

Tìm Hiểu:

**TRANSISTOR TRƯỜNG ỨNG FET
(FIELD EFFECT TRANSISTOR)**

Sinh viên : Nguyễn Văn Thành

Mssv : 20100641

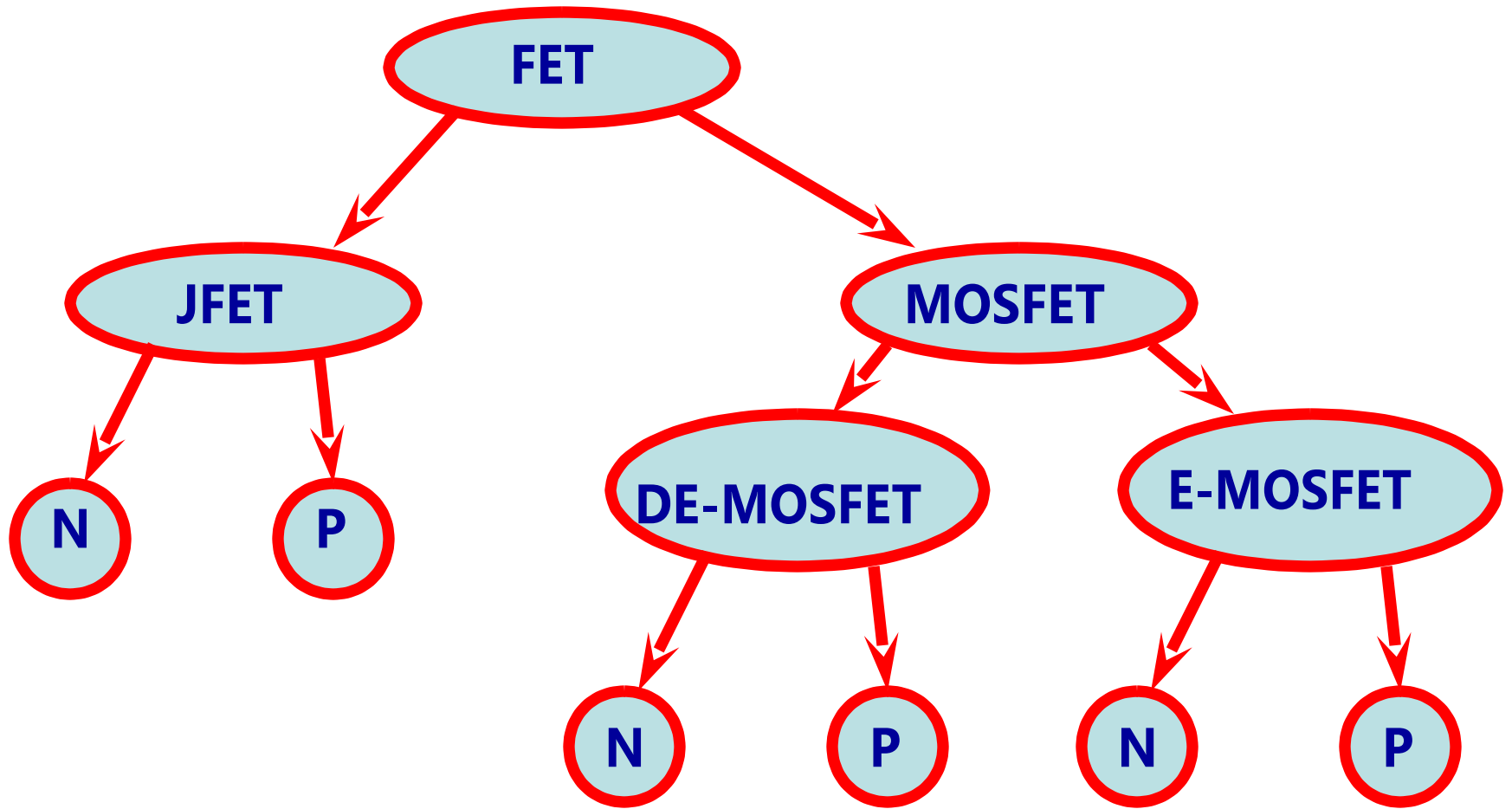
Lớp : Nhiệt Lạnh 2_Kỹ Thuật Điện Tử

Mã Lớp :36180

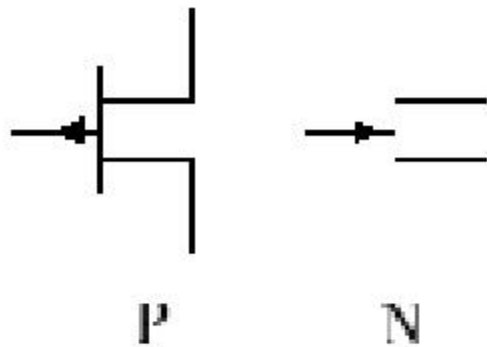
1. Đại cương và phân loại

- FET (Field Effect Transistor) -Transistor hiệu ứng trường – Transistor trường.
- Có 2 loại:
 - **Junction field- effect transistor - viết tắt là JFET:**
Transistor trường điều khiển bằng tiếp xúc P-N (hay gọi là transistor trường mối nối).
 - **Insulated- gate field effect transistor - viết tắt là IGFET:**
Transistor có cực cửa cách điện.
- Thông thường lớp cách điện được dùng là lớp oxit nên còn gọi là metal - oxide - semiconductor transistor (viết tắt là MOSFET).
- Trong loại transistor trường có cực cửa cách điện được chia làm 2 loại là MOSFET kênh sẵn (DE-MOSFET) và MOSFET kênh cảm ứng (E-MOSFET).
- Mỗi loại FET lại được phân chia thành loại kênh N và loại

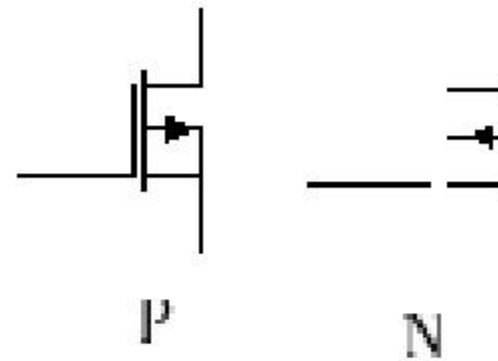
kênh P.



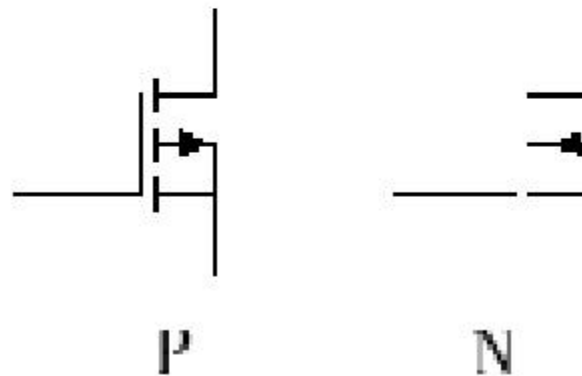
ký hiệu



a). JFET



b). MOSFET kênh si n



c). MOSFET kênh c m n g

Ưu nhược điểm của FET so với BJT

- **Một số ưu điểm:**

- Dòng điện qua transistor chỉ do một loại hạt dẫn đa số tạo nên. Do vậy FET là loại cấu kiện đơn cực (unipolar device).
- FET có trở kháng vào rất cao.
- Tiếng ồn trong FET ít hơn nhiều so với transistor lưỡng cực.
- Nó không bù điện áp tại dòng $I_D = 0$ và do đó nó là cái ngắt điện tốt.
- Có độ ổn định về nhiệt cao.
- Tần số làm việc cao.

- **Một số nhược điểm:** Nhược điểm chính của FET là hệ số khuếch đại thấp hơn nhiều so với transistor lưỡng cực.

Giống và khác nhau giữa FET so với BJT

- **Giống nhau:**

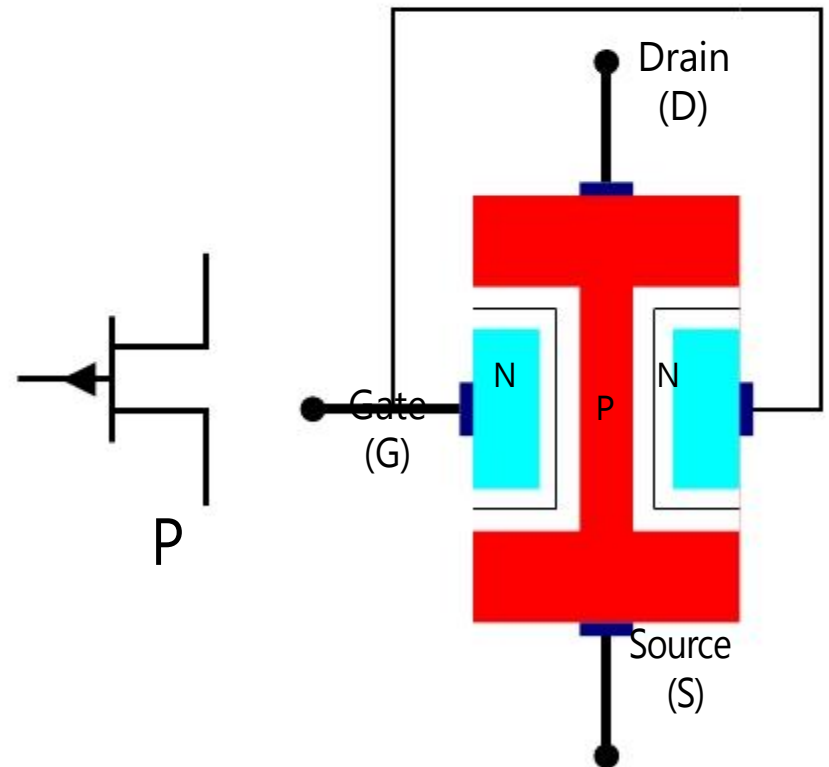
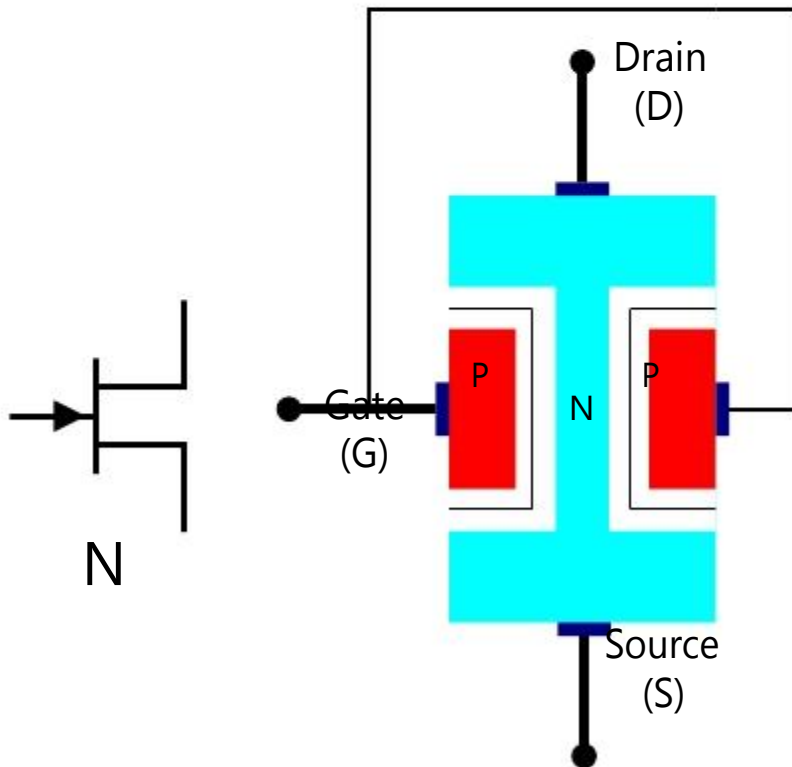
- Sử dụng làm bộ khuếch đại.
- làm thiết bị đóng ngắt bán dẫn.
- Thích ứng với những mạch trở kháng.

- **Một số sự khác nhau:**

- BJT phân cực bằng dòng, còn FET phân cực bằng điện áp.
- BJT có hệ số khuếch đại cao, FET có trở kháng vào lớn.
- FET ít nhạy cảm với nhiệt độ, nên thường được sử dụng trong các IC tích hợp.
- Trạng thái ngắt của FET tốt hơn so với BJT

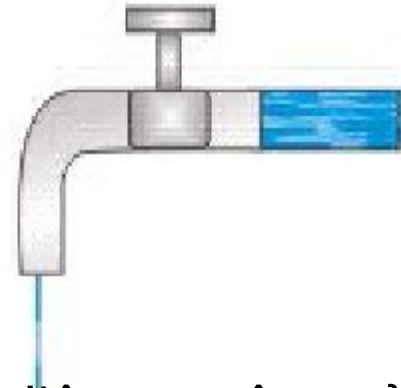
2. Cấu tạo JFET

- Có 2 loại JFET : kênh n và kênh P.
- JFET kênh n thường thông dụng hơn.
- JFET có 3 cực: cực Nguồn S (source); cực Cửa G (gate); cực Máng D (drain).
- Cực D và cực S được kết nối vào kênh n.
- cực G được kết nối vào vật liệu bán dẫn p



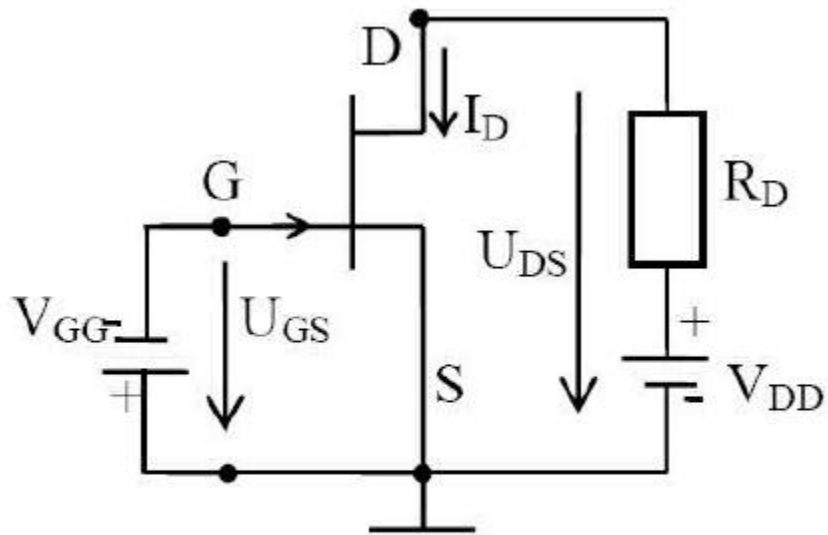
Cơ bản về hoạt động của JFET

JFET hoạt động giống như hoạt động của một khóa nước.

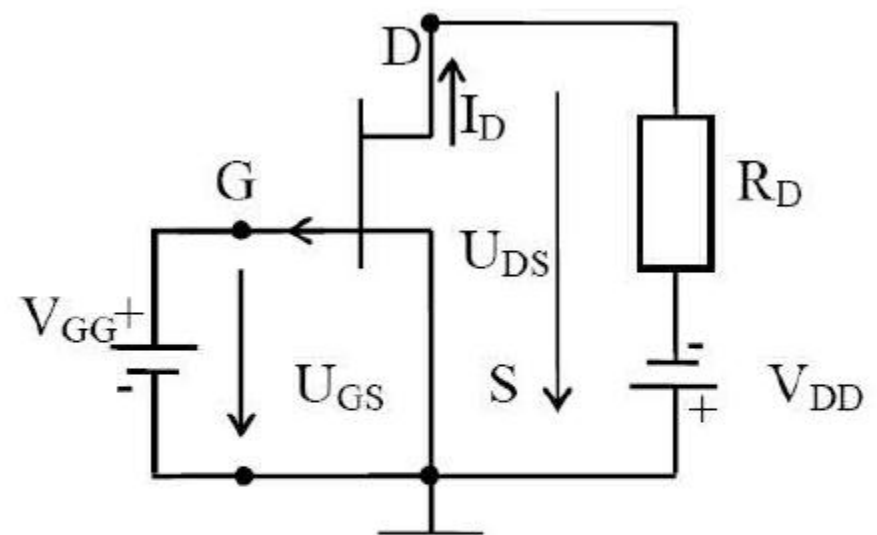


- Nguồn áp lực nước-tích lũy các hạt e^- ở điện cực âm của nguồn điện áp cung cấp từ D và S.
- Ống nước ra - thiếu các e^- hay lỗ trống tại cực dương của nguồn điện áp cung cấp từ D và S.
- Điều khiển lượng đóng mở nước-điện áp tại G điều khiển độ rộng của kênh n , kiểm soát dòng chảy e^- trong kênh n từ S tới D.

sơ đồ mạch JFET

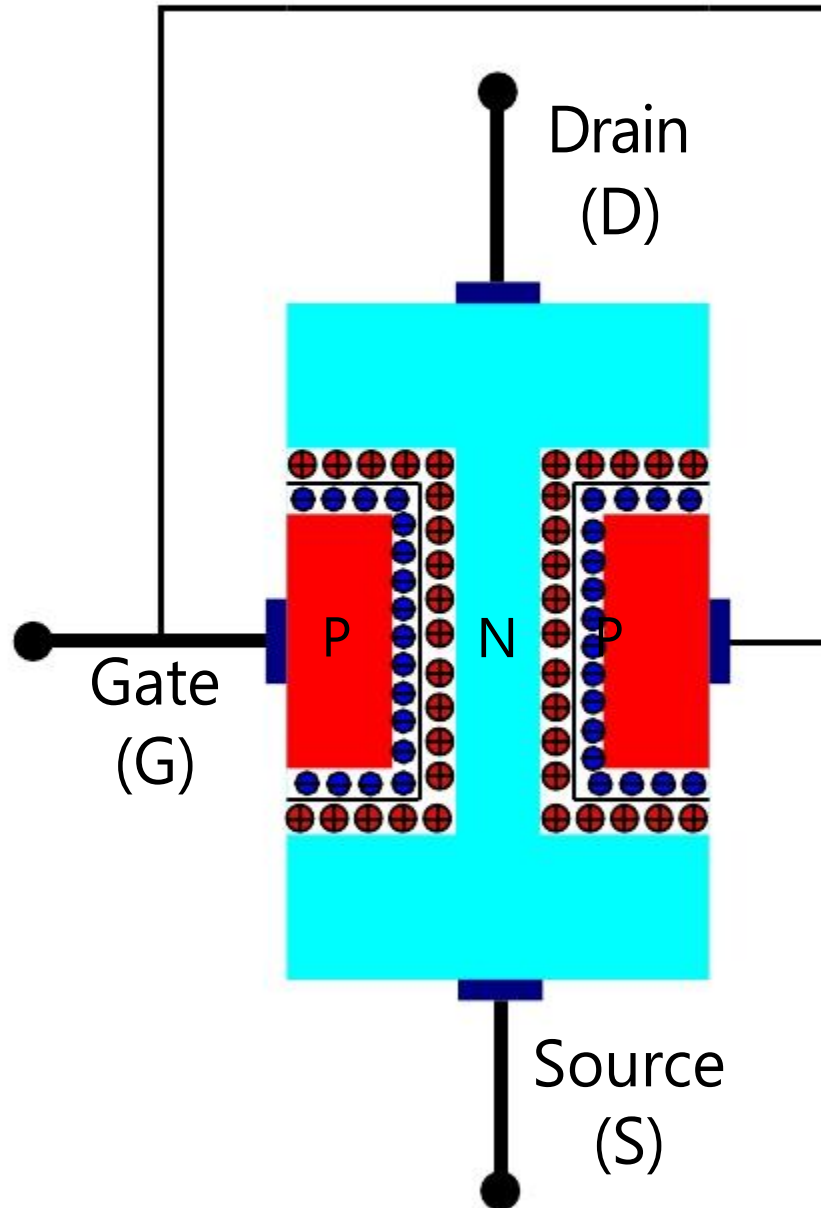


a/ JFET kênh N

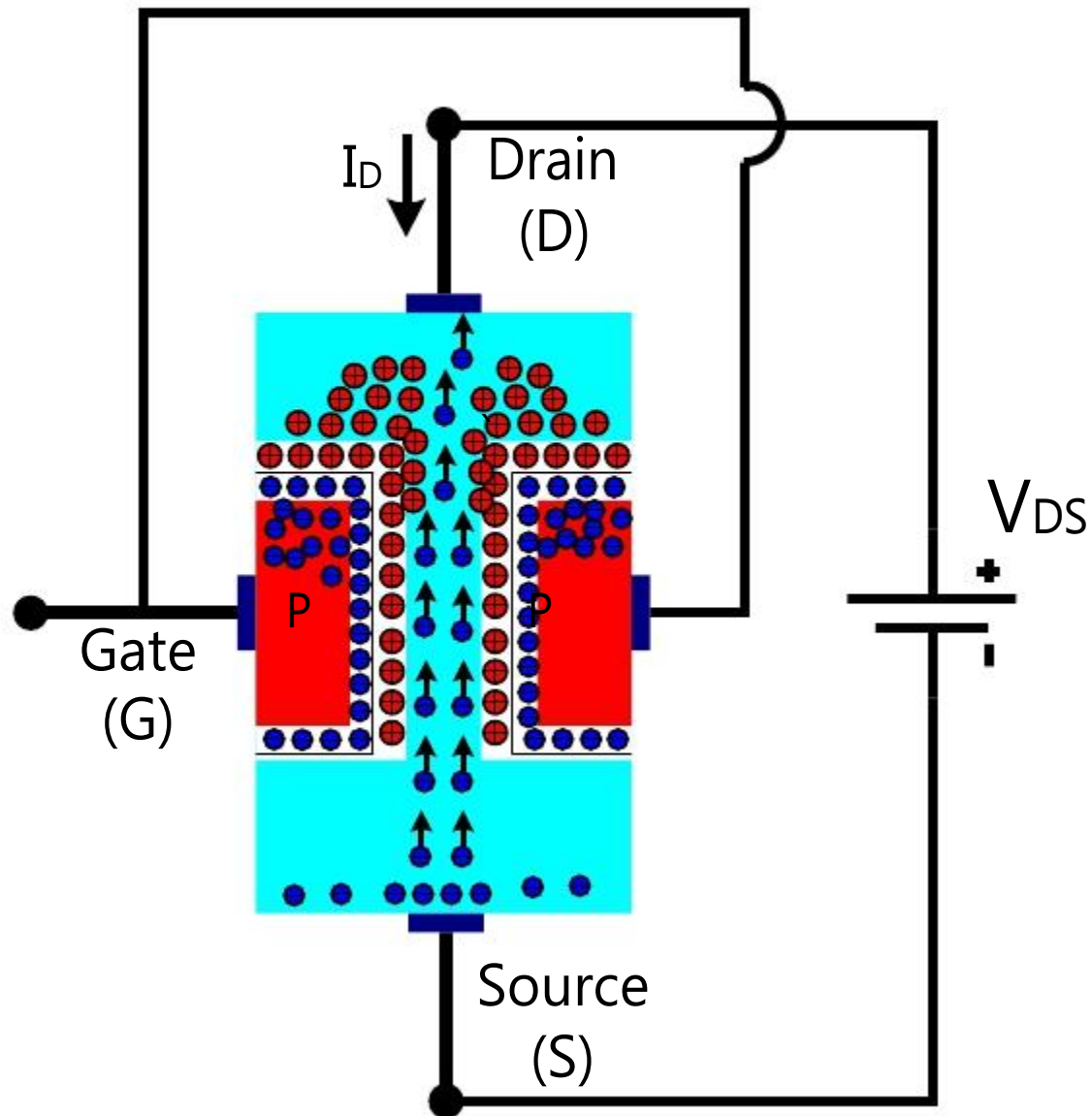


b/ JFET kênh P

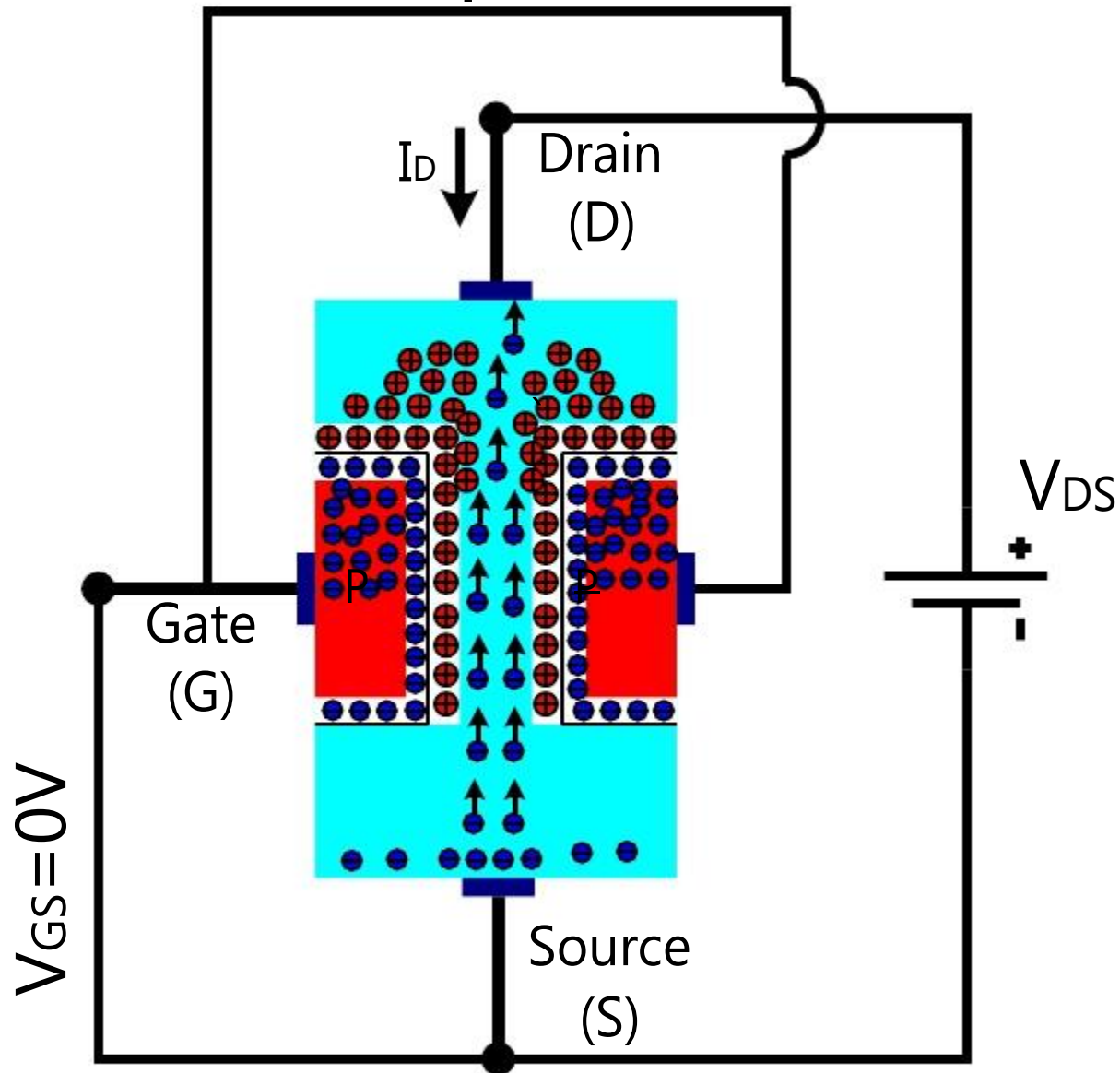
JFET kênh N khi chưa phân cực



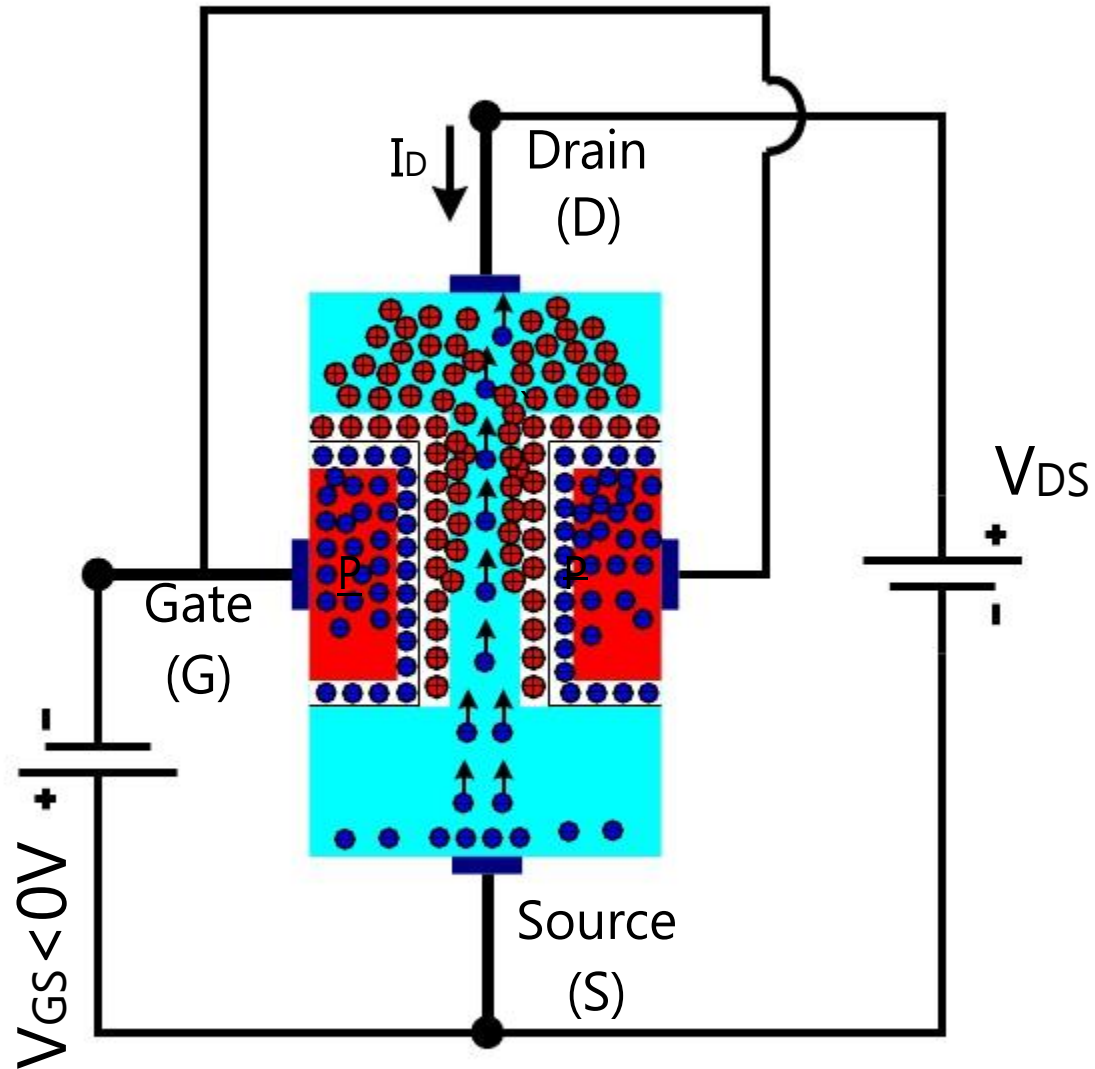
JFET kênh N khi đặt điện áp vào D và S,
chân G không kết nối



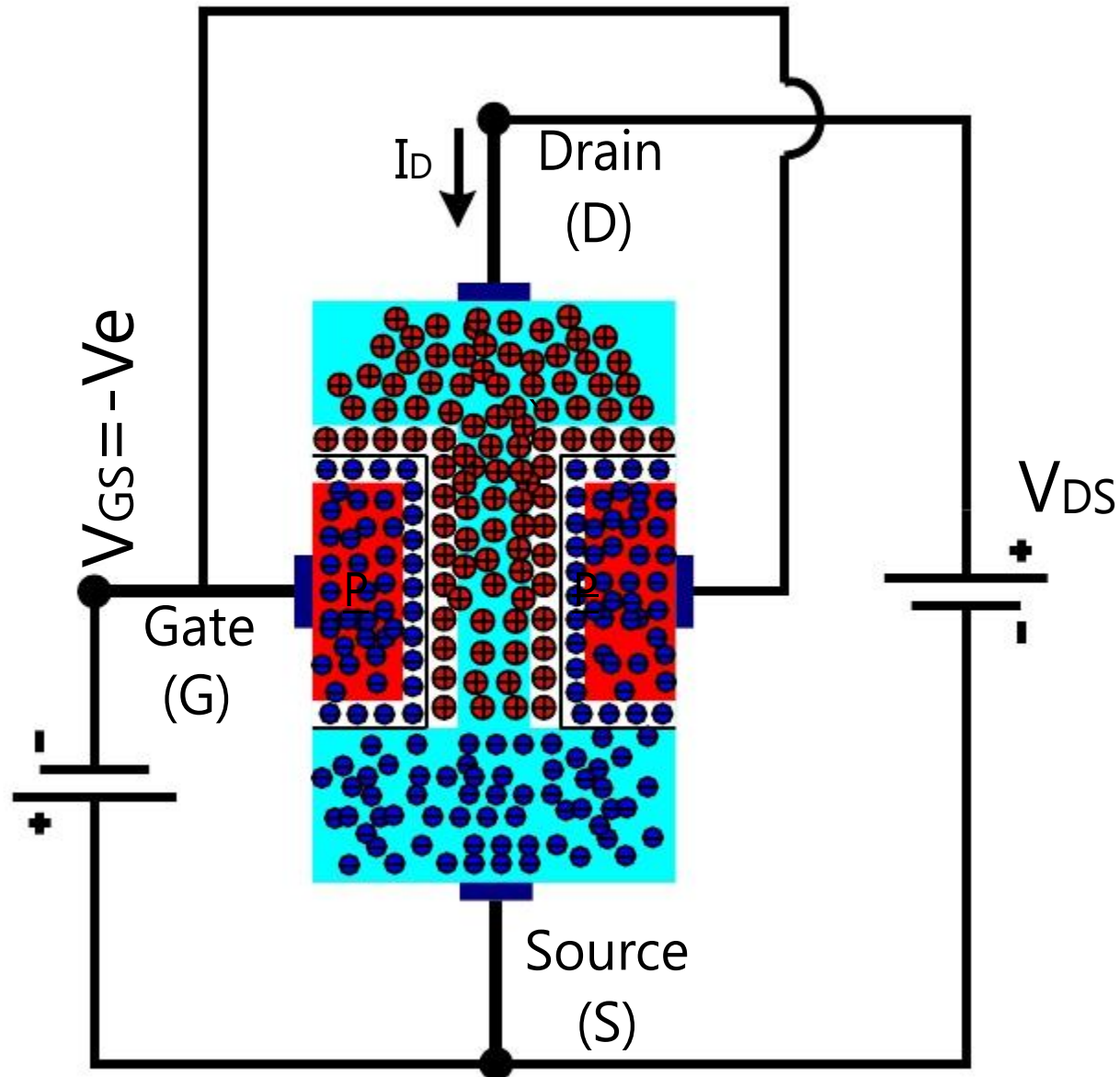
JFET kênh N khi phân cực bảo hòa



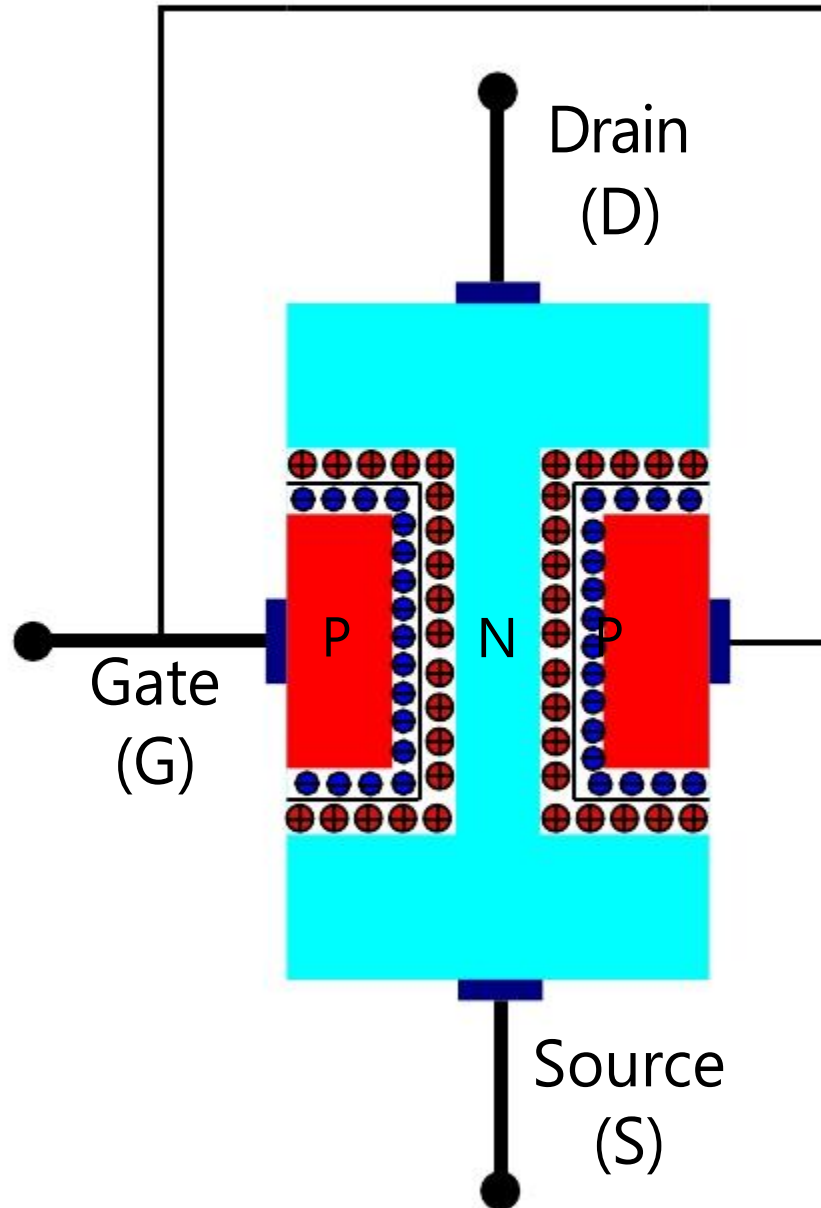
JFET kênh N phân cực



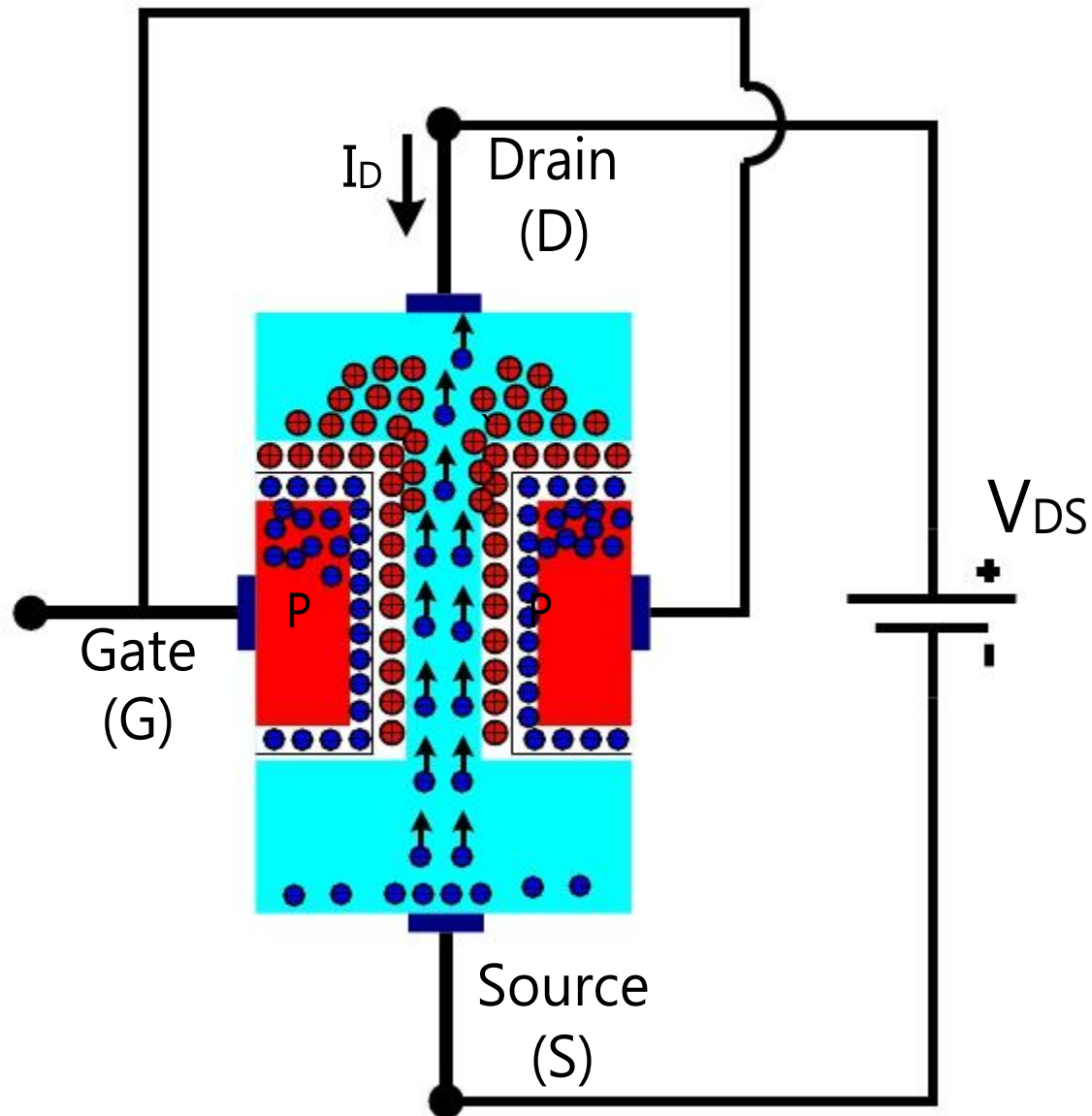
JFET kênh N ở chế độ ngưng



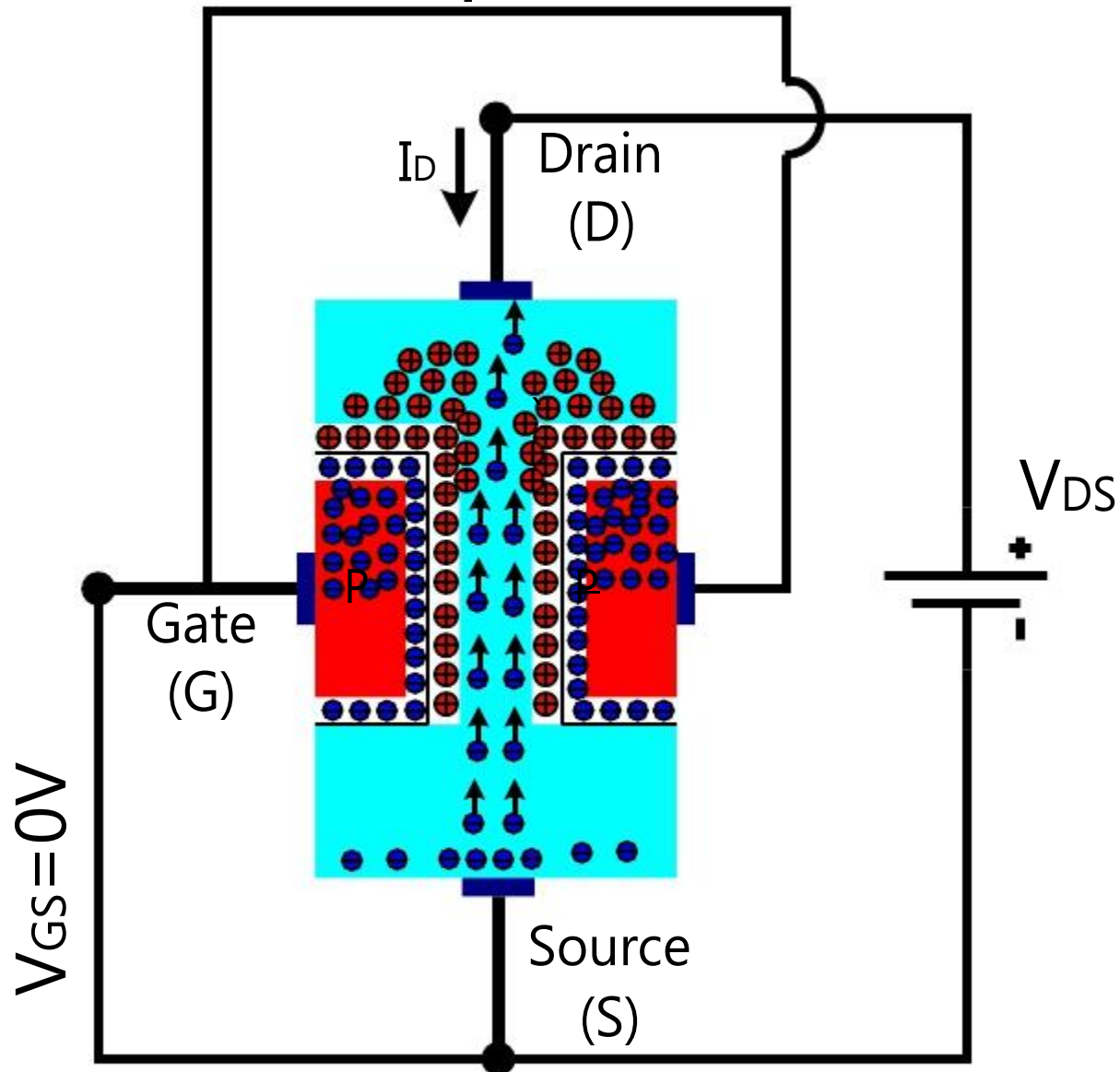
JFET kênh N khi chưa phân cực



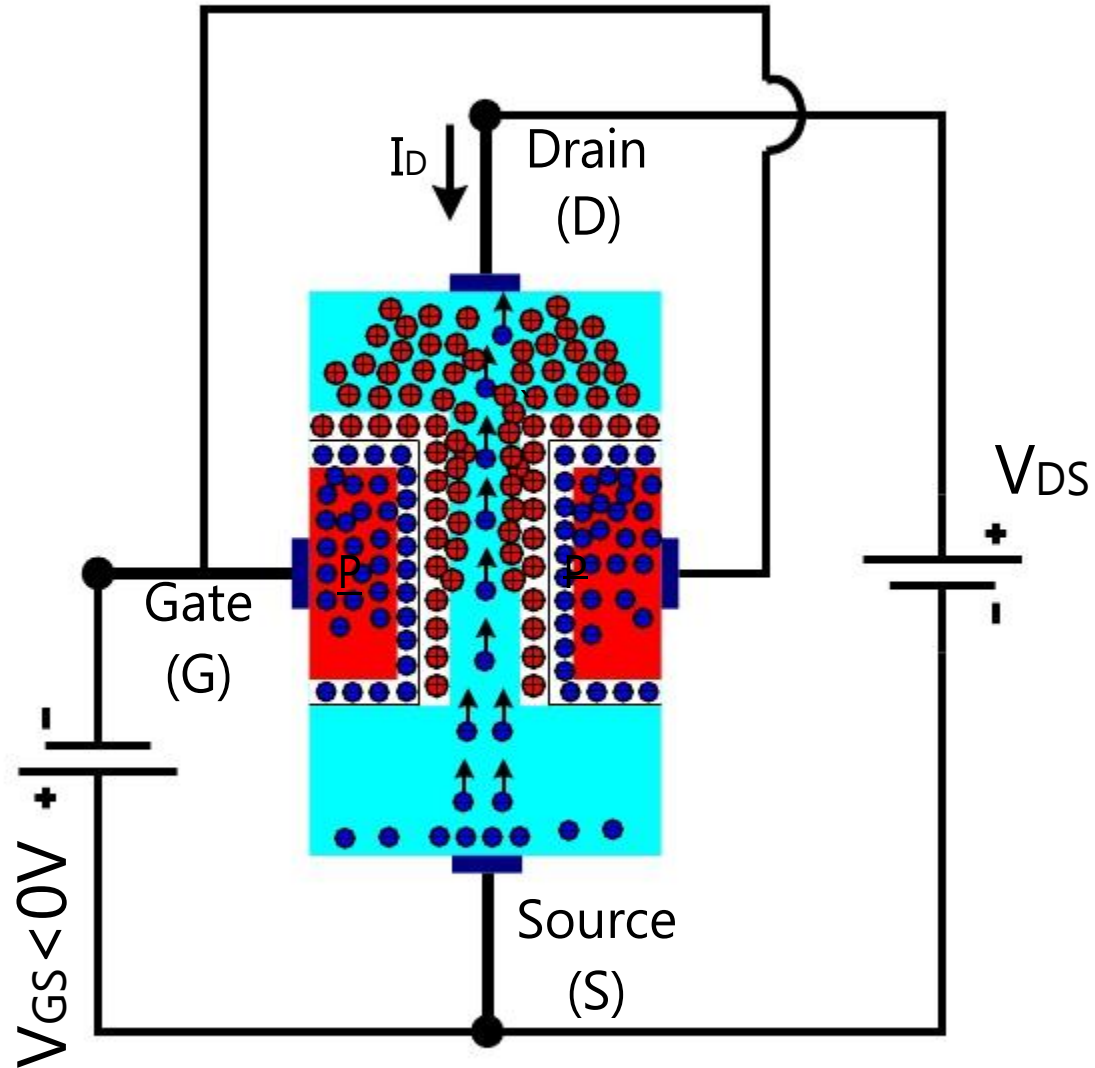
JFET kênh N khi đặt điện áp vào D và S,
chân G không kết nối



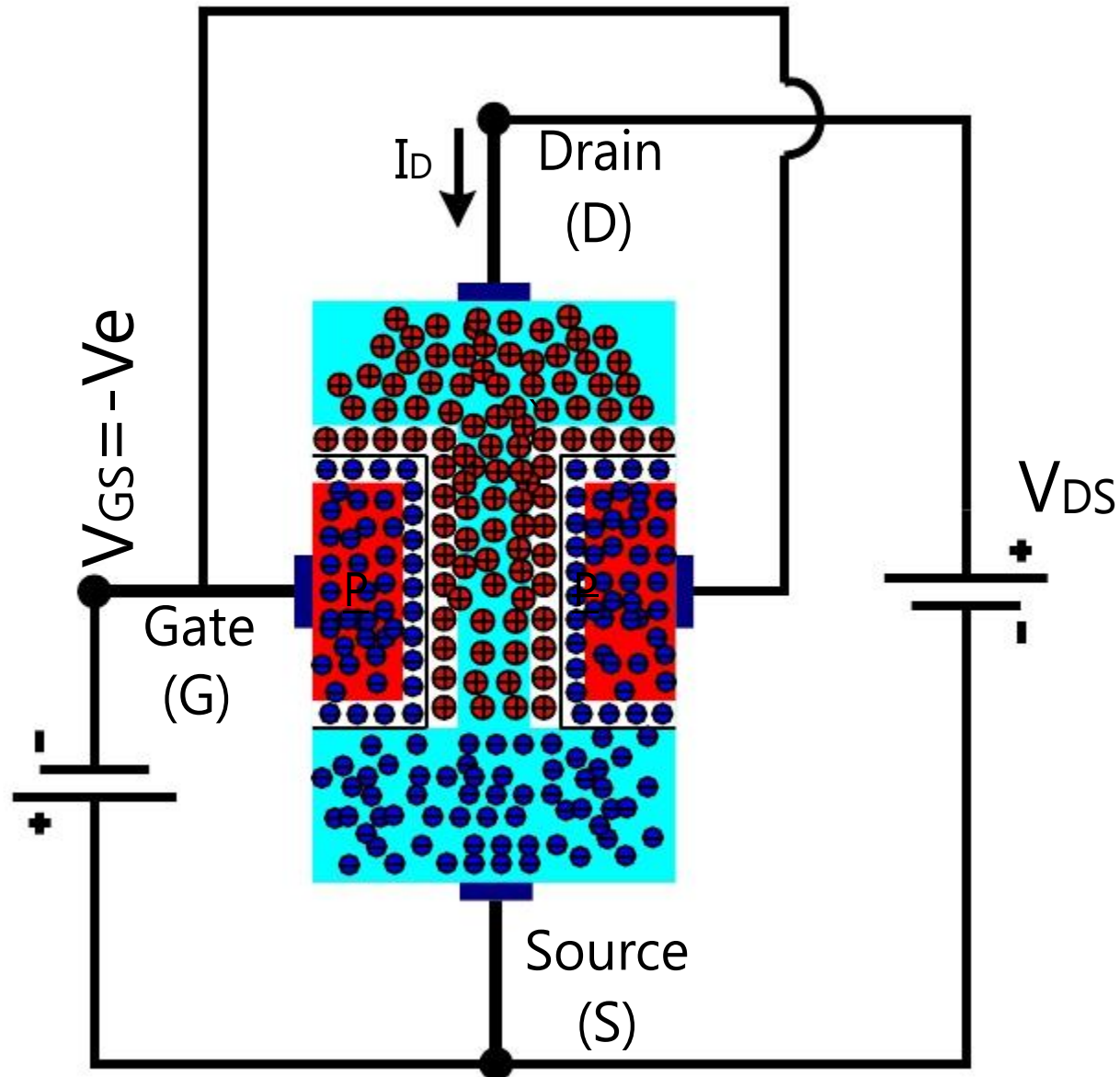
JFET kênh N khi phân cực bảo hòa



JFET kênh N phân cực



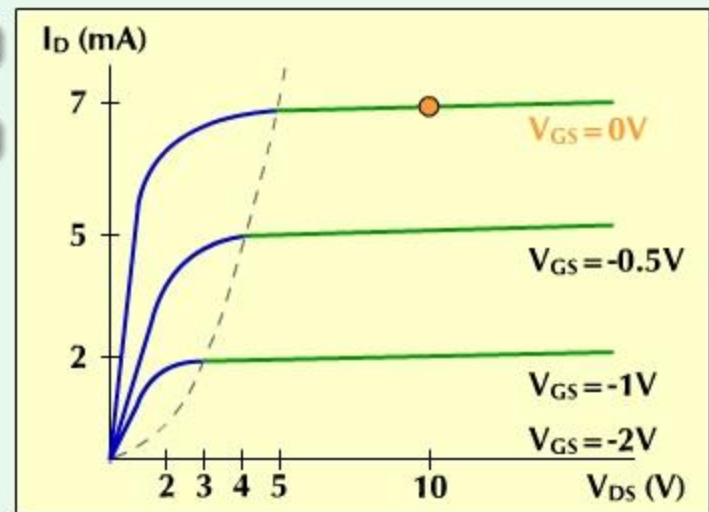
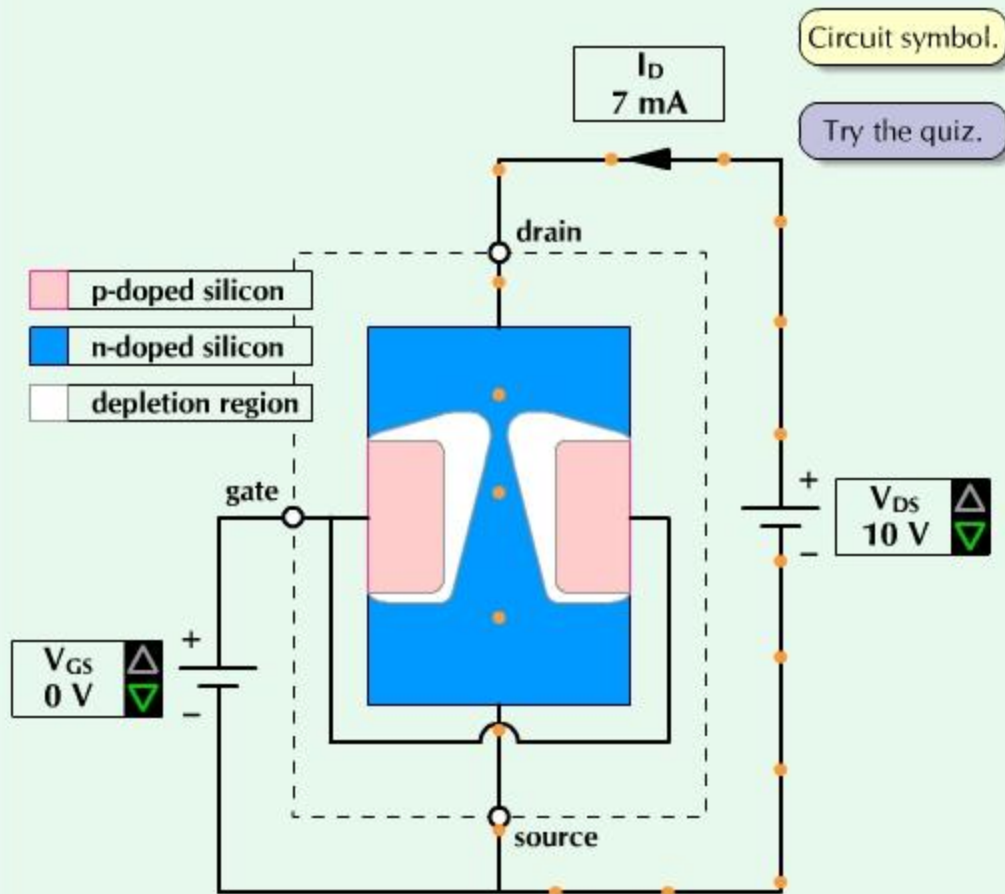
JFET kênh N ở chế độ ngưng



Đặc điểm hoạt động JFET

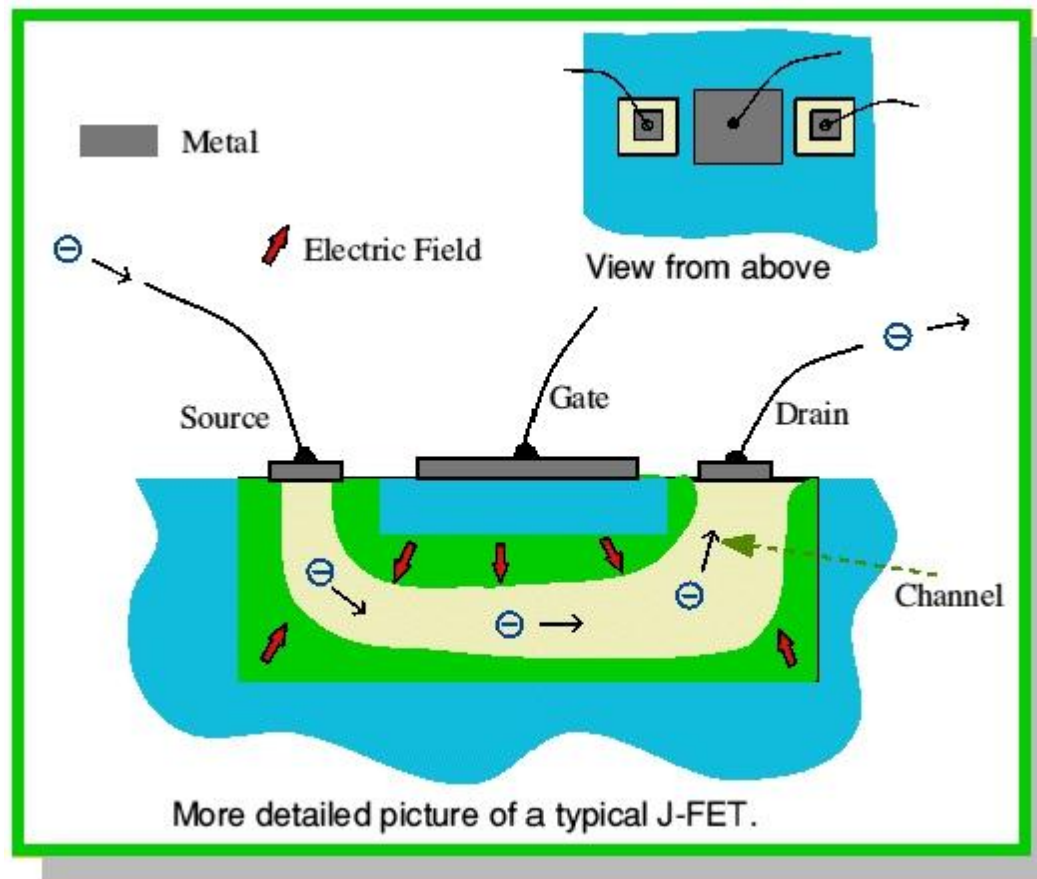
JFET kênh N có 3 chế độ hoạt động cơ bản khi $V_{DS} > 0$:

- A. $V_{GS} = 0$, JFET hoạt động bảo hòa, $I_D = I_{D_{max}}$**
- B. $V_{GS} < 0$, JFET hoạt động tuyến tính, $I_D \propto V_{GS}$**
- C. $V_{GS} = -V_{ngắt}$, JFET ngưng hoạt động, $I_D = 0$**

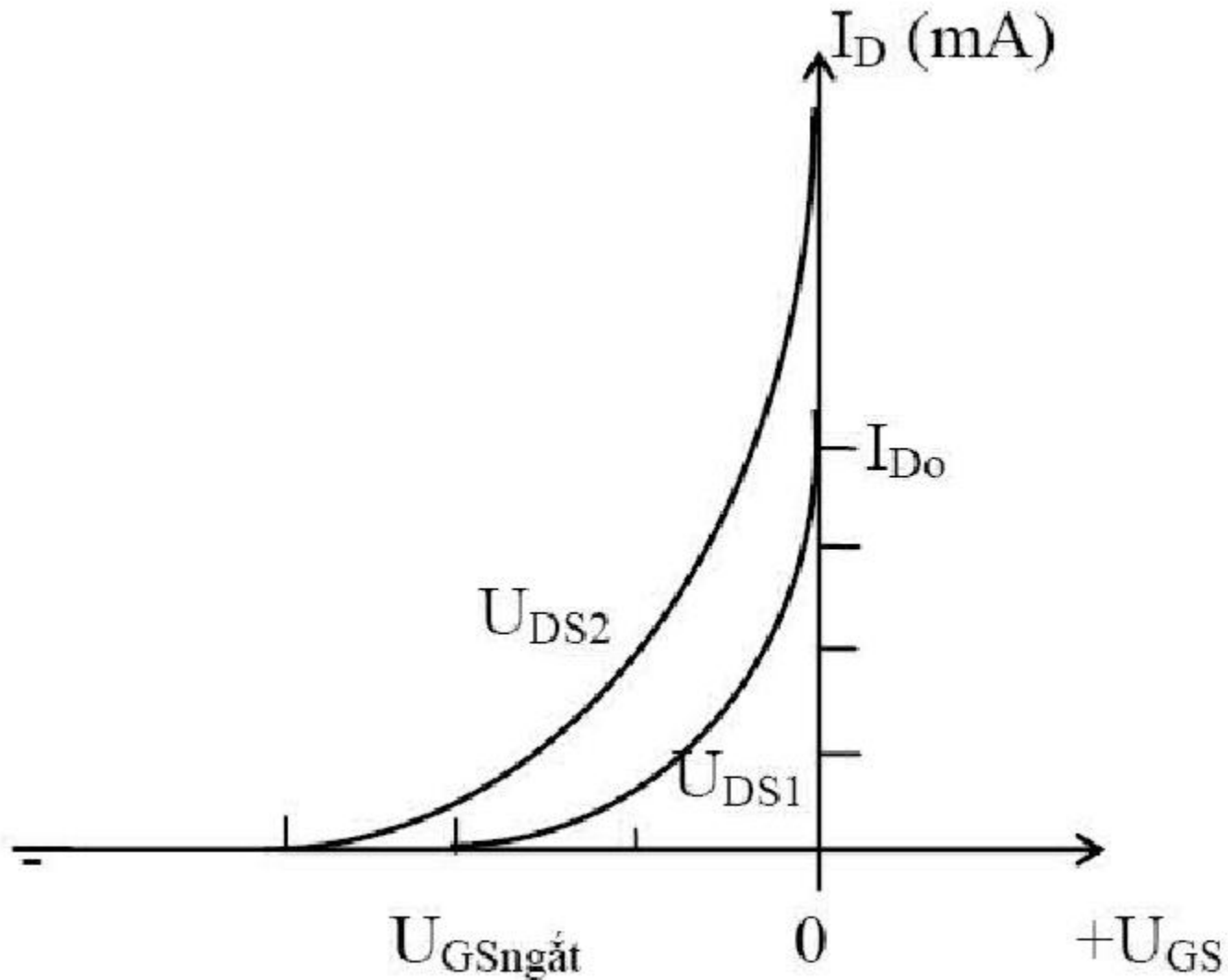


Text inserted here...
Text inserted here...
Text inserted here...
Text inserted here...

Nguyên lý hoạt động của JFET

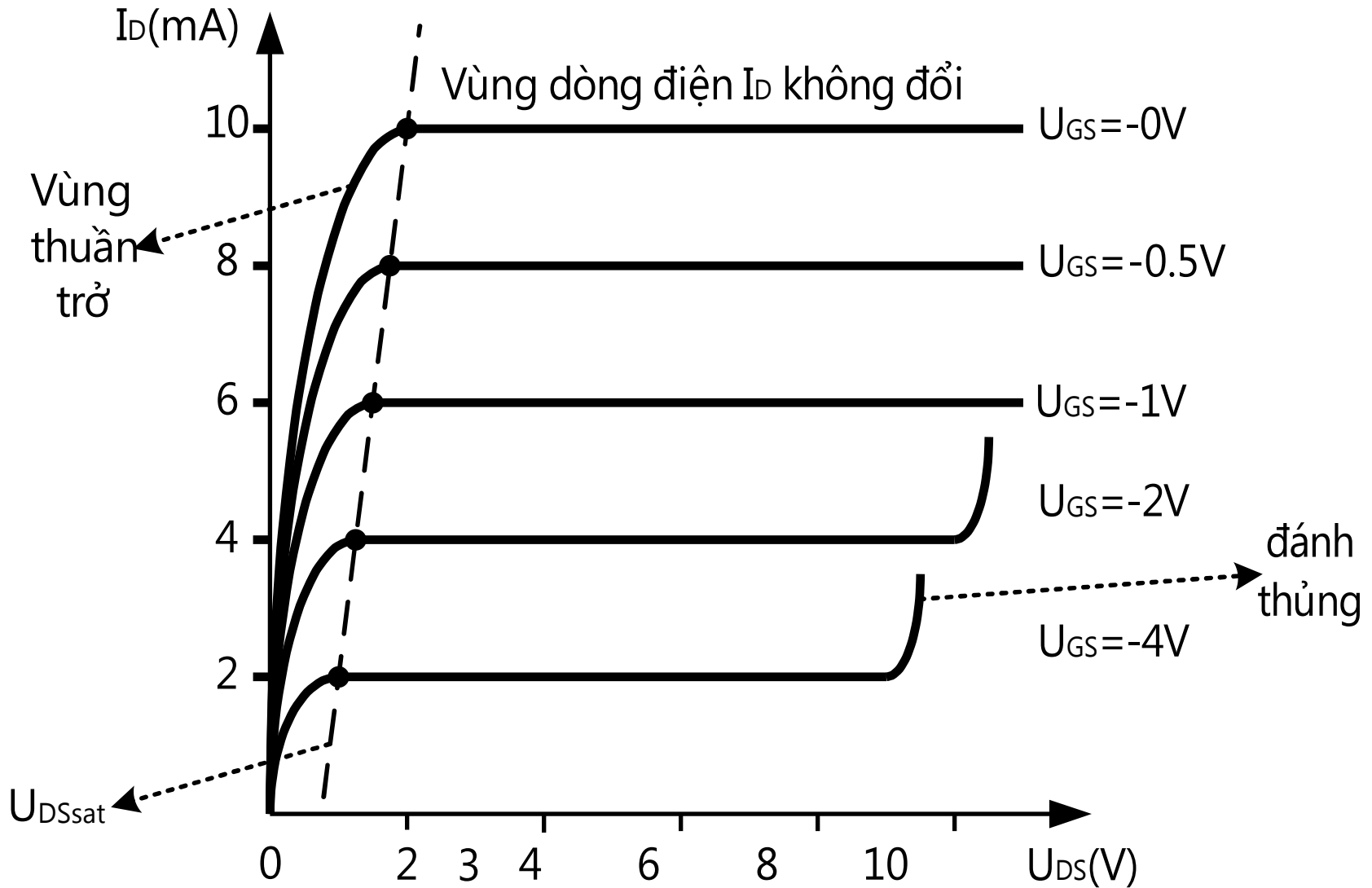


Đặc tuyến truyền đạt



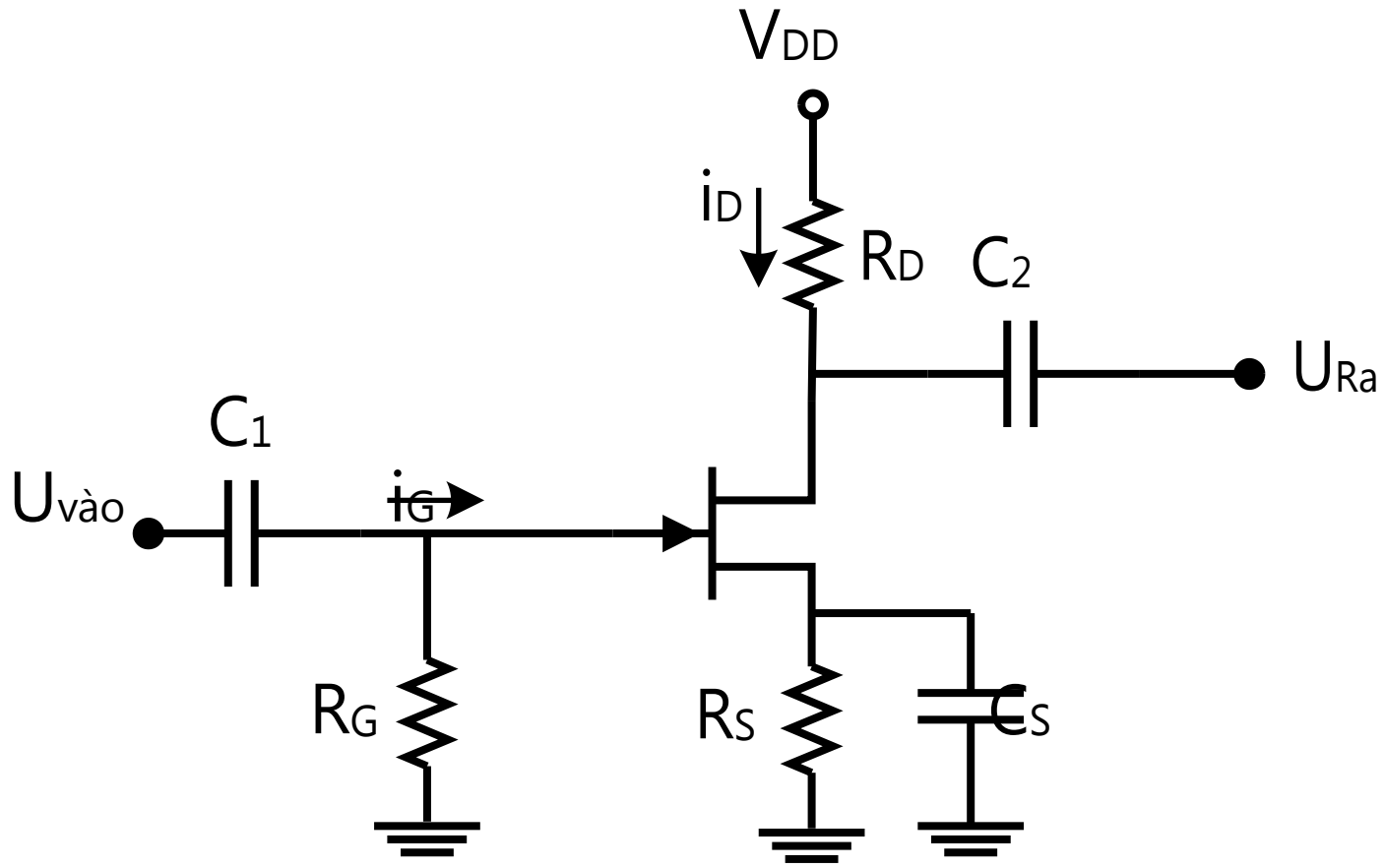
Đặc tuyến ra của JFET ,

$$U_{GS} = \text{const}, I_D = f(U_{DS})$$

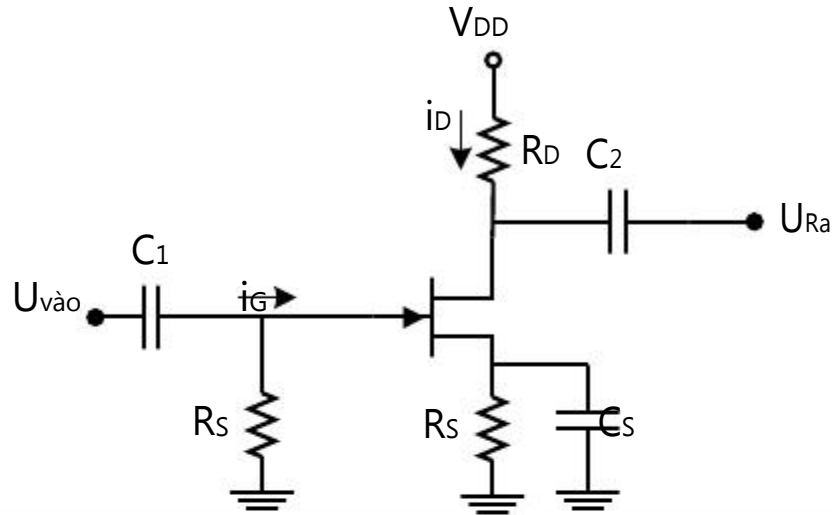


Các cách mắc của JFET trong sơ đồ mạch

Sơ đồ cực nguồn chung

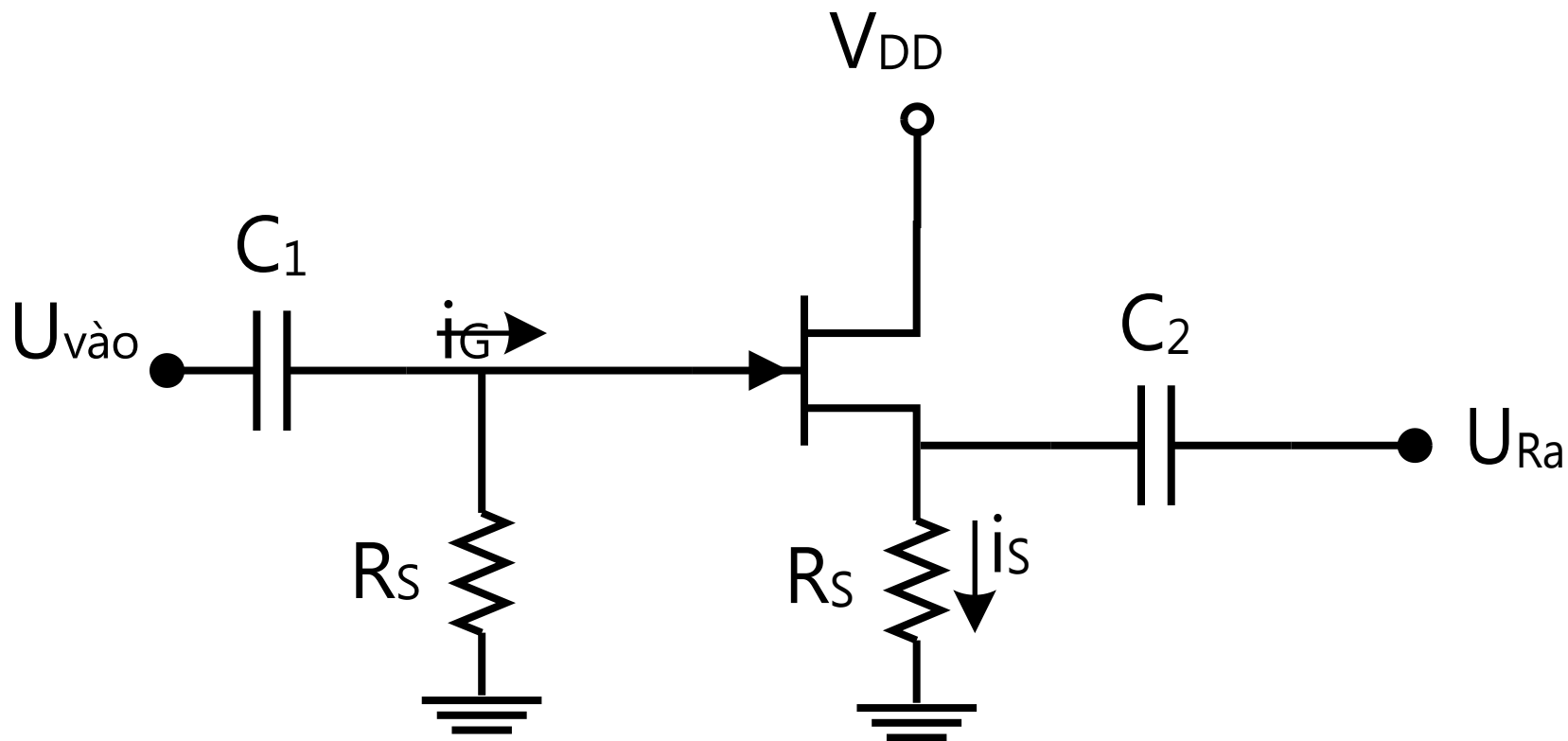


Sơ đồ cực nguồn chung

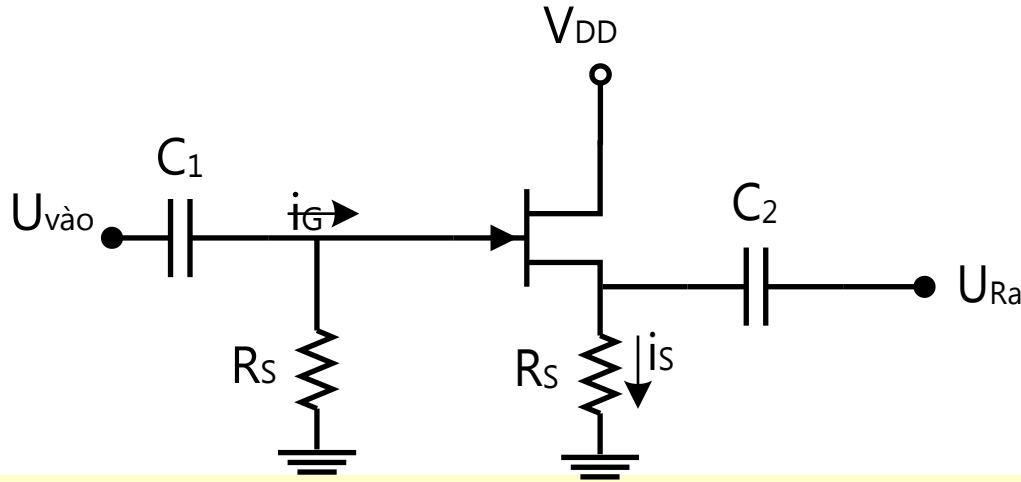


- Đặc điểm của sơ đồ cực nguồn chung:
 - Tín hiệu vào và tín hiệu ra ngược pha nhau.
 - Trở kháng vào rất lớn $Z_{\text{vào}} = R_{GS} \approx \infty$
 - Trở kháng ra $Z_{\text{ra}} = R_D // r_d$
 - Hệ số khuếch đại điện áp $\mu \approx S_{rd} > 1$
 - Đối với transistor JFET kênh N thì hệ số khuếch đại điện áp khoảng từ 150 lần đến 300 lần, còn đối với transistor JFET kênh loại P thì hệ số khuếch đại chỉ bằng một nửa là khoảng từ 75 lần đến 150 lần.

Sơ đồ mắc cực máng chung

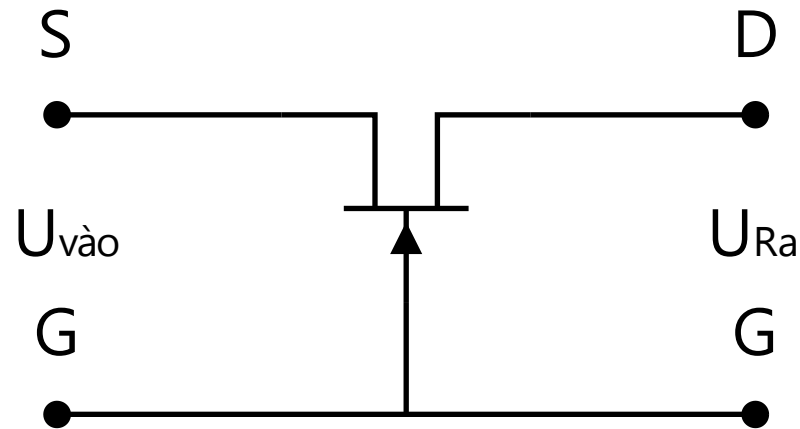


Sơ đồ mắc cực máng chung



- Đặc điểm của sơ đồ này có:
 - Tín hiệu vào và tín hiệu ra đồng pha nhau.
 - Trở kháng vào rất lớn $Z_{\text{vào}} = R_{GD} = \infty$
 - Trở kháng ra rất nhỏ
 - Hệ số khuếch đại điện áp $\mu < 1$
 - Sơ đồ cực máng chung được dùng rộng rãi hơn, cơ bản là do nó giảm được điện dung vào của mạch, đồng thời có trở kháng vào rất lớn. Sơ đồ này thường được dùng để phối hợp trở kháng giữa các mạch.

Sơ đồ mắc cực cửa chung



- Sơ đồ này theo nguyên tắc không được sử dụng do có trở kháng vào nhỏ, trở kháng ra lớn.

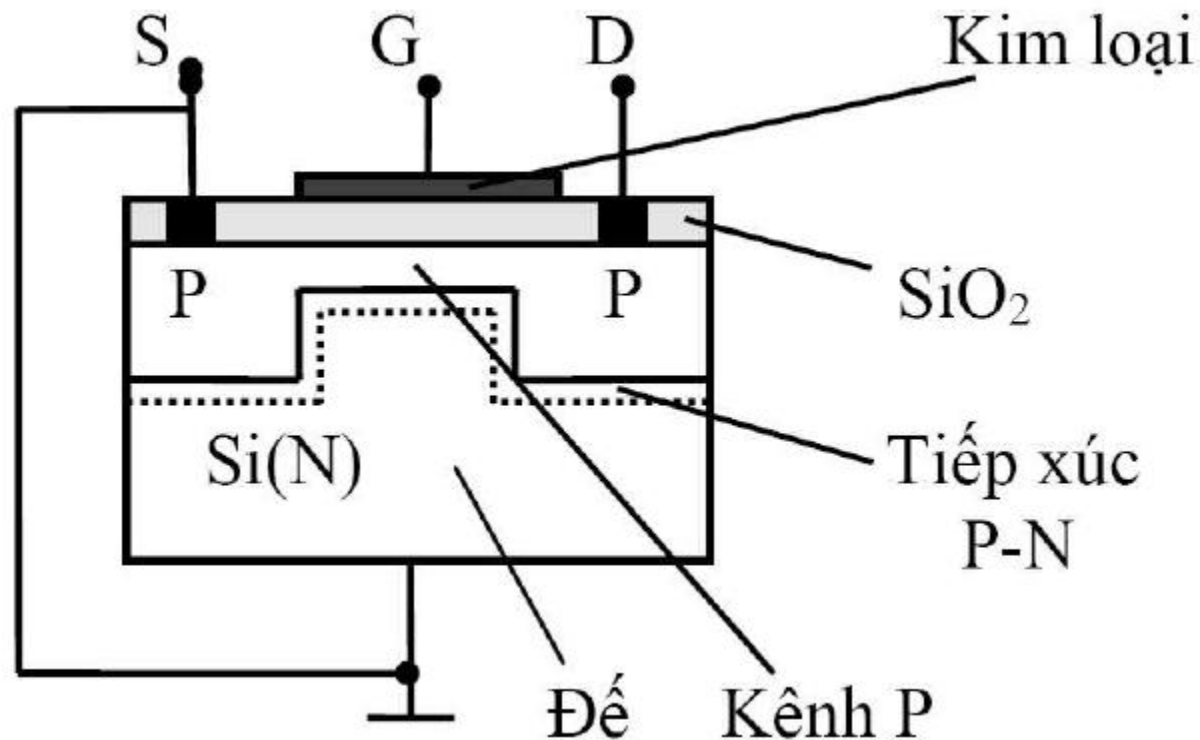
Transistor trường loại cực cửa cách ly (MOSFET)

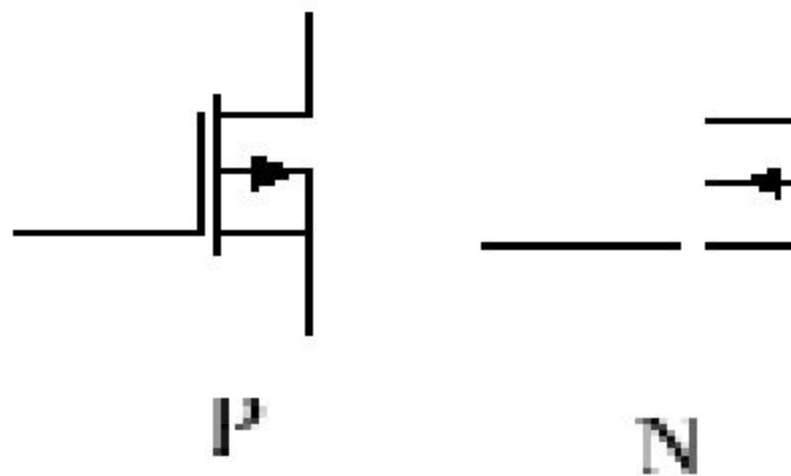
Transistor MOSFET

- Đây là loại transistor trường có cực cửa cách điện với kênh dẫn điện bằng một lớp cách điện mỏng. Lớp cách điện thường dùng là chất oxit nên ta thường gọi tắt là transistor trường loại MOS. Tên gọi MOS được viết tắt từ ba từ tiếng Anh là: **Metal - Oxide - Semiconductor**.
- Transistor trường MOS có hai loại: transistor **MOSFET có kênh sẵn** và transistor **MOSFET kênh cảm ứng**. Trong mỗi loại MOSFET này lại có hai loại là kênh dẫn loại P và kênh loại N.

Cấu tạo của MOSFET kênh sẵn

- Transistor trường MOSFET kênh sẵn còn gọi là **MOSFET-chế độ nghèo** (*Depletion-Mode MOSFET viết tắt là DE-MOSFET*).
- Transistor trường loại MOS có kênh sẵn là loại transistor mà khi chế tạo người ta đã chế tạo sẵn kênh dẫn.



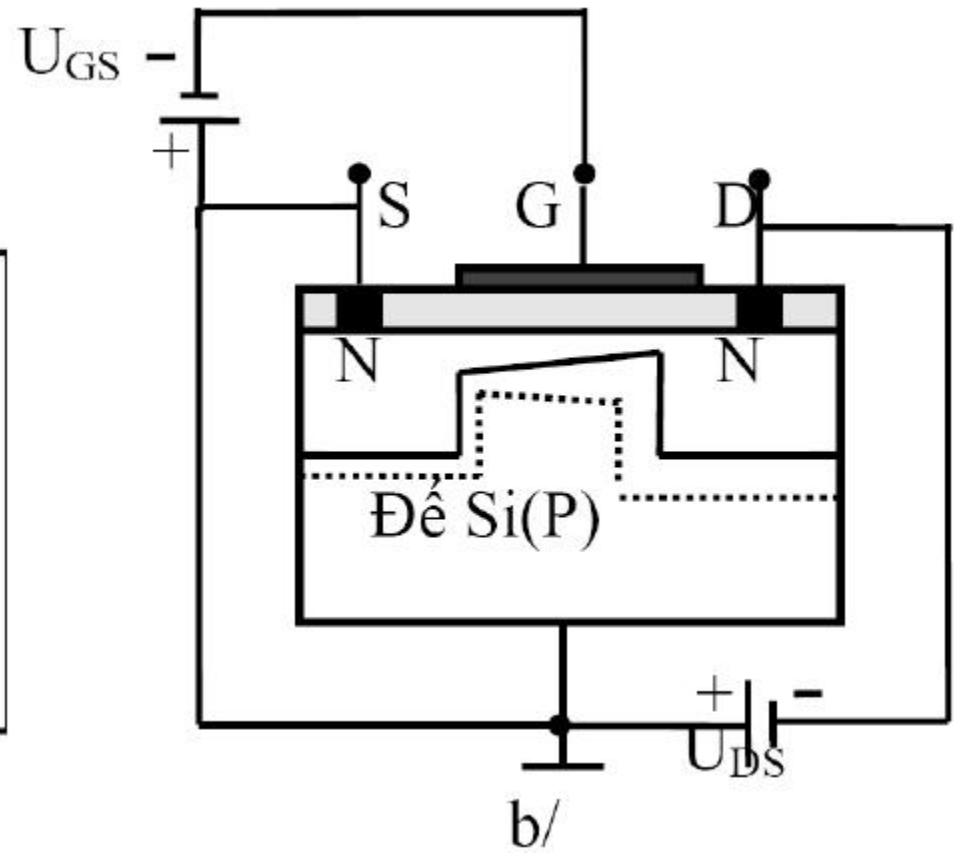
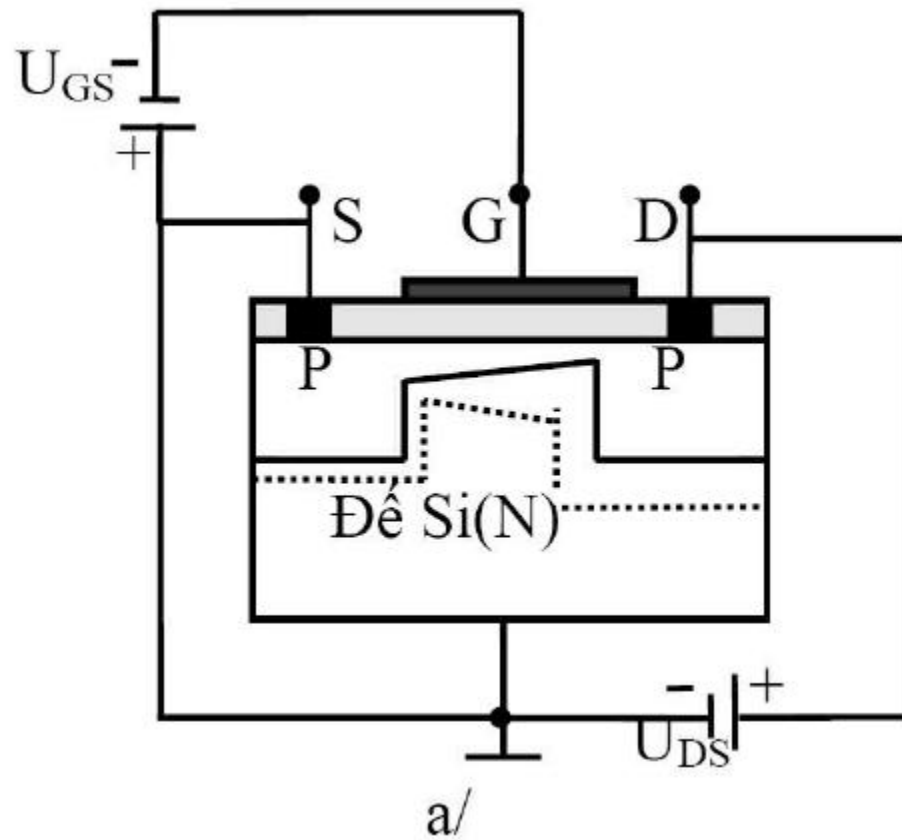


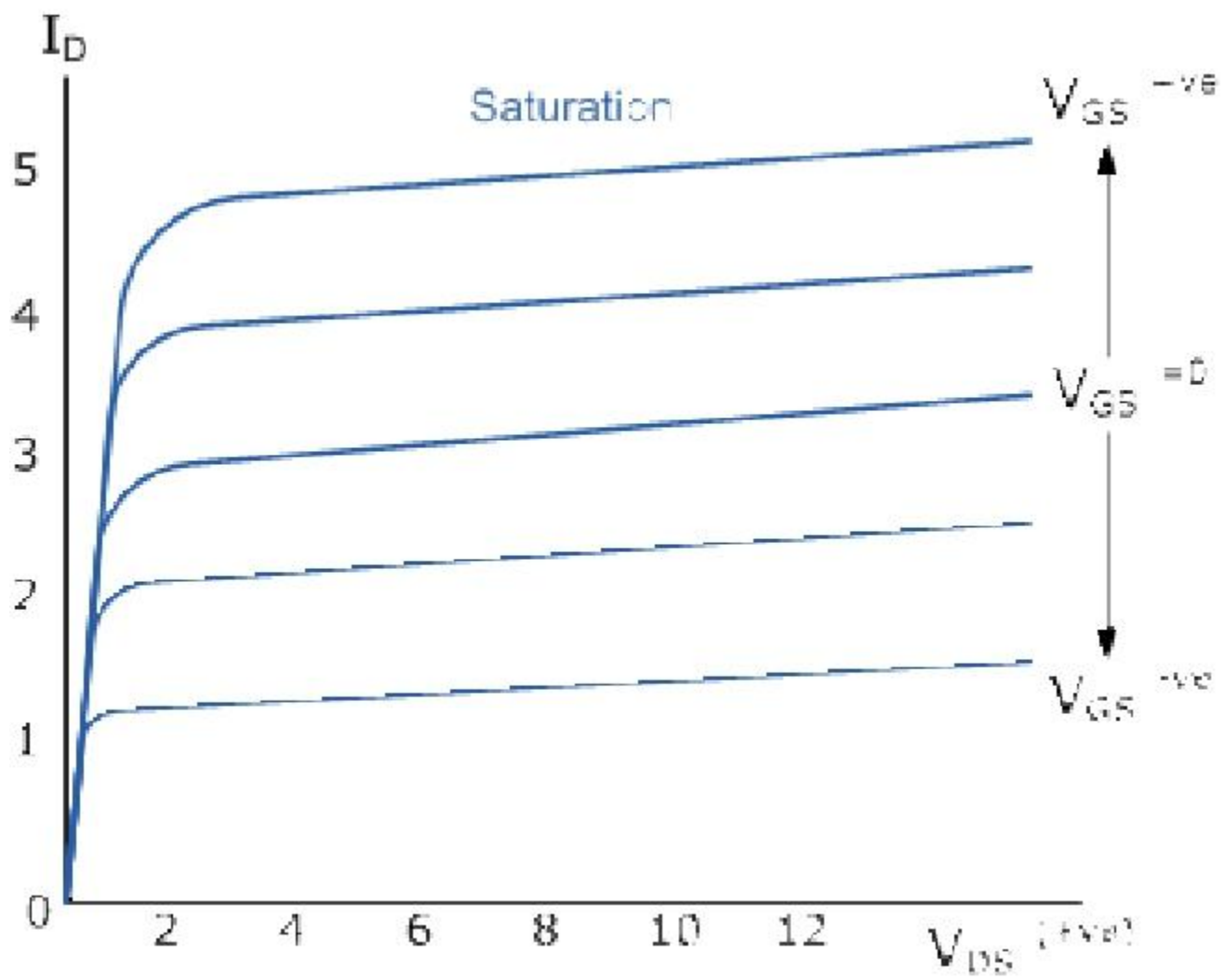
b). MOSFET kênh p và n

Nguyên lý hoạt động

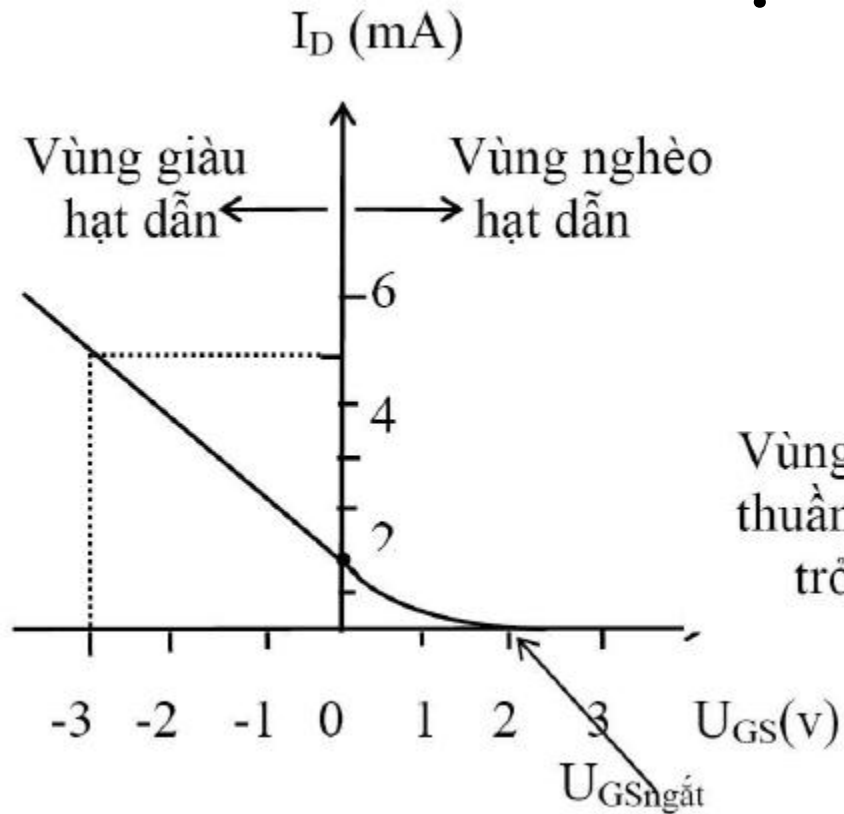
- Khi transistor làm việc, thông thường cực nguồn S được nối với đế và nối đất nên $U_S=0$.
- Các điện áp đặt vào các chân cực cửa G và cực máng D là so với chân cực S.
- Nguyên tắc cung cấp nguồn điện cho các chân cực sao cho hạt dẫn đa số chạy từ cực nguồn S qua kênh về cực máng D để tạo nên dòng điện I_D trong mạch cực máng.
- Còn điện áp đặt trên cực cửa có chiều sao cho MOSFET làm việc ở chế độ giàu hạt dẫn hoặc ở chế độ nghèo hạt dẫn.
- Nguyên lý làm việc của hai loại transistor kênh P và kênh N giống nhau chỉ có cực tính của nguồn điện cung cấp cho các chân cực là trái dấu nhau.
- Đặc tính truyền đạt: $I_D = f(U_{GS})$ khi $U_{DS} = \text{const}$

Nguyên lý hoạt động

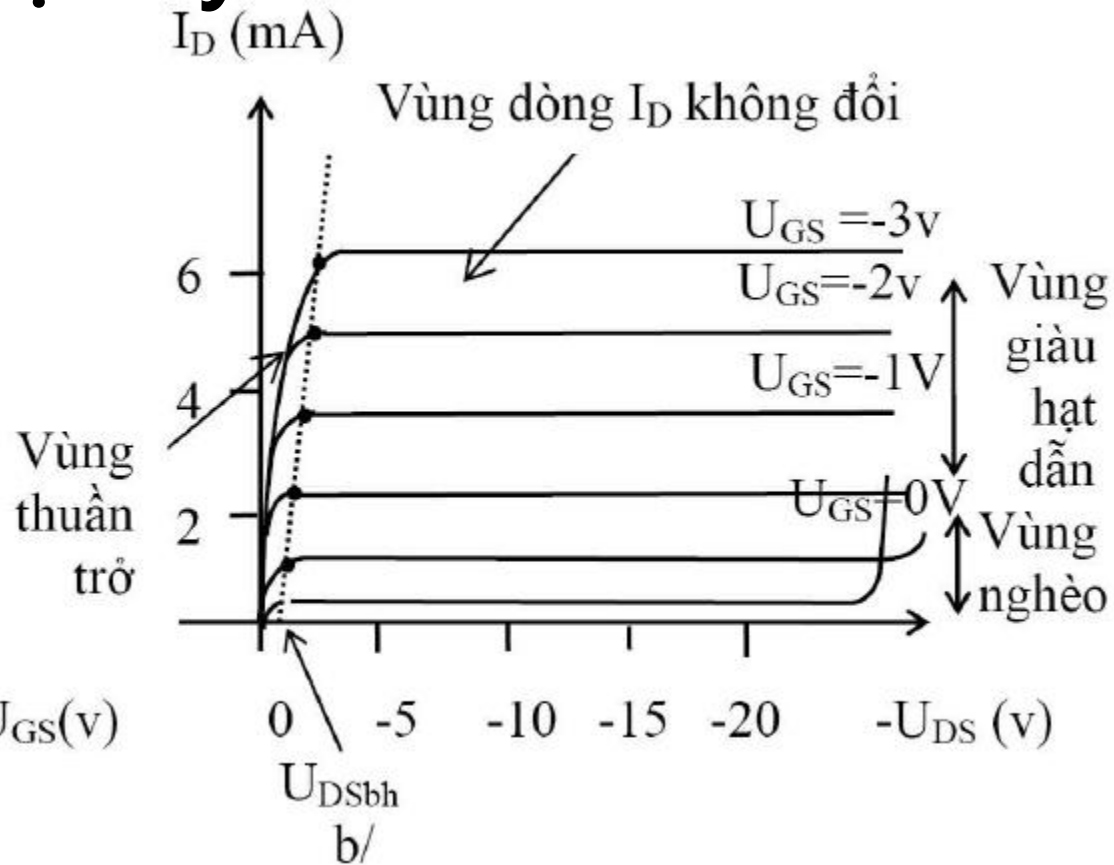




Đặc tuyến



a/

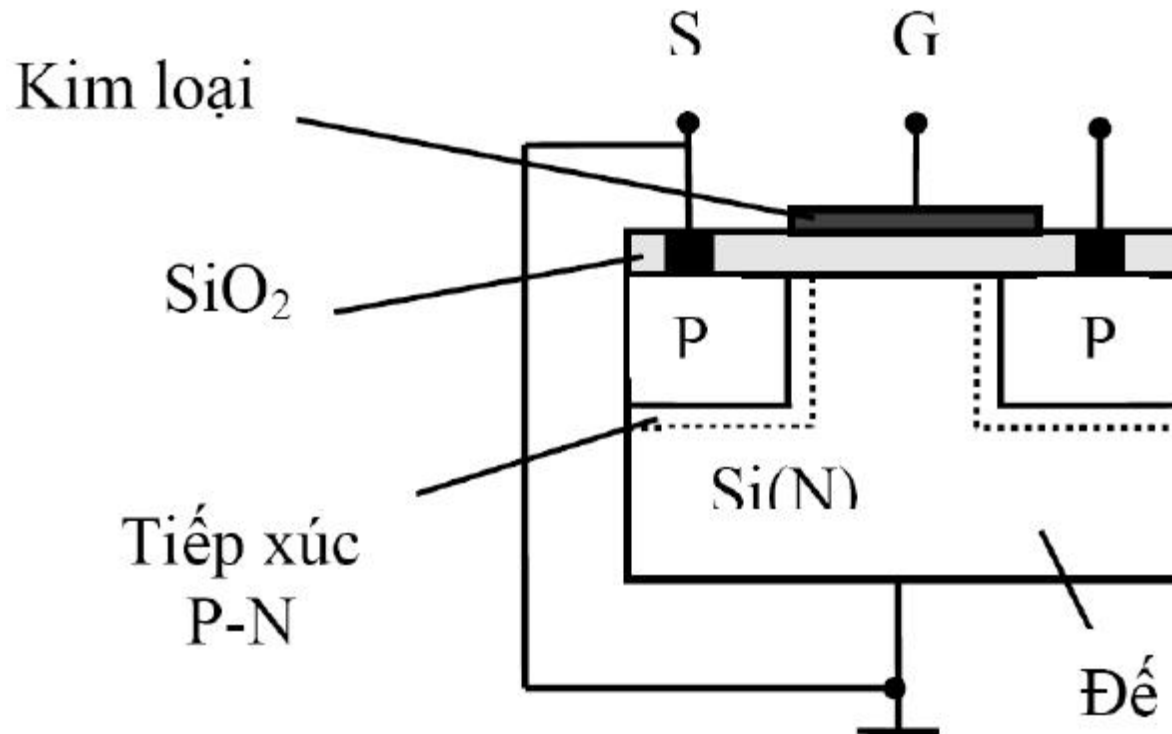


b/

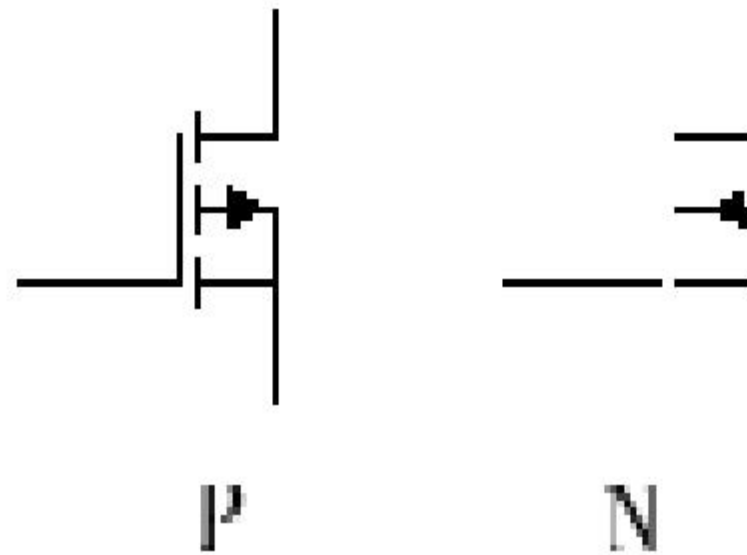
a. Họ đặc tuyến điều khiển $I_D = f(U_{GS})$ khi U_{DS} không đổi

b. Họ đặc tuyến ra $I_D = f(U_{DS})$ khi U_{GS} không đổi

Cấu tạo của MOSFET kênh cảm ứng



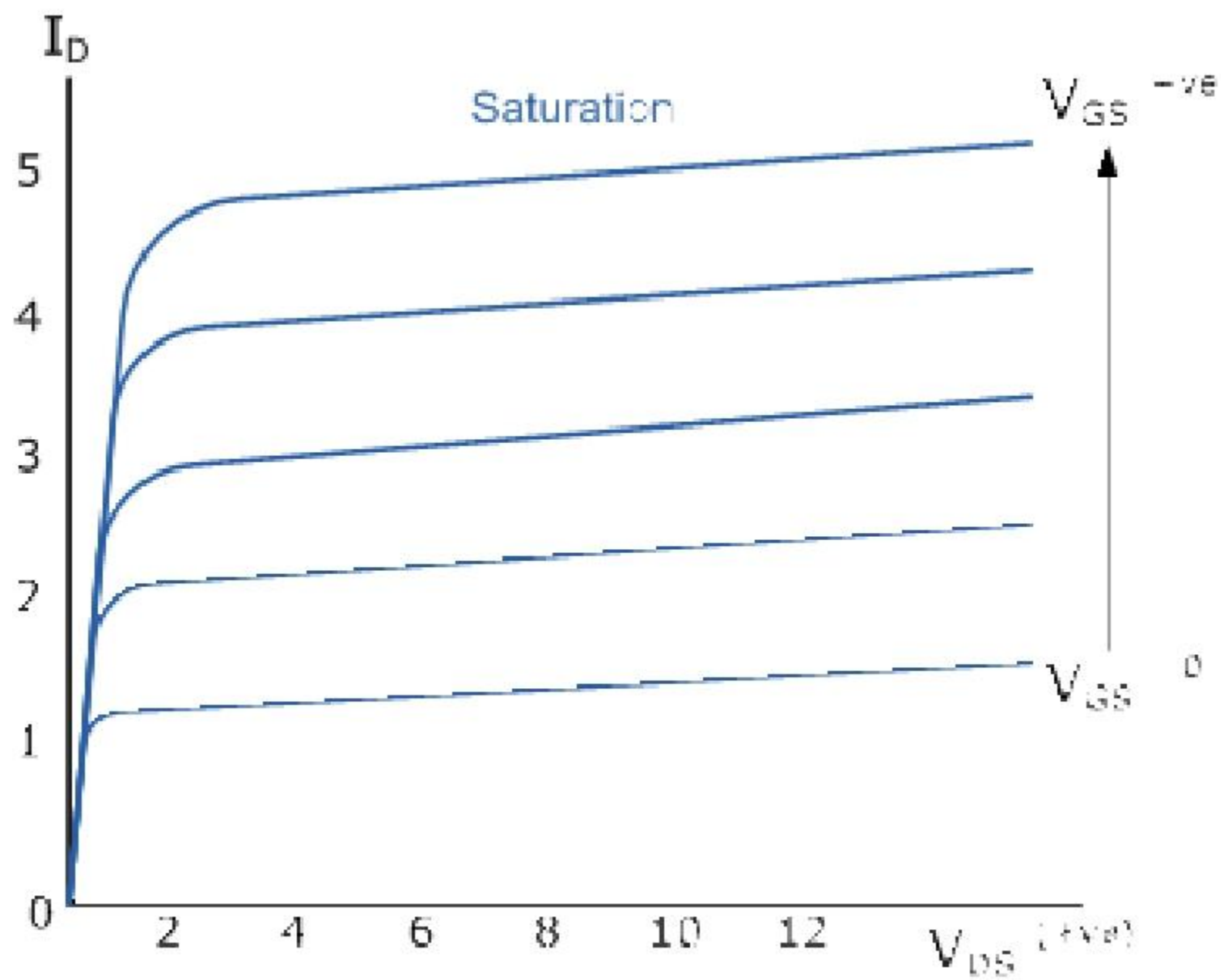
- Transistor trường loại MOS kênh cảm ứng còn gọi là ***MOSFET chế độ giàu*** (**Enhancement-Mode MOSFET viết tắt là E-MOSFET**).
- Khi chế tạo MOSFET kênh cảm ứng người ta không chế tạo kênh dẫn.
- Do công nghệ chế tạo đơn giản nên MOSFET kênh cảm ứng được sản xuất và sử dụng nhiều hơn.



c). MOSFET kênh c-m-ug

Nguyên lý hoạt động E-MOSFET

- Nguyên lý làm việc của loại kênh P và kênh N giống hệt nhau chỉ khác nhau về cực tính của nguồn cung cấp đặt lên các chân cực.
- Trước tiên, nối cực nguồn S với đế và nối đất, sau đó cấp điện áp giữa cực cửa và cực nguồn để tạo kênh dẫn.



MOSFET Summary

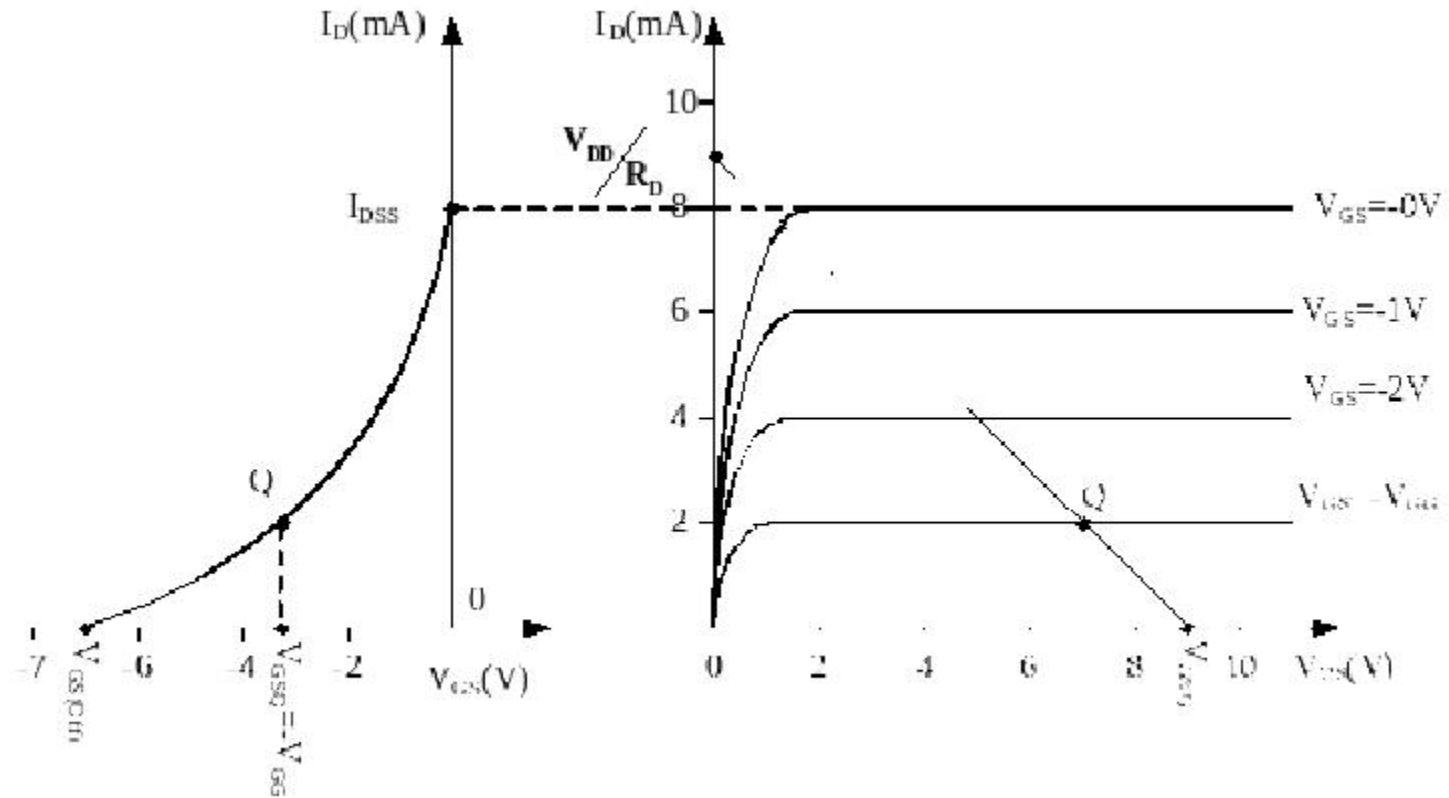
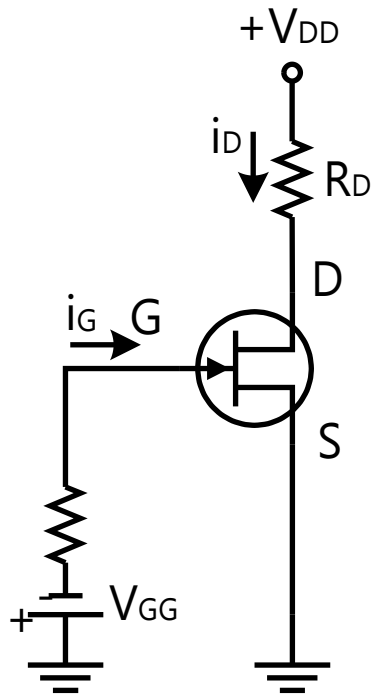
MOSFET type	$V_{gs} > 0$	$V_{gs} = 0$	$V_{gs} < 0$
N-Channel DE-MOSFET	ON	ON	OFF
N-Channel E-MOSFET	ON	OFF	OFF
P-Channel DE-MOSFET	OFF	ON	ON
P-Channel E-MOSFET	OFF	OFF	ON

Cách mắc MOSFET

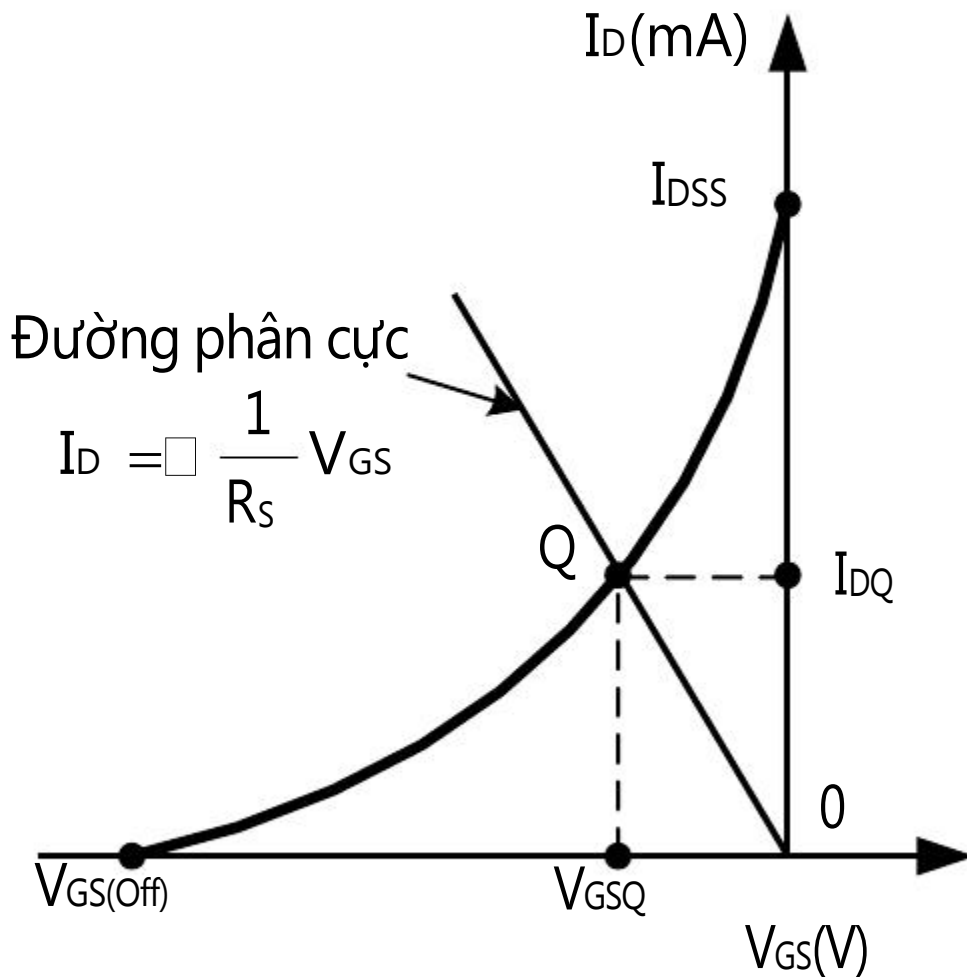
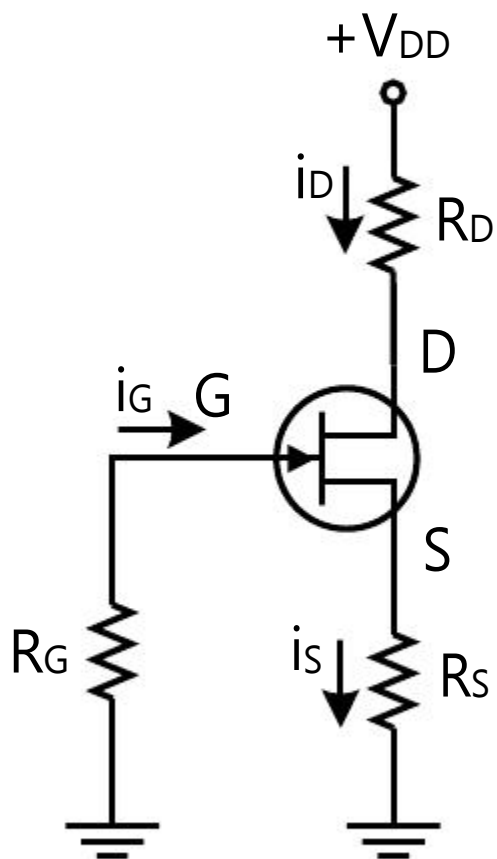
- Có 3 cách mắc, tương tự như JFET
- 2 cách thông dụng nhất là cực D chung và cực S chung.

Phân cực JFET và DE-MOSFET điều hành theo kiểu hiếm

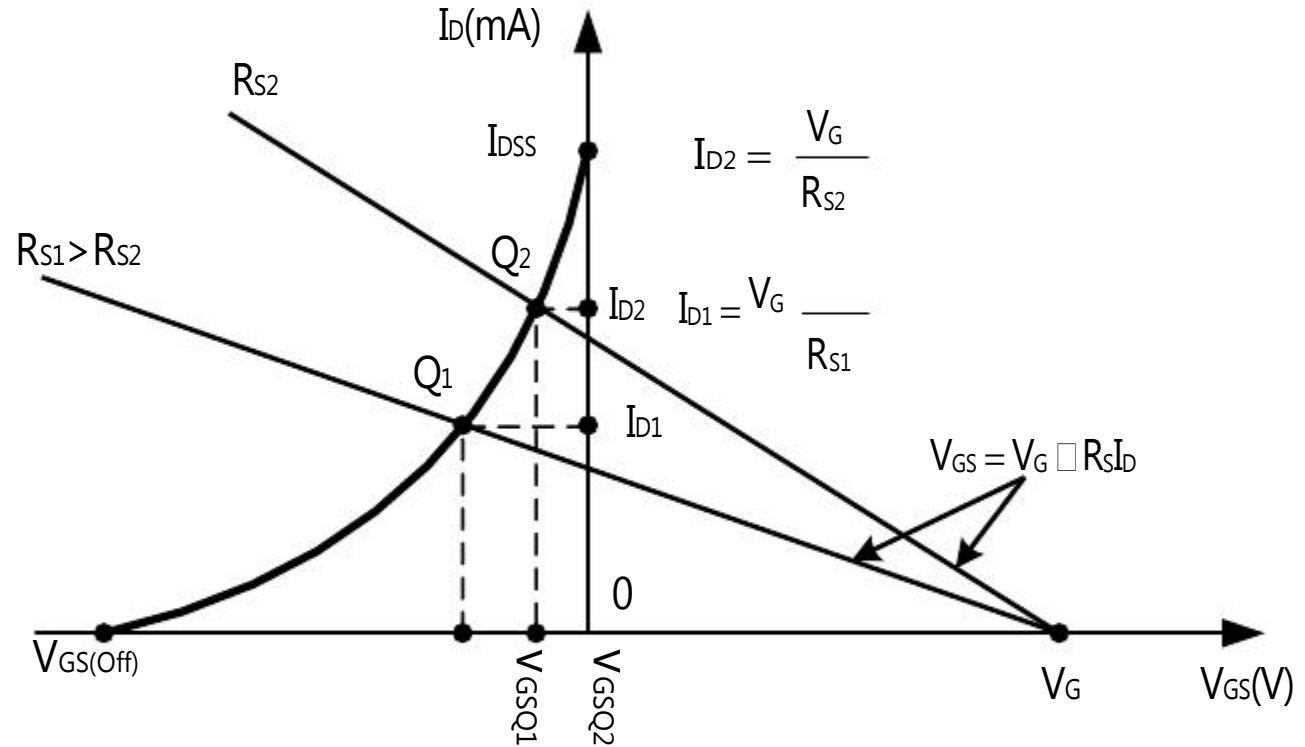
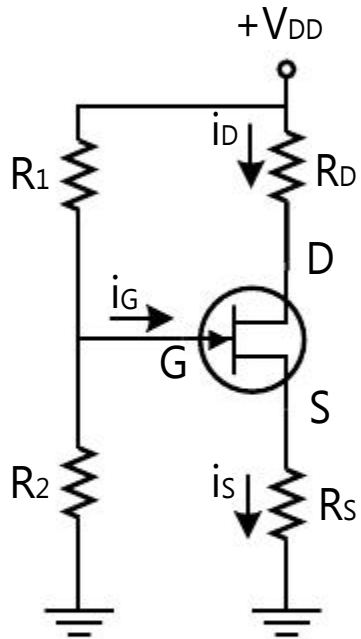
Phân cực cố định



Phân cực tự động

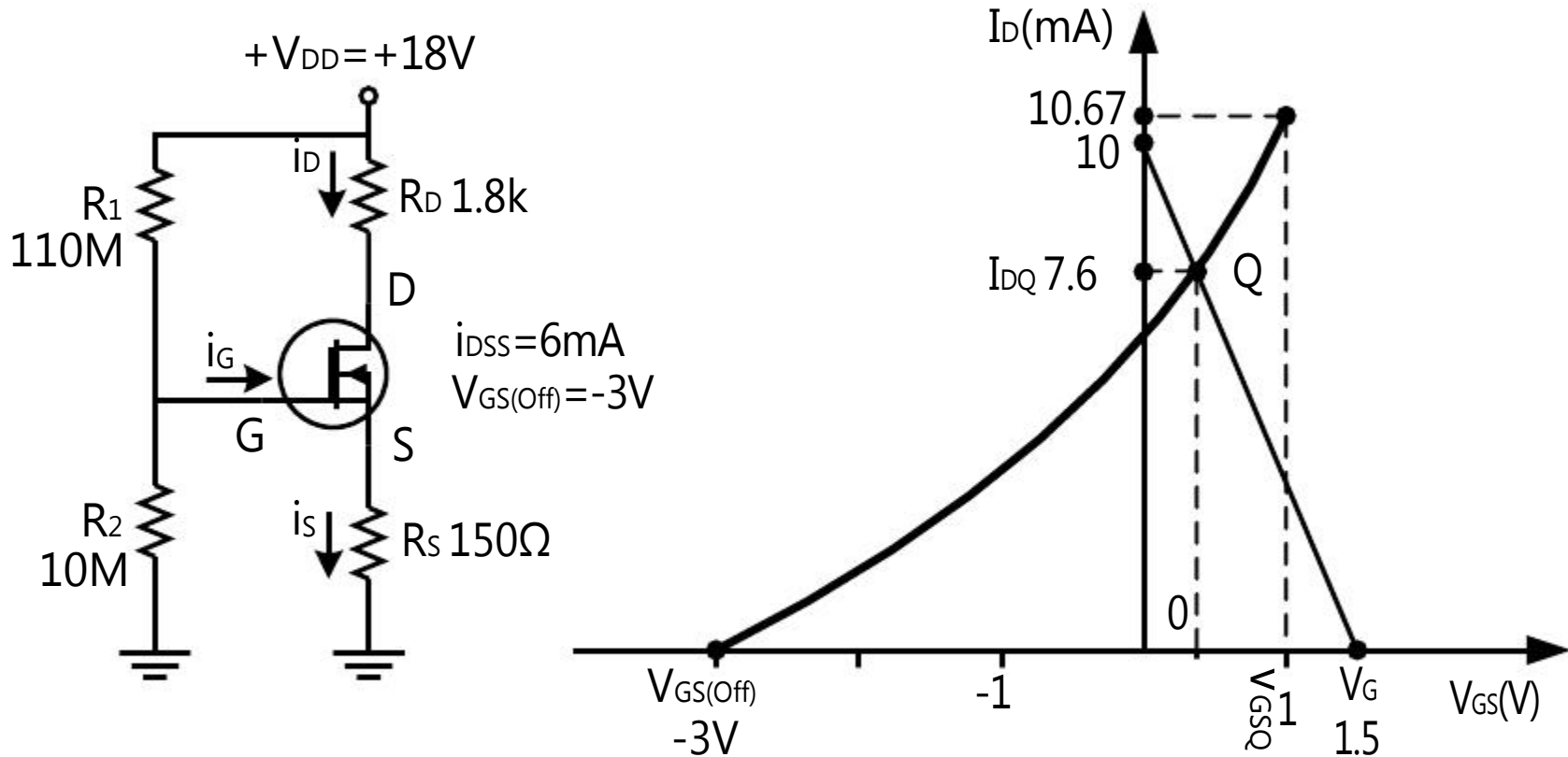


Phân cực bằng cầu chia điện thế

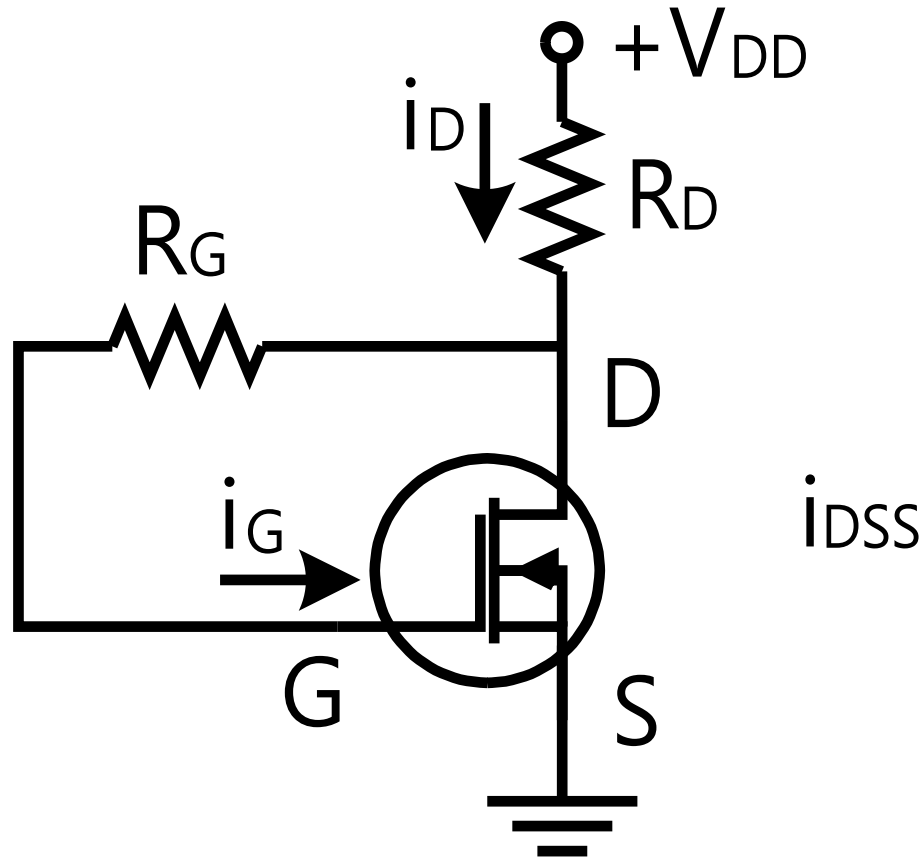


DE-MOSFET điều hành kiểu tăng

Phân cực bằng cầu chia điện thế

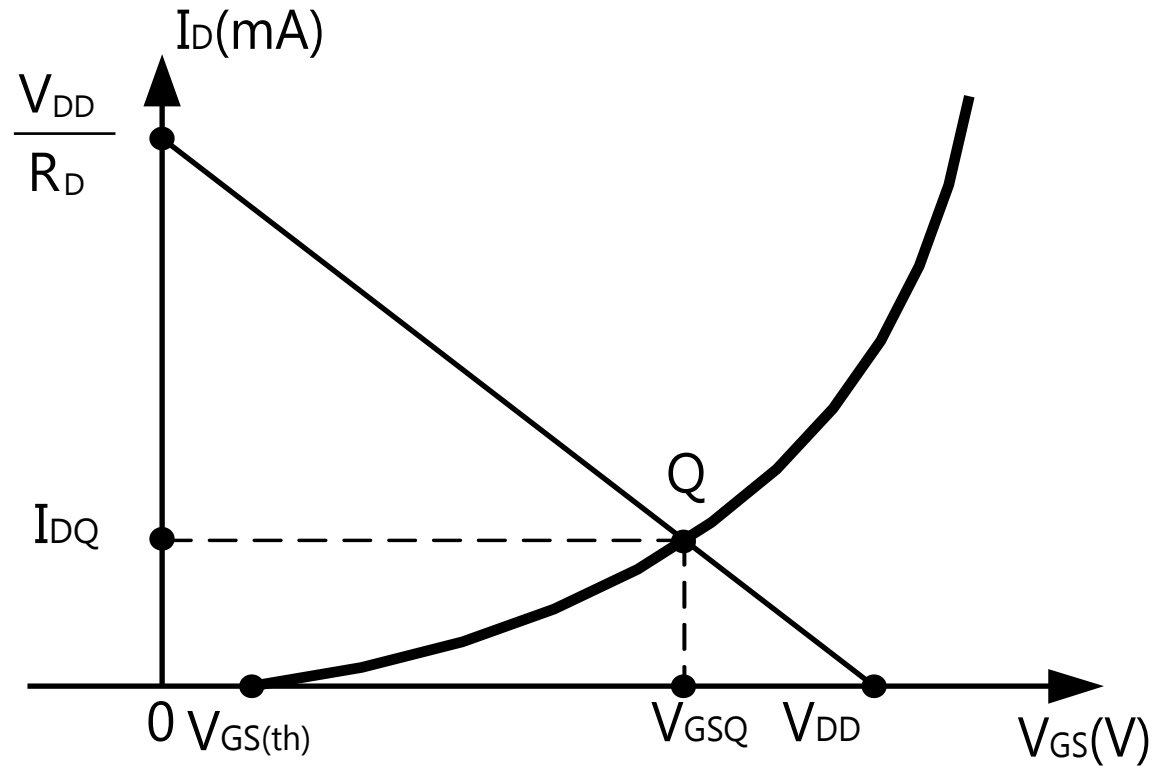
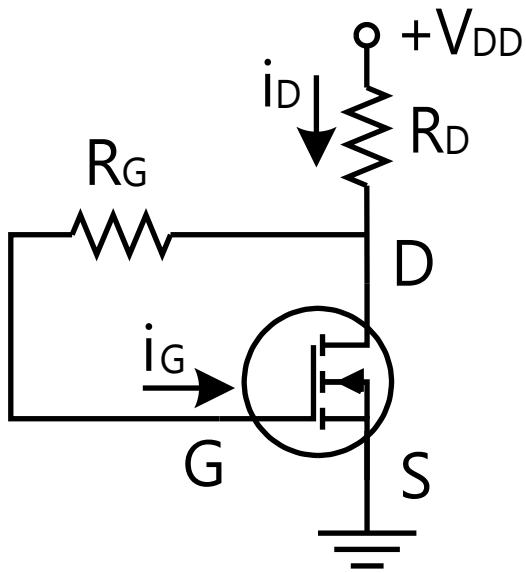


Phân cực bằng mạch hồi tiếp điện thế



Mạch phân cực E-MOSFET

Phân cực bằng hồi tiếp điện thế



Phân cực bằng cầu chia điện thế

