

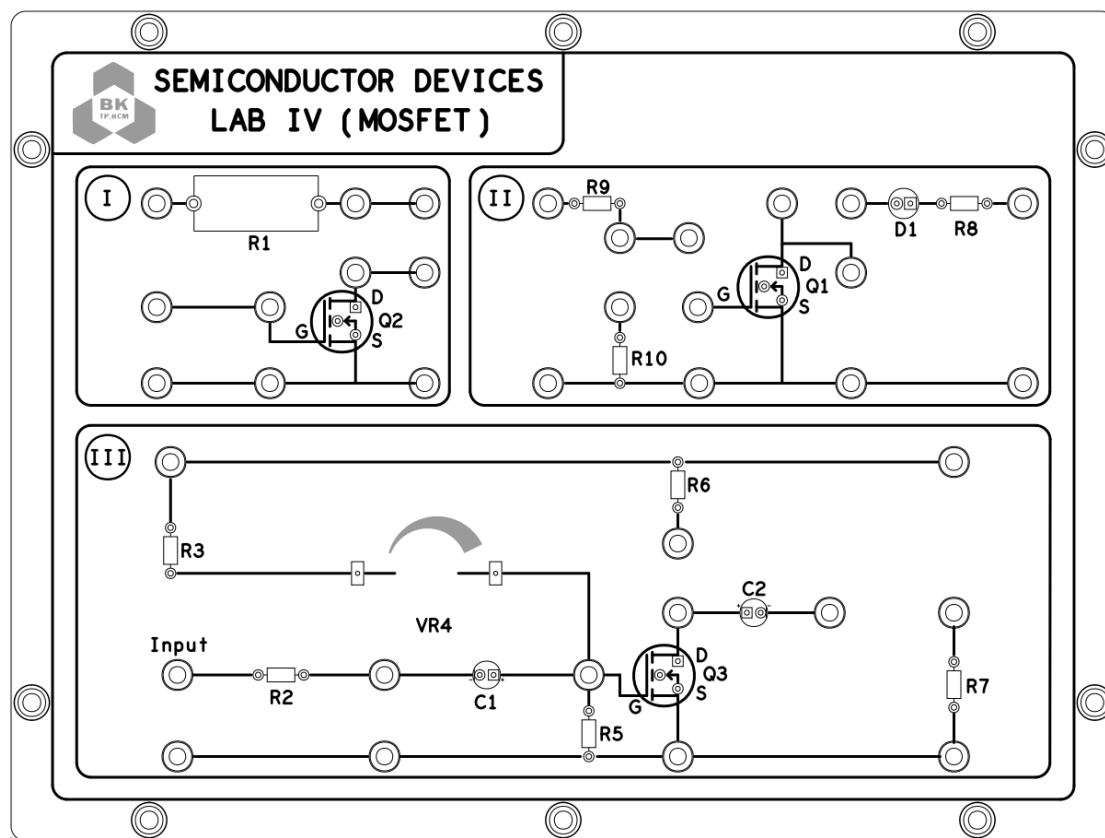
## BÀI TN 4 KHẢO SÁT MOSFET

### MỤC TIÊU:

- Nắm được cách sử dụng kit thí nghiệm, dụng cụ đo.
- Nắm được đặc tính linh kiện MOSFET
- Khảo sát mạch đóng/ngắt, mạch khuếch đại dùng MOSFET

### CHUẨN BỊ:

- Đọc chương 1 và chương 4 của tài liệu hướng dẫn
- Xem lại cách sử dụng các công cụ đo VOM, DVM và Oscilloscope (dao động ký - dđk)



### THÍ NGHIỆM 1

#### Mục tiêu

- ▶ Xác định đặc tuyến  $\sqrt{I_D}$  theo  $V_{GS}$ , xác định điện áp ngưỡng  $V_T$  và hệ số  $k_n W/L$  trong miền bão hòa.

## Lý thuyết

Trong miền bão hòa, ta có công thức:  $\sqrt{I_D} = \sqrt{\frac{1}{2} k'_n \frac{W}{L}} (V_{GS} - V_T)$

Do đó, nếu ta vẽ đặc tuyến  $\sqrt{I_D}$  theo  $V_{GS}$ , hệ số góc của đặc tuyến này chính là  $\sqrt{\frac{1}{2} k'_n \frac{W}{L}}$

## Yêu cầu

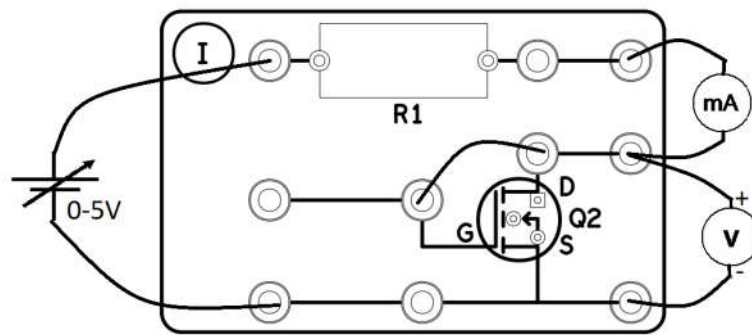
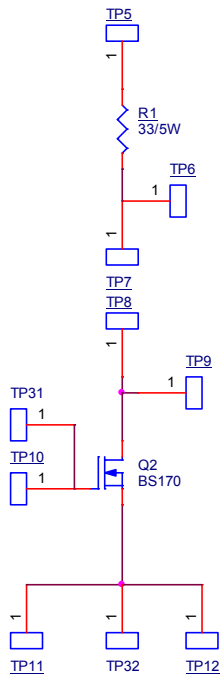
- ▶ Kết nối mạch như hình sau. Chỉnh nguồn điện Vin về 0V. Lưu ý là **cực G của MOSFET được kết nối vào cực D**, do đó MOSFET luôn hoạt động ở chế độ bão hòa. Hãy giải thích vì sao.

.....

.....

.....

.....



Hình 1 Sơ đồ kết nối khảo sát đặc tuyến  $\sqrt{I_D} - V_{GS}$

## BÀI TN 4 KHẢO SÁT MOSFET

### Kiểm tra

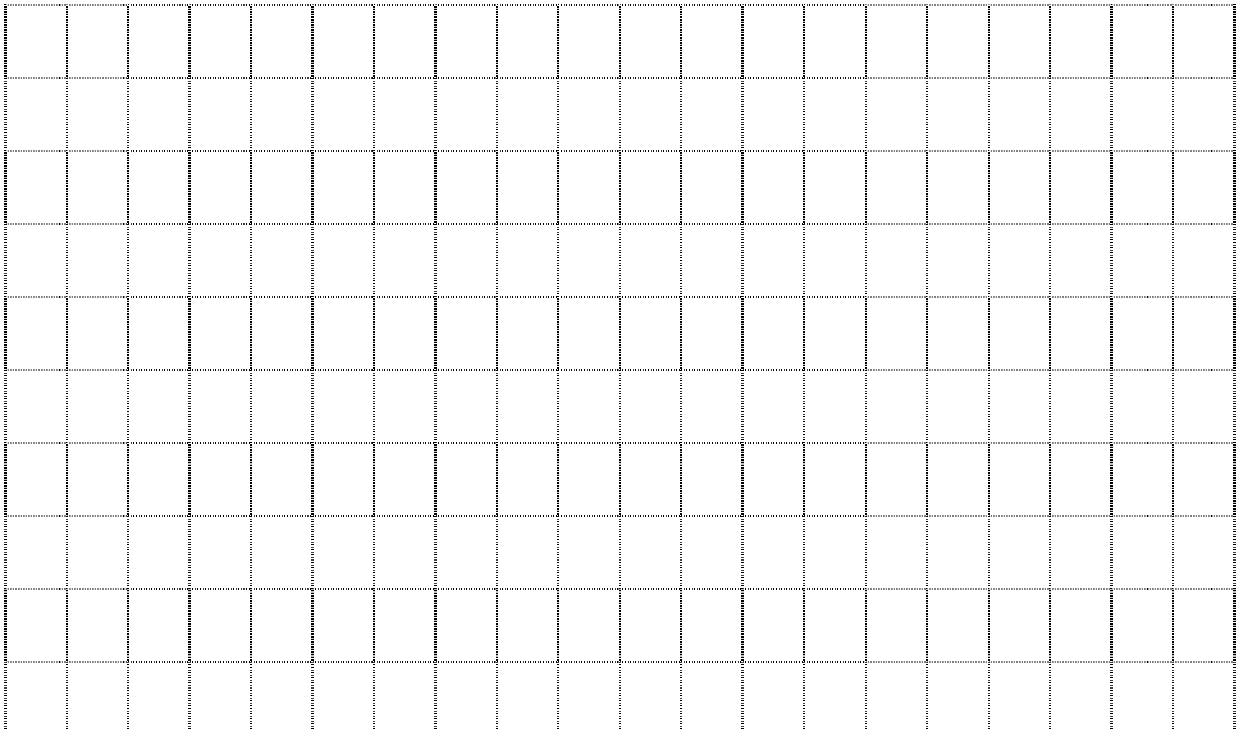
- ▶ Tăng dần điện áp  $V_{in}$  cho đến khi bắt đầu xuất hiện dòng điện  $I_D$ . Ghi nhận điện áp  $V_{GS}$  lúc đó. Đó là điện áp ngưỡng  $V_T$

$V_T = \dots\dots\dots$

- ▶ Tăng dần điện áp  $V_{in}$  để  $V_{GS}$  tăng từng nấc 0.1V. Ghi nhận giá trị dòng điện  $I_D$  và  $V_{GS}$

$V_{GS}$	$V_T$	$V_T+0.1$	$V_T+0.2$	$V_T+0.3$	$V_T+0.4$	$V_T+0.5$	$V_T+0.6$	$V_T+0.7$	$V_T+0.8$
$V_{GS}$									
$I_D$									
$\sqrt{I_D}$									

- ▶ Vẽ đặc tuyến  $\sqrt{I_D}$  theo  $V_{GS}$  và tìm hệ số  $k_n W/L$



.....

.....

.....  
.....

## THÍ NGHIỆM 2

### Mục tiêu

- ▶ Xác định đặc tuyến  $I_{DS}-V_{DS}$ , xác định điện trở ra  $r_o$  và hệ số điều chế chiều dài kênh  $\lambda$

### Lý thuyết

- ▶ Khi bão hòa, tương quan dòng điện có thể ước tính như sau

$$I_D = \frac{1}{2} k_n' \frac{W}{L} (V_{GS} - V_T)^2$$

- ▶ Giá trị thực tế có thể sai lệch so với công thức này. Công thức chính xác hơn như sau

$$I_D = \frac{1}{2} k_n' \frac{W}{L} (V_{GS} - V_T)^2 (1 + \lambda V_{DS})$$

$\lambda$  được gọi là hệ số điều chế chiều dài kênh, có giá trị khá nhỏ khoảng  $0.02 \text{ (V}^{-1}\text{)}$ . Điện trở ngõ ra  $r_o$  được tính theo công thức:

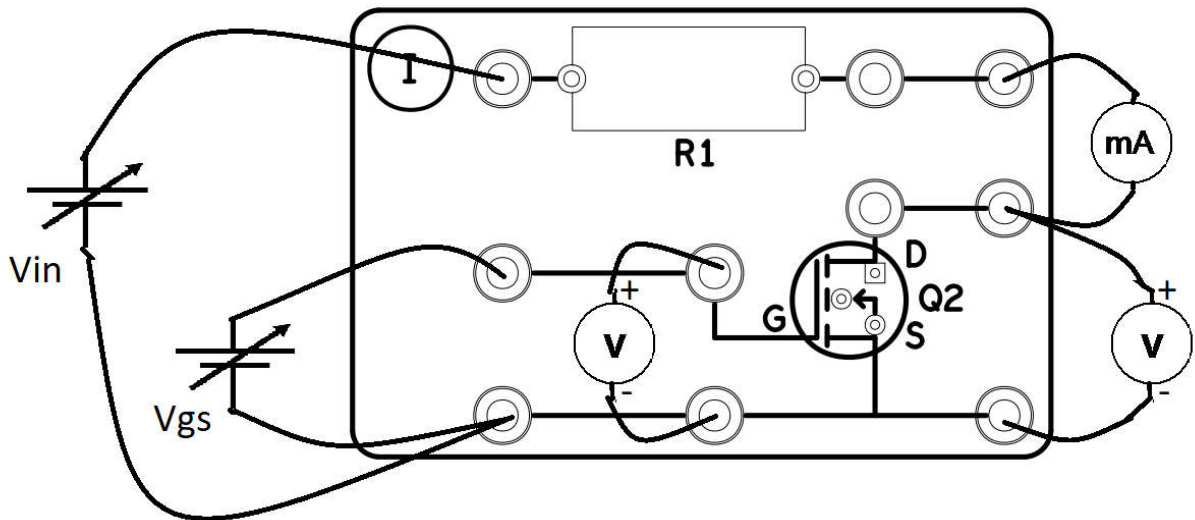
$$r_o = \frac{1}{\lambda I_D} = \frac{V_A}{I_D}$$

Với  $V_A = \frac{1}{\lambda}$  là điện áp Early.

### Chuẩn bị

- ▶ Mặc mạch như hình vẽ

## BÀI TN 4 KHẢO SÁT MOSFET



- ▶ Chỉnh  $V_{GS}$  và  $V_{in}$  về mức thấp nhất. Một VOM đo dòng điện  $I_d$  ở tầm mA, một VOM đo dòng điện áp  $V_{DS}$ , và 1 VOM đo điện áp  $V_{GS}$ .

### Tiến hành

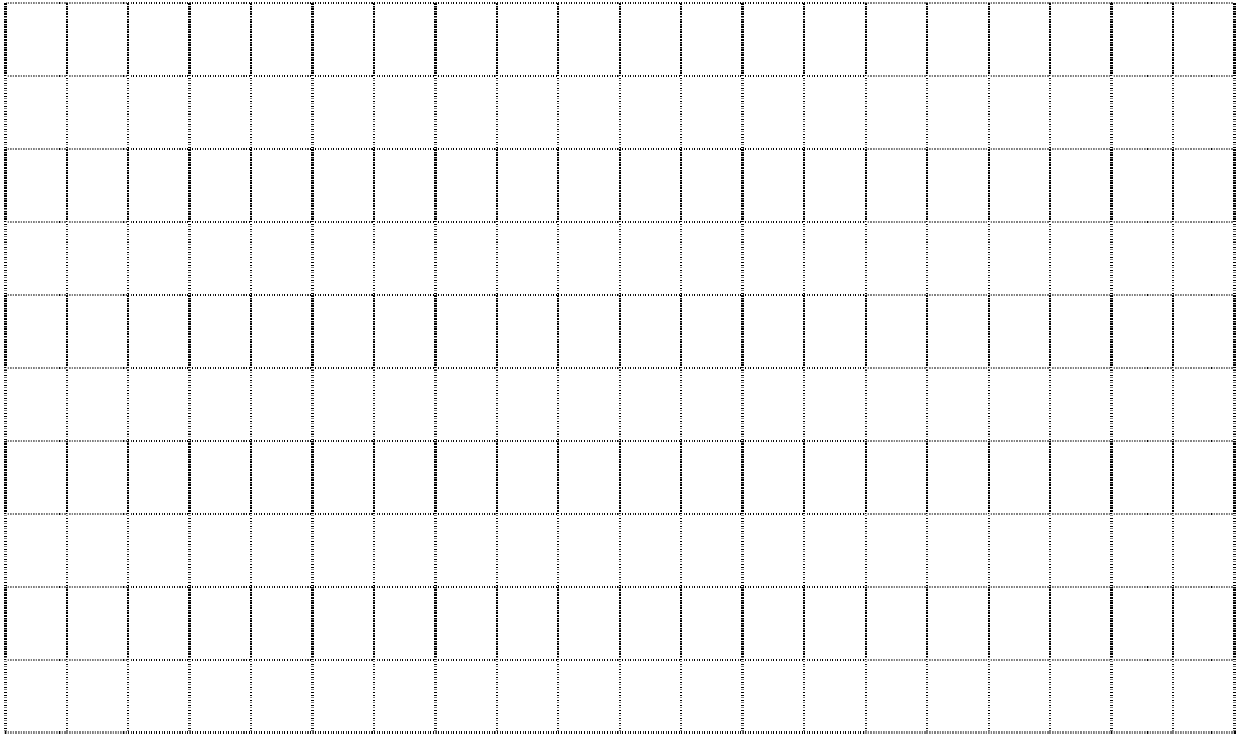
- ▶ Bật nguồn. Chỉnh  $V_{GS} = 2V$ . Chỉnh  $V_{in}$  sao cho  $V_{DS}$  đạt các giá trị như trong bảng sau. Ghi nhận giá trị  $I_D$

$V_{DS}(V)$	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
$I_d (mA)$									

- ▶ Lặp lại thí nghiệm trên với  $V_{GS} = 2.5 V$ .

$V_{DS}(V)$	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
$I_d (mA)$									

- ▶ Vẽ 2 đặc tuyến trên. Xác định điện trở ngõ ra  $r_o$  tại  $V_{DS} = 3V$  (ngược đảo của hệ số góc tại  $V_{DS} = 3V$ ). Xác định điện áp Early  $V_A$  và hệ số điều chế chiều dài kênh  $\lambda$



.....

.....

.....

.....

### THÍ NGHIỆM 3

#### Mục tiêu

- ▶ Khảo sát MOSFET hoạt động như 1 Switch.

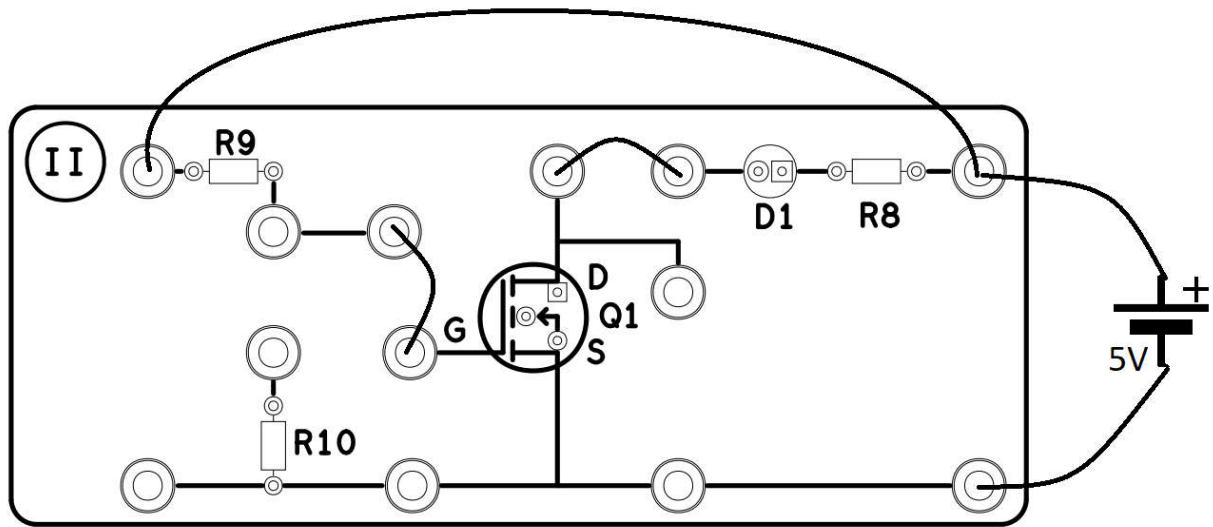
#### Chuẩn bị

- ▶ Đọc xem điện trở R9 có giá trị là bao nhiêu và kiểm chứng lại bằng VOM.

R9=.....

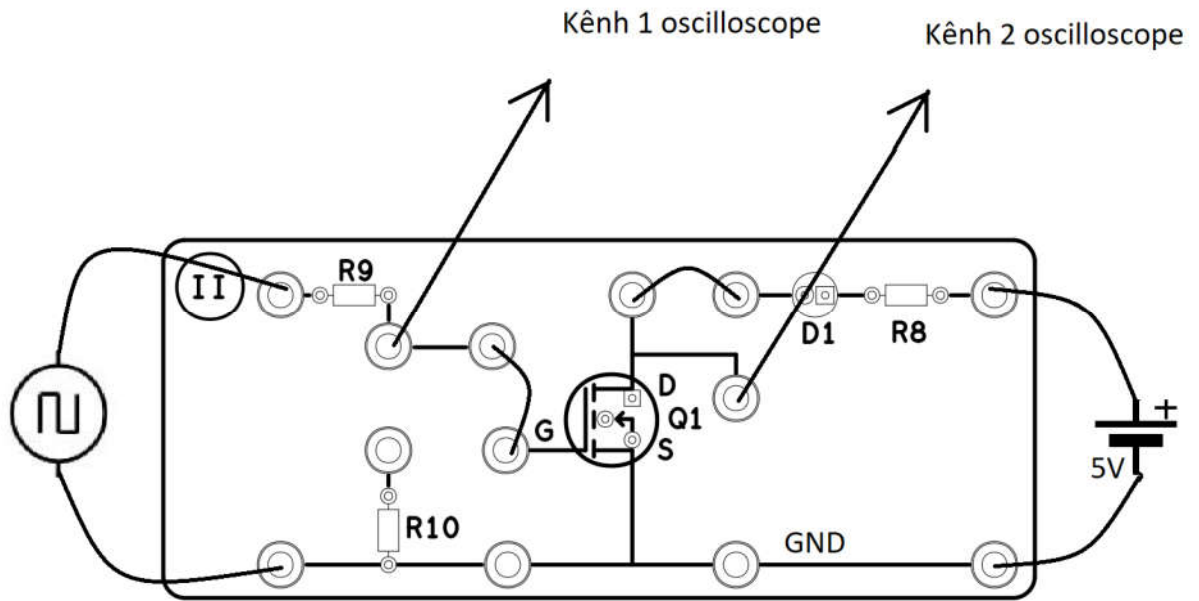
- ▶ Chỉnh nguồn điện về 5V và kết nối mạch như hình vẽ.

## BÀI TN 4 KHẢO SÁT MOSFET



### Tiến hành

- ▶ Bật nguồn. Led D1 lúc này sáng hay tắt? Lúc này MOSFET hoạt động ở miền nào? Vì sao  
.....  
.....  
.....  
.....
- ▶ Tháo rời dây nối giữa R9 và nguồn 5V. Led D1 lúc này sáng hay tắt? Lúc này MOSFET hoạt động ở miền nào? Vì sao  
.....  
.....  
.....  
.....
- ▶ Chỉnh máy phát sóng phát ra xung vuông, duty cycle 50%, biên độ 5V, tần số 1KHz. Kết nối máy phát sóng và oscilloscope vào mạch như hình vẽ.

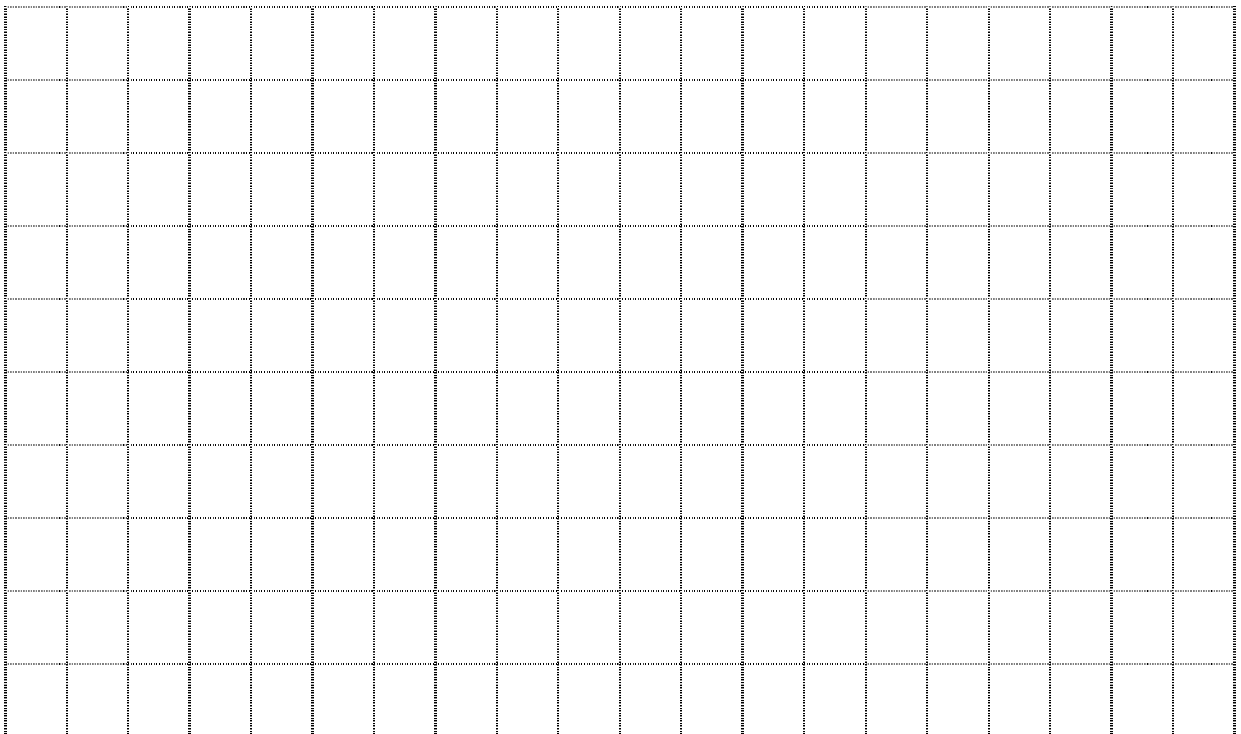


- Bật nguồn. Hiện tượng gì xảy ra trên LED?

.....

.....

- Tăng tần số tín hiệu vào lên 10Khz. Quan sát và vẽ dạng sóng tại cực G và cực D của MOSFET. Dạng sóng tại cực G bị méo dạng, vì sao?





## BÀI TN 4 KHẢO SÁT MOSFET

- ▶ Từ dạng sóng ở ngõ vào cực G, tính độ lớn điện dung ngõ vào của MOSFET.

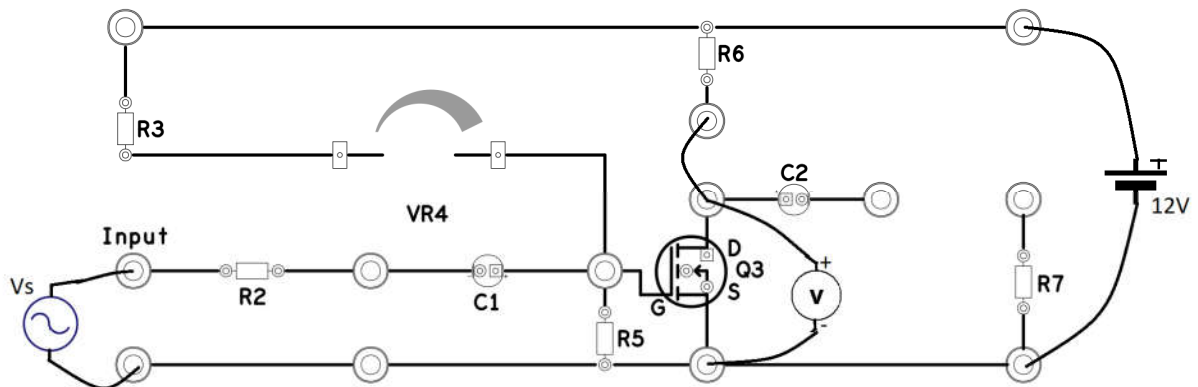
### THÍ NGHIỆM 4

#### Mục tiêu

- ▶ Khảo sát mạch khuếch đại dùng MOSFET.

#### Chuẩn bị

- ▶ Mắc mạch như hình vẽ. Nguồn phát sóng lúc đầu chưa mắc vào mạch.

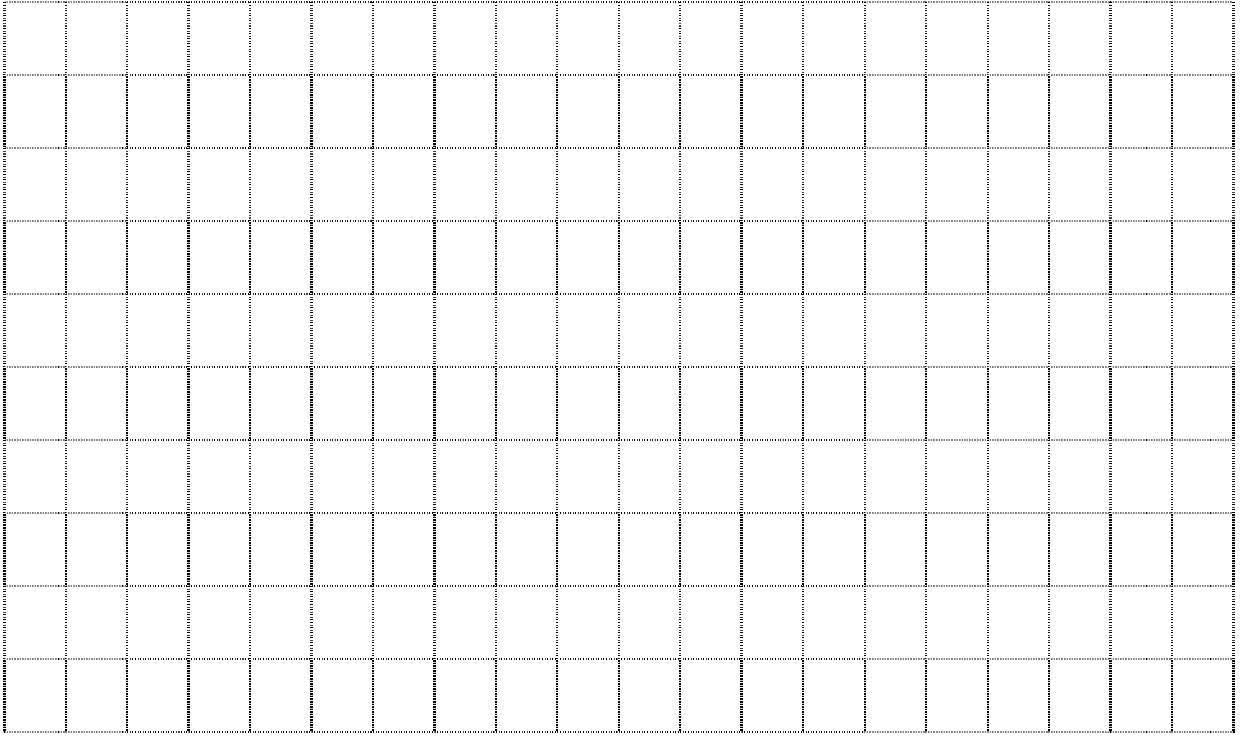


#### Tiến hành

- ▶ Bật nguồn. Chỉnh biến trở VR4 để có điện áp  $V_{DS}=6V$ .
- ▶ Chỉnh nguồn phát sóng ra sóng sine tần số 1Khz, biên độ  $1V_{p-p}$ . Kết nối máy phát sóng vào mạch.
- ▶ Dúng kênh 1 của oscilloscope đo dạng sóng vào, kênh 2 đo dạng sóng ra  $V_{ds}$ .

**Lab Material for “Semiconductor device experiment lab”**

- Vẽ dạng sóng vào/ra, xác định hệ số khuếch đại và tương quan về phase.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....