

GT ĐIỆN TỬ CƠ BẢN

cuu duong than cong. com

Ch3. MOSFET VÀ CỔNG LOGIC

cuu duong than cong. com

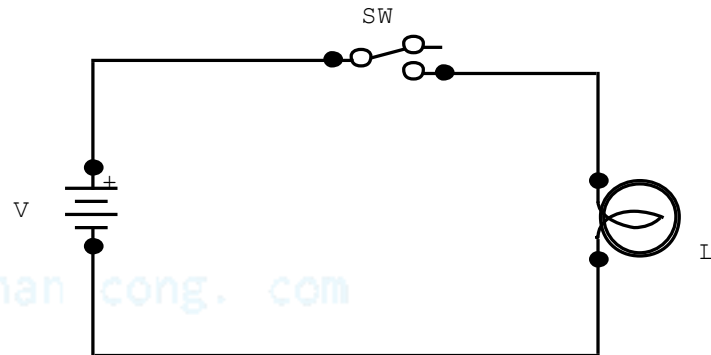
I. Khái niệm về số

Thí dụ về cái bặc điện

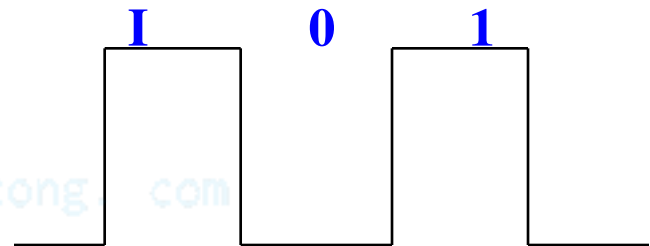
Khi SW hở : Đèn tắt “0”

Khi SW đóng: Đèn sáng “1”

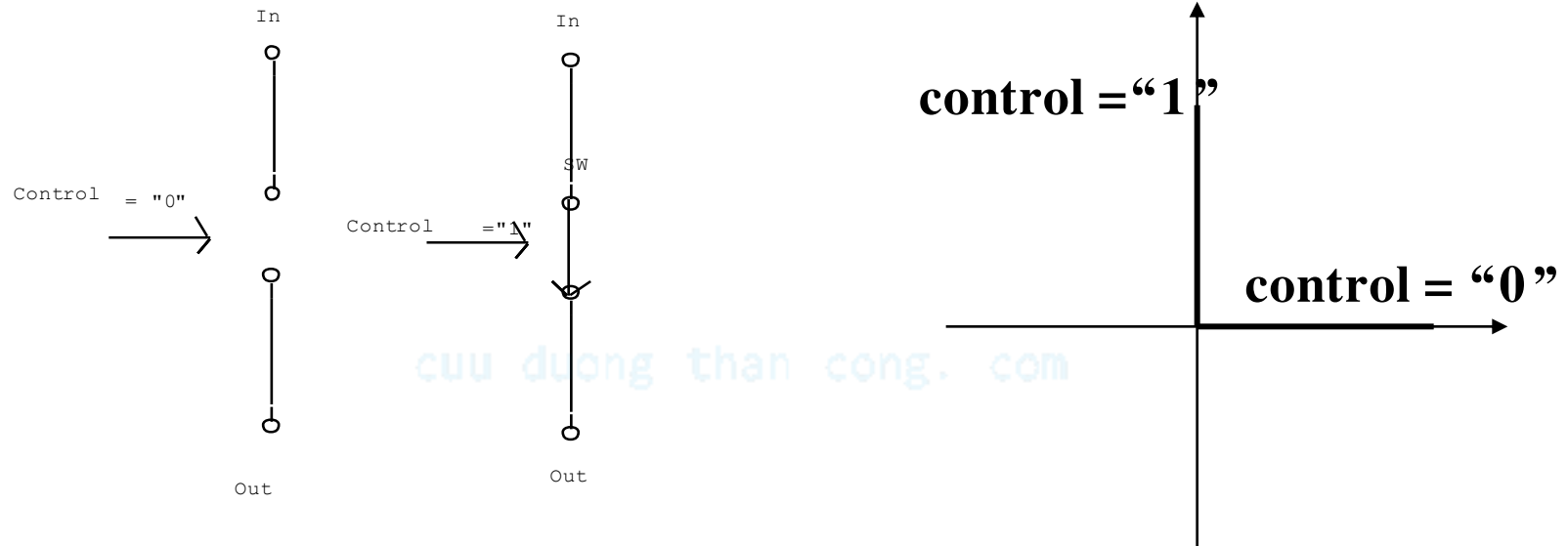
Cho ta khái niệm về tín hiệu
không liên tục hay tín hiệu “số”



	H	L
	5V	0V
	Đúng	sai
Digit	1	0



Đặc tính của bậc điện tử



Khi điều khiển = "0", bậc hở, bậc ở trạng thái OFF

Khi điều khiển = "1", bậc đóng, bậc ở trạng thái ON

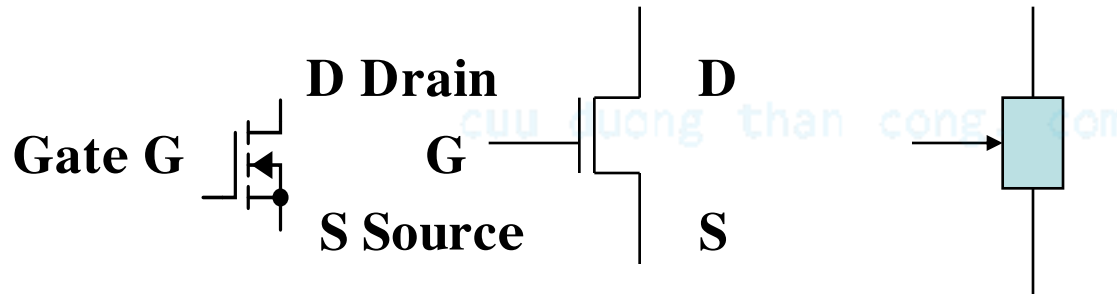
Vậy ta có thể thực hiện các hàm logic bằng các bậc (điện tử)

MOSFET là một trong những linh kiện thường được sử dụng làm bậc

II. Bậc MOSFET

MOSFET (Metal Oside Semiconductor) hiện nay được dùng trong chế tạo vi mạch, nhất là vi mạch kích thước rất lớn (VLSI – Very large Scale Integration).

Ký hiệu của linh kiện MOSFET:



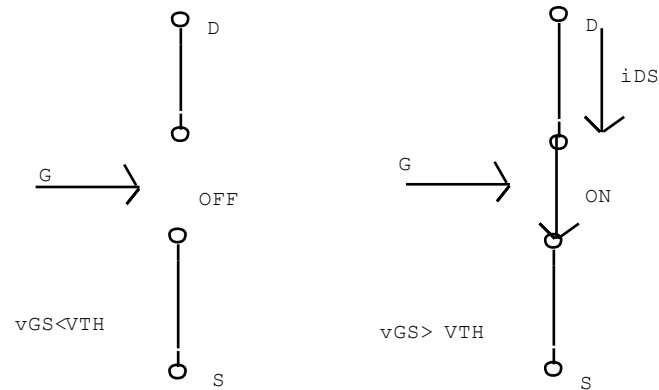
linh kiện rời	vi mạch (IC)
không đối xứng	đối xứng giữa D và S

n - MOSFET

Cách hoạt động bậc MOSFET

Theo quan điểm hai cảng:

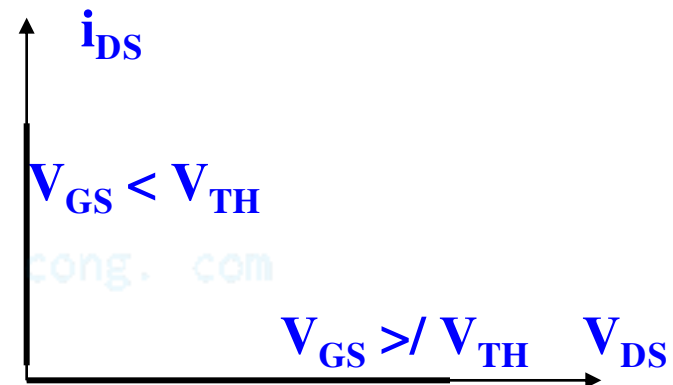
1. S mod (Switch mode)



cuu duong than cong. $V_T = 1V$

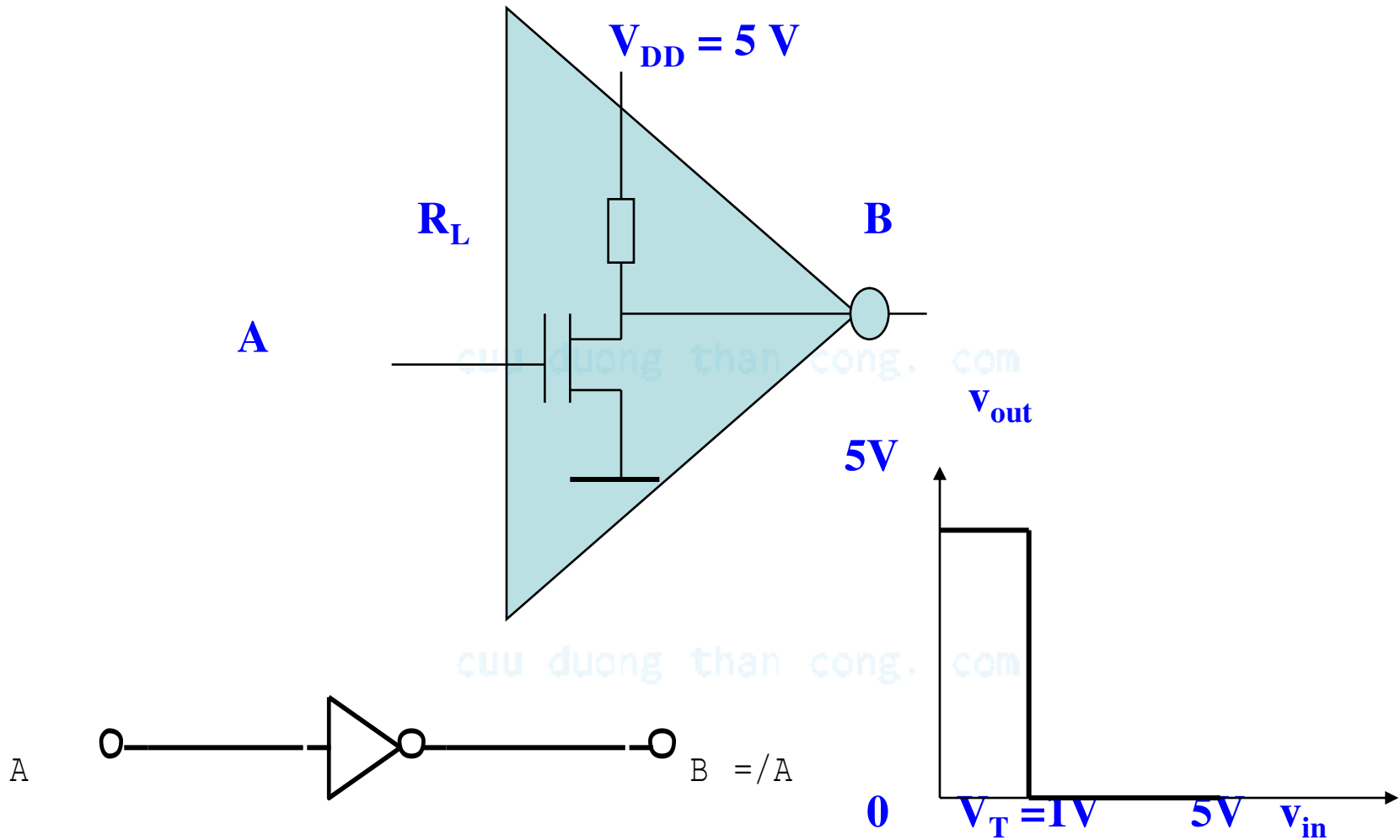
Theo dạng oscilloscope:

Đặc tuyến $i_{DS} = f(v_{DS})$

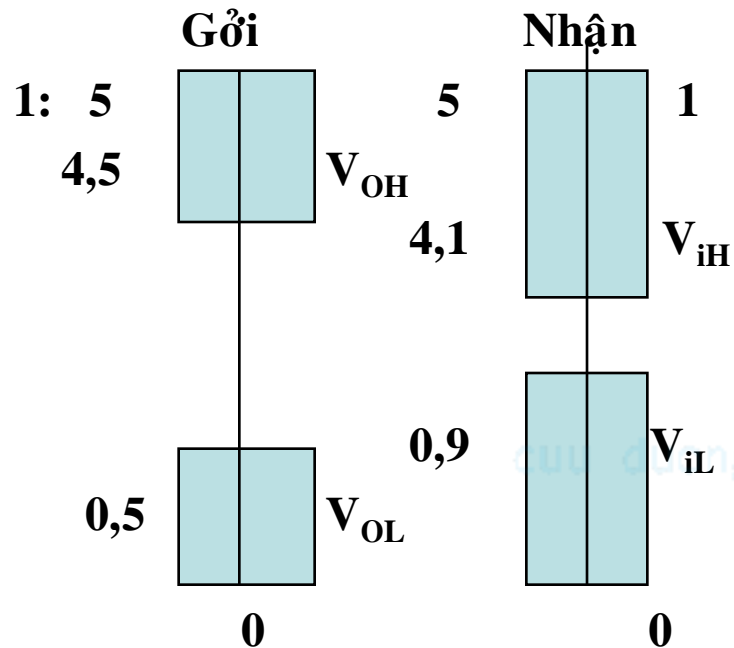


cuu duong than cong. com

Inverter (Mạch Đảo)



Mức điện thế



$$V_{OL} = 0,5V$$

$$V_{OH} = 4,5V$$

$$V_{IL} = 0,9V$$

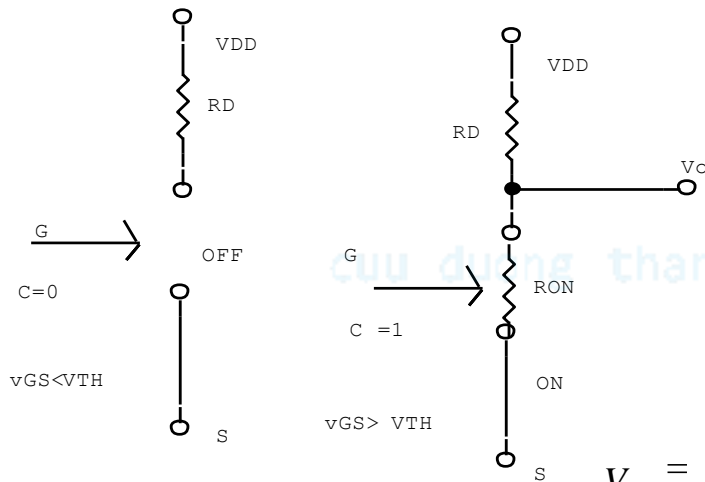
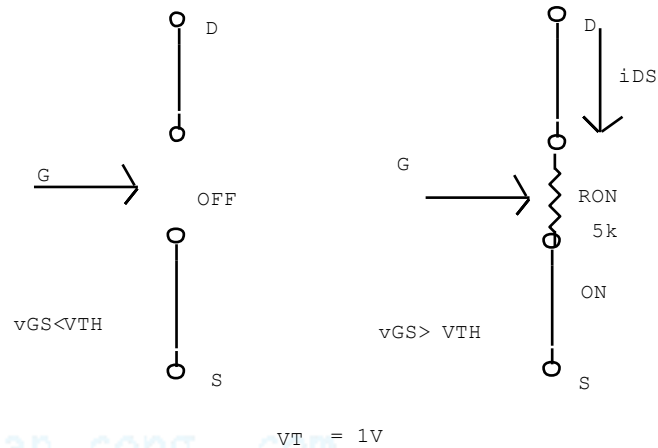
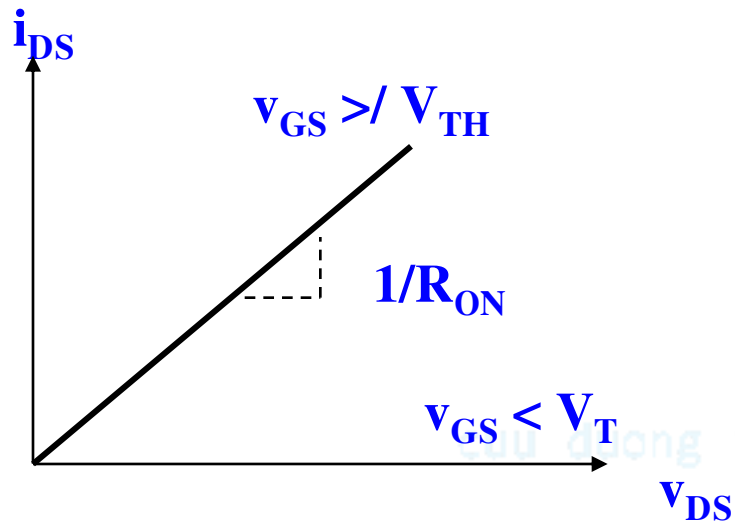
$$V_{IH} = 4,1V$$

$$\left. \begin{array}{l} V_{OL} = 0,2V \\ V_{OH} = 4,8V \end{array} \right\} \begin{array}{l} V_{IL} = 0,5 \\ V_{IH} = 4,5V \end{array} \} Yes$$

$$\left. \begin{array}{l} V_{OL} = 0,5V \\ V_{OH} = 4,5V \end{array} \right\} \boxed{V_{IL} = 1,5V} \left. \begin{array}{l} \\ V_{IH} = 3,5V \end{array} \right\} no$$

2. Model SR (Switch resistor model) của MOSFET

Model MOS chính xác hơn



Bảng sự thật

C	V_o
0	1
1	0

$$V_o = V_{DD} = "1"$$

$$V_o = \frac{R_{ON}}{R_{ON} + R_D} V_{DD} \leq V_{OL}$$

II. Cấu tạo MOSFET

- Transistor EMOSFET được thực hiện trên 1 giá (nền , thân) Si loại p. Và trên nền nói trên 2 vùng pha đậm n+ được khuếch tán tạo nên cực nguồn S và cực thoát D.
- Một lớp cách điện (SiO_2) đặt dưới cực cổng G, nên điện trở ngõ vào (cực G) rất lớn có thể đến vài chục – vài trăm Ohm.
- Do cấu trúc như trên nên FET này có tên MOSFET (MOS–Metal-Oxide-Semicon-ductor)
- Do giữa 2 cực S và D thành lập vùng hiếm lớn, nên MOSFET không dẫn điện khi chưa được phân cực .

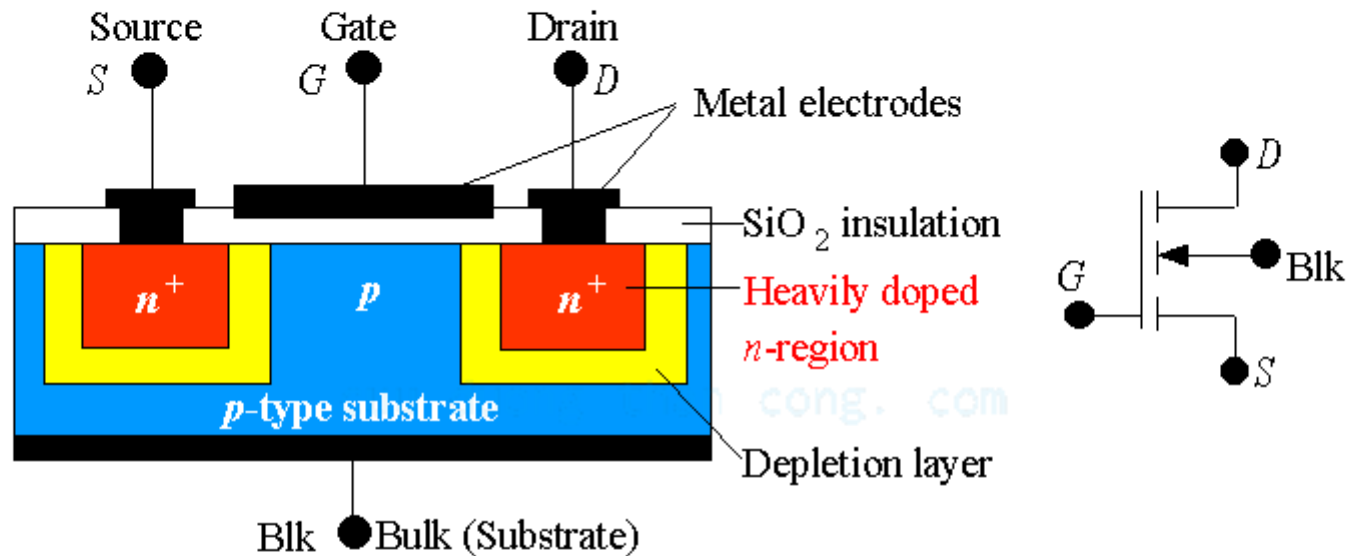


Fig. 6.36: The basic structure of the enhancement MOSFET and its circuit symbol.

From *Principles of Electronic Materials and Devices, Second Edition*, S.O. Kasap (© McGraw-Hill, 2002)
<http://Materials.USask.Ca>

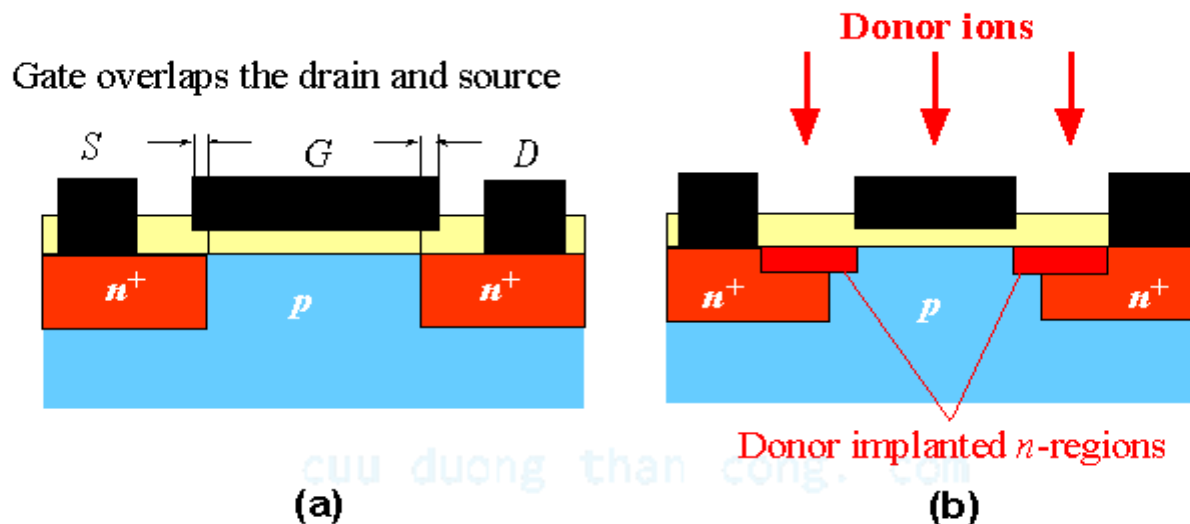


Fig. 6.41: (a) There is an overlap of the gate electrode with the source and drain regions and hence additional capacitance between the gate and drain. (b) n^+ type ion implantation extends the drain and source to line-up with the gate.

From *Principles of Electronic Materials and Devices*, Second Edition, S.O. Kasap (© McGraw-Hill, 2002)
<http://Materials.USask.Ca>

2.Cách hoạt động

E-MOSFET kênh n còn gọi là NMOS loại tăng trước tiên được phân cực với $V_{DS} (>0)$ nhỏ và giữ không đổi, cho V_{GS} thay đổi:

- Khi $V_{GS} < 0$, dưới cổng (dưới lớp oxid) chỉ có lớp điện tích dương (do cảm ứng) nên $I_D = 0$, MOSFET không dẫn.
- Khi $V_{GS} > 0$ nhưng vẫn $V_{GS} < V_{TH}$ MOSFET vẫn ngưng dẫn.
- Khi $V_{GS} > V_{TH}$ số điện tích âm dưới cực cổng đủ hình thành kênh n từ cực S sang cực D, nhờ đó các điện tử tự do dễ dàng di chuyển từ S sang D dưới tác động của điện trường ngoài (cực D có V_{DD} rất lớn).

→ MOSFET dẫn điện nhưng do điện trường còn nhỏ nên dòng I_D vào khoảng vài μA .

- Khi $V_{GS} > 0$ càng lớn, số điện tử tự do (hạt tải đa số) trong kênh cảm ứng càng tăng làm dòng thoát I_D càng tăng.
- Nếu giữ V_{GS} đủ lớn như trên và làm thay đổi V_{DS} (bằng cách thay đổi V_{DD}):
 - Lúc V_{DS} còn nhỏ dòng I_D tăng rất nhanh
 - Lúc V_{DS} tăng đủ lớn, do vùng thoát phân cực nghịch, vùng hiếm lan rộng làm hẹp và bị nghẽn tại cuối kênh, dòng thoát I_D đạt trị số bão hoà (có trị lớn nhất và không đổi) V_{DSbh} .

- Sau đó, nếu tiếp tục gia tăng $V_{DS} > V_{DSbh}$ vùng hiếm phía cực D càng rộng làm điểm nghẽn di chuyển về phía cực nguồn S nên dòng I_D vẫn giữ trị không đổi (bão hoà) (H.9) .

Chú ý

- (1). Do EMOSFET dẫn điện chỉ bằng các hạt tải đa số nên còn gọi là linh kiện hạt tải đa số hay transistor đơn cực (đơn hướng).
- (2). Việc điều khiển các hạt tải đa số bằng điện trường nên EMOSFET còn được gọi là linh kiện điều khiển bằng điện trường.
- (3). Với các EMOSFET kênh p thì lý luận tương tự nhưng với kênh cảm ứng là các lỗ trống, cực S và cực D là các lỗ trống cho sẵn (xem giáo trình).

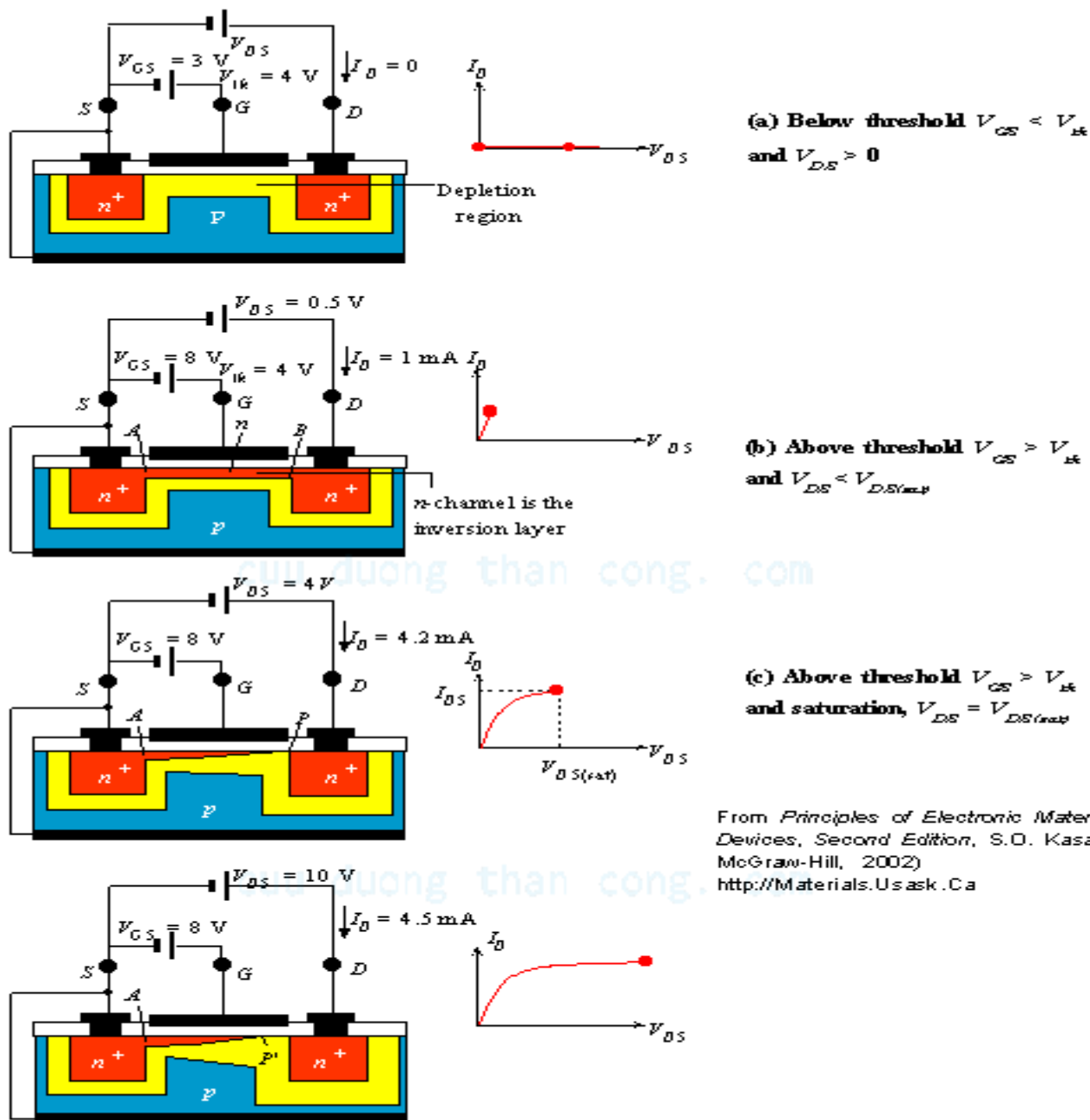


Fig. 6.37: The MOSFET I_D vs V_{DS} characteristics

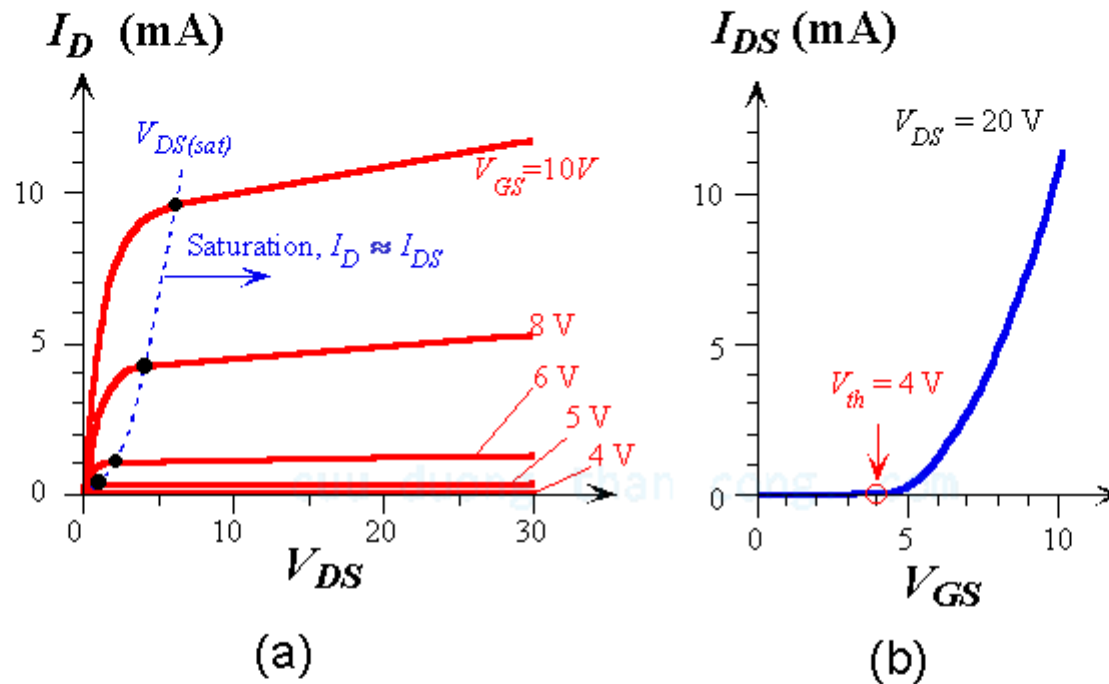
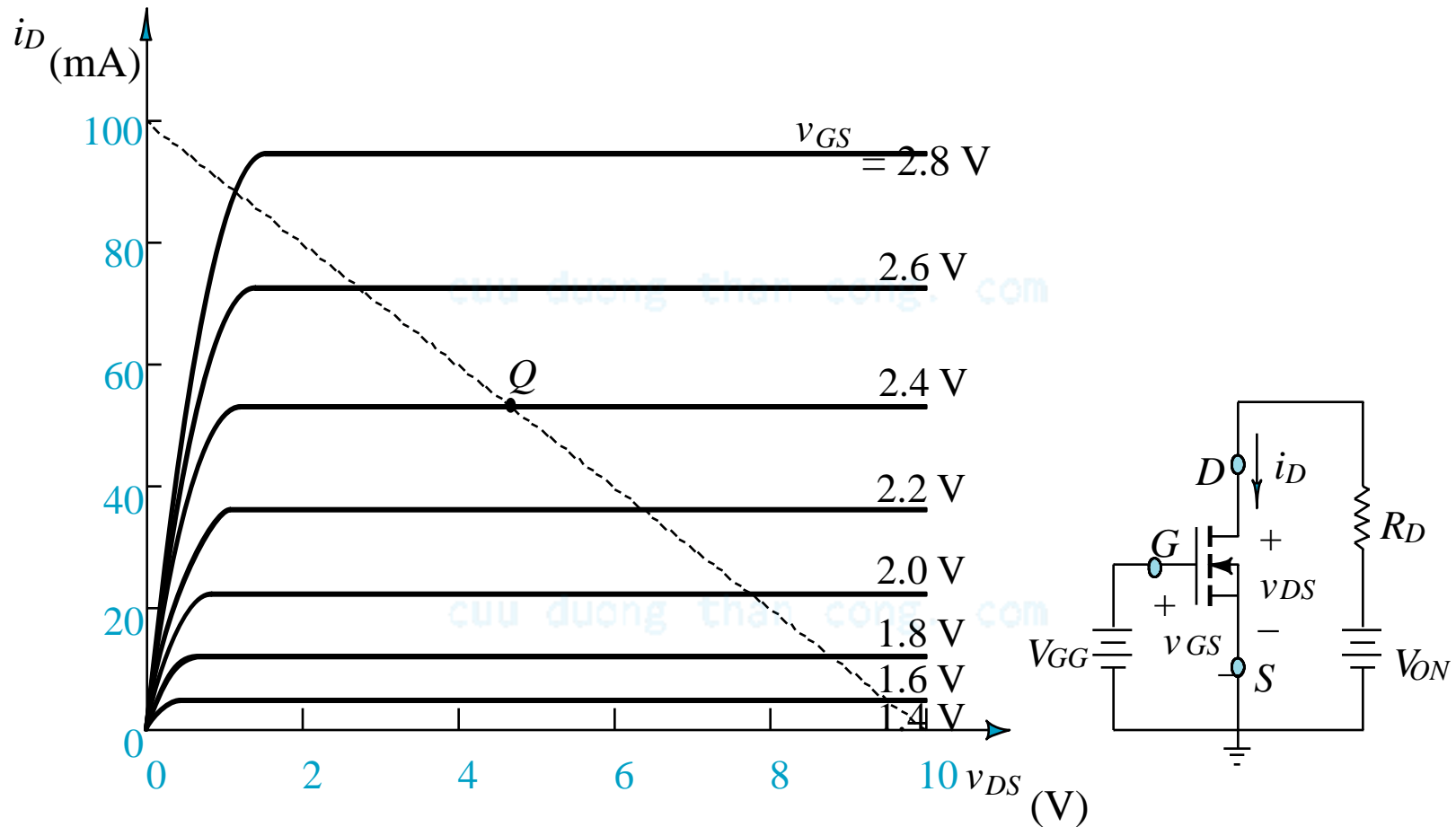


Fig. 6.38: (a) Typical I_D vs V_{DS} characteristics of an enhancement MOSFET ($V_{th} = 4$ V) for various fixed gate voltages V_{GS} . (b) Dependence of I_D on V_{GS} at a given V_{DS} ($>V_{DS(sat)}$).

From *Principles of Electronic Materials and Devices, Second Edition*, S.O. Kasap (© McGraw-Hill, 2002)
<http://Materials.Uask.Ca>

Figure 9.32 n -channel enhancement MOSFET circuit and drain characteristic for Example 9.8



• 3. Biểu thức điện thế và dòng điện

a. Biểu thức điện thế

Dựa vào lý thuyết và đặc tuyến, quỹ tích các điểm có V_{DSbh} cho bởi:

$$V_{DSbh} = V_{GS} - V_{TH} \quad (1).$$

b. Biểu thức dòng điện thoát I_D .

- Trong vùng điện trở :

$$V_{GS} < V_{TH} \text{ hay } V_{DS} < V_{GS} - V_{TH}$$

ta có :

$$I_D = k[2(V_{GS} - V_{TH})V_{DS} - (V_{DS})^2] \quad (2)$$

- Trong vùng bão hoà :

$$V_{GS} > V_{TH} \text{ hay } V_{DS} > V_{GS} - V_{TH}$$

ta có :

$$I_D = k(V_{GS} - V_{TH})^2 \quad (3) \quad k \text{ hằng số tùy thuộc linh kiện .}$$

Table 5.1 Summary of the MOSFET current–voltage relationships

NMOS

Nonsaturation region ($v_{DS} < v_{DS}(\text{sat})$)

$$i_D = K_n[2(v_{GS} - V_{TN})v_{DS} - v_{DS}^2]$$

Saturation region ($v_{DS} > v_{DS}(\text{sat})$)

$$i_D = K_n(v_{GS} - V_{TN})^2$$

Transition point

$$v_{DS}(\text{sat}) = v_{GS} - V_{TN}$$

Enhancement mode

$$V_{TN} > 0$$

Depletion mode

$$V_{TN} < 0$$

PMOS

Nonsaturation region ($v_{SD} < v_{SD}(\text{sat})$)

$$i_D = K_p[2(v_{SG} + V_{TP})v_{SD} - v_{SD}^2]$$

Saturation region ($v_{SD} > v_{SD}(\text{sat})$)

$$i_D = K_p(v_{SG} + V_{TP})^2$$

Transition point

$$v_{SD}(\text{sat}) = v_{SG} + V_{TP}$$

Enhancement mode

$$V_{TP} < 0$$

Depletion mode

$$V_{TP} > 0$$

Thông số kỹ thuật của EMOSFET

- 2N7000 có trị số cực đại:

V_{DSS} 60 V

V_{GSS} 60 V

I_{DM} 200 mA

P_{DM} 400 mW

T_{jmax} -55 + 150°C

a. Phân cực bằng cầu chia thế và R_S

- Xác định điểm tĩnh điều hành Q:

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

$$V_S = R_S I_D$$

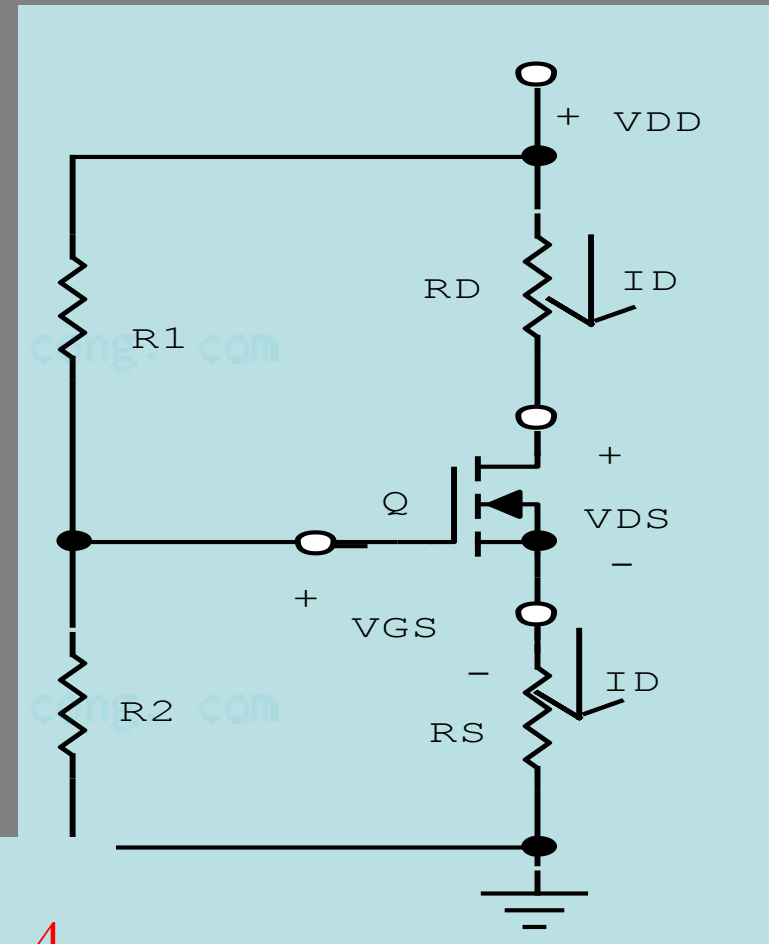
$$V_{GSQ} = V_G - V_S > 0 \quad 1$$

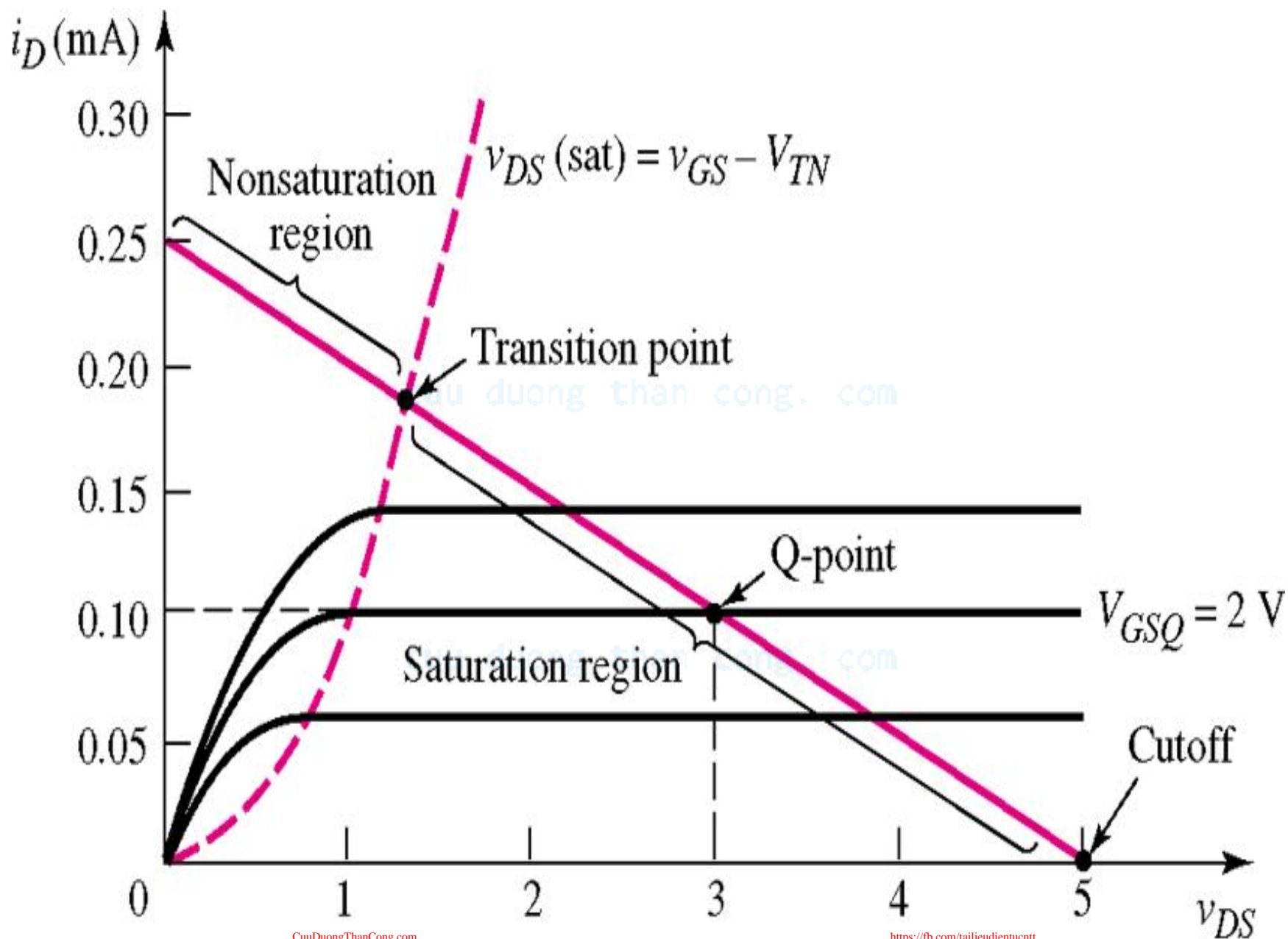
$$I_{DQ} = k (V_{GSQ} - V_{TH})^2 \quad 2$$

$$V_{DS} = V_{DD} - R_D + R_S I_D \quad 3$$

- Đường tải tĩnh:

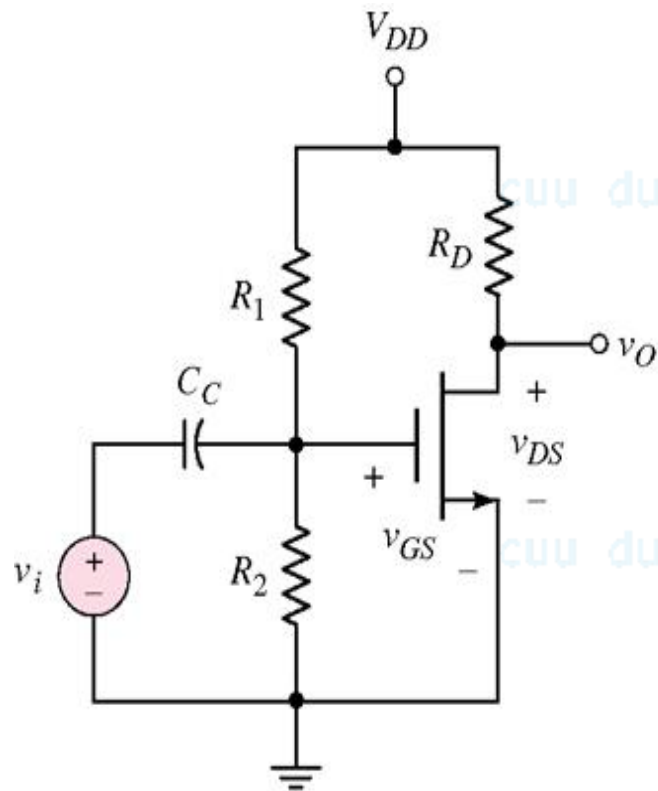
$$I_D = \frac{-V_{DS}}{R_D + R_S} + \frac{V_{DD}}{R_D + R_S} \quad 4$$



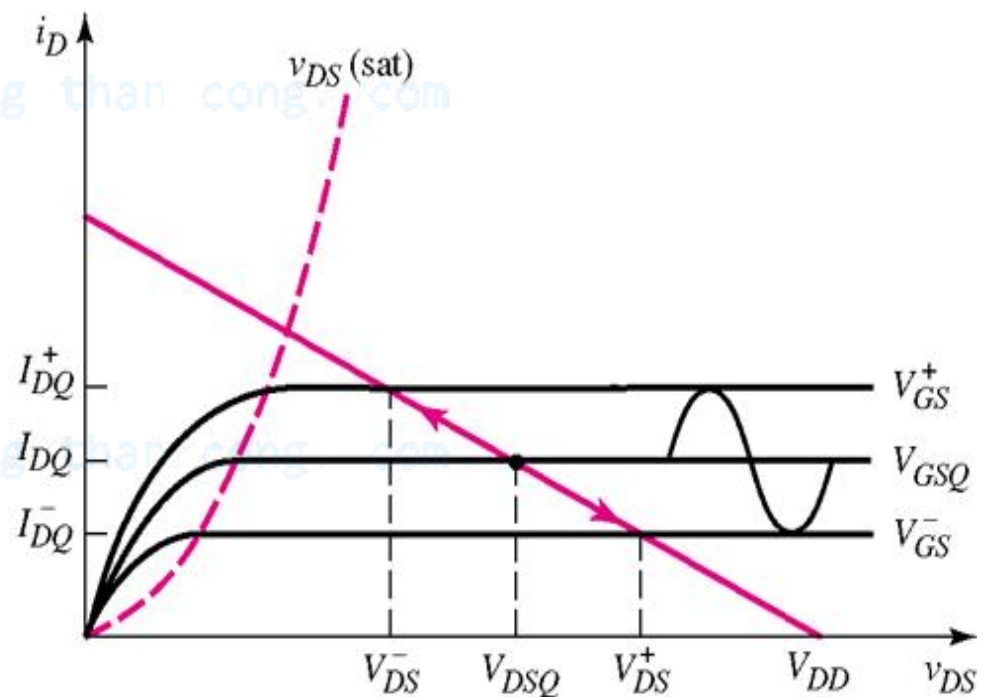


- Mạch có thể bỏ điện trở R_S vì FET ổn định đối với nhiệt độ

Các phép tính giống như trên nhưng cho $R_S = 0$



(a)



(b)