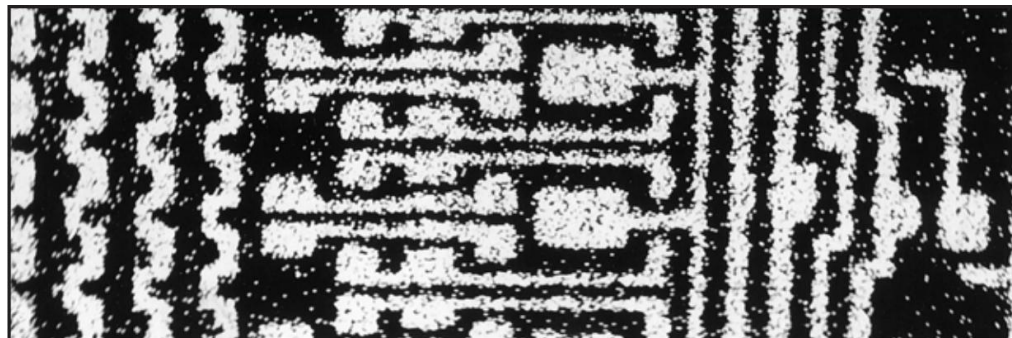
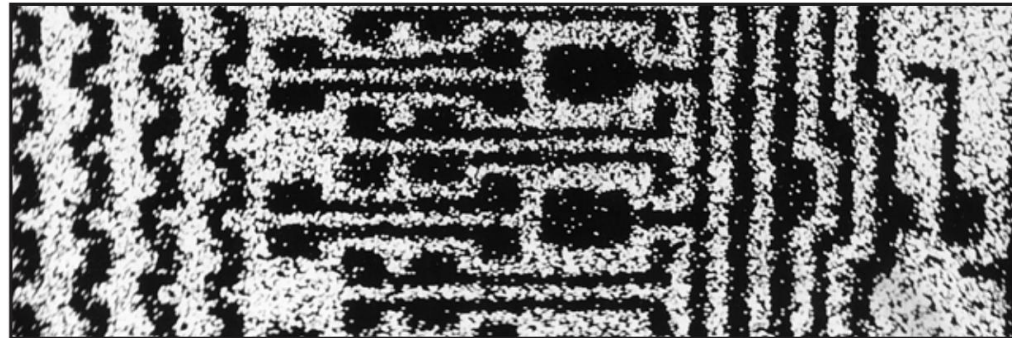
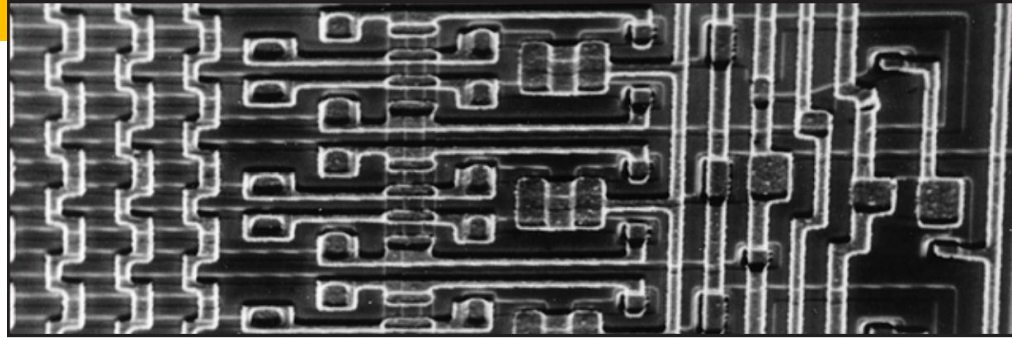


CHƯƠNG 4 TRANSISTOR HIỆU ỨNG TRƯỜNG

NỘI DUNG

PHÂN CỰC CHO MOSFET

- 4.13 Điểm làm việc
- 4.14 Phân tích mạch phân cực
- 4.15 Mạch phân cực bằng phân áp
- 4.16 Mạch phân cực hồi tiếp cực nguồn
- 4.17 Tụ liên lạc và tụ thoát xoay chiều



4.13 ĐIỂM LÀM VIỆC TĨNH

Điểm làm việc tĩnh

- **Phân cực** (bias) cho MOSFET là thiết lập các giá trị điện áp và dòng một chiều tại các cực của MOSFET nhằm xác định điểm làm việc tĩnh.
- Đối với MOSFET, **điểm làm việc tĩnh** (*quiescent operating point*), viết tắt là **điểm Q**, được xác định bởi các giá trị dòng điện và điện áp một chiều (I_D, V_{DS}, V_{GS}).
- Điểm Q xác định vùng hoạt động của MOSFET.
- Khi đưa tín hiệu vào MOSFET đã được phân cực thì tín hiệu sẽ hoạt động xoay quanh điểm làm việc tĩnh Q.
- Việc phân cực thường được thực hiện bởi mạch phân cực sử dụng các nguồn một chiều và điện trở.

Điểm làm việc tĩnh

- MOSFET có 3 vùng hoạt động: vùng tuyến tính, vùng bão hòa, và vùng ngắt.
- Tương ứng với mỗi vùng hoạt động, MOSFET thực hiện các chức năng khác nhau. Ví dụ:
 - chức năng khuếch đại: vùng bão hòa.
 - chức năng chuyển mạch: vùng tuyến tính và vùng ngắt.
- Vị trí của điểm làm việc trong mỗi vùng hoạt động cũng ảnh hưởng đến hoạt động của MOSFET.

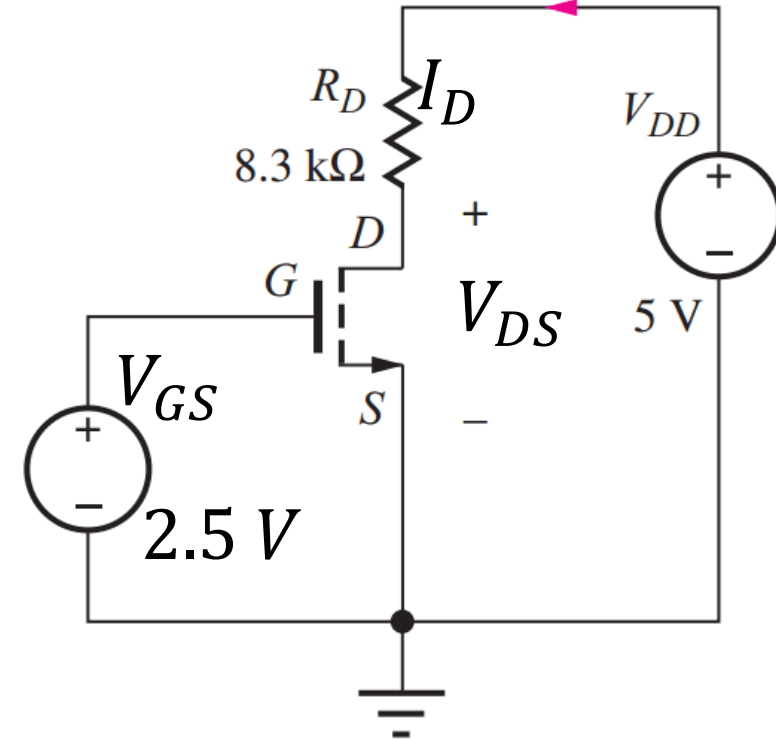
Điểm làm việc tĩnh

- Xem xét mạch phân cực cho MOSFET như hình vẽ.
- Giả sử MOSFET làm việc trong vùng bão hòa.
- Để tìm được điểm Q (I_D, V_{DS}, V_{GS}), ta cần phải giải hệ phương trình sau.

$$\begin{cases} i_D = \frac{K_n}{2} (v_{GS} - V_{TN})^2 \end{cases} \quad (1)$$

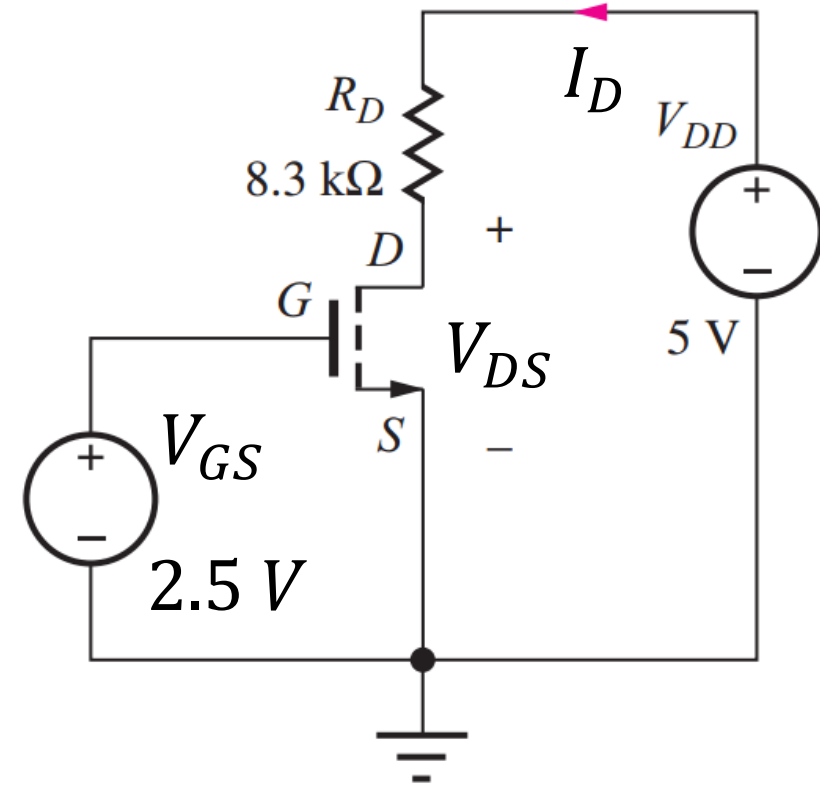
$$\begin{cases} V_{DD} = i_D R_D + v_{DS} \end{cases} \quad (2)$$

- Phương trình (1) phụ thuộc vào đặc tính của MOSFET, bao gồm các tham số K_n, V_{TN} .
- Phương trình (2) phụ thuộc vào các thành phần của mạch, bao gồm R_D và V_{DD} .



Điểm làm việc tĩnh

- Hệ phương trình (1)(2) có thể giải bằng:
 - phương pháp đại số,
 - phương pháp đồ thị.
- So với phương pháp đồ thị, phương pháp có độ chính xác đại số có độ chính xác cao hơn, tuy nhiên đòi hỏi tính toán phức tạp.
- Trong khi đó, phương pháp đồ thị đơn giản, cho phép đánh giá trực quan kết quả trên đồ thị. Tuy nhiên, nhược điểm của phương pháp này là độ chính xác không cao.



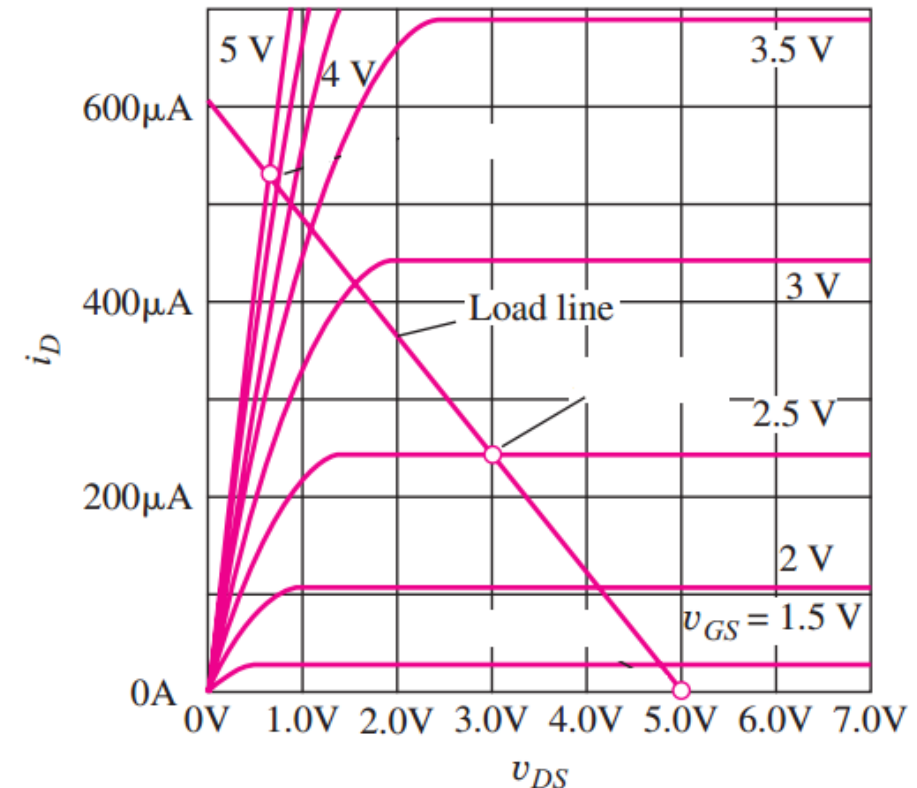
Điểm làm việc tĩnh

- Giải hệ phương trình bằng phương pháp đồ thị:

$$\begin{cases} i_D = \frac{K_n}{2} (v_{GS} - V_{TN})^2 & (1) \\ i_D = \frac{V_{DD}}{R_D} - \frac{1}{R_D} v_{DS} & (2) \end{cases}$$

- Phương trình (1) tương ứng đặc tuyến ra $i_D(v_{DS})$ của MOSFET ở vùng bão hòa.
- Phương trình (2) có dạng đường thẳng và được gọi là **đường tải** (*load line*).

* **Lưu ý:** đặc tuyến của MOSFET được lấy từ datasheet của linh kiện.



Điểm làm việc tĩnh

- Từ (2), ta có phương trình đường tải:

$$i_D = \frac{V_{DD}}{R_D} - \frac{1}{R_D} v_{DS}$$

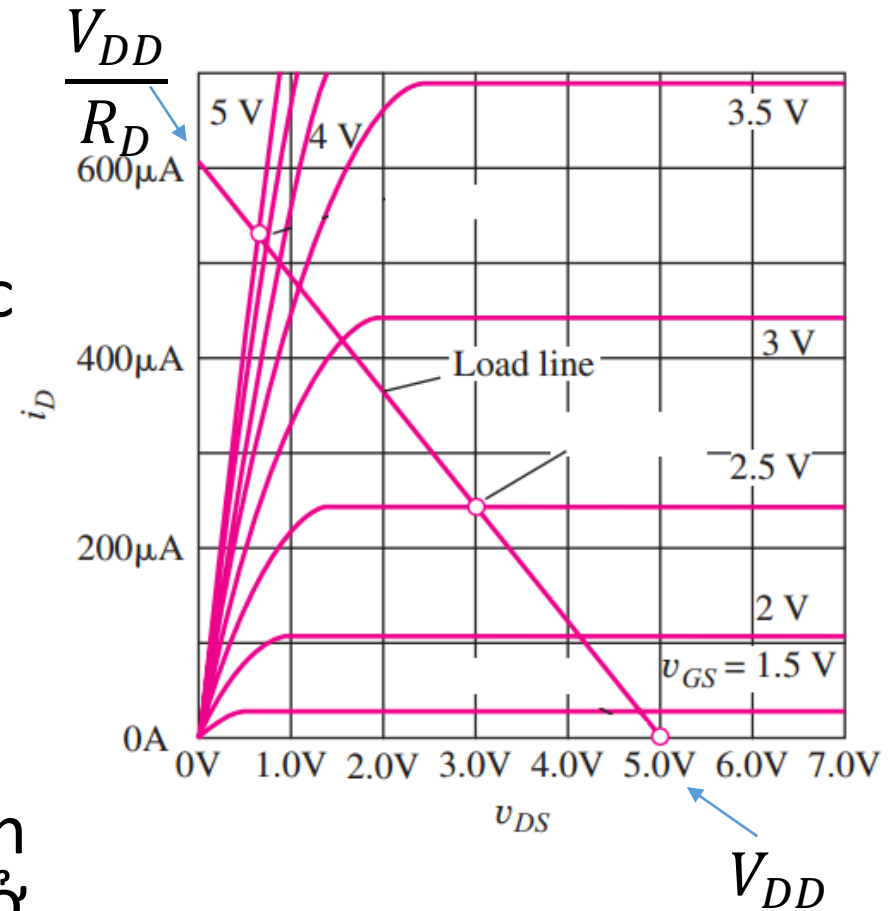
- Để vẽ được đồ thị của phương trình (2), ta xác định 2 điểm:

- $i_D = 0 \Rightarrow v_{DS} = V_{DD}$

- $v_{DS} = 0 \Rightarrow i_D = V_{DD}/R_D$

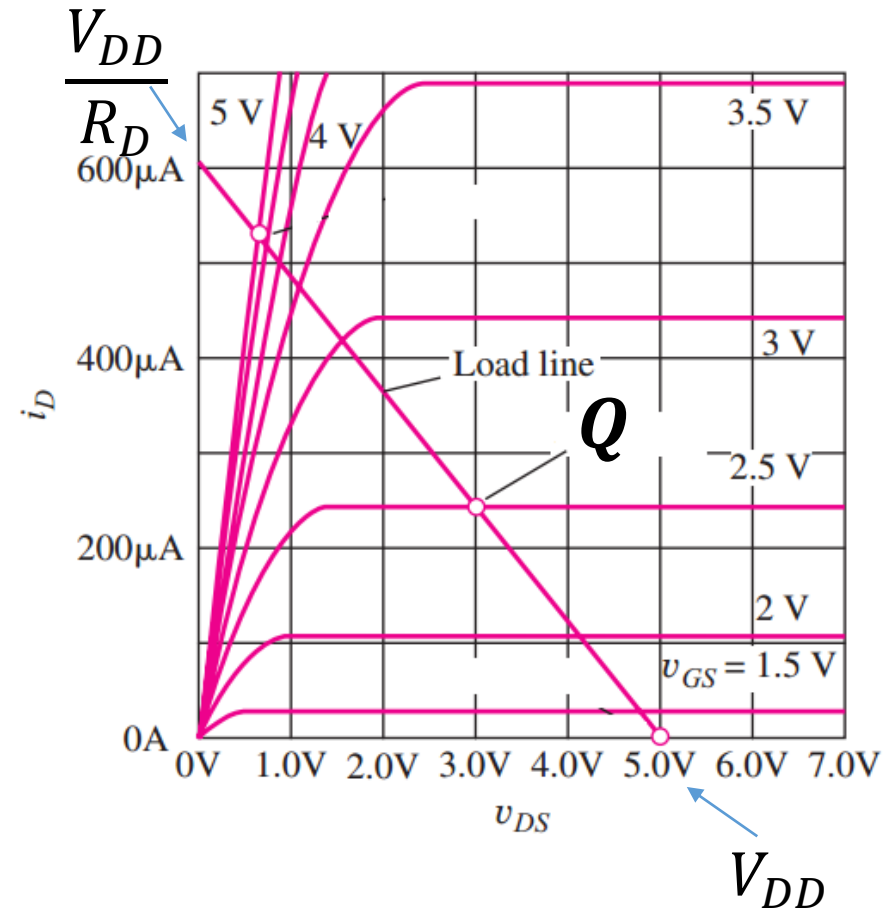
\Rightarrow Đường tải cắt trục v_{DS} tại vị trí V_{DD} và cắt trục i_D tại vị trí V_{DD}/R_D .

- Phương trình (2) được gọi là phương trình đường tải vì phụ thuộc vào R_D . Khi điện trở của tải R_D thay đổi, độ dốc của đường tải thay đổi theo.



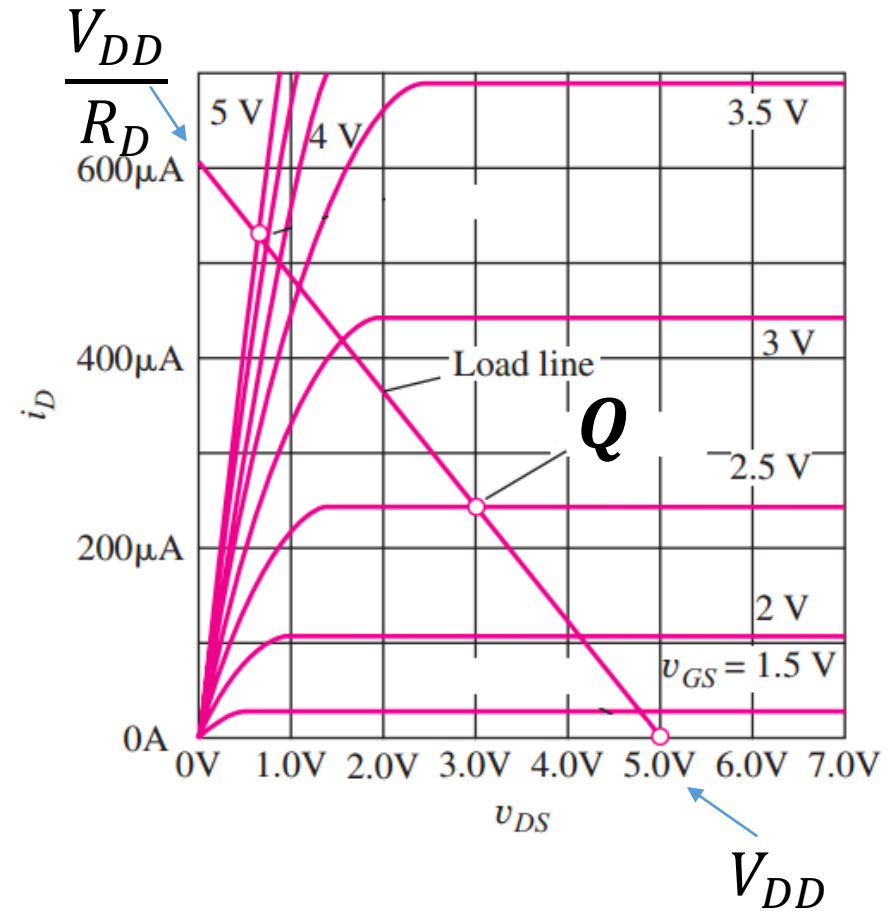
Điểm làm việc tĩnh

- Điểm làm việc tĩnh Q chính là giao điểm giữa đường tải và đường đặc tuyến của MOSFET.
- Lưu ý: mỗi đường đặc tuyến của MOSFET tương ứng với một giá trị V_{GS} cố định.
- Do $V_{GS} = 2.5\text{ V}$ nên điểm làm việc tĩnh Q được xác định bởi giao điểm của đường tải và đường đặc tuyến ứng với giá trị $V_{GS} = 2.5\text{ V}$.



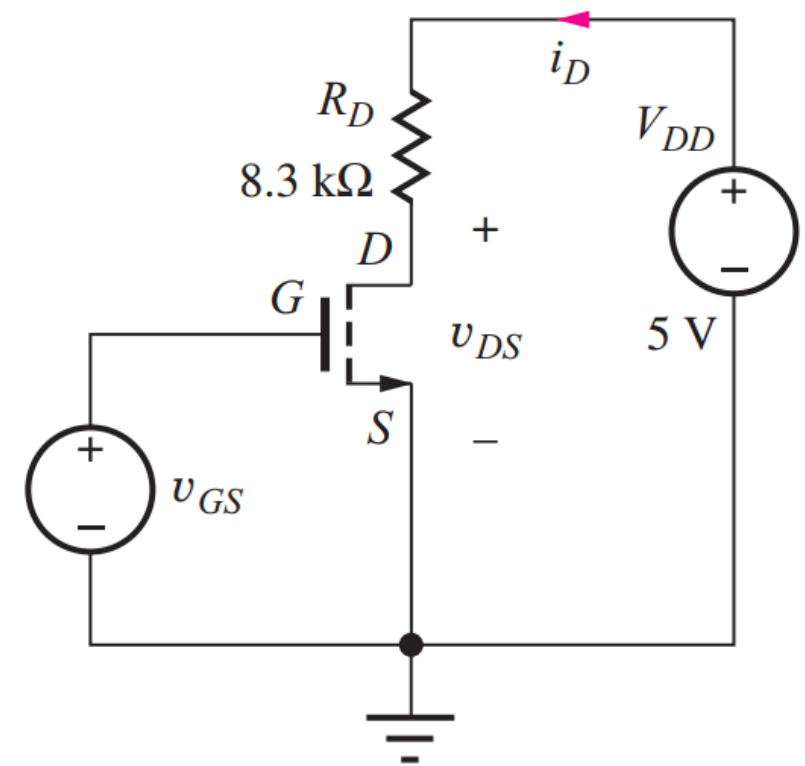
Điểm làm việc tĩnh

- Khi thay đổi giá trị của các thành phần trong mạch (điện trở, nguồn điện áp V_{DD} và V_{GS}), phương trình đường tải và đường đặc tuyến tương ứng với giá trị V_{GS} sẽ thay đổi theo, dẫn đến điểm làm việc tĩnh Q thay đổi.
- Khi tải R_D tăng, giao điểm của đường tải với trục tung (V_{DD}/R_D) sẽ giảm, trong khi giao điểm với trục hoành (V_{DD}), dẫn đến đường tải sẽ dịch xuống. Khi đó, điểm Q sẽ dịch sang trái của đường đặc tuyến ứng với $V_{GS} = 2.5\text{ V}$.



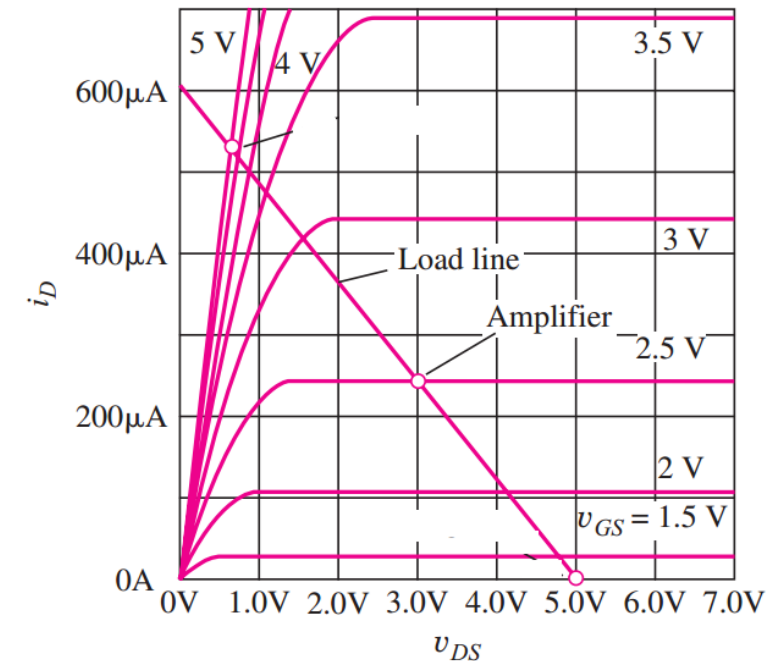
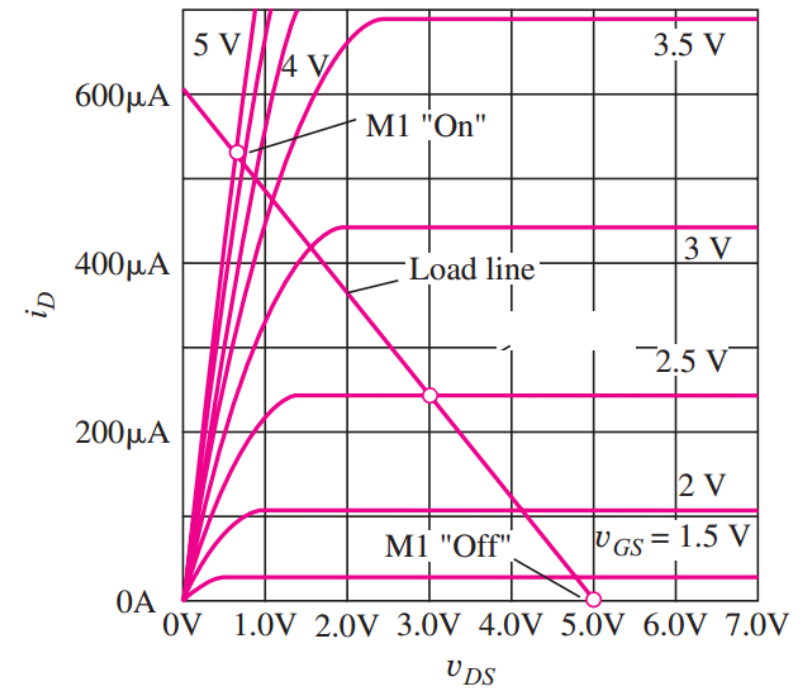
Điểm làm việc tĩnh

- Mạch sử dụng MOSFET ở hình bên có thể thực hiện chức năng **chuyển mạch** (switch) hoặc **khuếch đại** (amplifier). Tùy thuộc vào chức năng của mạch, điểm làm việc phải nằm ở vùng hoạt động tương ứng và được xác định bằng cách thay đổi giá trị v_{GS} .
- Lưu ý:
 - MOSFET có 3 vùng hoạt động chính: vùng ngắt, vùng tuyến tính và vùng bão hòa.
 - Điện áp ngõ ra $v_o = v_{DS}$
 - Điện áp ngõ vào $v_i = v_{GS}$



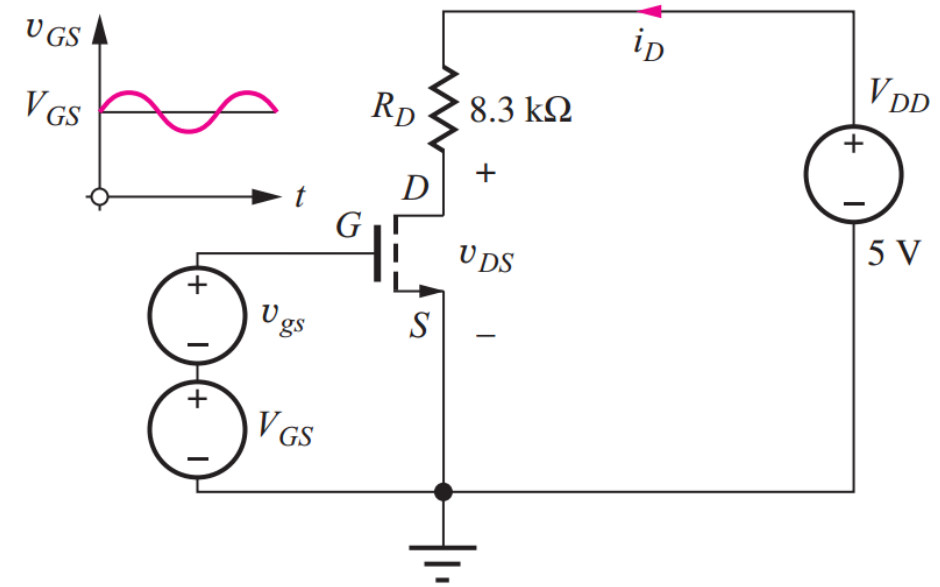
Điểm làm việc tĩnh

- Để thực hiện chức năng chuyển mạch, MOSFET cần phải hoạt động chuyển đổi giữa 2 trạng thái dẫn và ngắt như một khóa “on-off”, và điểm Q phải được thiết lập hoặc nằm ở vùng ngắt (tương ứng với trạng thái “off”) hoặc ở vùng tuyến tính (tương ứng với trạng thái “on”).
- Để thực hiện chức năng mạch khuếch đại, điểm Q phải được thiết lập nằm ở giữa đặc tuyến truyền đạt điện áp, tương ứng với vùng bão hòa của đặc tuyến ra.



Điểm làm việc tĩnh

- Mặc thêm nguồn điện áp AC (xoay chiều) v_{gs} nối tiếp với nguồn điện áp DC V_{GS} của mạch phân cực ở ví dụ trên.
- Lúc này, điện áp tại cực cửa của MOSFET là điện áp xoay chiều, biến đổi quanh mức một chiều V_{GS} của điểm làm việc.
- Trong thực tế, các nguồn tín hiệu như tín hiệu từ microphone, antenna ... sẽ được đặt vào vị trí của nguồn AC.

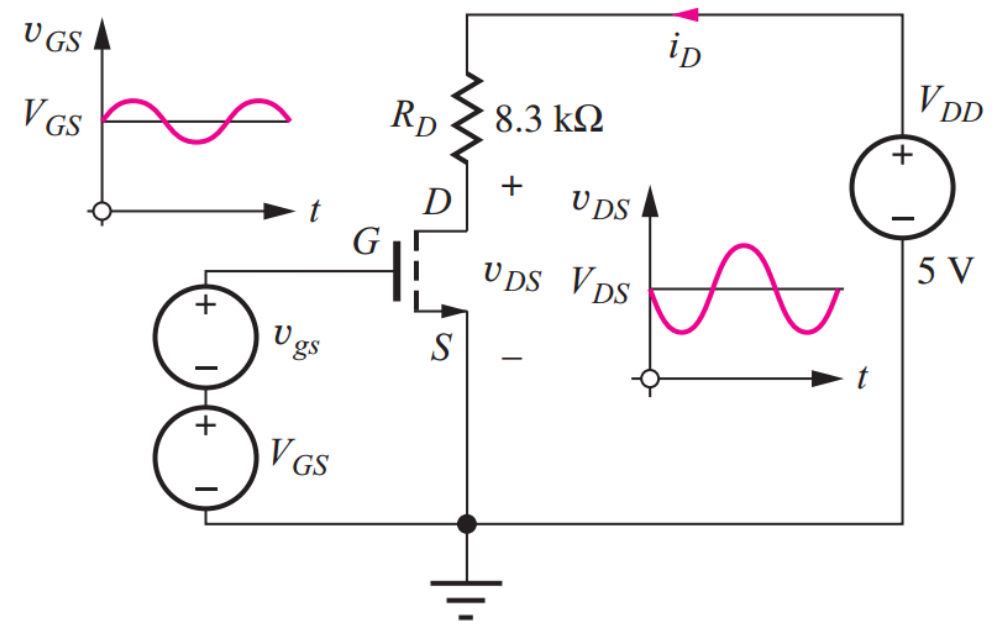


Điểm làm việc tĩnh

- Như vậy, nguồn DC V_{GS} đóng vai trò phân cực cho nguồn tín hiệu biến thiên v_{gs} .
- Sự thay đổi của tổng điện áp ngõ vào (DC + AC) $v_{GS} = V_{GS} + v_{gs}$ dẫn đến sự thay đổi của dòng máng i_D .
- Ta có:

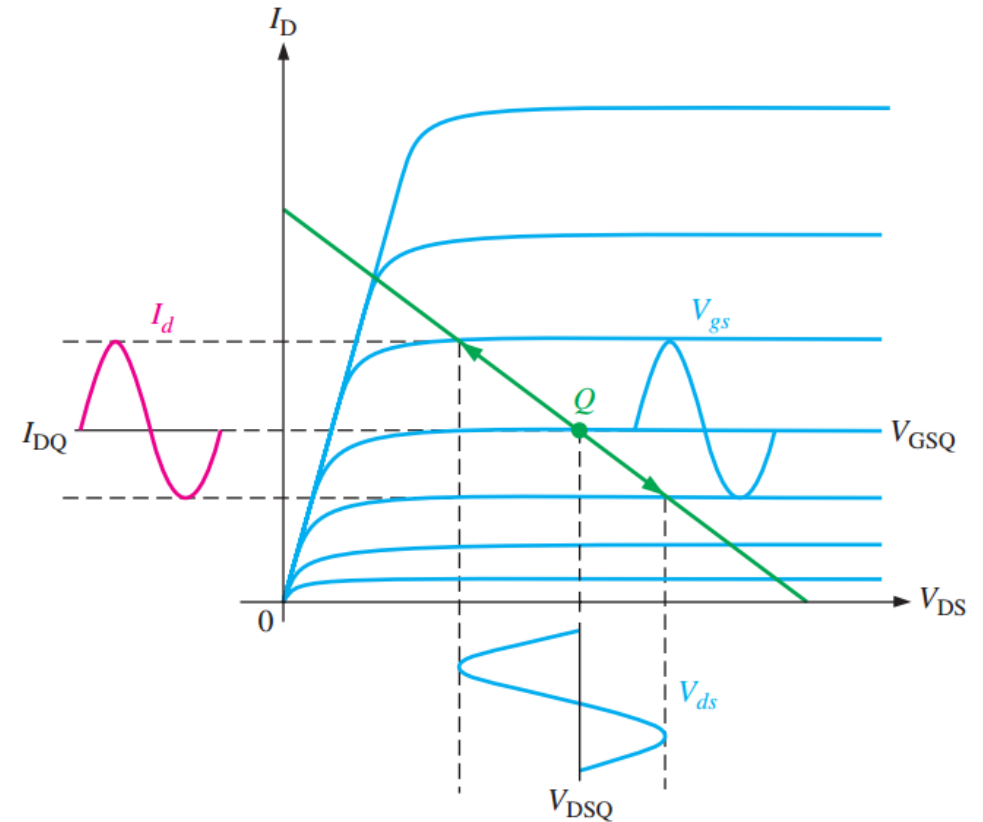
$$v_{DS} = V_{DD} - i_D R_D$$

trong đó, i_D tỉ lệ thuận với $v_i = v_{GS}$ nên điện áp ngõ ra $v_o = v_{DS}$ tỉ lệ nghịch với điện áp ngõ vào $v_i = v_{GS}$ (tức ngược pha).



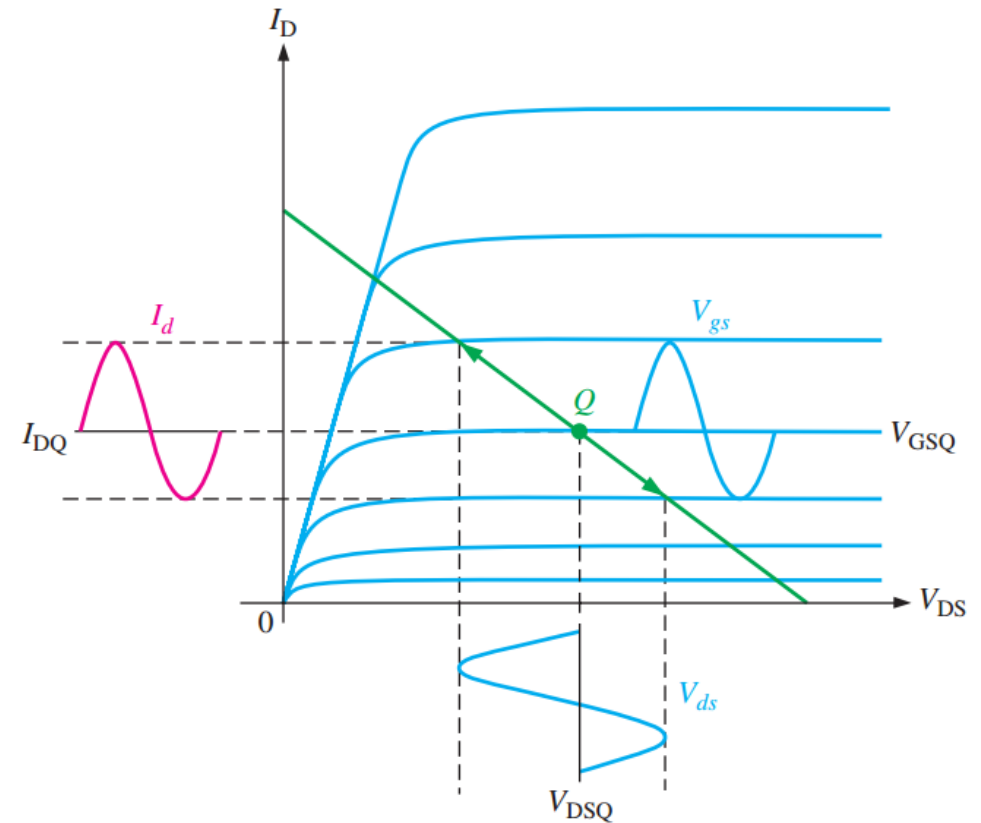
Điểm làm việc tĩnh

- Ta có biểu diễn các điện áp ngõ ra v_{DS} , dòng máng i_D theo điện áp ngõ vào v_{GS} trên đồ thị đặc tuyến của MOSFET.
- Mạch phân cực ban đầu xác định điểm làm việc tĩnh Q , tương ứng với các giá trị I_{DQ} , V_{DSQ} và V_{GSQ} .
- Khi đặt nguồn điện áp AC v_{gs} mắc nối tiếp với nguồn V_{GS} , điện áp tại cực cửa $v_{GS} = V_{GS} + v_{gs}$. Điện áp này sẽ dao động quanh giá trị làm việc $V_{GSQ} = V_{GS}$.



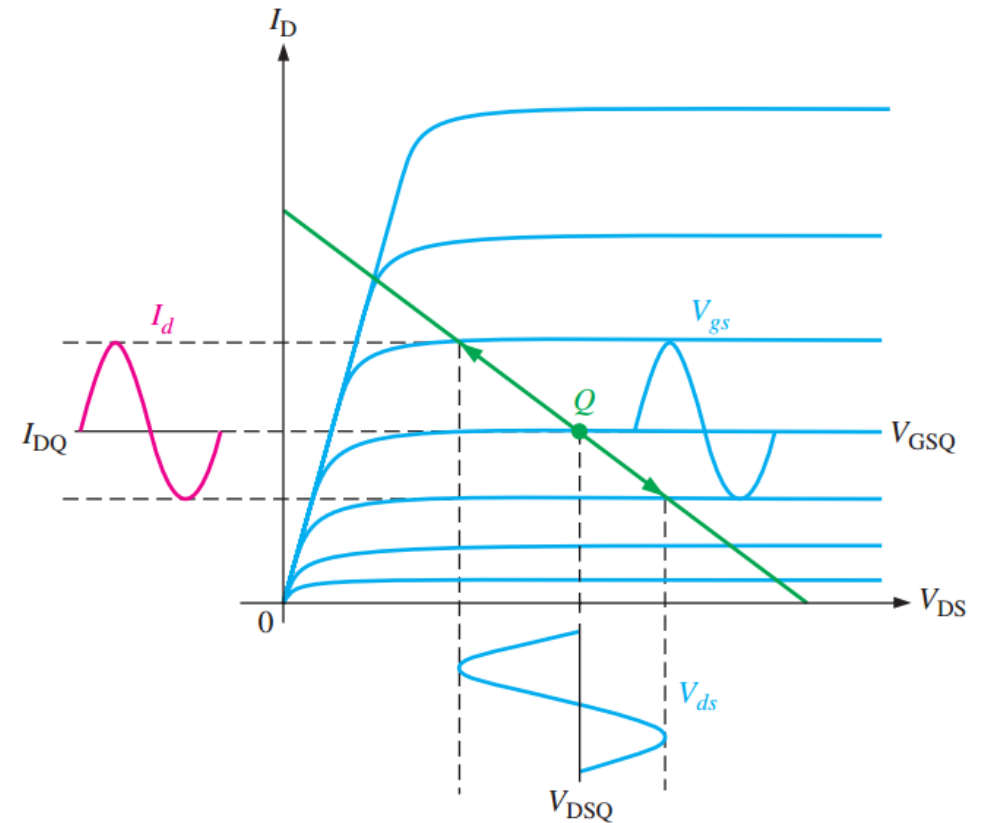
Điểm làm việc tĩnh

- Khi v_{GS} dao động quanh V_{GSQ} sẽ dẫn đến đường đặc tuyến sẽ thay đổi theo, trong khi đường tải không thay đổi (chỉ phụ thuộc vào V_{DD} và R_D).
- Do đó, dòng i_D và v_{DS} , được xác định bởi giao điểm giữa đường tải và đường đặc tuyến tương ứng với các giá trị của v_{GS} , cũng biến đổi theo và dao động quanh giá trị làm việc I_{DQ} và V_{DSQ} .



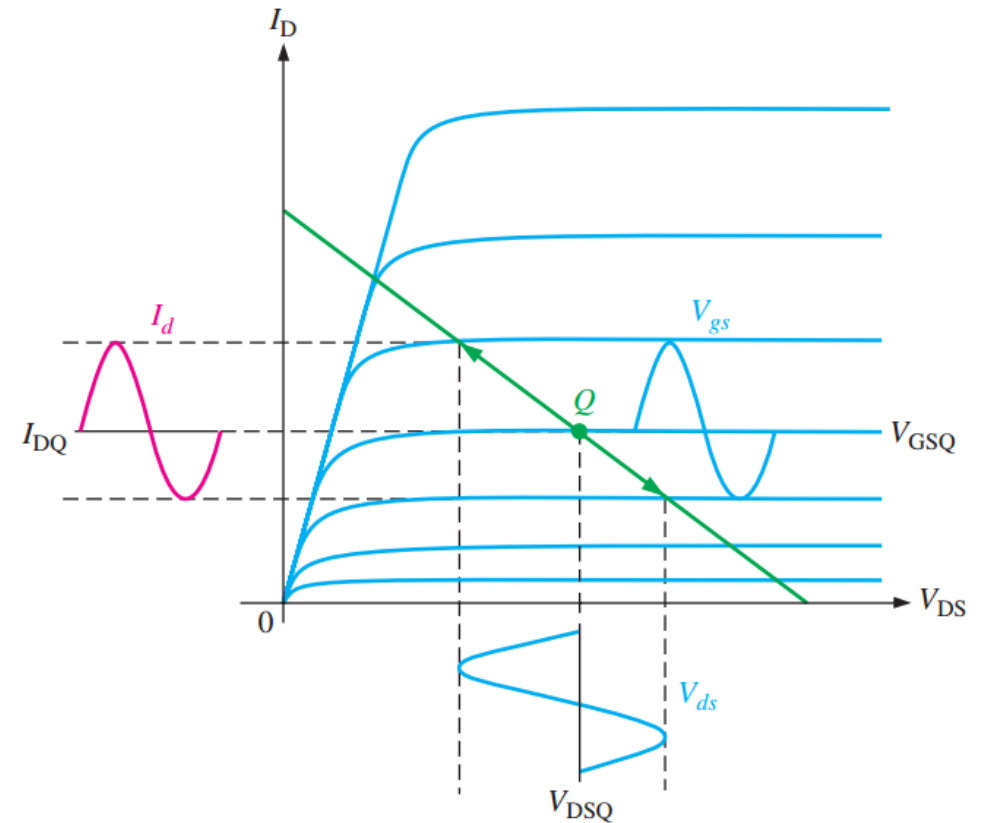
Điểm làm việc tĩnh

- $t = 0 \rightarrow T/4$: v_{GS} tăng, tương ứng với các đường đặc tuyến được nâng lên; do đó, giao điểm với đường tải sẽ chạy lên trên theo đường tải so với điểm Q , tương ứng với i_D tăng, còn v_{DS} giảm.
- $t = T/4 \rightarrow T/2$: v_{GS} giảm, tương ứng với các đường đặc tuyến được hạ xuống; do đó, giao điểm với đường tải sẽ chạy về điểm Q theo đường tải, tương ứng với i_D giảm về I_{DQ} , còn v_{DS} tăng lên đến V_{DSQ} .



Điểm làm việc tĩnh

- $t = T/2 \rightarrow 3T/4$: v_{GS} giảm dưới mức V_{GSQ} , tương ứng với các đường đặc tuyến được hạ xuống; do đó, giao điểm với đường tải sẽ chạy xuống theo đường tải so với điểm Q , tương ứng với i_D giảm, còn v_{DS} tăng.
- $t = 3T/4 \rightarrow T$: v_{GS} tăng, tương ứng với các đường đặc tuyến được tăng lên; do đó, giao điểm với đường tải sẽ chạy về điểm Q theo đường tải, tương ứng với i_D tăng lên đến I_{DQ} , còn v_{DS} giảm về V_{DSQ} .



4.14 PHÂN TÍCH MẠCH PHÂN CỰC

Phân tích mạch phân cực

- Việc phân cực cho MOSFET được thực hiện bởi mạch phân cực.
- Mạch phân cực thông thường bao gồm các nguồn điện áp DC và điện trở.
- Phân tích mạch phân cực là xác định các giá trị dòng và điện áp (I_D , V_{DS} , V_{GS}) của điểm làm việc tĩnh.
- Đối với tính toán tay, chúng ta bỏ qua hiệu ứng điều chế độ dài kênh để đơn giản hóa việc tính toán.
- Các phần mềm mô phỏng như Pspice, MultiSim, đều xét đến các hiệu ứng như điều chế độ dài kênh, hiệu ứng thân đế v.v...

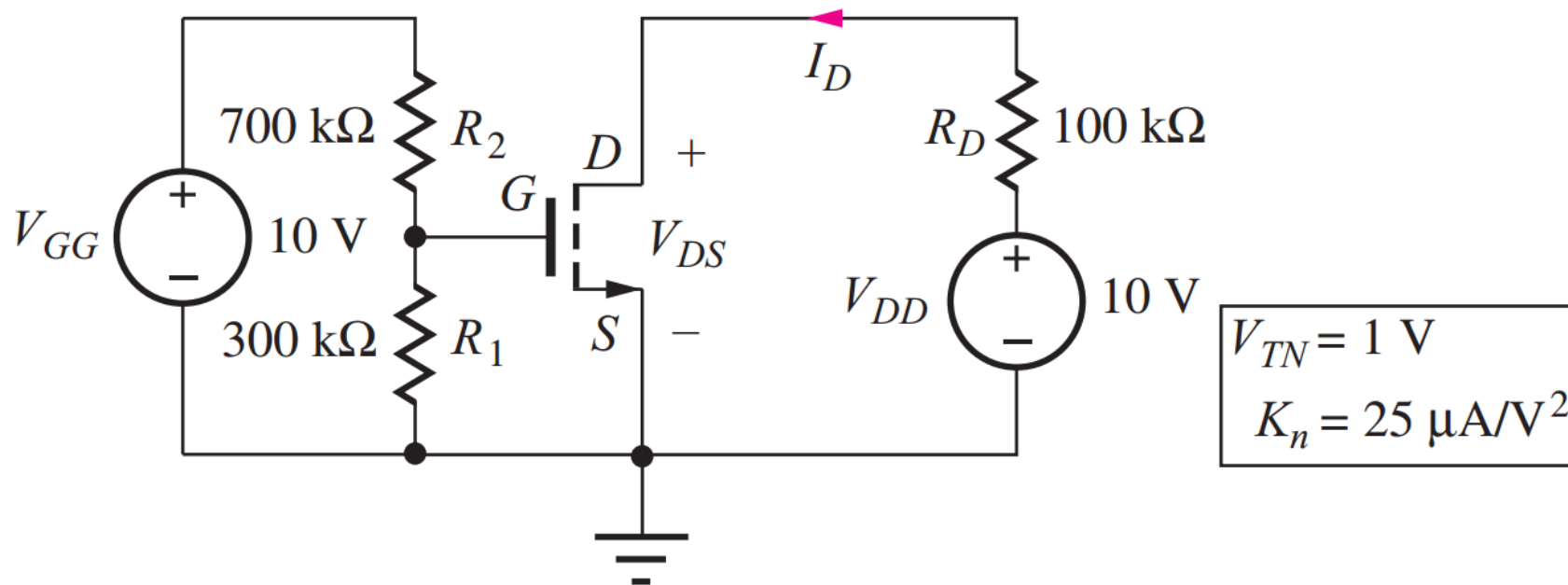
Phân tích mạch phân cực

- Phương pháp tính toán mạch phân cực:
 1. Giả thiết vùng hoạt động của MOSFET (thường là vùng bão hòa, tương ứng với chức năng khuếch đại).
 2. Xác định điện áp phân cực V_{GS} giữa cực cửa và cực nguồn.
 3. Tính dòng máng I_D bằng cách sử dụng phương trình MOSFET tương ứng với vùng hoạt động.
 4. Tính điện áp V_{DS} bằng cách sử dụng định luật Kirchhoff.
 5. Kiểm tra lại giả thiết. Nếu sai, thay đổi giả thiết và tính toán lại nếu cần thiết.

4.15 MẠCH PHÂN CỰC BẰNG PHÂN ÁP

Mạch phân cực bằng phân áp

- Mạch phân cực bằng phân áp hay còn được gọi là mạch phân cực bằng điện áp cực cửa cố định (*constant gate-source voltage bias*) được cho ở hình vẽ dưới.
- Hãy xác định điểm làm việc tĩnh Q .

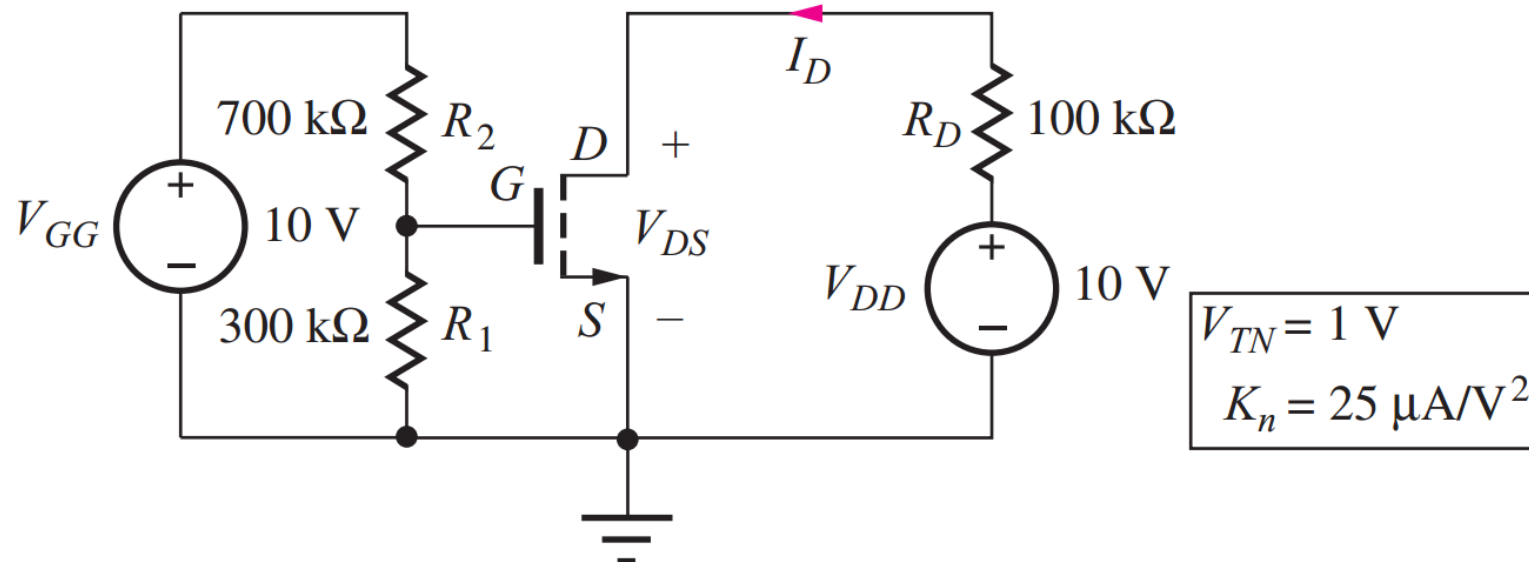


Mạch phân cực bằng phân áp

- **Bước 1:**

- Giả sử MOSFET làm việc ở vùng bão hòa.
- Như vậy, dòng máng I_D được xác định bởi phương trình:

$$I_D = \frac{K_n}{2} (V_{GS} - V_{TN})^2$$



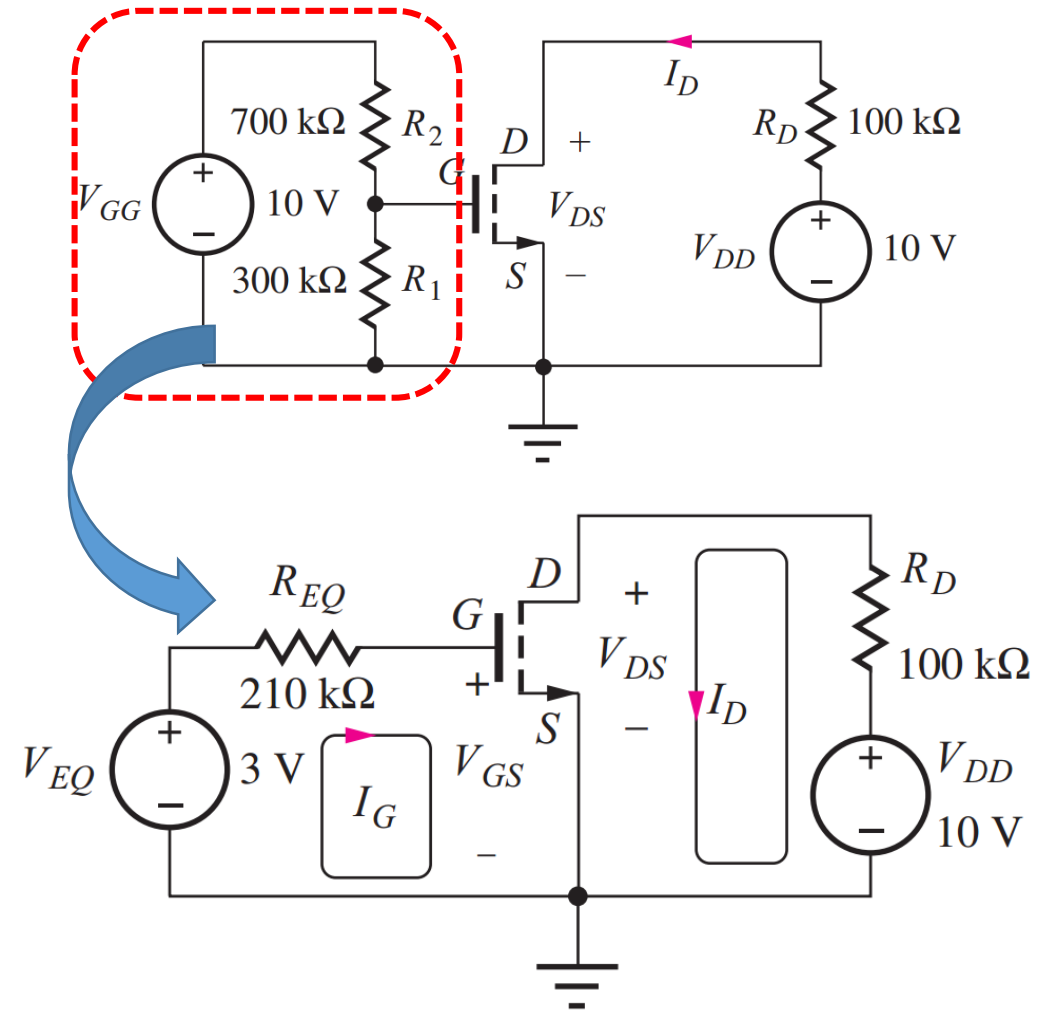
Mạch phân cực bằng phân áp

- **Bước 2:**

- Ta thay mạch phân cực cho cực cửa, bao gồm V_{GG} , R_1 và R_2 bằng mạch tương đương Thevenin (hoặc dùng phương pháp biến đổi nguồn). Trong đó, ngõ ra được lấy từ 2 đầu điện trở R_1 .
- Ta có các thành phần của mạch tương đương Thevenin:

$$V_{EQ} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{GG} = 3 \text{ V}$$

$$R_{EQ} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 210 \text{ k}\Omega$$



Mạch phân cực bằng phân áp

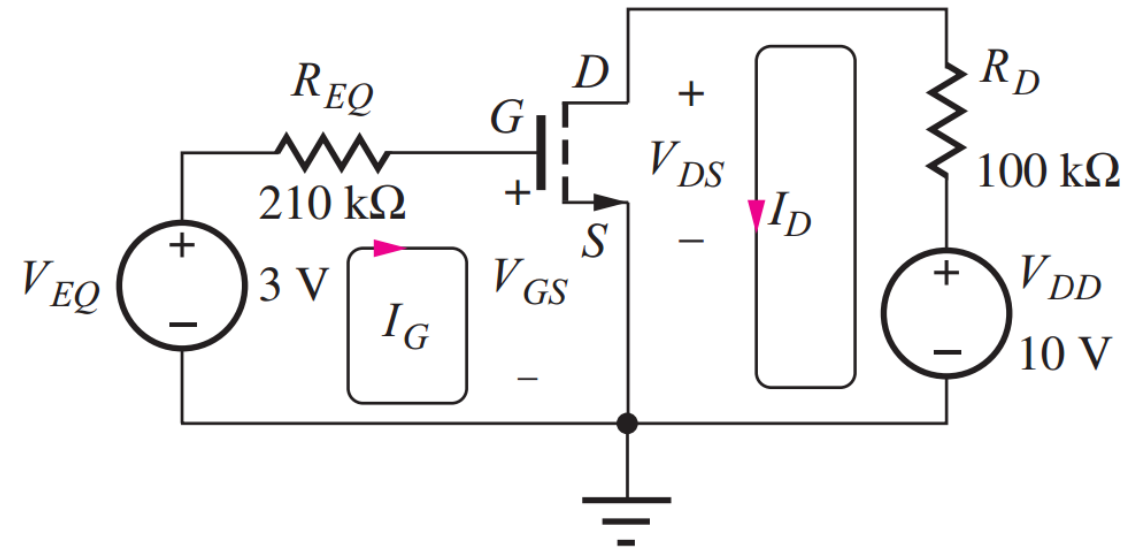
- **Bước 2:**

- Áp dụng KVL ch mạch phân cực cho cực cửa:

$$V_{EQ} = I_G R_{EQ} + V_{GS}$$

- Ta biết, đối với MOSFET, $I_G = 0$ nên:

$$V_{GS} = V_{EQ} = 3\text{ V}$$



Mạch phân cực bằng phân áp

- **Bước 3:**

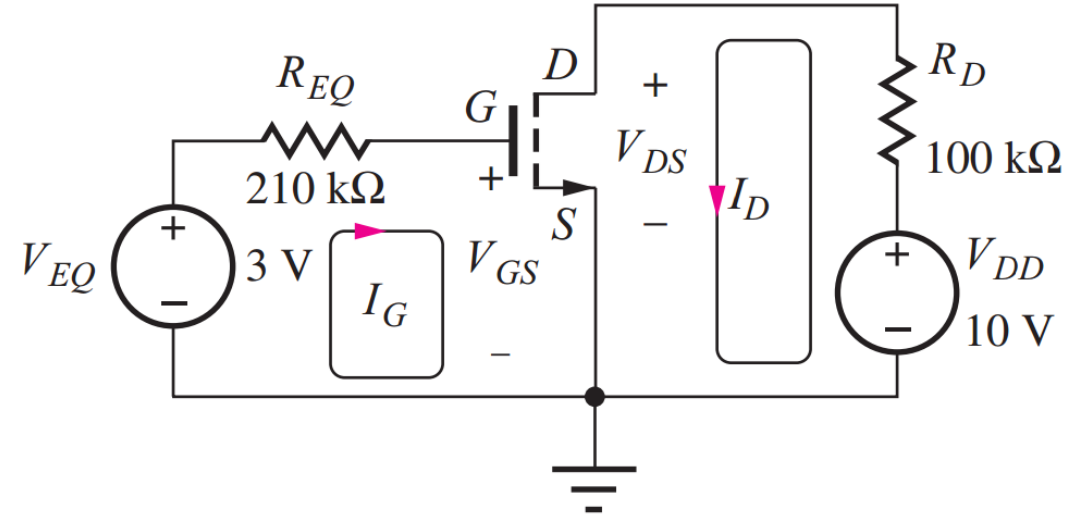
- Dòng máng I_D được xác định theo công thức:

$$I_D = \frac{K_n}{2} (V_{GS} - V_{TN})^2 = 50 \mu A$$

- **Bước 4:**

- Áp dụng KVL cho mạch ngõ ra để xác định V_{DS} :

$$\begin{aligned} V_{DD} &= I_D R_D + V_{DS} \\ \Rightarrow V_{DS} &= V_{DD} - I_D R_D = 5 V \end{aligned}$$



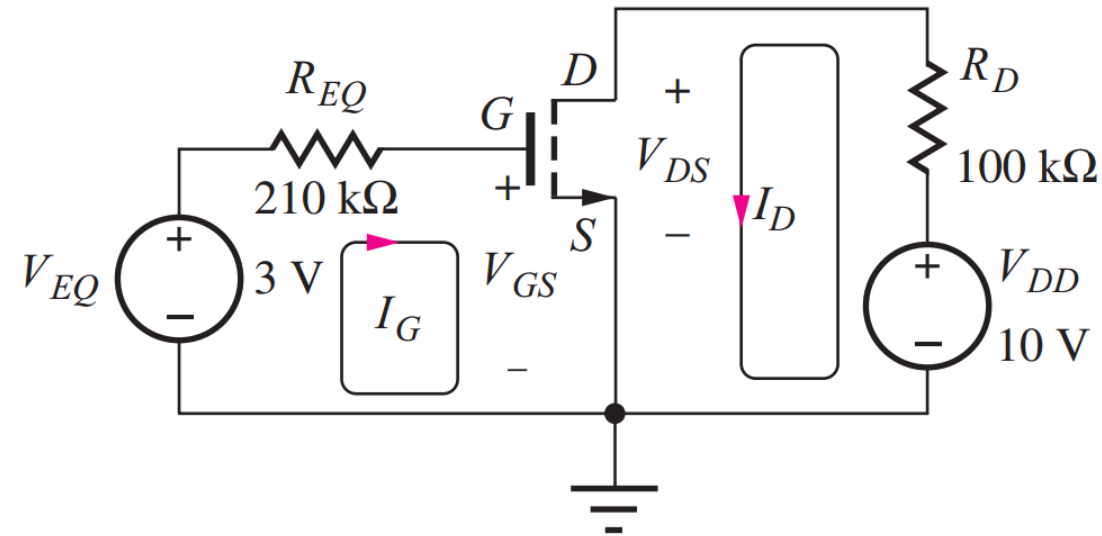
Mạch phân cực bằng phân áp

- **Bước 5:**

- Kiểm tra lại giả thiết MOSFET làm việc trong vùng bão hòa. Ta có:

$$V_{DS} = 5 \text{ V}$$
$$V_{GS} - V_{TN} = 2 \text{ V}$$

- Như vậy, $V_{DS} > (V_{GS} - V_{TN})$. Kết luận: Giả thiết MOSFET làm việc trong vùng bão hòa là đúng.
- Kết quả: điểm làm việc $Q = (5 \mu A, 5 \text{ V})$ với $V_{GS} = 3 \text{ V}$.



Mạch phân cực bằng phân áp

- Nhược điểm của mạch bên là mạch rất “nhạy” với sự thay đổi giá trị của các thông số của MOSFET.
- Ta biết rằng, K_n tỉ lệ thuận với độ linh động μ_n , trong khi μ_n giảm khi nhiệt độ tăng nên K_n cũng giảm khi nhiệt độ tăng.
- Sự thay đổi của K_n dẫn đến dòng máng I_D biến đổi, mặc dù điện áp phân cực trên cực cửa V_{GS} không đổi: $I_D = \frac{K_n}{2} (V_{GS} - V_{TN})^2$, dẫn đến điện áp $V_{DS} = V_{DD} - I_D R_D$ cũng thay đổi theo.
- Như vậy, khi nhiệt độ thay đổi, điểm Q biến đổi theo.

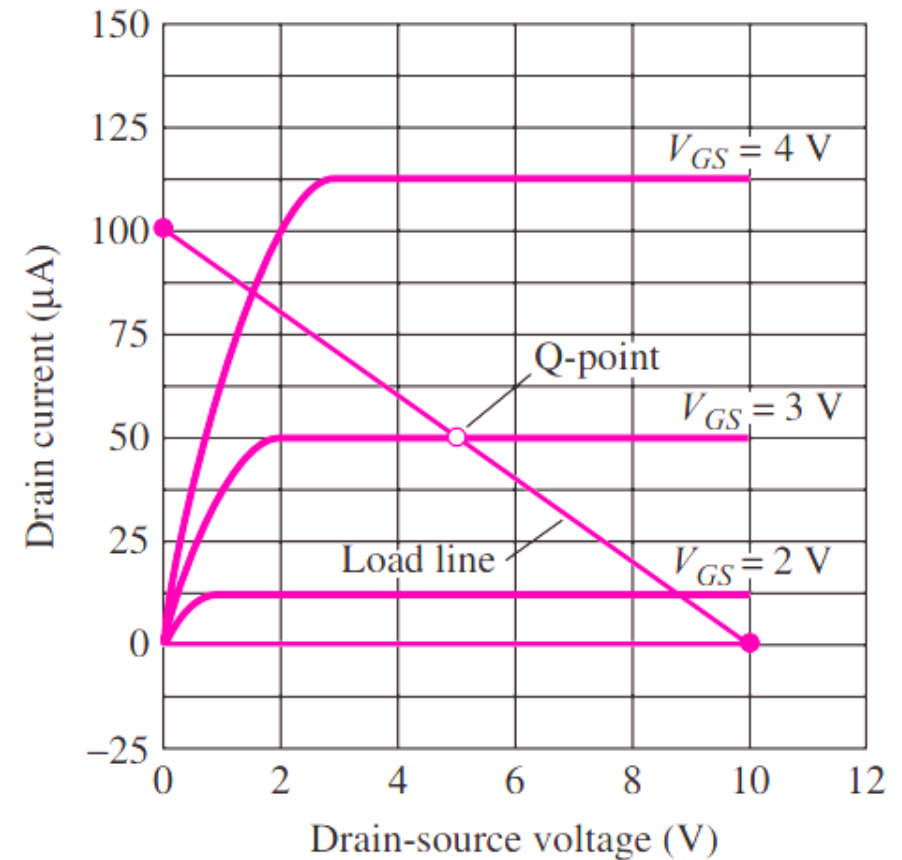
Mạch phân cực bằng phân áp

- Ta giải lại bài toán trên bằng phương pháp đồ thị.
- Đặc tuyến của MOSFET được lấy từ datasheet của linh kiện.
- Phương trình đường tải được xác định như sau:

$$V_{DD} = I_D R_D + V_{DS}$$

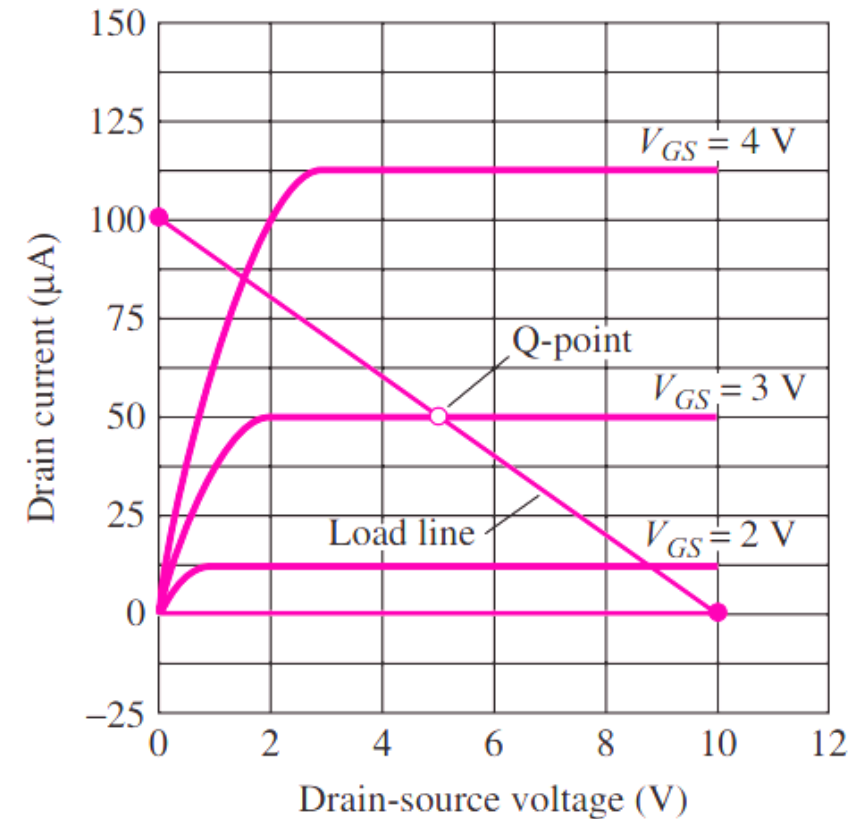
$$\Rightarrow 10 = 10^5 I_D + V_{DS}$$

- Đường tải cắt 2 trục tọa độ tại các điểm $(0\text{ V}, 100\text{ }\mu\text{A})$ và $(10\text{ V}, 0\text{ A})$.
- Hình bên biểu diễn đường tải được vẽ trên đặc tuyến ra của MOSFET.



Mạch phân cực bằng phân áp

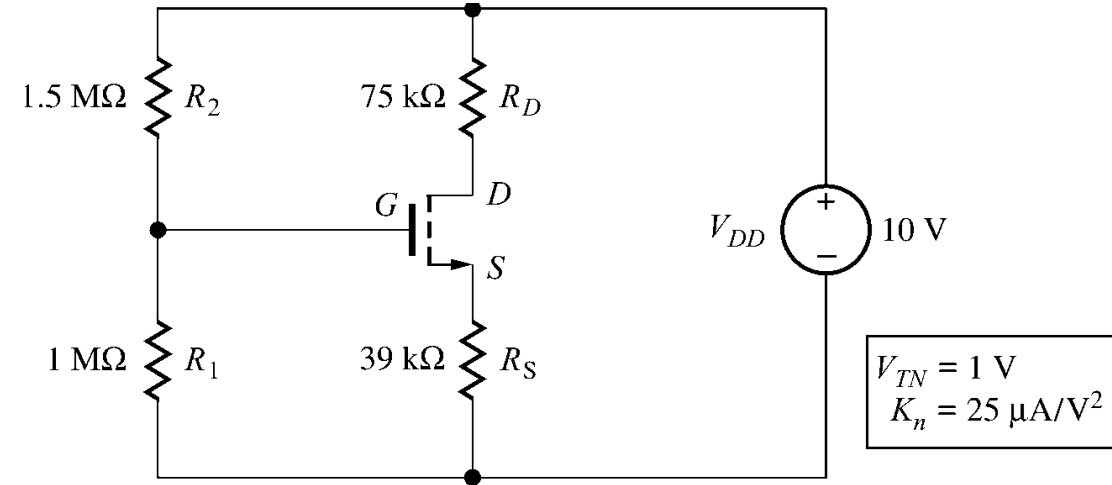
- Tương tự như cách giải ở trên, ta xác định được điện áp $V_{GS} = 3\text{ V}$.
- Như vậy, điểm làm việc tĩnh Q tương ứng với giao điểm giữa đường tải và đặc tuyến ra ứng với $V_{GS} = 3\text{ V}$.
- Thông qua đồ thị, ta có thể xác định được tọa độ của điểm Q vào khoảng $(5\text{ V}, 50\text{ }\mu\text{A})$ và điểm làm việc nằm ở vùng bão hòa (đúng với giả thiết).
- Lưu ý: phương pháp đồ thị chỉ cho độ chính xác tương đối, tuy nhiên cho phép quan sát được vị trí của điểm Q trên đặc tuyến.



4.16 MẠCH PHÂN CỰC HỒI TIẾP CỰC NGUỒN

Mạch phân cực hồi tiếp cực nguồn

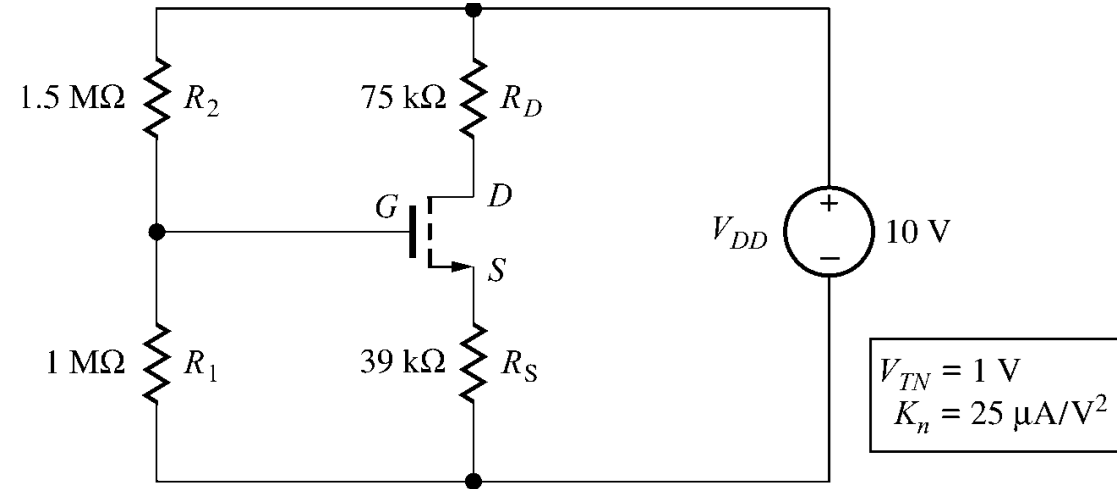
- So với mạch phân cực bằng phân áp, **mạch phân cực hồi tiếp cực nguồn** hay còn được gọi là **mạch phân cực 4 điện trở** (*four-resistor biasing*) có ưu điểm là ổn định điểm làm việc khi giá trị của các thông số của MOSFET thay đổi.
- Ưu điểm này của mạch được thực hiện thông qua cơ chế phản hồi hay hồi tiếp (*feedback*). Nhiệm vụ phản hồi được thực hiện bởi điện trở R_S .



Mạch phân cực hồi tiếp cực nguồn

- Ta tiến hành các bước tính toán mạch phân cực để xác định điểm làm việc tĩnh Q .
- **Bước 1:**
 - Giả thiết vùng hoạt động là vùng bão hòa.
 - Như vậy, dòng máng I_D được xác định bởi phương trình:

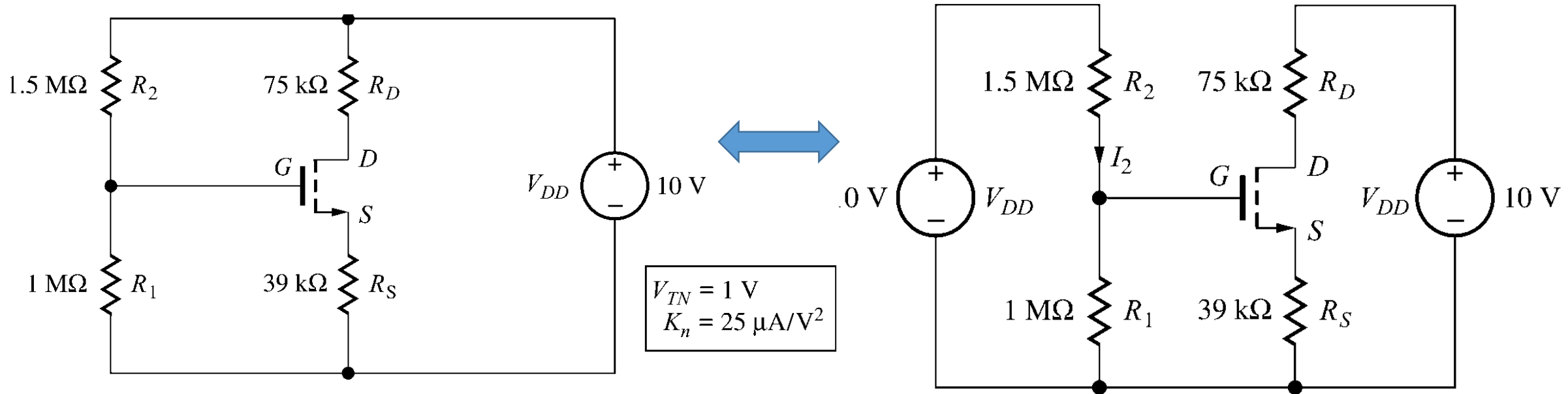
$$I_D = \frac{K_n}{2} (V_{GS} - V_{TN})^2$$



Mạch phân cực hồi tiếp cực nguồn

- **Bước 2:**

- Để thuận tiện cho tính toán, ta tách nguồn V_{DD} thành 2 nguồn bằng nhau, trong đó một nguồn sẽ phân cực cho cực cửa - cực nguồn và một nguồn phân cực cho cực máng - cực nguồn (hình vẽ).



Mạch phân cực hồi tiếp cực nguồn

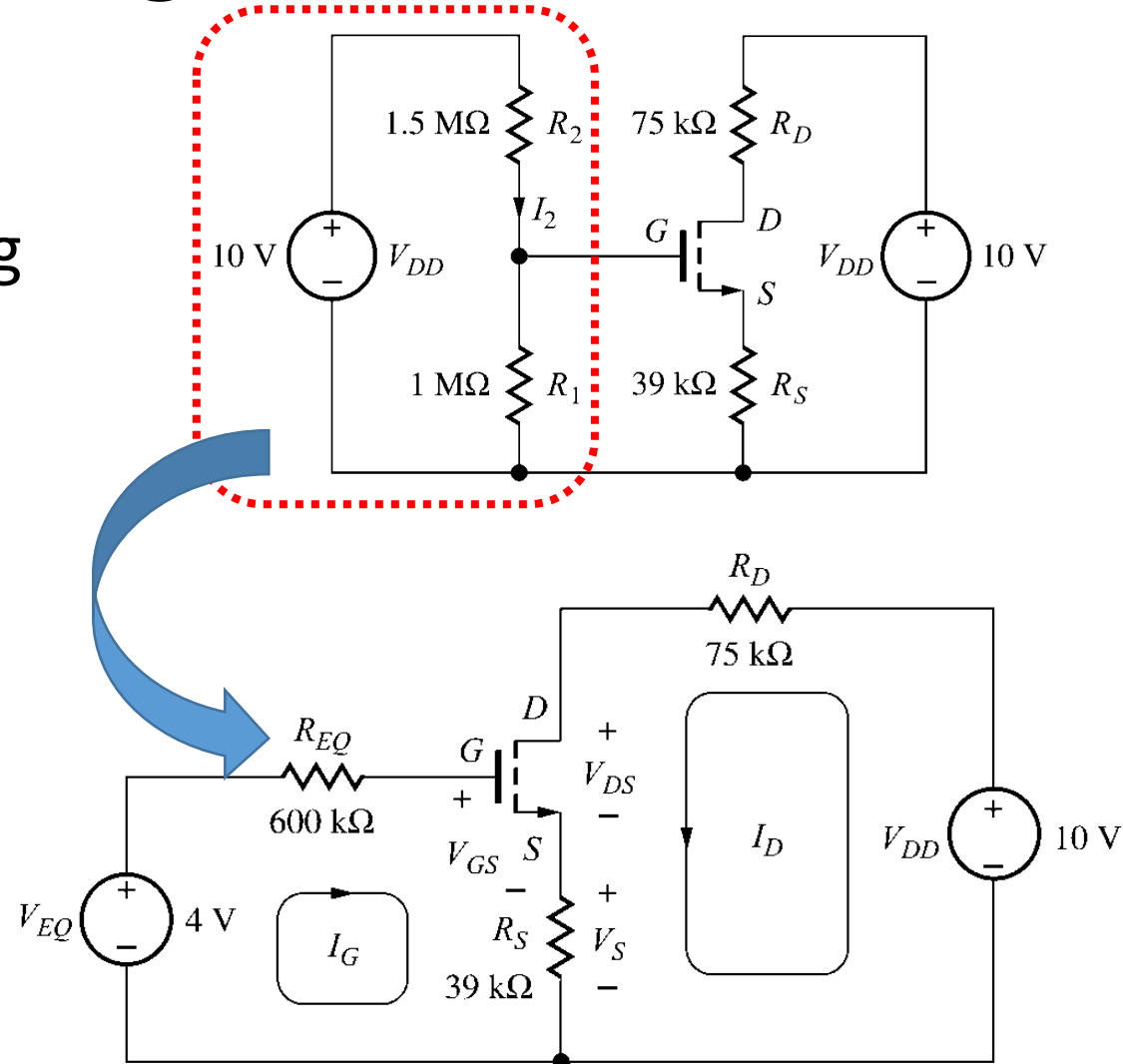
- **Bước 2:**

- Áp dụng biến đổi mạch tương đương đối với mạch phân cực cho cực cửa:

$$V_{EQ} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{GG} = 4 \text{ V}$$

$$R_{EQ} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 600 \text{ k}\Omega$$

-



Mạch phân cực hồi tiếp cực nguồn

- **Bước 2:**

- Áp dụng dòng điện vòng (*mesh current*) cho mạch phân cực cho cực cửa:

$$V_{EQ} = I_G R_{EQ} + V_{GS} + (I_G + I_D) R_S$$

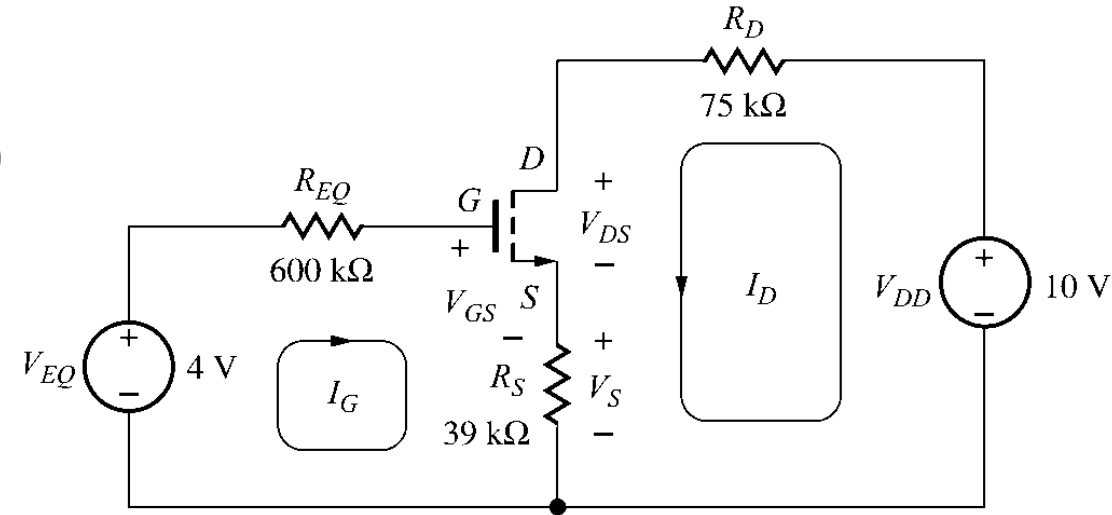
- Do $I_G = 0$ nên:

$$\Rightarrow V_{EQ} = V_{GS} + I_D R_S \quad (*)$$

- Dòng máng I_D trong vùng bão hòa được xác định theo công thức:

$$I_D = \frac{K_n}{2} (V_{GS} - V_{TN})^2$$

- Thế vào (*), giải phương trình bậc 2, ta tính được $V_{GS} = -2.71 \text{ V}$ và $V_{GS} = +2.66 \text{ V}$. Đối với nghiệm $V_{GS} = -2.71 \text{ V}$, MOSFET hoạt động trong vùng ngắt do $V_{GS} < V_{TN}$. Do đó, ta chọn nghiệm $V_{GS} = +2.66 \text{ V}$.



Mạch phân cực hồi tiếp cực nguồn

- **Bước 3:**

- Dòng máng I_D được xác định bởi công thức:

$$I_D = \frac{K_n}{2} (V_{GS} - V_{TN})^2$$
$$\Rightarrow I_D = 34.4 \mu A$$

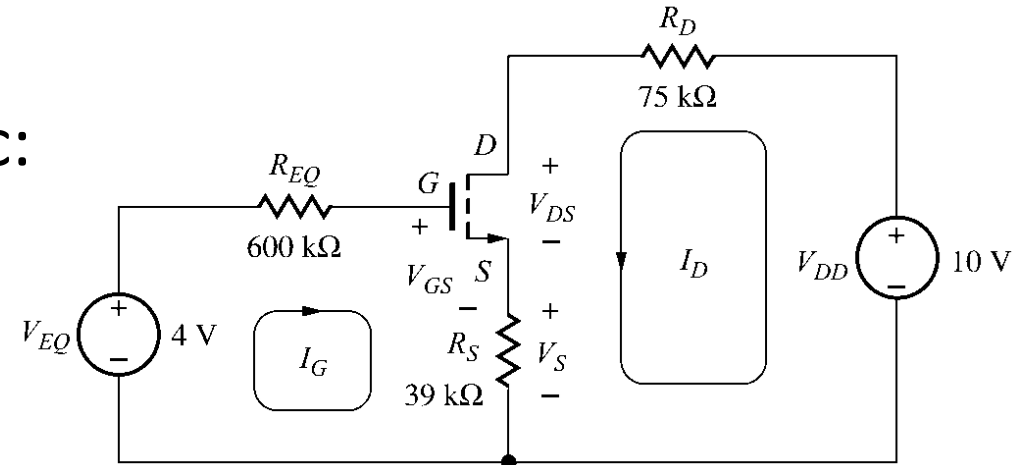
- **Bước 4:**

- Áp dụng KVL cho mạch ngõ ra để xác định điện áp V_{DS} :

$$V_{DD} = I_D R_D + V_{DS} + (I_G + I_D) R_S$$

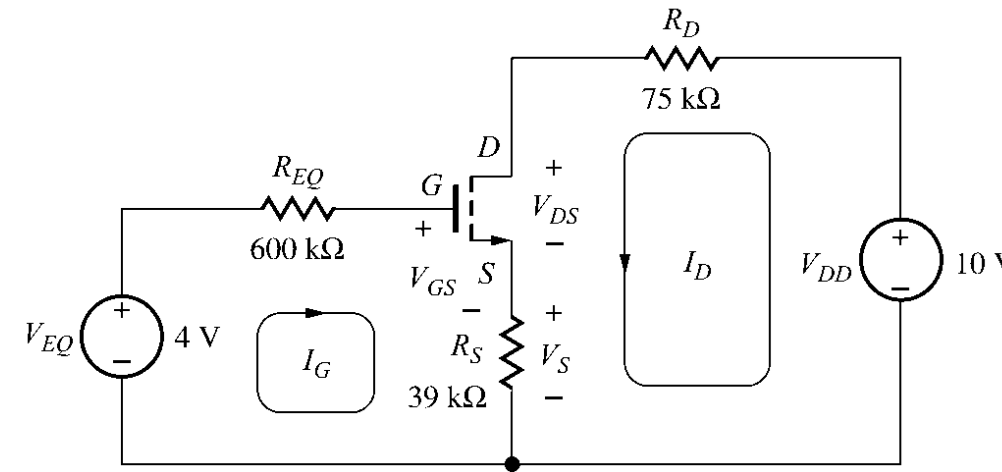
trong đó, $I_G = 0$. Ta có: $V_{DS} = 6.08 V$.

- **Bước 5:** Kiểm tra giả thiết: $V_{DS} = 6.08 V$, $V_{GS} - V_{TN} = 1.66 V$ nên $V_{DS} > (V_{GS} - V_{TN})$. Kết luận: giả thiết MOSFET làm việc trong vùng bão hòa là đúng.



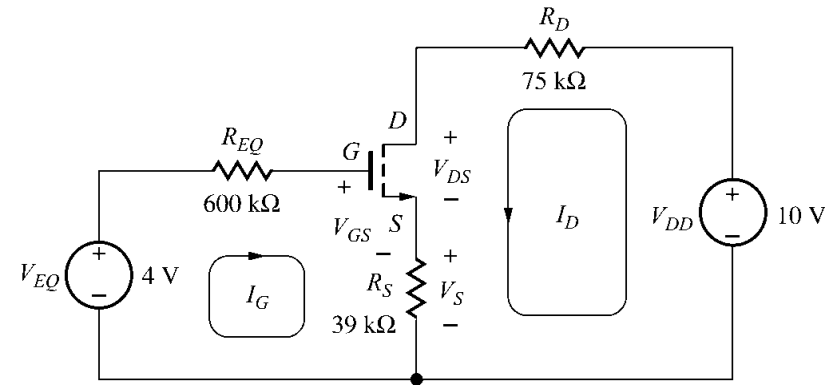
Mạch phân cực hồi tiếp cực nguồn

- Ưu điểm của mạch bên là ổn định điểm làm việc khi giá trị của các thông số của MOSFET thay đổi.
- Ưu điểm này của mạch được thực hiện thông qua cơ chế **hồi tiếp (feedback)**. Nhiệm vụ phản hồi được thực hiện bởi điện trở R_S .
- Hồi tiếp là đưa tín hiệu ngõ ra về lại ngõ vào.
- Ngõ vào: giữa cực cửa và cực nguồn.
- Ngõ ra: giữa cực máng và cực nguồn.



Mạch phân cực hồi tiếp cực nguồn

- Phương trình (*) $V_{EQ} = V_{GS} + I_D R_S$ cho thấy:
 - Khi nhiệt độ tăng, hệ số hỗ dẫn K_n sẽ giảm, dẫn đến dòng I_D giảm, tương ứng với điểm làm việc Q bị trôi xuống theo đường tải.
 - Do V_{EQ} không đổi nên, dòng I_D giảm tương ứng với thành phần sụt áp trên R_S , tức là $I_D R_S$ giảm, khiến cho điện áp V_{GS} tăng.
 - Điện áp V_{GS} tăng sẽ kéo dòng I_D tăng trở lại, tương ứng với điểm Q được kéo quay trở lại vị trí ban đầu.



Mạch phân cực hồi tiếp cực nguồn

- **Cách giải thích khác:**

- Khi I_D giảm do nhiệt độ tăng, sụt áp trên điện trở R_S , chính bằng điện áp tại cực nguồn, sẽ giảm do $V_{R_S} = V_S = I_D R_S$.

- Ta có, điện áp V_{GS} được xác định bởi:

$$V_{GS} = V_G - V_S$$

- Trong đó, điện áp tại cực cửa V_G được cố định bởi mạch phân áp V_{DD} , R_1 và R_2 (lưu ý dòng $I_G = 0$ do lớp ô-xít):

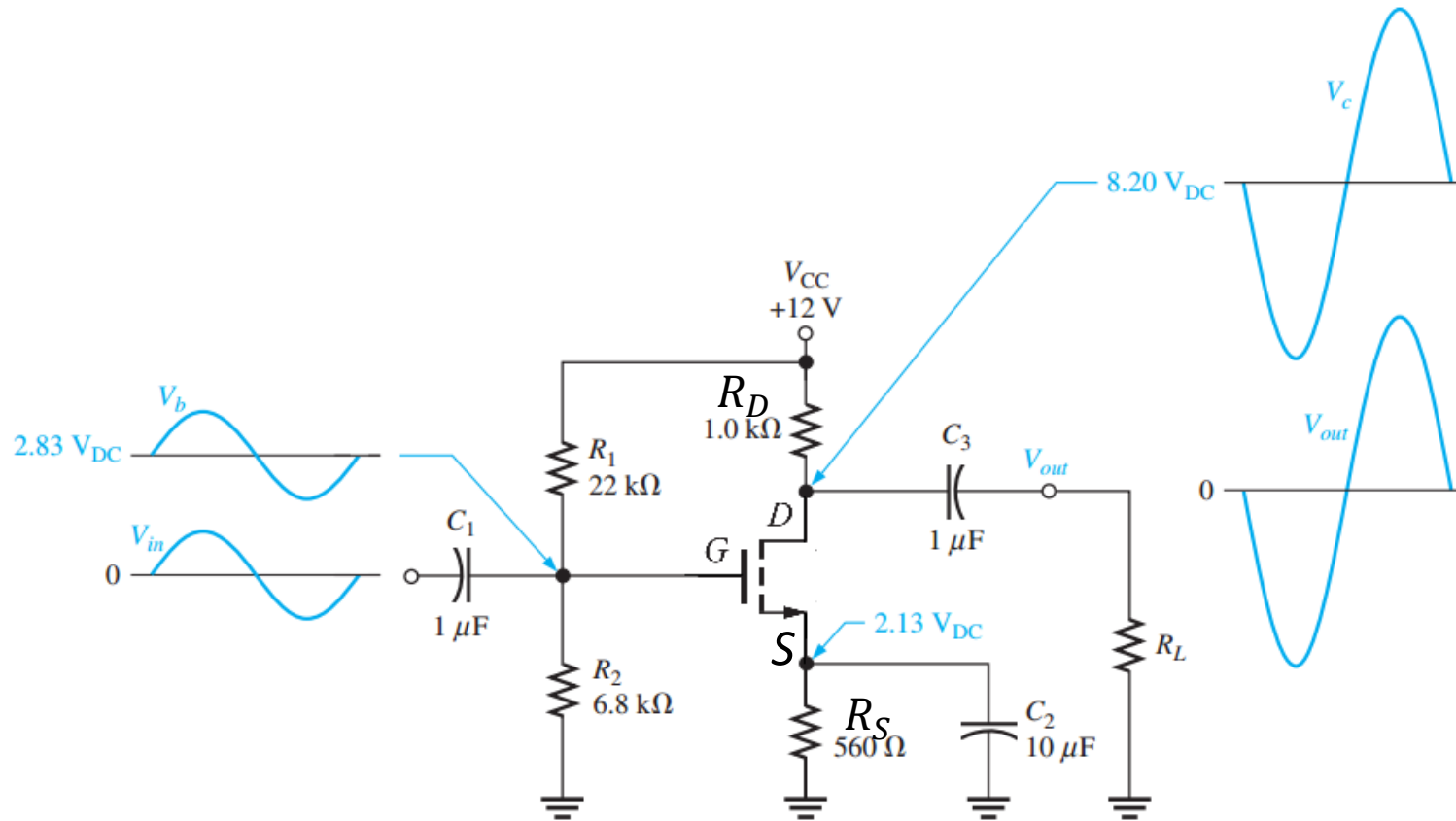
$$V_G = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{DD} = 4 \text{ V}$$

- Do đó, khi V_S giảm sẽ dẫn đến V_{GS} tăng và kéo dòng máng I_D tăng trở lại giá trị ứng với điểm làm việc tĩnh Q .

4.17 TỰ LIÊN LẠC VÀ TỰ THOÁT XOAY CHIỀU

Tụ liên lạc và tụ thoát xoay chiều

- Khi đưa nguồn tín hiệu v_{in} vào mạch phân cực cho MOSFET, ta cần mắc thêm các tụ C_1, C_2 và C_3 vào mạch như hình vẽ để đảm bảo mạch hoạt động đúng yêu cầu.



Tụ liên lạc và tụ thoát xoay chiều

- Tụ C_1 và C_3 được gọi là **tụ liên lạc** (*coupling capacitor*):
 - Thành phần một chiều có thể có trong tín hiệu vào v_{in} sẽ làm thay đổi điện áp phân cực ở cực cửa, qua đó làm thay đổi điểm làm việc tĩnh Q đã được thiết lập. Tụ C_1 có tác dụng ngăn không cho thành phần một chiều có trong tín hiệu v_{in} đi vào mạch phân cực do trở kháng của tụ đối với dòng một chiều là rất lớn, còn đối với tín hiệu xoay chiều thì nhỏ.
 - Trong tín hiệu ngõ ra có thành phần một chiều và việc đưa thành phần này sang mạch kế tiếp là không mong muốn. Tụ C_3 có tác dụng ngăn thành phần một chiều trong tín hiệu ngõ ra.

Tụ liên lạc và tụ thoát xoay chiều

- Tụ C_2 được gọi là **tụ thoát xoay chiều** (*bypass capacitor*).
 - Điện trở R_S là thành phần phản hồi trong mạch phân cực nêu trên. Điện áp trên R_S ảnh hưởng đến cơ chế phản hồi.
 - Do việc phân cực được thực hiện bởi nguồn DC nên ta không mong muốn tín hiệu xoay chiều tham gia vào cơ chế phản hồi.
 - Được biết trở kháng của tụ phụ thuộc vào tần số nên tụ C_2 được lựa chọn sao cho, tại tần số của tín hiệu, trở kháng của tụ C_2 nhỏ hơn rất nhiều lần so với R_S , dẫn đến tín hiệu xoay chiều sẽ đi qua tụ C_2 thay vì R_S .
 - Như vậy, tín hiệu xoay chiều sẽ không tham gia vào quá trình phản hồi. Ngược lại, đối với tín hiệu DC, trở kháng của tụ C_2 là rất lớn so với R_S nên tín hiệu DC sẽ đi qua R_S thay vì qua tụ C_2 và tham gia vào quá trình phản hồi.

Tụ liên lạc và tụ thoát xoay chiều

- Khi phân tích mạch phân cực cho MOSFET, các tụ liên lạc và tụ thoát xoay chiều được xem như hở mạch do có điện trở vô cùng lớn đối với dòng một chiều. Khi đó, các thành phần nối với mạch phân cực thông qua các tụ này sẽ được bỏ qua khi tính toán điểm làm việc tĩnh.

