

### 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 4 เรื่อง เจฟต

วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

รหัสวิชา 2105 – 2005

ข้อสอบจำนวน 15 ข้อ ( 15 คะแนน )

เวลา 15 นาที

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมาย ( X ) ลงในกระดาษคำตอบ

1. เจฟตมีกี่ชนิด

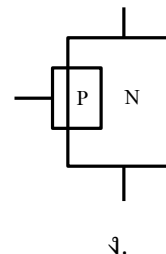
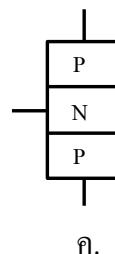
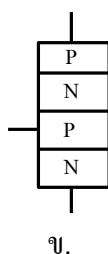
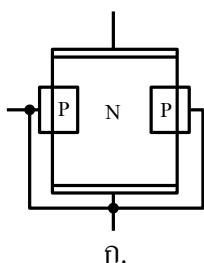
ก. 3 ชนิด

ข. 2 ชนิด

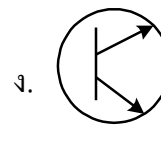
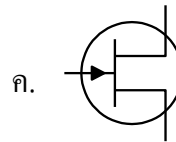
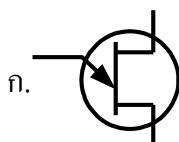
ค. 4 ชนิด

ง. 5 ชนิด

2. ข้อใดคือโครงสร้างของเจฟต



3. ข้อใดคือสัญลักษณ์ของเจฟต



4. เจฟตชนิดพีหรือชนิดเอ็นแซนแนลสังเกตได้จากสารกึ่งตัวนำที่ใช้ผลิตเจฟตได้อย่างไร

ก. ขาเกต

ข. ขาซอร์ส

ค. ขาเดรน

ง. ขาซอร์สและขาเดรน

5. กราฟแต่ละเส้นบนกราฟคุณสมบัติของเจฟตถูกกำหนดค่าตามข้อใด

ก.  $V_{GS}$

ข.  $V_{DS}$

ค.  $I_D$

ง.  $I_G$

6. ข้อใดกล่าวถึงลักษณะของเจฟตได้ถูกต้อง

ก. เป็นกราฟแสดงคุณสมบัติการทำงานของเจฟต เมื่อทำการจ่ายแรงดันไบอัสที่ระดับแตกต่างกัน

ข. เป็นโครงสร้างของเจฟตที่แสดงคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำที่นำมาสร้างอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์

ค. เป็นโครงสร้างที่บอกลักษณะของขาอุปกรณ์

ง. เป็นข้อมูลของเจฟตที่แสดงว่าเจฟตใช้งานเป็นสวิตช์ได้

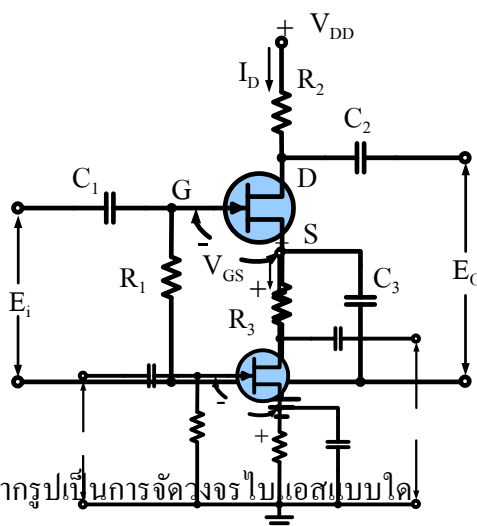
7. การจ่ายไบแอสเบื้องต้นให้เฟตต้องจ่ายไบแอสตามข้อใดจึงจะถูกต้อง

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

8. การจัดวงจรไบแอสคงที่ ตรงกับข้อใด

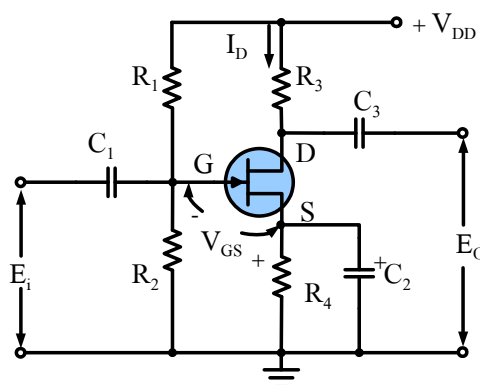
- ก. จัดแรงดันไบแอสให้ทั้งวงจรคงที่
- ข. จัดแรงดันไบแอสให้ขาเกตและซอร์สคงที่
- ค. จัดให้เกิดกระแสเดรนไหลในวงจรคงที่
- ง. จัดแรงดันไบแอสให้ขาเดรนและซอร์สคงที่

9. จากรูปเป็นการจัดวงจรไบแอสแบบใด



- ก. วงจรไบแอสคงที่
- ข. วงจรไบแอสตัวเอง
- ค. วงจรไบแอสแบบแบ่งแรงดัน
- ง. วงจรไบแอสแบบผสม

10. จากรูปเป็นการจัดวงจรไบแอสแบบใด



- ก. วงจรไบแอสแบบแบ่งแรงดัน
- ข. วงจรไบแอสแบบผสม
- ค. วงจรไบแอสคงที่
- ง. วงจรไบแอสตัวเอง

11. จากข้อมูลผู้ผลิตเจฟตเบอร์ 2N5457 ระบุว่า  $V_{DG}$  เท่ากับ 25 V หมายถึงอะไร
- แรงดันไฟสูงสุดที่เกิด – ชอร์ตสูงสุดเท่ากับ 25 V
  - แรงดันไฟสูงสุดที่เดรน – เกตสูงสุดเท่ากับ 25 V
  - แรงดันไฟสูงสุดที่เกิดเท่ากับ 25 V
  - แรงดันไฟสูงสุดที่เดรนเท่ากับ 25 V
12. การนำเจฟตไปใช้งานเป็นสวิตช์จะต้องจัดไบอัสอยู่ในย่านใดของกราฟคุณลักษณะสมบัติของเจฟต
- ย่านแอททิฟ
  - ย่านอิ่มตัว
  - ย่านคัตออฟ
  - ย่านอิ่มตัวและย่านคัตออฟ
13. การนำเจฟตไปใช้งานเป็นวงจรขยายสัญญาณจะต้องจัดไบอัสอยู่ในย่านใดของกราฟคุณลักษณะสมบัติของเจฟต
- ย่านแอททิฟ
  - ย่านอิ่มตัว
  - ย่านคัตออฟ
  - ย่านอิ่มตัวและย่านคัตออฟ
14. การวัดทดสอบหาขาของเจฟตด้วยโอห์มมิเตอร์โดยใช้ย่านวัด  $\times 10$  เมื่อทำการวัดระหว่างขา D กับขา S ถ้าเจฟตดีผลจะเป็นอย่างไร
- ความต้านทานสูงข้างหนึ่ง เมื่อสลับสายวัดแล้วความต้านทานต่ำ
  - ความต้านทานต่ำเท่ากันทั้งสองข้างเมื่อสลับสายวัด
  - ความต้านทานสูงมากอ่านค่าไม่ได้ทั้งสองข้างถึงแม้จะสลับสายวัดแล้วก็ตาม
  - ความต้านทานน้อย ๆ ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป แต่จะสูงขึ้นเมื่อวัดในครั้งแรก
15. การวัดทดสอบหาขาของเจฟตด้วยโอห์มมิเตอร์โดยใช้ย่านวัด  $\times 10$  เมื่อทำการวัดระหว่างขา G กับขา S ถ้าเจฟตดีผลจะเป็นอย่างไร
- ได้ค่าความต้านทาน  $750\Omega$  ข้างหนึ่งเมื่อสลับสายวัดแล้ว เข็มไม่ดีขึ้นค่าความต้านทานสูงมาก
  - ได้ค่าความต้านทานต่ำทั้งสองข้างเมื่อสลับสายวัดประมาณ  $210\Omega$
  - ค่าความต้านทานสูงมากอ่านค่าไม่ได้ทั้งสองข้างถึงแม้จะสลับสายวัดแล้วก็ตาม
  - ค่าความต้านทานน้อย ๆ ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป แต่จะสูงเมื่อวัดในครั้งแรก

|                                                                                   |                                                      |  |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--|-----------------|
|  | เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน                                |  | หน่วยที่ 4      |
|                                                                                   | วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 |  | สอนครั้งที่ 6-7 |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย เจเฟต                                      |  |                 |
| เรื่อง เจเฟต                                                                      |                                                      |  | เวลา 4 ชั่วโมง  |

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

|                                                                                   |                                                      |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------|
|  | ใบความรู้ที่ 4                                       | หน่วยที่ 4      |
|                                                                                   | วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 | สอนครั้งที่ 6-7 |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย เจเฟต                                      |                 |
| เรื่อง เจเฟต                                                                      |                                                      | เวลา 4 ชั่วโมง  |

### สาระสำคัญ

เจเฟต ( Junction Field Effect Transistor: JFET ) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ จะมีความแตกต่างจากไบโพลาร์จังก์ชันทรานซิสเตอร์ ( Bipolar Junction Transistor : BJT ) คือกระแสที่ไหลระหว่างขาคอลเล็กเตอร์และขามิตเตอร์ในไบโพลาร์จังก์ชันทรานซิสเตอร์นั้นจะถูกควบคุมด้วยกระแสเบส แต่เจเฟตนั้นกระแสที่ไหลระหว่างขาเดรนกับขาซอร์สของเจเฟต จะถูกควบคุมด้วยแรงดันระหว่างขาเกตกับขาซอร์ส

เจเฟต เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำมี 3 ขา คือขาซอร์ส ( Source : S ) ขาเดรน ( Drain :D ) และขาเกต ( Gate : G ) แบ่งตามขั้วลักษณะโครงสร้างได้ 2 ชนิดคือ เจเฟตชนิดเอ็นแชนแนล (N-Channel ) และเจเฟตชนิดพีแชนแนล (P-Channel ) เจเฟตสามารถนำไปใช้ในงานขยายสัญญาณและสวิตช์

### สาระการเรียนรู้

- 4.1 ประเภทของเฟตและชนิดของเจเฟต
- 4.2 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของเจเฟต
- 4.3 หลักการทำงานเบื้องต้นของเจเฟต
- 4.4 คุณลักษณะสมบัติของเจเฟต
- 4.5 การจัดวงจรไบแอสเจเฟต
  - 4.5.1 วงจรไบแอสคงที่
  - 4.5.2 วงจรไบแอสช่วย
  - 4.5.3 วงจรไบแอสแบบแบ่งแรงดัน
- 4.6 การอ่านคู่มือเจเฟตและแปลความหมาย
- 4.7 การนำเจเฟตไปประยุกต์ใช้งาน
  - 4.7.1 วงจรเจเฟตสวิตช์
  - 4.7.2 วงจรขยายสัญญาณเจเฟต

|                                                                                   |                                                      |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------|
|  | ใบความรู้ที่ 4                                       | หน่วยที่ 4      |
|                                                                                   | วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 | สอนครั้งที่ 6-7 |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย เจเฟต                                      |                 |
| เรื่อง เจเฟต                                                                      |                                                      | เวลา 4 ชั่วโมง  |

4.8 การวัดและทดสอบเจเฟตด้วยโอห์มมิเตอร์

4.9 สรุป

### จุดประสงค์การเรียนรู้

#### 1.จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจการทำงานของเฟต
2. เพื่อให้มีทัศนคติในการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม

#### 2.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกชนิดของเจเฟตได้
2. เขียนโครงสร้างของเจเฟตได้
3. เขียนสัญลักษณ์ของเจเฟตได้
4. บอกลักษณะการทำงานเบื้องต้นของเจเฟตได้
5. บอกคุณลักษณะสมบัติของเจเฟตได้
6. บอกลักษณะการจัดวงจรไบแอสคงที่ได้
7. บอกลักษณะการจัดวงจรไบแอสช่วยได้
8. บอกลักษณะการจัดวงจรไบแอสแบบแบ่งแรงดันได้
9. แปลความหมายจากการอ่านคู่มือของเจเฟตได้
10. บอกลักษณะวงจรสวิตช์เจเฟตได้
11. บอกลักษณะวงจรขยายสัญญาณเจเฟตได้
12. บอกลักษณะอาการเสียของเจเฟตที่ตรวจสอบด้วยโอห์มมิเตอร์ได้
13. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตเห็นได้ ในด้านมนุษยสัมพันธ์ มีวินัย ความรับผิดชอบ ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์ สุจริต และสนใจใฝ่รู้

|                                                                                   |                                                      |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------|
|  | ใบความรู้ที่ 4                                       | หน่วยที่ 4      |
|                                                                                   | วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 | สอนครั้งที่ 6-7 |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย เจเฟต                                      |                 |
| เรื่อง เจเฟต                                                                      | เวลา 4 ชั่วโมง                                       |                 |

#### 4.1 ประเภทของเฟตและชนิดของเจเฟต

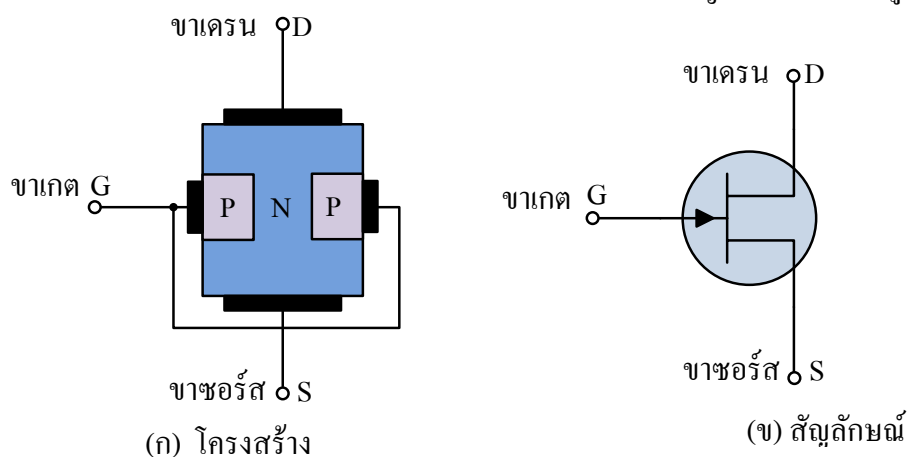
เฟต ( FET) มาจากคำเต็มว่า ฟิวด์เอฟเฟกทรานซิสเตอร์ (Field Effect Transistor:FET ) หรือทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า ซึ่งหมายถึงทรานซิสเตอร์ที่ใช้สนามไฟฟ้าในการเปลี่ยนแปลงสภาพของสารกึ่งตัวนำเพื่อให้เกิดการนำกระแสไฟฟ้าเมื่อได้รับการไบแอสที่เหมาะสม

เฟตแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ เฟตแบบรอยต่อ ( Junction Field Effect Transistor:JFET ) และเฟตแบบมีฉนวนซึ่งเป็นออกไซด์ของโลหะกึ่งตัวนำ ( Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor:MOSFET )

เจเฟต(JFET ) หรือเฟตแบบรอยต่อ เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำมี 3 ขา คือขาซอร์ส ( Source : S) ขาเดรน (Drain :D)และขาเกต ( Gate : G) แบ่งตามลักษณะโครงสร้างได้ 2 ชนิดคือ เจเฟตชนิดเอ็นแชนแนล (N-Channel ) และเจเฟตชนิดพีแชนแนล(P-Channel )

#### 4.2 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของเจเฟต

เจเฟตชนิดเอ็นแชนแนล(N-Channel) มีโครงสร้างเบื้องต้นประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น ( N)เป็นสารตอนใหญ่ และมีสารกึ่งตัวนำชนิดพี ( P ) ตอนเล็กสองตอน ประกบร่วมด้านข้าง ใช้การเชื่อมกันแบบแพร่กระจาย( Diffused) โครงสร้างและสัญลักษณ์แสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 แสดงโครงสร้างและสัญลักษณ์เจเฟตชนิด N-Channel

ที่มา(พันซ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์ ,2553,หน้า 95)

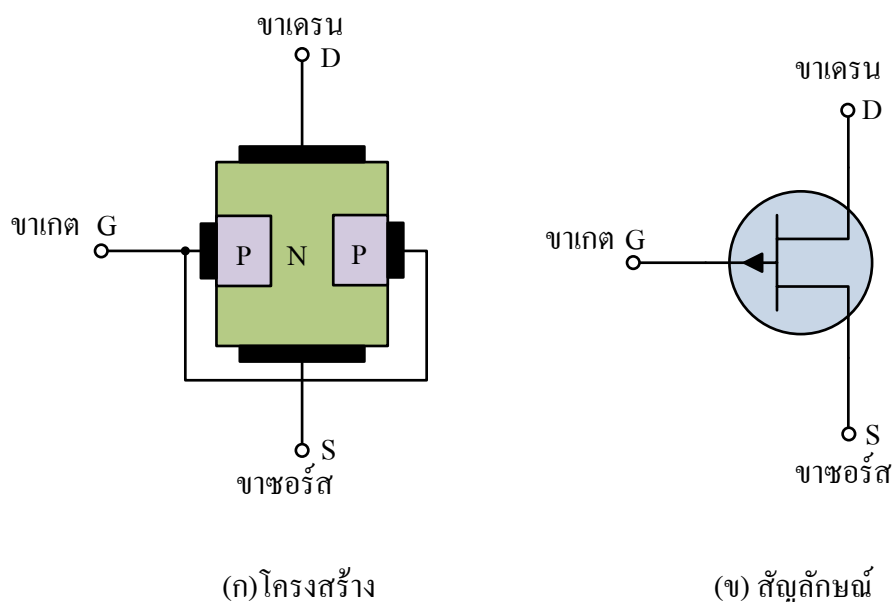


|                                                                                   |                                                      |  |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--|-----------------|
|  | ใบความรู้ที่ 4                                       |  | หน่วยที่ 4      |
|                                                                                   | วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 |  | สอนครั้งที่ 6-7 |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย เจเฟต                                      |  |                 |
| เรื่อง เจเฟต                                                                      |                                                      |  | เวลา 4 ชั่วโมง  |

จากรูปที่ 4.1 แสดงโครงสร้างและสัญลักษณ์เจเฟตชนิด N-Channel ในรูปที่ 4.1(ก) เป็นโครงสร้างของเจเฟตชนิด N-Channel ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำตอนใหญ่ชนิดเอ็น มีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขาคือขาเดรน ( Drain ) และขาซอร์ส (Source) แชนแนลของเจเฟตดูที่ขาเดรน และขาซอร์สซึ่งเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น จึงเป็นชนิด N-Channel และมีสารกึ่งตัวนำตอนย่อย 2 ตอนชนิดพีต่อชนด้านซ้ายด้านขวามีสายต่อเชื่อมถึงกันต่อขาออกมาเป็นขาเกต ( Gate )

จากรูปที่ 4.1(ข) เป็นสัญลักษณ์ของเจเฟตชนิด N-Channel ที่ขาเกตมีหัวลูกศรชี้เข้า แสดงชนิดของสารกึ่งตัวนำที่ใช้ทำขาเกตเป็นสารชนิดพี ส่วนขาเดรนและขาซอร์สเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดตรงข้าม คือสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น

เจเฟตชนิดพีแชนแนล (P-Channel) เบื้องต้นประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิดพี(P)เป็นสารกึ่งตัวนำตอนใหญ่ และมีสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (N) ตอนเล็กสองตอน ประกบร่วมด้านข้าง ใช้การเชื่อมต่อกันแบบแพร่กระจายโครงสร้างและสัญลักษณ์แสดงดังรูปที่ 4.2



**รูปที่ 4.2** แสดงโครงสร้างและสัญลักษณ์เจเฟตชนิด P-Channel  
ที่มา(พันธ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์ ,2553,หน้า 97)

|                                                                                   |                                                      |  |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--|-----------------|
|  | ใบความรู้ที่ 4                                       |  | หน่วยที่ 4      |
|                                                                                   | วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 |  | สอนครั้งที่ 6-7 |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย เจเฟต                                      |  |                 |
| เรื่อง เจเฟต                                                                      |                                                      |  | เวลา 4 ชั่วโมง  |

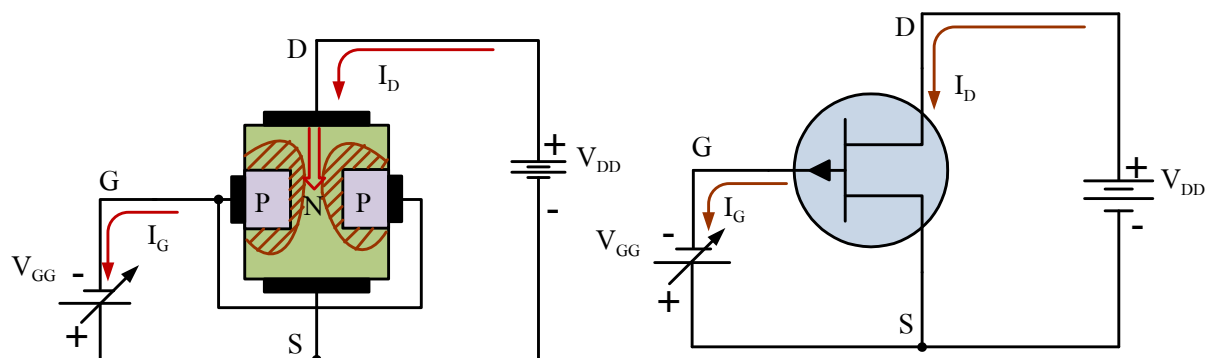
จากรูปที่ 4.2 แสดงโครงสร้างและสัญลักษณ์เจเฟตชนิด P-Channel ในรูปที่รูปที่ 4.2(ก) เป็นโครงสร้างของเจเฟตชนิด P-Channel ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำตอนใหญ่ชนิดพีมีขาต่อออกมา 3 ขา คือขาเดรน และขาซอร์ส เป็นขาที่บอกถึงแกนแนลของเจเฟตว่าเป็นชนิดพีแกนแนล เพราะขาเดรน และขาซอร์สเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดพี และมีสารกึ่งตัวนำตอนย่อย 2 ตอน ชนิดเอ็น ต่อชนกันด้านซ้ายด้านขวา มีสายต่อเชื่อมถึงกันต่อขาออกมาเป็นขาเกต

ในรูปที่ 4.2 (ข) เป็นสัญลักษณ์ของเจเฟตชนิด P-Channel ที่ขาเกต มีหัวลูกศรชี้ออก เพราะว่าสารกึ่งตัวนำที่ใช้ทำขาเกตว่าเป็นสารชนิดเอ็น ส่วนขาเดรนและขาซอร์สเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดตรงข้าม คือ

#### 4.3 หลักการทำงานของเจเฟต

##### 4.3.1 การจ่ายแรงดันไบแอสให้เจเฟตชนิด N-Channel

โครงสร้างของเจเฟตแตกต่างไปจากทรานซิสเตอร์ จึงทำให้การจ่ายแรงดันไบแอสและการทำงานของเจเฟต มีความแตกต่างไปด้วย การจ่ายแรงดันไบแอสให้เจเฟตทำงานต้องจ่ายแรงดันไบแอสถูกต้องตามที่เจเฟตชนิด N-Channel ต้องการดังนี้ จ่ายแรงดันไบแอสตรงให้ขาซอร์ส จ่ายแรงดันไบแอสกลับให้กับขาเดรนกับขาเกต เทียบกับขาซอร์ส การจ่ายไบแอสให้เจเฟตชนิด N-Channel แสดงดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงการจ่ายไบแอสเบื้องต้นให้เจเฟตชนิด N-Channel

ที่มา(พันธ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์ ,2553,หน้า 96)

|                                                                                   |                                                      |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------|
|  | ใบความรู้ที่ 4                                       | หน่วยที่ 4      |
|                                                                                   | วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 | สอนครั้งที่ 6-7 |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย เจเฟต                                      |                 |
| เรื่อง เจเฟต                                                                      | เวลา 4 ชั่วโมง                                       |                 |

จากรูปที่รูปที่ 4.3 แสดงการจ่ายไบแอสเบื้องต้นให้เจเฟตชนิด N-Channel แรงดันไบแอสที่จ่ายให้เพื่อให้เจเฟตชนิด N-Channel นำกระแสและควบคุมการนำกระแสได้ต้องจ่ายแรงดันไบแอสดังนี้ จ่ายแรงดัน  $V_{DD}$  ขั้วบวกให้ขาเดรน เป็นไบแอสกลับและขั้วลบให้ขาซอร์ส เป็นไบแอสตรง ส่วนแรงดัน  $V_{GG}$  จ่ายขั้วลบให้ขาเกต เป็นไบแอสกลับเทียบกับขาซอร์ส

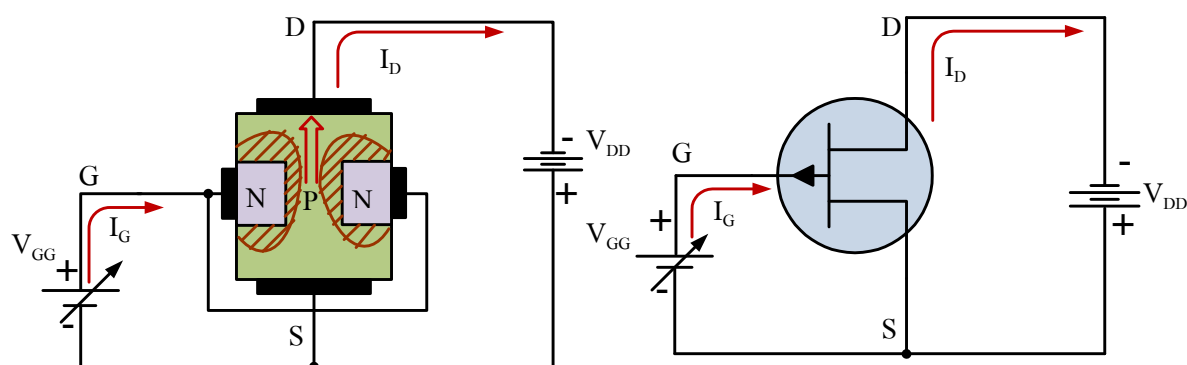
การทำงานของวงจรอธิบายได้ดังนี้ ขณะที่จ่ายแรงดันไบแอสให้เฉพาะขาเดรน กับขาซอร์ส ด้วยแหล่งจ่ายแรงดัน  $V_{DD}$  ส่วนขาเกตเปิดลอยไว้จะมีกระแสเดรน ( $I_D$ ) ไหลผ่านระหว่างขาเดรน กับขาซอร์ส สูงมากค่าหนึ่ง และไหลคงที่ตลอดเวลา การจำกัดค่ากระแสเดรน ( $I_D$ ) ทำได้โดยต่อตัวต้านทานอันดับกับวงจร ถ้าต้องการควบคุมการไหลของกระแสเดรน ( $I_D$ ) ต้องจ่ายแรงดันไบแอสกลับเป็นลบด้วยแหล่งจ่ายแรงดัน  $V_{GG}$  ให้กับขาเกตเทียบกับขาซอร์ส ทำให้เกิดค่าดิฟฟิชั่นริจินขึ้นระหว่างรอยต่อพีเอ็น ดิฟฟิชั่นริจินนี้ทำให้สารชนิดเอ็น บริเวณรอยต่อพีเอ็นแคบลง เกิดการขัดขวางการไหลของกระแสเดรน ( $I_D$ ) จากขาเดรนไปขาซอร์ส ให้ไหลผ่านได้น้อยลง ถ้าจ่ายไบแอสกลับให้ขาเกตมากขึ้น ดิฟฟิชั่นริจินระหว่างรอยต่อพีเอ็นจะยิ่งกว้างขึ้น ทำให้เกิดแรงต้านทานการไหลของกระแสเดรน ( $I_D$ ) มากขึ้น กระแสเดรน ( $I_D$ ) จะไหลได้น้อยลงอีก นั่นคือเกิดค่าความต้านทานระหว่างขาเดรน กับขาซอร์สเพิ่มมากขึ้น ค่าความต้านทานนี้เปลี่ยนแปลงไปได้ตามค่าแรงดันไบแอสกลับที่ขาเกตกับขาซอร์ส มีผลต่อกระแสเดรน ( $I_D$ ) ไหลเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย กระแสเดรน ( $I_D$ ) ที่ไหลเปลี่ยนแปลงนี้สามารถควบคุมได้โดยการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดัน  $V_{GG}$  ที่จ่ายให้

#### 4.3.2 การจ่ายแรงดันไบแอสให้เจเฟตชนิด P-Channel

การจ่ายไบแอสให้เจเฟตชนิด P-Channel ทำงาน ต้องจ่ายแรงดันไบแอสถูกต้องตามที่เจเฟตชนิด P-Channel ต้องการดังนี้ คือจ่ายไบแอสตรงให้ขาซอร์สจ่ายไบแอสกลับให้ขาเดรน และขาเกตเทียบกับขาซอร์ส การจ่ายไบแอสให้เจเฟตชนิด P-Channel แสดงดังรูปที่ 4.4

จากรูปที่ 4.4 แสดงการจ่ายไบแอสเบื้องต้นให้เจเฟตชนิด P-Channel แรงดันไบแอสที่จ่ายให้เพื่อให้เจเฟตชนิด P-Channel นำกระแสและควบคุมการนำกระแสได้ ต้องจ่ายแรงดันไบแอสดังนี้ จ่ายแรงดัน  $V_{DD}$  ขั้วลบให้ขาเดรนเป็นไบแอสกลับและขั้วบวกให้ขาซอร์ส เป็นไบแอสตรง ส่วนแรงดัน  $V_{GG}$  จ่ายขั้วบวกให้ขาเกตเป็นไบแอสกลับเทียบกับขาซอร์ส

|                                                                                   |                                                      |  |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--|-----------------|
|  | ใบความรู้ที่ 4                                       |  | หน่วยที่ 4      |
|                                                                                   | วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 |  | สอนครั้งที่ 6-7 |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย เจเฟต                                      |  |                 |
| เรื่อง เจเฟต                                                                      |                                                      |  | เวลา 4 ชั่วโมง  |



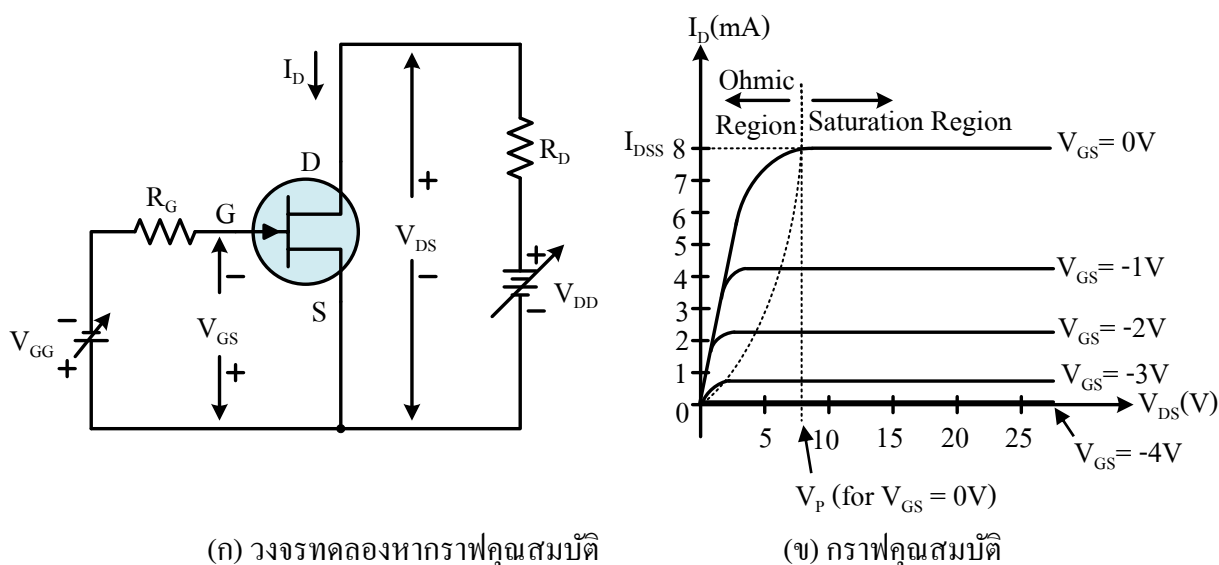
รูปที่ 4.4 แสดงการจ่ายไบแอสเบื้องต้นให้เจเฟตชนิด P-Channel  
ที่มา(พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์ ,2553,หน้า 97)

การทำงานของวงจรอธิบายได้ดังนี้ ขณะที่จ่ายแรงดันไบแอสให้เฉพาะขาเดรน กับขาซอร์ส ด้วยแหล่งจ่ายแรงดัน  $V_{DD}$  ส่วนขาเกตเปิดลอยไว้ จะมีกระแสเดรน ( $I_D$ ) ไหลผ่านระหว่างขาซอร์สกับขาเดรน สูงมากค่าหนึ่ง และไหลคงที่ตลอดเวลา การจำกัดค่ากระแสเดรน ( $I_D$ ) ทำได้โดยต่อตัวต้านทานอันดับกับวงจร ถ้าต้องการควบคุมการไหลของกระแสเดรน ( $I_D$ ) ต้องจ่ายแรงดันไบแอสกลับเป็นบวกด้วยแหล่งจ่ายแรงดัน  $V_{GG}$  ให้กับขาเกตเทียบกับขาซอร์ส ทำให้เกิดค่าดิฟเฟอเรนเชียลขึ้นระหว่างรอยต่อพีเอ็น ดิฟเฟอเรนเชียลนี้ทำให้สารชนิดพี บริเวณรอยต่อพีเอ็นแคบลงเกิดการขัดขวางการไหลของกระแสเดรน ( $I_D$ ) จากขาซอร์สไปขาเดรน ให้ไหลผ่านได้น้อยลง ถ้าจ่ายไบแอสกลับให้ขาเกตมากขึ้น ดิฟเฟอเรนเชียลระหว่างรอยต่อพีเอ็นจะยิ่งกว้างขึ้น ทำให้เกิดแรงต้านทานการไหลของกระแสเดรน ( $I_D$ ) มากขึ้น กระแสเดรน ( $I_D$ ) จะไหลได้น้อยลงอีก นั่นคือเกิดค่าความต้านทานระหว่างขาเดรน กับขาซอร์สเพิ่มมากขึ้น ค่าความต้านทานนี้เปลี่ยนแปลงไปได้ตามค่าแรงดันไบแอสกลับที่ขาเกตกับขาซอร์ส มีผลต่อกระแสเดรน ( $I_D$ ) ไหลเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย กระแสเดรน ( $I_D$ ) ที่ไหลเปลี่ยนแปลงนี้สามารถควบคุมได้โดยการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดัน  $V_{GG}$  ที่จ่ายให้

|                                                                                   |                                                      |  |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--|-----------------|
|  | ใบความรู้ที่ 4                                       |  | หน่วยที่ 4      |
|                                                                                   | วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 |  | สอนครั้งที่ 6-7 |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย เจเฟต                                      |  |                 |
| เรื่อง เจเฟต                                                                      |                                                      |  | เวลา 4 ชั่วโมง  |

#### 4.4 คุณสมบัติของเจเฟต

คุณสมบัติของเจเฟต เป็นกราฟแสดงคุณสมบัติการทำงานของเจเฟต เมื่อทำการจ่ายแรงดันไบแอสให้กับเจเฟตที่ระดับแตกต่างกัน แสดงดังรูปที่ 4.5 ทำให้มีกระแสไหลผ่านเจเฟตและแรงดันตกคร่อมเปลี่ยนแปลงในวงจร โดยกราฟคุณสมบัติของเจเฟต จะแสดงค่ากระแสเดรน ( $I_D$ ) และแรงดันตกคร่อมขาเดรน และขาซอร์ส คือ  $V_{DS}$  เมื่อทำการเปลี่ยนค่าแรงดันตกคร่อมที่ขาเกตเทียบกับขาซอร์ส หรือ  $V_{GS}$  จะทำให้มีกระแสเดรน ( $I_D$ ) ไหลเปลี่ยนแปลงไปด้วย

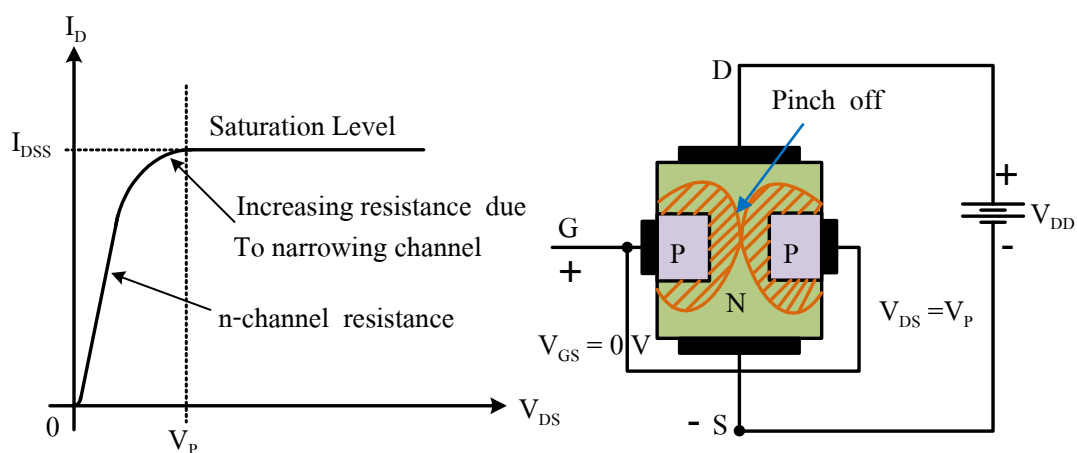


รูปที่ 4.5 แสดงการหาค่ากราฟคุณสมบัติของเจเฟตชนิด N-Channel  
ที่มา(พันธุศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์, มปป., หน้า 127)

จากรูปที่ 4.5 (ก) แสดงวงจรทดลองหาค่ากราฟคุณสมบัติของเจเฟตชนิด N-Channel และรูปที่ 4.5 (ข) แสดงกราฟคุณสมบัติจากการวัดค่ากระแสเดรน ( $I_D$ ) แรงดันตกคร่อม  $V_{DS}$  และแรงดัน  $V_{GS}$  กราฟคุณสมบัติของเจเฟตเกิดจากการกำหนดให้แรงดัน  $V_{GS}$  มีค่าคงที่ระดับหนึ่ง จากนั้นปรับแรงดันแหล่งจ่าย  $V_{DD}$  ให้ค่าแรงดันตกคร่อม  $V_{DS}$  เปลี่ยนระดับแรงดันจากน้อยไปหามากทำให้กระแสเดรน ( $I_D$ ) ไหลเปลี่ยนแปลงทำการวัดและบันทึกค่าแรงดัน  $V_{DS}$  และกระแสเดรน ( $I_D$ ) ไว้

|                                                                                   |                                                      |  |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--|-----------------|
|  | ใบความรู้ที่ 4                                       |  | หน่วยที่ 4      |
|                                                                                   | วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 |  | สอนครั้งที่ 6-7 |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย เจเฟต                                      |  |                 |
| เรื่อง เจเฟต                                                                      |                                                      |  | เวลา 4 ชั่วโมง  |

เมื่อเปลี่ยนค่าแรงดัน  $V_{GS}$  ไปอีกระดับหนึ่ง จะส่งผลในการเปลี่ยนแปลงระดับแรงดัน  $V_{DS}$  และกระแสเดรน ( $I_D$ ) จากนั้นนำค่าแรงดัน  $V_{DS}$  และกระแสเดรน ( $I_D$ ) ไปเขียนกราฟคุณสมบัติได้ดังรูปที่ 4.6 (ข) และเมื่อทำการปรับค่าแรงดัน  $V_{GS}$  ถึงค่าหนึ่งที่ทำให้เกิดสนามไฟฟ้าที่ช่อง (Channel) มีค่าความนำไฟฟ้าระหว่างขาเดรน กับขาซอร์ส ลดจนกระแสเดรน ( $I_D$ ) ไม่ไหลหรือกระแสเดรน ( $I_D$ ) เท่ากับศูนย์พอดีค่าแรงดันไบแอสกลับนี้เรียกว่า “Pinch Off Voltage” ( $V_P$ ) หรือ  $V_{GS(Off)}$  และถ้าให้แรงดันที่ขาเกต และขาซอร์ส ของเจเฟตมีค่าเป็น 0 โวลต์ ( $V_{GS} = 0\text{ V}$ ) จะมีกระแสไหลผ่านเจเฟตคงที่ค่าหนึ่งเรียกว่า กระแส  $I_{DSS}$  แสดงดังรูปที่ 4.7



(ก) การเขียนกราฟเมื่อ  $V_{GS} = 0\text{ V}$

(ข) สภาวะเมื่อ  $I_D$  มีค่าเท่ากับศูนย์พอดี

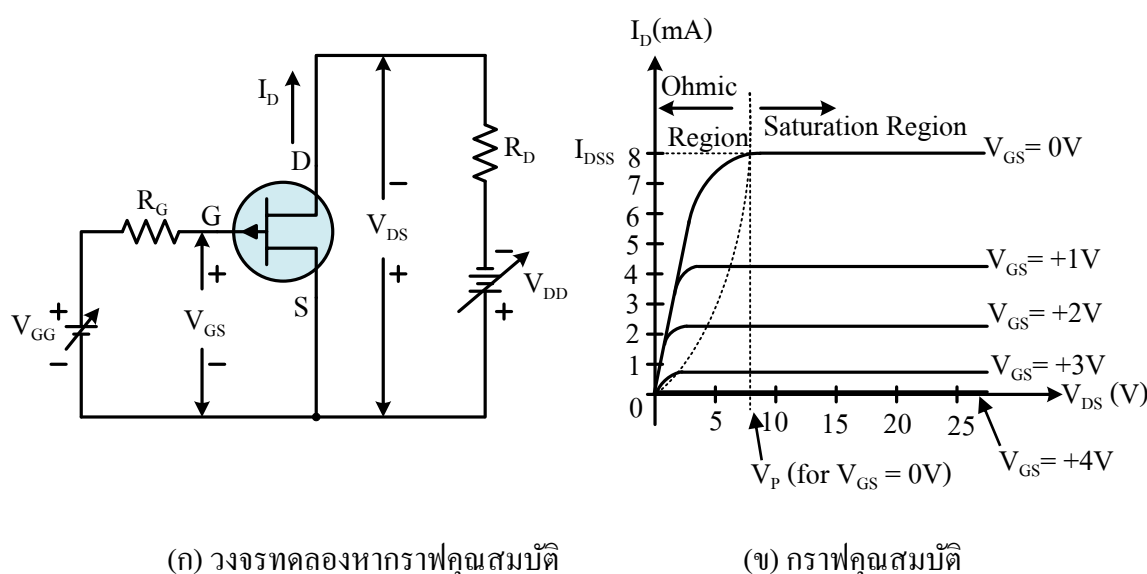
#### รูปที่ 4.7 แสดงสภาวะการทำงานของเจเฟต

ที่มา (Robert Boylested and Louis Nashelsky, 1992, หน้า 211)

จากรูปที่ 4.7 แสดงสภาวะการทำงานของเจเฟต โดยสามารถเขียนเป็นกราฟคุณสมบัติได้ เมื่อ  $V_{GS} = 0$  และการเกิดดีพลีชันริจินจนทำให้กระแส  $I_D$  ไม่ไหลหรือ Pinch Off ในส่วนกราฟคุณสมบัติของเจเฟตชนิด P-Channel จะมีลักษณะเหมือนกับเจเฟตชนิด N-Channel แต่จะมี

|                                                                                   |                                                      |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------|
|  | ใบความรู้ที่ 4                                       | หน่วยที่ 4      |
|                                                                                   | วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 | สอนครั้งที่ 6-7 |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย เจเฟต                                      |                 |
| เรื่อง เจเฟต                                                                      |                                                      | เวลา 4 ชั่วโมง  |

ความแตกต่างในส่วนขั้วแรงดันไบแอสที่ง่ายให้กับวงจรซึ่งวงจรการทดลอง และกราฟคุณสมบัติแสดงดังรูปที่ 4.8



**รูปที่ 4.8** แสดงการหากราฟคุณสมบัติของเจเฟตชนิด P-Channel  
ที่มา(พันธุศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์, มปป., หน้า 128 )

จากรูปที่ 4.8 แสดงวงจรทดลองหากราฟคุณสมบัติของเจเฟตชนิด P-Channel และกราฟคุณสมบัติจากการทดลองและการวัดค่าต่าง ๆ เช่นเดียวกับการทดลองเจเฟตชนิด N-Channel จากนั้นนำค่าแรงดัน  $V_{DS}$  และกระแส  $I_D$  ไปเขียนกราฟคุณสมบัติได้ดังรูปที่ 4.8 (ข) ค่ากระแส  $I_{DSS}$  ในกราฟคุณสมบัติคือค่ากระแสอิ่มตัว (Saturation Current) ที่ไหลผ่านระหว่างขาคอนและขาซอร์สเมื่อค่าแรงดัน  $V_{GS}$  มีค่าเท่ากับศูนย์โวลต์ ( $V_{GS} = 0 \text{ V}$ )

#### 4.5 การจัดวงจรไบแอสของเจเฟต

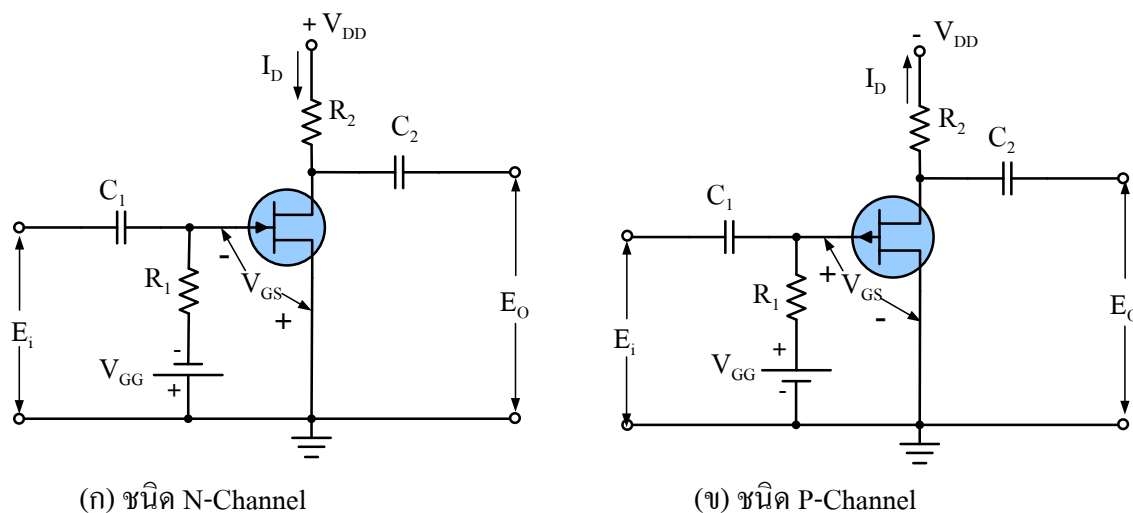
การจัดวงจรไบแอสให้เจเฟต เป็นการจัดวงจรจ่ายแรงดันไบแอสที่ถูกต้องให้เจเฟต เพื่อให้เจเฟตสามารถทำงานนำกระแสได้ ลักษณะและแบบวงจรไบแอสของเจเฟตแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดด้วยกันคือ

|                                                                                   |                                                      |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------|
|  | ใบความรู้ที่ 4                                       | หน่วยที่ 4      |
|                                                                                   | วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 | สอนครั้งที่ 6-7 |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย เจเฟต                                      |                 |
| เรื่อง เจเฟต                                                                      | เวลา 4 ชั่วโมง                                       |                 |

1. ไบแอสคงที่ (Fixed Bias)
2. ไบแอสตัวเอง (Self Bias)
3. ไบแอสแบบแบ่งแรงดัน (Voltage Divider Bias)

#### 4.5.1 วงจรไบแอสคงที่ของเจเฟต

วงจรไบแอสคงที่ของเจเฟตทั้งชนิด N-Channel และ P-Channel ต้องจัดแรงดันไบแอสให้เหมือนกัน คือต้องจ่ายแรงดันไบแอสตรงให้ขาซอร์ส จ่ายแรงดันไบแอสกลับให้ขาเดรน และขาเกตเทียบกับขาซอร์สตลอดเวลา เจเฟตจึงสามารถทำงานได้ การจัดวงจรไบแอสคงที่เบื้องต้นของเจเฟตแสดงดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 วงจรไบแอสคงที่แบบเบื้องต้นของเจเฟต

ที่มา(พันธ์ศักดิ์ พุฒิมนิตพงศ์, 2553, หน้า 122)

จากรูปที่ 4.9 แสดงวงจรไบแอสคงที่แบบเบื้องต้นของเจเฟต ทั้งชนิด N-Channel และชนิด P-Channel มีแรงดัน  $V_{GG}$  ค่าคงที่ที่จ่ายเป็นไบแอสกลับให้ขาเกตโดยผ่าน  $R_1$  ทำหน้าที่จำกัด

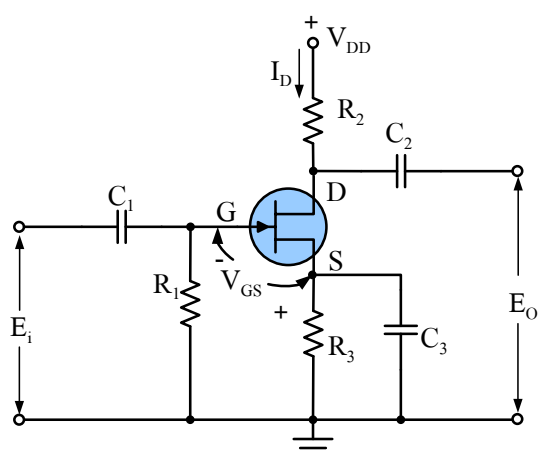


|                                                                                   |                                                      |  |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--|-----------------|
|  | ใบความรู้ที่ 4                                       |  | หน่วยที่ 4      |
|                                                                                   | วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 |  | สอนครั้งที่ 6-7 |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย เจเฟต                                      |  |                 |
| เรื่อง เจเฟต                                                                      |                                                      |  | เวลา 4 ชั่วโมง  |

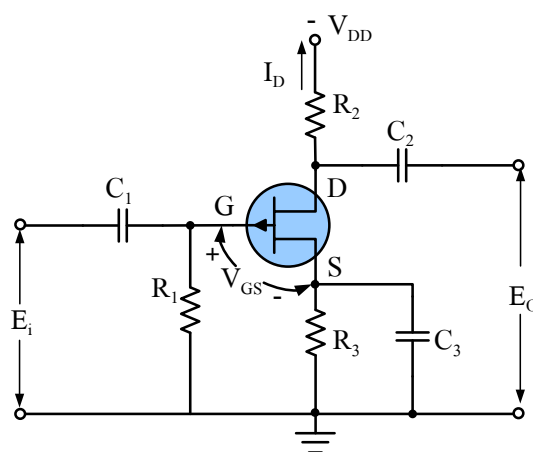
กระแสที่ไหลผ่านขาเกต ค่าแรงดัน  $V_{GS}$  ค่าคงที่เป็นตัวกำหนดให้มีกระแส  $I_D$  ไหลผ่านวงจรที่ค่าคงที่ค่าหนึ่งตลอดเวลา เมื่อมีสัญญาณไฟกระแสสลับป้อนเข้ามาที่อินพุตขาเกต สัญญาณไฟกระแสสลับนี้จะไปทำให้ระดับแรงดัน  $V_{GS}$  เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลง ส่งผลต่อกระแส  $I_D$  ไหลเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามไปด้วย เกิดศักย์ตกคร่อม  $R_2$  เป็นสัญญาณไฟกระแสสลับส่งออกเอาต์พุต การจ่ายไบแอสแบบคงที่นี้ไม่ค่อยเป็นที่นิยมใช้งานเพราะต้องมีแหล่งจ่ายแรงดันถึง 2 ชุดเกิดความไม่สะดวกต่อการจัดวงจรทำงาน

#### 4.5.2 วงจรไบแอสตัวเองของเจเฟต

วงจรไบแอสตัวเองของเจเฟตทั้งชนิด N-Channel และชนิด P-Channel ต้องจ่ายแรงดันไบแอสให้เหมือนกันคือต้องจ่ายแรงดันไบแอสตรงให้ขาซอร์ส จ่ายแรงดันไบแอสกลับให้ขาเดรน และขาเกตเทียบกับขาซอร์สตลอดเวลา สามารถจัดแหล่งจ่ายแรงดันไบแอสให้วงจรเพียงชุดเดียว โดยมีการวงจรแตกต่างจากแบบไบแอสตัวเอง ลักษณะวงจรไบแอสตัวเองแบบเบื่องต้นของเจเฟต แสดงดังรูปที่ 4.10



(ก) ชนิด N-Channel



(ข) ชนิด P-Channel

รูปที่ 4.10 วงจรไบแอสตัวเองแบบเบื่องต้นของเจเฟต

ที่มา(พันธ์ศักดิ์ พุดิมานิตพงศ์, 2553, หน้า 125)

|                                                                                   |                                                      |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------|
|  | ใบความรู้ที่ 4                                       | หน่วยที่ 4      |
|                                                                                   | วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 | สอนครั้งที่ 6-7 |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย เจเฟต                                      |                 |
| เรื่อง เจเฟต                                                                      |                                                      | เวลา 4 ชั่วโมง  |

จากรูปที่ 4.10 แสดงวงจรไบแอสตัวเองแบบเบื้องต้นของเจเฟต ทั้งชนิด N-Channel และชนิด P-Channel การจ่ายแรงดันไบแอสให้วงจรใช้แหล่งจ่ายแรงดัน  $V_{DD}$  เพียงชุดเดียว ใช้ตัวต้านทาน  $R_1$  มีค่าความต้านทานสูงต่อกับขาเกตและกราวด์ เพื่อกำหนดแรงดันไบแอสที่จ่ายให้ขาเกตมีค่าน้อยกว่าขาซอร์สเพราะมีกระแสไหลผ่าน  $R_1$  น้อยย่อมมีศักย์ตกคร่อมน้อย ส่วนขาซอร์สมีตัวต้านทาน  $R_3$  ต่อระหว่างขาซอร์สกับกราวด์มีค่าความต้านทานต่ำ ทำให้มีกระแสไหลผ่านมากเกิดศักย์ตกคร่อม  $R_3$  มาก เทียบศักย์ตกคร่อมระหว่างขาเกตกับขาซอร์สได้แรงดัน  $V_{GS}$  จ่ายให้ขาเกตเป็นไบแอสกลับ คือ แรงดัน  $V_{GS}$  ของเจเฟตชนิดเอ็นแชนแนลจ่ายให้ขาเกตเป็นลบ ส่วนแรงดัน  $V_{GS}$  ของเจเฟตชนิดพีแชนแนลจ่ายให้ขาเกตเป็นบวก มีค่าคงที่ค่าหนึ่งตลอดเวลา เกิดกระแส  $I_D$  ไหลผ่านขาเดรนและขาซอร์สคงที่ค่าหนึ่งตลอดเวลาเช่นกัน

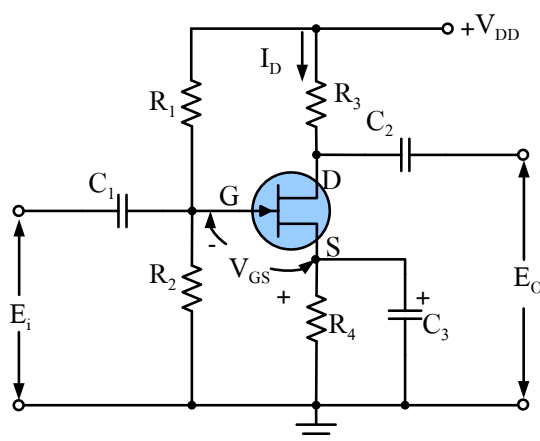
เมื่อมีสัญญาณไฟกระแสถัดป้อนเข้ามาที่อินพุตขาเกต ทำให้ระดับแรงดัน  $V_{GS}$  เปลี่ยนแปลงควบคุมให้กระแส  $I_D$  ไหลเปลี่ยนแปลง เกิดศักย์ตกคร่อม  $R_2$  เป็นสัญญาณออกเอาต์พุต ขณะที่กระแส  $I_D$  ไหลผ่านเจเฟตเปลี่ยนแปลง ทำให้ศักย์ตกคร่อม  $R_3$  เปลี่ยนแปลงตามไปด้วยจึงใส่ตัวเก็บประจุ  $C_3$  เพื่อกำจัดสัญญาณไฟสลับทิ้งไป เหลือเฉพาะระดับแรงดันไฟกระแสดรกกคร่อม  $R_3$  ช่วยทำให้อัตราการขยายสัญญาณของวงจรเพิ่มขึ้น เกิดความคงที่ในการขยายสัญญาณ

#### 4.5.3 วงจรไบแอสแบบแบ่งแรงดันของเจเฟต

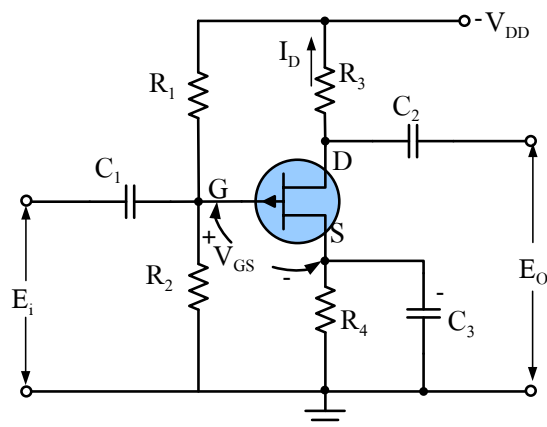
วงจรไบแอสแบบแบ่งแรงดันของเจเฟตทั้งชนิด N-Channel และชนิด P-Channel ต้องจ่ายแรงดันไบแอสให้เหมือนกัน ต้องจ่ายแรงดันไบแอสตรงให้ขาซอร์ส จ่ายแรงดันไบแอสกลับให้ขาเดรน และขาเกตเทียบกับขาซอร์สตลอดเวลา สามารถจัดแหล่งจ่ายแรงดันไบแอสให้วงจรเพียงชุดเดียว โดยมีการจัดวงจรแตกต่างไปจากวงจรไบแอสตัวเอง ทำให้วงจรมีการทำงานคงที่มากขึ้นและมีอัตราขยายสัญญาณในวงจรเพิ่มมากขึ้น การจัดวงจรไบแอสแบบแบ่งแรงดันเบื้องต้นของเจเฟต แสดงดังรูปที่ 4.11

จากรูปที่ 4.11 แสดงวงจรไบแอสแบบแบ่งแรงดันเบื้องต้นของเจเฟต ทั้งชนิด N-Channel และชนิด P-Channel มีตัวต้านทาน  $R_1$  และ  $R_2$  จัดเป็นวงจรแบ่งแรงดัน ตัวต้านทาน  $R_1$  ทำหน้าที่จ่ายแรงดันไบแอสกลับให้ขาเกต ส่วน  $R_2$  ทำหน้าที่จำกัดกระแสที่ไหลผ่านวงจร ทำให้เกิด

|                                                                                   |                                                      |  |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--|-----------------|
|  | ใบความรู้ที่ 4                                       |  | หน่วยที่ 4      |
|                                                                                   | วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 |  | สอนครั้งที่ 6-7 |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย เจเฟต                                      |  |                 |
| เรื่อง เจเฟต                                                                      |                                                      |  | เวลา 4 ชั่วโมง  |



(ก) ชนิด N-Channel



(ข) ชนิด P-Channel

รูปที่ 4.11 วงจรไบแอสแบบแบ่งแรงดันเบื้องต้นของเจเฟต

ที่มา(พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์, 2553, หน้า 127)

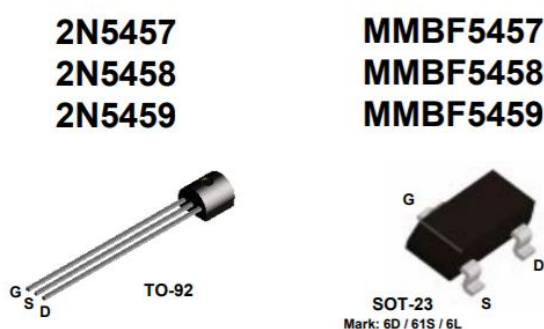
แรงดันตกคร่อมขาเกตเทียบกับกราวด์คือแรงดัน  $V_G$  เจเฟตชนิดเอ็นแชนแนลค่าแรงดัน  $V_G$  เป็นบวก เจเฟตชนิดพีแชนแนลค่าแรงดัน  $V_G$  เป็นลบ เมื่อเจเฟตนำกระแสมีกระแส  $I_D$  ไหลผ่าน  $R_4$  เกิดแรงดันตกคร่อม  $R_4$  เทียบกราวด์คือแรงดัน  $V_S$  ถ้าเป็นชนิดเอ็นแชนแนลแรงดัน  $V_S$  มีค่าเป็นบวก มีศักย์บวกสูงกว่าศักย์บวกของแรงดัน  $V_G$  เกิดเป็นแรงดัน  $V_{GS}$  ที่ขาเกตเป็นบวก ที่ขาซอร์สเป็นลบ แรงดัน  $V_{GS}$  ที่ได้จ่ายแรงดันเป็นไบแอสกลับให้ขาเกตของเจเฟต มีสัญญาณตกคร่อมตัวต้านทาน  $R_3$  เป็นสัญญาณส่งออกเอาต์พุต ส่วนตัวเก็บประจุ  $C_3$  ทำหน้าที่ควบคุมแรงดันที่ขาซอร์ส ( $V_S$ ) ให้คงที่ เพื่อควบคุมอัตราขยายสัญญาณของวงจรเจเฟตให้ทำงานคงที่

#### 4.6 การอ่านคู่มือและแปลความหมายของเจเฟต

เนื่องจากเจเฟตมีมากมายหลายเบอร์ในที่นี้ขอยกตัวอย่างเบอร์ 2N5457, 2N5458, 2N5459 ซึ่งรายละเอียดเบื้องต้นมีดังนี้

|                                                                                   |                                                      |  |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--|-----------------|
|  | ใบความรู้ที่ 4                                       |  | หน่วยที่ 4      |
|                                                                                   | วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 |  | สอนครั้งที่ 6-7 |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย เจเฟต                                      |  |                 |
| เรื่อง เจเฟต                                                                      |                                                      |  | เวลา 4 ชั่วโมง  |

ข้อมูลทั่วไปของเจเฟต คือ เจเฟตชนิด N-Channel ที่นำไปใช้ในวงจรขยายทั่วๆ ไป มีตัวถัง 2 แบบ คือ TO-92 และ SOT-23 ส่วนการวางตำแหน่งขา แสดงดังรูปที่ 4.9



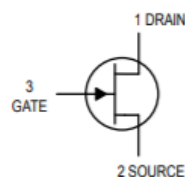
#### N-Channel General Purpose Amplifier

รูปที่ 4.12 ตัวถังและการจัดตำแหน่งขา

ที่มา(<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/50039/FAIRCHILD/2N5457>)

ตารางที่ 4.1 ค่าพิกัดสูงสุดของเจเฟต เบอร์ 2N5457

#### JFETs — General Purpose N-Channel — Depletion



#### MAXIMUM RATINGS

| Rating                                                                                 | Symbol    | Value       | Unit                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------|----------------------------|
| Drain-Source Voltage                                                                   | $V_{DS}$  | 25          | Vdc                        |
| Drain-Gate Voltage                                                                     | $V_{DG}$  | 25          | Vdc                        |
| Reverse Gate-Source Voltage                                                            | $V_{GSR}$ | -25         | Vdc                        |
| Gate Current                                                                           | $I_G$     | 10          | mAdc                       |
| Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$<br>Derate above $25^\circ\text{C}$ | $P_D$     | 310<br>2.82 | mW<br>mW/ $^\circ\text{C}$ |
| Junction Temperature Range                                                             | $T_J$     | 125         | $^\circ\text{C}$           |
| Storage Channel Temperature Range                                                      | $T_{stg}$ | -65 to +150 | $^\circ\text{C}$           |

**2N5457**

\*Motorola Preferred Device



CASE 29-04, STYLE 5  
TO-92 (TO-226AA)

ที่มา( <https://global.oup.com/us/companion.websites/fdscontent/uscompanion/us/pdf> )

|                                                                                   |                                                      |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------|
|  | ใบความรู้ที่ 4                                       | หน่วยที่ 4      |
|                                                                                   | วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 | สอนครั้งที่ 6-7 |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย เจเฟต                                      |                 |
| เรื่อง เจเฟต                                                                      |                                                      | เวลา 4 ชั่วโมง  |

จากตารางที่ 4.1 เป็นข้อมูลรายละเอียดของเจเฟตเบอร์ 2N5457 พบว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ เดรน – เกตสูงสุด ( $V_{DS}$ ) เท่ากับ 25 โวลต์ แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ เกต-ซอร์ส สูงสุด ( $V_{GS}$ ) เท่ากับ -25 โวลต์ กระแสไบแอสตรงที่เกตสูงสุด ( $I_{GF}$ ) เท่ากับ 10 มิลลิแอมป์ และ อุณหภูมิที่รอยต่อขณะใช้งาน อยู่ในช่วง -55 ถึง + 150 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.2 ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของเจเฟต เบอร์ 2N5457

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted)

| Characteristic                                                                                                                                     | Symbol        | Min  | Typ  | Max          | Unit             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------|------|--------------|------------------|
| <b>OFF CHARACTERISTICS</b>                                                                                                                         |               |      |      |              |                  |
| Gate–Source Breakdown Voltage<br>( $I_G = -10\ \mu\text{Adc}$ , $V_{DS} = 0$ )                                                                     | $V_{(BR)GSS}$ | -25  | —    | —            | Vdc              |
| Gate Reverse Current<br>( $V_{GS} = -15\ \text{Vdc}$ , $V_{DS} = 0$ )<br>( $V_{GS} = -15\ \text{Vdc}$ , $V_{DS} = 0$ , $T_A = 100^\circ\text{C}$ ) | $I_{GSS}$     | —    | —    | -1.0<br>-200 | nAdc             |
| Gate–Source Cutoff Voltage<br>( $V_{DS} = 15\ \text{Vdc}$ , $I_D = 10\ \text{nAdc}$ )                                                              | $V_{GS(off)}$ | -0.5 | —    | -6.0         | Vdc              |
| Gate–Source Voltage<br>( $V_{DS} = 15\ \text{Vdc}$ , $I_D = 100\ \mu\text{Adc}$ )                                                                  | $V_{GS}$      | —    | -2.5 | —            | Vdc              |
| <b>ON CHARACTERISTICS</b>                                                                                                                          |               |      |      |              |                  |
| Zero–Gate–Voltage Drain Current (1)<br>( $V_{DS} = 15\ \text{Vdc}$ , $V_{GS} = 0$ )                                                                | $I_{DSS}$     | 1.0  | 3.0  | 5.0          | mAdc             |
| <b>SMALL–SIGNAL CHARACTERISTICS</b>                                                                                                                |               |      |      |              |                  |
| Forward Transfer Admittance Common Source (1)<br>( $V_{DS} = 15\ \text{Vdc}$ , $V_{GS} = 0$ , $f = 1.0\ \text{kHz}$ )                              | $ y_{fs} $    | 1000 | —    | 5000         | $\mu\text{mhos}$ |
| Output Admittance Common Source (1)<br>( $V_{DS} = 15\ \text{Vdc}$ , $V_{GS} = 0$ , $f = 1.0\ \text{kHz}$ )                                        | $ y_{os} $    | —    | 10   | 50           | $\mu\text{mhos}$ |
| Input Capacitance<br>( $V_{DS} = 15\ \text{Vdc}$ , $V_{GS} = 0$ , $f = 1.0\ \text{MHz}$ )                                                          | $C_{iss}$     | —    | 4.5  | 7.0          | pF               |
| Reverse Transfer Capacitance<br>( $V_{DS} = 15\ \text{Vdc}$ , $V_{GS} = 0$ , $f = 1.0\ \text{MHz}$ )                                               | $C_{rss}$     | —    | 1.5  | 3.0          | pF               |

ที่มา ( <https://global.oup.com/us/companion.websites/fdscontent/uscompanion/us/pdf> )

จากตารางที่ 4.2 พบว่าค่าพิกัดกระแสไบแอสกลับที่เกต ( $I_{GSS}$ ) เท่ากับ -1 นาโนแอมป์ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสและเพิ่มขึ้น - 200 นาโนแอมป์ ทุกๆ 100 องศาเซลเซียส ค่าพิกัดแรงดัน เกต-ซอร์สคัตออฟ ( $V_{GS(off)}$ ) ผู้ผลิตจะบอก 2 ค่ามาให้คือ ค่าต่ำสุดคือ -0.5 โวลต์ และค่าสูงสุดคือ -6.0 โวลต์

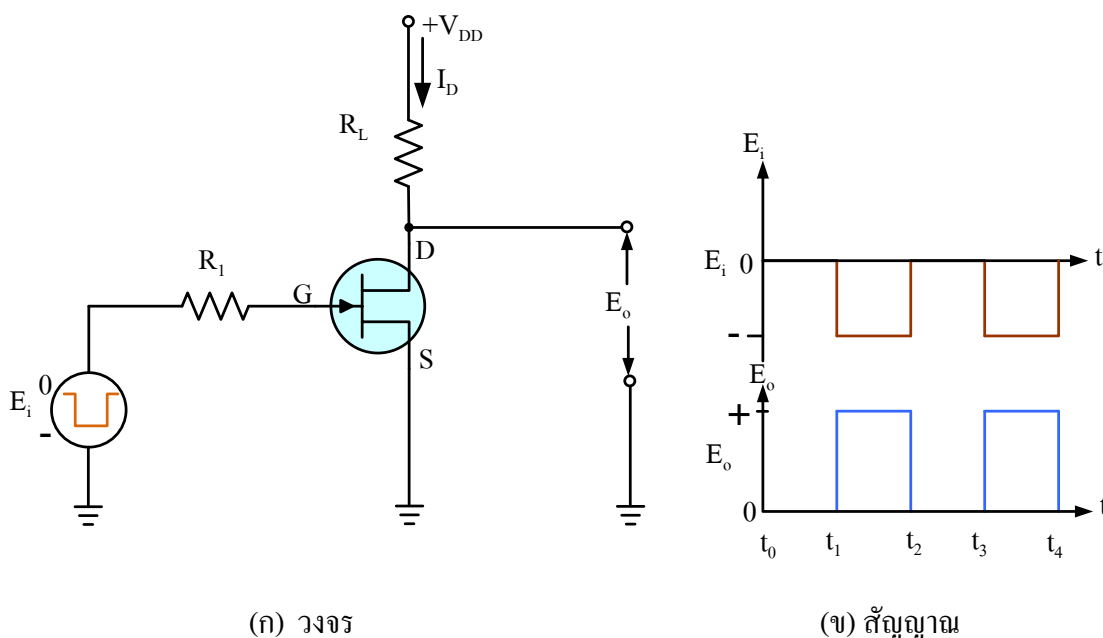
|                                                                                   |                                                      |  |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--|-----------------|
|  | ใบความรู้ที่ 4                                       |  | หน่วยที่ 4      |
|                                                                                   | วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 |  | สอนครั้งที่ 6-7 |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย เจเฟต                                      |  |                 |
| เรื่อง เจเฟต                                                                      |                                                      |  | เวลา 4 ชั่วโมง  |

ทรานส์คอนดักแตนซ์ (Transconductance :  $g_m$ ) คือความสามารถในการนำกระแสที่เอาต์พุต ค่า  $g_m$  หาได้จากการเปลี่ยนแปลงกระแสตรงต่อการเปลี่ยนแปลงของแรงดันเกต – ซอร์ส (Gate source voltage) มีหน่วยเป็น ซีเมนส์ (Semens : S) ค่าทรานส์คอนดักแตนซ์บางครั้งเรียกว่า ฟอว์เวด ทรานส์เฟอร์แอดมิตแตนซ์ (Forward Transfer Admittance :  $y_{fs}$ ) จากตารางที่ 4.2 เบอร์ 2N5457 อ่านค่าได้ต่ำสุด 1,000 ไมโครโมห์ ( $\mu\text{mhos}$ ) และค่าได้สูงสุด 5,000 ไมโครโมห์ ( $\mu\text{mhos}$ )

ค่าความจุ ( $C_{iss}$ ) ที่เกิดขึ้นที่เดรนกับซอร์ส เมื่อจัดวงจรเป็นคอมมอนซอร์ส คือ 4.5 พิโกฟารัด (Type) และ 7 พิโกฟารัด (Max) ซึ่งค่าเหล่านี้จะมีผลเมื่อนำเฟตไปใช้งานที่ความถี่สูงและในวงจรสวิตซ์

#### 4.7 การนำเจเฟตไปประยุกต์ใช้งาน

##### 4.7.1 วงจรเจเฟตสวิตซ์



รูปที่ 4.13 สวิตซ์เจเฟตชนิด N-Channel

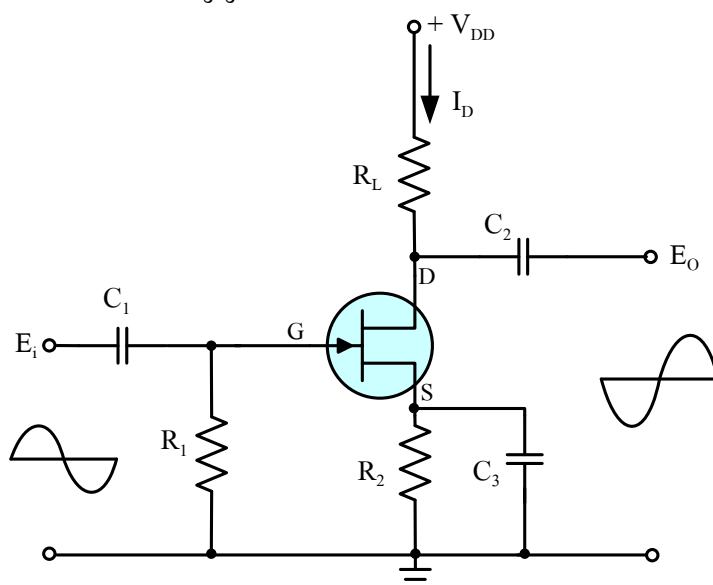
ที่มา(พันศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์, 2548, หน้า 83)

|                                                                                   |                                                      |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------|
|  | ใบความรู้ที่ 4                                       | หน่วยที่ 4      |
|                                                                                   | วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 | สอนครั้งที่ 6-7 |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย เจเฟต                                      |                 |
| เรื่อง เจเฟต                                                                      | เวลา 4 ชั่วโมง                                       |                 |

จากรูปที่ 4.13 การทำงานของวงจรเจเฟตสวิตช์อธิบายได้ดังนี้ ในช่วงเวลา  $t_0 - t_1$  ไม่มีสัญญาณพัลส์เข้ามาที่อินพุต  $E_i$  ทำให้ขา G ไม่มีไบแอสจ่ายให้ เจเฟตชนิด N-Channel นำกระแส  $I_D$  ไหลผ่านค่าสูง เจเฟตทำงานถึงจุดอิ่มตัวเป็นสวิตช์ในสถานะต่อวงจร (ON)

ในช่วงเวลา  $t_1 - t_2$  มีสัญญาณพัลส์ลบป้อนเข้ามาที่อินพุต  $E_i$  ทำให้ขา G ได้รับไบแอสกลับที่รอยต่อขา G กับขา S ( $V_{DS}$ ) รอยต่อเกิดค่าความต้านทานสูงต้านการไหลของกระแส  $I_D$  ไม่ให้ไหล เจเฟตทำงานที่จุดคัตออฟเป็นสวิตช์ในสถานะตัดวงจร (OFF) การทำงานของเจเฟตสวิตช์ ชนิด N-Channel วัดสัญญาณออกเอาต์พุต  $E_O$  ได้ตามรูปที่ 4.13 (ข)

#### 4.7.2 วงจรขยายสัญญาณเจเฟต



รูปที่ 4.14 วงจรขยายสัญญาณที่ใช้เจเฟตชนิด N-Channel  
ที่มา(พันศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์, 2553, หน้า 283)

จากรูปที่ 4.14 เป็นวงจรขยายสัญญาณที่ใช้เจเฟตชนิด N-Channel) จัดวงจรแบบคอมมอนซอร์ส สัญญาณอินพุตป้อนเข้าที่ขา G เทียบกับขา S เอาต์พุตออกที่ขา D เทียบกับขา S อินพุตอิมพีแดนซ์ ( $Z_i$ ) สูงมาก เอาต์พุตอิมพีแดนซ์ ( $Z_o$ ) มีค่าสูง แต่ต่ำกว่าอินพุตอิมพีแดนซ์ เฟส

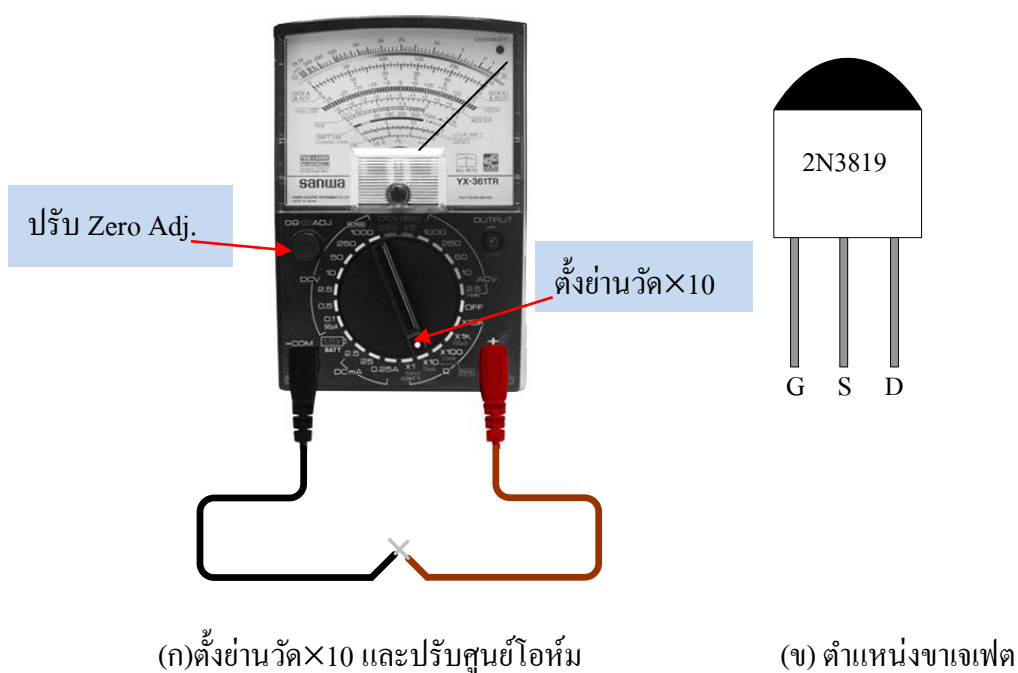
|                                                                                   |                                                      |  |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--|-----------------|
|  | ใบความรู้ที่ 4                                       |  | หน่วยที่ 4      |
|                                                                                   | วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 |  | สอนครั้งที่ 6-7 |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย เจเฟต                                      |  |                 |
| เรื่อง เจเฟต                                                                      |                                                      |  | เวลา 4 ชั่วโมง  |

ของสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตต่างกัน 180 องศา ใช้เป็นวงจรขยายสัญญาณทั่วไป ให้คุณภาพดี  
ด้านการขยายแรงดันและขยายกำลัง

#### 4.8 การวัดและทดสอบเจเฟตด้วยโอห์มมิเตอร์

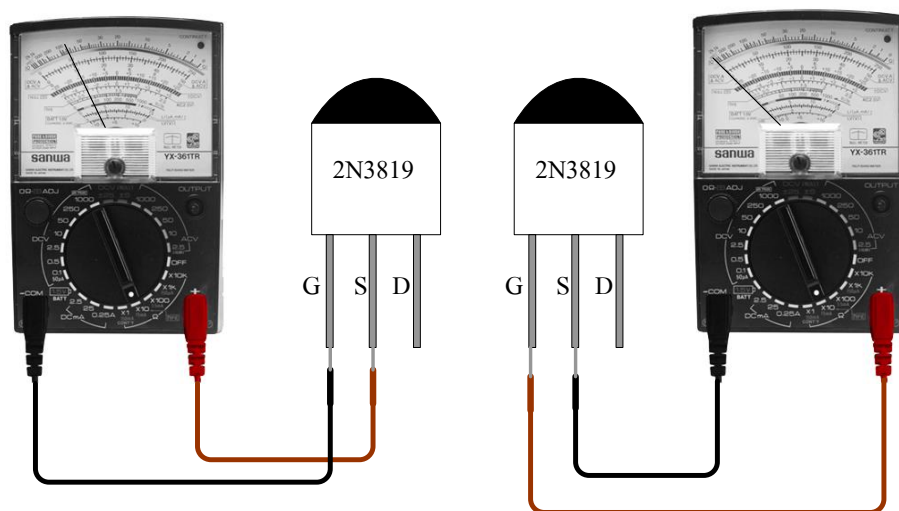
การตรวจสอบว่าเจเฟตดีหรือเสีย(กรณีทราบขาต่างๆของเจเฟต)

เมื่อทราบตำแหน่งขาของเจเฟต ให้ตั้งย่านวัดโอห์มมิเตอร์ไว้ที่  $\times 10$  จากนั้นทำการปรับศูนย์โอห์ม โดยนำปลายสายแตะกัน ปรับปุ่ม Zero Adj. ให้เข็มมิเตอร์ชี้ที่ศูนย์โอห์ม จากโครงสร้างของเจเฟตขา G กับขา S และขา G กับขา D เป็นรอยต่อพีเอ็นเหมือนไดโอด ดังนั้นถ้าทำการวัดค่าความต้านทานระหว่างขา G กับขา S หรือขา G กับขา D จะได้ค่าความต้านทานสูง และทำการสลับขั้วจะได้ค่าความต้านทานต่ำข้างหนึ่ง จากนั้นทำการวัดความต้านทานระหว่างขา D กับขา S สลับขั้วแล้วจะได้ค่าความต้านทานเท่ากัน แสดงว่าเจเฟตดี การวัดทดสอบเจเฟต มีขั้นตอนการวัดดังรูปที่ 4.15

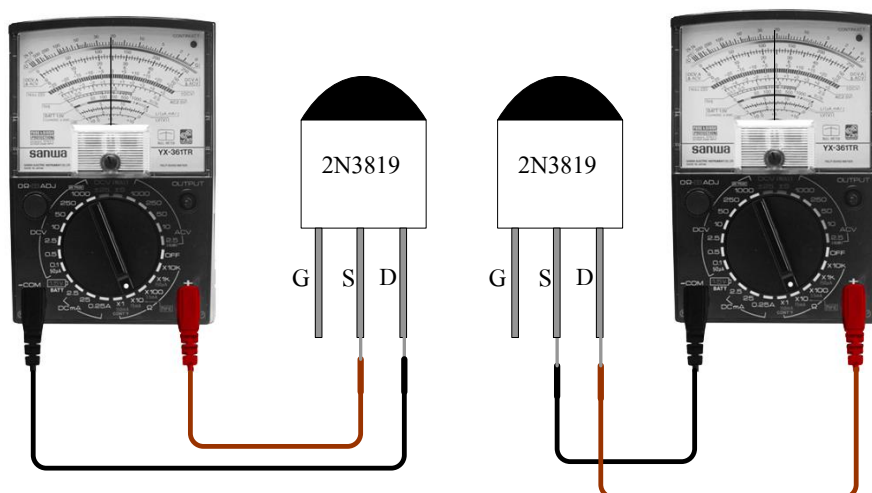




|                                                                                   |                                                      |  |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--|-----------------|
|  | ใบความรู้ที่ 4                                       |  | หน่วยที่ 4      |
|                                                                                   | วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 |  | สอนครั้งที่ 6-7 |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย เจเฟด                                      |  |                 |
| เรื่อง เจเฟด                                                                      |                                                      |  | เวลา 4 ชั่วโมง  |



(ค) วัดค่า G-S ได้ค่าความต้านทาน 750 โอห์มหนึ่งข้างสลับสายแล้ววัดจะไม่ขึ้นหนึ่งข้าง



(ง) วัดค่าความต้านทานคู่ขา D-S ได้ค่าความต้านทานเท่ากันทั้งสองครั้งคือ 210 โอห์ม

รูปที่ 4.15 การวัดและทดสอบเจเฟดด้วยโอห์มมิเตอร์

ที่มา(ทีมงานสมารถเรียนรู้,2553,หน้า 56)

|                                                                                   |                                                      |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------|
|  | ใบความรู้ที่ 4                                       | หน่วยที่ 4      |
|                                                                                   | วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 | สอนครั้งที่ 6-7 |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย เจเฟต                                      |                 |
| เรื่อง เจเฟต                                                                      |                                                      | เวลา 4 ชั่วโมง  |

จากรูปที่ 4.15 แสดงการวัดและทดสอบเจเฟตเบอร์ 2N3819 เป็นเจเฟตชนิด N-Channel สรุปผลการวัดได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การวัดและทดสอบเจเฟตเบอร์ 2N3819 ชนิด N-Channel ด้วยโอห์มมิเตอร์

| ขาที่ต่อสายวัดสีแดง(ไฟลบ) | ขาที่ต่อสายสีดำ(ไฟบวก) | ผลการวัดที่ได้จากมิเตอร์ |
|---------------------------|------------------------|--------------------------|
| ขา G                      | ขา S                   | เข็มไม่ขึ้น              |
| ขา S                      | ขา G                   | 750 โอห์ม                |
| ขา G                      | ขา D                   | เข็มไม่ขึ้น              |
| ขา D                      | ขา G                   | 750 โอห์ม                |
| ขา S                      | ขา D                   | 210 โอห์ม                |
| ขา D                      | ขา S                   | 210 โอห์ม                |

การตรวจสอบเจเฟต(กรณีไม่ทราบขา) มีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ให้ตั้งย่านวัดโอห์มมิเตอร์ไว้ที่  $\times 10$  จากนั้นทำการปรับศูนย์โอห์ม โดยนำปลายสายแตะกัน ปรับปุ่ม Zero Adj. ให้เข็มมิเตอร์ชี้ที่ศูนย์โอห์ม
2. วัดหาขา D กับ S โดยสลับสายวัดของมิเตอร์วัด 2 ครั้ง ขาของเจเฟตคู่ใดวัด 2 ครั้งแล้วได้ค่าความต้านทานเท่ากันแสดงว่าเป็นขา D กับ S ขาที่เหลือคือขา G

#### 4.9 สรุป

เจเฟต(JFET) เป็นเฟตแบบรอยต่อ มี 3 ขา คือขาซอร์ส (Source : S) ขาเดรน (Drain :D) และขาเกต (Gate : G) แบ่งตามลักษณะโครงสร้างได้ 2 ชนิดคือ เจเฟตชนิดเอ็นแชนแนล (N-Channel) และเจเฟตชนิดพีแชนแนล(P-Channel) สัญลักษณ์ของเจเฟตชนิด P-Channel ที่ขาเกต มีหัวลูกศรชี้ออกเพราะว่าสารกึ่งตัวนำที่ใช้ทำขาเกตว่าเป็นสารชนิดเอ็น ส่วนสัญลักษณ์เจเฟตชนิด N-Channel ที่ขาเกต มีหัวลูกศรชี้เข้าเพราะว่าสารกึ่งตัวนำที่ใช้ทำขาเกตว่าเป็นสารชนิดพี

|                                                                                   |                                                      |  |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--|-----------------|
|  | ใบความรู้ที่ 4                                       |  | หน่วยที่ 4      |
|                                                                                   | วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 |  | สอนครั้งที่ 6-7 |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย เจเฟต                                      |  |                 |
| เรื่อง เจเฟต                                                                      |                                                      |  | เวลา 4 ชั่วโมง  |

การจ่ายแรงดันไบแอสเจเฟตเบื้องต้น เจเฟตชนิด N-Channel และชนิด P-Channel ต้องจ่ายแรงดันไบแอสตรงให้ขาซอร์ส จ่ายแรงดันไบแอสกลับให้กับขาเดรนกับขาเกต เทียบกับขาซอร์ส

คุณลักษณะสมบัติของเจเฟต เป็นกราฟแสดงคุณสมบัติการทำงานของเจเฟต เมื่อทำการจ่ายแรงดันไบแอสให้กับเจเฟตที่ระดับแตกต่างกัน ทำให้มีกระแสไหลผ่านเจเฟตและแรงดันตกคร่อมเปลี่ยนแปลงในวงจร โดยกราฟคุณสมบัติของเจเฟต จะแสดงค่ากระแสเดรน ( $I_D$ ) และแรงดันตกคร่อมขาเดรน และขาซอร์ส คือ  $V_{DS}$

การจัดวงจรไบแอสเจเฟตแบ่งออกได้ 3 แบบคือ ไบแอสคงที่ (Fixed Bias) ไบแอสตัวเอง (Self Bias) และไบแอสแบบแบ่งแรงดัน (Voltage Divider Bias) ในการจัดวงจรไบแอสแบบแบ่งแรงดันจะมีเสถียรภาพและมีอัตราขยายสัญญาณที่ดี

เจเฟตมีให้เลือกใช้งานหลายเบอร์ และแต่ละเบอร์มีความแตกต่างกัน ดังนั้นในการนำเจเฟตไปใช้งานจำเป็นต้องรู้ข้อมูลรายละเอียดของเจเฟตเบอร์ต่างๆ เพื่อให้สามารถให้ใช้งานได้ อย่างถูกต้องเหมาะสม การศึกษาข้อมูลจากคู่มือของเจเฟตจะทำให้ทราบเกี่ยวกับค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ เดรน – เกต สูงสุด ( $V_{DS}$ ) ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ เกต – ซอร์ส สูงสุด ( $V_{GS}$ ) ค่ากระแสไบแอสตรงที่ เกต สูงสุด ( $I_{GF}$ ) ค่ากระแสไบแอสกลับที่ เกต ( $I_{GSS}$ ) และอุณหภูมิที่ร่อยต่อขณะใช้งาน เป็นต้น

เจเฟตมีคุณสมบัติที่ดีกว่าทรานซิสเตอร์หลายประการแต่สามารถนำไปใช้งานได้หลายหน้าที่เช่นเดียวกับทรานซิสเตอร์ โดยถูกนำไปใช้งานด้าน วงจรสวิตช์ วงจรขยายสัญญาณต่างๆ เพราะสามารถทำงานที่อุณหภูมิสูงได้ดี การขยายสัญญาณแบบหลายภาคได้ดี

|                                                                                   |                                                      |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------|
|  | ใบความรู้ที่ 4                                       | หน่วยที่ 4      |
|                                                                                   | วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 | สอนครั้งที่ 6-7 |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย เจเฟต                                      |                 |
| เรื่อง เจเฟต                                                                      |                                                      | เวลา 4 ชั่วโมง  |

การวัดและทดสอบเจเฟตในกรณีที่ทราบมาแล้วนั้นทำได้โดยใช้โอห์มมิเตอร์ตั้งย่าน  $\times 10$  วัดขา G กับขา S และขา G กับขา D อย่างละ 2 ครั้งโดยการสลับสายของมิเตอร์ จะได้ค่าความต้านทานสูงค่าหนึ่งและต่ำอีกค่าหนึ่งแสดงว่าเจเฟตดี ถ้าได้ตรงซ้ำแสดงว่าเจเฟตเสีย

## บรรณานุกรม

ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง. **ตรวจวัดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้วยมิเตอร์ SUNWA**. กรุงเทพมหานคร :  
ห้างหุ้นส่วนสามัญสมาร์ทเลิร์นนิ่ง, 2553.

ชาญวิทย์ หาญรินทร์. **วงจรอิเล็กทรอนิกส์**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ,  
2545.

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. **ทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1**. กรุงเทพมหานคร :  
สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, ม.ป.ป.

\_\_\_\_\_. **วงจรอิเล็กทรอนิกส์**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ,  
2545.

\_\_\_\_\_. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์  
ส่งเสริมวิชาการ, 2542.

\_\_\_\_\_. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์  
ส่งเสริมวิชาการ, 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 4 เรื่อง เจเฟต

คำชี้แจง 1. แบบฝึกหัดเป็นแบบถูกหรือผิดจำนวน 15 ข้อๆละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 15 คะแนน

2. เวลาที่ใช้ในการทำแบบฝึกหัด 15 นาที

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายถูก(✓) ลงในวงเล็บหน้าข้อที่ถูกและทำเครื่องหมายผิด(×) ลงในวงเล็บหน้าข้อที่ผิด

- ( ) 1. ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้ามีหลักการทำงานคล้ายหลอดสุญญากาศ
- ( ) 2. การทำงานของเฟตจะใช้แรงดันจำนวนน้อยในรูปของสนามไฟฟ้าไปควบคุมกระแส
- ( ) 3. เฟตมีคุณสมบัติดีกว่าทรานซิสเตอร์เพราะใช้ขบวนการผลิตแบบเดียวกับการผลิตไอซี
- ( ) 4. เจเฟตมี 2 ชนิดคือ ชนิด N แชนแนล กับชนิด P แชนแนล
- ( ) 5. แชนแนลของเจเฟตจะสังเกตจากสารกึ่งตัวนำที่ขา D และขา S
- ( ) 6. สัญลักษณ์ของเจเฟตชนิด N แชนแนลที่ขาเกตจะมีหัวลูกศรชี้ออก
- ( ) 7. การจ่ายแรงดันไบแอสเบื้องต้นระหว่างขาเกต(D)กับขาซอร์ส(S) ส่วนขาเกต(G)เปิดลอยไว้จะไม่มีกระแส  $I_D$  ไหลผ่านระหว่างขาเกต(D) กับขาซอร์ส(S)
- ( ) 8. กราฟคุณสมบัติของเจเฟตจะแสดงการทำงานของเจเฟตเมื่อจ่ายแรงดันไบแอสให้วงจรเจเฟตในระดับแตกต่างกัน
- ( ) 9. แรงดัน  $V_{GS}$  ควบคุมการทำงานของเจเฟตชนิด N แชนแนลมีค่าเป็นลบเสมอ
- ( ) 10. กราฟคุณสมบัติของเจเฟตจะบอกคุณสมบัติในรูปกราฟของกระแส(D) และแรงดันตกร่วมเกตและซอร์ส(  $V_{DS}$  )
- ( ) 11. วงจรไบแอสเจเฟตสามารถจัดได้ 4 แบบคล้ายกับทรานซิสเตอร์
- ( ) 12. วงจรไบแอสคงที่เป็นวงจรไบแอสที่นิยมใช้มากเพราะต่อง่าย
- ( ) 13. วงจรไบแอสแบ่งแรงดันเป็นวงจรไบแอสที่ดีที่สุด
- ( ) 14. การใช้งานเจเฟตควรศึกษาข้อมูลรายละเอียดจากคู่มือของผู้ผลิตก่อนเสมอเพื่อป้องกันความเสียหาย
- ( ) 15. การวัดและทดสอบเจเฟตด้วย โอห์มมิเตอร์ขาเกต(D) กับขาซอร์ส(S)จะวัดไม่ขึ้น

### เฉลยแบบฝึกหัดหน่วยที่ 4 เรื่อง เจเฟต

- คำชี้แจง** 1. แบบฝึกหัดเป็นแบบถูกหรือผิดจำนวน 15 ข้อๆละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 15 คะแนน
2. เวลาที่ใช้ในการทำแบบฝึกหัด 15 นาที
- คำสั่ง** จงทำเครื่องหมายถูก(✓) ลงในวงเล็บหน้าข้อที่ถูกและทำเครื่องหมายผิด(×) ลงในวงเล็บหน้าข้อที่ผิด
- (✓) 1. ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้ามีหลักการทำงานคล้ายหลอดสุญญากาศ
  - (✓) 2. การทำงานของเฟตจะใช้แรงดันจำนวนน้อยในรูปของสนามไฟฟ้าไปควบคุมกระแส
  - (✓) 3. เฟตมีคุณสมบัติดีกว่าทรานซิสเตอร์เพราะใช้ขบวนการผลิตแบบเดียวกับการผลิตไอซี
  - (✓) 4. เจเฟตมี 2 ชนิดคือ ชนิด N แชนแนล กับชนิด P แชนแนล
  - (✓) 5. แชนแนลของเจเฟตจะสังเกตจากสารกึ่งตัวนำที่ขา D และขา S
  - (×) 6. สัญลักษณ์ของเจเฟตชนิด N แชนแนลที่ขาเกตจะมีหัวลูกศรชี้ออก
  - (×) 7. การจ่ายแรงดันไบแอสเบื้องต้นระหว่างขาเกต (D) กับขาซอร์ส(S) ส่วนขาเกต(G)เปิดลอยไว้จะไม่มีกระแส  $I_D$  ไหลผ่านระหว่างขาเกต(D) กับขาซอร์ส(S)
  - (✓) 8. กราฟคุณสมบัติของเจเฟตจะแสดงการทำงานของเจเฟตเมื่อจ่ายแรงดันไบแอสให้วงจรเจเฟตในระดับแตกต่างกัน
  - (✓) 9. แรงดัน  $V_{GS}$  ควบคุมการทำงานของเจเฟตชนิด N แชนแนลมีค่าเป็นลบเสมอ
  - (✓) 10. กราฟคุณสมบัติของเจเฟตจะบอกคุณสมบัติในรูปกราฟของกระแส (  $I_D$  ) และแรงดันตกคร่อมเกตและซอร์ส (  $V_{DS}$  )
  - (×) 11. วงจรไบแอสเจเฟตสามารถจัดได้ 4 แบบคล้ายกับทรานซิสเตอร์
  - (×) 12. วงจรไบแอสคงที่เป็นวงจรไบแอสที่นิยมใช้มากเพราะต่อง่าย
  - (✓) 13. วงจรไบแอสแบ่งแรงดันเป็นวงจรไบแอสที่ดีที่สุด
  - (✓) 14. การใช้งานเจเฟตควรศึกษาข้อมูลรายละเอียดจากคู่มือของผู้ผลิตก่อนเสมอเพื่อป้องกันความเสียหาย
  - (✓) 15. การวัดและทดสอบเจเฟตด้วยโอห์มมิเตอร์ขาเกต(D) กับขาซอร์ส(S)จะวัดไม่ขึ้น

### แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 4 เรื่อง เจเฟต

วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

รหัสวิชา 2105 – 2005

ข้อสอบจำนวน 15 ข้อ ( 15 คะแนน )

เวลา 15 นาที

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมาย ( X ) ลงในกระดาษคำตอบ

1. เจเฟตมีกี่ชนิด

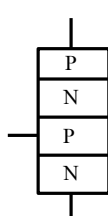
ก. 3 ชนิด

ข. 5 ชนิด

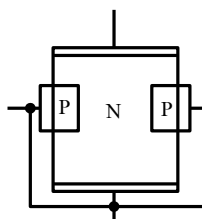
ค. 4 ชนิด

ง. 2 ชนิด

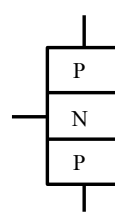
2. ข้อใดคือโครงสร้างของเจเฟต



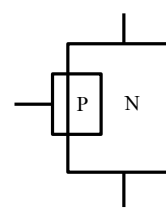
ก.



ข.

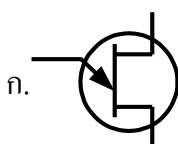


ค.

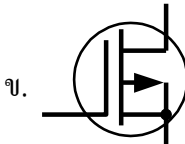


ง.

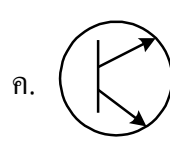
3. ข้อใดคือสัญลักษณ์ของเจเฟต



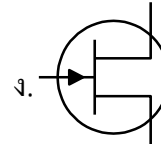
ก.



ข.



ค.



ง.

4. เจเฟตชนิดพีหรือชนิดเอ็นแซนแนลสังเกตได้จากสารกึ่งตัวนำที่ใช้ผลิตเจเฟตได้อย่างไร

ก. ขาซอร์สและขาเดรน

ข. ขาซอร์ส

ค. ขาเดรน

ง. ขาเกต

5. กราฟแต่ละเส้นบนกราฟคุณสมบัติของเจเฟตถูกกำหนดค่าตามข้อใด

ก.  $V_{DS}$

ข.  $V_{GS}$

ค.  $I_D$

ง.  $I_G$

6. ข้อใดกล่าวถึงลักษณะของเจเฟตได้ถูกต้อง

ก. เป็นโครงสร้างที่บอกลักษณะของขาอุปกรณ์

ข. เป็นโครงสร้างของเจเฟตที่แสดงคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำที่นำมาสร้าง  
อุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์

ค. เป็นกราฟแสดงคุณสมบัติการทำงานของเจเฟต เมื่อทำการจ่ายแรงดันไบอัสที่ระดับ  
แตกต่างกัน

ง. เป็นข้อมูลของเจเฟตที่แสดงว่าเจเฟตใช้งานเป็นสวิตช์ได้



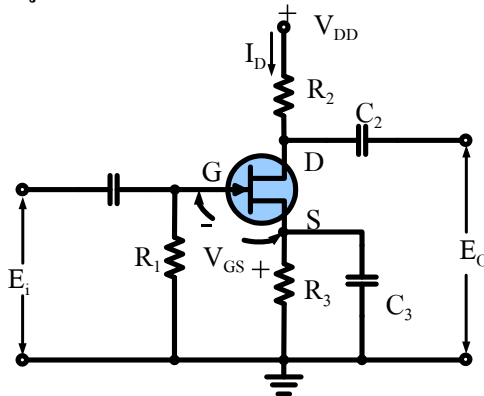
7. การจ่ายไบแอสเบื้องต้นให้เจฟต์ต้องจ่ายไบแอสตามข้อใดจึงจะถูกต้อง

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

8. การจัดวงจรไบแอสคงที่ ตรงกับข้อใด

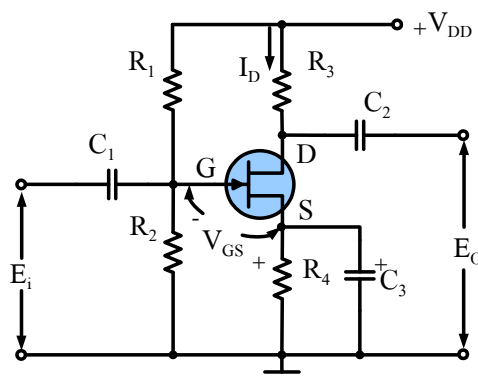
- ก. จัดแรงดันไบแอสให้ขาเกตและซอร์สคงที่
- ข. จัดแรงดันไบแอสให้ทั้งวงจรคงที่
- ค. จัดให้เกิดกระแสเดรนไหลในวงจรคงที่
- ง. จัดแรงดันไบแอสให้ขาเดรนและซอร์สคงที่

9. จากรูปเป็นการจัดวงจรไบแอสแบบใด



- ก. วงจรไบแอสคงที่
- ข. วงจรไบแอสแบบแบ่งแรงดัน
- ค. วงจรไบแอสตัวเอง
- ง. วงจรไบแอสแบบผสม

10. จากรูปเป็นการจัดวงจรไบแอสแบบใด



- ก. วงจรไบแอสแบบผสม
- ข. วงจรไบแอสคงที่
- ค. วงจรไบแอสตัวเอง
- ง. วงจรไบแอสแบบแบ่งแรงดัน

11. จากข้อมูลผู้ผลิตเจฟต์เบอร์ 2N5457 ระบุว่า  $V_{DG}$  เท่ากับ 25 V หมายถึงอะไร

- ก. แรงดันไฟสูงสุดที่เกิด - ซอร์สสูงสุดเท่ากับ 25 V
- ข. แรงดันไฟสูงสุดที่เกิดเท่ากับ 25 V
- ค. แรงดันไฟสูงสุดที่เดรน - เกตสูงสุดเท่ากับ 25 V
- ง. แรงดันไฟสูงสุดที่เดรนเท่ากับ 25 V

12. การนำเจฟต์ไปใช้งานเป็นสวิตช์จะต้องจัดไบอัสอยู่ในย่านใดของกราฟคุณลักษณะสมบัติของเจฟต์
  - ก. ย่านแอททิฟ
  - ข. ย่านอิ่มตัวและย่านคัตออฟ
  - ค. ย่านคัตออฟ
  - ง. ย่านอิ่มตัว
13. การนำเจฟต์ไปใช้งานเป็นวงจรขยายสัญญาณจะต้องจัดไบอัสอยู่ในย่านใดของกราฟคุณลักษณะสมบัติของเจฟต์
  - ก. ย่านคัตออฟ
  - ข. ย่านอิ่มตัว
  - ค. ย่านแอททิฟ
  - ง. ย่านอิ่มตัวและย่านคัตออฟ
14. การวัดทดสอบหา  $\beta$  ของเจฟต์ด้วยโอห์มมิเตอร์โดยใช้ย่านวัด  $\times 10$  เมื่อทำการวัดระหว่างขา D กับขา S ถ้าเจฟต์ดีผลจะเป็นอย่างไร
  - ก. ความต้านทานต่ำเท่ากันทั้งสองข้างเมื่อสลับสายวัด
  - ข. ความต้านทานสูงข้างหนึ่ง เมื่อสลับสายวัดแล้วความต้านทานต่ำ
  - ค. ความต้านทานสูงมากอ่านค่าไม่ได้ทั้งสองข้างถึงแม้จะสลับสายแล้วก็ตาม
  - ง. ความต้านทานน้อย ๆ ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป แต่จะสูงขึ้นเมื่อวัดในครั้งแรก
15. การวัดทดสอบหา  $\beta$  ของเจฟต์ด้วยโอห์มมิเตอร์โดยใช้ย่านวัด  $\times 10$  เมื่อทำการวัดระหว่างขา G กับขา S ถ้าเจฟต์ดีผลจะเป็นอย่างไร
  - ก. ได้ค่าความต้านทานต่ำทั้งสองข้างเมื่อสลับสายวัดประมาณ  $210\Omega$
  - ข. ค่าความต้านทานสูงมากอ่านค่าไม่ได้ทั้งสองข้างถึงแม้จะสลับสายวัดแล้วก็ตาม
  - ค. ค่าความต้านทานน้อย ๆ ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป แต่จะสูงเมื่อวัดในครั้งแรก
  - ง. ได้ค่าความต้านทาน  $750\Omega$  ข้างหนึ่งเมื่อสลับสายวัดแล้ว เข็มไม่ดีขึ้นค่าความต้านทานสูงมาก

|                                                                                   |                                                      |  |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--|-----------------|
|  | เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน                                |  | หน่วยที่ 4      |
|                                                                                   | วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 |  | สอนครั้งที่ 6-7 |
|                                                                                   | ชื่อหน่วย เจเฟต                                      |  |                 |
| เรื่อง เจเฟต                                                                      |                                                      |  | เวลา 4 ชั่วโมง  |

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

แบบเก็บคะแนนทดสอบก่อนเรียน และทดสอบหลังเรียน

หน่วยที่ 4 เรื่อง เจฟต์

| 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    |             |          |           |