

Chương 6
Bài tập giải sẵn về JFET-AY1112-S1

1. N-JFET có $I_{DSS} = 10\text{mA}$ và $V_{TH} = -3\text{V}$. Hãy cho biết miền hoạt động của JFET này nếu người ta đo được các điện thế tại D, G và S so với đất trong các trường hợp sau:

- $V_D = 6\text{V}$, $V_G = 2\text{V}$, và $V_S = 1\text{V}$.
- $V_D = 6\text{V}$, $V_G = 1\text{V}$, và $V_S = 4\text{V}$.
- $V_D = 6\text{V}$, $V_G = 3.5\text{V}$, và $V_S = 2\text{V}$.

ĐS.

Qui tắc chung để giải loại bài toán này với N-JFET như sau:

- $V_{GS} \leq V_{TH}$: miền tắt $\Rightarrow I_D = 0$
- $0 \geq V_{GS} > V_{TH}$: (với $V_{DS,sat} = V_{GS} - V_{TH}$)
 - $0 < V_{DS} < V_{DS,sat} \Leftrightarrow V_D - V_G < -V_{TH}$: miền tuyến tính (còn gọi là miền Ohm hay Triode)
 - $V_{DS} \geq V_{DS,sat} \Leftrightarrow V_D - V_G \geq -V_{TH}$: miền bão hòa

Áp dụng vào các câu a), b), và c), ta có kết quả sau:

Trường hợp	$V_{GS} [\text{V}] = V_G - V_S$	$V_{DS,sat} [\text{V}]$	$V_{DS} [\text{V}] = V_D - V_S$	Miền hoạt động
a)	$2 - 1 = 1 > -3$	$1 - (-3) = 4$	$6 - 1 = 5 > 4$	Bão hòa
b)	$1 - 4 = -3 = V_{TH}$			Tắt
c)	$3.5 - 2 = 1.5 > -3$	$1.5 - (-3) = 4.5$	$6 - 2 = 4 < 4.5$	Triode

Nếu chỉ xét V_{GS} và V_{DG} thì ta có bảng sau: (cách này có lợi hơn, không cần tính $V_{DS,sat}$)

Trường hợp	$V_{GS} [\text{V}] = V_G - V_S$	$V_{DG} [\text{V}] = V_D - V_G$	Miền hoạt động
a)	$2 - 1 = 1 > V_{TH} = -3$	$6 - 2 = 4 > -V_{TH} = 3$	Bão hòa
b)	$1 - 4 = -3 = V_{TH}$		Tắt
c)	$3.5 - 2 = 1.5 > V_{TH} = -3$	$6 - 3.5 = 2.5 < -V_{TH} = 3$	Triode

2. P-JFET có $I_{DSS} = 10\text{mA}$ và $V_{TH} = 4\text{V}$. Hãy cho biết miền hoạt động của JFET này nếu người ta đo được các điện thế tại D, G và S so với đất trong các trường hợp sau:

- $V_D = -5\text{V}$, $V_G = 2\text{V}$, và $V_S = 1\text{V}$.
- $V_D = 0\text{V}$, $V_G = 3\text{V}$, và $V_S = 2\text{V}$.
- $V_D = -6\text{V}$, $V_G = 3\text{V}$, và $V_S = -1\text{V}$.

ĐS.

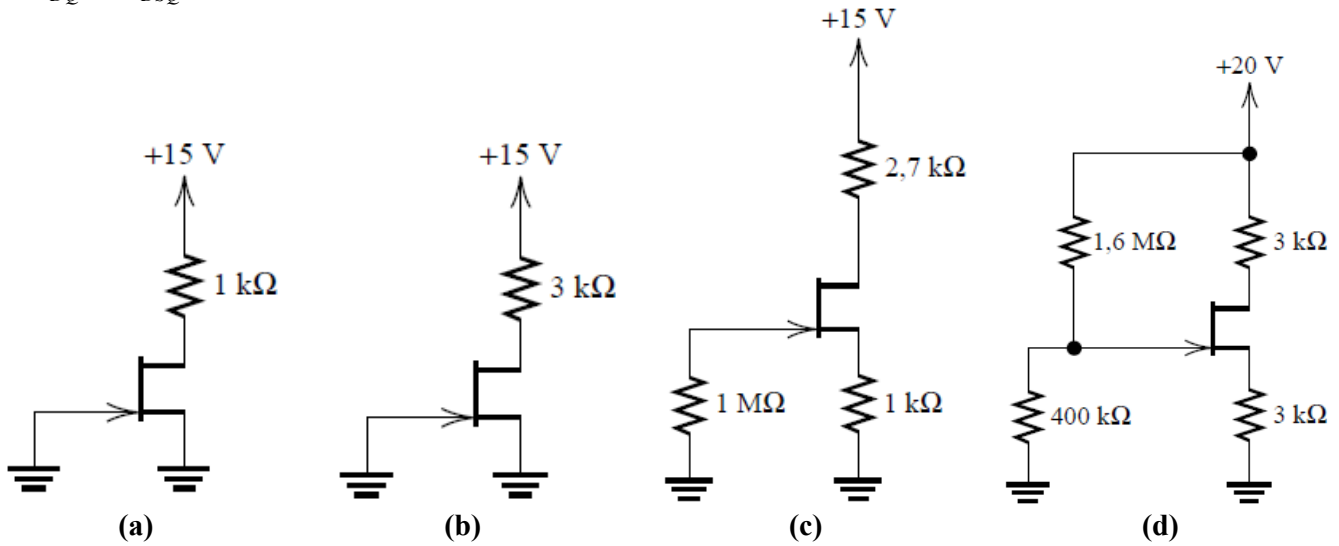
Qui tắc chung để giải loại bài toán này với P-JFET như sau:

- $V_{GS} \geq V_{TH}$: miền tắt $\Rightarrow I_D = 0$
- $0 \leq V_{GS} < V_{TH}$: (với $V_{DS,sat} = V_{GS} - V_{TH}$)
 - $0 > V_{DS} > V_{DS,sat} \Leftrightarrow V_D - V_G > -V_{TH}$: miền tuyến tính (còn gọi là miền Ohm hay Triode)
 - $V_{DS} \leq V_{DS,sat} \Leftrightarrow V_D - V_G \leq -V_{TH}$: miền bão hòa

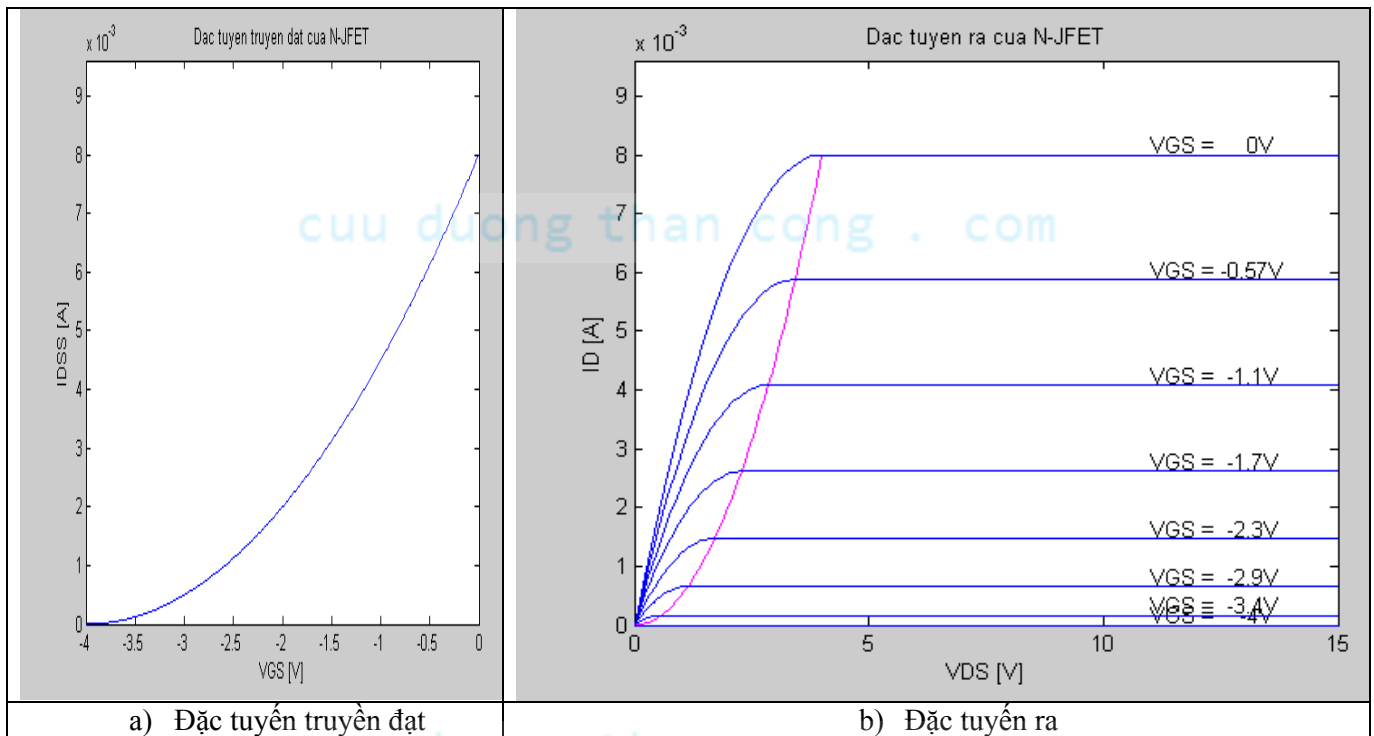
Nếu chỉ xét V_{GS} và V_{DG} thì ta có bảng sau: (cách này có lợi hơn, không cần tính $V_{DS,sat}$)

Trường hợp	$V_{GS} [\text{V}] = V_G - V_S$	$V_{DG} [\text{V}] = V_D - V_G$	Miền hoạt động
a)	$2 - 1 = 1 < V_{TH} = 4$	$-6 - 2 = -8 < -V_{TH} = -4$	Bão hòa
b)	$3 - 2 = 1 < V_{TH} = 4$	$0 - 3 > -V_{TH} = -4$	Triode
c)	$3 - (-1) = 4 = V_{TH}$		Tắt

3. Mạch ở hình 1 với N-JFET có $I_{DSS} = 8\text{mA}$ và $V_{TH} = -4\text{V}$. Cho trước đặc tuyến của JFET này ở hình 2, hãy tìm I_{DQ} và V_{DSQ} .



Hình 1



Hình 2

ĐS.

Câu 3a&b:

Nếu có đặc tuyến thì để tìm điểm tĩnh Q (điểm hoạt động DC) thì ta chỉ cần vẽ đường tải DC (DCLL = DC Load Line) ở ngõ ra của JFET ($I_D = f(V_{DS})$ với $V_{GS} = \text{const}$) trên đặc tuyến khi biết trước V_{GS} thì ta có thể biết được giá trị I_{DQ} và V_{DSQ} .

Gọi R_D là điện trở nối từ cực D lên VDD thì H.1(a) và H.1(b) có cùng chung dạng DCLL:

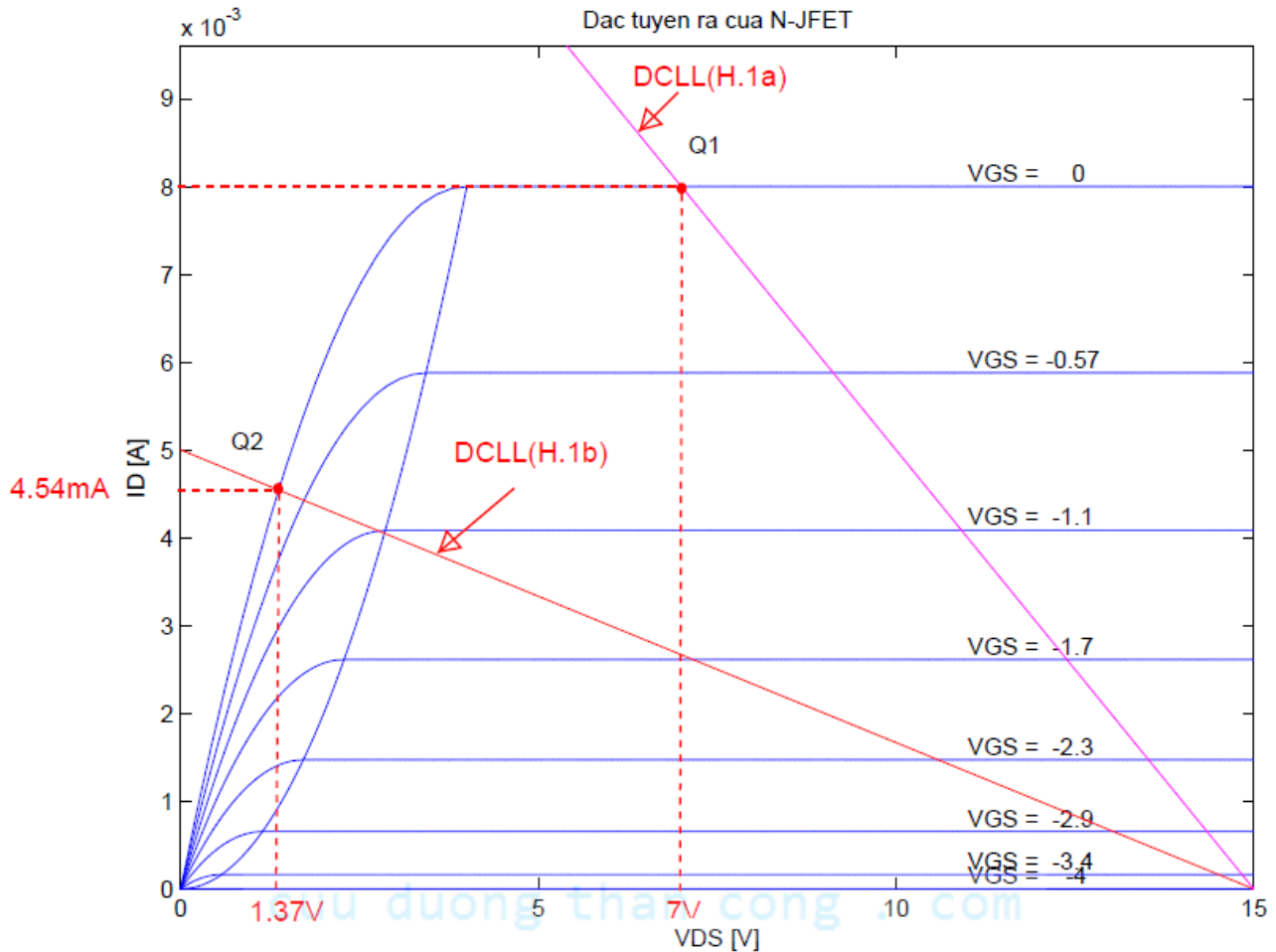
$$V_{DD} = I_D R_D + V_{DS} \Rightarrow I_D = (V_{DD} - V_{DS}) / R_D \text{ với } V_{GS} = 0.$$

Trong đó R_D là $1\text{k}\Omega$ với H.1(a) và là $3\text{k}\Omega$ với H.1(b).

Vẽ cả 2 DCLL này trên đặc tuyến ra ta có kết quả là Q1 cho H.1(a) và Q2 cho H.1(b).

Như vậy:

- a) Điểm tĩnh Q1 nằm trong miền bão hòa với $I_{DQ} = 8\text{mA}$ và $V_{DSQ} = 7\text{V}$.
- b) Điểm tĩnh Q2 nằm trong miền triode với $I_{DQ} = 4.54\text{mA}$ và $V_{DSQ} = 1.37\text{V}$.



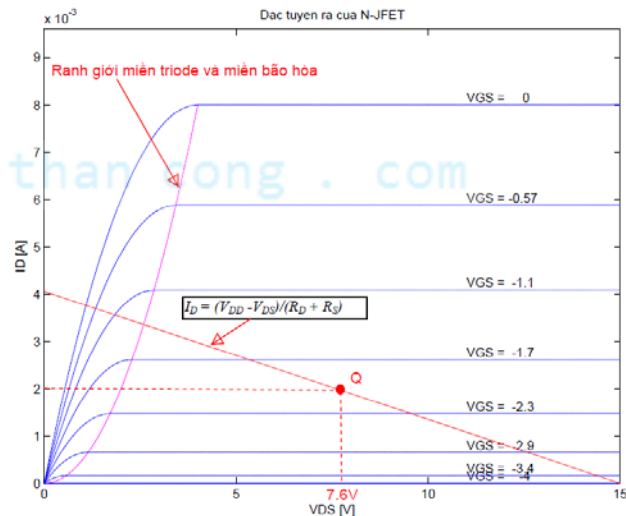
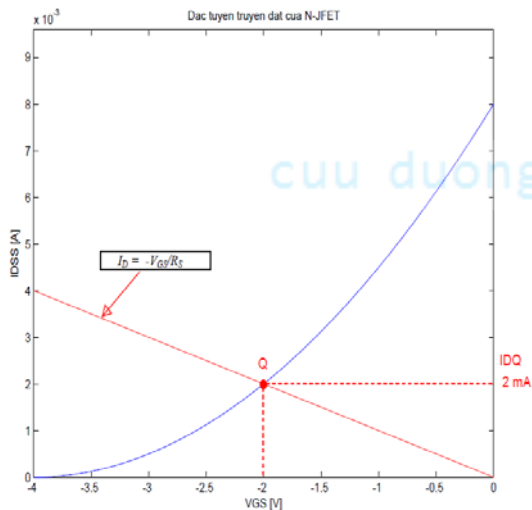
Câu 3c: Với H.1(c), nếu gọi các điện trở tại các cực S, D, và S là R_S , R_D , và R_S thì ta có Phương trình đường tải ở cực công là:

$$V_{GS} = -I_D R_S \Rightarrow I_D = -V_{GS} / R_S \quad (\text{DCLL_c1})$$

Phương trình đường tải ở cực máng là:

$$V_{DD} = I_D R_D + V_{DS} + I_D R_S \Rightarrow I_D = (V_{DD} - V_{DS}) / (R_D + R_S) \quad (\text{DCLL_c2})$$

Nếu JFET ở miền bão hòa thì giao của DCLL_c1 với đặc tuyến truyền đạt sẽ cho I_D và V_{GS} . Sau đó ta vẽ đường thẳng song song với trục hoành cắt trục tung tại giá trị I_D vừa tìm được, nếu giao của đường này và DCLL_c2 là điểm nằm trong miền bão hòa thì giả thiết đúng và ta tìm được V_{DS} .



Như vậy với H.1(c) JFET ở miền bão hòa với $I_{DQ} = 2 \text{ mA}$, $V_{GSQ} = -2 \text{ V}$ và $V_{DSQ} = 7.6 \text{ V}$.

Câu 3d: Với H.1(d) ta biến đổi mạch chia áp ở cực cổng thành mạch đương tương Thévenin với nguồn áp Thévenin $V_{GG} = V_{DD}R_2/(R_1 + R_2) = 15V \times 400K\Omega / (400K\Omega + 1.6M\Omega) = 3V$ và điện trở Thévenin $R_{GG} = R_1//R_2 = 320 K\Omega$.

Giả sử JFET ở miền bão hòa, khi đó cực cổng bị phân cực ngược và dòng $I_G = 0$

Suy ra $V_G = V_{GG} = 3V$. Ngoài ra $V_S = I_D R_S \Rightarrow V_{GS} = V_{GG} - V_S = 3V - I_D R_S$

Hay phương trình đường tải ở cực cổng là: $I_D = (3V - V_{GS})/R_S$

Tìm giao của đường thẳng này với đặc tuyến truyền đạt ta tìm được $I_{DQ} = 1.7 \text{ mA}$ và $V_{GSQ} = -2.15 \text{ V}$.

Tìm giao của đường tải ngõ ra $I_D = (V_{DD} - V_{DS})/(R_D + R_S)$ với đường $I_D = 1.7 \text{ mA}$ ta tìm được giao điểm tại $V_{DS} = 4.75 \text{ V}$ ở trong miền bão hòa.

Như vậy với H.1(d) JFET ở miền bão hòa với $I_{DQ} = 1.7 \text{ mA}$, $V_{GSQ} = -2.15 \text{ V}$ và $V_{DSQ} = 4.75 \text{ V}$.

Tóm lại:

Hình 1	N-JFET ở miền	I_{DQ} [mA]	V_{GSQ} [V]	V_{DSQ} [V]
(a)	Bão hòa	8	0	7
(b)	Triode	4.54	0	1.37
(c)	Bão hòa	2	-2	7.6
(d)	Bão hòa	1.7	-2.15	4.75

4. Mạch ở hình 1 với N-JFET có $I_{DSS} = 8\text{mA}$ và $V_{TH} = -4\text{V}$. Hãy tìm I_{DQ} và V_{DSQ} khi không có đặc tuyến.

ĐS.

(a) Giả sử JFET bão hòa. Gọi R_D là R ở D và điện áp nguồn là V_{DD} .

Vì $V_{GS} = 0$ thì $I_D = I_{DSS}$ (ở miền bão hòa)

$\Rightarrow V_{DD} = I_D R_D + V_{DS} = I_{DSS} R_D + V_{DS} \Rightarrow V_{DS} = V_{DD} - I_{DSS} R_D = 15V - 8\text{mA} \times 1K\Omega = 7V$

Kiểm chứng JFET ở miền bão hòa: $V_{GS} = 0 > V_{TH} = -4V$ và $V_D - V_G = 7V - 0 = 7V > -V_{TH} = 4V$

Như vậy JFET ở miền bão hòa với $I_{DQ} = 8\text{mA}$ và $V_{DSQ} = 7V$.

(b) Giả sử JFET bão hòa.

Vì $V_{GS} = 0$ thì $I_D = I_{DSS}$ (ở miền bão hòa)

$\Rightarrow V_{DS} = V_{DD} - I_{DSS} R_D = 15V - 8\text{mA} \times 3K\Omega = -9V$! (Vô lý vì với mạch này $V_{DS} \geq 0$)

Và $V_{GS} = 0 > V_{TH} \Rightarrow$ JFET ở miền triode, khi đó ta có dòng I_D theo công thức sau:

$$I_D = \frac{2I_{DSS}}{V_{TH}^2} \left[(V_{GS} - V_{TH})V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2} \right]$$

Với $V_{GS} = 0$, $V_{DS} = V_{DD} - I_D R_D$

Sau khi thay V_{GS} và V_{DS} vào phương trình trên ta có phương trình theo I_D :

$$R_D^2 I_D^2 + \left(\frac{V_{TH}^2}{I_{DSS}} - 2R_D [V_{DD} + V_{TH}] \right) I_D + V_{DD}^2 + 2V_{DD}V_{TH} = 0$$

Giải phương trình trên ta tìm được 2 nghiệm của I_D :

$$I_{D1} = 4.54313 \text{ mA} \text{ và } I_{D2} = 2.56798 \text{ mA}$$

Thay vào biểu thức V_{DS} ta có:

$$V_{DS1} = 1.3706 \text{ V} \text{ (nhận vì } V_{DS} = 1.37 < V_{GS} - V_{TH} = -V_{TH} = 4)$$

$$V_{DS2} = 7.29606 \text{ V} \text{ (loại vì } V_{DS} = 7.3 > V_{GS} - V_{TH} = -V_{TH} = 4)$$

Như vậy JFET ở miền triode với $I_{DQ} = 4.54 \text{ mA}$ và $V_{DSQ} = 1.37 \text{ V}$.

(c) Giả sử JFET bão hòa. Gọi điện trở tại S, G, và D là R_S , R_G , và R_D ; và điện áp nguồn là V_{DD} .

Theo mạch ta có $V_{GS} = -I_D R_S$ và $V_{DS} = V_{DD} - I_D (R_D + R_S)$

Thay các biểu thức này vào phương trình I_D ở miền bão hòa, ta có:

$$R_S^2 I_D^2 + \left(2R_S V_{TH} - \frac{V_{TH}^2}{I_{DSS}} \right) I_D + V_{TH}^2 = 0$$

Thay số vào và giải phương trình này ta tìm được 2 nghiệm của I_D : $I_{D1} = 8 \text{ mA}$ và $I_{D2} = 2 \text{ mA}$

Thay vào biểu thức $V_{DS} = V_{DD} - I_D (R_D + R_S)$, ta có:

$$V_{DS1} = -14.6 \text{ V} \text{ (loại vì } V_{DS} \text{ phải } > 0)$$

$$V_{DS2} = 7.6 \text{ V} \text{ (nhận vì } V_{DS} = 7.6 \text{ V } > 0)$$

Kiểm chứng lại:

$$V_{GS} = -I_D R_S = -2 \text{ mA} \times 1 \text{ K}\Omega = -2 \text{ V} > V_{TH} = -4 \text{ V}$$

$$V_{DS} = 7.6 \text{ V} > V_{DS,sat} = V_{GS} - V_{TH} = -2 \text{ V} + 4 \text{ V} = 2 \text{ V}$$

Thỏa điều kiện để JFET ở miền bão hòa.

Như vậy JFET ở miền bão hòa với $I_{DQ} = 2 \text{ mA}$, $V_{GSQ} = -2 \text{ V}$ và $V_{DSQ} = 7.6 \text{ V}$.

Cách 2: Giải phương trình theo V_{GS} :

$$V_{GS}^2 + \left(\frac{V_{TH}^2}{I_{DSS} R_S} - 2V_{TH} \right) V_{GS} + V_{TH}^2 \left(1 - \frac{V_{GG}}{I_{DSS} R_S} \right) = 0$$

Thay số vào và giải phương trình này ta tìm được 2 nghiệm của V_{GS} :

$$V_{GS1} = -8 \text{ V} \quad (\text{loại vì } V_{GS} < V_{TH} = -4 \text{ V})$$

$$V_{GS2} = -2 \text{ V}$$

Thay trị số $V_{GS} = -2 \text{ V}$ vào phương trình $I_D \Rightarrow I_D = 2 \text{ mA}$

Thay trị số I_D vào phương trình $V_{DS} \Rightarrow V_{DS} = 7.6 \text{ V}$

(d) Giả sử JFET bão hòa. Gọi điện trở tại mạch chia áp từ trên xuống là R_1 và R_2 , điện trở tại S và D là R_S , R_G , và R_D ; và điện áp nguồn là V_{DD} .

Với H.1(d) ta biến đổi mạch chia áp ở cực cổng thành mạch đương tương Thévenin với nguồn áp

Thévenin $V_{GG} = V_{DD} R_2 / (R_1 + R_2) = 15 \text{ V} \times 400 \text{ K}\Omega / (400 \text{ K}\Omega + 1.6 \text{ M}\Omega) = 3 \text{ V}$ và điện trở Thévenin $R_{GG} = R_1 // R_2 = 320 \text{ K}\Omega$.

Với giả thiết JFET ở miền bão hòa, khi đó cực cổng bị phân cực ngược và dòng $I_G = 0$

Suy ra $V_G = V_{GG} = 3 \text{ V}$. Ngoài ra $V_S = I_D R_S \Rightarrow V_{GS} = V_{GG} - V_S = 3 \text{ V} - I_D R_S$

Thay phương trình vào phương trình I_D , ta có

$$R_S^2 I_D^2 - \left[2R_S (V_{GG} - V_{TH}) + \frac{V_{TH}^2}{I_{DSS}} \right] I_D + (V_{GG} - V_{TH})^2 = 0$$

Thay số vào và giải phương trình này ta tìm được 2 nghiệm của I_D :

$$I_{D1} = 3.17305 \text{ mA} \text{ và } I_{D2} = 1.71584 \text{ mA}$$

Thay vào biểu thức $V_{DS} = V_{DD} - I_D (R_D + R_S)$, ta có:

$$V_{DS1} = -4.03829 \text{ V} \quad (\text{loại vì } V_{DS} \text{ phải } > 0)$$

$$V_{DS2} = 4.70496 \text{ V} \quad (\text{nhận vì } V_{DS} = 4.7 \text{ V} > 0)$$

Kiểm chứng lại:

$$V_{GS} = V_{GG} - I_D R_S = 3 \text{ V} - 1.72 \text{ mA} \times 3 \text{ K}\Omega = -2.16 \text{ V} > V_{TH} = -4 \text{ V}$$

$$V_{DS} = 4.7 \text{ V} > V_{DS,sat} = V_{GS} - V_{TH} = -2.16 \text{ V} + 4 \text{ V} = 1.84 \text{ V}$$

Thỏa điều kiện để JFET ở miền bão hòa.

Như vậy JFET ở miền bão hòa với $I_{DQ} = 1.72 \text{ mA}$, $V_{GSQ} = -2.16 \text{ V}$ và $V_{DSQ} = 4.7 \text{ V}$.

Cách 2: Giải phương trình theo V_{GS} :

$$V_{GS}^2 + \left(\frac{V_{TH}^2}{I_{DSS} R_S} - 2V_{TH} \right) V_{GS} + V_{TH}^2 \left(1 - \frac{V_{GG}}{I_{DSS} R_S} \right) = 0$$

Thay số vào và giải phương trình này ta tìm được 2 nghiệm của V_{GS} :

$$V_{GS1} = -6.51915 \text{ V} \quad (\text{loại vì } V_{GS} < V_{TH} = -4 \text{ V})$$

$$V_{GS2} = -2.14752 \text{ V}$$

Thay trị số $V_{GS} = -2.15 \text{ V}$ vào phương trình $I_D \Rightarrow I_D = 1.72 \text{ mA}$

Thay trị số I_D vào phương trình $V_{DS} \Rightarrow V_{DS} = 4.7 \text{ V}$

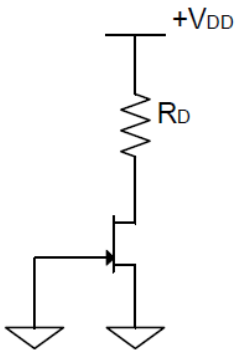
Chú ý: Cách 2 trong câu c) và d) cho phép tính nhanh hơn!

5. Mạch ở hình 3 là nguồn dòng I_{DSS} với N-JFET có $I_{DSS} = 2 \text{ mA}$ và $V_{TH} = -4 \text{ V}$.

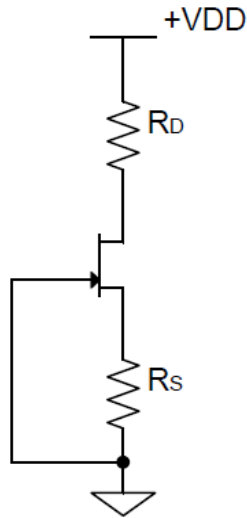
a) Nếu $R_D = 2 \text{ K}\Omega$, để mạch này vẫn là nguồn dòng thì V_{DD} tối thiểu bằng bao nhiêu?

b) Nếu $V_{DD} = 10 \text{ V}$ thì R_D phải thuộc dải trị số nào để mạch này vẫn là nguồn dòng?

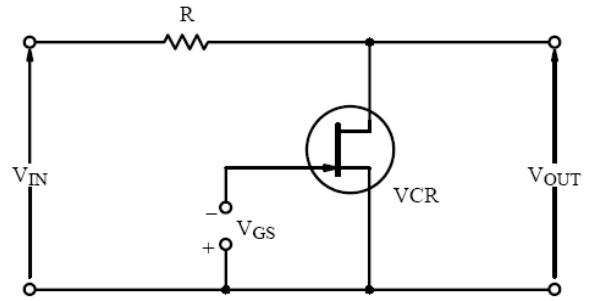
c) Nếu $V_{DD} = 12 \text{ V}$ và $R_D = 1 \text{ K}\Omega$ thì phải chọn N-JFET có I_{DSS} và V_{TH} là bao nhiêu để có thể cung cấp dòng không đổi 4 mA cho R_D ?



Hình 3



Hình 4



Hình 5

ĐS.

- a) Nếu $R_D = 2 \text{ K}\Omega$, để mạch này vẫn là nguồn dòng thì V_{DD} tối thiểu bằng bao nhiêu?

$$\text{Ta có: } V_{DD} = I_D R_D + V_{DS} \Rightarrow V_{DS} = V_{DD} - I_{DSS} R_D$$

Để cho mạch vẫn là nguồn dòng thì JFET vẫn ở miền bão hòa:

$$V_{DS} = V_{DD} - I_{DSS} R_D \geq V_{DS,sat} = V_{GS} - V_{TH} = 0 - V_{TH} = -V_{TH}$$

$$\Rightarrow V_{DD} \geq I_{DSS} R_D - V_{TH} = 2 \text{ mA} \times 2 \text{ K}\Omega - (-4 \text{ V}) = 8 \text{ V} \Rightarrow V_{DD, \min} = 8 \text{ V}$$

- b) Nếu $V_{DD} = 10 \text{ V}$ thì R_D phải thuộc dải trị số nào để mạch này vẫn là nguồn dòng?

Để cho mạch vẫn là nguồn dòng thì JFET vẫn ở miền bão hòa:

$$V_{DS} = V_{DD} - I_{DSS} R_D \geq V_{DS,sat} = -V_{TH} \Rightarrow R_D \leq (V_{DD} + V_{TH}) / I_{DSS} = (10 \text{ V} + (-4 \text{ V})) / 2 \text{ mA} = 3 \text{ K}\Omega$$

Như vậy: $R_D \leq 3 \text{ K}\Omega$

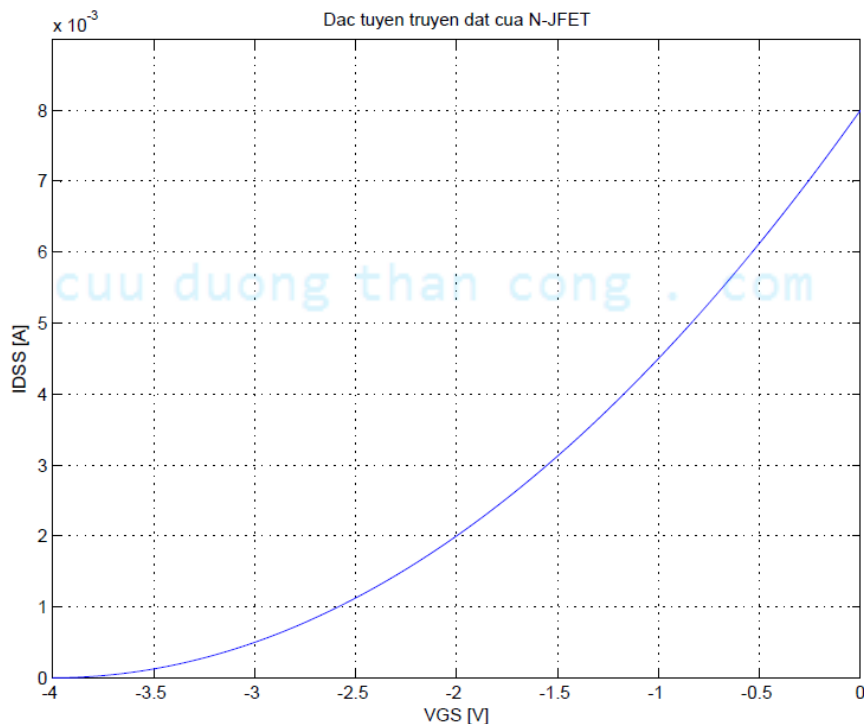
- c) Nếu $V_{DD} = 12 \text{ V}$ và $R_D = 1 \text{ K}\Omega$ thì phải chọn N-JFET có I_{DSS} và V_{TH} là bao nhiêu để có thể cung cấp dòng không đổi 4 mA cho R_D ?

Trong mạch này nếu N-JFET ở miền bão hòa thì dòng qua R_D là $I_D = 4 \text{ mA} = I_{DSS}$

Ngoài ra ở miền bão hòa: $V_{DS} = V_{DD} - I_{DSS} R_D \geq V_{DS,sat} = V_{GS} - V_{TH} = 0 - V_{TH} = -V_{TH}$

$$\Rightarrow V_{TH} \geq -V_{DD} + I_{DSS} R_D = -12 \text{ V} + 4 \text{ mA} \times 1 \text{ K}\Omega = -8 \text{ V}$$

Như vậy phải chọn N-JFET có $I_{DSS} = 4 \text{ mA}$ và $V_{TH} \geq -8 \text{ V}$ (TD: chọn $V_{TH} = -5 \text{ V}$)



Hình 6

6. Mạch ở hình 4 với N-JFET (có $I_{DSS} = 8 \text{ mA}$ và $V_{TH} = -4 \text{ V}$) được cho làm việc ở miền bão hòa để cung cấp dòng hằng $I_D < I_{DSS}$ cho tải R_D .

- Nếu $V_{DD} = 12 \text{ V}$ và JFET có đặc tuyến truyền đạt ở hình 6, hãy tính R_S cần cho mạch có chức năng như nguồn dòng 2 mA cung cấp cho $R_D = 1 \text{ K}\Omega$? Khi đó có yêu cầu gì với R_D để cho mạch vẫn là nguồn dòng?
- Làm lại câu a) khi không có đặc tuyến của JFET.
- Hãy tìm giá trị tối thiểu của V_{DD} để mạch vẫn là nguồn dòng 2 mA , biết $R_D = R_S = 1 \text{ K}\Omega$.

ĐS.

- Khi có đặc tuyến truyền đạt:

Dựa trên đặc tuyến truyền đạt (H.6) ta thấy nếu chọn $I_D = 2 \text{ mA}$ thì V_{GS} tương ứng là -2 V .

Ngoài ra theo mạch ta có: $V_{GS} = -I_D R_S \Rightarrow R_S = -V_{GS}/I_D = -(-2 \text{ V})/2 \text{ mA} = 1 \text{ K}\Omega$. Như vậy: **$R_S = 1 \text{ K}\Omega$** .

Để N-JFET ở miền bão hòa: $V_{DS} = V_{DD} - I_D R_D - I_D R_S \geq V_{DS,sat} = V_{GS} - V_{TH}$

$$\Rightarrow R_D \leq (V_{DD} - I_D R_S - V_{GS} + V_{TH}) / I_D = (12\text{V} - 2\text{mA} \times 1\text{K}\Omega - (-2\text{V}) + (-4\text{V})) / 2\text{mA} = 8\text{V} / 2\text{mA} = 4\text{K}\Omega$$

Như vậy **$R_D \leq 4\text{K}\Omega$**

- Khi không có đặc tuyến truyền đạt:

Từ phương trình I_D ở miền bão hòa, ta có:

$$V_{GS} = \left(1 - \sqrt{\frac{I_D}{I_{DSS}}}\right) V_{TH}$$

Thay $I_D = 2\text{mA}$, $I_{DSS} = 8\text{mA}$ và $V_{TH} = -4\text{V}$, ta có $V_{GS} = (1 - 1/2)(-4\text{V}) = -2\text{V}$

Ngoài ra theo mạch ta có: $V_{GS} = -I_D R_S \Rightarrow R_S = -V_{GS}/I_D = -(-2 \text{ V})/2 \text{ mA} = 1 \text{ K}\Omega$. Như vậy: **$R_S = 1 \text{ K}\Omega$** .

Về R_D thì tương tự a).

- Tìm $V_{DD,min}$

Để cho mạch vẫn là nguồn dòng thì JFET vẫn ở miền bão hòa:

$$V_{DS} = V_{DD} - I_D(R_D + R_S) \geq V_{DS,sat} = V_{GS} - V_{TH}$$

$$\Rightarrow V_{DD} \geq V_{GS} - V_{TH} + I_D(R_D + R_S) = -2\text{V} - (-4\text{V}) + 2\text{mA} \times (1 \text{ K}\Omega + 1 \text{ K}\Omega) = 6 \text{ V}$$

Như vậy **$V_{DD,min} = 6\text{V}$**

7. Xét mạch ở hình 5 có $R = 1 \text{ K}\Omega$, giả sử V_{IN} có giá trị đủ nhỏ để cho N-JFET (có $I_{DSS} = 2 \text{ mA}$ và $V_{TH} = -4\text{V}$) xem như là 1 điện trở hoàn toàn tuyến tính (VCR=Voltage Controlled Resistor = Điện trở được điều khiển bằng điện áp). Hãy tìm giá trị V_{GS} để cho $V_{OUT}/V_{IN} = 0.8$

ĐS.

Khi N-JFET ở miền triode và như là 1 điện trở hoàn toàn tuyến tính thì phương trình I_D có dạng:

$$I_D = \frac{2I_{DSS}}{V_{TH}^2} (V_{GS} - V_{TH}) V_{DS} \Rightarrow R_{DS} = \frac{V_{DS}}{I_D} = \frac{V_{TH}^2}{2I_{DSS} (V_{GS} - V_{TH})}$$

Ngoài ra ta có:

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = 0.8 = \frac{4}{5} = \frac{R_{DS}}{R_{DS} + R} \Rightarrow \frac{1}{R_{DS}} = \frac{1}{4R} = \frac{2I_{DSS} (V_{GS} - V_{TH})}{V_{TH}^2} \Rightarrow V_{GS} = \frac{V_{TH}^2}{8I_{DSS} R} + V_{TH}$$

Thay số vào, ta có: $V_{GS} = (-4\text{V})^2 / (8 \times 2 \text{ mA} \times 1 \text{ K}\Omega) + (-4 \text{ V}) = 1 \text{ V} - 4 \text{ V} = -3 \text{ V}$.

Như vậy phải phân cực **$V_{GS} = -3 \text{ V}$** để có $V_{OUT}/V_{IN} = 0.8$