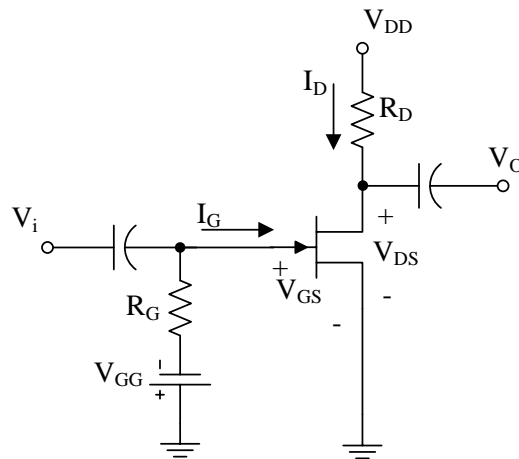


แบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 6
วงจรไบแอสเฟต

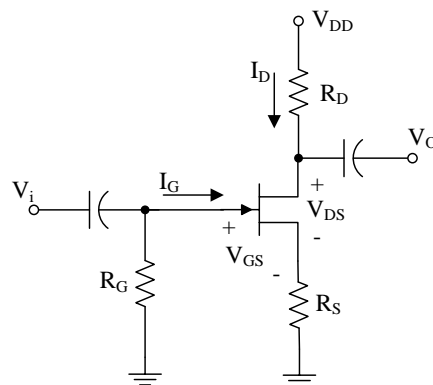
คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย x ลงในข้อที่ถูกต้องที่สุด

1. จากวงจรข้อใดคือตัวแปรในช่องว่างของสมการ $V_{GS} = \dots\dots\dots$



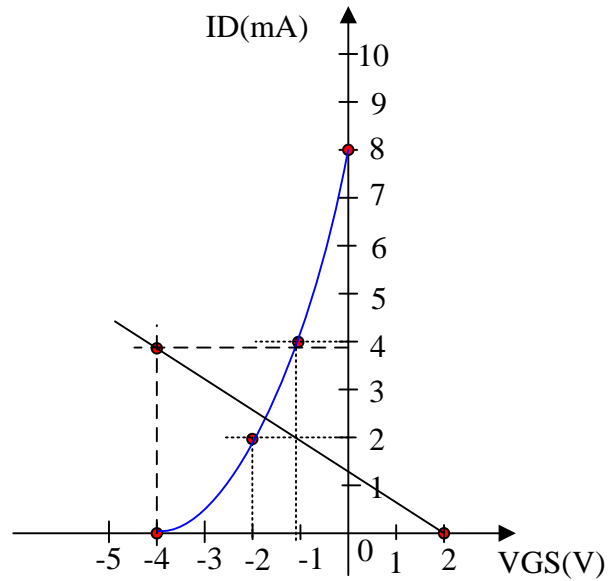
- ก. V_S
- ข. $I_G R_G$
- ค. $-V_{GG}$
- ง. V_{DD}

2. จากวงจรข้อใดคือตัวแปรในช่องว่างของสมการ $V_{DS} = V_{DD} - \dots\dots\dots$



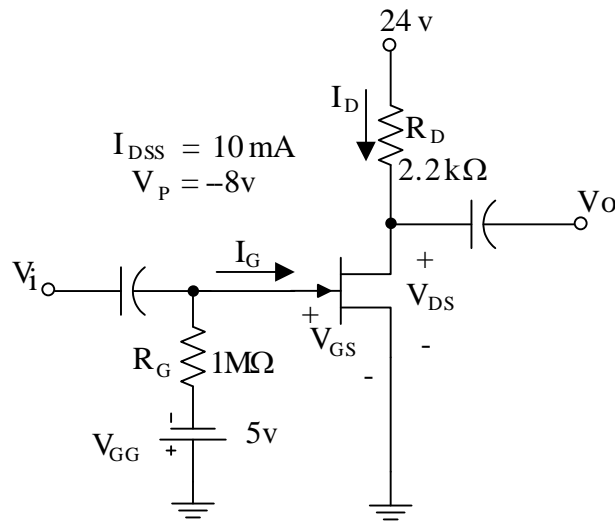
- ก. $I_D (R_D + R_S)$
- ข. $I_D R_D$
- ค. $I_S R_D$
- ง. $I_S R_S$

โจทย์ต่อไปนี้ใช้ประกอบคำถามข้อที่ 3-4



3. จากการพหุคูณสมบัติของเฟตดังรูปค่ากระแส I_{DQ} มีค่าเท่ากับเท่าใด
- 2.4 mA
 - 2 mA
 - 4 mA
 - 8 mA
4. จากการพหุคูณสมบัติของเฟตดังรูป ค่าแรงดัน V_{GSQ} มีค่าเท่ากับเท่าใด
- 1.2 V
 - 1.8 V
 - 2 V
 - 4 V

โจทย์ต่อไปนี้จะใช้ประกอบคำถามข้อที่ 5-6 กำหนดให้ $V_{GS(off)} = -8\text{ V}$ และ $I_{DSS} = 10\text{ mA}$



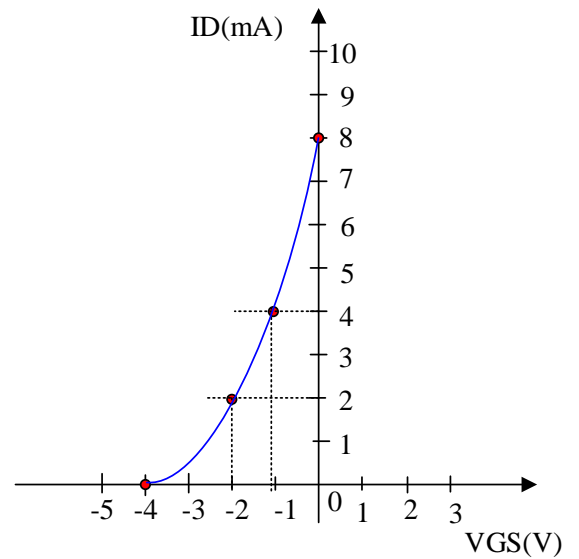
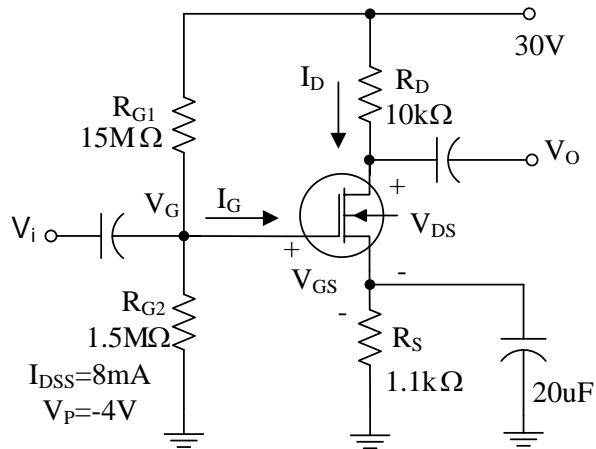
5. จากวงจรดังรูป ค่ากระแส I_D มีค่าเท่าใด

- ก. 1.4 mA
- ข. 4.5 mA
- ค. 6.1 mA
- ง. 10 mA

6. จากวงจรดังรูป ค่าแรงดัน V_{DS} มีค่าเท่าใด

- ก. 5 V
- ข. 6.9 V
- ค. 8 V
- ง. 10.6 V

โจทย์ต่อไปนี้ใช้ประกอบคำถามข้อที่ 7-8



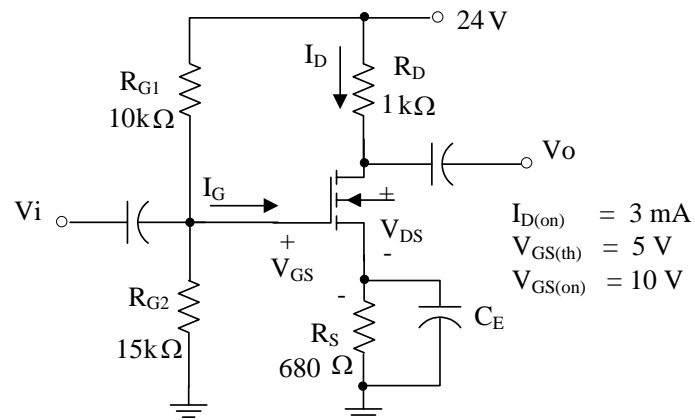
7. จากวงจรดังรูป ค่าแรงดัน V_G มีค่าตรงกับข้อใด

- ก. 2.7 V
- ข. 15 V
- ค. 27 V
- ง. 30 V

8. จากวงจรดังรูป ค่ากระแส I_D มีค่าตรงกับข้อใด

- ก. 1.2 mA
- ข. 1.5 mA
- ค. 1.8 mA
- ง. 3.0 mA

โจทย์ต่อไปนี้จะใช้ประกอบคำถามข้อที่ 9-10



9. จากวงจรค่าแรงดัน V_{GS} ตรงกับข้อใด
 - ก. 24 V
 - ข. 9.6 V
 - ค. 12V
 - ง. 14.4 V
10. จากวงจรค่ากระแส I_D ตรงกับข้อใด
 - ก. 5mA
 - ข. 11mA
 - ค. 14mA
 - ง. 24mA

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 6
วงจรรีเลย์

ข้อ	เฉลย
1	ค
2	ก
3	ก
4	ข
5	ค
6	ง
7	ก
8	ง
9	ค
10	ข

หน่วยที่ 6

วงจรไบแอสเฟต

การจัดไบแอสก็คือการควบคุมการทำงานของเฟต ซึ่งจะแตกต่างกับทรานซิสเตอร์ เพราะทรานซิสเตอร์จะใช้กระแสที่ขั้วอินพุตควบคุมกระแสและแรงดันที่ขั้วเอาต์พุต ส่วนเฟตจะใช้แรงดันที่ขั้วอินพุตควบคุมกระแสและแรงดันที่ขั้วเอาต์พุต ในส่วนของเจฟเฟตแรงดันที่ขั้วอินพุต(ขาเกต) จะต้องถูกไบแอสแบบไบแอสกลับ จัดวงจรไบแอสได้ 3 แบบคือ

1. คอมมอนซอร์ส(Common source)
2. คอมมอนเดรน(Common drain)
3. คอมมอนเกต(Common gate)

6.1 คอมมอนซอร์ส(Common source)

การจัดวงจรของคอมมอนซอร์สสามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ

1. ไบแอสแบบคงที่ (Fixed bias)
2. ไบแอสแบบด้วยตนเอง (Self bias)

การจัดไบแอสของเจฟเฟต แรงดันที่สำคัญคือแรงดันที่ขั้วเกตนั่นก็คือแรงดัน V_{GS} ซึ่งเป็นค่าแรงดันที่ใช้ควบคุมกระแส I_D และ แรงดัน V_{DS} ตามสมการข้างล่าง

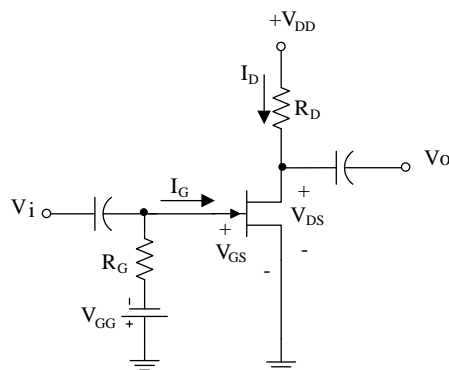
$$V_{GS} = V_G - V_S$$

$$V_{GS} = V_G - I_D \cdot R_S$$

$$I_D = I_{DSS} \cdot \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right)^2$$

6.1.1 วงจรไบแอสแบบคงที่

เบื้องต้นแรงดันที่ขั้วขาเกตจะต้องถูกไบแอสกลับ จากรูปที่ 1 เป็น JFet ชนิด N-channel ดังนั้นที่ขั้วเกต จะถูกต่อด้วยขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง ส่วนที่ขั้วเดรนจะถูกต่อด้วยขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง



รูปที่ 1 วงจรไบแอสแบบคงที่

จากวงจรแรงดันที่ชั่วเกิด ได้รับไบแอสกลับ ค่ากระแส $I_G = 0$

จากสมการ

$$\begin{aligned} V_{GS} &= -I_G \cdot R_G - V_{GG} \\ \text{เมื่อ } I_G &= 0 \\ V_{GS} &= -0 \times R_G - V_{GG} \\ V_{GS} &= -V_{GG} \end{aligned}$$

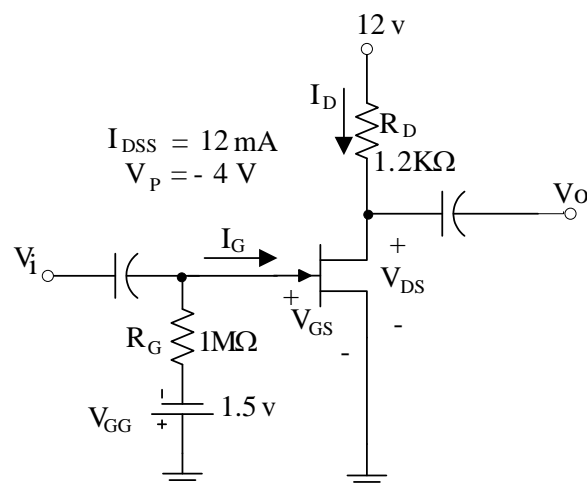
จากสมการกระแส I_D

$$\begin{aligned} I_D &= I_{DSS} \cdot \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right)^2 \\ \text{แทนค่าของแรงดันที่ชั่วเกิด } V_{GS} &= -V_{GG} \\ I_D &= I_{DSS} \cdot \left(1 - \frac{(-V_{GG})}{V_P}\right)^2 \end{aligned}$$

หาผลที่เกิดทางเอาต์พุตของวงจร ตามสมการจาก KVL

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

ตัวอย่างที่ 1 จากรูปจงคำนวณหาค่า I_D และ V_{DS}



วิธีทำ

$$\begin{aligned} V_{GS} &= -V_{GG} \\ V_{GS} &= -1.5 \text{ V} \end{aligned}$$

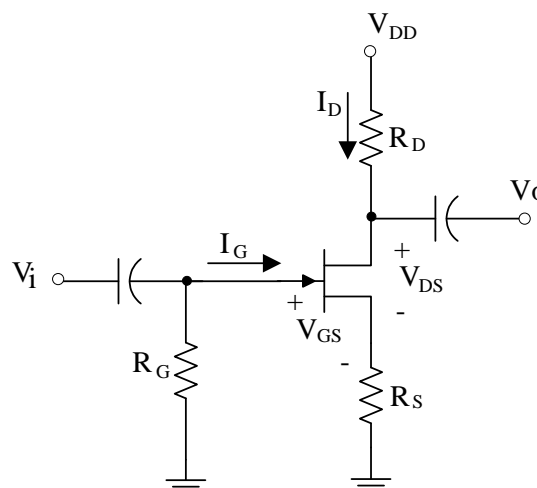
$$\begin{aligned}
 I_D &= I_{DSS} \cdot \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right)^2 \\
 &= 12 \text{ mA} \times \left(1 - \frac{(-1.5\text{v})}{-4\text{v}}\right)^2 \\
 I_D &= 4.69 \text{ mA} \quad \text{ตอบ} \\
 \\
 V_{DS} &= V_{DD} - I_D \cdot R_D \\
 &= 12 \text{ V} - 4.69\text{mA} \times 1.2 \text{ k}\Omega \\
 V_{DS} &= 6.4 \text{ V} \quad \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

6.1.2 วงจรไบแอสแบบด้วยตนเอง(Self bias) ของ เจฟเฟต / ดีมอสเฟต แบ่งได้เป็น

1. แบบซอร์สไบแอส (Source bias)
2. แบบแบ่งแรงดัน (voltage divider)

6.1.2.1 วงจรไบแอสแบบด้วยตนเองแบบซอร์สไบแอส

เป็นการจัดวงจรคล้ายๆ กับวงจรไบแอสคงที่เพียงแต่ไม่มีแหล่งจ่ายต่อที่ขาเกตโดยตรง จะเพิ่มตัวต้านทานที่ขาซอร์ส(R_S) เข้ามาเพื่อให้แรงดันที่เกตมีค่าเป็นลบกลายเป็นที่เกตถูกไบแอสกลับ



รูปที่ 2 วงจรไบแอสด้วยตนเองแบบซอร์สไบแอส

จากรูปวงจร

$$\begin{aligned} V_{GS} &= V_G - V_S \\ &= V_G - I_D \cdot R_S \end{aligned}$$

เมื่อ $I_G = 0$, $V_G = 0$

ดังนั้นจะได้ว่า

$$V_{GS} = - I_D \cdot R_S$$

จากสมการที่ได้จะเห็นว่าไม่มีตัวแปรที่ไม่ทราบค่า 2 ตัวคือแรงดัน V_{GS} และกระแส I_D ทำให้ไม่สามารถคำนวณหาค่าแรงดันและกระแส ได้โดยตรง จึงมีวิธีการดังต่อไปนี้

1. สร้างกราฟคุณสมบัติเพื่อหาจุดทำงานของวงจร
2. การหาด้วยสมการคณิตศาสตร์

6.1.2.1.1 สร้างกราฟคุณสมบัติเพื่อหาจุดทำงานของวงจร

ขั้นตอนที่ 1. เขียนกราฟ JFET Transfer Characteristic จากสมการของกระแส I_D ตามสูตรในตาราง โดยแทนค่าของแรงดัน V_p และกระแส I_{DSS}

$$I_D = I_{DSS} \cdot \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P} \right)^2$$

ตารางที่ 1 การหาเส้นกราฟกระแส I_D

$V_{GS}(V)$	$I_D (mA)$
0	I_{DSS}
$0.3 \cdot V_P$	$I_{DSS}/2$
$0.5 \cdot V_P$	$I_{DSS}/4$
V_P	0

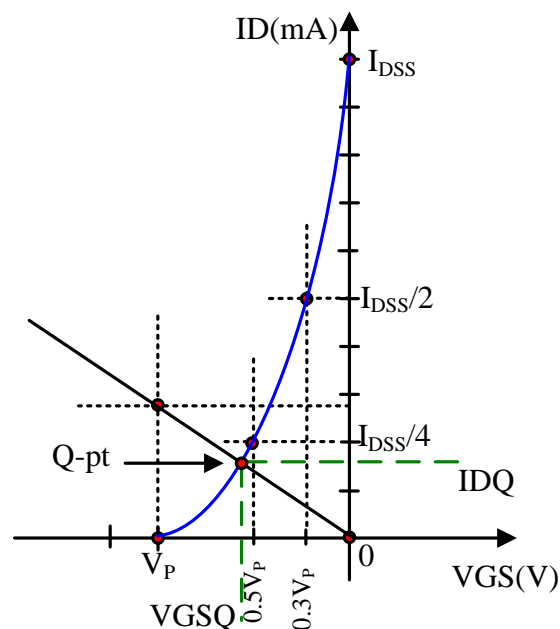
ขั้นตอนที่ 2. เขียน Self - bias line หรือ DC load line จากสมการแรงดัน V_{GS} ได้ค่าตามตารางที่ 2 โดยการสมมติค่า $I_D = 0$ ลงในสมการของ V_{GS} และแทนค่าแรงดัน $V_{GS} = V_p$ ลงในสมการของ V_{GS}

$$V_{GS} = V_G - I_D \cdot R_S$$

ตารางที่ 2 การหาเส้นกราฟโหลดไลน์

$V_{GS}(V)$	$I_D (mA)$
0	0
V_p	$-\frac{V_{GS}}{R_S}$

นำค่าที่ได้จากข้อ 1 มาสร้างเป็นกราฟของกระแส I_D และนำค่าจากข้อ 2 มาสร้างเส้น DC load line และจุดตัดของเส้นกราฟทั้ง 2 เป็นตัวบอกค่ากระแสและแรงดัน ที่วงจรทำงานอยู่ในขณะนั้น ข้อควรระวัง ในส่วนของการสร้างกราฟสเกลที่ใช้จะต้องเป็นสเกลลิเนียร์ (Linear Scale) เท่านั้น ทั้งแกน X และแกน Y



รูปที่ 3 กราฟจุดทำงานของวงจรไบแอสด้วยตนเองแบบซอร์สไบแอส

6.1.2.1.2 การหาจุดทำงานด้วยสมการคณิตศาสตร์

จากสมการกระแส I_D

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P} \right)^2$$

$$= I_{DSS} \cdot \left[\frac{V_P - V_{GS}}{V_P} \right]^2$$

$$I_D = \frac{I_{DSS} \cdot (V_P - V_{GS})^2}{V_P^2}$$

$$\frac{I_D}{I_{DSS}} \cdot V_P^2 = (V_P - V_{GS})^2 = V_P^2 - 2 \cdot V_P \cdot V_{GS} + V_{GS}^2$$

จาก $V_{GS} = V_G - I_D \cdot R_S$

$$\frac{I_D}{I_{DSS}} \cdot V_P^2 = V_P^2 - 2 \cdot V_P \cdot (V_G - I_D \cdot R_S) + (V_G - I_D \cdot R_S)^2$$

$$= V_P^2 - 2 \cdot V_P \cdot V_G + 2 \cdot V_P \cdot I_D \cdot R_S + V_G^2 - 2 \cdot V_G \cdot I_D \cdot R_S + I_D^2 \cdot R_S^2$$

$$\frac{V_P^2}{I_{DSS}} - 2 \cdot V_P \cdot V_G + 2 \cdot V_P \cdot I_D \cdot R_S + V_G^2 - 2 \cdot V_G \cdot I_D \cdot R_S + I_D^2 \cdot R_S^2 - \frac{I_D}{I_{DSS}} \cdot V_P^2 = 0$$

จัดสมการใหม่

$$I_D^2 \cdot R_S^2 + I_D \cdot [2 \cdot V_P \cdot R_S - 2 \cdot V_G \cdot R_S - \frac{1}{I_{DSS}} \cdot V_P^2] + (V_P - V_G)^2 = 0$$

$$I_D^2 \cdot R_S^2 + I_D \cdot [2 \cdot R_S (V_P - V_G) - \frac{V_P^2}{I_{DSS}}] + (V_P - V_G)^2 = 0$$

การหาค่าตอบของกระแส I_D โดยอาศัยสูตร การแก้สมการกำลังสอง

$$\text{จาก} \quad AX^2 + BX + C = 0$$

$$X = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4 \cdot A \cdot C}}{2 \cdot A}$$

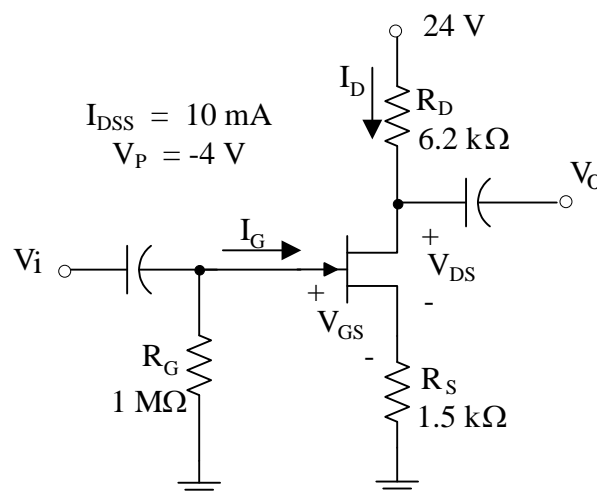
เปรียบเทียบกับแปร

$$A = R_S^2$$

$$B = 2R_S(V_P - V_G) - \frac{V_P^2}{I_{DSS}}$$

$$C = (V_P - V_G)^2$$

ตัวอย่างที่ 2 จากรูปให้แสดงวิธีการคำนวณหาค่าแรงดัน V_{GS} และแรงดัน V_{DS} พร้อมทั้งกระแส I_D



วิธีทำ

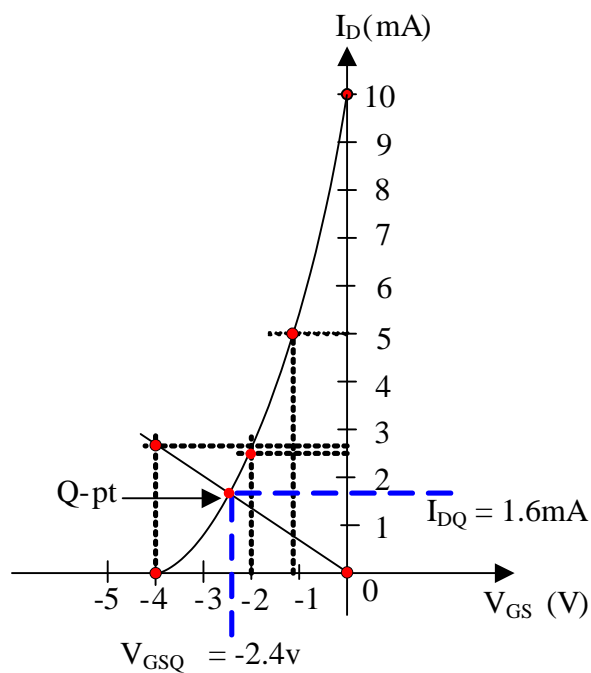
ขั้นตอนที่ 1 แทนค่าของแรงดัน $V_P = -4\text{V}$ และกระแส $I_{DSS} = 10\text{mA}$ ลงในตารางสูตรการหาเส้นกราฟกระแส I_D ได้ค่าตามตารางข้างล่าง

$V_{GS}(V)$	$I_D (mA)$
0	$I_{DSS} = 10$
$0.3 \times -4V = -1.2V$	$I_{DSS}/2 = 5$
$0.5 \times -4V = -2V$	$I_{DSS}/4 = 2.5$
$V_P = -4V$	0

ขั้นตอนที่ 2 แทนค่าของแรงดัน $V_p = -4V$ และกระแส $I_D = 0mA$ ลงในตารางสูตรการหาเส้นกราฟโหนดไลน์ ได้ค่าตามตารางข้างล่าง

$V_{GS}(V)$	$I_D(mA)$
0	0
$V_P = -4V$	$\frac{-V_{GS}}{R_S} = \frac{-(-4V)}{1.5k\Omega} = 2.67$

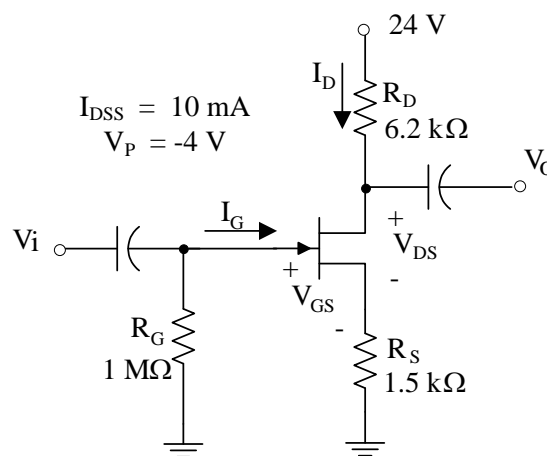
ขั้นตอนที่ 3 นำค่าที่ได้จากตารางทั้ง 2 มาเขียนเป็นกราฟคุณสมบัติของวงจร



อ่านค่าที่ได้จากกราฟ

$$\begin{aligned} I_D &= 1.6 \text{ mA} \\ V_{GS} &= -2.4 \text{ V} \\ V_{DS} &= V_{DD} - I_D \cdot (R_D + R_S) \\ &= 24 \text{ V} - 1.6 \text{ mA} \times (6.2 \text{ k}\Omega + 1.5 \text{ k}\Omega) \\ V_{DS} &= 11.66 \text{ V} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 4 จากรูปจงคำนวณหาค่ากระแส I_D และแรงดัน V_{GS} , V_{DS} ด้วยสมการคณิตศาสตร์



วิธีทำ ขั้นตอนที่ 1 เขียนสูตร

$$I_D^2 \cdot R_S^2 + I_D \cdot \left[2 \cdot R_S (V_P - V_G) - \frac{V_P^2}{I_{DSS}} \right] + (V_P - V_G)^2 = 0$$

ขั้นตอนที่ 2 แทนค่า ตัวต้านทาน $R_S = 1.5 \text{ k}\Omega$, แรงดัน $V_G = 0 \text{ V}$, แรงดัน $V_P = -4 \text{ V}$ และกระแส $I_{DSS} = 10 \text{ mA}$

$$I_D^2 \cdot (1.5 \text{ k}\Omega)^2 + I_D \cdot \left[2 \cdot 1.5 \text{ k}\Omega \cdot (-4 \text{ V} - 0 \text{ V}) - \frac{(-4)^2}{10 \text{ mA}} \right] + (-4 \text{ V} - 0 \text{ V})^2 = 0$$

$$I_D^2 \cdot (2.25 \text{ M}\Omega) + I_D \cdot (-13,600) + 16 = 0$$

ขั้นตอนที่ 3 เทียบสัมประสิทธิ์กับรูปแบบสมการกำลังสอง

$$AX^2 + BX + C = 0$$

จะได้ค่าดังนี้

$$A = 2.25M\Omega$$

$$B = -13,600$$

$$C = 16$$

จากสูตรการหาค่ารากของสมการกำลังสอง

$$X = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4 \cdot A \cdot C}}{2 \cdot A}$$

แทนค่า

$$I_D = \frac{-(-13,600) \pm \sqrt{(-13,600)^2 - 4 \times 2.25M\Omega \times 16}}{2 \times (2.25M\Omega)}$$

$$\begin{aligned} I_{D1} &= \frac{13,600 + 6,400}{4.5 \times 10^6} \\ &= 4.4 \text{ mA} \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{D2} &= \frac{13,600 - 6,400}{4.5 \times 10^6} \\ &= 1.6 \text{ mA} \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

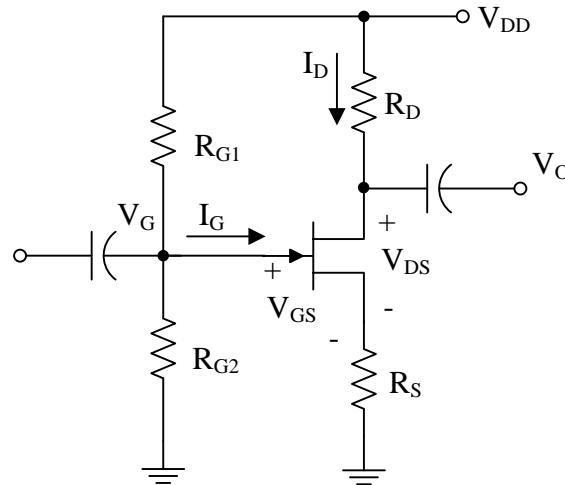
ค่าที่จะนำมาใช้งานได้จากค่าที่มาจากเทอมลบ

$$\therefore I_D = I_{D2} = 1.6\text{mA} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} V_{GS} &= V_G - I_D \cdot R_S \\ &= 0\text{v} - 1.6\text{mA} \times 1.5 \text{ k}\Omega \\ V_{GS} &= -2.4 \text{ V} \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{DS} &= V_{DD} - I_D \cdot (R_D + R_S) \\ &= 24 \text{ V} - 1.6\text{mA} \times (6.2 \text{ k}\Omega + 1.5 \text{ k}\Omega) \\ V_{DS} &= 11.66 \text{ V} \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

6.1.2 วงจรไบแอสแบบด้วยตนเอง แบบแบ่งแรงดัน (Voltage divider)



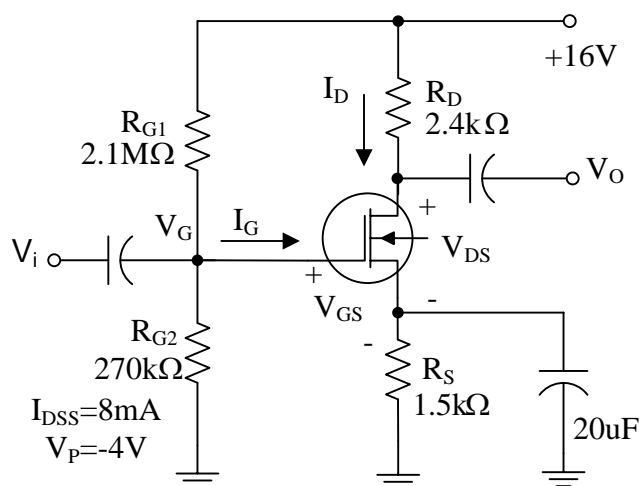
รูปที่ 4 วงจรไบแอสด้วยตนเองแบบวงจรVoltage divider

สิ่งที่แตกต่างของวงจรไบแอสด้วยตนเองทั้ง 2 แบบก็คือแรงดันที่ขั้วเกต ค่าแรงดันที่ขั้วเกตของวงจร Voltage divider ได้ตามสมการข้างล่าง

$$V_{GS} = V_G - I_D \cdot R_D$$

$$V_G = \frac{R_{G2} \cdot V_{DD}}{R_{G1} + R_{G2}}$$

ตัวอย่างที่ 5 จากรูปให้แสดงวิธีการคำนวณหาค่าแรงดัน V_{GS} และแรงดัน V_{DS} พร้อมทั้งกระแส I_D



วิธีทำ ขั้นตอนที่ 1 หาค่าแรงดันที่ขั้วเกต

$$V_{GS} = V_G - I_D \cdot R_D$$

$$V_G = \frac{R_{G2} \cdot V_{DD}}{R_{G1} + R_{G2}}$$

$$= \frac{270 \text{ k}\Omega \times 16 \text{ V}}{2.1 \text{ M}\Omega + 270 \text{ k}\Omega}$$

$$V_G = 1.62 \text{ V} \quad \text{ตอบ}$$

ขั้นตอนที่ 2 การคำนวณหาเส้นกราฟกระแส I_D โดยแทนค่าของแรงดัน $V_p = -4 \text{ v}$ และกระแส

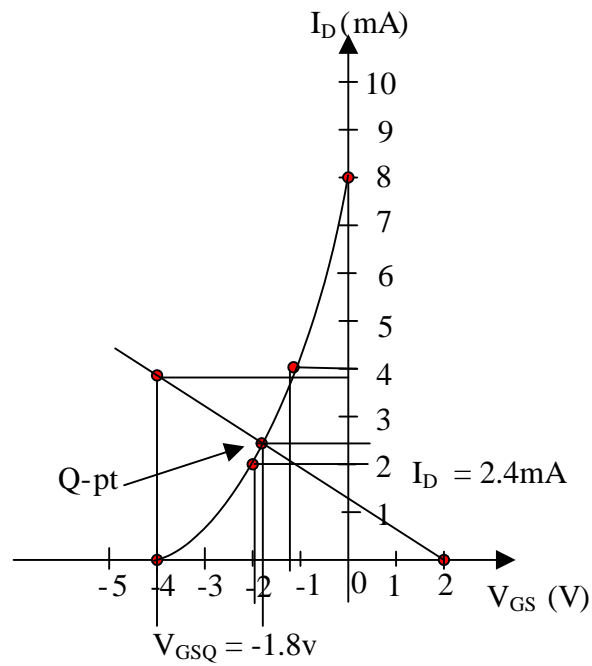
$I_{DSS} = 6 \text{ mA}$ ได้ค่าตามตารางข้างล่าง

$V_{GS}(\text{V})$	$I_D (\text{mA})$
0	$I_{DSS} = 8$
$0.3 \times -4 = -1.2 \text{ v}$	$8 / 2 = 4$
$0.5 \times -4 = -2 \text{ v}$	$8 / 4 = 2$
-4v	0

ขั้นตอนที่ 3 การคำนวณหาเส้นกราฟโหนดไลน์

$V_{GS}(\text{V})$	$I_D(\text{mA})$
$V_G = 1.82$	0
$V_p = -4 \text{ V}$	$= \frac{V_G - V_{GS}}{R_S}$ $= \frac{1.82 \text{ v} - (-4)}{1.5 \text{ k}\Omega}$ $= 3.88$

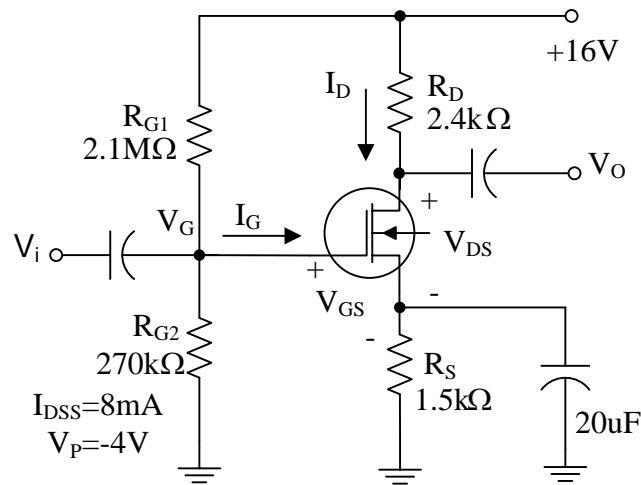
ขั้นตอนที่ 4 สร้างกราฟ จากค่าในตารางที่ 2



อ่านค่าจากกราฟ

$$\begin{aligned}
 I_{DQ} &= 2.4 \text{ mA} \\
 V_{GSQ} &= -1.6 \text{ V} && \text{ตอบ} \\
 V_{DS} &= V_{DD} - I_D \cdot (R_D + R_S) \\
 &= 16 \text{ V} - 2.4\text{mA} \times (2.4\text{k}\Omega + 1.5\text{k}\Omega) \\
 V_{DS} &= 6.64 \text{ V} && \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 6 จากวงจรให้แสดงการคำนวณหาค่ากระแส I_D และแรงดัน V_{GS} ด้วยสมการคณิตศาสตร์



วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 V_G &= \frac{R_{G2} \cdot V_{DD}}{R_{G1} + R_{G2}} \\
 &= \frac{270\text{k}\Omega \cdot 16\text{V}}{2.1\text{M}\Omega + 270\text{k}\Omega} \\
 V_G &= 1.62\text{V}
 \end{aligned}$$

จากสมการ

$$I_D^2 \cdot R_S^2 + I_D \cdot \left[2 \cdot R_S (V_P - V_G) - \frac{V_P^2}{I_{DSS}} \right] + (V_P - V_G)^2 = 0$$

แทนค่า ตัวต้านทาน $R_S = 1.5\text{k}\Omega$, แรงดัน $V_G = 1.62\text{v}$, แรงดัน $V_P = -4\text{v}$ และกระแส $I_{DSS} = 8\text{mA}$

$$I_D^2 \cdot (1.5\text{k}\Omega)^2 + I_D \cdot \left[2 \cdot 1.5 \text{ k}\Omega \cdot (-4\text{V} - 1.62\text{V}) - \frac{(-4)^2}{8\text{mA}} \right] + (-4\text{V} - 1.62\text{V})^2 = 0$$

$$I_D^2 \cdot (2.25\text{M}\Omega) + I_D \cdot (-19,460) + 33.67 = 0$$

จากรูปแบบสมการกำลังสอง $AX^2 + BX + C = 0$

เปรียบเทียบตัวแปร

$$\begin{aligned}
 A &= 2.25\text{M}\Omega \\
 B &= -19,460 \\
 C &= 33.67
 \end{aligned}$$

จากสูตร

$$X = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4 \cdot A \cdot C}}{2 \cdot A}$$

แทนค่าได้ดังนี้

$$I_D = \frac{-(-19,460) \pm \sqrt{(-19,460)^2 - 4 \times 2.25M\Omega \times 33.87}}{2 \times (2.25M\Omega)}$$

$$I_D = \frac{19,460 - 8,594.277}{4.5 \times 10^6}$$

$$\therefore I_D = 2.4 \text{ mA} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} V_{GS} &= V_G - I_D \cdot R_D \\ &= 1.62V - 2.4mA \times 2.4 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

$$V_{GSQ} = -1.6 \text{ V} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} V_{DS} &= V_{DD} - I_D \cdot (R_D + R_S) \\ &= 16 \text{ V} - 2.4mA \times (2.4 \text{ k}\Omega + 1.5k\Omega) \end{aligned}$$

$$V_{DS} = 6.64 \text{ V} \quad \text{ตอบ}$$

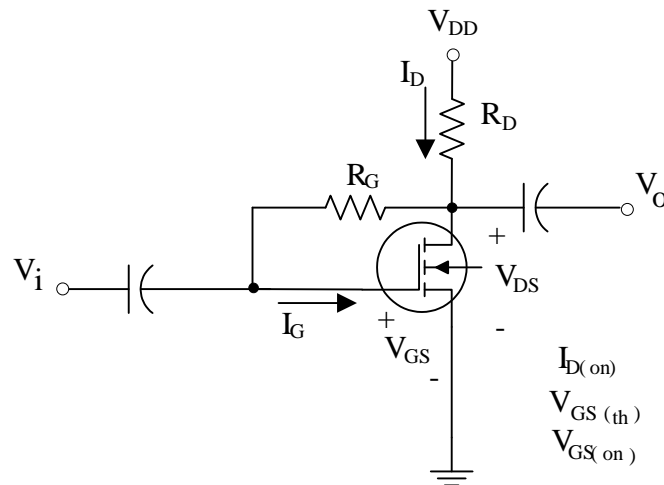
6.2 วงจรไบแอสอีมอสเฟต(EMOSFET)

6.2.1 วงจรไบแอสอีมอสเฟตแบบด้วยตนเองชนิดป้อนกลับแบบบวก

การจัดไบแอสของอีมอสเฟตมีความแตกต่างจาก เจเฟตและดีมอสเฟตตรงที่จะต้องสร้าง แชนแนลให้กระแสไหลจากขั้วเดรนมาขั้วซอร์ส ดังนั้นแรงดันที่ขั้วเกตจะต้องมีศักย์ทางไฟฟ้าตรงข้ามกับ ชนิดของมอสเฟต เช่น ชนิด N - channel แรงดันที่ขั้วเกตจะต้องมีศักย์ทางไฟฟ้าเป็นบวก และ P - channel แรงดันที่ขั้วเกตจะต้องมีศักย์ทางไฟฟ้าเป็นลบ ดังนั้นตัวต้านทานที่ขั้วเกตจะต้องไปต่อกับตัว ต้านทานที่ขั้วเดรนที่ต่ออยู่กับแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงวงจรดังรูปที่ 5 สมการที่สำคัญก็คือ สมการกระแส I_D และ สมการสัมประสิทธิ์ความนำไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำก็คือค่า K ซึ่งค่านี้จะดูได้จากดาต้าชีต หรือจะคำนวณ ตามสูตรก็ได้

$$I_D = K \cdot (V_{GS} - V_T)^2$$

$$K = \frac{I_{D(ON)}}{(V_{GS(ON)} - V_T)^2}$$



รูปที่ 5 วงจรไบแอสอีเอ็มอสเฟตแบบด้วยตนเองชนิดป้อนกลับแบบบวก

การทำงานของวงจรในทางอุดมคติ กระแสที่ขั้วเกตจะต้องไม่มี $I_G = 0 \text{ mA}$ ดังนั้นแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานที่ขั้วเกตก็จะมี $V_{RG} = 0V$ ในทางไฟฟ้าเปรียบเสมือนลัดวงจร เพราะฉะนั้นแรงดันที่ขั้วเกตก็จะมีค่าเท่ากับแรงดันที่ขั้วเดรน ดังสมการข้างล่าง

$$V_G = V_D$$

ดังนั้นแรงดันไบแอสระหว่างขั้วเกตกับขั้วซอร์ส จะได้ดังนี้

$$V_{GS} = V_{DS}$$

ส่วนแรงดัน V_{DS} ได้จากการพิจารณาวงจรทางเอาท์พุท ตามกฎของเคอร์ชอฟฟ์ ได้สมการดังนี้

$$V_{DS} = V_{DD} - I_D \cdot R_D$$

เมื่อ $V_{GS} = V_{DS}$

$$V_{GS} = V_{DD} - I_D \cdot R_D$$

จากสมการของ V_{GS} จะเห็นว่า มีตัวแปรที่ไม่รู้ค่า 2 ตัว ดังนั้นการหาค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้าไม่สามารถแทนค่าได้โดยตรง ก็จะเหมือนกับเจฟต์ก็คือหาได้จากการสร้างกราฟ และสูตรทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

6.2.1.1 วิธีการสร้างกราฟและเส้นโหลดไลน์

โดยเริ่มจากสมมติค่าของแรงดัน V_{GS} มีค่าเท่ากับแรงดัน V_T ก่อนซึ่งตำแหน่งนี้ค่าของกระแส I_D จะมีค่าเท่ากับ 0 และหลังจากนั้นก็สมมติค่าของแรงดัน V_{GS} ใหม่แล้วแทนค่าแรงดันลงในสมการกระแส I_D ด้านล่าง แล้วบันทึกค่าลงในตาราง หลังจากนั้นก็สมมติค่าของแรงดัน V_{GS} ใหม่สัก 2-3 ค่า

$$I_D = K \cdot (V_{GS} - V_T)^2$$

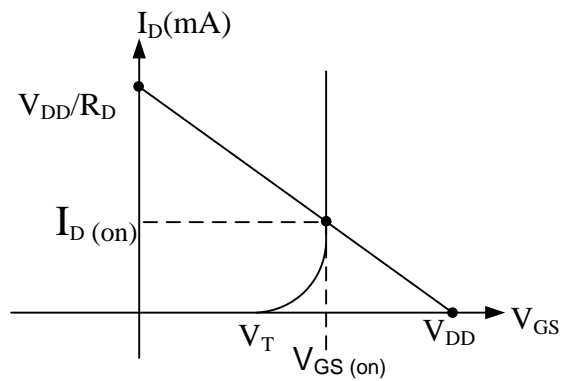
$V_{GS}(V)$	$I_D (mA)$
V_T	0
V_{GS}	I_{D1}
V_{GS}	I_{D2}

ขั้นตอนต่อมา ก็หาเส้นกราฟเส้นโหลดไลน์ เพื่อหาค่ากระแสและแรงดันที่จุดทำงานของวงจรด้วยสมการแรงดัน V_{GS} วงจรนั้น (สมการแรงดัน V_{GS} จะเปลี่ยนตามรูปวงจร) ดังสมการข้างล่าง

$$V_{GS} = V_{DD} - I_D \cdot R_D$$

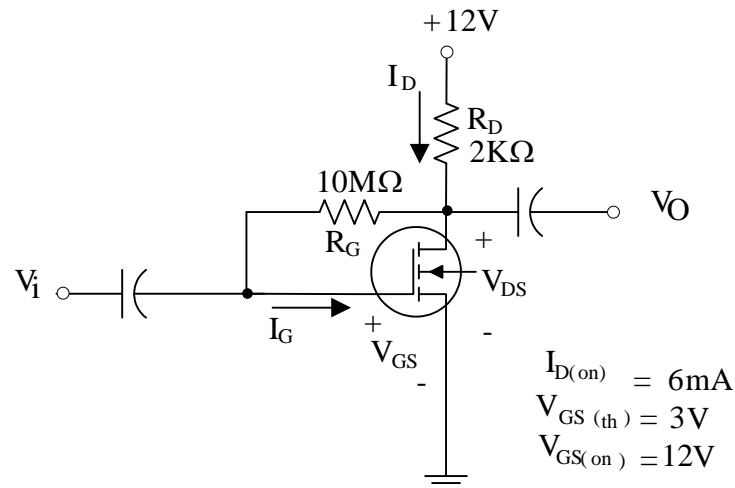
ครั้งแรกสมมติให้ $I_D = 0$ ก่อน แทนค่าลงในสมการ V_{GS} ด้านบนจะได้ค่าแรงดัน $V_{GS} = V_{DD}$ บันทึกค่าลงในตาราง ต่อมาสมมติค่า $V_{GS} = 0$ แทนค่าลงในสมการ V_{GS} ด้านบนจะได้ค่าแรงดัน $V_{GS} = \frac{V_{DD}}{R_D}$ แล้วบันทึกค่าลงในตาราง นำผลที่ได้จากตารางทั้ง 2 มาเขียนเป็นกราฟ

$V_{GS}(V)$	$I_D (mA)$
V_{DD}	0
0	$\frac{V_{DD}}{R_D}$



รูปที่ 6 กราฟคุณสมบัติของอีเอ็มอสเฟตชนิด N - channel

ตัวอย่างที่ 7 จากวงจรให้แสดงการคำนวณหาค่ากระแส I_D และแรงดัน V_{DS}



วิธีทำ ขั้นตอนที่ 1 แทนค่าตัวแปรในสมการ I_D ได้ดังนี้

$$I_D = K \cdot (V_{GS} - V_T)^2$$

$$K = \frac{I_{D(ON)}}{(V_{GS(ON)} - V_T)^2}$$

$$= \frac{6\text{mA}}{(8\text{v} - 3\text{v})^2}$$

$$K = 0.24 \text{ mA} / \text{V}^2$$

$$I_D = (0.24 \times 10^{-3}) \cdot (V_{GS} - 3)^2$$

ขั้นตอนที่ 2 การคำนวณหาเส้นกราฟกระแส I_D โดยสมมติค่าของแรงดัน V_{GS} แล้วแทนค่าลงในสมการ ได้ดังตาราง

$$I_D = (0.24 \times 10^{-3}) \cdot (V_{GS} - 3)^2$$

$V_{GS}(V)$	$I_D (mA)$
3	0
5	0.96
10	11.76

ขั้นตอนที่ 3 หาเส้นกราฟโหลดไลน์ เพื่อหาจุดไบแอสจากสมการ V_{GS}

$$V_{GS} = V_{DD} - I_D \cdot R_D$$

ตารางการคำนวณหาเส้นกราฟโหลดไลน์

$V_{GS}(V)$	$I_D (mA)$
12	0
0	$\frac{V_{DD}}{R_D} = \frac{12}{2 \text{ k}\Omega}$ 6

สมมติให้ $I_D = 0$

$$V_{GS} = 12V - 0 \times (2 \text{ k}\Omega)$$

$$V_{GS} = 12 \text{ V}$$

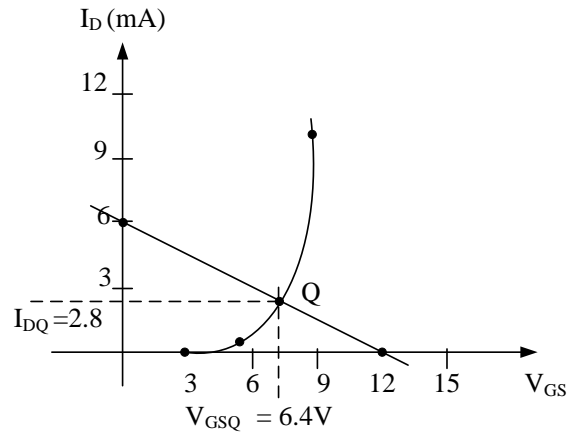
สมมติให้ $V_{GS} = 0$

$$0 = 12V - I_D \cdot (2 \text{ k}\Omega)$$

$$I_D = \frac{12}{2 \text{ k}\Omega}$$

$$I_D = 6 \text{ mA}$$

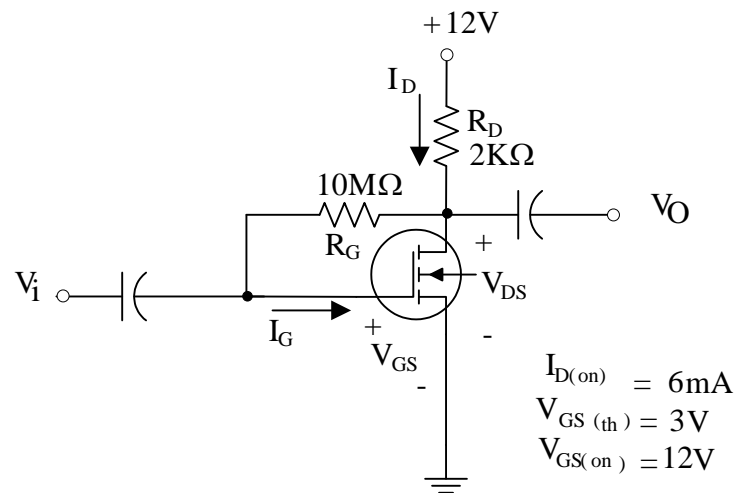
ขั้นตอนที่ 4 สร้างกราฟ โดยนำค่าที่ได้จากทั้ง 2 ตารางไปเขียนกราฟซึ่งจุดตัดของกราฟทั้ง 2 เป็นค่าที่บอกการทำงานของวงจรว่ากระแสและแรงดัน ได้ดังนี้



อ่านค่าจากกราฟ

$$\begin{aligned}
 I_{DQ} &= 2.6 \text{ mA} \\
 V_{DSQ} &= V_{GSQ} \\
 V_{GSQ} &= 6.4 \text{ V}
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 8 จากวงจรให้แสดงการคำนวณหาค่ากระแส I_D และแรงดัน V_{DS} ด้วยสมการคณิตศาสตร์



วิธีทำ ภาหาจุดทำงานด้วยสมการทางคณิตศาสตร์จากสมการกระแส I_D

$$I_D = K \cdot (V_{GS} - V_T)^2 = 0.24$$

$$\frac{\text{mA}}{\text{V}^2} (V_{GS} - 3\text{V})^2$$

$$V_{GS} = V_{DS} = V_{DD} - I_D \cdot R_D$$

$$= 12\text{V} - I_D \cdot 2 \text{ k}\Omega$$

แทนค่าของ V_{GS} ลงสมการ I_D

$$\therefore I_D = 0.24 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2} (12\text{V} - I_D \cdot 2 \text{ k}\Omega - 3\text{V})^2$$

หมายเหตุ

เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณไม่ต้องใส่หน่วยของค่า K และค่าของตัวต้านทานแต่หน่วยของตัวต้านทานจะต้องมีเป็นหน่วย $\text{k}\Omega$ ก่อนเมื่อคำนวณเสร็จแล้วหน่วยของกระแส I_D จะต้องใส่หน่วยเป็น mA

$$I_D = 0.24 \times (12\text{V} - I_D \cdot 2 - 3\text{V})^2$$

$$= 0.24 \times (9\text{V} - 2 \cdot I_D)^2$$

$$= 0.24 \times (4 - I_D^2 - 36 \cdot I_D + 61)$$

$$I_D = 0.96 \cdot I_D^2 - 6.64 \cdot I_D + 19.44$$

ย้าย I_D ไปรวมกับทางด้านขวามือ

$$0.96 \cdot I_D^2 - 9.64 \cdot I_D + 19.44 = 0$$

จากรูปแบบสมการกำลังสอง $AX^2 + BX + C = 0$

เปรียบเทียบกับตัวแปร

$$A = 0.96$$

$$B = -9.64$$

$$C = 19.44$$

จากสูตร

$$X = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4 \cdot A \cdot C}}{2 \cdot A}$$

$$I_D = \frac{-(-9.64) \pm \sqrt{(-9.64)^2 - 4 \times 0.96 \times 19.44}}{2 \times (0.96)}$$

$$I_D = \frac{9.64 - 4.275}{1.92}$$

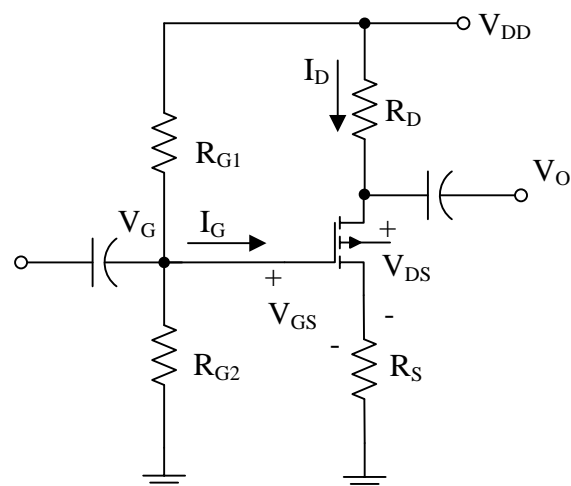
$$\therefore I_D = 2.79 \text{ mA}$$

$$V_{GS} = 12V - I_D \cdot 2k\Omega$$

$$= 12V - 2.79\text{mA} \times 2k\Omega$$

$$V_{GS} = 6.42 \text{ V}$$

6.2.2 การไบแอสแบบแบ่งแรงดัน (Voltage divider)



รูปที่ 7 วงจรไบแอสแบบด้วยตนเองแบบแบ่งแรงดัน

$$V_G = \frac{R_{G2} \cdot V_{DD}}{R_{G1} + R_{G2}}$$

พิจารณาทางอินพุต

$$V_G = V_{GS} + V_{RS}$$

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

$$V_{GS} = V_G - I_D \cdot R_S$$

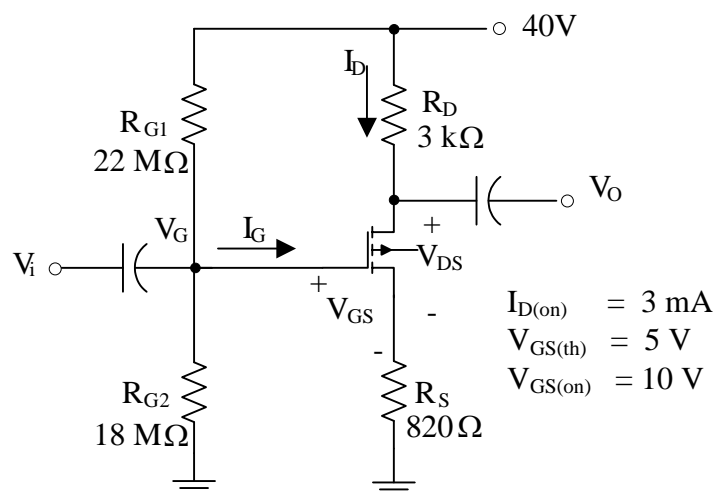
พิจารณาทางเอาต์พุต

$$V_{DD} = V_{RD} + V_{DS} + V_{RS}$$

$$V_{DD} = V_{DD} - I_D \cdot (R_D + R_S)$$

$$V_{DS} = V_{DD} - I_D \cdot (R_D + R_S)$$

ตัวอย่างที่ 8 จากรูปวงจร จงหาค่ากระแส I_{DQ} แรงดัน V_{GSQ} และแรงดัน V_{DSQ}



วิธีทำ จากสมการกระแส I_D

$$I_D = K \cdot (V_{GS} - V_T)^2$$

คำนวณหาค่า k เพราะไม่ได้กำหนดค่ามาให้

$$\begin{aligned}
 K &= \frac{I_{D(ON)}}{(V_{GS(ON)} - V_T)^2} \\
 &= \frac{3\text{mA}}{(10\text{V} - 5\text{V})^2} \\
 K &= 0.12 \times 10^{-3} \text{ A/V}^2
 \end{aligned}$$

แทนค่าลงในสมการกระแส I_D และสมมติค่าแรงดัน V_{GS} แล้วบันทึกผลลงในตาราง

$$I_D = (0.12 \times 10^{-3}) (V_{GS} - 5)^2$$

การคำนวณหาเส้นกราฟกระแส I_D

$V_{GS}(\text{V})$	$I_D (\text{mA})$
5	0
10	3
15	12

จากสมการอินพุต

$$V_{GS} = V_G - I_D \cdot R_S$$

หาค่าแรงดัน V_{GS} ตามกฎการแบ่งแรงดันได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 V_G &= \frac{R_{G2} \cdot V_{DD}}{R_{G1} + R_{G2}} \\
 &= \frac{18\text{M}\Omega \times 40\text{V}}{18\text{M}\Omega + 22\text{M}\Omega} \\
 V_G &= 16 \text{ V}
 \end{aligned}$$

คำนวณหาเส้นกราฟโหลดไลน์

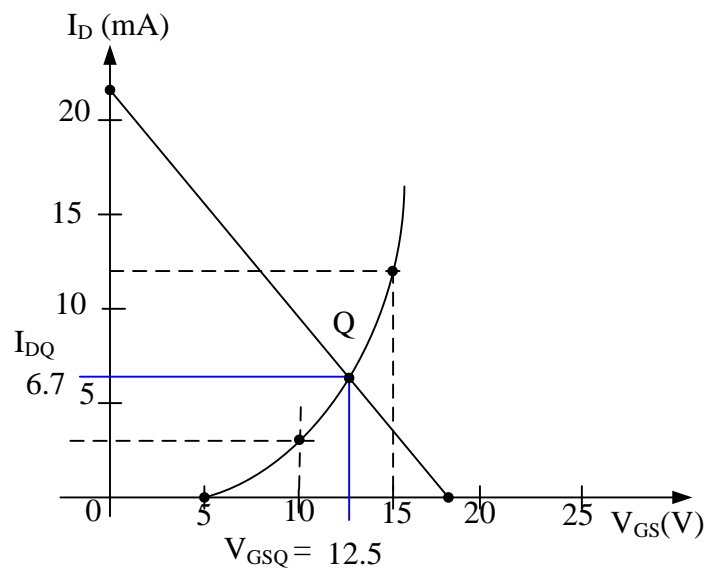
กรณีที่ 1	I_D	=	0
	V_{GS}	=	V_G
	V_{GS}	=	16 V
กรณีที่ 2	V_{GS}	=	0

$$I_D = \frac{V_G}{R_S} = \frac{18V}{820\Omega}$$

$$I_D = 21.95 \text{ mA}$$

การคำนวณหาเส้นกราฟโหลดไลน์

$V_{GS}(V)$	$I_D (mA)$
16	0
0	21.95



จากกราฟ

$$I_{DQ} = 6.7 \text{ mA} \quad \text{ตอบ}$$

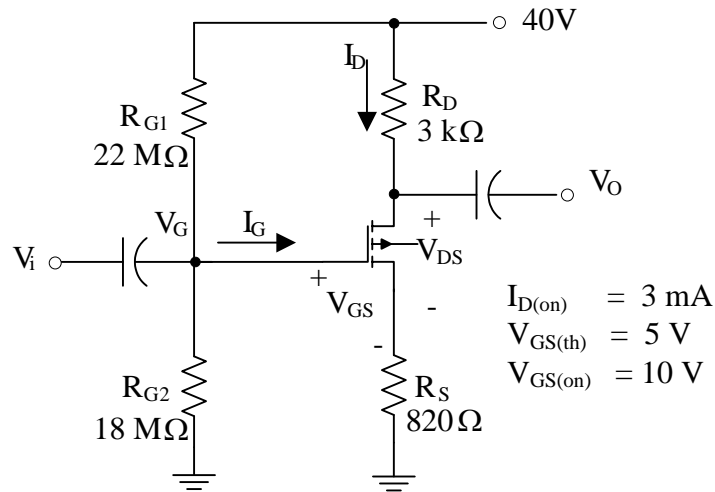
$$V_{GSQ} = 12.5 \text{ V} \quad \text{ตอบ}$$

$$V_{DSQ} = V_{DD} - I_D \cdot (R_D + R_S)$$

$$= 40V - (6.7 \text{ mA}) \times (620\Omega + 3 \text{ k}\Omega)$$

$$V_{DSQ} = 14.4 \text{ V} \quad \text{ตอบ}$$

ตัวอย่างที่ 9 จากรูป จงหาค่ากระแส I_{DQ} แรงดัน V_{GSQ} และแรงดัน V_{DSQ}



วิธีทำ จากสมการกระแส I_D

$$I_D = K \cdot (V_{GS} - V_T)^2$$

คำนวณหาค่า k เพราะไม่ได้กำหนดค่ามาให้

$$K = \frac{I_{D(ON)}}{(V_{GS(ON)} - V_T)^2}$$

$$= \frac{3\text{mA}}{(10\text{V} - 5\text{V})^2}$$

$$K = 0.12 \times 10^{-3} \text{ A/V}^2 \quad \text{ตอบ}$$

สมการของ V_{GS}

$$V_{GS} = V_G - I_D \cdot R_D$$

$$V_G = \frac{18\text{M}\Omega \times 40\text{V}}{18\text{M}\Omega + 22\text{M}\Omega}$$

$$V_G = 16 \text{ V} \quad \text{ตอบ}$$

แทนค่าของ V_{GS} ลงสมการ I_D

$$\begin{aligned}
 I_D &= K (V_G - I_D \cdot R_D - V_T)^2 \\
 \therefore I_D &= 0.12 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2} (16\text{V} - I_D \cdot 0.62 \text{ k}\Omega - 5\text{V})^2 \\
 I_D &= 0.12 (16\text{V} - I_D \cdot 0.62 - 5\text{V})^2 \\
 &= 0.12 \times (13\text{V} - 0.62 \cdot I_D)^2 \\
 &= 0.12 \times (0.67 \cdot I_D^2 - 21.32 \cdot I_D + 169) \\
 I_D &= 0.06 \cdot I_D^2 - 2.55 \cdot I_D + 20.26
 \end{aligned}$$

ย้ายสมการ I_D ซ้ายมือ ไปรวมกับสมการ I_D ทางด้านขวามือ ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 0.06 \cdot I_D^2 - 3.55 \cdot I_D + 20.26 &= 0 \\
 \text{จากรูปแบบสมการกำลังสอง} \quad AX^2 + BX + C &= 0 \\
 \text{เปรียบเทียบตัวแปร}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A &= 0.06 \\
 B &= -3.55 \\
 C &= 20.26
 \end{aligned}$$

จากสูตร

$$\begin{aligned}
 X &= \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4 \cdot A \cdot C}}{2 \cdot A} \\
 I_D &= \frac{-(-3.55) \pm \sqrt{(-3.55)^2 - 4 \times 0.06 \times 20.26}}{2 \times (0.06)} \\
 I_D &= 6.7 \text{ mA} \quad \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

แทนค่า I_D ลงในสมการแรงดัน V_{GS} ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 V_{GS} &= V_G - I_D \cdot R_S \\
 &= 16\text{V} - 6.7\text{mA} \times 620\Omega \\
 V_{GS} &= 12.5\text{V} \quad \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

ใบงานที่ วงจรไบแอสเฟต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางไฟฟ้าของแต่ละคอมมอน
2. วัดหากระแสที่จุดทำงาน ของแต่ละคอมมอน ได้
3. วัดหาแรงดันที่จุดทำงาน ของแต่ละคอมมอน ได้

สาระสำคัญ

เฟต เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานด้วยแรงดันนั้นหมายความว่าใช้แรงดันที่ขาเกตเป็นตัวควบคุมกระแสที่ขาเดรน ซึ่งพารามิเตอร์ที่สำคัญของเฟตมีอยู่ 2 ตัวคือ กระแส I_{DSS} เป็นค่ากระแสที่ขาเดรนสูงสุด เมื่อแรงดันที่ขาเกตมีค่าเป็น ศูนย์ โวลต์ อีกตัวแปรหนึ่งคือแรงดัน V_p ถ้าแรงดันที่ขาเกตมีค่าถึงค่าแรงดัน V_p จะทำให้กระแสเดรนมีค่า เป็น ศูนย์ แอมป์ ดังสมการข้างล่าง

$$I_{DQ} = I_{DSS} \cdot \left[1 - \frac{V_{GS}}{V_p} \right]^2$$

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

$$V_{GS} = V_G - I_D \cdot R_S$$

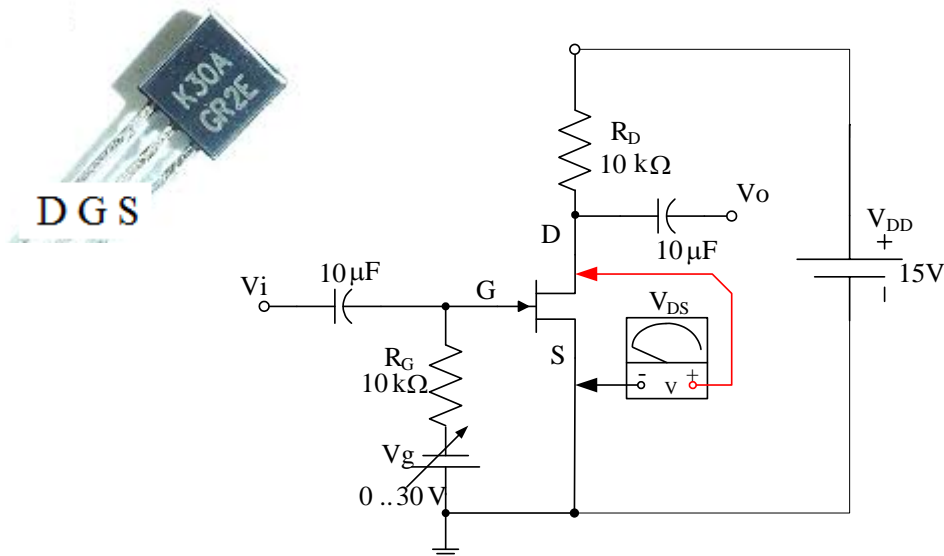
เครื่องมือและอุปกรณ์

1. มัลติมิเตอร์
2. แผงต่อวงจรไฟโต้ บอร์ด และ สายต่อวงจร
3. แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง
4. เฟต k30
5. ตัวต้านทาน $10k\Omega$ 2 ตัว

ขั้นตอนการทดลอง

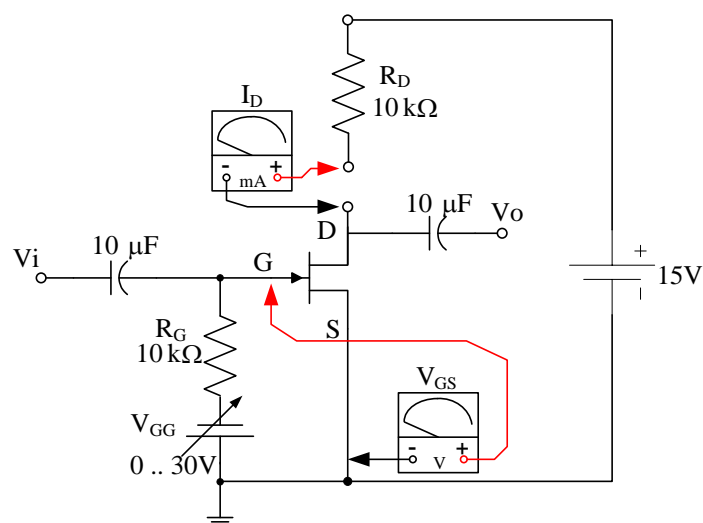
1. คุณสมบัติของคอมมอนซอร์ส

- 1.1 ต่ วงจรตามภาพที่ 1
- 1.2 ต่อดีซีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันระหว่างขาเดรนกับซอร์ส
- 1.3 ปรับแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง V_{GG} ที่ขาเกตให้มิเตอร์แสดงค่าแรงดัน V_{DSQ} ประมาณ 8 V



ภาพที่ 1 วงจรคอมมอนซอร์ส

- 1.4 ต่อแอมป์มิเตอร์ตามภาพที่ 2 เพื่อวัดกระแสที่ขาเดรน (I_{DQ})
- 1.5 ใช้ดีซีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันที่ขาเกต V_{GSQ} และวัดแหล่งจ่ายแรงดัน V_{GG} แล้วบันทึกผลลงตารางที่.1



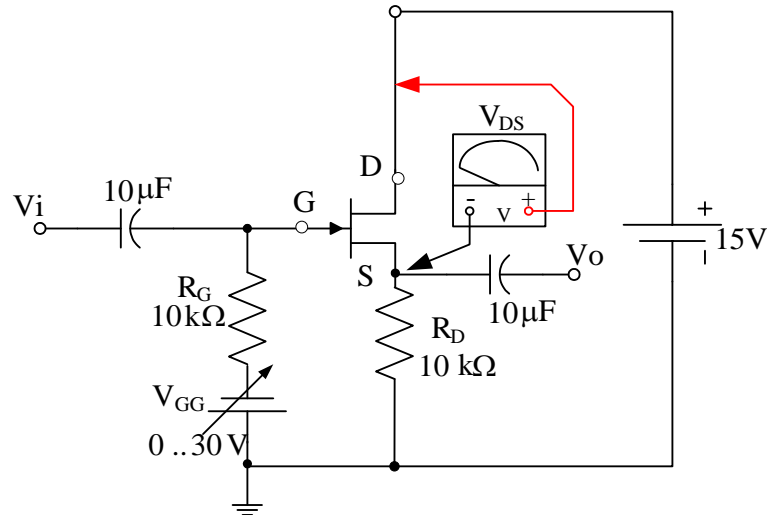
ภาพที่ 2 การวัดค่ากระแสเดรน และแรงดันขาเกต

ตารางที่.1

	I_{DQ} (mA)	V_{DSQ} (v)	V_{GSQ} (v)	V_{GG} (v)
คอมมอนซอร์ส		8		

2. คุณสมบัติของคอมมอนเดรน

- 2.1 ต่อวงจรตามภาพที่ 3
- 2.2 ใช้คีชีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันระหว่างขาเดรนกับซอร์ส
- 2.3 ปรับแหล่งจ่ายไฟตรง V_{GG} ที่ขาเกตให้มิเตอร์แสดงค่าแรงดัน V_{DSQ} ประมาณ 8 V



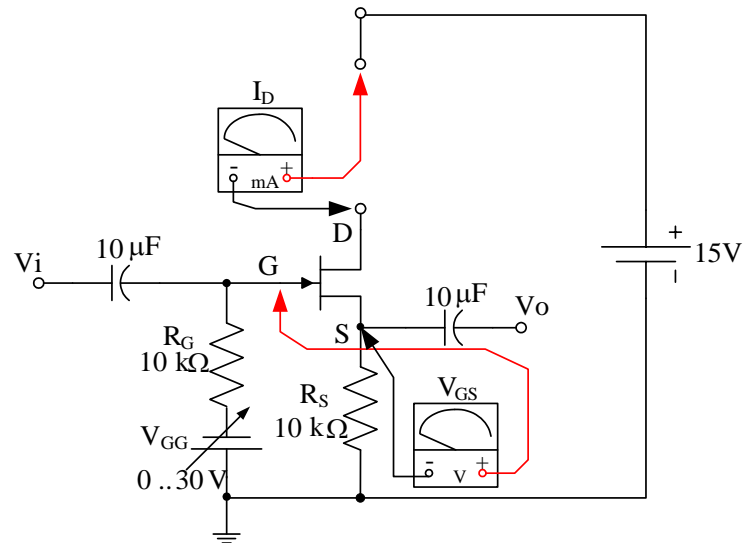
ภาพที่ 3 วงจรคอมมอนเดรน

- 2.4 ต่อแอมป์มิเตอร์ตามภาพที่ 4 เพื่อวัดกระแสที่ขาเดรน (I_{DQ})
- 2.5 ใช้คีชีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันที่ขาเกต V_{GSQ} และวัดแหล่งจ่ายแรงดัน V_{GG} แล้วบันทึกผล

ลงตารางที่.2

ตารางที่ 2

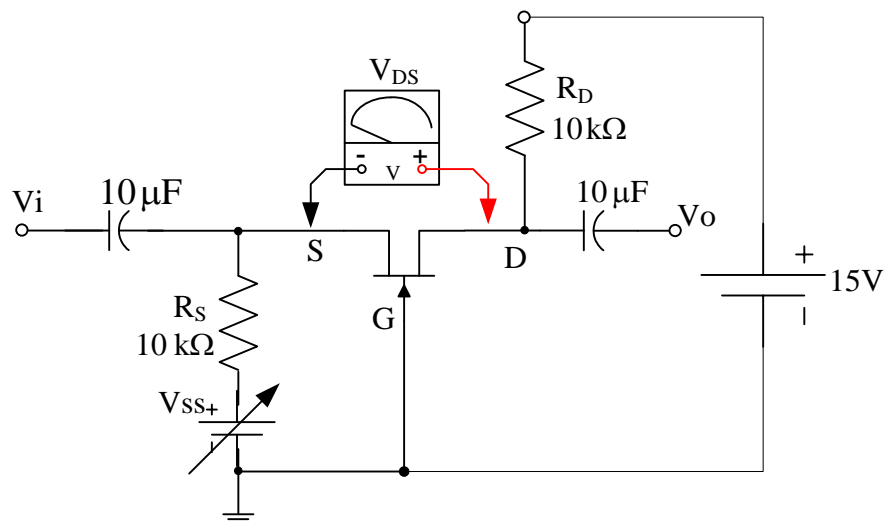
	I_{DQ} (mA)	V_{DSQ} (v)	V_{GSQ} (v)	V_{GG} (v)
คอมมอนเดรน		8		



ภาพที่ 4 การวัดค่ากระแสเดรน และแรงดันขาคเกต

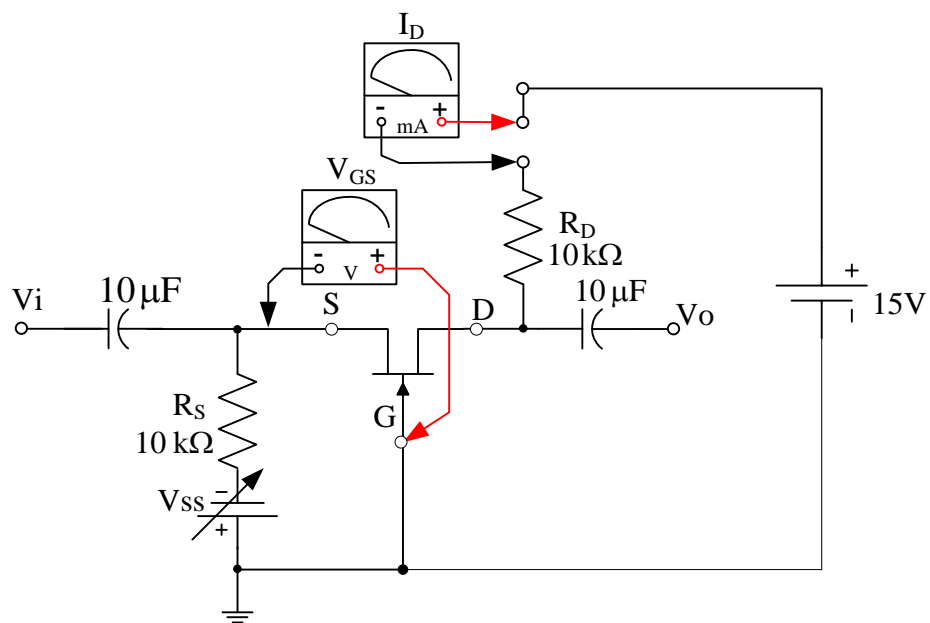
3. คุณสมบัติของคอมมอนเกต

- 3.1 ต่อวงจรตามภาพที่ 5
- 3.2 ใช้ดีซีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันระหว่างขาคเกตกับซอร์ส
- 3.3 ปรับแหล่งจ่ายไฟตรง V_{SS} ที่ขาคซอร์สให้มิเตอร์แสดงค่าแรงดัน V_{DSQ} ประมาณ 8 V



ภาพที่ 5 วงจรคอมมอนเกต

- 3.4 ต่อแอมป์มิเตอร์ตามภาพที่ 6 เพื่อวัดกระแสที่ขาคเดรน (I_{DQ})
- 3.5 ใช้ดีซีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันที่ขาคเกต V_{GSQ} และวัดแหล่งจ่ายแรงดัน V_{SS} แล้วบันทึกผลลงตารางที่.3



ภาพที่ 6 การวัดค่ากระแสเดรน และแรงดันขานาเกต

ตารางที่ 3

	I_{DQ} (mA)	V_{DSQ} (v)	V_{GSQ} (v)	V_{SS} (v)
คอมมอนเกต		8		

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินผลการปฏิบัติการทดลอง

ชื่อ - สกุลชั้น/กลุ่ม.....เลขที่.....

ลำดับที่	เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน				หมายเหตุ
		3	2	1	0	
1	การตรงต่อเวลา					
2	การแต่งกาย					
3	ความตั้งใจการปฏิบัติงาน					
4	การทำงานร่วมกับผู้อื่น					
5	การเตรียม / เก็บรักษาเครื่องมือ					
6	ทักษะในการปฏิบัติงาน					
7	ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน					
8	ส่งงานตามกำหนดเวลา					
9	ความถูกต้องของใบงาน					
10	สรุปผลการทดลอง					
	รวมคะแนน					

สรุปผลการประเมิน ผ่าน ไม่ผ่าน คะแนนที่ได้

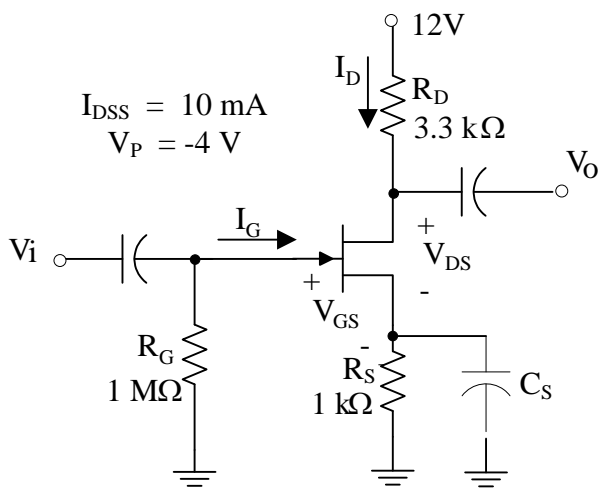
ข้อเสนอแนะ

ลงชื่อผู้ประเมิน
 (นายชาติรี เรืองชัยภูมิ)

เกณฑ์การประเมิน

- ระดับ 3 หมายถึง ปฏิบัติถูกต้องสม่ำเสมอ
- ระดับ 2 หมายถึง ปฏิบัติถูกต้องเป็นบางครั้ง
- ระดับ 1 หมายถึง ปฏิบัติถูกต้องน้อยครั้ง
- ระดับ 0 หมายถึง ไม่ปฏิบัติเลย

2. จากวงจรให้คำนวณหาค่ากระแส I_D และแรงดันที่ V_{GS} กับ V_{DS}



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

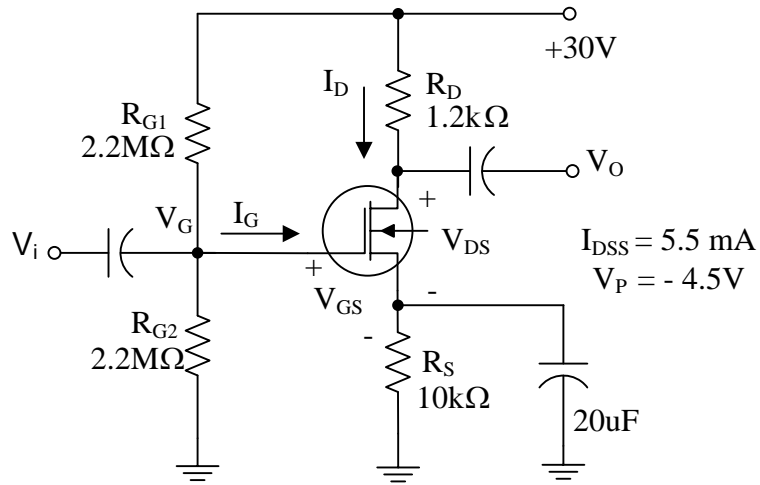
.....

.....

.....

.....

3. จากวงจรให้คำนวณหาค่ากระแส I_D และแรงดันที่ V_{GS} กับ V_{DS}



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

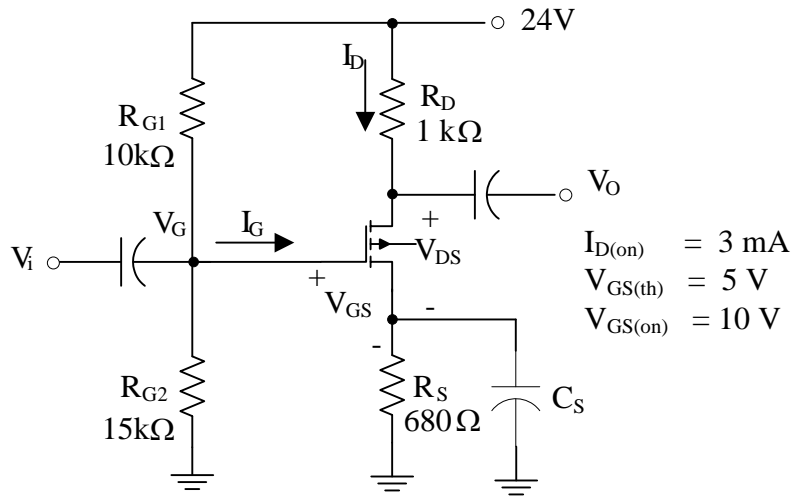
.....

.....

.....

.....

4. จากวงจรให้คำนวณหาค่ากระแส I_D และแรงดันที่ V_{GS} กับ V_{DS}



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

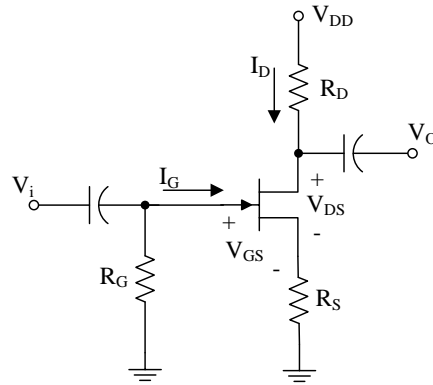
.....

.....

แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 6
วงจรไบแอสเฟต

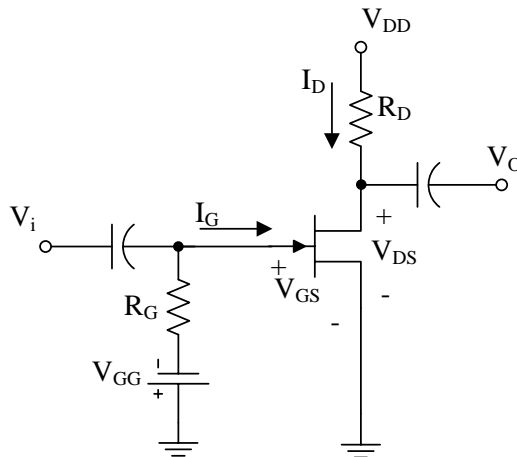
คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย x ลงในข้อที่ถูกต้องที่สุด

1. จากวงจรข้อใดคือตัวแปรในช่องว่างของสมการ $V_{DS} = V_{DD} - \dots\dots\dots$



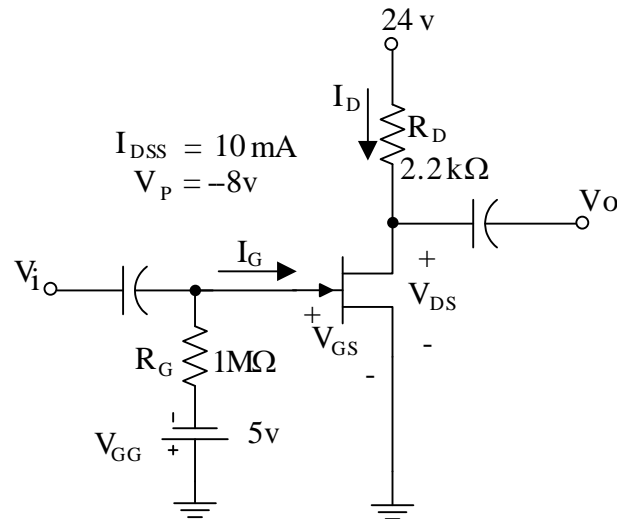
- ก. $I_D (R_D + R_S)$
- ข. $I_D R_D$
- ค. $I_S R_D$
- ง. $I_S R_S$

2. จากวงจรข้อใดคือตัวแปรในช่องว่างของสมการ $V_{GS} = \dots\dots\dots$



- ก. V_S
- ข. $I_G R_G$
- ค. $-V_{GG}$
- ง. V_{DD}

โจทย์ต่อไปนี้จะใช้ประกอบคำถามข้อที่ 3-4 กำหนดให้ $V_{GS(off)} = -8\text{ V}$ และ $I_{DSS} = 10\text{ mA}$



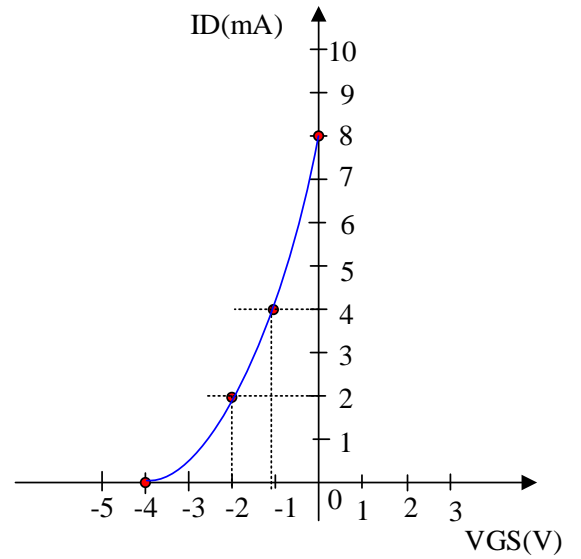
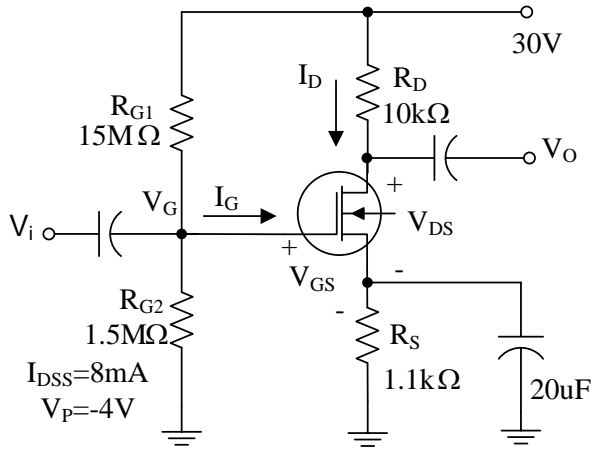
3. จากวงจรดังรูป ค่ากระแส I_D มีค่าเท่าใด

- ก. 1.4 mA
- ข. 4.5 mA
- ค. 6.1 mA
- ง. 10 mA

4. จากวงจรดังรูป ค่าแรงดัน V_{DS} มีค่าเท่าใด

- ก. 5 V
- ข. 6.9 V
- ค. 8 V
- ง. 10.6 V

โจทย์ต่อไปนี้จะใช้ประกอบคำถามข้อที่ 5-6



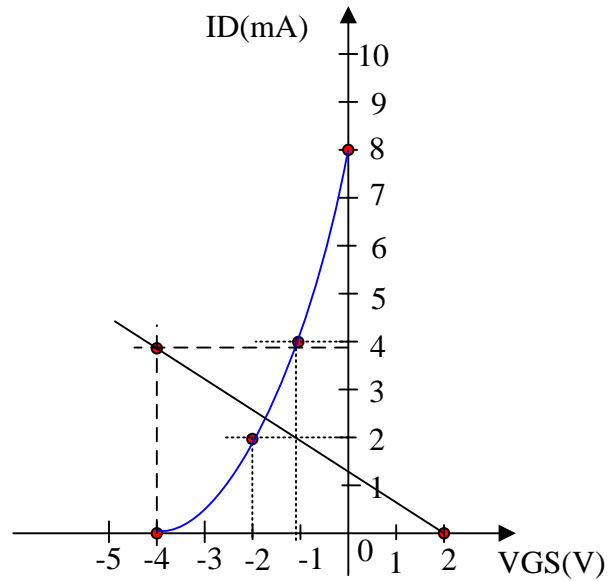
5. จากวงจรดังรูป ค่าแรงดัน V_G มีค่าตรงกับข้อใด

- ก. 2.7 V
- ข. 15 V
- ค. 27 V
- ง. 30 V

6. จากวงจรดังรูป ค่ากระแส I_D มีค่าตรงกับข้อใด

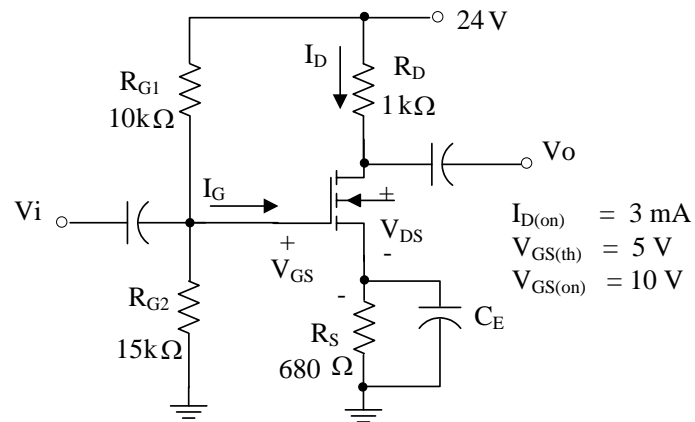
- ก. 1.2 mA
- ข. 1.5 mA
- ค. 1.8 mA
- ง. 3.0 mA

โจทย์ต่อไปนี้จะใช้ประกอบคำถามข้อที่ 7-8



7. จากการพหุคูณสมบัติของเฟตดังรูปค่ากระแส I_{DQ} มีค่าเท่ากับเท่าใด
- 2.4 mA
 - 2 mA
 - 4 mA
 - 8 mA
8. จากกราฟพหุคูณสมบัติของเฟตดังรูป ค่าแรงดัน V_{GSQ} มีค่าเท่ากับเท่าใด
- 1.2 V
 - 1.8 V
 - 2 V
 - 4 V

โจทย์ต่อไปนี้จะใช้ประกอบคำถามข้อที่ 9-10



11. จากวงจรค่ากระแส I_D ตรงกับข้อใด

- ก. 5mA
- ข. 11mA
- ค. 14mA
- ง. 24mA

12. จากวงจรค่าแรงดัน V_{GS} ตรงกับข้อใด

- ก. 24 V
- ข. 9.6 V
- ค. 12V
- ง. 14.4 V

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 6
วงจรรีเลย์

ข้อ	เฉลย
1	ก
2	ค
3	ค
4	ง
5	ก
6	ง
7	ก
8	ข
9	ข
10	ค