

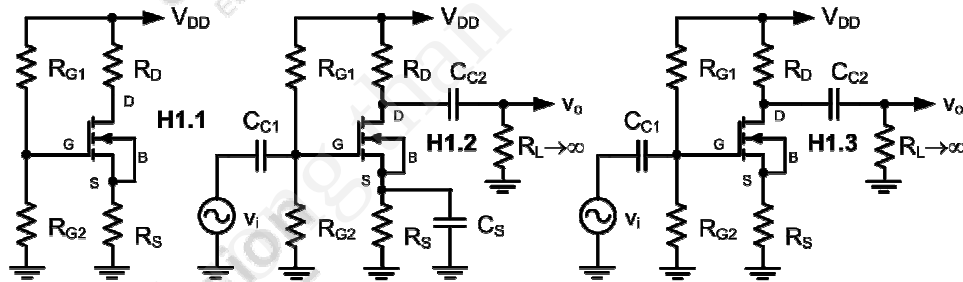
Lab4- Basic modes of MOSFET AMP

Mục đích

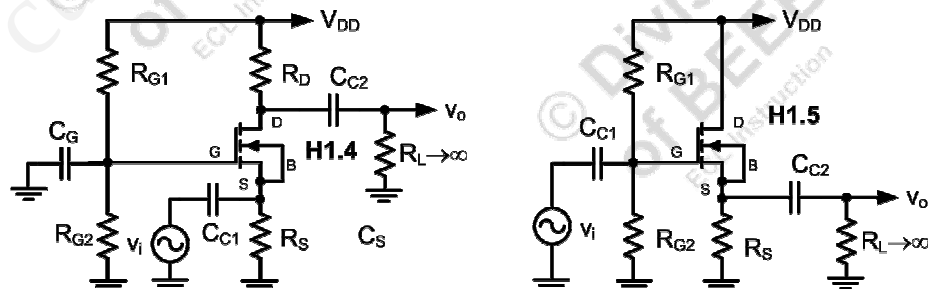
- [1] Nắm vững các kiểu ghép cơ bản CS, CG, CD và các thông số đặc trưng của chúng.
- [2] Hiểu rõ ảnh hưởng của hồi tiếp lên các thông số đặc trưng (A_v , A_i , Z_i , Z_o , đáp ứng tần số) của mạch khuếch đại dùng MOSFET.
- [2] Đo đạc các thông số đặc trưng (A_v , A_i , Z_i , Z_o , đáp ứng tần số) để so sánh giữa các kiểu ghép cơ bản của mạch khuếch đại dùng MOSFET.

1. Chuẩn bị thí nghiệm

- Đọc lại lý thuyết về mạch khuếch đại dùng MOSFET : Microelectronic Circuits, fifth Edition, Sedra/Smith, pages 235-335.
- Trình bày đặc tuyến $V_{GS}-I_D$ của MOSFET và cách xác định các thông số: V_t , $K=k'_n(W/L)$, g_m tại điểm làm việc tĩnh biết trước dựa trên đặc tuyến này.
- Cho mạch phân cực cho MOSFET như **H1.1**, nếu biết trước I_D , R_D , R_S , R_{G1} , K , V_t , hãy viết các biểu thức liên quan để xác định R_{G2} .

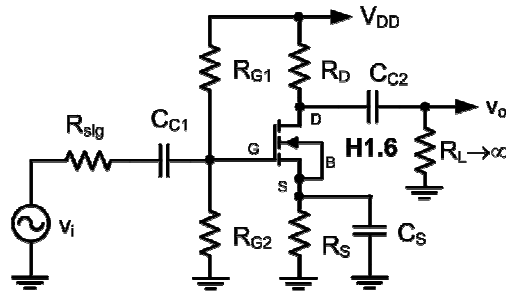


- Cho mạch điện tử như **H1.2**, biết đầy đủ các thông số mạch và giả sử MOSFET được phân cực để hoạt động ở chế độ bão hòa, hãy viết các biểu thức của A_v , Z_i , Z_o tại tần số dải giữa (bỏ qua ảnh hưởng của tụ ngoài và tụ ký sinh)



- Làm tương tự cho mạch điện tử trên **H1.3**, **H1.4** và **H1.5**.
- Dựa trên các thông số trên A_v , Z_i , Z_o , hãy rút ra nhận xét cho các mạch khuếch đại trên **H1.2**, **H1.3**, **H1.4** và **H1.5**.
- Cho mạch điện tử trên **H1.6**, biết đầy đủ các thông số mạch và giả sử MOSFET được phân cực để hoạt động ở chế độ bão hòa. Hãy trình bày mô hình mạch ở tần số thấp và

tần số cao, từ đó xác định biểu thức tần số cắt thấp (f_1) và cắt cao (f_2) của mạch điện tử này.



- Đọc phần 3, **thực hiện thí nghiệm**, sau đó tóm tắt các công việc chính phải làm trong buổi thí nghiệm.
- Xem lại cách sử dụng dao động ký và máy đo vạn năng để đo các đại lượng liên quan trong buổi thí nghiệm.
- Download và đọc datasheet của MOSFET 2N7000

2. Dụng cụ thí nghiệm

- Bộ thí nghiệm chính **ELECTRONIC LAB ANA-MAIN**
- Module: **Basic modes of MOSFET AMP**
- Dao động ký: **GRS-6052A**
- Máy đo: **Fluke 45**
- Bộ dây nối

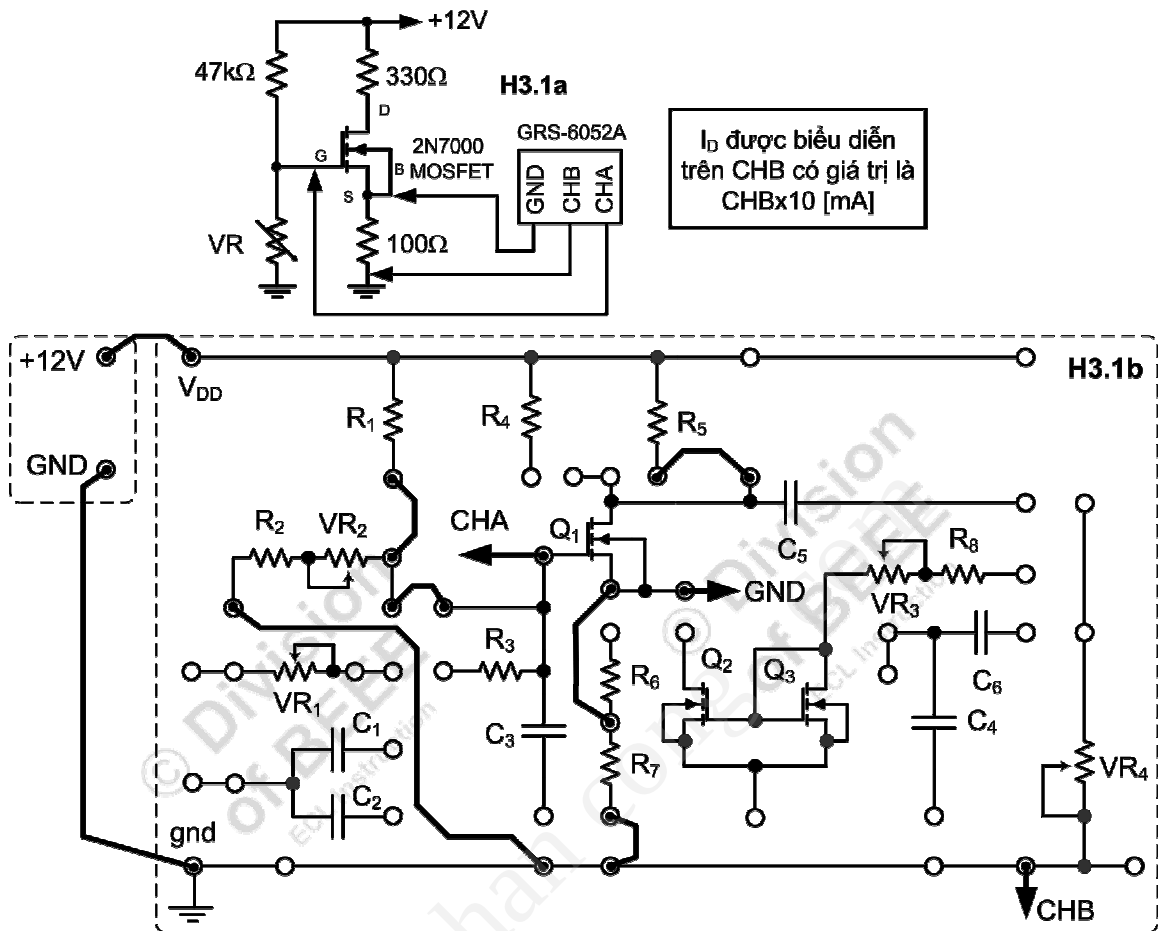
3. Thực hiện thí nghiệm

MOSFET là linh kiện rất dễ bị hỏng do tĩnh điện. Do đó trong quá trình thao tác thí nghiệm phải hết sức thận trọng tuân thủ đúng một số nguyên tắc sau:

- Không chạm tay vào cực G của MOSFET vì rất dễ gây nguy hiểm cho MOSFET do tĩnh điện của tay.
- Tắt toàn bộ các nguồn cung cấp và tín hiệu, máy đo chức năng đo điện trở, test diode trước khi thực hiện thao tác nối hoặc thay đổi mạch.
- Khi nối mạch, thực hiện các phần của mạch không liên quan tới MOSFET trước, nối MOSFET vào sau cùng.
- Nếu có bất cứ nghi ngờ nào liên quan tới sự hư hỏng của MOSFET, phải ngay lập tức báo cho cán bộ quản lý PTN biết để kiểm tra và thay thế nếu MOSFET bị hỏng. **Chú ý:** số lượng MOSFET cho mỗi buổi thí nghiệm là có hạn, do vậy cán bộ quản lý PTN có quyền từ chối thay thế cho nhóm TN làm hư hỏng quá nhiều MOSFET.

3.1. Dạng đặc tuyến V_{GS} - I_D và xác định V_t , K , g_m

- Thực hiện mạch điện tử trên **H3.1a** dùng module **Basic modes of MOSFET AMP** như **H3.1b**.

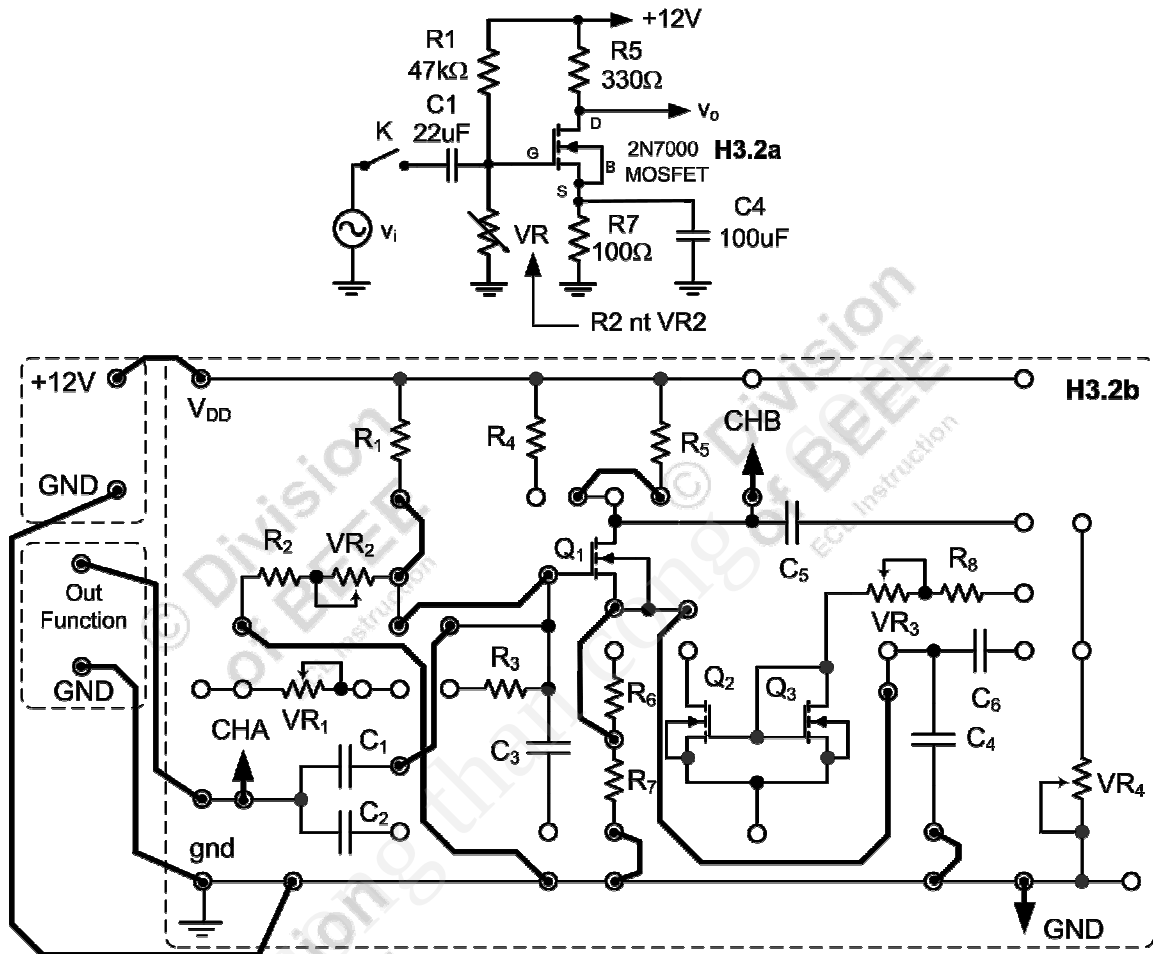


- Dao động ký chọn mode X-Y, cả 2 kênh chọn mode DC, kênh 2 chọn INV. Chính biến trở VR_2 và quan sát điểm sáng trên màn hình, quỹ đạo của điểm sáng chính là đặc tuyến $V_{GS}-I_D$ của MOSFET, vẽ lại đặc tuyến này vào **bảng 3.1**.
- Dựa vào đặc tuyến $V_{GS}-I_D$ hãy đo đặc V_t , K và g_m tại điểm làm việc tĩnh có $I_D=20mA$, ghi nhận lại các giá trị vào **bảng 3.1**.

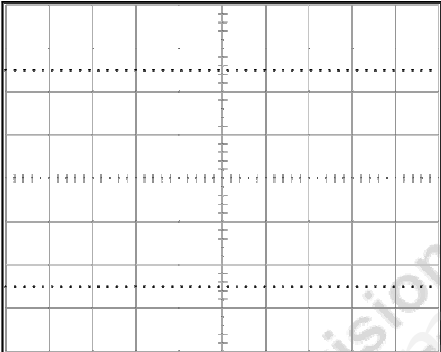
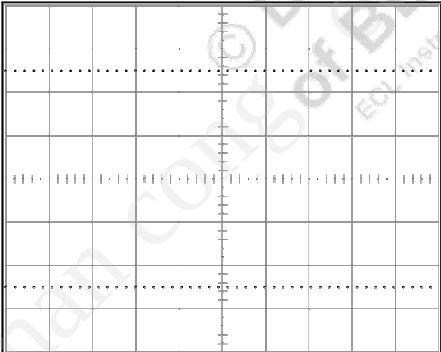
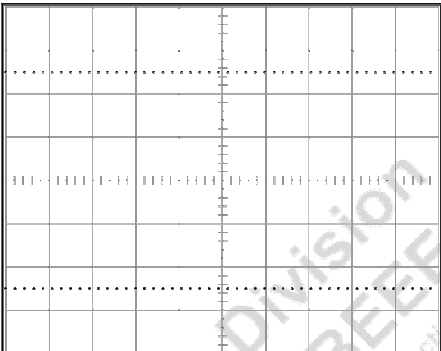
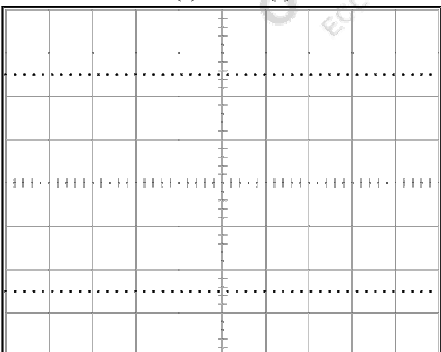
Bảng 3.1 - Đặc tuyến $V_{GS}-I_D$ và các đại lượng V_t , K , g_m tại $I_D=20mA$		
V_t		V_{GS} vs I_D CH1 V_{GS} VOLTS/DIV Mode DC CH2 I_D VOLTS/DIV Mode DC INV VERT MODE X-Y
K		
g_m		

3.2. Khảo sát mạch ghép S chung (CS)

- a. Thực hiện mạch điện tử trên **H3.2a** dùng module **Basic modes of MOSFET AMP** như **H3.2b**.

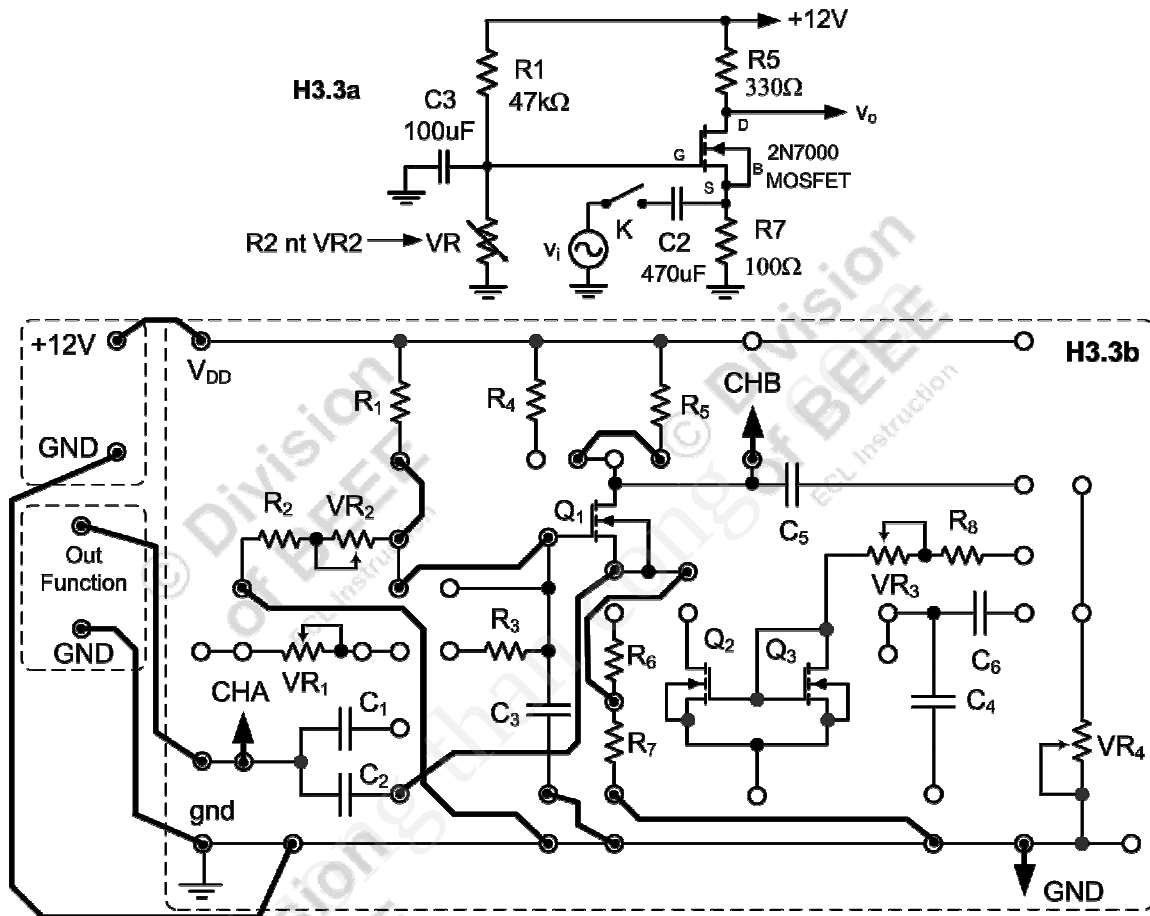


- b. Hở khóa K chỉnh biến trở VR2 để điện áp trên R7 bằng 2V (tức $I_D=20\text{mA}$). Dùng dao động ký quan sát tín hiệu vào và ra, máy phát sóng chọn sóng sin tần số 5KHz, biên độ chọn nhỏ nhất. Đóng khóa K, tăng dần biên độ máy phát sóng để ngõ ra có $v_{op-p}=4\text{V}$, vẽ lại dạng sóng của ngõ vào và ra vào **bảng 3.2**, từ đó xác định độ lợi áp của mạch.
- c. Giữ nguyên biên độ của máy phát sóng, tắt nguồn cung cấp, tắt máy phát sóng, nối tiếp biến trở VR1 với C1, VR1 chỉnh về nhỏ nhất. Mở nguồn cung cấp và máy phát sóng, tăng dần biến trở VR1 cho tới khi $v_{op-p}=2\text{V}$. Tắt nguồn cung cấp, tắt máy phát sóng, cách ly biến trở VR1, dùng Fluke 45 để đo điện trở của VR1, đó chính là Z_i .
- d. Tháo VR1 ra khỏi mạch, nối lại mạch như **H3.2b**, biên độ máy phát sóng giữ nguyên, nối tải là biến trở VR4 vào ngõ ra qua tụ ghép C5, VR4 chỉnh lớn nhất. Mở nguồn cung cấp và máy phát sóng, giảm dần VR4 cho tới khi $v_{op-p}=2\text{V}$. Tắt nguồn cung cấp, tắt máy phát sóng, cách ly biến trở VR4, dùng Fluke 45 để đo điện trở của VR4, đó chính là Z_o .
- e. Thay đổi mạch điện tử trên **H3.2a & b** bằng cách tháo bỏ C4 ra khỏi mạch. Thực hiện lại các bước từ b tới d, ghi giá trị vào **bảng 3.2**.

Trường hợp	Bảng 3.2 -Kết quả đo đặc (input: sin wave, 5KHz)		
Mạch ghép CS không hồi tiếp	$V_{ip-p}[mV]$		$v_i(t)$ & $v_o(t)$  CH1: $v_i(t)$ VOLTS/DIV: Mode:DC CH2: $v_o(t)$ VOLTS/DIV: Mode:DC TIME/DIV: 50μs
	$V_{op-p}[V]$		
	A_v		
	$Z_i[\Omega]$		
	$Z_o[\Omega]$		
Mạch ghép CS có hồi tiếp	$V_{ip-p}[mV]$		$v_i(t)$ & $v_o(t)$  CH1: $v_i(t)$ VOLTS/DIV: Mode:DC CH2: $v_o(t)$ VOLTS/DIV: Mode:DC TIME/DIV: 50μs
	$V_{op-p}[V]$		
	A_v		
	$Z_i[\Omega]$		
	$Z_o[\Omega]$		
Mạch ghép CG	$V_{ip-p}[mV]$		$v_i(t)$ & $v_o(t)$  CH1: $v_i(t)$ VOLTS/DIV: Mode:DC CH2: $v_o(t)$ VOLTS/DIV: Mode:DC TIME/DIV: 50μs
	$V_{op-p}[V]$		
	A_v		
	$Z_i[\Omega]$		
	$Z_o[\Omega]$		
Mạch ghép CD	$V_{ip-p}[V]$		$v_i(t)$ & $v_o(t)$  CH1: $v_i(t)$ VOLTS/DIV: Mode:DC CH2: $v_o(t)$ VOLTS/DIV: Mode:DC TIME/DIV: 50μs
	$V_{op-p}[V]$		
	A_v		
	$Z_i[\Omega]$		
	$Z_o[\Omega]$		

3.3. Khảo sát mạch ghép G chung (CG)

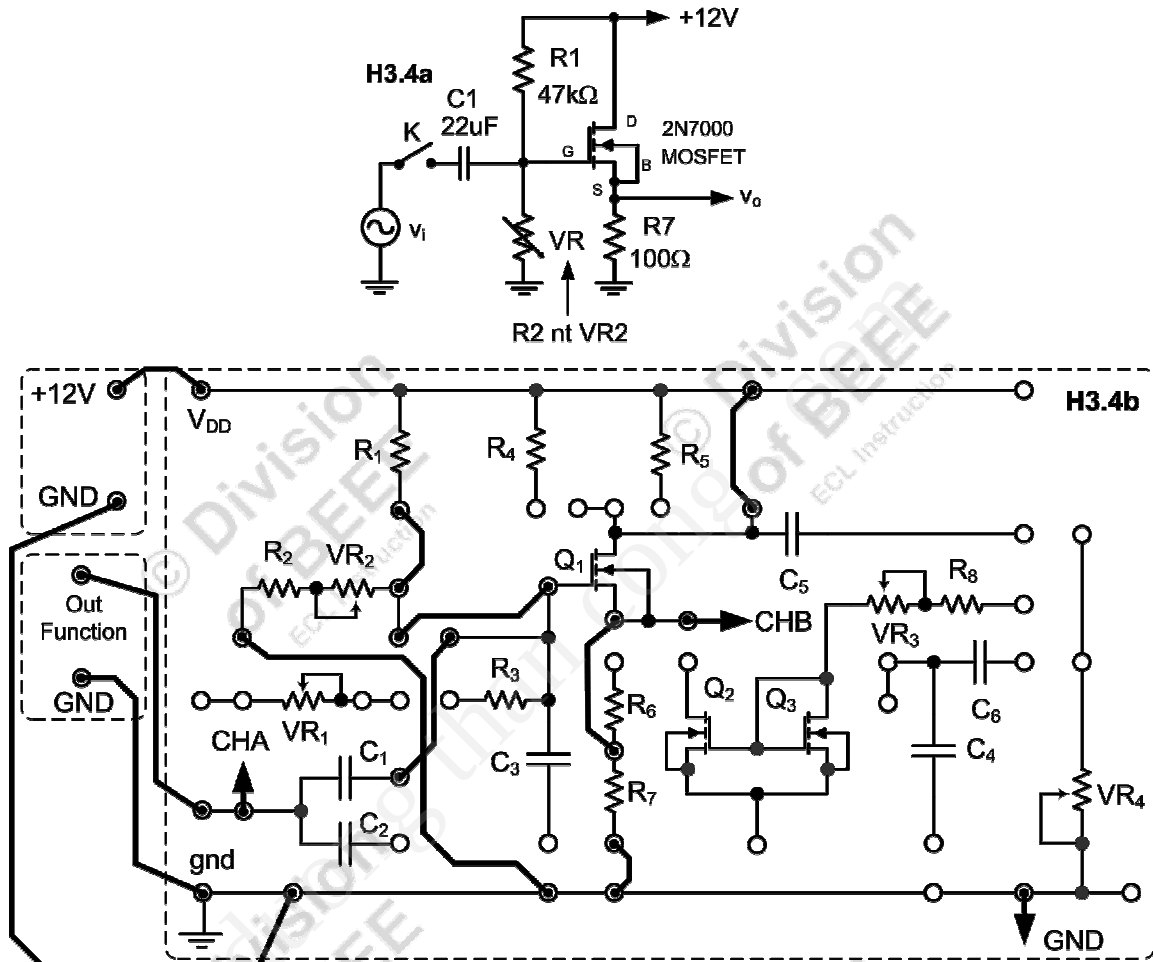
- a. Thực hiện mạch điện tử trên **H3.3a** dùng module **Basic modes of MOSFET AMP** như **H3.3b**.



- b. Hở khóa K chỉnh biến trở VR2 để điện áp trên R7 bằng 2V (tức $I_D=20\text{mA}$). Dùng dao động ký quan sát tín hiệu vào và ra, máy phát sóng chọn sóng sin tần số 5KHz, biên độ chọn nhỏ nhất. Đóng khóa K, tăng dần biên độ máy phát sóng để ngõ ra có $v_{op-p}=4\text{V}$, vẽ lại dạng sóng của ngõ vào và ra vào **bảng 3.2**, từ đó xác định độ lợi áp của mạch.
- c. Giữ nguyên biên độ của máy phát sóng, tắt nguồn cung cấp, tắt máy phát sóng, nối tiếp biến trở VR1 với C2, VR1 chỉnh về nhỏ nhất. Mở nguồn cung cấp và máy phát sóng, tăng dần biến trở VR1 cho tới khi $v_{op-p}=2\text{V}$. Tắt nguồn cung cấp, tắt máy phát sóng, cách ly biến trở VR1, dùng Fluke 45 để đo điện trở của VR1, đó chính là Z_i . **Lưu ý: trong quá trình chỉnh VR1 mà thấy giá trị biên độ của máy phát sóng thay đổi so với bước a thì phải điều chỉnh lại cho đúng.**
- d. Tháo VR1 ra khỏi mạch, nối lại mạch như **H3.3b**, biên độ máy phát sóng giữ nguyên như bước a, nối tải là biến trở VR4 vào ngõ ra qua tụ ghép C5, VR4 chỉnh lớn nhất. Mở nguồn cung cấp và máy phát sóng, giảm dần VR4 cho tới khi $v_{op-p}=2\text{V}$. Tắt nguồn cung cấp, tắt máy phát sóng, cách ly biến trở VR4, dùng Fluke 45 để đo điện trở của VR4, đó chính là Z_o .

3.4. Khảo sát mạch ghép D chung (CD)

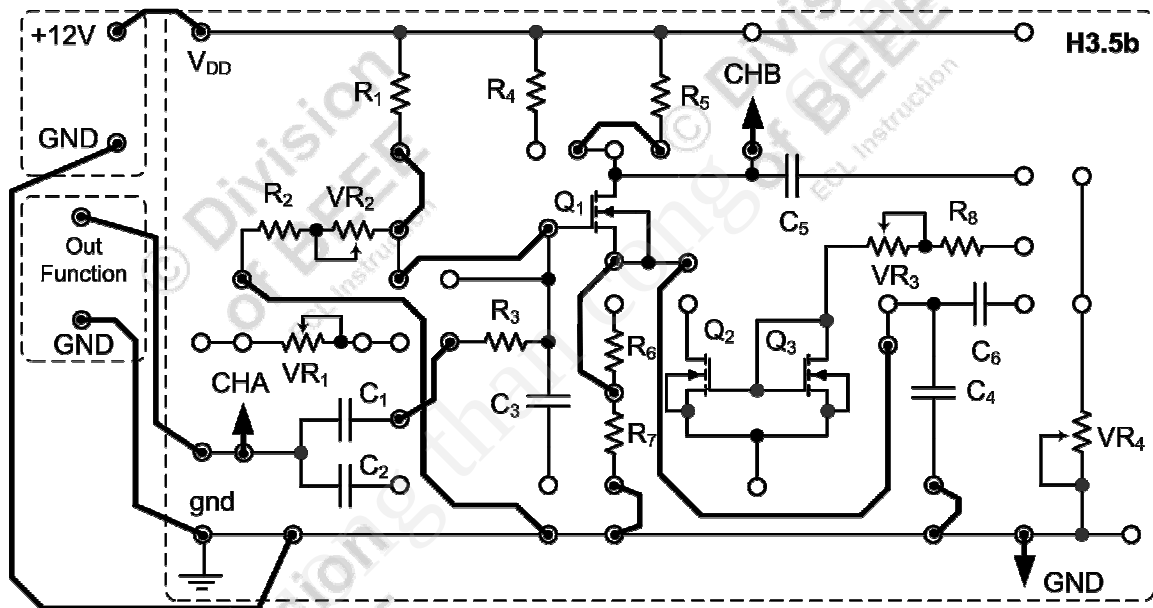
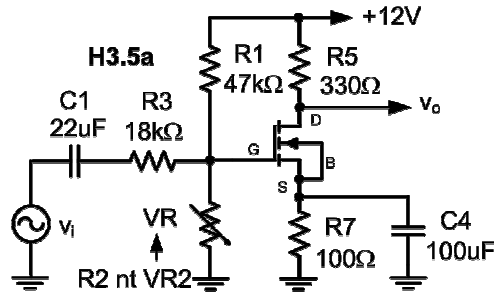
- a. Thực hiện mạch điện tử trên **H3.4a** dùng module **Basic modes of MOSFET AMP** như **H3.4b**.



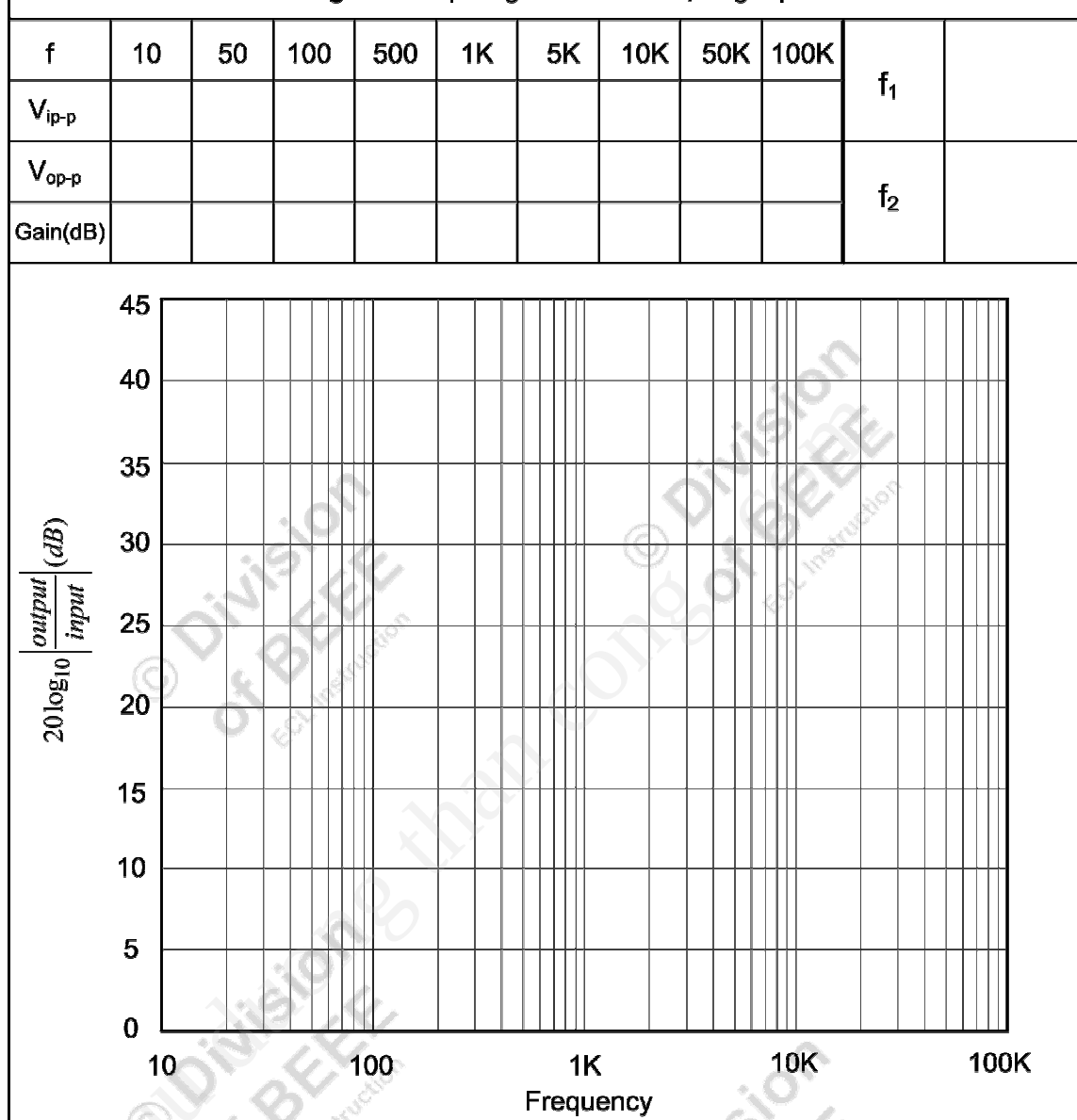
- b. Hở khóa K chỉnh biến trở VR2 để điện áp trên R7 bằng 2V (tức $I_D=20\text{mA}$). Dùng dao động ký quan sát tín hiệu vào và ra, máy phát sóng chọn sóng sin tần số 5KHz, biên độ chọn nhỏ nhất. Đóng khóa K, tăng dần biên độ máy phát sóng để ngõ ra có $v_{op-p}=4\text{V}$, vẽ lại dạng sóng của ngõ vào và ra vào **bảng 3.2**, từ đó xác định độ lợi áp của mạch.
- c. Giữ nguyên biên độ của máy phát sóng, tắt nguồn cung cấp, tắt máy phát sóng, nối tiếp biến trở VR1 với C1, VR1 chỉnh về nhỏ nhất. Mở nguồn cung cấp và máy phát sóng, tăng dần biến trở VR1 cho tới khi $v_{op-p}=2\text{V}$. Tắt nguồn cung cấp, tắt máy phát sóng, cách ly biến trở VR1, dùng Fluke 45 để đo điện trở của VR1, đó chính là Z_i .
- d. Tháo VR1 ra khỏi mạch, nối lại mạch như **H3.4b**, nối thêm tải là biến trở VR4 vào ngõ ra qua tụ ghép C6, VR4 chỉnh lớn nhất. Mở nguồn cung cấp và máy phát sóng, chỉnh biên độ máy phát sóng để ngõ ra có giá trị là $v_{op-p}=100\text{mV}$. Giữ nguyên biên độ máy phát sóng, giảm dần VR4 cho tới khi $v_{op-p}=50\text{mV}$. Tắt nguồn cung cấp, tắt máy phát sóng, cách ly biến trở VR4, dùng Fluke 45 để đo điện trở của VR4, đó chính là Z_o .

3.5. Khảo sát đáp ứng tần số của mạch ghép CS

- a. Thực hiện mạch điện tử trên **H3.5a** dùng module **Basic modes of MOSFET AMP** như **H3.5b**.



- b. Hở khóa K chỉnh biến trở VR2 để điện áp trên R7 bằng 2V (tức $I_D=20\text{mA}$). Dùng dao động ký quan sát tín hiệu vào và ra, máy phát sóng chọn sóng sin tần số 5KHz, biên độ chọn nhỏ nhất. Đóng khóa K, tăng dần biên độ máy phát sóng để ngõ ra có $v_{op-p}=2\text{V}$, giữ nguyên biên độ máy phát sóng, thực hiện đo đặc và hoàn thành **bảng 3.3**.
- c. Đo 2 tần số cắt thấp và cao của mạch điện tử này, ghi số liệu vào **bảng 3.3**. **Lưu ý:** tần số cắt là tần số tại đó biên độ của ngõ ra bằng $1/\sqrt{2}$ giá trị biên độ ngõ ra tại dải giữa

Bảng 3.3 - Đáp ứng tần số của mạch ghép CS**4. Báo cáo thí nghiệm**

- Phân tích so sánh kết quả lý thuyết với thực nghiệm
- So sánh các kiểu ghép cơ bản của mạch dùng MOSFET
- Kết luận, giải thích về vai trò của hồi tiếp