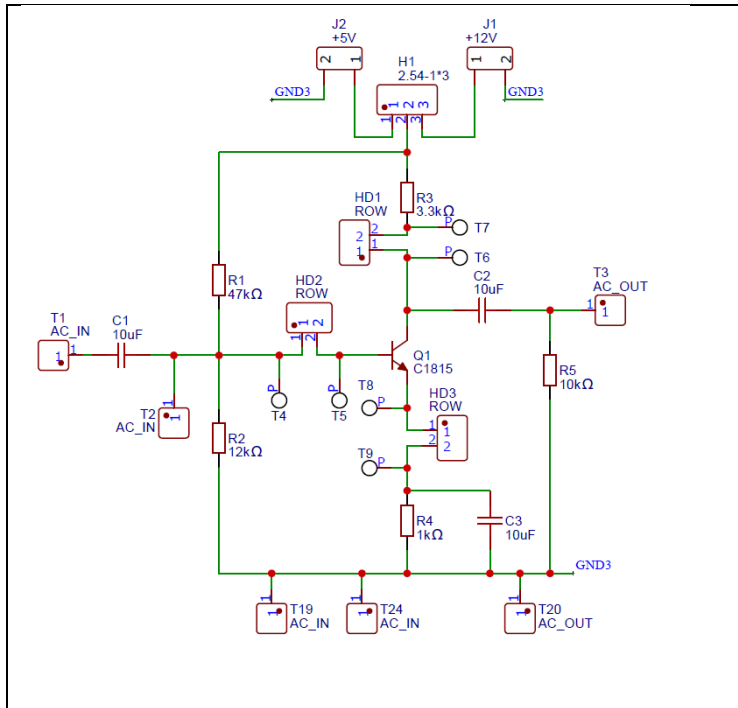
Tháo bỏ Jumper HD4 và đặt 2 que đo vào PAD T13 và T14

Bước 4: Tiến hành vẽ lại dạng sóng ngõ ra và ngõ vào, đưa ra nhận xét giữa các giá trị lý thuyết, mô phỏng và thực tế

C. Thực hành mạch điện sử dụng transistor.

Bài 1: Mạch khuếch đại CE sử dụng transistor BJT C1815:

❖ Thông số: BJT 2SC1815 với $\beta_{DC} = 150$ và $\beta_{AC} = 150$



Hình 2

Dựa vào sơ đồ mạch (hình 2). Bằng phương pháp tính toán, hoàn thành các giá trị vừa tìm được (lý thuyết) vào bảng 2.

Bảng 2

Giá trị điện áp	I_B (μA)	I_C (mA)	I_E (mA)	V_E (V)	V_B (V)	V_C (V)
12V	10.9	1.636	1.636	1.636	2.336	6.6
5V	1.986	0.298	0.298	0.298	0.998	4.0166

Mô phỏng trên Proteus

Giá trị điện áp	I_B (μA)	I_C (mA)	I_E (mA)	V_E (V)	V_B (V)	V_C (V)
12V	60.2	3.28	4.05	1.14	1.64	1.25
5V	10.7	0.52	0.58	0.41	0.85	3.27

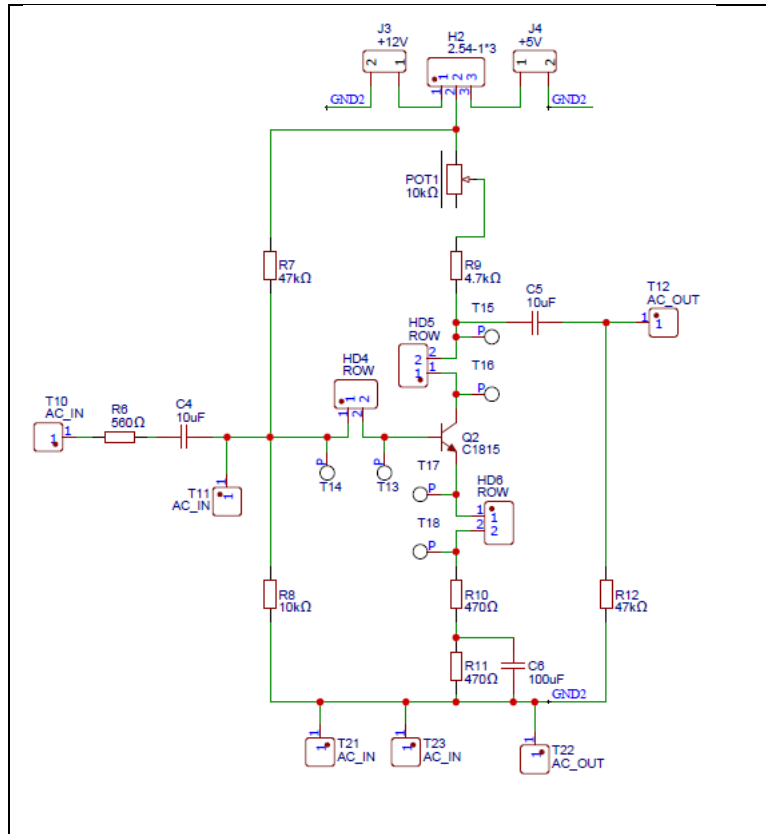
Sử dụng đồng hồ VOM, xác định lại các thông số trên (thực tế) và điền vào bảng 3

Bảng 3

Giá trị điện áp	I_B (μA)	I_C (mA)	I_E (mA)	V_E (V)	V_B (V)	V_C (V)
12V	5.9	1.789	1.743	1.817	2.463	6.426
5V	1.5	396	386.8	0.398	1.007	3.746

Bài 2: Mạch khuếch đại CE sử dụng transistor BJT C1815

❖ Thông số: BJT 2SC1815 với $\beta_{DC} = 150$ và $\beta_{AC} = 150$



Dựa vào sơ đồ mạch (hình 3). Bằng phương pháp tính toán, hoàn thành các giá trị vừa tìm được (lý thuyết) vào bảng 4 với **giá trị biến trở là 0R**.

Bảng 4

Giá trị điện áp	$I_B (\mu A)$	$I_C (mA)$	$I_E (mA)$	$V_E (V)$	$V_B (V)$	$V_C (V)$
12V	19.93	2.99	2.99	1.41	2.11	2.05
5V	2.51	0.38	0.38	0.18	0.88	3.23

Mô phỏng trên Proteus

Giá trị điện áp	$I_B (\mu A)$	$I_C (mA)$	$I_E (mA)$	$V_E (V)$	$V_B (V)$	$V_C (V)$
12V	233	0.62	0.87	0.70	1.15	0.89
5V	124	0.20	0.33	0.21	0.63	1.94

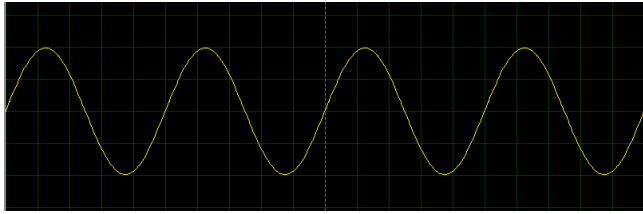
Sử dụng đồng hồ VOM, xác định lại các thông số trên (thực tế) và điền vào bảng 5

Bảng 5

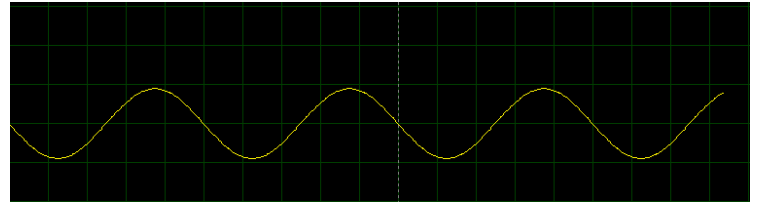
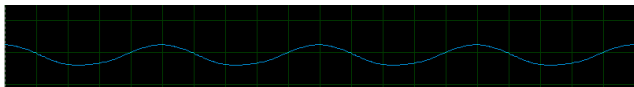
Giá trị điện áp	$I_B (\mu A)$	$I_C (mA)$	$I_E (mA)$	$V_E (V)$	$V_B (V)$	$V_C (V)$
12V	263.3	0.511	0.733	1.798	2.445	6.554
5V	1.725	0.441	0.389	0.326	1.007	3.774

Vẽ đồ thị dạng sóng ngõ vào và dạng sóng ngõ ra

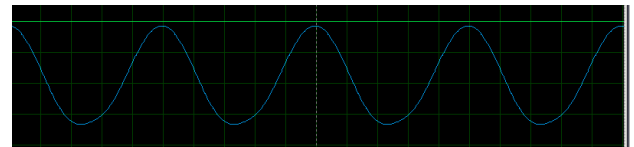
Dạng sóng ngõ vào của nguồn 12V	Dạng sóng ngõ vào của nguồn 5V
---------------------------------	--------------------------------



Dạng sóng ngõ ra của nguồn 12V



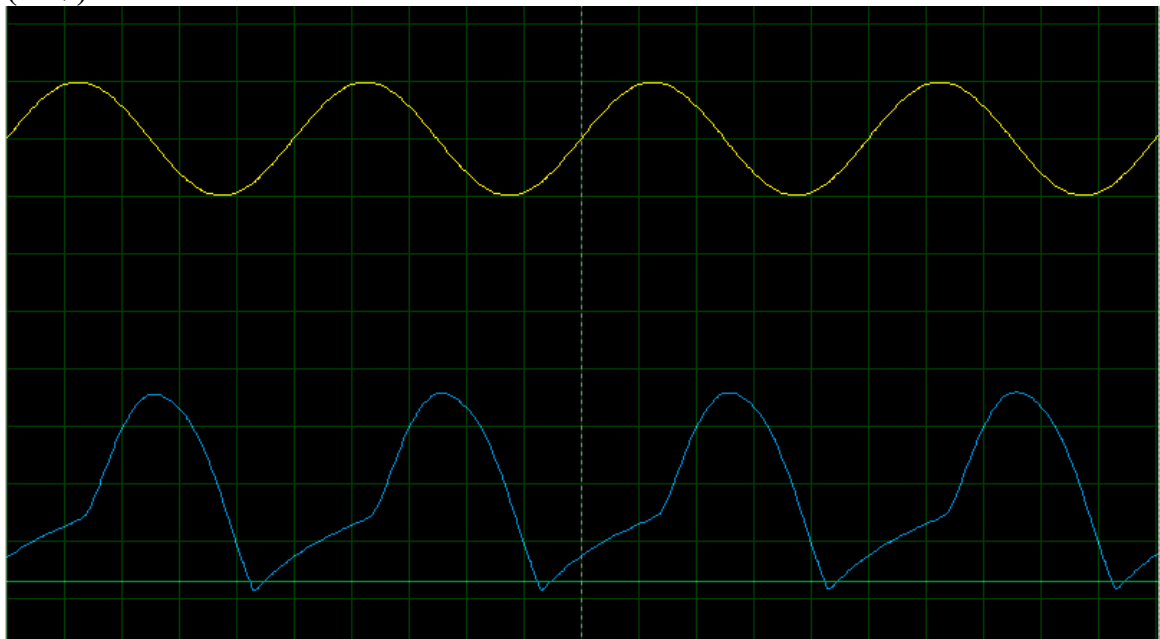
Dạng sóng ngõ ra của nguồn 5V



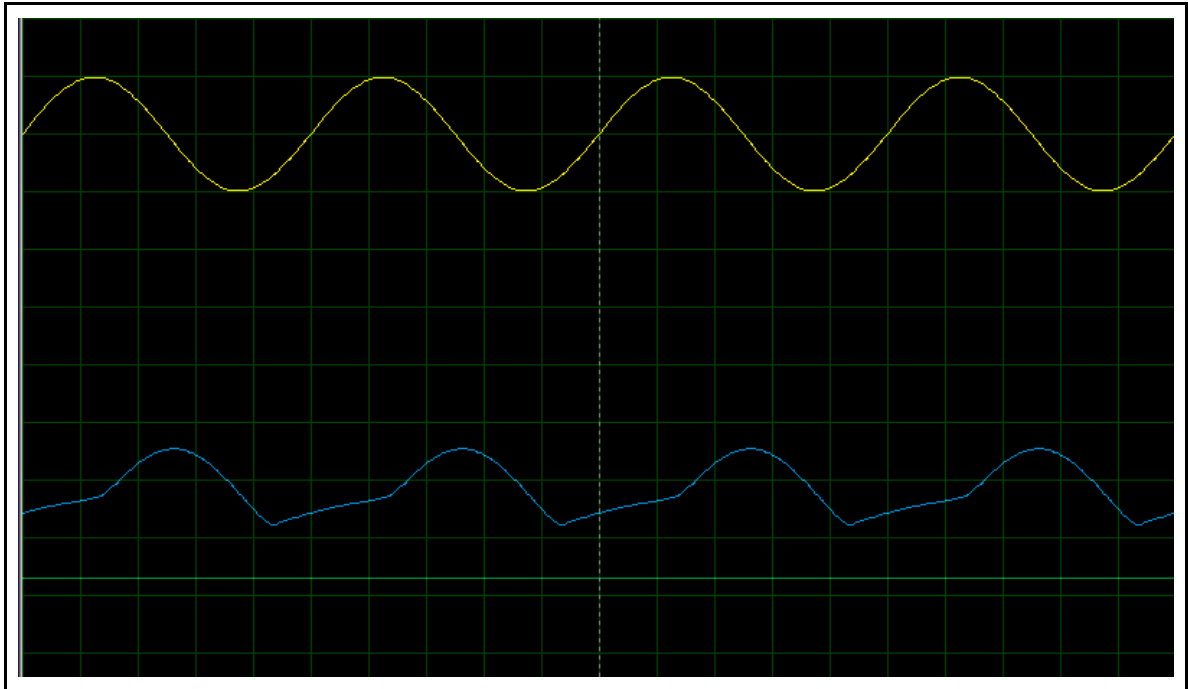
Nhận xét kết quả lý thuyết và thực tế:

- Ở mức điện áp thấp (5V), các giá trị đo đạc thực tế tương đối gần với giá trị tính toán lý thuyết, cho thấy mạch hoạt động ổn định hơn ở mức điện áp thấp.
 - Ở mức điện áp cao (12V), có sự chênh lệch đáng kể giữa các giá trị đo đạc và tính toán, đặc biệt là dòng điện và điện áp tại Collector. Nguyên nhân có thể đến từ sự không hoàn hảo của linh kiện thực tế, khả năng transistor không hoạt động trong chế độ khuếch đại dự kiến, hoặc sai số từ các linh kiện khác trong mạch.
- Thay đổi giá trị của biến trở POT1 và nguồn cấp (12V và 5V) để tạo ra các dạng sóng ngõ ra của mạch khuếch đại theo lý thuyết với cùng một tín hiệu đầu vào:

Dạng tín hiệu ngõ vào
(12V)



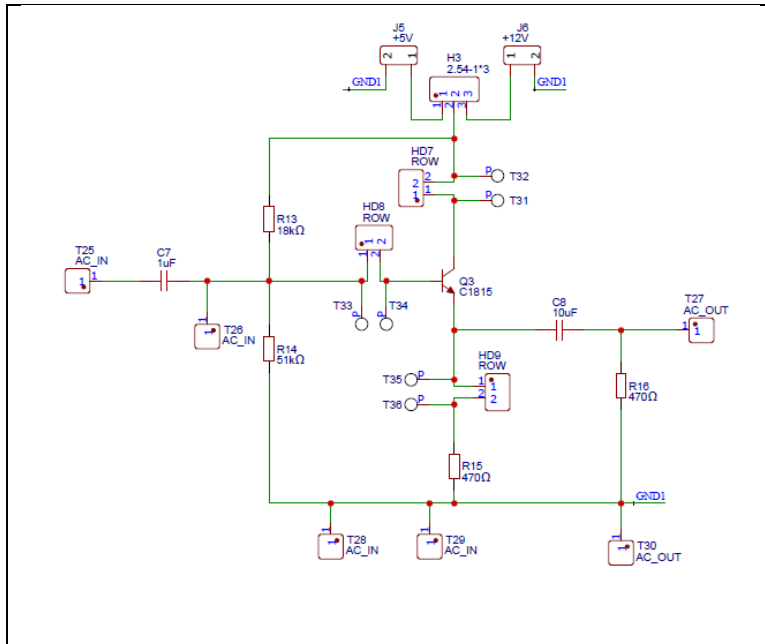
(5V)



Dạng ngõ ra	Giá trị điện áp	$I_B (\mu A)$	$I_C (mA)$	$I_E (mA)$	$V_E (V)$	$V_B (V)$	$V_C (V)$
1	4.14	4.7	1.547	1.505	2.105	1.461	5.026
2	0.0019	68.6	0.923	0.991	0.936	1.579	2.245
3	0.0012	89.5	0.725	0.814	0.768	1.409	1.848
.....							

Bài 3: Mạch khuếch đại CC sử dụng transistor BJT C1815

❖ Thông số: BJT 2SC1815 với $\beta_{DC} = 75$ và $\beta_{AC} = 70$



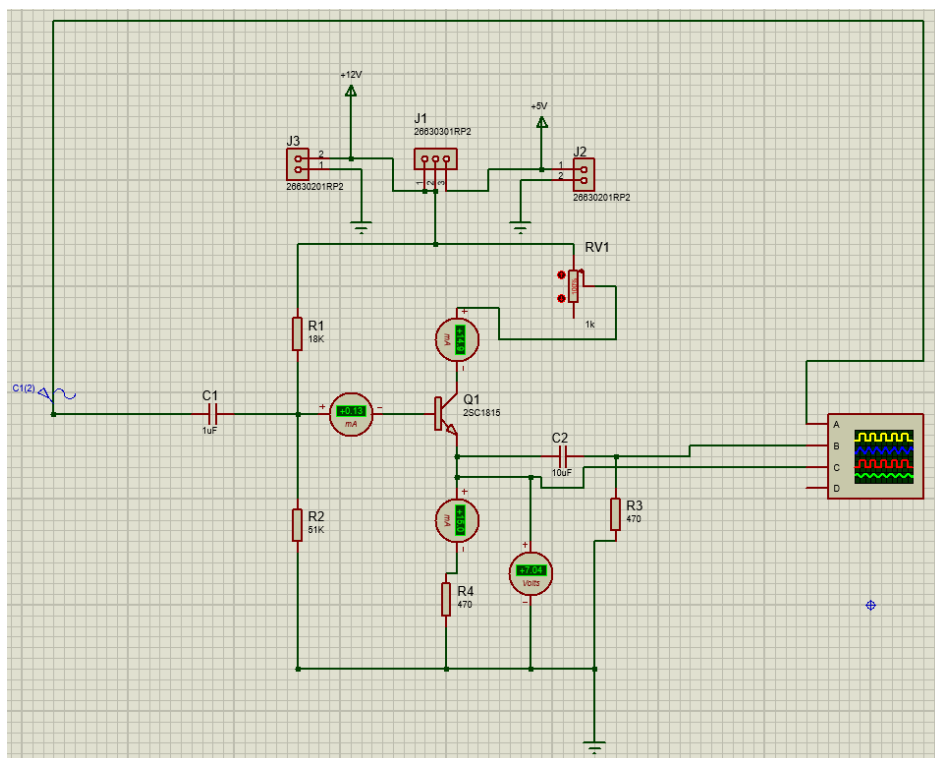
Hình 4

Dựa vào sơ đồ mạch (hình 4). Bằng phương pháp tính toán, hoàn thành các giá trị vừa tìm được (lý thuyết) vào bảng 6

Bảng 6

Giá trị điện áp	I_B (mA)	I_C (mA)	I_E (mA)	V_E (V)	V_B (V)	V_C (V)
12V	0.62	17.4	17.4	8.17	8.87	12
5V	0.64	6.4	6.4	3.01	3.695	1.99

Mô phỏng trên Proteus

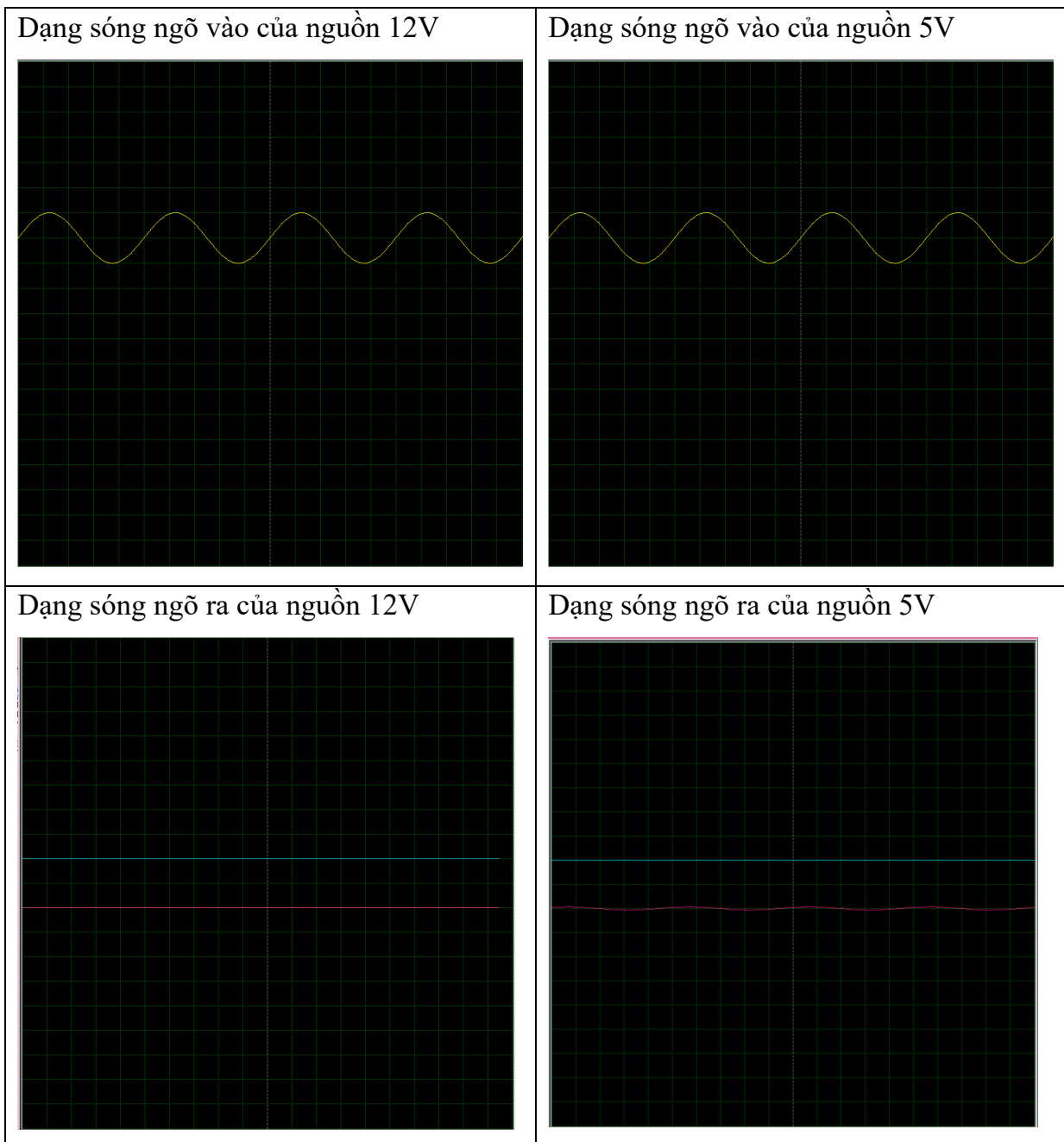


Giá trị điện áp	I_B (mA)	I_C (mA)	I_E (mA)	V_E (V)	V_B (V)	V_C (V)
12V	0.13	14.9	15.0	7.05	7.75	11.73
5V	0.05	5.79	5.82	2.735	3.435	4.896

Sử dụng đồng hồ VOM, xác định lại các thông số trên (thực tế) và điền vào bảng:

Giá trị điện áp	I_B (μ A)	I_C (mA)	I_E (mA)	V_E (V)	V_B (V)	V_C (V)
12V	0.83	16.51	16.43	7.72	8.81	12.3
5V	0.058	5.868	5.926	2.785	3.458	5.013

Vẽ đồ thị dạng sóng ngõ vào và dạng sóng ngõ ra



Nhận xét kết quả lý thuyết và thực tế

- Kết quả lý thuyết là kết quả tính toán lý thuyết của mạch khuếch đại BJT dựa trên các

công thức và mô hình tính toán có sẵn.

- Kết quả thực tế là kết quả đo đạc thực tế trên mạch khuếch đại BJT đã được lắp đặt và vận hành.
- Ta thấy có sự chênh lệch đáng kể giữa các giá trị đo được so với giá trị tính toán, điều này là hoàn toàn bình thường trong thực tế thiết kế mạch điện tử.

Câu hỏi: Hãy giải thích sự khác biệt giữa kết quả lý thuyết và đo thực tế?

1. Tính phi tuyến của transistor:
 - Trong thực tế, transistor không hoạt động hoàn toàn tuyến tính như tính toán lý thuyết
 - Hệ số khuếch đại β thực tế có thể khác nhiều so với giá trị lý thuyết
2. Ảnh hưởng của nhiệt độ:
 - Nhiệt độ ảnh hưởng đến điện áp BE của transistor
 - Có thể thay đổi các thông số hoạt động của transistor
3. Điện trở ký sinh:
 - Trong thực tế có các điện trở ký sinh và điện dung ký sinh
 - Các đường dây nối cũng tạo ra điện trở và điện cảm
4. Dùng sai linh kiện:
 - Các điện trở thực tế có dung sai (thường $\pm 5\%$ hoặc $\pm 10\%$)
 - Thông số của transistor cũng có sự dao động

⇒ Điều này cho thấy:

 - Cần phải tính đến các yếu tố thực tế khi thiết kế mạch
 - Không nên chỉ dựa vào tính toán lý thuyết
 - Cần có dự phòng cho các thay đổi thông số trong thực tế
 - Việc đo đạc và kiểm tra thực tế rất quan trọng trong thiết kế mạch điện tử

Bài tập: Tìm giá trị β_{DC} và β_{AC} của transistor C1815 được sử dụng trong Kit thực hành.

$$\beta_{DC} (\text{hệ số khuếch đại xoay chiều}) = I_C / I_B$$

Dựa vào kết quả đo thực tế:

- Với nguồn 12V: $\beta_{DC} = 19.891$

- Với nguồn 5V: $\beta_{DC} = 101.172$

$$\beta_{AC} (\text{hệ số khuếch đại xoay chiều}) = \Delta I_C / \Delta I_B = (I_{C2} - I_{C1}) / (I_{B2} - I_{B1})$$

- Với nguồn 12V: $\beta_{AC} = 89.1$

- Với nguồn 5V: $\beta_{AC} = 82.4$