

คำแนะนำการใช้เอกสารประกอบการสอน

เอกสารประกอบการสอนชุดนี้ ใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ โดยแบ่งออกเป็น 11 หน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยกำหนดให้นักศึกษาปฏิบัติดังนี้

1. นักเรียนจะต้องศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้
2. นักเรียนต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียน และตรวจคำตอบในแบบเฉลยด้วยความซื่อสัตย์
3. นักเรียนต้องศึกษาใบเนื้อหาให้ละเอียดเพื่อให้เกิดความเข้าใจ
4. นักเรียนต้องทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยเรียน และตรวจคำตอบการทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองร่วมกับครูผู้สอน
5. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยความซื่อสัตย์
6. นักเรียนเปรียบเทียบผลของคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการในการเรียนรู้
7. หากนักเรียนได้ผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนไม่ถึงร้อยละ 80 ให้นักเรียนกลับไปศึกษาเอกสารประกอบการสอนใหม่อีกครั้ง
8. นักเรียนทำการทดลองใบงาน บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง
9. หากนักเรียนมีปัญหาจากการศึกษาเอกสารประกอบการสอนสามารถปรึกษาครูได้ที่

แบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 5 เรื่อง มอสเฟต

วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

รหัสวิชา 2105 – 2005

ข้อสอบจำนวน 15 ข้อ (15 คะแนน)

เวลา 15 นาที

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. มอสเฟต แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ แบบ D-MOSFET และ E-MOSFET และยังแบ่งออกได้กี่ชนิด

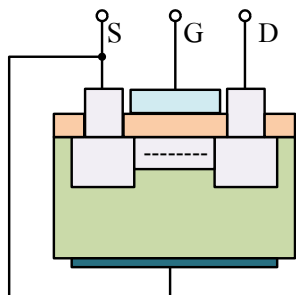
ก. 5 ชนิด

ข. 3 ชนิด

ค. 2 ชนิด

ง. 4 ชนิด

2. จากรูปเป็นโครงสร้างของมอสเฟตแบบใด



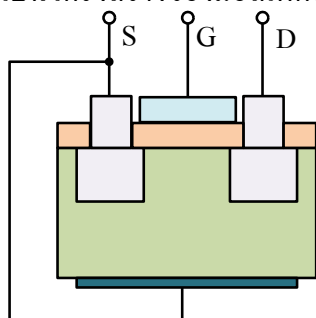
ก. D-MOSFET ชนิด N-Channel

ข. D-MOSFET ชนิด P-Channel

ค. E-MOSFET ชนิด N-Channel

ง. E-MOSFET ชนิด P-Channel

3. จากรูปเป็นโครงสร้างของมอสเฟตชนิดใด



ก. D-MOSFET ชนิด N-Channel

ข. D-MOSFET ชนิด P-Channel

ค. E-MOSFET ชนิด N-Channel

ง. E-MOSFET ชนิด P-Channel

4. ใช้อุปกรณ์ประกอบวงจรน้อย เป็นลักษณะการจัดไบแอสแบบใด

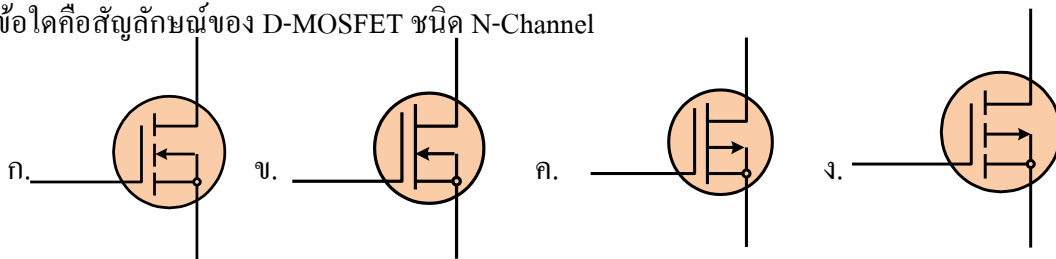
ก. ไบแอสคงที่

ข. ไบแอสตัวเอง

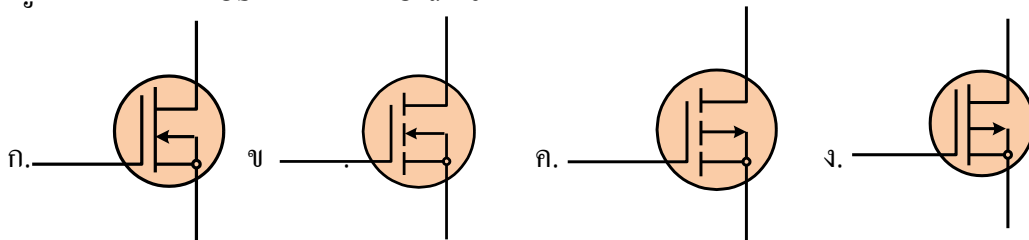
ค. ไบแอสแบ่งแรงดัน

ง. ไบแอสผสม

5. ข้อใดคือสัญลักษณ์ของ D-MOSFET ชนิด N-Channel



6. สัญลักษณ์ของ E-MOSFET ชนิด P-Channel ตรงกับข้อใด



7. การจ่ายไบแอสเบื้องต้นให้ E-MOSFET ชนิด P-Channel ข้อใดถูกต้อง

- ก. ลบขา G เทียบกับขา S, ลบขา S และบวกขา D
- ข. ลบขา G เทียบกับขา S, บวกขา S และลบขา D
- ค. บวกขา G เทียบกับขา S, บวกขา S และลบขา D
- ง. บวกขา G เทียบกับขา S, ลบขา S และบวกขา D

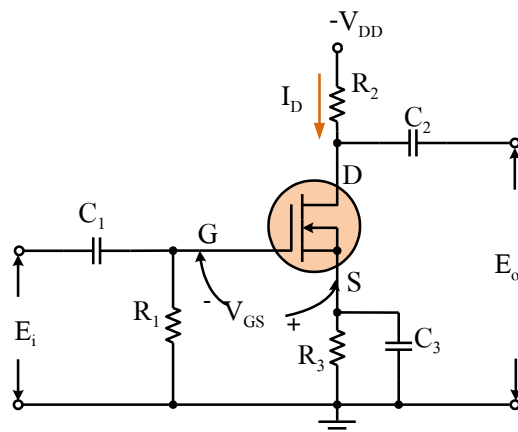
8. ค่ากระแส I_{DSS} ในกราฟคุณสมบัติของ D-MOSFET คืออะไร

- ก. กระแสค่าที่ไหลระหว่างขา D และขา S เมื่อ V_{GS} เป็ 0 V
- ข. กระแสอิ่มตัวที่ไหลระหว่างขา D และขา S เมื่อ V_{GS} เป็ 0 V
- ค. กระแสไบแอสที่จ่ายที่ทำให้เกิดกระแสไหลระหว่างขา D และขา S ตลอดเวลา
- ง. กระแสที่ไหลระหว่างขา D และขา S ในสถานะที่มีการปรับเปลี่ยน V_{GS}

9. การจัดวงจรไบแอสคงที่ของมอสเฟต ข้อใดกล่าวถูกต้อง

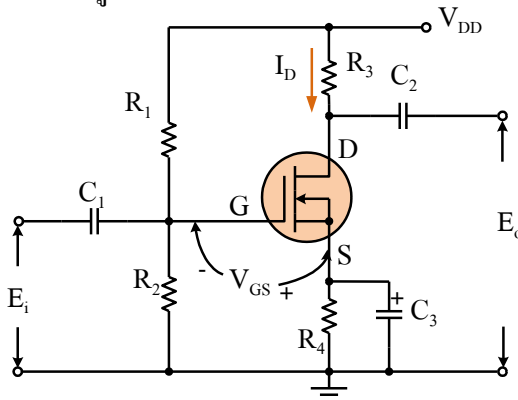
- ก. จัดแรงดันไบแอสให้ทั้งวงจรคงที่
- ข. จัดให้เกิดกระแสเดรนไหลในวงจรคงที่
- ค. จัดแรงดันไบแอสให้ขาเกตและขาซอร์สคงที่
- ง. จัดแรงดันไบแอสให้ขาเดรนและขาซอร์สคงที่

10. จากรูปเป็นการจัดไบแอสแบบใด



- ก. ไบแอสคงที่
- ข. ไบแอสตัวเอง
- ค. ไบแอสแบ่งแรงดัน
- ง. ไบแอสแบบผสม

11. จากรูปเป็นการจัดไบแอสแบบใด



- ก. ไบแอสคงที่
- ข. ไบแอสตัวเอง
- ค. ไบแอสแบ่งแรงดัน
- ง. ไบแอสแบบผสม

12. จากคู่มือผู้ผลิตมอสเฟตเบอร์ EC-10N16/20 ระบุค่า BV_{DS} เท่ากับ 160 V มีความหมายตรงกับข้อใด

- ก. ค่าแรงดันเบรกดาวน์ที่เกต – ชอร์สต่ำสุด 160 V
- ข. ค่าแรงดันเกต – ชอร์สคัตออฟสูงสุด 160 V
- ค. ค่าแรงดันเบรกดาวน์ที่เดรน – ชอร์สต่ำสุด 160 V
- ง. ค่าแรงดันเดรน – ชอร์ส 160 V

13. การนำ D-MOSFET ไปทำเป็นวงจรสวิตช์ ต้องจ่ายไบแอสอย่างไร

- ก. จ่ายไบแอสตรงให้ขา S จ่ายไบแอสกลับให้กับขา D กับขา G เทียบกับขา S
- ข. จ่ายไบแอสกลับให้ขา S จ่ายไบแอสตรงให้กับขา D กับขา G เทียบกับขา S
- ค. จ่ายไบแอสตรงให้ขา S จ่ายไบแอสตรงให้กับขา D กับขา G เทียบกับขา S
- ง. จ่ายไบแอสกลับให้ขา S จ่ายไบแอสกลับให้กับขา D กับ G เทียบกับขา S

14. การนำมอสเฟตไปใช้ในวงจรขยายสัญญาณเสียง มักจะใช้มอสเฟตในภาคใด

ก. ภาคขับเคลื่อนกำลัง

ข. ภาคขยายกำลัง

ค. ภาคจ่ายไฟ

ง. ภาคปริ๊นท์

15. การวัดทดสอบ D-MOSFET ด้วยโอห์มมิเตอร์ระหว่างขา D กับขา S และขา S กับขา D โดยการสลับสายวัด ถ้า D-MOSFET ปกติ ผลการวัดจะตรงกับข้อใด

ก. $0\ \Omega$

ข. $500\ \text{k}\Omega$

ค. เท่ากัน

ง. ∞

	เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน		หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005		สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต		
เรื่อง มอสเฟต			เวลา 4 ชั่วโมง

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน			
ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ
1	ค	9	ข
2	ก	10	ข
3	ค	11	ค
4	ก	12	ค
5	ข	13	ก
6	ค	14	ข
7	ค	15	ค
8	ข		

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต		เวลา 4 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

มอสเฟต (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor ; MOSFET) หรือเฟตแบบมีฉนวนซึ่งเป็นออกไซด์ของโลหะกึ่งตัวนำที่เกิด แบ่งตามลักษณะการทำงานได้ 2 แบบ คือ ดิพลีชันมอสเฟต(Depletion MOSFET) หรือ D-MOSFET กับ เอ็นแฮนซ์เมนต์มอสเฟต (Enhancement MOSFET) หรือ E-MOSFET และแต่ละแบบยังแบ่งออกได้ 2 ชนิดคือ N-Channel และ P-Channel

D-MOSFET มีข้อแตกต่างจาก JFET คือ ขาเกตถูกแยกออกมาจากขาเดรนและขาซอร์ส และขาซบัสเตอร์อยู่ระหว่างขาเดรนและขาซอร์ส และสัญลักษณ์จะมีหัวลูกศรชี้เข้าและชี้ออก ถ้าเป็น N-Channel MOSFET หัวลูกศรจะชี้เข้า ส่วน P-Channel MOSFET หัวลูกศรจะชี้ออก

ส่วน E-MOSFET มีโครงสร้างจะแตกต่างจาก D-MOSFET กล่าวคือ ไม่มี Channel ต่อเชื่อมถึงกัน แต่สามารถทำให้เกิด Channel ได้โดยวิธีการไบแอส สัญลักษณ์ขาเกตจะเขียนแยกออกจากหากไม่ต่อกับขาใด ส่วนขาเดรนกับขาซอร์สเขียนเป็นเส้นประ แสดงให้ทราบว่าขาทั้งสองภายในไม่ต่อกัน หัวลูกศรชี้เข้าเป็นบอกรับทราบว่าขาเกตเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดพี เป็น E-MOSFET ชนิด N-Channel และถ้าหัวลูกศรชี้ออกบอกรับทราบว่าขาเกตเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นเป็น E-MOSFET ชนิด P-Channel

สาระการเรียนรู้

- 5.1 ชนิดของมอสเฟต
- 5.2 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของมอสเฟต
- 5.3 หลักการทำงานเบื้องต้นมอสเฟต
- 5.4 คุณลักษณะสมบัติของมอสเฟต
- 5.5 การจัดวงจรไบแอสดีมอสเฟต
 - 5.5.1 วงจรไบแอสคงที่
 - 5.5.2 วงจรไบแอสช่วย
 - 5.5.3 วงจรไบแอสแบบแบ่งแรงดัน

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต		เวลา 4 ชั่วโมง

5.6 การจัดวงจรไบแอสีมอสเฟต

5.6.1 วงจรไบแอสคงที่

5.6.2 วงจรไบแอสช่วย

5.6.3 วงจรไบแอสแบบแบ่งแรงดัน

5.7 การอ่านคู่มือเจเฟตและการแปลความหมาย

5.8 การนำมอสเฟตไปประยุกต์ใช้งาน

5.8.1 วงจรมอสเฟตสวิตช์

5.8.2 วงจรขยายสัญญาณมอสเฟต

5.9 การวัดและทดสอบมอสเฟตด้วยโอห์มมิเตอร์

5.10 สรุป

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมอสเฟต
2. เพื่อให้มีกิตินัยในการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกชนิดของมอสเฟตได้
2. เขียนโครงสร้างของมอสเฟตได้
3. เขียนสัญลักษณ์ของมอสเฟตได้
4. บอกคุณลักษณะทางไฟฟ้าของมอสเฟตได้
5. บอกลักษณะการไบแอสเบื้องต้นของมอสเฟตได้
6. บอกลักษณะการจัดวงจรไบแอสคงที่ได้
7. บอกลักษณะการจัดวงจรไบแอสช่วยได้
8. บอกลักษณะการจัดวงจรไบแอสแบบแบ่งแรงดันได้
9. แปลความหมายจากการอ่านคู่มือมอสเฟตได้
10. บอกลักษณะวงจรสวิตช์มอสเฟตได้
11. บอกลักษณะวงจรขยายสัญญาณมอสเฟตได้

	ใบความรู้ที่ 5		หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005		สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต		
เรื่อง มอสเฟต			เวลา 4 ชั่วโมง

12. บอกลักษณะอาการเสียของมอสเฟตที่ทำการวัดและทดสอบด้วยโอห์มมิเตอร์ได้
13. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ที่ผู้สอนสามารถสังเกตเห็นได้ ในด้านมนุษยสัมพันธ์ มีวินัย ความรับผิดชอบ ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์สุจริต สนใจใฝ่รู้ รักสามัคคี

	ใบความรู้ที่ 5		หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005		สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต		
เรื่อง มอสเฟต			เวลา 4 ชั่วโมง

5.1 ชนิดของมอสเฟต

มอสเฟต(MOSFET) เป็นเฟตอีกชนิดหนึ่งที่มีโครงสร้างแตกต่างไปจากเจเฟต (JFET) โดยสิ้นเชิง เพราะส่วนที่สร้างขึ้นมาเป็นขาเกต(G)ของมอสเฟต ถูกสร้างขึ้นมามากโดยไม่ต่อร่วมกับส่วนที่เป็นขาเดรน(D) และขาซอร์ส(S)แยกตัวเป็นอิสระ มีฉนวนกั้นกลางแยกขา G ออกจากขา D และขา S ส่วนที่เป็นขา D และขา S ถูกสร้างขึ้นบนฐานรองสารกึ่งตัวนำหรือซับสเตรต (Substrate :SS) ขบวนการผลิตมอสเฟตเป็นขบวนการเดียวกับการผลิตไอซี(IC)

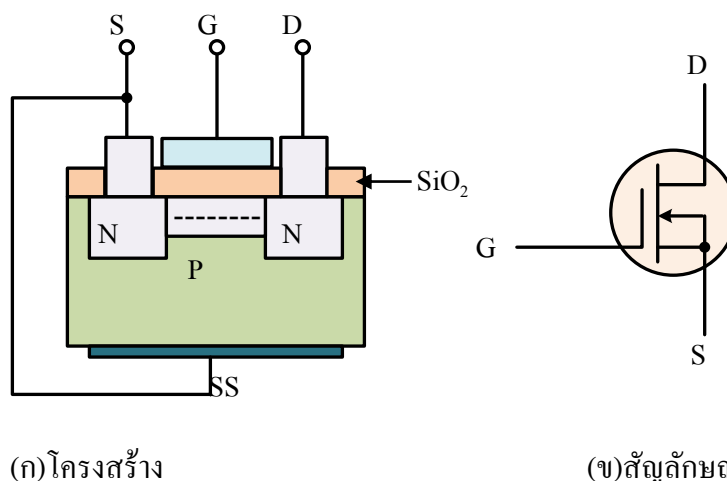
มอสเฟต(MOSFET) ที่ผลิตขึ้นมาใช้งาน แบ่งออกได้ 2 แบบคือ

1. ดีพลีชันมอสเฟต(Depletion MOSFET) ใช้ตัวย่อ D – MOSFET แบ่งย่อยได้เป็น 2 ชนิดคือ ชนิด P – Channel และ N – Channel
2. เอ็นฮานซ์เมนต์มอสเฟต (Enhancement MOSFET ใช้ตัวย่อ E-MOSFET แบ่งย่อยได้เป็น 2 ชนิดคือ ชนิด P – Channel และ N – Channel

5.2 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของมอสเฟต

D – MOSFET ชนิด N – Channel เป็น MOSFET ที่ส่วนขา D และขา S ผลิตจากสารกึ่งตัวนำชนิด N ถูกสร้างขึ้นบนฐานรอง(SS) ชนิด P สารกึ่งตัวนำส่วนที่เป็นขา D และขา S ถูกต่อถึงกันด้วยฐานรองที่เป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเดียวกับสารส่วนขา D และขา S ขา G ถูกแยกออกไปต่างหาก โดยถูกฉนวนซิลิคอนไดออกไซด์ (Silicon Dioxide) หรือ SiO_2 กั้นกลาง ขา G มีโครงสร้างเป็นแผ่นโลหะตัวนำมีคุณสมบัติเหมือนเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเดียวกับฐานรอง(SS) ลักษณะโครงสร้างและสัญลักษณ์ของ D – MOSFET ชนิด N – Channel แสดงดังรูปที่ 5.1

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต	เวลา 4 ชั่วโมง	



รูปที่ 5.1 โครงสร้างและสัญลักษณ์ D – MOSFET ชนิด N – Channel
ที่มา(พันธุศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์, 2553, หน้า 98)

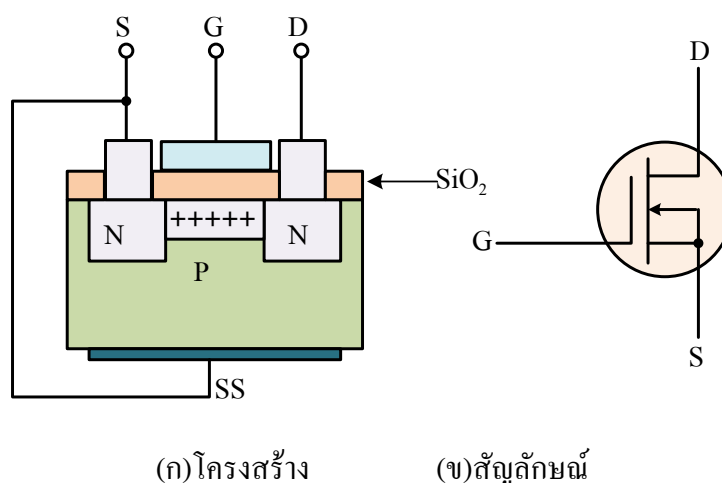
จากรูปที่ 5.1 แสดงโครงสร้างและสัญลักษณ์ของ D – MOSFET ชนิด N – Channel (สังเกตจากสารที่ใช้ผลิตขา D กับขา S) รูปที่ 5.1(ก) เป็นโครงสร้างของ D – MOSFET ชนิด N – Channel ฐานรองใช้สารชนิด P มีสารชนิด N ผลิตเป็นขา D กับขา S และสารกึ่งตัวนำที่อยู่ระหว่างสารที่ใช้ผลิตขา D กับขา S เป็นสารชนิดเดียวกับขา D และขา S คือมีอิเล็กตรอนอิสระมากกว่าปกติ ขา G เป็นแผ่นโลหะวางอยู่บนฉนวนซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO_2) การทำงานของขา G ใช้สนามไฟฟ้าจากขา G ไปควบคุมการทำงาน

ส่วนรูปที่ 5.1(ข) เป็นสัญลักษณ์ของ D – MOSFET ชนิด N – Channel ขา G เขียนแยกออกจากหากไม่ต่อกับขาใด ส่วนขา D กับขา S เขียนต่อเป็นเส้นเดียวกัน แสดงให้ทราบว่าขาทั้งสองต่อถึงกันภายใน สัญลักษณ์หัวลูกศรถูกแสดงไว้ที่ฐานรอง หัวลูกศรชี้เข้าบอกให้ทราบว่า เป็นสารกึ่งตัวนำชนิด P หรือบอก การต่อใช้งานขาฐานรอง(SS) ต่อเข้ากับขา S เสมอ ขาต่อออกมาใช้งานจริงจึงมีเพียง 3 เท่านั้น คือขา G ขา D และขา S

D – MOSFET ชนิด P – Channel เป็น MOSFET ที่ส่วนของขา D กับขา S ผลิตจากสารเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด P ถูกสร้างขึ้นบนฐานรอง(SS) ชนิด N สารกึ่งตัวนำส่วนที่เป็นขา D และขา S ถูกต่อถึงกันด้วยฐานรองที่เป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเดียวกับขา D และขา S นั่นคือสารส่วนที่เป็นขา D

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต	เวลา 4 ชั่วโมง	

กับขา S ต่อถึงกัน ส่วนขา G ถูกแยกออกไปต่างหาก โดยถูกฉนวนซิลิคอนไดออกไซด์ (Silicon Dioxide) หรือ SiO_2 คั่นกลาง โครงสร้างและสัญลักษณ์ของ D – MOSFET ชนิด P – Channel แสดงดังรูปที่ 5.2



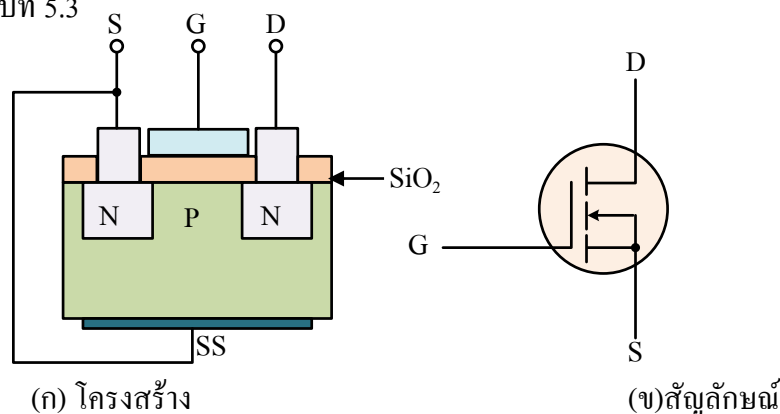
รูปที่ 5.1 โครงสร้างและสัญลักษณ์ D – MOSFET ชนิด P – Channel
ที่มา(พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์, 2553, หน้า 98)

จากรูปที่ 5.2 แสดงโครงสร้างและสัญลักษณ์ของ D-MOSFET ชนิด P – Channel (ดูที่สารผลิตขา D กับขา S) รูปที่ 5.2 (ก) เป็นโครงสร้างของ D-MOSFET ชนิด P – Channel ฐานรองใช้สารชนิด N มีสารชนิด P ผลิตเป็นขา D กับขา S และสารกึ่งตัวนำที่อยู่ระหว่างสารที่ใช้ผลิตเป็นขา D และขา S เป็นชนิดเดียวกับขา D และขา S คือมีโฮลมากกว่าปกติ ขา G เป็นแผ่นโลหะวางอยู่บนฉนวนซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO_2) การทำงานของขา G ใช้สนามไฟฟ้าจากขา G ไปควบคุมการทำงาน

ส่วนรูปที่ 5.2(ข) เป็นสัญลักษณ์ของ D – MOSFET ชนิด P – Channel ขา G เขียนแยกออกต่างหากไม่ต่อกับขาใด ส่วนขา D กับขา S เขียนต่อเป็นเส้นเดียวกัน แสดงให้ทราบว่าขาทั้งสองต่อถึงกันภายใน สัญลักษณ์หัวลูกศรถูกแสดงไว้ที่ฐานรอง หัวลูกศรชี้บอกให้ทราบว่าขาฐานรองกึ่งตัวนำชนิด N หรือลบ การต่อใช้งานขาฐานรอง(SS) ต่อเข้ากับขา S เสมอ ขาต่อออกมาใช้งานจริงจึงมีเพียง 3 เท่านั้น คือขา G ขา D และขา S

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต	เวลา 4 ชั่วโมง	

E-MOSFET ชนิด N – Channel เป็นมอสเฟตที่ส่วนของขา D กับขา S ผลิตจากสารชนิด N ถูกสร้างขึ้นบนฐานรอง (SS) ชนิด P สารส่วนที่เป็นขา D กับขา S ไม่ต่อถึงกัน เพราะมีฐานรองที่เป็นสารกึ่งตัวนำชนิดตรงข้ามกับขา D กับขา S คั่นอยู่ ส่วนขา G ถูกแยกออกมาต่างหาก มีฉนวนซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO_2) คั่นอยู่ โครงสร้างและสัญลักษณ์ของ E-MOSFET ชนิด N – Channel แสดงดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 โครงสร้างและสัญลักษณ์ E – MOSFET ชนิด N – Channel
ที่มา(พันธุศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์, 2553, หน้า 102)

จากรูปที่ 5.3 แสดงโครงสร้างและสัญลักษณ์ของ E-MOSFET ชนิด N – Channel (คู่มือการใช้ผลิตขา D กับขา S) รูปที่ 5.3 (ก) เป็นโครงสร้างของ E-MOSFET ชนิด N – Channel

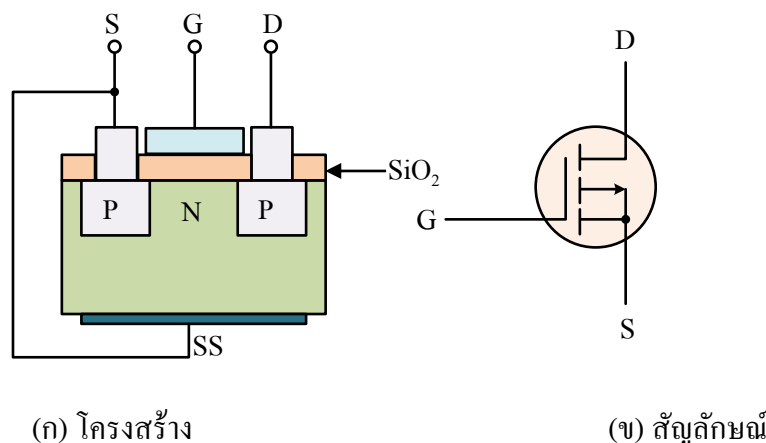
ฐานรองใช้สารชนิด P มีสารชนิด N ผลิตเป็นขา D กับขา S และสารกึ่งตัวนำที่อยู่ระหว่างสารที่ใช้ผลิตเป็นขา D และขา S เป็นชนิดตรงข้าม ทำให้ขา D และขา S ถูกแยกออกจากกัน ขา G เป็นแผ่นโลหะวางอยู่บนฉนวนซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO_2) การทำงานของขา G ใช้สนามไฟฟ้าจากขา G ไปควบคุมการทำงาน

ส่วนรูปที่ 5.3(ข) เป็นสัญลักษณ์ของ E – MOSFET ชนิด N – Channel ขา G เขียนแยกออกต่างหากไม่ต่อกับขาใด ส่วนขา D กับขา S เขียนต่อเป็นเส้นประ แสดงให้ทราบว่าขาทั้งสองภายในไม่ต่อถึงกัน สัญลักษณ์หัวลูกศรถูกแสดงไว้ที่ฐานรอง หัวลูกศรชี้เข้าบอกให้ทราบว่าเป็นสาร

	ใบความรู้ที่ 5		หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005		สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต		
เรื่อง มอสเฟต			เวลา 4 ชั่วโมง

กึ่งตัวนำชนิด P หรือบวก การต่อใช้งานขานฐานรอง(SS) ต่อเข้ากับขา S เสมอ ขาต่อออกมาใช้งานจริงจึงมีเพียง 3 เทานั้น คือขา G ขา D และขา S

E-MOSFET ชนิด P – Channel เป็นมอสเฟตที่ส่วนของขา D กับขา S ผลิตจากสารชนิด P ถูกสร้างขึ้นบนฐานรอง (SS) ชนิด N สารส่วนที่เป็นขา D กับขา S ไม่ต่อถึงกัน เพราะมีฐานรองที่เป็นสารกึ่งตัวนำชนิดตรงข้ามกับขา D กับขา S คั่นอยู่ ส่วนขา G ถูกแยกออกมาต่างหาก มีฉนวนซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO_2) คั่นอยู่ โครงสร้างและสัญลักษณ์ของ E-MOSFET ชนิด P – Channel แสดงดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 โครงสร้างและสัญลักษณ์ E – MOSFET ชนิด N – Channel
 ที่มา(พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์, 2553, หน้า 102)

จากรูปที่ 5.4 แสดงโครงสร้างและสัญลักษณ์ของ E-MOSFET ชนิด P – Channel (ดูที่สารใช้ผลิตขา D กับขา S) รูปที่ 5.4 (ก) เป็นโครงสร้างของ E-MOSFET ชนิด P – Channel ฐานรองใช้สารชนิด N มีสารชนิด P ผลิตเป็นขา D กับขา S และสารกึ่งตัวนำที่อยู่ระหว่างสารที่ใช้ผลิตเป็นขา D และขา S เป็นชนิดตรงข้าม ทำให้ขา D และขา S ถูกแยกออกจากกัน ขา G เป็นแผ่นโลหะวางอยู่บนฉนวนซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO_2) การทำงานของขา G ใช้สนามไฟฟ้าจากขา G ไปควบคุมการทำงาน

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต		เวลา 4 ชั่วโมง

ส่วนรูปที่ 5.4(ข) เป็นสัญลักษณ์ของ E – MOSFET ชนิด P – Channel ขา G เขียนแยกออกจากขาอื่นไม่ต่อกับขาใด ส่วนขา D กับขา S เขียนต่อเป็นเส้นประ แสดงให้ทราบว่าขาทั้งสองภายในไม่ต่อถึงกัน สัญลักษณ์หัวลูกศรถูกแสดงไว้ที่ฐานรอง หัวลูกศรชี้บอกให้ทราบว่า เป็นสารกึ่งตัวนำชนิด N หรือลบ การต่อใช้งานขาฐานรอง(SS) ต่อเข้ากับขา S เสมอ ขาต่อออกมาใช้งานจริงจึงมีเพียง 3 เท่านั้น คือขา G ขา D และขา S

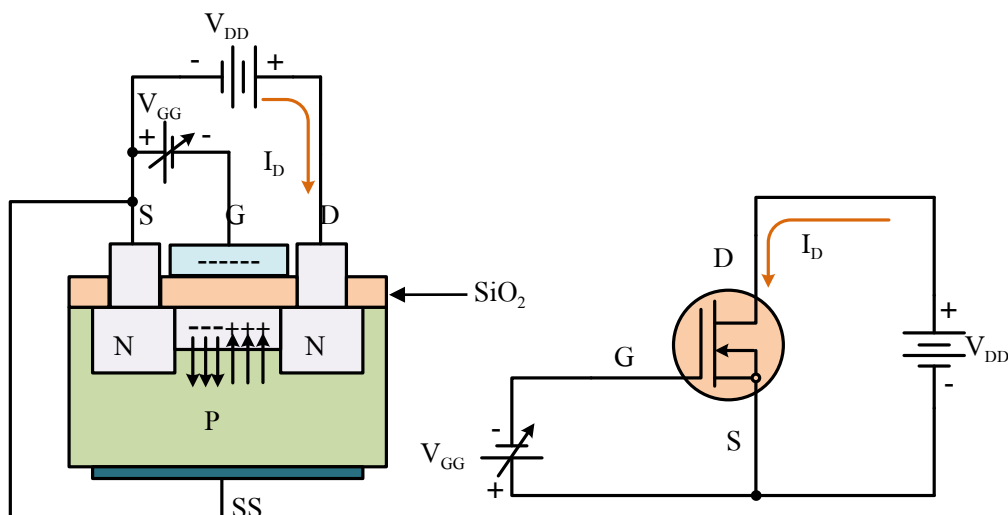
5.3 หลักการทำงานของมอสเฟต

1. การจ่ายแรงดันไบแอสให้ D – MOSFET ชนิด N – Channel

การจ่ายแรงดันไบแอสให้ D – MOSFET เหมือนกับการจ่ายแรงดันไบแอสให้เจเฟต คือจ่ายแรงดันไบแอสตรงให้ขา S จ่ายแรงดันไบแอสกลับให้ขา D กับขา G เทียบขา S ลักษณะวงจรจ่ายแรงดันไบแอสเบื้องต้น แสดงดังรูปที่ 5.5

จากรูปที่ 5.5 แสดงวงจรจ่ายแรงดันไบแอสเบื้องต้นให้ D – MOSFET ชนิด N – Channel การทำงานของวงจรเป็นดังนี้ จ่ายแรงดัน V_{DD} ให้เฉพาะขา D กับขา S ตัว D – MOSFET ทำงานมีกระแส I_D ไหลผ่านระหว่างขา D กับขา S สูงมากค่าหนึ่งคงที่ตลอดเวลา การควบคุมการทำงานของ D – MOSFET ให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ทำได้โดยการจ่ายแรงดันไบแอสกลับให้ขา G เทียบกับขา S (V_{GS}) ศักย์ลบที่ขา G จะไปผลักให้อิเล็กตรอนอิสระอยู่ระหว่างรอยต่อส่วนขา D กับขา S เคลื่อนที่ห่างออกมา และดึงโฮลเข้าไปแทนที่ ส่งผลให้สารกึ่งตัวนำระหว่างรอยต่อขา D กับขา S เปลี่ยนแปลงไปเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด P ด้านการไหลของกระแส I_D ให้ไหลผ่านจากขา D ไปขา S ได้น้อยลง

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต		เวลา 4 ชั่วโมง



(ก) วงจรรูปโครงสร้าง

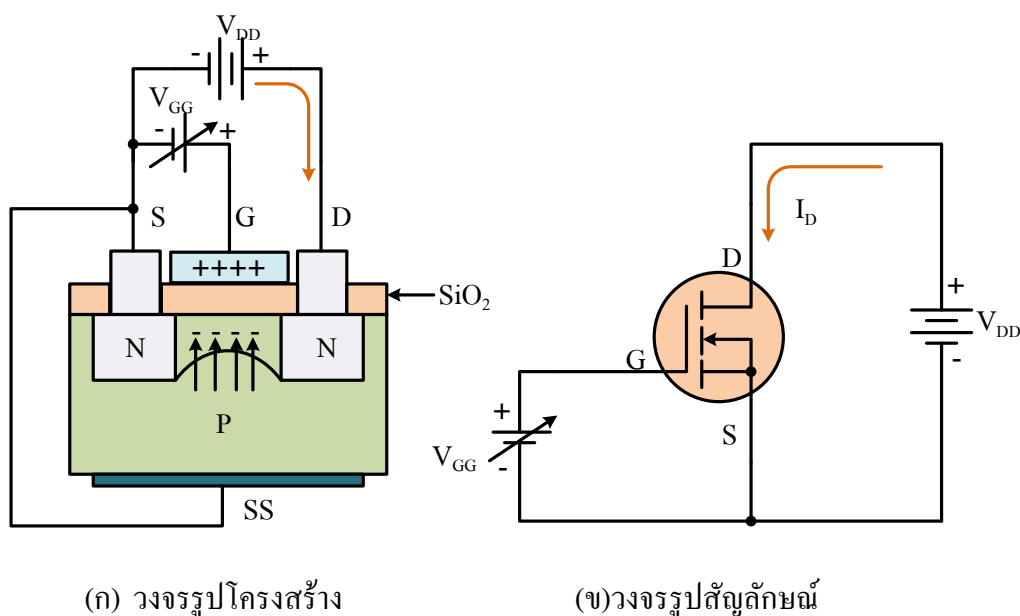
(ข) วงจรรูปสัญลักษณ์

รูปที่ 5.5 วงจรจ่ายแรงดันไบแอสเบื้องต้นให้ D – MOSFET ชนิด N – Channel
 ที่มา(พันศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์, 2553, หน้า 99)

การปรับเปลี่ยนค่าแรงดันไบแอสกลับ V_{GG} มีผลให้กระแส I_D ไหลเปลี่ยนแปลง จ่าย V_{GG} ให้มากสักลบที่ขา G มาก ผลักอิเล็กตรอนอิสระระหว่างรอยต่อส่วนขา D กับขา S เคลื่อนที่ห่างออกมาจำนวนมาก ดึงโฮลเข้าไปแทนที่มาก สภาพสารระหว่างรอยต่อส่วนขา D กับขา S เปลี่ยนไปเป็นสารชนิด P มากขึ้น ด้านการไหลของกระแส I_D ให้ไหลได้ยิ่งน้อยลง ในทางตรงข้าม ถ้าจ่ายแรงดันไบแอสกลับที่ขา D กับขา S ให้ยิ่งน้อยลง สักลบที่ขา G น้อยลง ผลักอิเล็กตรอนอิสระระหว่างรอยต่อส่วนขา D กับขา S เคลื่อนที่ห่างออกมาจำนวนน้อย ดึงโฮลเข้าไปแทนที่น้อย สภาพสารระหว่างรอยต่อส่วนขา D กับขา S เปลี่ยนไปเป็นสารชนิด P น้อยลง ด้านกระแส I_D ได้น้อยลง กระแส I_D ไหลได้มากขึ้น สามารถควบคุมการทำงานของ D – MOSFET ชนิด N – Channel ได้ เหมือนกับการทำงานของเจฟfet ชนิด N – Channel

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต	เวลา 4 ชั่วโมง	

2. การจ่ายแรงดันไบแอสให้ D – MOSFET คือ จ่ายแรงดันไบแอสตรงให้ขา S จ่ายแรงดันไบแอสกลับให้ขา D กับขา G เทียบกับขา S ลักษณะวงจรจ่ายแรงดันไบแอสเบื้องต้น แสดงดังรูปที่ 5.6



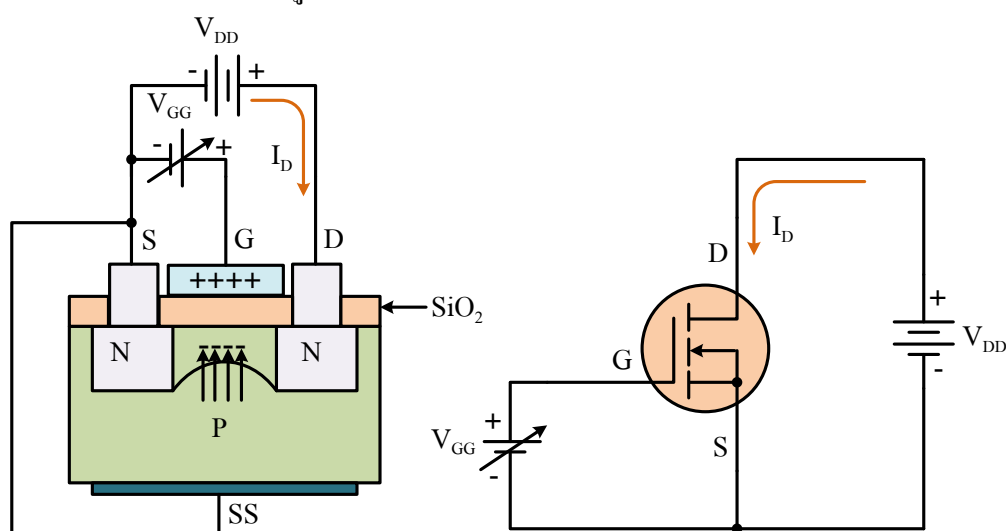
รูปที่ 5.6 วงจรจ่ายแรงดันไบแอสเบื้องต้นให้ D-MOSFET ชนิด P-Channel
ที่มา(พันศักดิ์ พุฒิมานิตพงษ์, 2553, หน้า 101)

จากรูปที่ 5.6 แสดงวงจรจ่ายแรงดันไบแอสเบื้องต้นให้ D-MOSFET ชนิด P-Channel การทำงานของวงจรเป็นดังนี้ จ่ายแรงดันไบแอส V_{DD} ให้เฉพาะขา D กับขา S ตัว D-MOSFET ทำงานมีกระแส I_D ไหลผ่านระหว่างขา S กับขา D สูงมากค่าหนึ่งคงที่ตลอดเวลา การควบคุมการทำงานของ D-MOSFET ให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ทำได้โดยจ่ายแรงดันไบแอสกลับให้ขา G เทียบกับขา S (V_{GG}) ศักย์บวกที่จ่ายให้ขา G จะไปผลักให้โฮลอยู่ระหว่างรอยต่อส่วนขา D กับ S เคลื่อนที่ห่างออกมา และดึงอิเล็กตรอนอิสระเข้าไปแทนที่ ส่งผลให้สารกึ่งตัวนำระหว่างรอยต่อขา D กับขา S เปลี่ยนแปลงเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด N ด้านการไหลของกระแส I_D ให้ไหลผ่านจากขา S ไปขา D ได้น้อยลง

	ใบความรู้ที่ 5		หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005		สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต		
เรื่อง มอสเฟต			เวลา 4 ชั่วโมง

การปรับเปลี่ยนค่าแรงดันไบแอสกลับ V_{GG} มีผลให้กระแส I_D ไหลเปลี่ยนแปลง จ่าย V_{GG} ให้มากขึ้นขั้วที่ขา G มาก ผลักโวลต์ระหว่างรอยต่อส่วนขา D กับขา S เคลื่อนที่ห่างออกมาจำนวนมาก ดึงอิเล็กตรอนอิสระเข้าไปแทนที่มาก สภาพสารระหว่างรอยต่อส่วนขา D กับขา S เปลี่ยนไปเป็นสารชนิด N มากขึ้น ด้านการไหลของกระแส I_D ให้ไหลได้ยิ่งน้อยลง ในทางตรงข้าม ถ้าจ่ายแรงดันไบแอสกลับที่ขา D กับขา S ให้ยิ่งน้อยลง ขั้วขั้วที่ขา G น้อยลง ผลักโวลต์ระหว่างรอยต่อส่วนขา D กับขา S เคลื่อนที่ห่างออกมาจำนวนน้อย ดึงอิเล็กตรอนอิสระเข้าไปแทนที่น้อย สภาพสารระหว่างรอยต่อส่วนขา D กับขา S เปลี่ยนไปเป็นสารชนิด N น้อยลง ด้านกระแส I_D ได้ น้อยลง กระแส I_D ไหลได้มากขึ้น สามารถควบคุมการทำงานของ D – MOSFET ชนิด P – Channel ได้ เหมือนกับการทำงานของเจเฟต ชนิด P – Channel

3. การจ่ายไบแอสที่ถูกต้องให้ E-MOSFET ต้องจ่ายแรงดันไบแอสดังนี้ จ่ายแรงดันไบแอสตรงให้ขา G กับขา S เทียบกัน จ่ายแรงดันไบแอสกลับให้ขา D เทียบขา S ลักษณะวงจรจ่ายแรงดันไบแอสเบื้องต้น แสดงดังรูปที่ 5.7



วงจรรูปโครงสร้าง

(ข) วงจรรูปสัญลักษณ์

รูปที่ 5.7 วงจรจ่ายแรงดันไบแอสเบื้องต้นให้ E-MOSFET ชนิด N-Channel

ที่มา (พันศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์, 2553, หน้า 101)

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต	เวลา 4 ชั่วโมง	

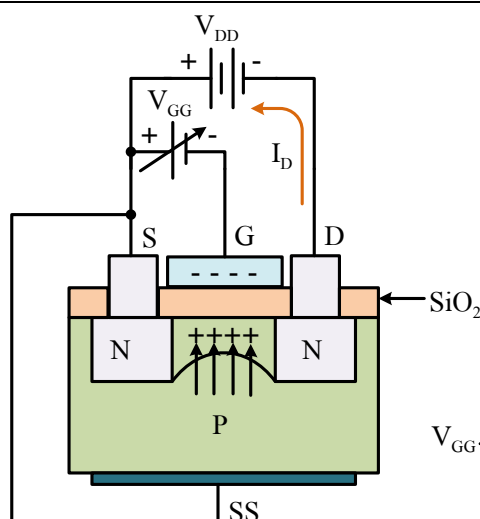
จากรูปที่ 5.7 แสดงวงจรจ่ายแรงดันไบแอสเบื้องต้นให้ E-MOSFET ชนิด N-Channel การทำงานของวงจรเป็นดังนี้ จ่ายแรงดันไบแอส V_{DD} ให้เฉพาะขา D กับขา S ตัว E-MOSFET ยังไม่ทำงานไม่มีกระแส I_D ไหล เพราะสารกึ่งตัวนำส่วนที่เป็นขา D กับขา S ไม่ต่อถึงกัน มีฐานรอง (SS) เป็นสารกึ่งตัวนำชนิดตรงข้ามกันอยู่ คือ E-MOSFET ไม่ทำงาน เมื่อจ่ายแรงดันบวก V_{GG} ให้ขา G เทียบกับขา S เป็นการจ่ายไบแอสตรงให้ขา G และขา S ศักย์บวกที่ขา D ผลักให้โฮลบริเวณสารกึ่งตัวนำที่คั่นอยู่ระหว่างสารที่ผลิตเป็นขา D และขา S เคลื่อนที่ห่างออกไป คืออิเล็กตรอนอิสระเข้าไปแทนที่ ส่งผลให้สารกึ่งตัวนำบริเวณนี้เปลี่ยนสภาพจากชนิด P เป็นชนิด N เชื่อมต่อสารที่ผลิตเป็นขา D และขา S ถึงกัน เกิดกระแส I_D ไหล

การปรับเปลี่ยนค่าแรงดันไบแอสตรง V_{GG} มีผลให้กระแส I_D ไหลเปลี่ยนแปลง ถ้าจ่าย V_{GG} น้อย ศักย์บวกที่ขา G น้อย ผลักโฮลออกไปได้น้อย คืออิเล็กตรอนอิสระเข้าไปแทนที่น้อยสารกึ่งตัวนำที่คั่นระหว่างสารที่ผลิตเป็นขา D และขา S เปลี่ยนสภาพเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด N น้อย เกิดกระแส I_D ไหลน้อย ถ้าจ่าย V_{GG} มาก ศักย์บวกที่ขา G มาก ผลักโฮลออกไปได้มากคืออิเล็กตรอนอิสระเข้าไปแทนที่มาก สารกึ่งตัวนำที่คั่นระหว่างสารที่ผลิตเป็นขา D และขา S เปลี่ยนสภาพเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด N มาก เกิดกระแส I_D ไหลมาก สามารถควบคุมการทำงานของ E-MOSFET ชนิด N-Channel ได้ เหมือนกับการทำงานของ NPN ทรานซิสเตอร์

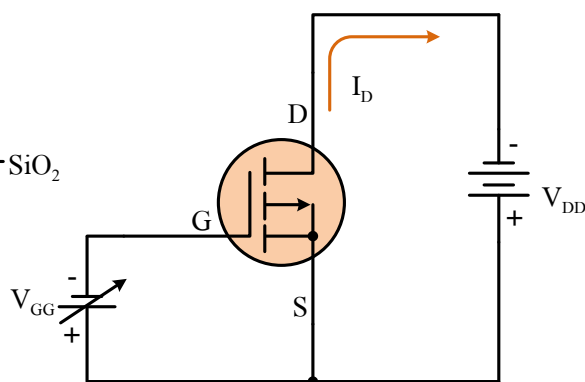
4. การจ่ายไบแอสให้ E-MOSFET ต้องจ่ายแรงดันไบแอสดังนี้ จ่ายแรงดันไบแอสตรงให้ขา G กับขา S เทียบกัน จ่ายแรงดันไบแอสกลับให้ขา D เทียบขา S ลักษณะวงจรจ่ายแรงดันไบแอสเบื้องต้น แสดงดังรูปที่ 5.8

จากรูปที่ 5.8 แสดงวงจรจ่ายแรงดันไบแอสเบื้องต้นให้ E-MOSFET ชนิด P-Channel การทำงานของวงจรเป็นดังนี้ จ่ายแรงดันไบแอส V_{DD} ให้เฉพาะขา D กับขา S ตัว E-MOSFET ยังไม่ทำงานไม่มีกระแส I_D ไหล เพราะสารกึ่งตัวนำส่วนที่เป็นขา D กับขา S ไม่ต่อถึงกัน มีฐานรอง (SS) เป็นสารกึ่งตัวนำชนิดตรงข้ามกันอยู่ คือ E-MOSFET ไม่ทำงาน เมื่อจ่ายแรงดันลบ V_{GG} ให้ขา G เทียบกับขา S เป็นการจ่ายไบแอสตรงให้ขา G และขา S ศักย์ลบที่ขา D ผลักให้อิเล็กตรอนอิสระบริเวณสารกึ่งตัวนำที่คั่นอยู่ระหว่างสารที่ผลิตเป็นขา D และขา S เคลื่อนที่ห่างออกไป คือโฮลเข้าไปแทนที่ ส่งผลให้สารกึ่งตัวนำบริเวณนี้เปลี่ยนสภาพจากชนิด N เป็นชนิด P เชื่อมต่อสารที่ผลิต

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต		เวลา 4 ชั่วโมง



(ก) วงจรรูปโครงสร้าง



(ข) วงจรรูปสัญลักษณ์

รูปที่ 5.8 วงจรจ่ายแรงดันไบแอสเบื้องต้นให้ E-MOSFET ชนิด P-Channel
ที่มา(พันศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์, 2553, หน้า 105)

เป็นขา D และขา S ถึงกัน เกิดกระแส I_D ไหล

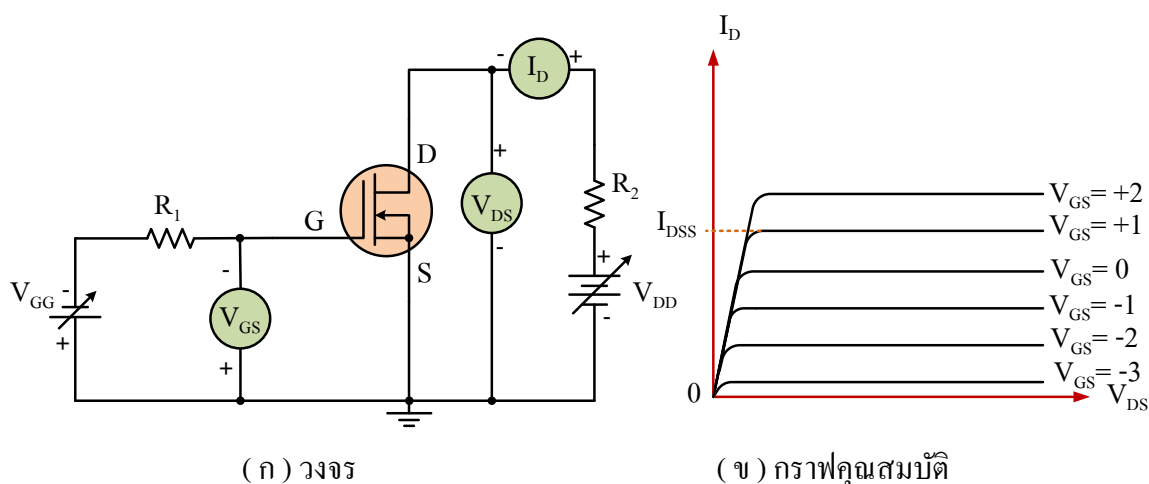
การปรับเปลี่ยนค่าแรงดันไบแอสตรง V_{GG} มีผลให้กระแส I_D ไหลเปลี่ยนแปลง ถ้าจ่าย V_{GG} น้อย ศักย์ที่ขา G น้อย ผลักอิเล็กตรอนอิสระออกไปได้น้อย ดึงโฮลเข้าไปแทนที่น้อย สารกึ่งตัวนำที่คั่นระหว่างสารที่ผลิตเป็นขา D และขา S เปลี่ยนสภาพเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด P น้อย เกิดกระแส I_D ไหลน้อย ถ้าจ่าย V_{GG} มาก ศักย์ลบที่ขา G มาก ผลักอิเล็กตรอนอิสระออกไปได้มาก ดึงโฮลเข้าไปแทนที่มาก สารกึ่งตัวนำที่คั่นระหว่างสารที่ผลิตเป็นขา D และขา S เปลี่ยนสภาพเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด P มาก เกิดกระแส I_D ไหลมาก สามารถควบคุมการทำงานของ E-MOSFET ชนิด P-Channel ได้ เหมือนกับการทำงานของ PNP ทรานซิสเตอร์

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต		เวลา 4 ชั่วโมง

5.4 คุณสมบัติของมอสเฟต

กราฟคุณสมบัติของ D-MOSFET เป็นกราฟบอกคุณสมบัติการทำงาน เมื่อจ่ายแรงดันไบอัสให้วงจร D-MOSFET ในระดับที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดกระแส I_D และแรงดันตกคร่อม V_{DS} เปลี่ยนแปลงไป เมื่อปรับเปลี่ยนแรงดันที่ตกคร่อมขา G กับขา S (V_{GS}) เป็นลำดับ

1. กราฟ D-MOSFET ชนิด N-Channel



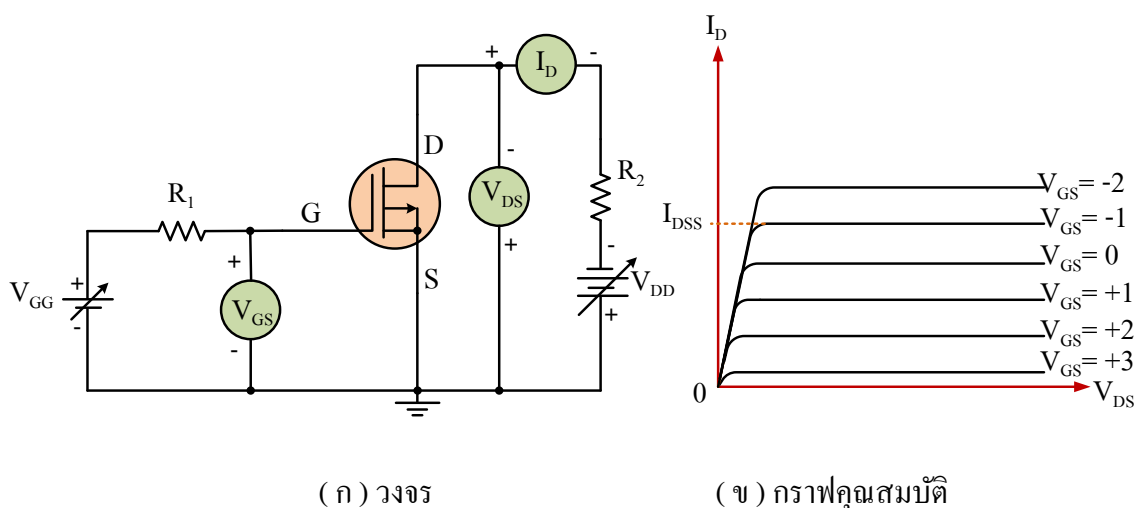
รูปที่ 5.9 การหากราฟคุณสมบัติของ D-MOSFET ชนิด N-Channel
ที่มา(พันศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์,มปป.,หน้า 144)

จากรูปที่ 5.9 แสดงหาการหากราฟคุณสมบัติของ D-MOSFET ชนิด N-Channel และกราฟคุณสมบัติ เพื่อหาค่ากระแส I_D แรงดัน V_{DS} และ V_{GS} กราฟคุณสมบัติหาได้โดยกำหนดให้แรงดัน V_{GS} มีค่าคงที่ค่าหนึ่งตลอดเวลา ทำการปรับเปลี่ยนระดับแรงดัน V_{DS} เป็นลำดับจากค่าน้อยไปค่ามาก ทำให้เกิดกระแส I_D ไหลเปลี่ยนแปลง วัดและบันทึกค่าแรงดัน V_{DS} และกระแส I_D ไว้เป็นลำดับทำการปรับเปลี่ยนแรงดัน V_{GS} ไปอีกระดับหนึ่ง และปรับเปลี่ยนระดับแรงดัน V_{DS} เป็นลำดับจากค่าน้อยไปค่ามาก ทำให้กระแส I_D ไหลเปลี่ยนแปลงไปอีกระดับหนึ่ง ทำเช่นนี้หลาย ๆ ค่าเมื่อนำมาเขียนกราฟคุณสมบัติ ได้กราฟคุณสมบัติออกมาดังรูปที่ 5.9 (ข)

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต		เวลา 4 ชั่วโมง

กระแส I_{DSS} ในกราฟคุณสมบัติ คือ ค่ากระแสอิ่มตัวที่ไหลระหว่างเดรนและซอร์สขณะ
งดจ่ายแรงดันไบอัสให้เกิด หรือเมื่อค่าแรงดัน V_{GS} เป็นศูนย์โวลต์

2. กราฟ D-MOSFET ชนิด P-Channel

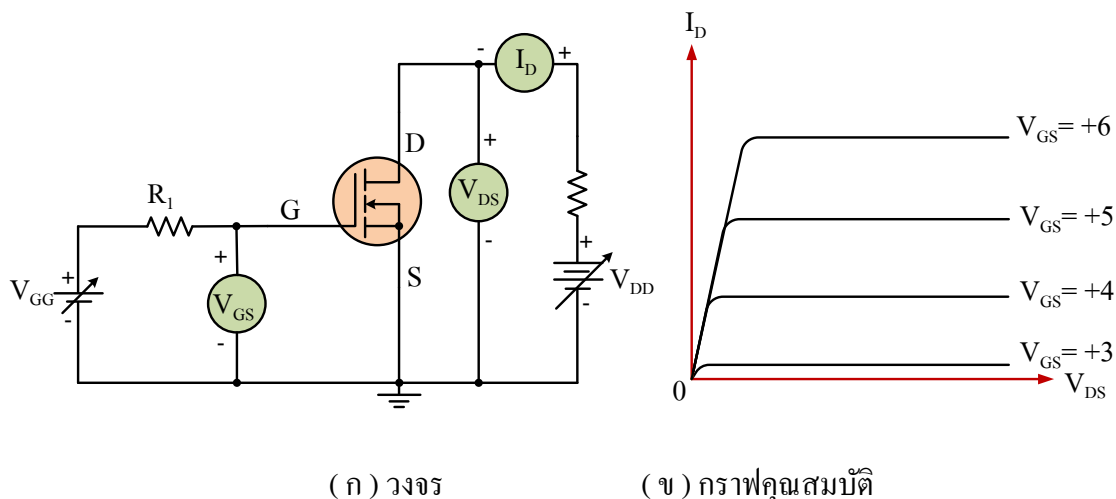


รูปที่ 5.10 การหากราฟคุณสมบัติของ D-MOSFET ชนิด P-Channel
ที่มา(พันศักดิ์ พุฒินานิตพงศ์,มปป.,หน้า 145)

จากรูปที่ 5.10 แสดงหาการหากราฟคุณสมบัติของ D-MOSFET ชนิด P-Channel และ
กราฟคุณสมบัติ เพื่อหาค่ากระแส I_D แรงดัน V_{DS} และ V_{GS} กราฟคุณสมบัติหาได้ในลักษณะเดียวกัน
กับ D-MOSFET ชนิด N-Channel แตกต่างกันที่ขั้วจ่ายแรงดันที่จ่ายให้วงจรต้องเป็นขั้วตรงข้าม คือ
จ่ายแรงดัน V_{DD} ให้ขา D เป็นลบให้ขา S เป็นบวก และจ่ายแหล่งจ่ายแรงดัน V_{GG} ให้ขา G เป็นบวก
เทียบกับขา S ทำการทดลองหาค่ากระแส I_D แรงดัน V_{DS} และ V_{GS} หาได้ในลักษณะเดียวกัน นำ
ค่าที่วัดได้มาเขียนกราฟคุณสมบัติ ได้กราฟคุณสมบัติออกมาดังรูป 5.10 (ข)

3. กราฟ E-MOSFET ชนิด N-Channel

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต	เวลา 4 ชั่วโมง	

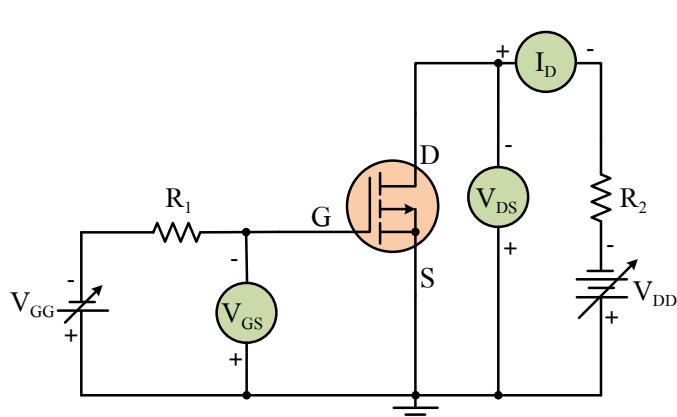


รูปที่ 5.11 การหากราฟคุณสมบัติของ E-MOSFET ชนิด N-Channel
ที่มา (พันศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์, มปป., หน้า 146)

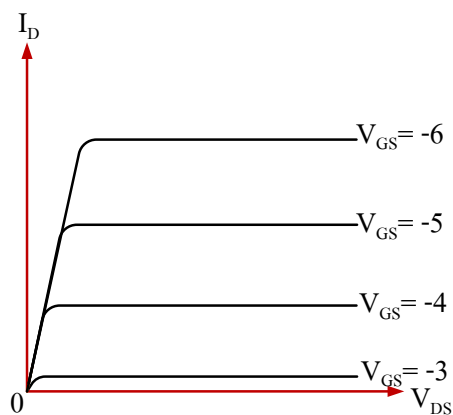
จากรูปที่ 5.11 แสดงหาการหากราฟคุณสมบัติของ E-MOSFET ชนิด N-Channel และกราฟคุณสมบัติ เพื่อหาค่ากระแส I_D แรงดัน V_{DS} และ V_{GS} กราฟคุณสมบัติหาได้โดยกำหนดให้แรงดัน V_{GS} มีค่าคงที่ค่าหนึ่งตลอดเวลา ทำการปรับเปลี่ยนระดับแรงดัน V_{DS} เป็นลำดับจากค่าน้อยไปค่ามาก ทำให้เกิดกระแส I_D ไหลเปลี่ยนแปลง มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับแรงดัน V_{DS} ทำการเปลี่ยนอพลงค่าแรงดัน V_{GS} หลาย ๆ ค่า จะได้กระแส I_D และแรงดัน V_{DS} หลายค่า นำค่าที่ได้มาเขียนกราฟคุณสมบัติ ได้กราฟคุณสมบัติออกมาดังรูปที่ 5.11(ข)

4. กราฟ E-MOSFET ชนิด P-Channel

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต		เวลา 4 ชั่วโมง



(ก) วงจร



(ข) กราฟคุณสมบัติ

รูปที่ 5.12 การหากราฟคุณสมบัติของ E-MOSFET ชนิด P-Channel
ที่มา(พันศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์,มปป.,หน้า 147)

จากรูปที่ 5.12 แสดงการหากราฟคุณสมบัติของ E-MOSFET ชนิด P-Channel และกราฟคุณสมบัติ เพื่อหาค่ากระแส I_D แรงดัน V_{DS} และ V_{GS} กราฟคุณสมบัติหาได้ในลักษณะเดียวกันกับ E-MOSFET ชนิด N-Channel แตกต่างกันที่ขั้วจ่ายแรงดันที่จ่ายให้วงจรต้องเป็นขั้วตรงข้าม คือจ่ายแรงดัน V_{DD} ให้ขา D เป็นลบให้ขา S เป็นบวก และจ่ายแหล่งจ่ายแรงดัน V_{GG} ให้ขา G เป็นลบเทียบกับขา S ทำการทดลองหาค่ากระแส I_D แรงดัน V_{DS} และ V_{GS} หาได้ในลักษณะเดียวกัน นำค่าที่วัดได้มาเขียนกราฟคุณสมบัติ ได้กราฟคุณสมบัติออกมาดังรูป 5.12 (ข)

5.5 การจัดวงจรไบแอสดีมอสเฟต

การจัดวงจรไบแอสให้มอสเฟตเป็นการจัดวงจรจ่ายแรงดันไบแอสที่ถูกต้องให้มอสเฟตเพื่อให้มอสเฟตสามารถทำงานนำกระแสได้ ลักษณะและแบบวงจรไบแอสของมอสเฟตแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดด้วยกันคือ

1. ไบแอสคงที่ (Fixed Bias)

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต		เวลา 4 ชั่วโมง

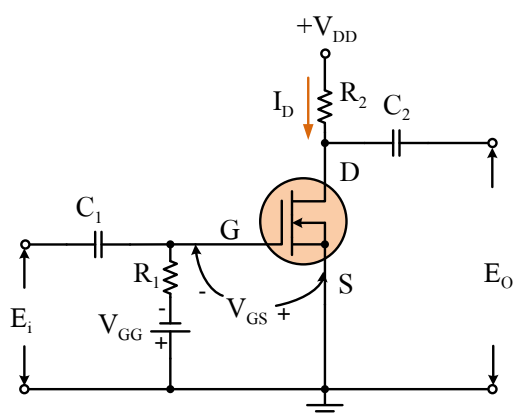
2. ไบแอสตัวเอง (Self Bias)

3. ไบแอสแบบแบ่งแรงดัน (Voltage Divider Bias)

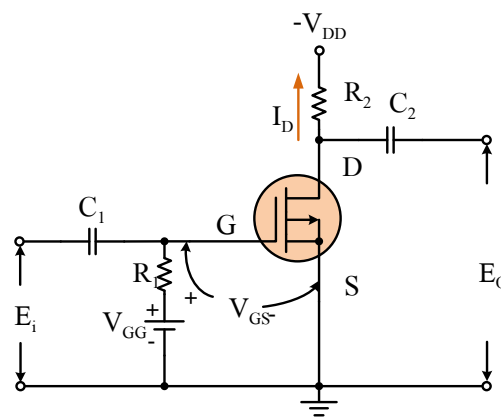
วงจรไบแอสทั้ง 3 ชนิดสามารถนำไปใช้งานได้กับมอสเฟตทั้งดีฟิชั่นมอสเฟต (D-MOSFET) และเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟต (E-MOSFET) แต่ต้องกำหนดศักย์และค่าแรงดันที่ถูกต้องเหมาะสมให้กับวงจรมอสเฟตก็สามารถทำงานตามที่ต้องการได้

5.5.1 วงจรไบแอสของดีฟิชั่นมอสเฟต

วงจรไบแอสของดีฟิชั่นมอสเฟต ทั้งชนิดเอ็นแชนแนลและชนิดพีแชนแนล ต้องจัดแรงดันไบแอสให้ถูกต้อง คือจ่ายไบแอสตรงให้ขาซอร์ส จ่ายไบแอสกลับให้ขาเดรนและขาเกต เทียบกับขาซอร์สเสมอ ดีฟิชั่นมอสเฟตจึงสามารถทำงานได้ การจัดวงจรวงจรไบแอสของดีฟิชั่นมอสเฟต แสดงดังรูปที่ 5.13



(ก) ชนิด N - Channel



(ข) ชนิด P - Channel

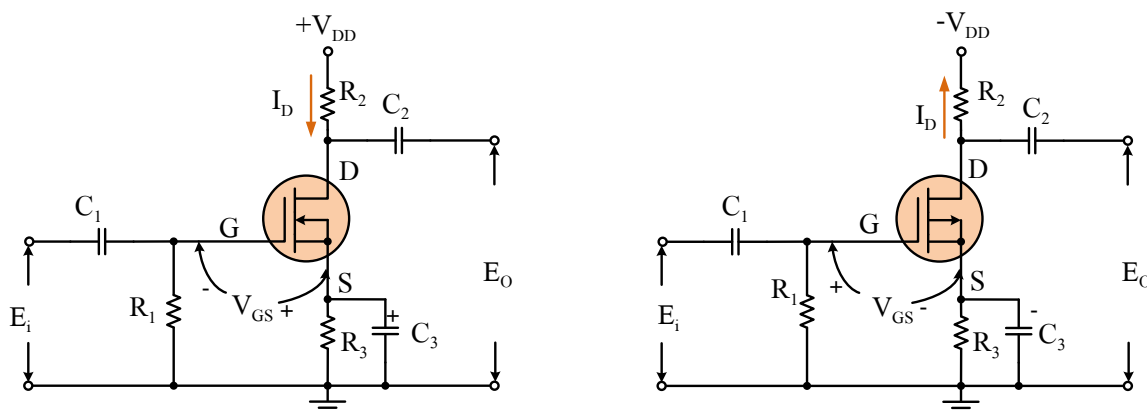
รูปที่ 5.13 วงจรไบแอสของแบบเบื่องต้นของดีฟิชั่นมอสเฟต (D-MOSFET)
ที่มา(พันศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์, 2553, หน้า 123)

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต	เวลา 4 ชั่วโมง	

จากรูปที่ 5.13 เป็นวงจรไบแอสคงที่แบบเบี่ยงดันของดีฟลิชันมอสเฟตทั้งชนิดเอ็นแชนแนลและชนิดพีแชนแนล การจัดวงจรไบแอสมีแรงดัน V_{GG} ค่าคงที่จ่ายเป็นไบแอสกลับให้ขาเกต โดยผ่านตัวต้านทาน R_1 จำกัดค่าแรงดันตกคร่อมให้ขาเกตเกิดแรงดัน V_{GS} เป็นแรงดันไบแอสให้ขาเกตกับขาซอร์สควบคุมให้ดีฟลิชันมอสเฟตทำงาน มีกระแส I_D ไหลคงที่ค่าหนึ่งตลอดเวลา ถ้ามีสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับป้อนเข้ามาที่อินพุตของขาเกต (E_i) จะทำให้ระดับแรงดัน V_{GS} เปลี่ยนแปลง เพิ่มขึ้นหรือลดลง เป็นผลต่อกระแส I_D ที่ไหลในวงจรเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามไปด้วย เกิดศักย์ไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน R_2 เป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับส่งออกเอาต์พุต (E_o)

5.5.2 วงจรไบแอสตัวเองของดีฟลิชันมอสเฟต

วงจรไบแอสตัวเองของดีฟลิชันมอสเฟตทั้งชนิดเอ็นแชนแนลและชนิดพีแชนแนล ต้องจัดแรงดันไบแอสให้ถูกต้องคือจ่ายไบแอสตรงให้ขาซอร์ส จ่ายไบแอสกลับให้ขาเดรนและขาเกตเทียบกับขาซอร์สเสมอ ดีฟลิชันมอสเฟตจึงสามารถทำงานได้ การจัดวงจรวงจรไบแอสตัวเองของดีฟลิชันมอสเฟต แสดงดังรูปที่ 5.14



(ก) ชนิด N - Channel

(ข) ชนิด P - Channel

รูปที่ 5.14 วงจรไบแอสตัวเองเบี่ยงดันของดีฟลิชันมอสเฟต

ที่มา(พันศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์, 2553, หน้า)

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต	เวลา 4 ชั่วโมง	

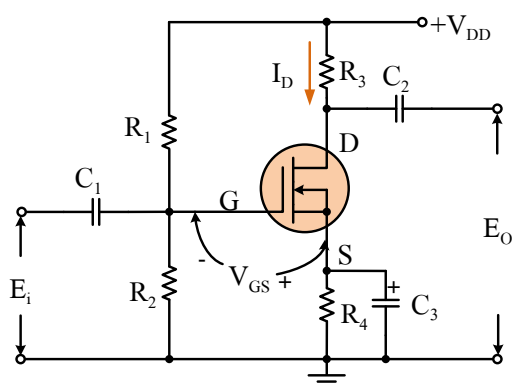
จากรูปที่ 5.14 แสดงวงจรไบแอสตัวเองเบื้องต้นของดีฟลิชันมอสเฟตทั้งชนิดเอ็นแชนแนลและชนิดพีแชนแนล จากวงจรใช้แหล่งจ่ายแรงดัน V_{DD} เพียงชุดเดียว มีตัวต้านทาน R_1 ต่อระหว่างขาเกตกับกราวด์ ทำหน้าที่กำหนดค่าแรงดันให้ขาเกตมีค่าพอเหมาะ ส่วนตัวต้านทาน R_3 ที่ต่อระหว่างขาซอร์สกับกราวด์ทำหน้าที่กำหนดแรงดันให้ขาซอร์ส เมื่อเทียบศักย์ไฟฟ้าระหว่างขาเกตกับขาซอร์สจะได้แรงดัน V_{GS} จ่ายเป็นไบแอสกลับให้ขาเกตเทียบกับขาซอร์ส ถ้าเป็นดีฟลิชันมอสเฟตชนิดเอ็นแชนแนล แรงดัน V_{GS} ที่ขาเกตมีศักย์เป็นลบ ที่ขาซอร์สมีศักย์เป็นบวก ถ้าเป็นดีฟลิชันมอสเฟตชนิดพีแชนแนล แรงดัน V_{GS} ที่ขาเกตมีศักย์เป็นบวก ที่ขาซอร์สมีศักย์เป็นลบ เป็นแรงดันคงที่ค่าหนึ่งตลอดเวลา เกิดกระแส I_D ไหลผ่านขาเดรนกับขาซอร์สคงที่ตลอดเวลาเช่นกัน

เมื่อมีสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับป้อนเข้ามาทางอินพุต (E_i) ทำให้ระดับแรงดัน V_{GS} เปลี่ยนแปลงควบคุมให้กระแส I_D ไหลเปลี่ยนแปลง มีแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน R_2 เปลี่ยนแปลงได้สัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับส่งออกเอาต์พุต () ในขณะที่กระแส I_D ไหลผ่านวงจรเกิดการเปลี่ยนแปลงแรงดันที่ตกคร่อม R_3 ตามไปด้วย ดังนั้นจึงต้องใส่ตัวเก็บประจุ C_3 เพื่อกำจัดสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับที่ไม่ต้องการทิ้ง เหลือเฉพาะแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงตกคร่อมตัวต้านทาน R_3 ทำให้อัตราการขยายสัญญาณของวงจรเพิ่มขึ้นเกิดความคงที่ในการขยายสัญญาณ

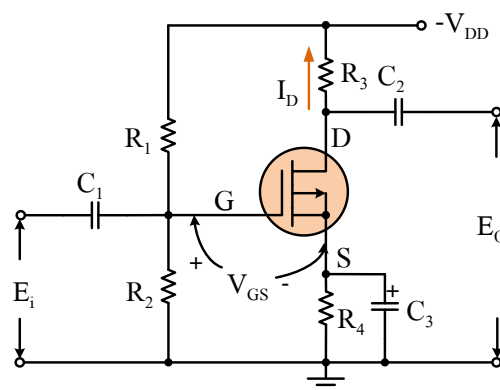
5.5.3 วงจรไบแอสแบบแบ่งแรงดันของดีฟลิชันมอสเฟต

วงจรไบแอสแบบแบ่งแรงดันของดีฟลิชันมอสเฟตทั้งชนิดเอ็นแชนแนลและชนิดพีแชนแนล มีลักษณะการจัดแรงดันไบแอสให้ขาต่างๆเหมือนวงจรไบแอสช่วยของดีฟลิชันมอสเฟต การจัดวงจรมีส่วนที่แตกต่างคือ มีตัวต้านทาน R_1, R_2 ถูกจัดเป็นวงจรแบ่งแรงดัน ช่วยให้อัตราการขยายสัญญาณเพิ่มขึ้น และเพิ่มอัตราการขยายสัญญาณในวงจรมากขึ้น วงจรไบแอสแบบแบ่งแรงดันของดีฟลิชันมอสเฟต แสดงดังรูปที่ 5.15

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต	เวลา 4 ชั่วโมง	



(ก) ชนิด N - Channel



(ข) ชนิด P - Channel

รูปที่ 5.15 วงจรไบแอสแบบแบ่งแรงดันเบื้องต้นของดีฟิชั่นมอสเฟต
ที่มา(พันศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์, 2553, หน้า)

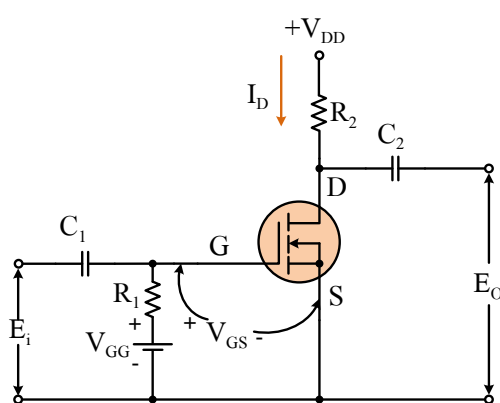
จากรูปที่ 5.15 แสดงวงจรไบแอสแบบแบ่งแรงดันเบื้องต้นของดีฟิชั่นมอสเฟต ทั้งชนิดเอ็นแชนแนลและชนิดพีแชนแนล มีตัวต้านทาน R_1 และ R_2 ต่อเป็นวงจรแบ่งแรงดัน ตัวต้านทาน R_1 ทำหน้าที่จ่ายแรงดันไบแอสกลับให้ขาเกต ส่วนตัวต้านทาน R_2 ทำหน้าที่จำกัดกระแสที่ไหลผ่านวงจร ทำให้เกิดศักย์ไฟฟ้าตกคร่อมขาเกตเทียบกับกราวด์ (V_G) ชนิดเอ็นแชนแนล V_G เป็นบวก ชนิดพีแชนแนล V_G เป็นลบ ดีฟิชั่นมอสเฟตทำงานมีกระแส I_D ไหลผ่านตัวต้านทาน R_4 เกิดศักย์ตกคร่อมตัวต้านทาน R_4 เทียบกับกราวด์ (V_S) ถ้าเป็นชนิดเอ็นแชนแนล V_S เป็นบวกมีศักย์สูงกว่าศักย์บวกที่ V_G เกิดเป็นศักย์ V_{GS} ที่ขาเกตเป็นลบที่ขาซอร์สเป็นบวก ส่วนชนิดพีแชนแนล V_S เป็นลบมีศักย์สูงกว่าศักย์ลบที่ V_G เกิดเป็นศักย์ V_{GS} ที่ขาเกตเป็นบวกที่ขาซอร์สเป็นลบ แรงดัน V_{GS} ที่ได้มีลักษณะเป็นไบแอสกลับป้อนให้ขาเกตของดีฟิชั่นมอสเฟต ตัวต้านทาน R_3 เป็นภาระรับสัญญาณตกคร่อมส่งออกเอาต์พุต (E_0) ตัวเก็บประจุ C_3 ทำหน้าที่ควบคุมแรงดันที่ขาซอร์ส (V_S) ให้คงที่เพื่อควบคุมอัตราขยายสัญญาณของวงจรให้การทำงานมีความคงที่ตลอดเวลา

5.6 การจัดวงจรไบแอสอิมอสเฟต

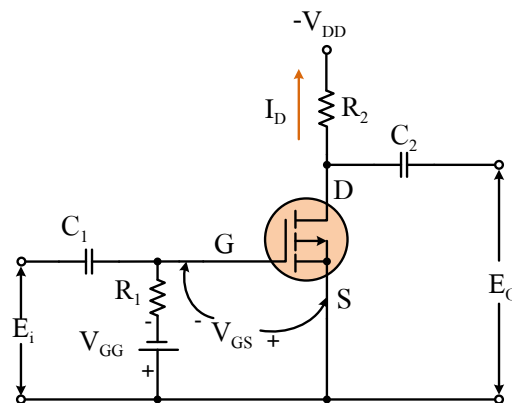
5.6.1 วงจรไบแอสคงที่ของเอนฮานซ์มอสเฟต

	ใบความรู้ที่ 5		หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005		สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต		
เรื่อง มอสเฟต			เวลา 4 ชั่วโมง

วงจรไบแอสคงที่ของเอนฮานซ์มอสเฟตทั้งชนิดเอ็นแชนแนลและชนิดพีแชนแนล ต้องจัดแรงดันไบแอสให้ถูกต้อง คือจ่ายไบแอสตรงให้ขาซอร์ส จ่ายไบแอสกลับให้ขาเดรนและขาเกตเทียบกับขาซอร์สเสมอ เอนฮานซ์มอสเฟตจึงสามารถทำงานได้ การจัดวงจรวงจรไบแอสคงที่ของเอนฮานซ์มอสเฟต แสดงดังรูปที่ 5.16



(ก) ชนิด N - Channel



(ข) ชนิด P - Channel

รูปที่ 5.16 วงจรไบแอสคงที่แบบเบื่องต้นของเอนฮานซ์มอสเฟต(E-MOSFET)

ที่มา(พันศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์, 2553 , หน้า 124)

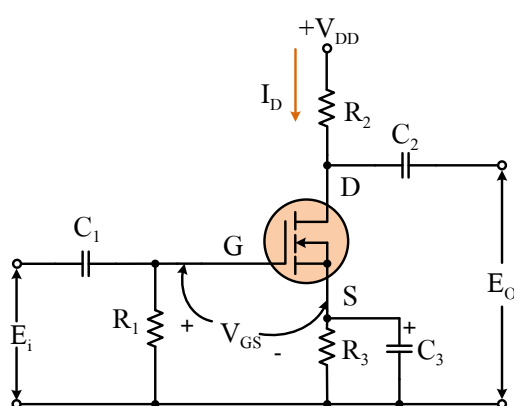
รูปที่ 5.16 เป็นวงจรไบแอสคงที่แบบเบื่องต้นของเอนฮานซ์มอสเฟต(E-MOSFET) ทั้งชนิดเอ็นแชนแนลและชนิดพีแชนแนล การจัดไบแอสให้มีแหล่งจ่าย V_{GG} จ่ายแรงดันคงที่เป็นไบแอสตรงให้ขาเกตโดยผ่านตัวต้านทาน R_1 เป็นตัวจำกัดค่าแรงดันให้ขาเกตเกิดแรงดัน V_{GS} เป็นแรงดันไบแอสให้ขาเกตกับขาซอร์สควบคุมให้เอนฮานซ์มอสเฟตทำงาน มีกระแส I_D ไหลคงที่ค่าหนึ่งตลอดเวลา ถ้ามีสัญญาณไฟกระแสสลับป้อนเข้ามาทางอินพุต(E_i) สัญญาณไฟกระแสสลับนี้จะทำให้ระดับแรงดัน V_{GS} เปลี่ยนแปลง เพิ่มขึ้นหรือลดลง เป็นผลต่อกระแส I_D ที่ไหลในวงจรเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามไปด้วย เกิดศักย์ไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน R_2 เป็นสัญญาณไฟกระแสสลับส่งออกเอาต์พุต (E_o)

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต	เวลา 4 ชั่วโมง	

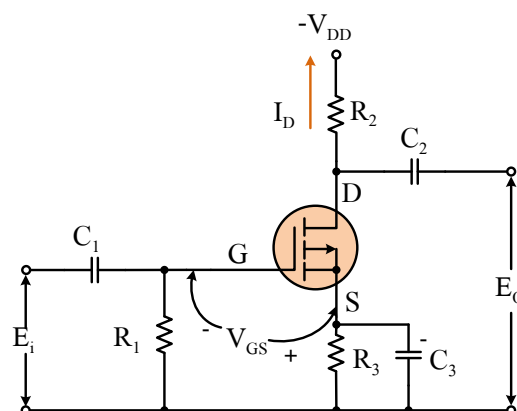
แรงดัน V_{GS} ที่ตกคร่อมขาเกตและขาซอร์สมีผลต่อการทำงานของเอนฮานซ์มอสเฟตโดยตรง เพราะเอนฮานซ์มอสเฟต จะจ่ายแรงดันไบแอสให้เฉพาะขาเดรนและขาซอร์ส โดยไม่จ่ายแรงดันไบแอสให้ขาเกตเอนฮานซ์มอสเฟตจะไม่นำกระแส แรงดัน V_{GS} จึงทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดการนำกระแสของเอนฮานซ์มอสเฟต

5.6.2 วงจรไบแอสตัวเองของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟต

วงจรไบแอสตัวเองของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตทั้งชนิดเอ็นแชนแนลและชนิดพีแชนแนล ต้องจัดแรงดันไบแอสให้กับขาต่างๆ เหมือนกับการจัดวงจรไบแอสคงที่ของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟต ทุกประการแตกต่างกันเพียงใช้อุปกรณ์ประกอบรวมนในวงจรและการจัดวงจรที่เปลี่ยนแปลงไป วงจรไบแอสตัวเองของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตแสดงดังรูปที่ 5.17



(ก) ชนิด N - Channel



(ข) ชนิด P - Channel

รูปที่ 5.17 วงจรไบแอสตัวเองเบื้องต้นของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟต
ที่มา(พันศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์, 2553, หน้า 126)

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต	เวลา 4 ชั่วโมง	

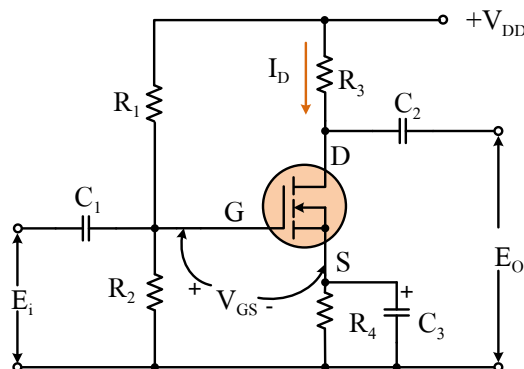
จากรูปที่ 5.17 แสดงวงจรไบแอสตัวเองของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตทั้งชนิดเอ็นแชนแนลและชนิดพีแชนแนล มีตัวต้านทาน R_1 ต่อระหว่างขาเกตกับขาเดรน เพื่อกำหนดแรงดันไบแอสตรงจ่ายให้ขาเกต (V_G) ชนิดเอ็นแชนแนล V_G เป็นบวก และชนิดพีแชนแนล V_G เป็นลบ เอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตทำงานนำกระแส มีกระแส I_D ไหลผ่านขาซอร์สและตัวต้านทาน R_3 เกิดศักย์ไฟฟ้าตกคร่อม R_3 คือแรงดัน V_S ออกมาเกิดการเปรียบเทียบศักย์ไฟฟ้ากันระหว่างแรงดัน V_G และ V_S ได้แรงดัน V_{GS} ออกมาเป็นแรงดันไบแอสตรงให้ขาเกตเทียบกับขาซอร์ส แรงดัน V_{GS} ของเอ็นแชนแนลที่ขาเกตเป็นบวกที่ขาซอร์สเป็นลบ และแรงดัน V_{GS} ของพีแชนแนล ที่ขาเกตเป็นลบที่ขาซอร์สเป็นบวก ควบคุมให้กระแส I_D ไหลในวงจรคงที่ตลอดเวลา

เมื่อมีสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับป้อนเข้ามาทางอินพุต (E_i) ทำให้ระดับแรงดัน V_{GS} เปลี่ยนแปลงควบคุมให้กระแส I_D ไหลเปลี่ยนแปลง เกิดศักย์ตกคร่อมตัวต้านทาน R_2 ตัวต้านทาน R_2 เป็นภาระรับสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับส่งออกเอาต์พุต (E_o) ขณะที่กระแส I_D ไหลผ่านวงจรเกิดการเปลี่ยนแปลง จะทำให้ศักย์ไฟฟ้าที่ตกคร่อมขาเดรนกับกราวด์ (V_D) และศักย์ที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_3 (V_S) เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ส่งผลให้แรงดัน V_{GS} เปลี่ยนแปลง จึงใส่ตัวเก็บประจุ C_3 เพื่อกำจัดสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับที่ขาซอร์สถึงลงกราวด์ เหลือเฉพาะแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงตกคร่อมตัวต้านทาน R_3 มีค่าคงที่ ช่วยทำให้อัตราการขยายสัญญาณของวงจรเพิ่มขึ้น เกิดความคงที่ในการขยายสัญญาณ

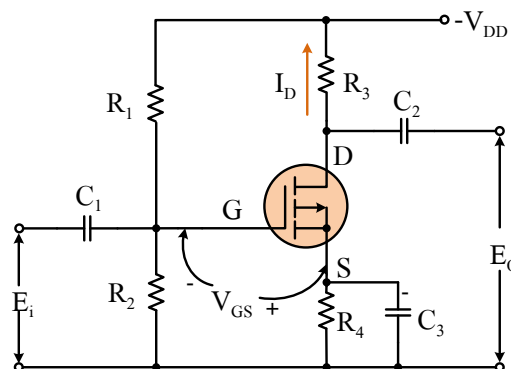
5.6.3 วงจรไบแอสแบบแบ่งแรงดันของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟต

วงจรไบแอสแบบแบ่งแรงดันของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟต ทั้งชนิดเอ็นแชนแนลและชนิดพีแชนแนล มีการจ่ายแรงดันไบแอสเหมือนวงจรไบแอสตัวเองของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟต แต่มีความแตกต่างในส่วนของการจัดวงจรของอุปกรณ์ร่วม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานของวงจรสูงขึ้น การจัดวงจรไบแอสแบบแบ่งแรงดันของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟต แสดงดังรูปที่ 5.18

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต		เวลา 4 ชั่วโมง



(ก) ชนิด N - Channel



(ข) ชนิด P - Channel

รูปที่ 5.18 วงจรไบแอสแบบแบ่งแรงดันเบี่ยงดันของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟต
ที่มา(พันศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์, 2553, หน้า 129)

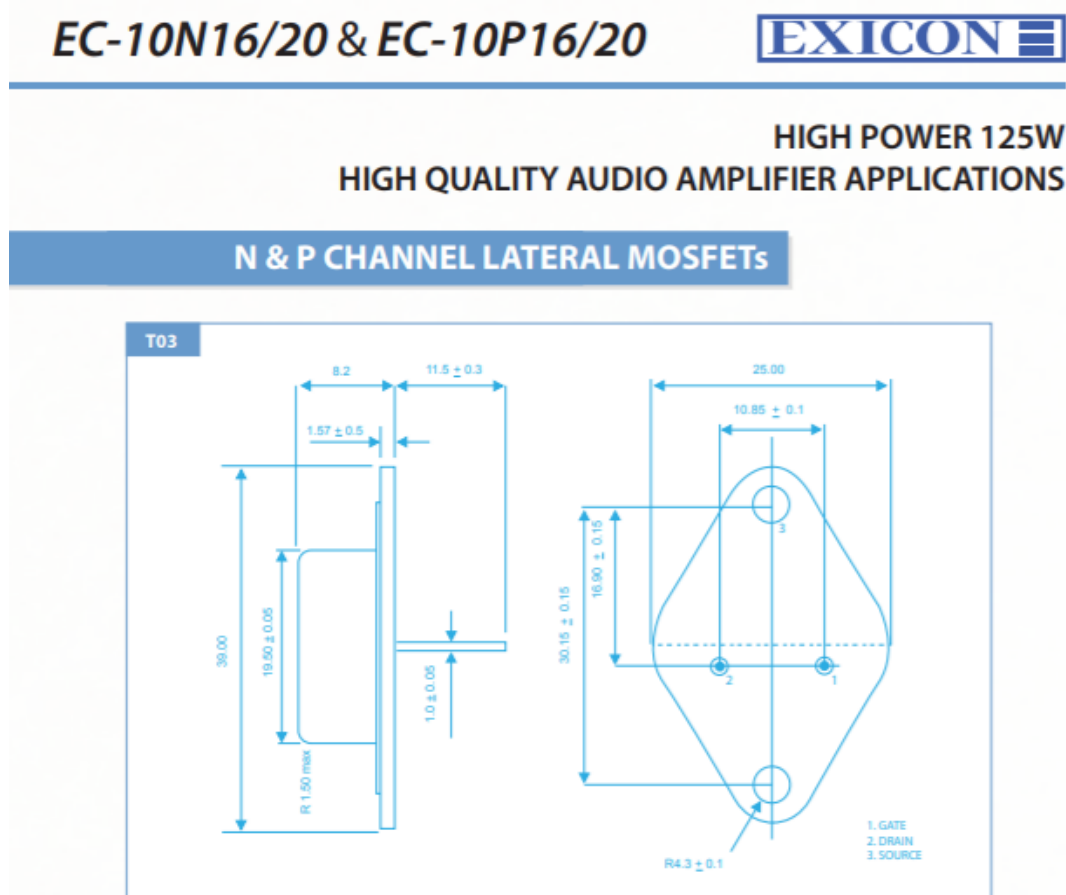
จากรูปที่ 5.18 แสดงวงจรไบแอสแบบแบ่งแรงดันเบี่ยงดันของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟต ทั้งชนิดเอ็นแชนแนลและชนิดพีแชนแนล มีตัวต้านทาน R_1 และ R_2 ต่อเป็นวงจรแบ่งแรงดัน ตัวต้านทาน R_1 ทำหน้าที่จ่ายแรงดันไบแอสตรงให้ขาเกต ส่วนตัวต้านทาน R_2 ทำหน้าที่จำกัดกระแสที่ไหลผ่านวงจร ทำให้เกิดศักย์ไฟฟ้าตกคร่อมขาเกตเทียบกับกราวด์ (V_G) ชนิดเอ็นแชนแนล V_G เป็นบวก ชนิดพีแชนแนล V_G เป็นลบ เอนฮานซ์เมนต์มอสเฟต เมื่อนำกระแสจะมีกระแส I_D ไหลผ่าน R_4 เกิดศักย์ไฟฟ้าตกคร่อม R_4 เทียบกับกราวด์ (V_S) ถ้าเป็นชนิดเอ็นแชนแนล V_S เป็นบวก มีศักย์บวกต่ำกว่าศักย์บวกที่ V_G เกิดการเปรียบเทียบกับศักย์ไฟฟ้าออกมาเป็นแรงดัน V_{GS} ที่ขาเกตเป็นบวกที่ขาซอร์สเป็นลบ ส่วนชนิดพีแชนแนล V_S เป็นลบ มีศักย์ลบต่ำกว่าศักย์ลบที่ V_G เกิดการเปรียบเทียบกับศักย์ไฟฟ้าออกมาเป็นแรงดัน V_{GS} ที่ขาเกตเป็นลบที่ขาซอร์สเป็นบวก ได้แรงดัน V_{GS} เป็นไบแอสตรงป้อนให้ขาเกตของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟต ตัวต้านทาน R_3 เป็นการรับสัญญาณตกคร่อมเป็นสัญญาณส่งออกเอาต์พุต (E_O) ตัวเก็บประจุ C_3 ทำหน้าที่ควบคุมแรงดันที่ขาซอร์ส (V_S) ให้คงที่เพื่อควบคุมอัตราขยายสัญญาณของวงจรให้การทำงานมีความคงที่ตลอดเวลา

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต		เวลา 4 ชั่วโมง

5.7 การอ่านคู่มือมอสเฟตและการแปลความหมาย

เนื่องจากมอสเฟตมีมากมายหลายเบอร์ในที่นี้ขอยกตัวอย่างเบอร์ EC-10 N16/20 & EC-10 P16/20 ซึ่งมีรายละเอียดเบื้องต้นดังนี้

ข้อมูลทั่วไปของมอสเฟต คือ EC-10 N16/20 เป็นมอสเฟตชนิด N-Channel และ EC-10 N16/20 เป็นมอสเฟตชนิด N-Channel ที่นำไปใช้ในวงจรขยายเสียง มีตัวถังแบบ TO - 3



รูปที่ 5.19 ตัวถังและตำแหน่งขา

ที่มา(<http://www.profusion.hk/images/data-sheets/ecf10n20.pdf>)

	ใบความรู้ที่ 5		หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005		สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต		
เรื่อง มอสเฟต			เวลา 4 ชั่วโมง

ตารางที่ 5.1 พิกัดสูงสุดของมอสเฟต เบอร์ EC-10 N16/20

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_C = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise stated)		(EC-10)16	(EC-10)20
V_{DSX}	Drain – Source Voltage	160V	200V
V_{GSS}	Gate – Source Voltage	$\pm 14\text{V}$	
I_D	Continuous Drain Current	8A	
$I_{D(PK)}$	Body Drain Diode	8A	
P_D	Total Power Dissipation @ ($T_{\text{case}} = 25^\circ\text{C}$)	125W	
T_{stg}	Storage Temperature Range	-55 to 150°C	
T_j	Maximum Operating Junction Temperature	150°C	
$R\theta_{JC}$	Thermal Resistance Junction - case	1.0°C/W	

ที่มา(<http://www.profusion.hk/images/data-sheets/ecf10n20.pdf>)

จากตารางที่ 5.1 พบว่า

1. ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ เดรน – ซอร์สสูงสุด (V_{DS})เท่ากับ 160 V
2. ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่เกต - ซอร์สสูงสุด (V_{GS})เท่ากับ ± 14 V
3. กระแสเดรนไหลต่อเนื่องสูงสุด(I_D)เท่ากับ 8 A
4. กำลังสูญเสียรวมสูงสุดที่อุณหภูมิห้อง 25° (P_D) เท่ากับ 125W
5. อุณหภูมิที่รอยต่อขณะใช้งาน อยู่ในช่วง -55 ถึง $+150$ องศาเซลเซียส

ตารางที่ 5.2 ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของมอสเฟต เบอร์ EC-10 N16/20

STATIC CHARACTERISTICS		($T_C = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise stated)			
Characteristic	Test Conditions	MIN	TYP	MAX	UNIT
BV_{DSX}	Drain – Source Breakdown Voltage $V_{GS} = -10\text{V}$ $I_D = 10\text{mA}$	(EC-10)16	160		V
		(EC-10)20	200		V
BV_{GSS}	Gate – Source Breakdown Voltage $V_{DS} = 0$	$I_G = \pm 100\mu\text{A}$	± 14		V
$V_{GS(OFF)}$	Gate - Source Cut-Off Voltage $V_{DS} = 10\text{V}$	$I_D = 100\text{mA}$	0.15	1.5	V
$V_{DS(SAT)^*}$	Drain - Source Saturation Voltage $V_{GD} = 0$	$I_D = 8\text{A}$		12	V
I_{DSX}	Drain - Source Cut - Off Current $V_{GS} = -10\text{V}$	$V_{DS} = 160\text{V}$ (EC-10)16		10	mA
		$V_{DS} = 200\text{V}$ (EC-10)20		10	
Y_{fs}^*	Forward Transfer Admittance $V_{DS} = 10\text{V}$	$I_D = 3\text{A}$	0.7	2	S

ที่มา(<http://www.profusion.hk/images/data-sheets/ecf10n20.pdf>)

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต		เวลา 4 ชั่วโมง

จากตารางที่ 5.2 พบว่า

1. ค่าพิกต์แรงดันเบรกดาวน์ที่ เดรน - ซอร์ส (BV_{DS}) ต่ำสุด 160 V
2. ค่าพิกต์แรงดันเบรกดาวน์ที่ เกต - ซอร์ส (BV_{GS}) ต่ำสุด 200 V
3. ค่าพิกต์แรงดันเกต - ซอร์สคัตออฟ ($V_{GS(OFF)}$) ผู้ผลิตจะบอกมา 2 ค่ามาให้ คือ

ค่าต่ำสุดคือ 0.15 V และค่าสูงสุดคือ 1.5V

4. ค่าพิกต์แรงดันเดรน – ซอร์ส ($V_{DS(SAT)}$) ในสภาวะอิ่มตัวสูงสุด 12V
5. ค่าพิกต์กระแสเดรน – ซอร์สคัตออฟ (I_{DS}) สูงสุด 10 mA
6. ค่าอัตราขยายความนำพอร์วิด (Forward Transfer Admittance) ใช้อักษรย่อ Y_{fs} ณ

จุดทดสอบป้อนแรงดัน V_{DS} เท่ากับ 10 V กระแส I_D เท่ากับ 3A จะได้ค่าอัตราขยายความนำพอร์วิด ต่ำสุด 0.7 ซีเมนส์(S) และค่าสูงสุด 2 ซีเมนส์(S)

ตารางที่ 5.3 ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของมอสเฟต เบอร์ EC-10 N16/20

DYNAMIC CHARACTERISTICS ($T_C = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise stated)				
Characteristic	Test Conditions	N-Channel	P-Channel	UNIT
C_{iss} Input Capacitance	$V_{DS} = 10\text{V}$ $f = 1\text{MHz}$	500	700	pF
C_{oss} Output Capacitance		300	300	
C_{rss} Reverse Transfer Capacitance		10	25	
t_{on} Turn-on Time	$V_{DS} = 20\text{V}$ $I_D = 7\text{A}$	100	120	ns
t_{off} Turn-off Time		50	60	

ที่มา(<http://www.profusion.hk/images/data-sheets/ecf10n20.pdf>)

จากตารางที่ 5.3 พบว่า

ค่าความจุ(C_{iss}) ทางด้านอินพุตที่เกิดขึ้นเมื่อต่อวงจร ถ้าเป็นชนิด N-Channel คือ 500 pF และถ้าเป็นชนิด P-Channel คือ 700 pF

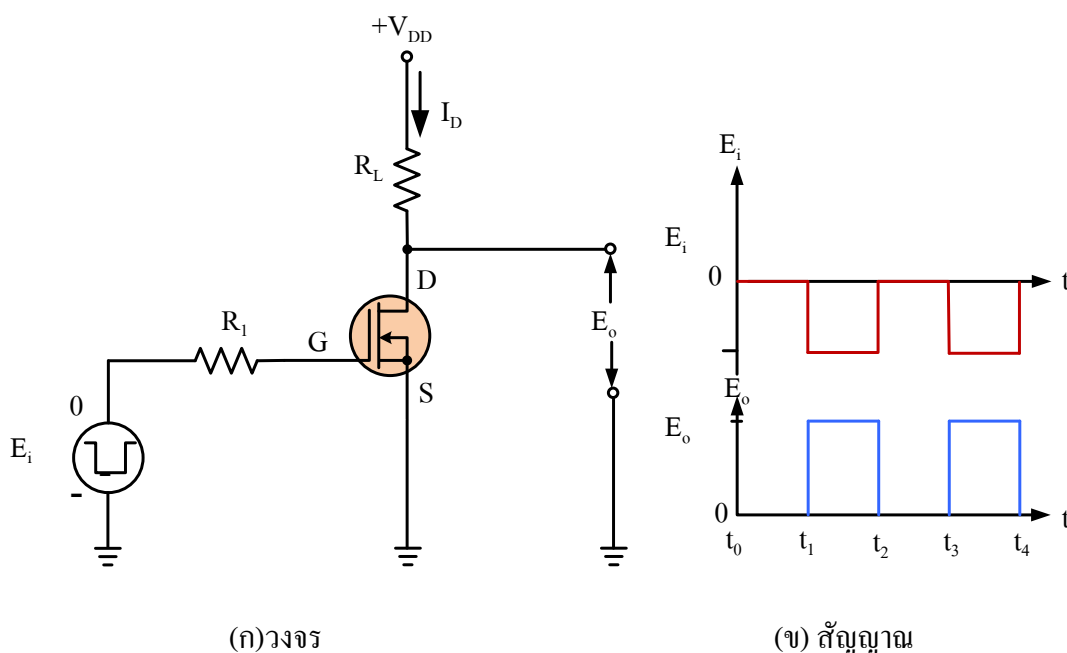
ค่าความจุ(C_{oss}) ทางด้านเอาต์พุตที่เกิดขึ้นเมื่อต่อวงจร ทั้งชนิด N-Channel ชนิด P-Channel คือ 300 pF

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต		เวลา 4 ชั่วโมง

5.8 การนำมอสเฟตไปประยุกต์ใช้งาน

5.8.1 วงจรสวิตช์มอสเฟต

สวิตช์มอสเฟต(MOSFET Switch) เป็นสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งใช้ MOSFET เป็นอุปกรณ์หลักในการทำงาน การจัดวงจรแสดงดังรูปที่ 5.20



รูปที่ 5.20 วงจรสวิตช์มอสเฟต(MOSFET Switch)

ที่มา(พันศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์, 2548, หน้า 83)

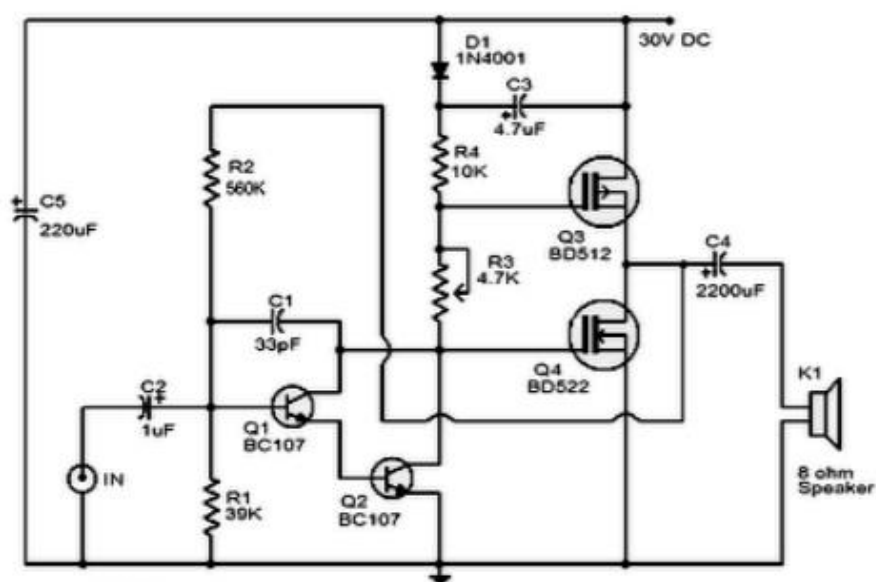
จากรูปที่ 5.20 แสดงวงจรสวิตช์ D - MOSFET ชนิด N - Channel และสัญญาณที่วัดได้การทำงานของวงจร คือ ในช่วงเวลา $t_0 - t_1$ ไม่มีสัญญาณพัลส์ใดๆป้อนเข้ามาที่อินพุต E_i ขา G ไม่มีไบแอสจ่ายให้ ทำให้ D - MOSFET ชนิด N - Channel นำกระแส มีกระแส I_D ไหลผ่านค่าสูงสุด D - MOSFET ทำงานถึงจุดอิ่มตัวเป็นสวิตช์ต่อวงจร (ON)

ในช่วงเวลา $t_1 - t_2$ มีสัญญาณพัลส์ลบป้อนเข้ามาที่อินพุต E_i ทำให้ได้รับไบแอสกลับที่รอยต่อขา G กับขา S (V_{GS}) เกิดการเหนี่ยวนำสนามไฟฟ้าระหว่างรอยต่อขา D และขา S ให้มี

	ใบความรู้ที่ 5		หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005		สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต		
เรื่อง มอสเฟต			เวลา 4 ชั่วโมง

คุณสมบัติเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดตรงข้ามกับสารกึ่งตัวนำที่ขา D กับขา S เกิดแรงดันการไหลของกระแส I_D กระแส I_D หดไหล D – MOSFET ทำงานถึงจุดคัตออฟ เป็นสวิตช์ในสภาวะตัดวงจร (OFF)

5.8.2 วงจรขยายสัญญาณมอสเฟต



รูปที่ 5.20 วงจรขยายสัญญาณเสียงใช้มอสเฟต

ที่มา(<http://www.ctc.ac.th/ctc/index.php/download/category/>)

จากรูปที่ 11.2 วงจรขยายสัญญาณเสียงใช้มอสเฟตทำหน้าที่ขยายกำลังทำงานร่วมกับไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์ การทำงานทางอินพุตถูกป้อนผ่านตัวเก็บประจุ C_2 โดยใช้ทรานซิสเตอร์ Q_1 กับ Q_2 ที่ต่อกันแบบคาริงตัน (Darlington) ทำหน้าที่เป็นปริแอมป์ขยายสัญญาณเสียงทางอินพุต ส่วนวงจรด้านเอาต์พุตใช้เพาเวอร์มอสเฟต (Power MOSFET) ทรานซิสเตอร์ Q_3 กับ Q_4 สัญญาณถูกขยายเป็นเอาต์พุตผ่านทางตัวเก็บประจุ C_4 ออกไปยังลำโพง

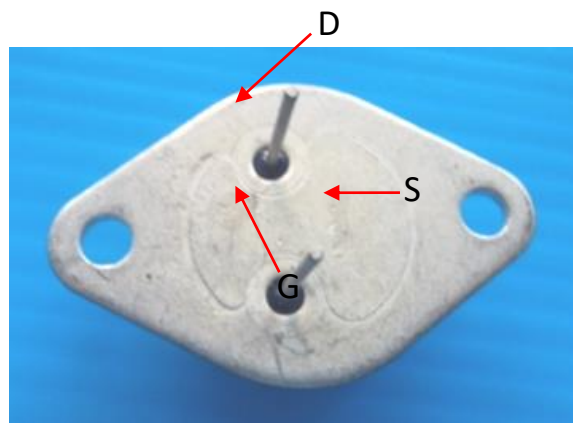
	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต		เวลา 4 ชั่วโมง

5.9 การวัดและทดสอบมอสเฟตด้วยโอห์มมิเตอร์

การทดสอบมอสเฟตด้วยโอห์มมิเตอร์ โดยใช้มัลติมิเตอร์ยี่ห้อ SANWA รุ่น YX-361TR เริ่มแรกให้จับตัวมอสเฟตหงายขึ้นแสดงดังรูปที่ 7-13



(ก) รูปร่างมอสเฟต



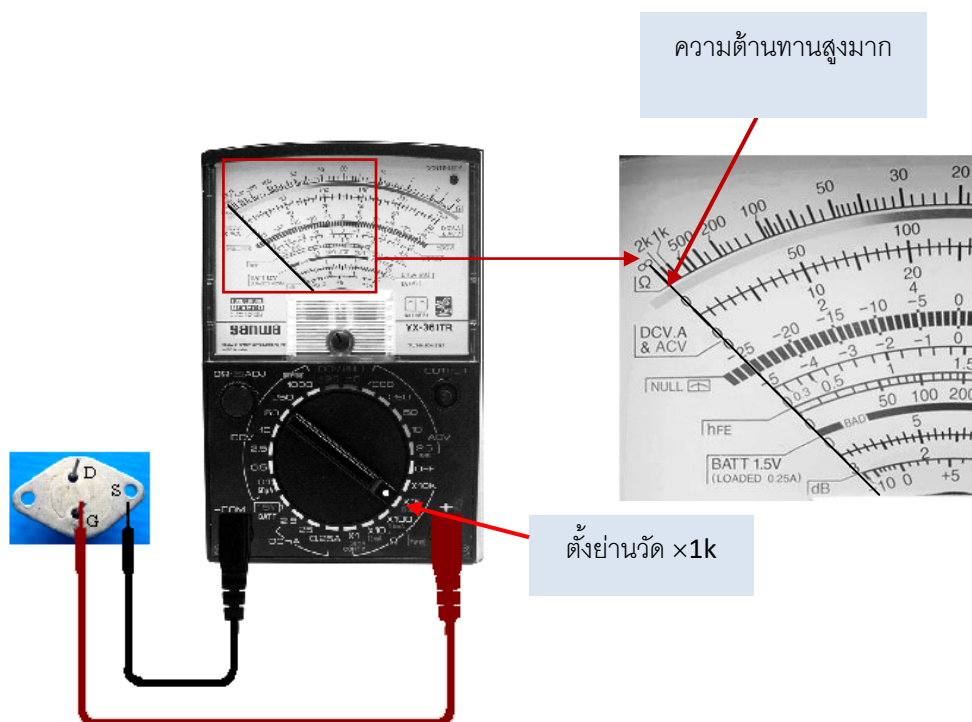
(ข) ตำแหน่งขามอสเฟต

รูปที่ 5.21 แสดงรูปร่างและตำแหน่งขามอสเฟต
ที่มา(จากผู้เรียบเรียง)

กรณีที่ทราบตำแหน่งขา การวัดนี้เป็นตัวอย่างการวัดมอสเฟตชนิด N-Channel เบอร์ 10N16 โดยปรับย่านวัดโอห์มมิเตอร์ไว้ที่ย่านวัด $\times 1k$ ทำการปรับศูนย์โอห์มและทำการวัดโดยมีขั้นตอนดังนี้

ลำดับที่ 1 ทำการวัดระหว่างขาเกต กับขาซอร์ส โดยตั้งมัลติมิเตอร์ย่านวัดโอห์ม $\times 1k$ วัดสลับสายไปมา จะต้องได้ค่าความต้านทานสูงมากอินฟินิตี้ (∞) ทั้งสองครั้ง

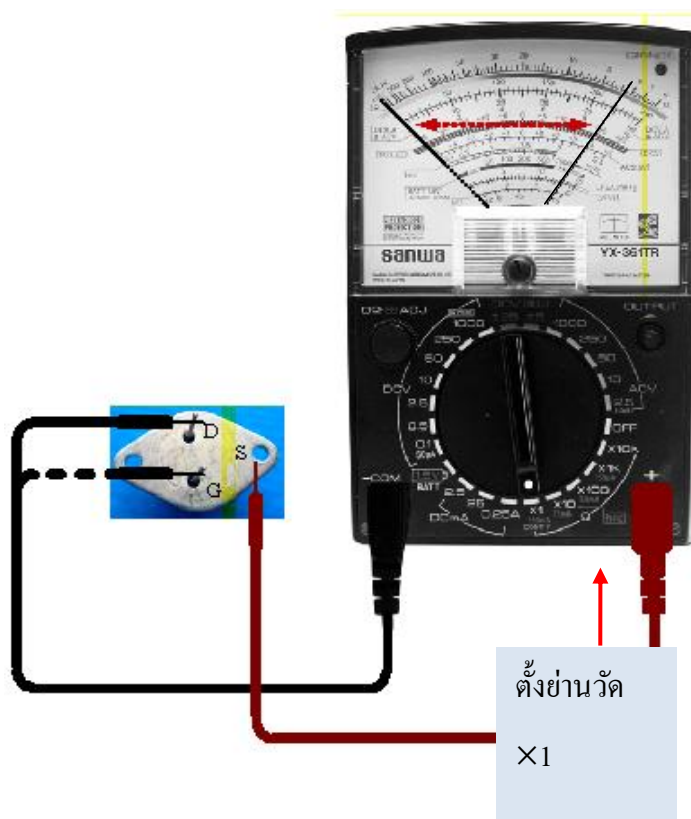
	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต	เวลา 4 ชั่วโมง	



รูปที่ 5.22 แสดงการวัดระหว่างขา G กับ ขา S
ที่มา (ทีมงานสมาร์ตเลิร์นนิ่ง, 2553, หน้า 56)

ลำดับที่ 2 ทำการวัดระหว่างขาเดรน กับขาซอร์ส โดยตั้งย่านวัดโอห์ม $\times 1$ โดยต่อสายสีแดงที่ขาซอร์สและสายสีดำที่ขาเดรนผลการวัดเข็มมิเตอร์ไม่ดีขึ้นจากนั้นย้ายสายสีดำจากขาเดรนไปแตะที่ขาเกต แล้วย้ายสายสีดำกลับมาแตะที่ขาเดรนอีกครั้ง ผลการวัดเข็มมิเตอร์จะดีขึ้นเกือบสุดสเกลจากนั้นค่อย ๆ ลดลงจนสุดแสดงดังรูปที่ 5.23

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต		เวลา 4 ชั่วโมง



รูปที่ 5.23 แสดงการวัดระหว่างขา S กับขา D และวัดระหว่างขา S กับขา G
ทีมา (ทีมงานสมาร์ตเลิร์นนิ่ง, 2553, หน้า 56)

ลำดับที่ 3 ทำการวัดระหว่างขาเดรนกับขาซอร์สผลการวัดเข็มมิเตอร์จะขึ้นข้างไม่ขึ้นข้าง หรือวัดได้ความต้านทานต่ำข้างหนึ่งและสลับอีกด้านหนึ่งค่าความต้านทานสูงมากเป็นอินฟินิตี้ (∞) และถ้าขั้นตอนใดไม่เป็นไปตามนี้แสดงว่ามอสเฟตเสีย ส่วนการวัดมอสเฟตชนิด P-Channel จะทำการวัดได้เช่นเดียวกับชนิด N-Channel เพียงสลับสายวัดเท่านั้นก็จะให้ผลเหมือนกัน

กรณีไม่ทราบขามอสเฟตการวัดหาขาต่าง ๆ ของมอสเฟตทำได้ดังนี้

ลำดับที่ 1 การวัดหาขาเกต ให้ตั้งมัลติมิเตอร์ไปที่ย่านการวัดค่าความต้านทาน $\times 1k$ หรือ $\times 10k$ ทำการวัดขาของมอสเฟตทีละคู่จนครบ 6 ครั้ง จะพบว่ามียู 1 คู่ ที่ไม่ว่าจะวัด

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต		เวลา 4 ชั่วโมง

อย่างไรก็มีความต้านทานต่ำนั้นหมายความว่าขาคู่นั้นคือขาเดรน และขาซอร์ส ส่วนขาที่เหลือคือขาเกต เพราะ มอสเฟตถูกสร้างให้ขาเกตเป็นขาลอย คือไม่มีการต่อขาเกตเข้ากับเนื้อสารใด ๆ ดังนั้นเมื่อวัดเทียบกับขาอื่น ๆ เซมิคอนดักเตอร์จึงไม่ดีขึ้น

ลำดับที่ 2 การหาขาเดรน และขาซอร์ส ตั้งมัลติมิเตอร์ไปที่ย่านการวัดค่าความต้านทาน $\times 1k$ หรือ $\times 10k$ วัดคร่อมไปที่ขาเดรน และขาซอร์ส เซมิคอนดักเตอร์จะดีขึ้น จากนั้นให้ย้ายสายวัดสายใดสายหนึ่งไปแตะที่ขาเกต แล้วนำกลับมาจับที่ขาเดิมแล้วสังเกตเข็มของมิเตอร์ดังนี้ คือ ถ้าค่าความต้านทานที่วัดได้มีค่าลดลงจากเดิมจนใกล้ศูนย์แสดงว่า ขานั้นคือขาเดรน และถ้าค่าความต้านทานที่วัดได้มีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิม แสดงว่าขานั้นคือขาซอร์ส

การวัดมอสเฟตว่าดีหรือเสีย โดยลักษณะอาการเสียของมอสเฟตมีอยู่ 3 แบบ คือ

แบบที่ 1 โครงสร้างภายในลัดวงจรลักษณะแบบนี้เมื่อทำการวัด 6 ครั้งจะมีมากกว่า 1 คู่ที่มีค่าความต้านทานต่ำหรือเข็มดีขึ้นมากกว่า 1 คู่

แบบที่ 2 โครงสร้างภายในขาด ลักษณะแบบนี้เมื่อทำการวัด 6 ครั้ง จะไม่มีคู่ใดเลยที่วัดแล้วมีค่าความต้านทานต่ำ หรือเข็มมิเตอร์ไม่ดีขึ้นเลย

แบบที่ 3 โครงสร้างภายในบกพร่อง โดยวัดคร่อมที่ขาเดรน และขาซอร์ส จำนวน 1 ครั้ง เซมิคอนดักเตอร์ชี้ค่าความต้านทานต่ำ จากนั้นนำสายวัดที่ขาเดรน มาแตะที่ขาเกต แล้วนำกลับไปแตะที่ขาเดรน อีกครั้งให้สังเกตเข็มมิเตอร์ถ้าค่าความต้านทานมีค่าลดลงจากเดิมจนถึงใกล้กับศูนย์ จากนั้นเซมิคอนดักเตอร์จะค่อย ๆ ดีขึ้นค่าความต้านทานเพิ่มขึ้นจนใกล้เท่าเดิมแสดงว่า มอสเฟตตัวนั้นดี แต่ถ้าแตะที่ขาเกต แล้วค่าความต้านทานไม่เปลี่ยนแปลงแสดงว่า มอสเฟตตัวนั้น โครงสร้างภายในเสีย

5.10 สรุป

มอสเฟตเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำงานโดยใช้แรงดันจำนวนน้อยในรูปแบบสนามไฟฟ้า ไปควบคุมกระแส มี 3 ขา คือขาเกต (G) ขาเดรน (D) และขาซอร์ส (S) มี 2 แบบคือ D-MOSFET กับ E-MOSFET และแบ่งย่อยได้ 2 ชนิด คือ ชนิด P-Channel และ N-Channel ในการจ่ายแรงดันไบแอสให้มอสเฟตจะต้องจ่ายแรงดันไบแอสตรงให้ขา S จ่ายแรงดันไบแอสกลับให้ขา D กับขา G เทียบกับขา S

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต	
เรื่อง มอสเฟต		เวลา 4 ชั่วโมง

การจัดวงจรไบแอสให้มอสเฟตแบ่งได้ 3 แบบ คือ ไบแอสคงที่ (Fixed Bias) ไบแอสตัวเอง(Self Bias) และไบแอสแบ่งแรงดัน (Voltage Divider Bias) การนำมอสเฟตไปต่อวงจรใช้งานจำเป็นต้องศึกษารายละเอียดข้อมูลทางไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับตัวของมอสเฟต จากคู่มือ (Data Sheet) เพื่อจะได้ทราบค่าต่างๆ เช่น ค่าแรงดันที่ขาเกตกับขาซอร์ส (V_{GS}) แรงดันสูงสุดที่ขาเดรนกับขาเกต(V_{DG}) แรงดันเกต - ซอร์สคัตออฟ($V_{GS(OFF)}$) ค่ากระแสเดรน - ซอร์สคัตออฟ (I_{DS}) สูงสุด ค่ากำลังสูญเสียรวมสูงสุดที่อุณหภูมิห้อง $25^{\circ}C$ (P_D) และรายละเอียดต่างๆ

มอสเฟตสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลายอย่าง เช่น นำไปต่อเป็นวงจรสวิตช์ วงจรขยายสัญญาณ วงจรผสมสัญญาณ วงจรกำเนิดความถี่ เป็นต้น

การวัดและทดสอบมอสเฟตด้วยโอห์มมิเตอร์ในกรณีที่ทราบขามอสเฟตแล้วสามารถวัดทดสอบมอสเฟตดีหรือเสียได้ โดยใช้โอห์มมิเตอร์ตั้งย่านวัด $\times 1k$ วัดที่ขาทั้ง 3 ของมอสเตจจะทำให้ทราบว่ามอสเฟตดีหรือเสีย ในกรณีที่ไมทราบขามอสเฟตต้องวัดหาขาเกตก่อนโดยใช้โอห์มมิเตอร์ตั้งย่านวัด $\times 1$ วัดค่าความต้านทานที่ขา G กับขา S และขา G กับขา D อย่างละ 2 ครั้งโดยสลับขั้วของมิเตอร์ จะได้ค่าความต้านทานเท่ากันทั้งสองครั้ง

บรรณานุกรม

- ทีมงานสมาร์ตเลิร์นนิ่ง. **ตรวจวัดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้วยมิเตอร์ SUNWA**. กรุงเทพมหานคร :
ห้างหุ้นส่วนสามัญสมาร์ตเลิร์นนิ่ง, 2553.
- ชาญวิทย์ หาญรินทร์. **วงจรอิเล็กทรอนิกส์**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ,
2545.
- พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. **ทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์
ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, ม.ป.ป.
_____. **วงจรอิเล็กทรอนิกส์**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ,
2545.
- _____. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์
ส่งเสริมวิชาการ, 2542.
- _____. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์
ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2548.
- พุทธรักษ์ แสงกิ่ง. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์
ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2558.
- วีระศักดิ์ สุวรรณเพชร. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์
บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด, 2557.
- อดุลย์ กัลยาแก้ว. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร(อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์)**. กรุงเทพมหานคร :
ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2546.
- <https://global.oup.com/us/companion.websites/fdscontent/uscompanion/us/pdf>,
เข้าถึง 24 มิถุนายน 2559.

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 5 เรื่องมอสเฟต

คำชี้แจง 1. แบบฝึกหัดเป็นแบบถูกหรือผิดจำนวน 15 ข้อๆละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 15 คะแนน

2. เวลาที่ใช้ในการทำแบบฝึกหัด 15 นาที

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายถูก(✓) ลงในวงเล็บหน้าข้อที่ถูกและทำเครื่องหมายผิด(×) ลงในวงเล็บหน้าข้อที่ผิด

- () 1. มอสเฟตและเจเฟตมีโครงสร้างแบบเดียวกัน
- () 2. D-MOSFET ชนิด N แชนแนลที่ขาเดรน(D)กับขาซอร์ส(S)จะต่อกับสารกึ่งตัวนำชนิด N
- () 3. D-MOSFET เฟตชนิด P แชนแนลและสัญลักษณ์แตกต่างกันคือคู่มือที่หัวลูกศรขาซอร์สจะชี้เข้าหรือออก
- () 4. D-MOSFET กับอิมอสเฟตจะมีโครงสร้างเหมือนกัน
- () 5. D-MOSFET ขาเดรนกับขาซอร์สจะถูกเชื่อมต่อกับสารกึ่งตัวนำชนิดเดียวกัน
- () 6. การจ่ายไบแอสให้ D-MOSFET จะต้องจ่ายไบแอสเหมือนกับเจเฟต D-MOSFET จึงจะทำงาน
- () 7. S_iO_2 คือฉนวนซิลิกอนไดออกไซด์ทำหน้าที่เป็นฉนวนกั้นขา G ออกจากขา D กับ S
- () 8. ตารางข้อมูลรายละเอียดของค่าสูงสุดในการทำงาน มักบอกค่าแรงดัน V_{DD} ไว้เพื่อไม่ให้ใช้เกิน
- () 9. ค่าแรงดันฝั่งขาเดรนและซอร์สคือ ค่า V_{BR} เมื่อขาเกตได้รับไบแอสคงที่
- () 10. วงจรไบแอสแบบคงที่ของเฟต คือการจัดแรงดันไบแอสให้ขาเดรนและขาซอร์สคงที่
- () 11. วงจรไบแอสแบ่งแรงดันของมอสเฟตเป็นวงจรไบแอสที่ดีที่สุด
- () 12. การใส่ตัวเก็บประจุ คร่อมตัวต้านทานที่ขาซอร์สในวงจรไบแอสตัวเองของมอสเฟต เพื่อกำจัดสัญญาณไฟกระชากที่ขาซอร์สทั้งลงกราวด์
- () 13. ในการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ค่าต่างๆของมอสเฟตจะทำการทดสอบที่อุณหภูมิของห้อง $30^\circ C$
- () 14. I_{DSS} คือค่ากระแสเดรนที่ไหลระหว่างเดรนและซอร์ส ในสภาวะที่แรงดันจ่ายให้เกิดและซอร์สเป็นศูนย์โวลต์
- () 15. ในการวัดทดสอบมอสเฟสดั่วน โอห์มมิเตอร์วัดความต้านทานระหว่างขา D กับขา S โดยสลับขั้วของมิเตอร์ 2 ครั้งถ้ามอสเฟตอยู่ในสภาพปกติดี จะได้ค่าความต้านทานเท่ากันทั้ง 2 ครั้ง

เฉลยแบบฝึกหัดหน่วยที่ 5 เรื่องมอสเฟต

- คำชี้แจง** 1. แบบฝึกหัดเป็นแบบถูกหรือผิดจำนวน 15 ข้อๆละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 15 คะแนน
2. เวลาที่ใช้ในการทำแบบฝึกหัด 15 นาที
- คำสั่ง** จงทำเครื่องหมายถูก(✓) ลงในวงเล็บหน้าข้อที่ถูกและทำเครื่องหมายผิด(×) ลงในวงเล็บหน้าข้อที่ผิด
- (×) 1. มอสเฟตและเจเฟตมีโครงสร้างแบบเดียวกัน
- (✓) 2. D-MOSFET ชนิด N แชนแนลที่ขาเดรน(D) กับขาซอร์ส(S) จะต่อกับสารกึ่งตัวนำชนิด N
- (✓) 3. D-MOSFET เฟตชนิด P แชนแนลและสัญลักษณ์แตกต่างกันคือคู่มือที่หัวลูกศรขาซอร์สจะชี้เข้าหรือออก
- (×) 4. D-MOSFET กับอิมอสเฟตจะมีโครงสร้างเหมือนกัน
- (×) 5. D-MOSFET ขาเดรนกับขาซอร์สจะถูกเชื่อมต่อกับสารกึ่งตัวนำชนิดเดียวกัน
- (✓) 6. การจ่ายไบแอสให้ D-MOSFET จะต้องจ่ายไบแอสเหมือนกับเจเฟต D-MOSFET จึงจะทำงาน
- (✓) 7. SiO_2 คือฉนวนซิลิกอนไดออกไซด์ทำหน้าที่เป็นฉนวนกั้นขา G ออกจากขา D กับ S
- (×) 8. ตารางข้อมูลรายละเอียดของค่าสูงสุดในการทำงาน มักบอกค่าแรงดัน V_{DD} ไว้เพื่อไม่ให้ใช้เกิน
- (✓) 9. ค่าแรงดันฝั่งขาเดรนและซอร์สคือ ค่า V_{BR} เมื่อขาเกตได้รับไบแอสคงที่
- (×) 10. วงจรไบแอสแบบคงที่ของเฟต คือการจัดแรงดันไบแอสให้ขาเดรนและขาซอร์สคงที่
- (✓) 11. วงจรไบแอสแบ่งแรงดันของมอสเฟตเป็นวงจรไบแอสที่ดีที่สุด
- (✓) 12. การใส่ตัวเก็บประจุ ครอบตัวต้านทานที่ขาซอร์สในวงจรไบแอสตัวเองของมอสเฟต เพื่อกำจัดสัญญาณไฟกระพริบที่ขาซอร์สถึงลงกราวด์
- (×) 13. ในการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ค่าต่างๆของมอสเฟตจะทำการทดสอบที่อุณหภูมิของห้อง 30°C
- (✓) 14. I_{DSS} คือค่ากระแสเดรนที่ไหลระหว่างเดรนและซอร์ส ในสถานะที่แรงดันจ่ายให้เกิดและซอร์สเป็นศูนย์โวลต์
- (✓) 15. ในการวัดทดสอบมอสเฟตด้วยโอห์มมิเตอร์วัดความต้านทานระหว่างขา D กับขา S โดยสลับขั้วของมิเตอร์ 2 ครั้งถ้ามอสเฟตอยู่ในสภาพปกติดี จะได้ค่าความต้านทานเท่ากันทั้ง 2 ครั้ง

แบบทดสอบหลังเรียนเรียนหน่วยที่ 5 เรื่อง มอสเฟต

วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

รหัสวิชา 2105 – 2005

ข้อสอบจำนวน 15 ข้อ (15 คะแนน)

เวลา 15 นาที

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. มอสเฟต แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ แบบ D-MOSFET และ E-MOSFET และยังแบ่งออกได้กี่ชนิด

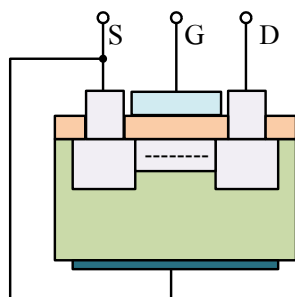
ก. 2 ชนิด

ข. 3 ชนิด

ค. 5 ชนิด

ง. 4 ชนิด

2. จากรูปเป็นโครงสร้างของมอสเฟตแบบใด



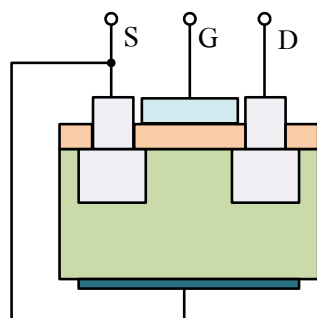
ก. D-MOSFET ชนิด P-Channel

ข. E-MOSFET ชนิด N-Channel

ค. D-MOSFET ชนิด N-Channel

ง. E-MOSFET ชนิด P-Channel

3. จากรูปเป็นโครงสร้างของมอสเฟตชนิดใด



ก. D-MOSFET ชนิด N-Channel

ข. D-MOSFET ชนิด P-Channel

ค. E-MOSFET ชนิด P-Channel

ง. E-MOSFET ชนิด N-Channel

4. ใช้อุปกรณ์ประกอบวงจรน้อย เป็นลักษณะการจัดไบแอสแบบใด

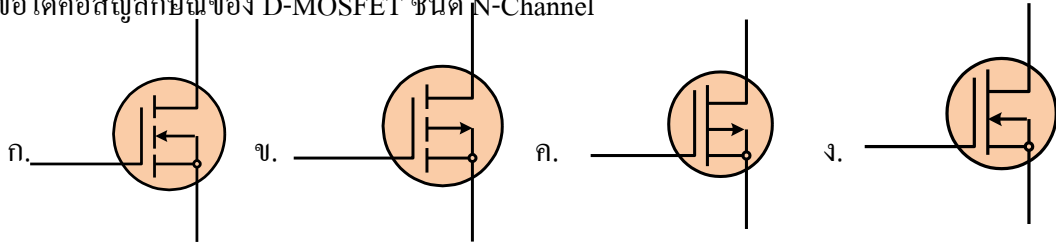
ก. ไบแอสตัวเอง

ข. ไบแอสคงที่

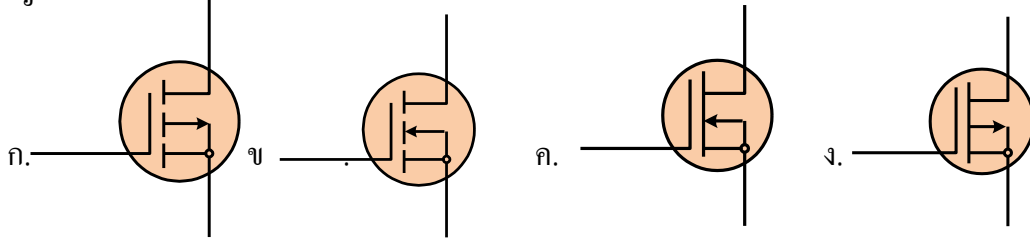
ค. ไบแอสแบ่งแรงดัน

ง. ไบแอสผสม

5. ข้อใดคือสัญลักษณ์ของ D-MOSFET ชนิด N-Channel



6. สัญลักษณ์ของ E-MOSFET ชนิด P-Channel ตรงกับข้อใด



7. การจ่ายไบแอสเบื้องต้นให้ E-MOSFET ชนิด P-Channel ข้อใดถูกต้อง

- ก. ลบขา G เทียบกับขา S, ลบขา S และบวกขา D
- ข. บวกขา G เทียบกับขา S, บวกขา S และลบขา D
- ค. ลบขา G เทียบกับขา S, บวกขา S และลบขา D
- ง. บวกขา G เทียบกับขา S, ลบขา S และบวกขา D

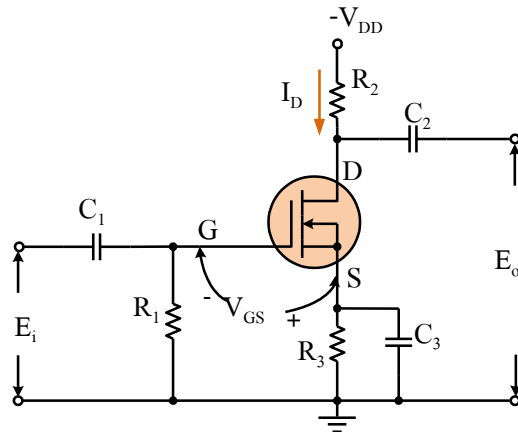
8. ค่ากระแส I_{DSS} ในกราฟคุณสมบัติของ D-MOSFET คืออะไร

- ก. กระแสที่ทำให้ไหลระหว่างขา D และขา S เมื่อ V_{GS} เป็น 0 V
- ข. กระแสไบแอสที่จ่ายที่ทำให้เกิดกระแสไหลระหว่างขา D และขา S ตลอดเวลา
- ค. กระแสอิ่มตัวที่ไหลระหว่างขา D และขา S เมื่อ V_{GS} เป็น 0 V
- ง. กระแสที่ไหลระหว่างขา D และขา S ในสถานะที่มีการเปลี่ยนแปลง V_{GS}

9. การจัดวงจรไบแอสคงที่ของมอสเฟต ข้อใดกล่าวถูกต้อง

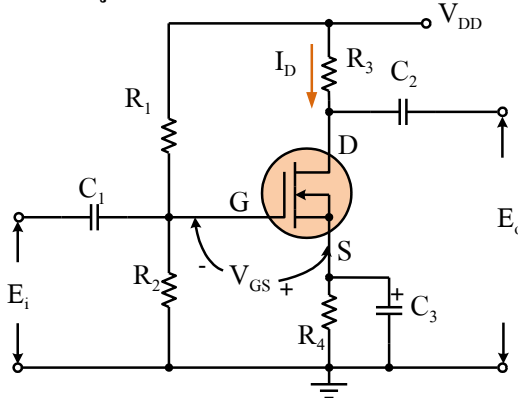
- ก. จัดแรงดันไบแอสให้ทั้งวงจรคงที่
- ข. จัดแรงดันไบแอสให้ขาเกตและขาซอร์สคงที่
- ค. จัดแรงดันไบแอสให้ขาเดรนและขาซอร์สคงที่
- ง. จัดให้เกิดกระแสเดรนไหลในวงจรคงที่

10. จากรูปเป็นการจัดไบแอสแบบใด



- ก. ไบแอสคงที่
- ข. ไบแอสแบบผสม
- ค. ไบแอสแบ่งแรงดัน
- ง. ไบแอสตัวเอง

11. จากรูปเป็นการจัดไบแอสแบบใด



- ก. ไบแอสแบ่งแรงดัน
- ข. ไบแอสตัวเอง
- ค. ไบแอสคงที่
- ง. ไบแอสแบบผสม

12. จากคู่มือผู้ผลิตมอสเฟตเบอร์ EC-10N16/20 ระบุค่า BV_{DS} เท่ากับ 160 V มีความหมายตรงกับข้อใด

- ก. ค่าแรงดันเบรกดาวน์ที่เกิด - ชอร์สต่ำสุด 160 V
- ข. ค่าแรงดันเบรกดาวน์ที่เดรน - ชอร์สต่ำสุด 160 V
- ค. ค่าแรงดันเกิด - ชอร์สคัตออฟสูงสุด 160 V
- ง. ค่าแรงดันเดรน - ชอร์ส 160 V

13. การนำ D-MOSFET ไปทำเป็นวงจรสวิตช์ ต้องจ่ายไบแอสอย่างไร

- ก. จ่ายไบแอสกลับให้ขา S จ่ายไบแอสตรงให้ขา D กับขา G เทียบกับขา S
- ข. จ่ายไบแอสตรงให้ขา S จ่ายไบแอสตรงให้ขา D กับขา G เทียบกับขา S
- ค. จ่ายไบแอสตรงให้ขา S จ่ายไบแอสกลับให้ขา D กับขา G เทียบกับขา S
- ง. จ่ายไบแอสกลับให้ขา S จ่ายไบแอสกลับให้ขา D กับ G เทียบกับขา S

14. การนำมอสเฟตไปใช้ในวงจรขยายสัญญาณเสียง มักจะใช้มอสเฟตในภาคใด

ก. ภาคขับเคลื่อนกำลัง

ข. ภาคจ่ายไฟ

ค. ภาคขยายกำลัง

ง. ภาคปริ๊นเอาท์

15. การวัดทดสอบ D-MOSFET ด้วยโอห์มมิเตอร์ระหว่างขา D กับขา S และขา S กับขา D โดยการสลับสายวัด ถ้า D-MOSFET ปกติ ผลการวัดจะตรงกับข้อใด

ก. $0\ \Omega$

ข. เท่ากัน

ค. $500\ k\Omega$

ง. ∞

	เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน		หน่วยที่ 5
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005		สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วย มอสเฟต		
เรื่อง มอสเฟต			เวลา 4 ชั่วโมง

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน			
ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ
1	ก	9	ง
2	ค	10	ง
3	ง	11	ก
4	ข	12	ข
5	ง	13	ค
6	ก	14	ค
7	ข	15	ข
8	ค		

แบบเก็บคะแนนทดสอบก่อนเรียน และทดสอบหลังเรียน

หน่วยที่ 5 เรื่อง มอสเฟต

ลำดับ	ชื่อ – สกุล	ผลคะแนน	
		Pre-Test	Post-Test
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			