

# Mạch Khuếch Đại Âm Thanh và Mạch Nguồn

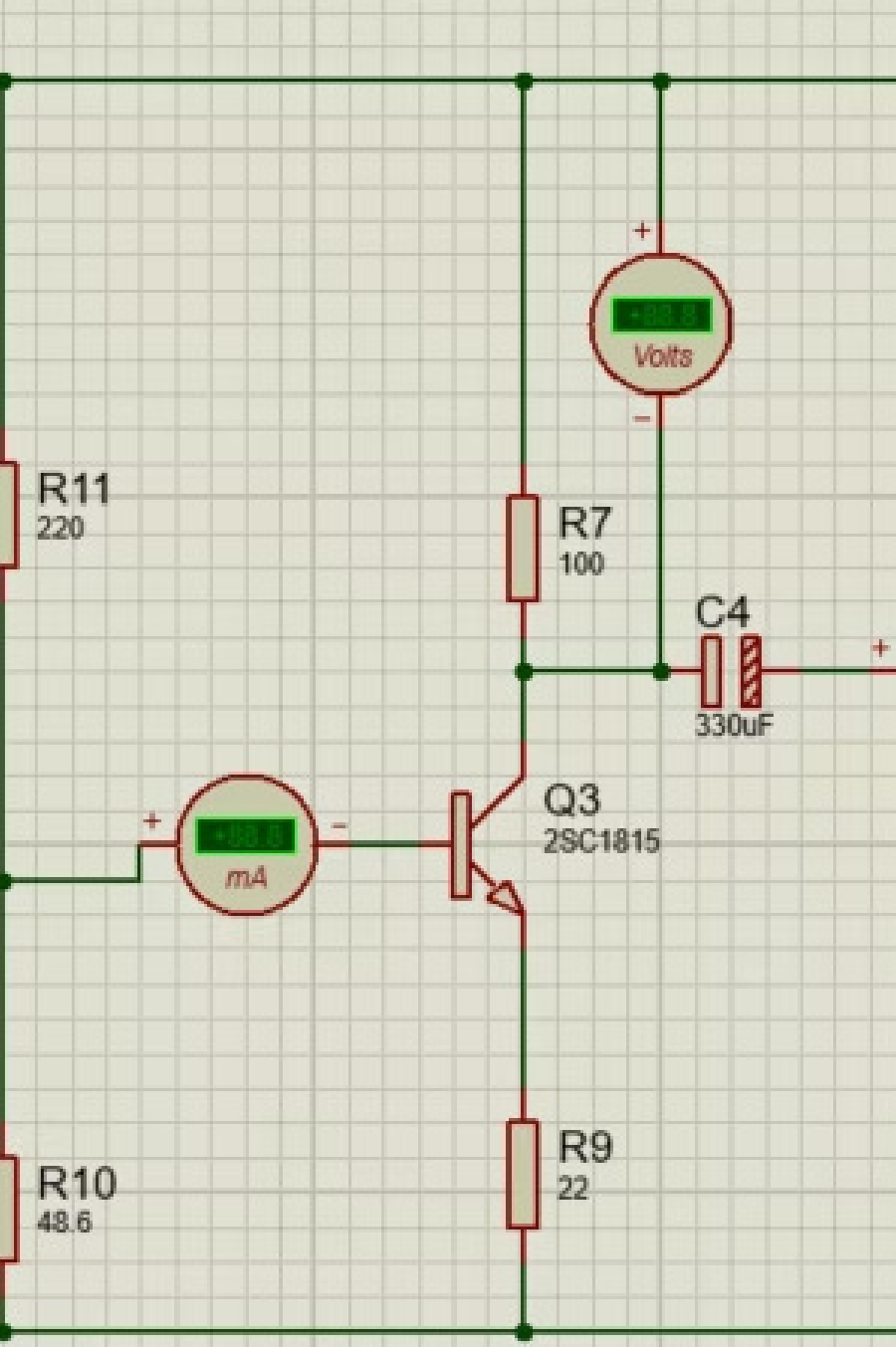
## Nhóm 1 – Lớp C2505E

Nguyễn Đức Ngọc (Trưởng nhóm)

Trần Nam Anh

Phạm Minh Khánh

Ngô Tiến Dũng



# Mạch Nguyên Lý Tổng Quát

Đây là sơ đồ nguyên lý mạch khuếch đại âm thanh và mạch nguồn mà nhóm đã thiết kế và thực hiện. Mạch được chia thành các tầng rõ ràng, mỗi tầng đảm nhận một vai trò quan trọng trong việc xử lý tín hiệu âm thanh từ đầu vào đến đầu ra loa.

Sơ đồ này là nền tảng cho sự phân tích chi tiết các tầng khuếch đại tiếp theo.

# Nguyên Lý Hoạt Động Chung

Mạch khuếch đại âm thanh hoạt động theo một chuỗi các bước tuần tự, mỗi transistor đảm nhận một chức năng riêng để tăng cường và xử lý tín hiệu. Tín hiệu âm thanh đầu vào sẽ được khuếch đại qua ba tầng chính:



## Q1: Tiền Khuếch Đại (Pre-amp)

Tầng này có nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu âm thanh nhỏ ban đầu, chuẩn bị cho các tầng tiếp theo.



## Q2: Tầng Driver (Khuếch Dòng)

Tầng driver khuếch đại dòng điện của tín hiệu, cung cấp đủ năng lượng để điều khiển tầng công suất mạnh hơn.

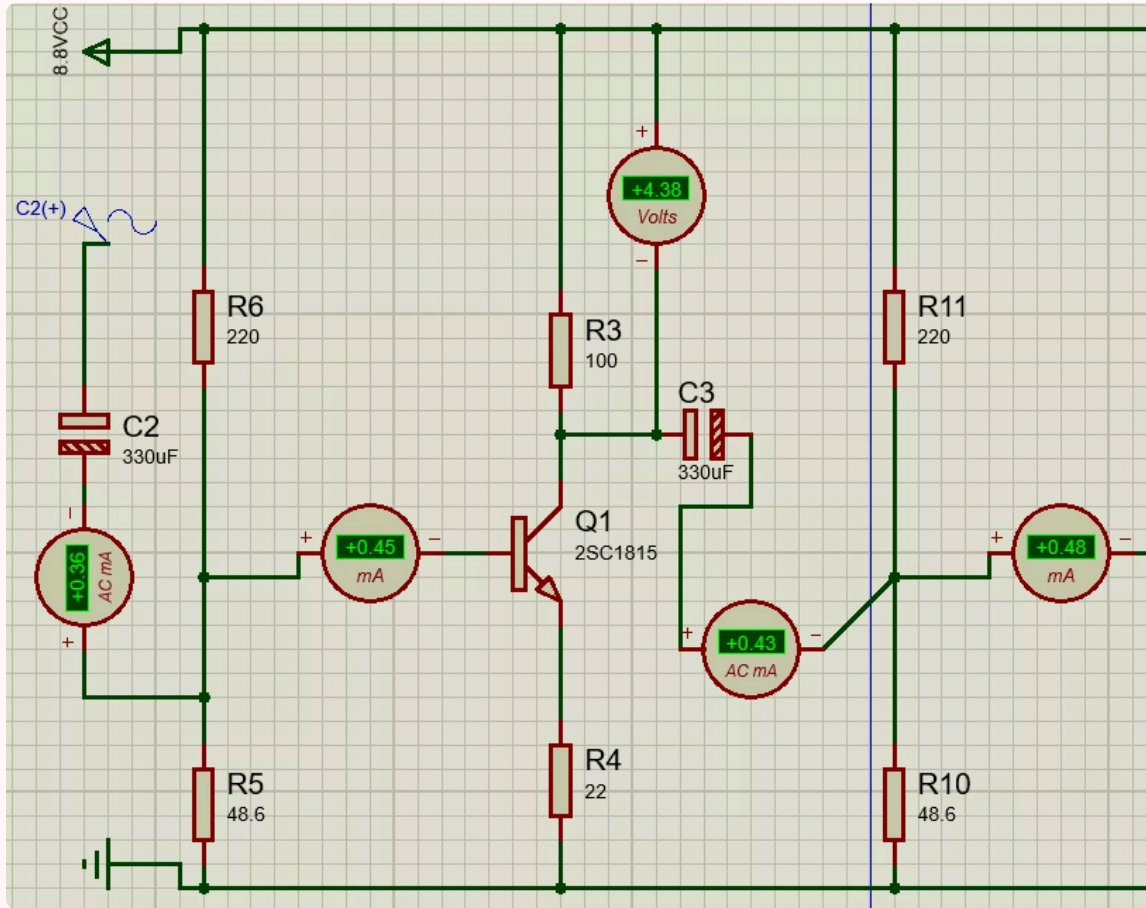


## Q3: Tầng Công Suất (Power Stage)

Tầng cuối cùng cấp dòng lớn ra loa, chuyển đổi tín hiệu điện thành âm thanh đủ mạnh để nghe được.

## Q1: Sơ đồ & Thông số đo

# Phân Tích Tầng Tiền Khuếch Đại (Pre-amp)



Transistor Q1 hoạt động như một tầng tiền khuếch đại, nhận tín hiệu âm thanh đầu vào có biên độ nhỏ và tăng cường nó trước khi chuyển đến các tầng sau.

### Thông số đo thực tế (Q1):

- $I_B = 480 \mu A$
- $I_C = 450 \mu A$
- $\beta = I_C / I_B = 0.94$
- $I_E = I_C + I_B = 930 \mu A$
- $V_E = I_E \cdot R_4 = 0.02 V$
- $V_C = 4.42 V$
- $V_{CE} = V_C - V_E = 4.4 V$

Các thông số này cho thấy Q1 hoạt động ổn định và cung cấp mức khuếch đại cơ bản cho tín hiệu.

# Giải Thích Chi Tiết Tầng Q1

## Vai Trò Chính

Q1 có nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu nhỏ đầu vào (ví dụ: từ microphone hoặc đầu phát nhạc) lên một mức đủ lớn để các tầng sau có thể xử lý hiệu quả.

## Miền Hoạt Động

Transistor này được thiết kế để hoạt động trong miền tuyến tính (active region) nhằm đảm bảo tín hiệu được khuếch đại mà không bị méo tiếng, giữ nguyên dạng sóng gốc.

## Thông Số Quan Trọng

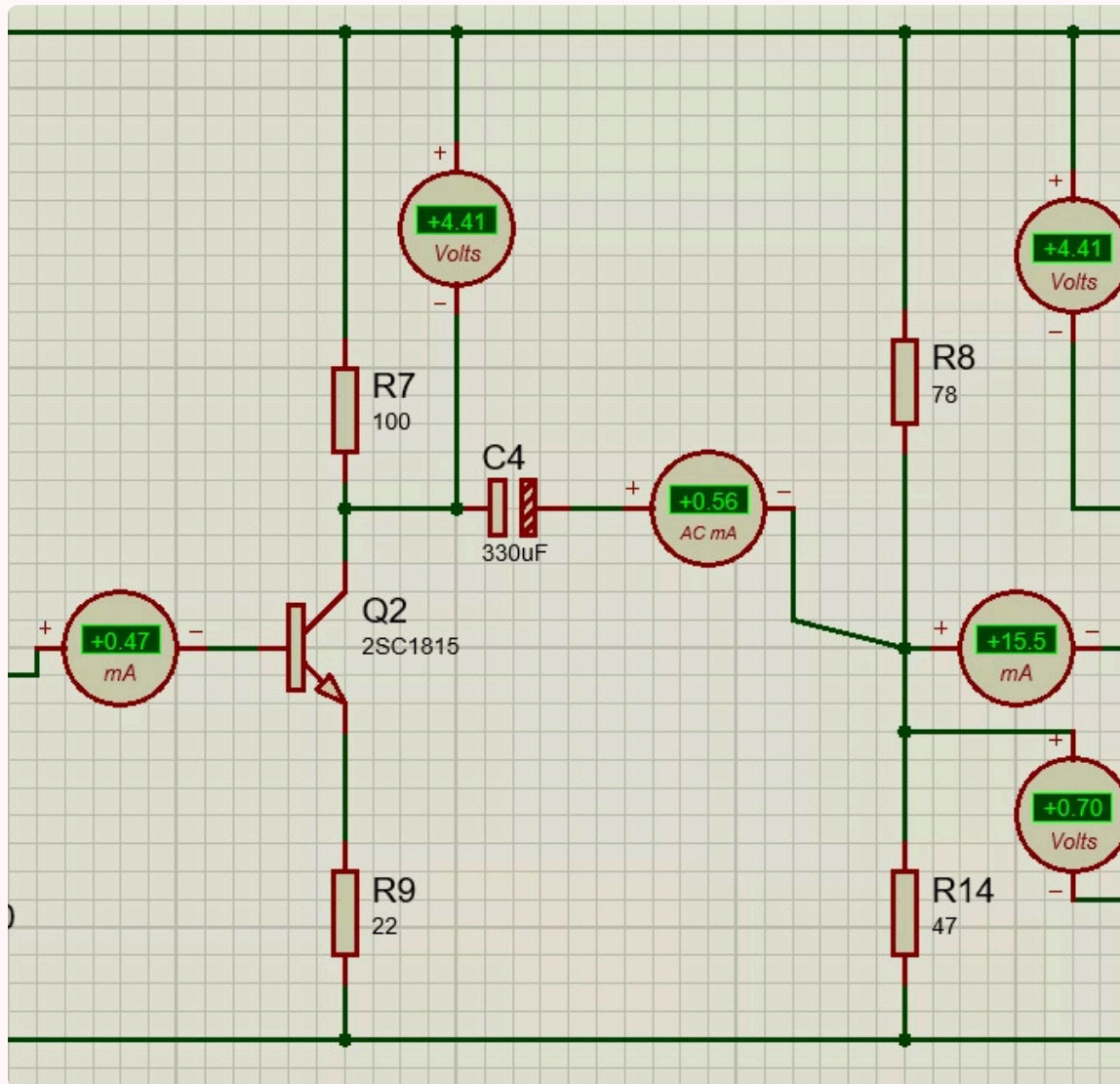
Các thông số như dòng Collector (IC) và điện áp Collector-Emitter (VCE) được tính toán và đo đạc để xác định điểm làm việc tĩnh (Q-point), đảm bảo transistor hoạt động tối ưu.

## Lựa Chọn Linh Kiện

Việc lựa chọn transistor nhỏ, cùng với các giá trị điện trở và tụ điện phù hợp, giúp tối ưu hóa hiệu suất khuếch đại và ổn định mạch ở tầng này.

Đây là tầng đầu tiên và quan trọng nhất để tạo ra chất lượng âm thanh tốt.

# Phân Tích Tầng Driver (Khuếch Dòng)



Transistor Q2 hoạt động như một tầng driver, nhận tín hiệu đã được khuếch đại điện áp từ Q1 và tăng cường dòng điện của tín hiệu đó.

## Thông số đo thực tế (Q2):

- $I_B = 0.48 \text{ mA}$
- $I_C = 0.56 \text{ mA}$
- $\beta = I_C / I_B = 1.16$
- $I_E = I_C + I_B = 1.04 \text{ mA}$
- $V_E = I_E \cdot R_9 = 0.02288 \text{ V}$
- $V_C = 4.42 \text{ V}$
- $V_{CE} = V_C - V_E = 4.39712 \text{ V}$

Các thông số này cho thấy Q2 cung cấp khả năng khuếch đại dòng cần thiết để điều khiển hiệu quả tầng công suất Q3.

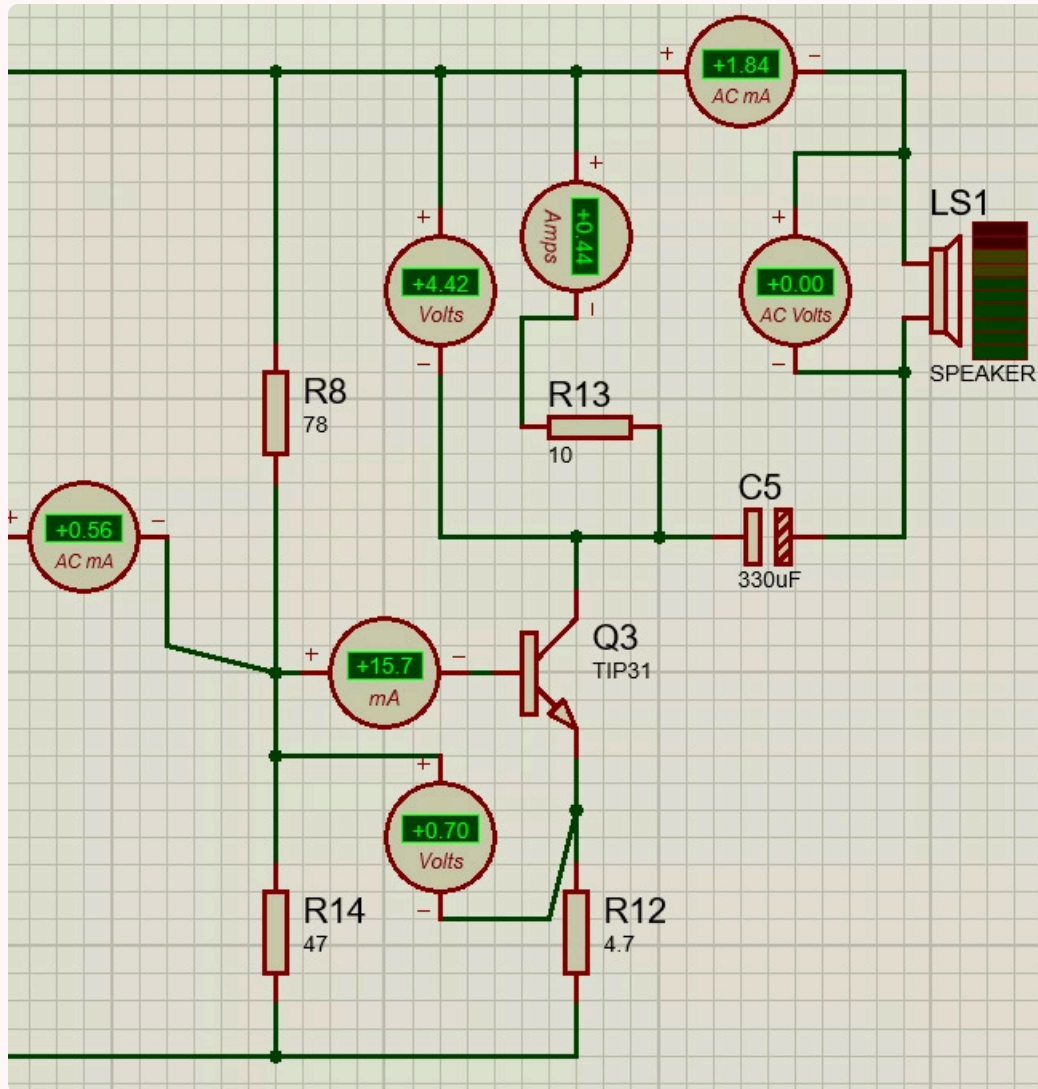
# Giải Thích Chi Tiết Tầng Q2

Tầng driver đóng vai trò cầu nối quan trọng giữa tầng tiền khuếch đại và tầng công suất, đảm bảo tín hiệu được cung cấp đủ "lực" để điều khiển loa mà không làm méo dạng tín hiệu.

- **Vai Trò:** Q2 được thiết kế để khuếch đại dòng điện, cung cấp đủ dòng để điều khiển chân Base của transistor công suất Q3.
- **Chuẩn Bị Tín Hiệu:** Đảm bảo tín hiệu điện áp từ Q1 được chuyển đổi thành tín hiệu có dòng điện lớn hơn, đủ mạnh để "lái" tầng công suất.
- **Miền Hoạt Động:** Giống như Q1, Q2 cũng hoạt động trong miền tuyến tính để duy trì độ trung thực của tín hiệu âm thanh.
- **Lựa Chọn Linh Kiện:** Sử dụng transistor công suất vừa, có hệ số khuếch đại dòng ( $\beta$ ) phù hợp để đáp ứng yêu cầu về dòng điện.

Tầng driver là chìa khóa để đạt được hiệu suất tối ưu ở tầng công suất.

# Phân Tích Tầng Công Suất (Power Stage)



Q3 là tầng cuối cùng và mạnh mẽ nhất, có nhiệm vụ cung cấp dòng điện cực lớn để điều khiển loa, biến năng lượng điện thành âm thanh.

## Công Thức Tính Công Suất Tải:

- $P = V_{rms}^2 / R_{load}$  (khi sử dụng giá trị hiệu dụng  $V_{rms}$ )
- $P_{out} \approx V_{peak}^2 / (2 \cdot R_{load})$  (khi đo giá trị đỉnh  $V_{peak}$ )

ⓘ Thay số với  $R_{load} = 4 \Omega$  để tính toán công suất thực tế.



# Giải Thích Chi Tiết Tầng Q3

## Vai Trò Quyết Định

Tầng Q3 là trái tim của mạch khuếch đại, chịu trách nhiệm cung cấp dòng điện đủ lớn và ổn định để loa có thể tái tạo âm thanh mạnh mẽ và rõ ràng.

## Xác Định Công Suất

Công suất ra tải (**P**) phụ thuộc vào điện áp (**V**) và trở kháng loa (**R**). Việc tính toán chính xác giúp đảm bảo mạch cung cấp đủ công suất mà không gây hư hại loa.

## Yêu Cầu Linh Kiện Đặc Biệt

Tầng này cần sử dụng các transistor công suất cao và thường đi kèm với hệ thống tản nhiệt hiệu quả để tránh quá nhiệt và bảo vệ mạch.

## Đảm Bảo Chất Lượng Âm Thanh

Mục tiêu là cung cấp công suất tối đa ra loa mà vẫn đảm bảo tín hiệu âm thanh không bị méo, duy trì độ trung thực và chi tiết của bản gốc.

# Bảng Tổng Hợp Kết Quả & Đánh Giá

Sau quá trình tính toán và đo đạc thực tế, nhóm chúng tôi đã tổng hợp các kết quả để đánh giá hiệu suất của mạch khuếch đại.

Tầng Transistor	Kết Quả Lý Thuyết	Kết Quả Đo Thực Tế
Q1 (Pre-amp)	IC và VCE ở mức lý tưởng để khuếch đại điện áp	Giá trị IC và VCE khớp chặt chẽ
Q2 (Driver)	Khuếch đại dòng điện đủ để điều khiển tầng công suất	Khả năng khuếch dòng đúng theo yêu cầu thiết kế
Q3 (Công Suất)	Công suất đầu ra tối đa cho tải loa 4 $\Omega$	Công suất đạt được gần với giá trị lý thuyết

## KẾT LUẬN: MẠCH HOẠT ĐỘNG ĐÚNG CHỨC NĂNG!

Các kết quả cho thấy thiết kế và thực hiện mạch đã đạt được mục tiêu đề ra, đảm bảo chất lượng âm thanh tốt.