เฉลยแบบฝึกหัด

วงจรอิเล็กทรอนิกส์

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 1

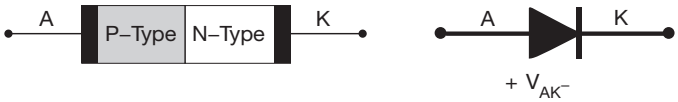
เรื่อง ไดโอดกำลัง (Power Diode)

ตอนที่ 1

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ตอบ	ก	ก	ข	ค	ข	ค	ข	ง	ง	ข

ตอนที่ 2 แนวทางในการตอบคำถาม

1. *ตอบ*



2. *ตอบ* เมื่อได้รับการไบแอสตรงและมีแรงดันตกคร่อมประมาณ 1 – 2 โวลต์

3. *ตอบ* จุด Knee Point คือจุดที่ไดโอดเริ่มนำกระแสจนถึงมีแรงดันตกคร่อม V_T หรือ V_D

4. *ตอบ* เมื่ออุณหภูมิ +150 องศาเซลเซียส และ –150 องศาเซลเซียส แรงดันตกคร่อมต่างกันดังนี้ ที่ +150 องศาเซลเซียส แรงดันตกคร่อมต่ำกว่า –150 องศาเซลเซียส

5. *ตอบ* Fast Recovery Diode มีข้อดีต่างจากไดโอดชนิดอื่นคือสามารถกลับสภาวะจาก On เป็น Off ได้เร็วกว่าประมาณ 0.1 – 5 ไมโครวินาที

6. *ตอบ* ไดโอดกำลังแบบชอตต์กี้ (Schottky)

7. *ตอบ* การตรวจวัดไดโอด โดยปกติจะใช้โอห์มมิเตอร์ ทั้งมิเตอร์แบบเข็ม (Analog Meter) และมิเตอร์แบบดิจิตอล (Digital Meter) ถ้าหากเป็นไดโอดกำลังการวัดจะนำหลักการไบแอสตรง ไดโอดนำกระแสมีค่าความต้านทานระหว่าง 1 – 200 โอห์ม และการไบแอสกลับไดโอดจะไม่นำกระแสมีค่าความต้านทานระหว่าง 0.5 – 300 เมกะโอห์ม เป็นการวัดด้วยโอห์มมิเตอร์แบบเข็ม หากวัดแล้วขึ้นทั้งคู่แสดงว่าไดโอดลัดวงจร และหากวัดแล้วไม่ขึ้นทั้งคู่เลยแสดงว่าไดโอดขาด

8. *ตอบ* การวิเคราะห์ไดโอดสามารถวิเคราะห์ได้ เมื่อไดโอดได้รับไบแอสตรง โดยอาศัยทฤษฎีกฎการแบ่งแรงดัน ให้กำหนดว่าขณะที่ไดโอดนำกระแสจะมีแรงดันตกคร่อม ประมาณ 0.7 โวลต์

9. *ตอบ* กำหนดการวิเคราะห์ด้วย DC Sweep กำหนดการปรับระดับแรงดัน (Increment) จาก –120 – 10 โวลต์ กราฟจะแสดงค่าแกน X ตั้งแต่ไบแอสกลับจนถึงไบแอสตรง

10. *ตอบ* จุดการทำงานของไดโอดที่ผู้ออกแบบกำหนดเอง โดยกำหนดกระแสด้วย R_L จะมีความสัมพันธ์กับ V_D และ I_F และสามารถกำหนดได้จากเส้นโหลด

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 2

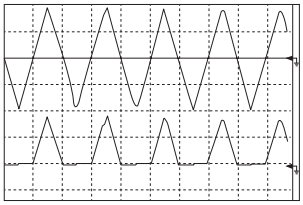
เรื่อง วงจรเรียงกระแส (Rectifier Circuit)

ตอนที่ 1

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ตอบ	ก	ข	ค	ข	ค	ค	ค	ง	ง	ค

ตอนที่ 2 แนวทางในการตอบคำถาม

1. *ตอบ* สัญญาณที่ผ่านวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นจะมีเพียงซีกบวกดังรูป

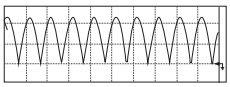


2. *ตอบ* คำนวณหา $V_{p(Sec)} = \frac{5 \times 110\sqrt{2}}{200} V_P = 3.88\ V_P$ ดังนั้น $V_{DC} = 3.88 \times 0.636 = 2.47$ โวลต์

3. *ตอบ* หม้อแปลงที่มีแทปกลาง สัญลักษณ์อักษรที่เขียนไว้ เช่น 6-0-6, 9-0-9 หรือ 12-0-12 แรงดันด้านเอาต์พุตจะมีความต่างเฟสกัน 180 องศา

4. *ตอบ* วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นมี 2 วงจรคือ แบบบริดจ์และแบบหม้อแปลงมีแทป

5. *ตอบ* PIV หรือแรงดันไบแอสกลับขณะที่ไดโอดไม่นำกระแส หากแรงดันที่มาจากหม้อแปลงมีค่าสูงไดโอดต้องมีค่า PIV มากกว่าแรงดันอินพุต ไดโอดจะปลอดภัย

6. *ตอบ* สัญญาณเอาต์พุต  และ V_{DC} = 24 V × 0.636 = 15.26 โวลต์

7. *ตอบ* การวิเคราะห์แบบทรานเชียนต์ (Transient) เป็นการวิเคราะห์ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับหรือเกี่ยวข้องกับรูปคลื่นใดๆ

8. *ตอบ* แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง V_{DC} หรือแรงดันเฉลี่ย V_{AV} โปรแกรม PSpice สามารถนำแรงดันที่ผ่านการเรียงกระแสด้วยไดโอดแล้ว RUN โปรแกรม Trace/Add Trace คลิกค่า V_{out} เข้าวงเล็บสมการคณิตศาสตร์ VAG (V_{out}) จะได้แรงดันเฉลี่ย

9. *ตอบ* สัญลักษณ์ของการกำหนดการแสดงสัญญาณที่ต้องการวัดเป็นลักษณะของแรงดันตกคร่อมเฉพาะอุปกรณ์นั้นๆ

10. *ตอบ* ไดโอดแบบฟื้นกลับตัวเร็วไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในวงจรเรียงกระแส เนื่องจากแรงดัน PIV และแรงดันขณะไบแอสตรงมีค่าต่ำ แต่นิยมใช้เป็น Free Weel Diode หรือ Protect Diode

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 3

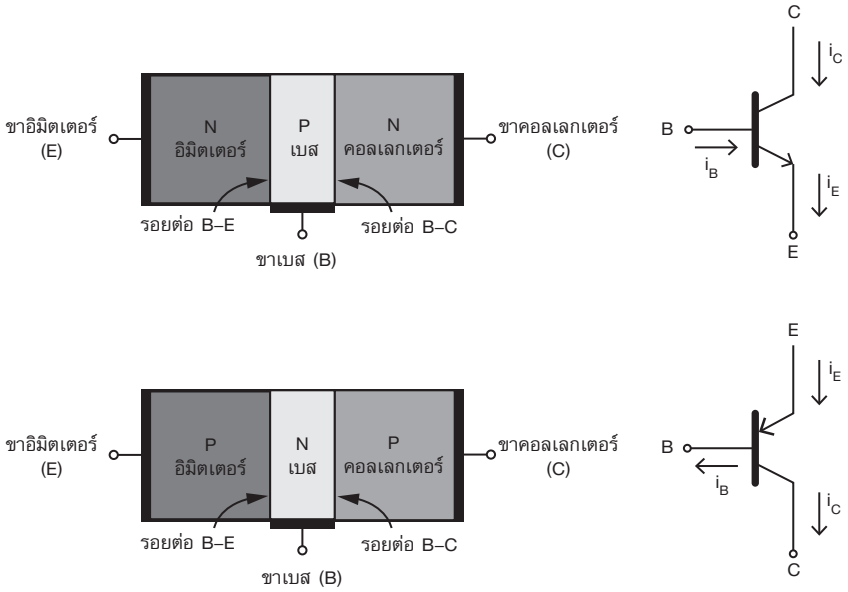
เรื่อง ทรานซิสเตอร์กำลัง (Power Transistor)

ตอนที่ 1

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ตอบ	ค	ง	ค	ข	ง	ค	ค	ก	ก	ค

ตอนที่ 2 แนวทางในการตอบคำถาม

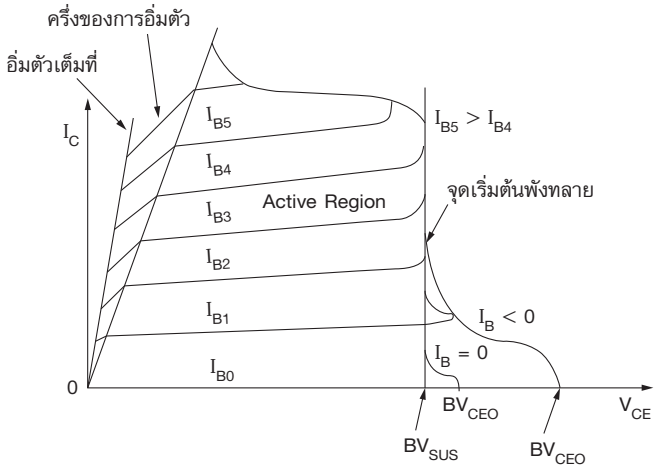
1. *ตอบ*



2. *ตอบ* ทรานซิสเตอร์กำลังจะมีพิกัดแรงดันและพิกัดกระแสสูง เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่มีรอยต่อ PN จำนวน 2 รอยต่อ มี 3 ชั้นคือ PNP และ NPN ทรานซิสเตอร์กำลังมี 4 ชนิดที่นิยมใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์คือ ทรานซิสเตอร์กำลังแบบบีเจที (Power BJTs) มอสเฟตกำลัง (Power MOSFET) ทรานซิสเตอร์กำลังแบบดาร์ลิงตัน (Power MIDs) และไอจีบีที (IGBTs)

3. *ตอบ* ทรานซิสเตอร์กำลังแบบดาร์ลิงตัน (Monolithic Darlington; MD) เป็นอุปกรณ์สวิตช์ในตัวถังเดียวกันที่มีการต่อทรานซิสเตอร์แบบบีเจที 2 ตัว ต่อกันแบบดาร์ลิงตัน เพื่อให้อัตราการขยายกระแสมีค่าสูง โดยมีสมการอัตราขยายดังนี้ $\beta_T = \beta_1 \times \beta_2$

4. *ตอบ*



5. *ตอบ* อัตราขยายไฟตรง β_{DC} ขณะที่ทรานซิสเตอร์นำกระแสจะมีแรงดันตกคร่อมขา B และขา E ประมาณ 0.7 โวลต์ แรงดันตกคร่อมขา C และขา E ถ้าทำงานในจุดอิ่มตัวจะประมาณ 0.3 โวลต์ ถ้าทำงานในจุด Q–Point อื่นๆ ก็กำหนดตามกราฟ ส่วนแรงดันขา C และขา B มีค่าต่ำมากจึงไม่นำมาวิเคราะห์

6. *ตอบ* อัตราขยาย β_{DC} กระแสคอลเลกเตอร์สูงสุด (I_C) กระแสเบส (I_B) และแรงดันเบรกโอเวอร์ขา C ขา E

7. *ตอบ* เวลาในการสวิตช์ (Switching Time) จะขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของอุปกรณ์และสภาวะการทำงานของวงจรภายนอก เช่น โหลด เป็นความต้านทานหรือตัวเหนี่ยวนำ ช่วงเวลาขณะนำกระแส (Turn–on Time) จะมีค่าน้อย หากให้กระแส I_B เริ่มต้นมีค่าสูง และช่วงเวลาขณะหยุดนำกระแส (Turn–off Time) จะมีค่าลดลง หากกระแส I_B เริ่มต้นมีค่าเป็นลบ หรือให้จุดทำงานของทรานซิสเตอร์ อยู่ในย่านเกือบอิ่มตัว แต่จะเกิดการสูญเสียขณะนำกระแสสูง

8. *ตอบ* การพังทลายปฐมภูมิ (Primary Breakdown Region) เนื่องจากการพังทลายของรอยต่อ C – B และมีกระแสไหลจำนวนมาก เป็นผลให้เกิดความร้อนจนเสียหาย ควรหลีกเลี่ยงการใช้งาน

9. *ตอบ* ย่านพื้นที่ทำงานปลอดภัย (Safe Operating Area; SOA) ของทรานซิสเตอร์ เป็นพื้นที่ค่าสูงสุดของแรงดันกับกระแส แสดงเป็นกราฟ V – I ซึ่งแสดงจุดทำงานปลอดภัย สำหรับทรานซิสเตอร์โดย SOA แบ่งเป็นพื้นที่ทำงานปลอดภัย เมื่อไบแอสตรง (FBSOA) เมื่อกระแส I_B มากกว่าศูนย์ ใช้พิจารณาช่วงเวลาขณะเริ่มนำกระแส สภาวะนำกระแสและหยุดนำกระแส และพื้นที่ทำงานปลอดภัยเมื่อไบแอสกลับ (RBSOA) เมื่อกระแส I_B น้อยกว่าศูนย์ ใช้พิจารณาช่วงเวลาขณะหยุดนำกระแสและสภาวะหยุดนำกระแสโดยที่คำว่าไบแอสในที่นี้หมายถึง การไบแอสรอยต่อ B – E

10. *ตอบ* มีความถี่ในการสวิตช์ไม่เกิน 100 กิโลเฮิรตซ์ เวลาไม่เกิน 10 ไมโครวินาที (μs)

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 4

เรื่อง การไบแอสทรานซิสเตอร์ (Transistor Biasing)

ตอนที่ 1

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ตอบ	ก	ข	ค	ก	ง	ค	ข	ข	ค	ค

ตอนที่ 2 แนวทางในการตอบคำถาม

1. *ตอบ* ทรานซิสเตอร์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างจากสารกึ่งตัวนำ ประเภท 2 รอยต่อ ควบคุมการทำงานด้วยกระแส (I_B) ทำให้เกิดกระแสเอาต์พุต (I_C) โดยมีอัตราขยายกระแส β ที่ได้จากโรงงานที่ผลิตทรานซิสเตอร์ การทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานต้องกำหนดการไบแอสให้ถูกต้อง จึงจะไม่ทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน

2. *ตอบ* ค่าเบต้าไฟฟ้ากระแสตรง (β) คืออัตราขยายไฟฟ้ากระแสตรงของทรานซิสเตอร์ที่เกิดขึ้นจากกระแสคอลเลกเตอร์ (I_C) กับกระแสเบส (I_B) เขียนสมการได้เป็น $\beta = \frac{I_C}{I_B}$ ปกติค่า β มีค่าประมาณ 20 – 200 หรืออาจสูงกว่านี้ ค่า β นี้บางครั้งอาจเขียนค่าไว้เป็น h_{FE} ก็ได้ ซึ่งก็คือ $h_{FE} = \beta$ และค่าอัลฟาไฟฟ้ากระแสตรง (α) คืออัตราขยายไฟกระแสตรงของทรานซิสเตอร์ที่เกิดขึ้นจากกระแสคอลเลกเตอร์ (I_C) กับกระแสอิมิตเตอร์ (I_E) เขียนสมการได้เป็น $\alpha = I_C/I_E$ ปกติค่า α มีค่าประมาณ 0.95 – 0.99 หรืออาจสูงกว่านี้ แต่ไม่เกิน 1 (เพราะว่ากระแส I_C มีค่าน้อยกว่ากระแส I_E)

ความสัมพันธ์ของ β และ α หาได้ดังนี้

จากสมการ $$I_E = I_C + I_B$$

ใช้ I_C หารตลอด $$\frac{I_E}{I_C} = \frac{I_C}{I_C} + \frac{I_B}{I_C} = 1 + \frac{I_B}{I_C}$$

เมื่อ $\beta = \frac{I_C}{I_B}$ และ $\alpha = \frac{I_C}{I_E}$ นำไปแทนลงในสมการ จะได้เป็น

$$\frac{1}{\alpha} = 1 + \frac{1}{\beta} = \frac{\beta + 1}{\beta}$$

$$\therefore \quad \alpha = \frac{\beta}{\beta + 1}$$

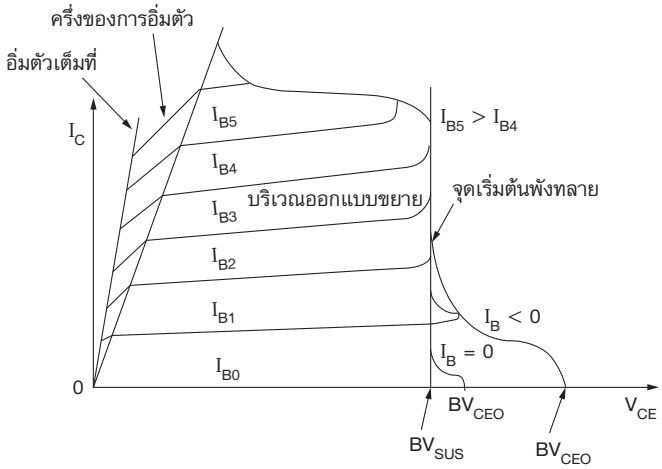
เขียนใหม่ได้ดังนี้

$$\frac{1}{\beta} = \frac{1}{\alpha} - 1 = \frac{1 - \alpha}{\alpha}$$

$$\therefore \quad \beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

3. *ตอบ* ทรานซิสเตอร์กำลังแบบดาร์ลิงตัน (Monolithic Darlington; MD) เป็นอุปกรณ์สวิตช์ในตัวถังเดียวกันที่มีการต่อทรานซิสเตอร์แบบบีเจที 2 ตัว ต่อกันแบบดาร์ลิงตัน เพื่อให้อัตราการขยายกระแสมีค่าสูง โดยมีสมการอัตราขยายดังนี้ $\beta_T = \beta_1 \times \beta_2$

4. *ตอบ*



5. *ตอบ* อัตราขยายไฟตรง β_{DC} ขณะที่ทรานซิสเตอร์นำกระแสจะมีแรงดันตกคร่อมขา B และขา E ประมาณ 0.7 โวลต์ แรงดันตกคร่อมขา C และขา E ถ้าทำงานในจุดอิ่มตัวจะประมาณ 0.3 โวลต์ ถ้าทำงานในจุด Q–Point อื่นๆ ก็กำหนดตามกราฟ ส่วนแรงดันขา C และขา B มีค่าต่ำมากจึงไม่นำมาวิเคราะห์

6. *ตอบ* อัตราขยาย β_{DC} กระแสคอลเลกเตอร์สูงสุด (I_C) กระแสเบส (I_B) และแรงดันเบรกโอเวอร์ ขา C ขา E

7. *ตอบ* เวลาในการสวิตช์ (Switching Time) จะขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของอุปกรณ์และสภาวะการทำงานของวงจรภายนอก เช่น โหลดเป็นความต้านทานหรือตัวเหนี่ยวนำ ช่วงเวลาขณะนำกระแส (Turn–on Time) จะมีค่าน้อย หากให้กระแส I_B เริ่มต้นมีค่าสูง และช่วงเวลาขณะหยุดนำกระแส (Turn–off Time) จะมีค่าลดลง หากกระแส I_B เริ่มต้นมีค่าเป็นลบ หรือให้จุดทำงานของทรานซิสเตอร์อยู่ในย่านเกือบอิ่มตัว แต่จะเกิดการสูญเสียขณะนำกระแสสูง

8. *ตอบ* การพังทลายปฐมภูมิ (Primary Breakdown Region) เนื่องจากการพังทลายของรอยต่อ C – B และมีกระแสไหลจำนวนมาก เป็นผลให้เกิดความร้อนจนเสียหาย ควรหลีกเลี่ยง

9. *ตอบ* ย่านพื้นที่ทำงานปลอดภัย (Safe Operating Area; SOA) ของทรานซิสเตอร์ เป็นพื้นที่ค่าสูงสุดของแรงดันกับกระแส และแสดงเป็นกราฟ V – I ซึ่งแสดงจุดทำงานปลอดภัยสำหรับทรานซิสเตอร์ โดย SOA แบ่งเป็นพื้นที่ทำงานปลอดภัยเมื่อไบแอสตรง (FBSOA) และเมื่อกระแส I_B มากกว่าศูนย์ ใช้พิจารณาช่วงเวลาขณะเริ่มนำกระแส สภาวะนำกระแสและหยุดนำกระแส และพื้นที่ทำงานปลอดภัยเมื่อไบแอสกลับ (RBSOA) เมื่อกระแส I_B น้อยกว่าศูนย์ ใช้พิจารณาช่วงเวลาขณะหยุดนำกระแสและสภาวะหยุดนำกระแสโดยที่คำว่าไบแอสในที่นี้หมายถึง การไบแอสรอยต่อ B – E

10. *ตอบ* มีความถี่ในการสวิตช์ไม่เกิน 100 กิโลเฮิรตซ์ เวลาไม่เกิน 10 ไมโครวินาที

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 5

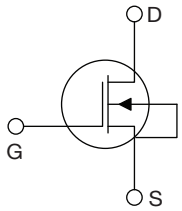
เรื่อง มอสเฟตกำลัง (Power MOSFET)

ตอนที่ 1

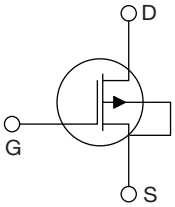
ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ตอบ	ง	ข	ค	ก	ข	ข	ง	ค	ง	ง

ตอนที่ 2 แนวทางในการตอบคำถาม

1. *ตอบ* มอสเฟตเป็นอุปกรณ์ประเภทแอกทีฟ อยู่ในตระกูลทรานซิสเตอร์ หรือเรียกว่าทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้ากำลัง ซึ่งควบคุมกระแส ID ด้วยแรงดัน VGS (VCCS) แบ่งเป็น 2 ชนิด 1. DMOSFET และ 2. EMOSFET แบ่งตามชนิดของโครงสร้างได้อย่างละ 2 ชนิดคือ P–Channel และ N–Channel ดังแสดงสัญลักษณ์ในรูป



(ก) n – Channel



(ข) p – Channel

D–MOSFET

(ก) n – Channel (ข) p – Channel

E–MOSFET

2. *ตอบ* มอสเฟตชนิด D–MOSFET แตกต่างกันกับ E–MOSFET ดังนี้

1. ทางด้านโครงสร้าง อีมอสไม่มีสารบริเวณช่องต่อกับขาเกต

2. ด้านการควบคุมอินพุต เช่น D–MOS N–Channel นำกระแสสูงสุดที่ V_{GS} บวก 1 โวลต์ และนำกระแส I_{DSS} ที่ V_{GS} = 0 โวลต์ หากต้องการให้กระแส I_{DS} ลดลงให้ปรับ V_{GS} เป็น –1, –2, –3, –4 โวลต์ จนกว่า D–MOS จะหยุดนำกระแสที่แรงดัน $V_{GS(off)}$ ตามเบอร์ ส่วน E–MOSFET N–Channel จะนำกระแสสูงสุดที่ V_{GS} เป็นค่าบวกตามเบอร์ หากต้องการให้กระแส I_{DS} ลดลงให้ปรับ V_{GS} เป็น 6, 5, 4, 3 โวลต์ จนกว่า E–MOS จะหยุดนำกระแสที่แรงดัน V_{GS} Threshold แรงดันเริ่มนำกระแส

3. *ตอบ* E–MOSFET N–Channel จะนำกระแสสูงสุดที่ V_{GS} เป็นค่าบวกตามเบอร์ หากต้องการให้กระแส I_{DS} ลดลงให้ปรับ V_{GS} เป็น 6, 5, 4, 3 โวลต์ จนกว่า E–MOS จะหยุดนำกระแสที่แรงดัน V_{GS} Threshold แรงดันเริ่มนำกระแส หรือนำกระแสที่ V_{GS} = +V ไม่นำกระแสที่ V_{GS} = 0 โวลต์

4. *ตอบ* จากสมการ $k = \dfrac{I_{D(on)}}{(V_{GS(on)} - V_{GS(TH)})^2}$ แทนค่า $\dfrac{1A}{(5V - 3V)^2} = 0.25\ A/V^2$

คำนวณหา I_D ณ V_{GS} ใดๆ จากสมการ $I_D = k(V_{GS} - V_{GS(TH)})^2$

เมื่อ V_{GS} = 6 โวลต์ได้ I_D = 2.25 แอมแปร์, 8 โวลต์ได้ I_D = 6.25 แอมแปร์,

10 โวลต์ได้ I_D = 12.25 แอมแปร์ และ 12 โวลต์ได้ I_D = 20.25 แอมแปร์

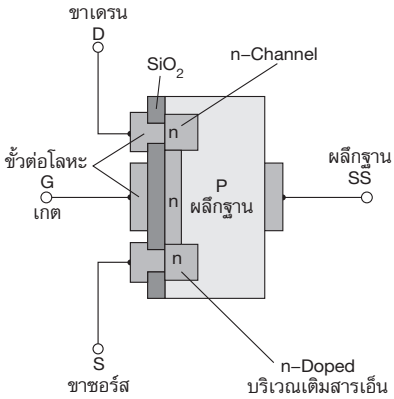
5. *ตอบ* Threshold Voltage คือแรงดัน V_{GS} ที่ทำให้ E–MOSFET เริ่มนำกระแส

6. *ตอบ* มอสเฟตชนิด D–MOSFET

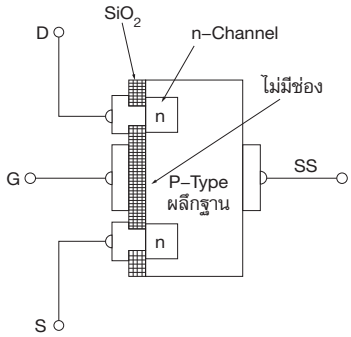
7. *ตอบ* Pinch Off Voltage เป็นแรงดันควบคุม (V_{GS}) มอสเฟตชนิด D–MOSFET หยุดนำกระแส

8. *ตอบ* ข้อแตกต่างระหว่าง BJT กับ MOSFET คือ BJT นำกระแสได้สูงกว่า ควบคุมยากกว่า ความเร็วในการสวิตซ์ต่ำกว่า MOSFET ควบคุมได้ง่ายกว่า ความเร็วในการสวิตซ์เร็วกว่า และนำกระแสได้ต่ำกว่า

9. *ตอบ*



D–MOSFET n–Channel



และ E–MOSFET n–Channel

10. *ตอบ* อัตราความนำหรือค่าทรานคอนดักแตนซ์ (gm) ขณะที่ I_D เข้าสู่สภาวะใกล้เชิงเส้น

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 6

เรื่อง วงจรกำเนิดสัญญาณ (Oscillator)

ตอนที่ 1

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ตอบ	ค	ค	ข	ค	ข	ง	ก	ข	ค	ข

ตอนที่ 2 แนวทางในการตอบคำถาม

1. *ตอบ* วงจรกำเนิดสัญญาณหรือเรียกอีกอย่างว่า วงจรกำเนิดสัญญาณ

2. *ตอบ* RC 1 คู่ ทำให้เกิดมุมต่างเฟสจากอินพุต 60 องศา

3. *ตอบ* คริสตัลคือชิ้นผลึกที่ใช้กำเนิดความถี่เป็นแบบควอตซ์เปียโซอิเล็กตริก (Quartz Piezo–electric) การสั่นไหวของชิ้นผลึกจะทำให้เกิดความถี่ขึ้น โดยอาศัยคุณสมบัติของสารเปียโซอิเล็กตริก

4. *ตอบ* ความถี่เรโซแนนซ์เกิดจากชิ้นผลึกหรือคริสตัล เมื่อจ่ายแรงดันให้มีการสั่นไหวแบบทางกล ภายในประกอบด้วย RLC

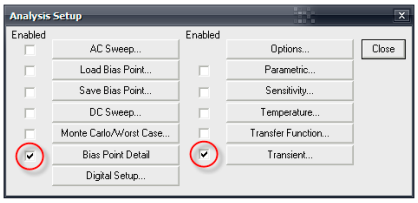
5. *ตอบ* วงจรกำเนิดสัญญาณ BJT Phase–Shift จากสมการ $f_O = \frac{1}{2\pi\sqrt{6RC}}$ แทนค่าจะได้ f_O = 86.95 เฮิรตซ์

6. *ตอบ* กำเนิดสัญญาณแบบ FET Colpitts จากสมการ $f_O = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_3/(C_1C_2/C_1+C_2)}}$ แทนค่าจะได้ f_O = 4.048582 เมกะเฮิรตซ์

7. *ตอบ* กำเนิดสัญญาณแบบ Wien Bridge จากสมการ $f_O = \frac{1}{2\pi RC}$ แทนค่าจะได้ f_O = 7.246 กิโลเฮิรตซ์

8. *ตอบ* กำเนิดสัญญาณแบบ BJT Colpitts จากสมการ $f_O = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{(L_1 + L_2)C_3}}$ แทนค่าจะได้ f_O = 91.91 กิโลเฮิรตซ์

9. *ตอบ* ขั้นตอนการวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ทั้งระบบไฟเลี้ยง DC และวิเคราะห์แบบทรานเชียนต์



10. *ตอบ* นำไดโอดมาต่อเพื่อเรียงกระแสให้เหลือเพียงสัญญาณซีกบวก

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 7

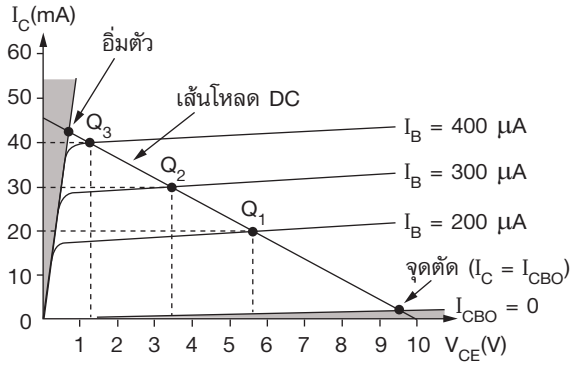
เรื่อง วงจรขยายกำลัง (Power Amplifier)

ตอนที่ 1

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ตอบ	ง	ข	ค	ข	ข	ง	ง	ข	ข	ข

ตอนที่ 2 แนวทางในการตอบคำถาม

1. *ตอบ* จุด Q_2 เป็นจุดทำงานที่เหมาะสมสัญญาณ AC Output ไม่ผิดเพี้ยน



2. *ตอบ* คลาส A

3. *ตอบ* $I_{BQ} = \dfrac{V_{CC} - 0.7\ V}{R_B} = \dfrac{24\ V - 0.7\ V}{2{,}200\ \Omega} = 10.59\ mA$

$I_{CQ} = \beta I_{BQ} = 50 \times 10.59\ mA = 529\ mA = 0.529\ A$

$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ}R_C = 24\ V - (0.529\ A \times 22\ \Omega) = 8.36\ V$

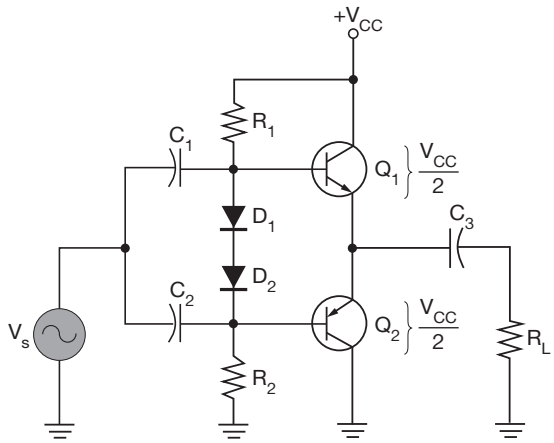
$I_{C(P)} = \beta I_{B(P)} = 50 \times 10.59\ mA(P) = 529.5\ mA(P)$

$\therefore \quad P_{L(AC)} = \dfrac{I^2_{C(P)}}{2} R_C = \dfrac{(529.5\ mA)^2}{2}(22\ \Omega) = 3.078\ W$

$\therefore \quad P_{DC} = V_{CC}I_{CQ} = 24\ V \times 0.529\ A = 12.69\ W$

$\therefore \quad \eta = \dfrac{P_{L(AC)}}{P_{DC}} \times 100 = \dfrac{3.078W}{12.69W} \times 100 = 24.25\%$

4. *ตอบ* วงจรคลาส AB ต่อแบบพุช–พูล เพื่อความผิดเพี้ยนที่เกิดจากวงจรคลาส B มีตัวต้านทาน R_1, R_2 ต่อวงจรแบบวงจรแบ่งแรงดัน กำหนดแรงดันไบแอสเล็กน้อยตกคร่อม R_2 จ่ายไปให้ขาเบสของ Q_1 และ Q_2 ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_1 และ Q_2 นำกระแสน้อยๆ คงที่ค่าหนึ่งตลอดเวลา พร้อมทำการขยายสัญญาณอินพุตที่ป้อนเข้ามา เมื่อมีสัญญาณอินพุตป้อนเข้ามา วงจรขยายคลาส AB ทำการขยายสัญญาณออกเอาต์พุตทันที ได้รูปสัญญาณออกเอาต์พุตไม่ผิดเพี้ยน วงจรขยายคลาส AB อีกแบบหนึ่งใช้ไดโอดเข้าร่วมในวงจรไบแอสแบบวงจรแบ่งแรงดัน ไดโอดที่ใช้งานนี้ถูกเรียกว่า ไดโอดไบแอสอัตโนมัติ (Automatic Bias Diode) ช่วยควบคุมไบแอส V_{BE} ให้ทรานซิสเตอร์ทำงานได้เหมาะสมตลอดเวลา ลักษณะวงจรขยายคลาส AB แบบพุช–พูลใช้ไดโอดไบแอสอัตโนมัติดังรูป



5. *ตอบ* จากหัวข้อที่ 7.8.3 $V_{i(P)} = \sqrt{2}V_{i(rms)} = \sqrt{2} \times 1\ V = 1.414\ V$

แรงดันตกคร่อมโหลดในทางอุดมคติเหมือนกับแรงดันอินพุต

$$V_{i(P)} = V_{L(P)} = 1.414\ V,\ P_{L(AC)} = \frac{V_{L(P)}^2}{2R_L} = \frac{(1.414\ V)^2}{2 \times 1{,}000\ \Omega} = 0.09\ mW$$

$$I_{L(P)} = \frac{V_{L(P)}}{R_L} = \frac{1.414\ V}{1{,}000\ \Omega} = 1.414\ mA,\ I_{DC} - \frac{2}{\pi} I_{L(P)} = \frac{2 \times 1.414\ A}{\pi} = 0.9\ mA$$

$$P_{DC} = V_{CC}I_{DC} = 10 \times 0.9\ mA = 9\ mW$$

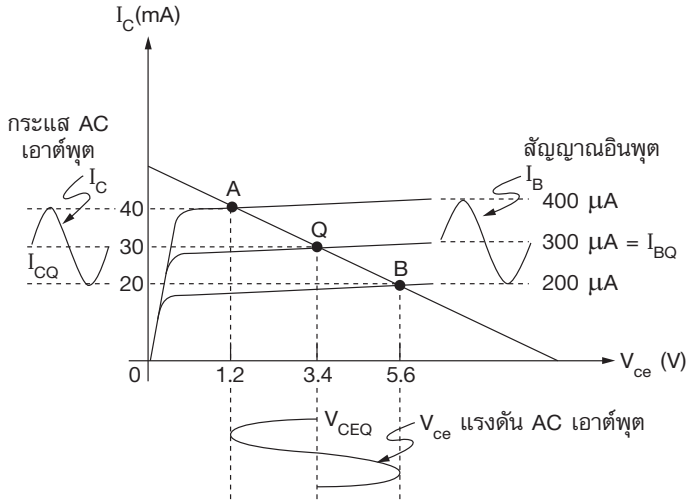
$$\therefore \quad \eta = \frac{P_{L(AC)}}{P_{DC}} \times 100$$

$$= \frac{0.09\ mW}{9\ mW} \times 100 = 1\%$$

6. *ตอบ* วงจรขยายคลาส D ทำงานขยายสัญญาณอินพุตในรูปสัญญาณพัลส์หรือดิจิตอล โดยใช้เทคนิคการทำงานแบบวิธีสุ่มตัวอย่างสัญญาณคลื่นไซน์ ได้สัญญาณดิจิตอลออกเอาต์พุต มีประสิทธิภาพกำลังขยายประมาณมากกว่า 90%

7. *ตอบ* เส้นโหลด AC เป็นส่วนประกอบหนึ่งที่สร้างขึ้นบนกราฟคุณสมบัติเอาต์พุตของวงจรขยาย ใช้เพื่อความมุ่งหมายในการแทนส่วนประกอบไฟ AC ในวงจรขยาย ส่วนประกอบคือ กระแส I_C และแรงดัน V_{CE} ช่วยให้ทราบถึงอัตราการขยายสัญญาณไฟ AC ในวงจรขยายคลาส A และคลาส B มองเห็นค่าการขยายที่เหมาะสมในวงจร เส้นโหลด AC สามารถหาได้ในทำนองเดียวกันกับเส้นโหลด DC

8. *ตอบ* เส้นโหลด AC สามารถหาได้ในทำนองเดียวกันกับเส้นโหลด DC โดยพิจารณาที่จุดทำงาน (Q) ของวงจรขยาย ร่วมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงแรงดันและกระแสในวงจรขยาย การพิจารณาวงจรทำงานพิจารณาที่วงจรสมมูลไฟ AC ของวงจรขยายนั้นๆ ดังรูป



9. *ตอบ* ยกตัวอย่างในวงจรขยายคลาส C มีการสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าต่ำ เพราะเปอร์เซ็นต์การทำงานของวงจรน้อยต่อสัญญาณอินพุตที่ป้อนเข้ามา กระแสคอลเลกเตอร์ (I_C) ที่ไหลทางเอาต์พุตเป็นลักษณะพัลส์ มีช่วงเวลาระหว่างพัลส์เป็นคาบเวลา (Period) หรือ T ของสัญญาณแรงดัน AC อินพุต ความสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาทำงาน (On) คือ

$$P_{D(On)} = V_{CE(sat)}I_{C(sat)}$$ (แรงดันตกคร่อมคูณกระแสที่ไหลผ่าน)

10. *ตอบ* สัญญาณเอาต์พุตที่ได้จะผิดเพี้ยนมาก เมื่อความถี่ของสัญญาณอินพุตเกิด 100 กิโลเฮิรตซ์

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 8

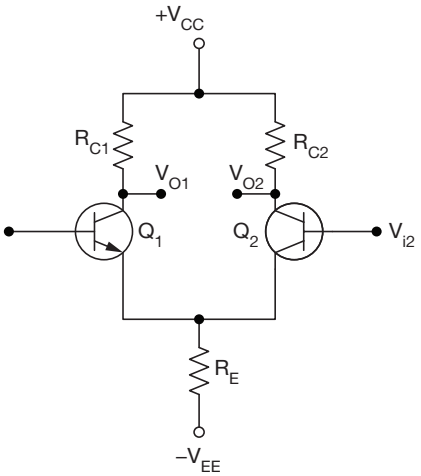
เรื่อง วงจรขยายความแตกต่าง (Difference Amplifier)

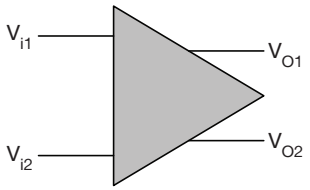
ตอนที่ 1

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ตอบ	ก	ข	ค	ง	ง	ก	ง	ก	ค	ข

ตอนที่ 2 แนวทางในการตอบคำถาม

1. ตอบ





วงจรเบื้องต้นของวงจรขยายความแตกต่าง

2. *ตอบ* การต่ออินพุตเพื่อใช้งานของวงจรขยายความแตกต่างทำได้ 3 ลักษณะดังนี้

- ต่อสัญญาณแบบปลายเดียว (Single – Ended) เป็นการต่อจ่ายสัญญาณอินพุตให้วงจรขยายความแตกต่างเพียงอินพุตเดียว อีกอินพุตหนึ่งถูกต่อลงกราวด์
- ต่อสัญญาณแบบ 2 ปลาย (Double – Ended) เป็นการต่อจ่ายสัญญาณอินพุตให้วงจรขยายความแตกต่างทั้ง 2 อินพุตเป็นอิสระในการทำงาน
- ต่อสัญญาณแบบร่วม (Common – Mode) เป็นการต่อจ่ายสัญญาณอินพุตชุดเดียวให้วงจรขยายความแตกต่างทั้ง 2 อินพุตพร้อมกัน

3. *ตอบ* การไบแอส DC ของวงจรขยายความแตกต่างในไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อหาผลต่างระหว่างอินพุตที่นำเข้าเปรียบเทียบของวงจรขยายผลต่าง สามารถวิเคราะห์สภาวะอินพุตที่เป็นไฟ AC และไฟ DC ทั้งอินพุตเป็น 0 โวลต์หรือถูกต่อลงกราวด์

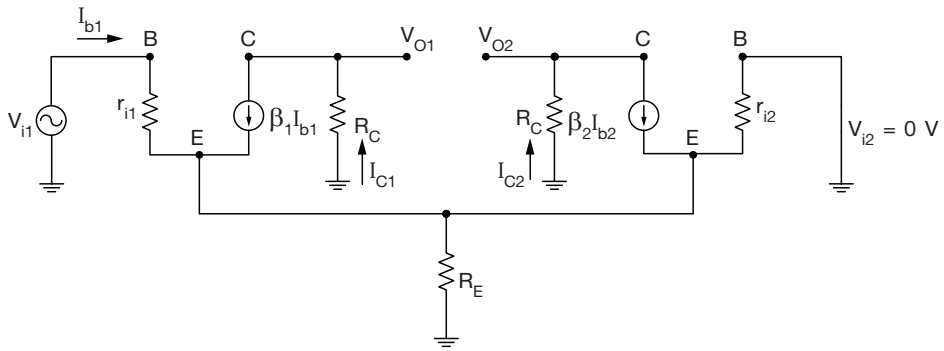
4. *ตอบ* คำนวณหา I_E, I_{C1} และ V_{C1} ได้ดังนี้

$$I_E = \frac{V_{EE} - 0.7\ V}{R_E} = \frac{12\ V - 0.7\ V}{47\ k\Omega} = 0.24\ mA$$

$$I_{C1} = I_{C2} = \frac{I_E}{2} = \frac{0.24\ mA}{2} = 0.12\ mA,\ V_{C1} = V_{C2} = V_{CC} - I_C R_C$$

$$= 12\ V - (0.12\ mA \times 47\ k\Omega) = 6.36\ V$$

5. *ตอบ*



6. *ตอบ* ความหมายของ A_S, A_D และ A_C, A_S คืออัตราขยายแรงดันที่ต่อสัญญาณอินพุตแบบปลายเดียว (Single – Ended), A_D คืออัตราขยายแรงดันที่ต่อสัญญาณอินพุตแบบ 2 ปลาย (Double – Ended), A_C คืออัตราขยายแรงดันที่ต่อสัญญาณอินพุตแบบร่วม (Common – Mode)

7. *ตอบ* คำนวณหาค่าไบแอสไฟ DC ค่า A_S แรงดันไฟ AC และ V_O

$$I_E = \frac{V_{EE} - 0.7\ V}{R_E} = \frac{12\ V - 0.7\ V}{47\ k\Omega} = 240.4\ \mu A,\quad I_C = \frac{I_E}{2} = \frac{240.4\ \mu A}{2} = 120.2\ \mu A$$

$$V_C = V_{CC} - I_C R_C = 12V - (120.2\ \mu A \times 47\ k\Omega) = 6.35\ V$$

คำนวณในส่วนไฟ AC, $r_e = \dfrac{25\ mV}{I_C} = \dfrac{25\ mV}{120.2\ \mu A} = 207.98\ \Omega$, $A_s = \dfrac{R_c}{2r_e}$

$$= \frac{47\ k\Omega}{2 \times 207.98\ \Omega} = 112.99,\ V_o = A_s V_{i1} = 112.99 \times 25\ mV = 2.82\ V$$

8. *ตอบ* คำสั่ง Step Ceiling คือการปรับความถี่ของอินพุตให้เป็นขั้นตามที่กำหนด เช่น ปรับไว้ที่ 0.01 มิลลิวินาทีหมายความว่า กำหนดจุดการแสดงตามเวลาที่ละ 0.01 มิลลิวินาที เพื่อให้เกิดความคมชัดของกราฟ

9. *ตอบ* ต่อทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขยายดาร์ลิงตันเป็นลักษณะการจัดวงจรที่ใช้ทรานซิสเตอร์ในการต่อวงจร นิยมใช้งานมากกว่า 1 ตัว เรียกว่า คู่ดาร์ลิงตัน (Darlington) การต่อวงจรเป็นแบบอิมิตเตอร์ตามการต่อพ่วงวงจรระหว่างทรานซิสเตอร์เป็นแบบคัปปลิงโดยตรง การต่อวงจรแบบดาร์ลิงตันทำให้อัตราการขยายกระแสของวงจรเพิ่มขึ้น นำไปใช้ในวงจรขยายสัญญาณได้ดี ทำให้การต่อดาร์ลิงตันถูกสร้างขึ้นในทรานซิสเตอร์ตัวเดียว เกิดความสะดวกในการใช้งานมากขึ้น

10. *ตอบ* อุปกรณ์ที่สามารถนำมาสร้างวงจรขยายความแตกต่างที่มีประสิทธิภาพสูงคือ I_C

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 9

เรื่อง ออปแอมป์และวงจร (Operational Amplifier and Circuit)

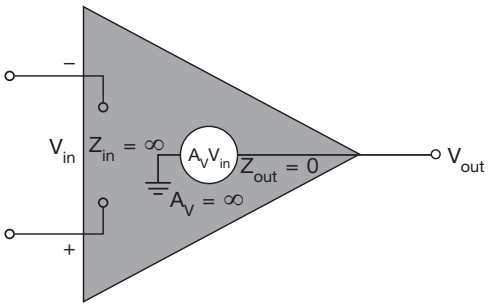
ตอนที่ 1

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ตอบ	ค	ง	ค	ค	ค	ก	ง	ข	ค	ข

ตอนที่ 2 แนวทางในการตอบคำถาม

1. *ตอบ* ออปแอมป์คือ อุปกรณ์วงจรรวมไอซีที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาณไม่มีขีดจำกัด ∞ แต่ในความเป็นจริงได้เพียง 20,000 – 2,000,000 เท่า สามารถต่อเป็นวงจรทางคณิตศาสตร์

2. *ตอบ* วงจรสมมูลออปแอมป์ $Z_{in} = \infty$ โอห์ม และ $Z_{out} = 0$ โอห์ม



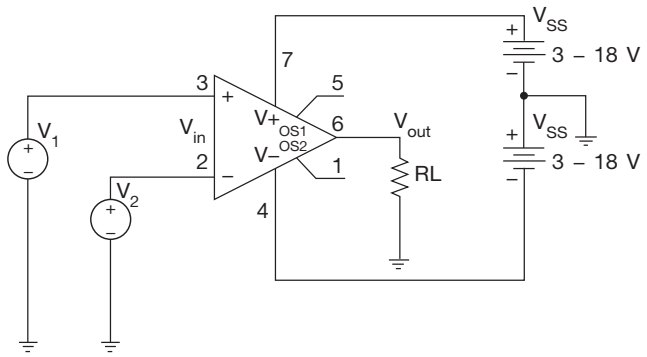
3. *ตอบ* ออปแอมป์ในทางอุดมคติมีเกณฑ์การขยายเป็นอนันต์ (∞) แต่ที่ทราบกันในความเป็นจริงแล้วเป็นไปไม่ได้ เนื่องจากอัตราการขยายขึ้นอยู่กับไฟเลี้ยง ออปแอมป์มีเกณฑ์การขยายที่สูงมาก ซึ่งใช้แหล่งจ่ายกระแสตรงจากภายนอกคือ +V และ –V สามารถจ่ายไฟเลี้ยงตั้งแต่ 3 – 18 V ± ทางด้านอินพุตจะมี 2 ขั้วคือ อินพุตทางลบและอินพุตทางบวก

4. *ตอบ* อิมพีแดนซ์อินพุตมีค่าประมาณ $Z_{in} = \infty$ โอห์ม (Ω)

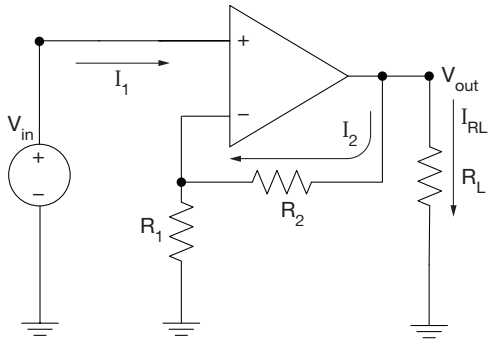
5. *ตอบ* อิมพีแดนซ์เอาต์พุตมีค่าประมาณ $Z_{out} = 0$ โอห์ม

6. *ตอบ* กระแสไบแอสด้านอินพุตของออปแอมป์ หรือกระแสของอินพุตทั้งสองต้องเป็นศูนย์ ($I_2 = I_1 = 0$) เนื่องจากความต้านทานภายใน (Z_{in}) ของออปแอมป์มีค่าสูงมาก (∞ ; Infinity)

7. *ตอบ* ออปแอมป์สามารถจ่ายไฟเลี้ยง 3 – 18 V ± หรือ 0 กับ 3 – 18 V(+) ดังแสดงในรูป



8. *ตอบ* หลักการทำงานของวงจรขยายแบบไม่กลับเฟส (Non – Inverting Amplifier) วงจรขยายแบบไม่กลับเฟส จะมีเฟสเดียวกันกับอินพุตที่เข้ามา โดยที่ขาอินพุตจะถูกป้อนเข้าทางอินพุตบวกหรือขา Non – Inverting แต่ R_2 ก็ยังคงต่อเข้าทางอินพุตขาลบ ลักษณะการต่อวงจรดังแสดงในรูป



9. *ตอบ* ความหมายวงจรแรงดันตามหรือกันชนคือ เป็นวงจรที่ไม่มีการขยายแต่มีวงจรไว้เป็นตัวแยกกราวด์ คล้ายกับอุปกรณ์ออปโต้คัปเปิล สัญญาณอินพุตเข้า 1 โวลต์ เอาต์พุตออก 1 โวลต์

10. *ตอบ* วงจรขยายขยายความแตกต่าง (Differential Amplifier Circuit) มีชื่อเรียกอีกอย่างคือ วงจรขยายลบสัญญาณ

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 10

เรื่อง วงจรกรองความถี่ชนิดแอกทีฟ (Active Filter)

ตอนที่ 1

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ตอบ	ข	ข	ง	ค	ข	ก	ง	ข	ค	ก

ตอนที่ 2 แนวทางในการตอบคำถาม

1. *ตอบ* ความหมายของคำว่า Passive Filter คือวงจรกรองสัญญาณความถี่ที่ประกอบวงจรด้วยอุปกรณ์ Passive เช่น RLC ส่วน Active Filter คือวงจรกรองสัญญาณความถี่ที่ประกอบวงจรด้วยอุปกรณ์ Active เช่น ทรานซิสเตอร์ชนิด BJT ทรานซิสเตอร์ชนิด FET หรือ IC

2. *ตอบ* การกรองความถี่ต่ำจะสร้างกราฟผลตอบสนองเชิงความถี่ ในเทอมแรงดันมีความชันลดลงที่ –20 dB/Decade ที่ 70.7% ของสัญญาณอินพุต

3. *ตอบ* สัญญาณอินพุตมีแรงดันสูงสุด 1 โวลต์ ณ บริเวณจุดคัตออฟ มีค่าเท่ากับ 0.707 โวลต์

4. *ตอบ* การเพิ่มออร์เดอร์ของวงจรกรองความถี่ เพื่อเพิ่มความชันให้สัญญาณเอาต์พุต ออร์เดอร์ที่ 1 มีความชันที่ 45 องศา (–20 dB/Decade) หากเพิ่มออร์เดอร์ที่ 2 จะมีความชันที่มุม 90 องศา (–40 dB/Decade) เป็นต้น

5. *ตอบ* จากสมการ $f_{OH} = \dfrac{1}{2\pi R_1 C_1}$ แทนค่า $f_{OH} = \dfrac{1}{2\pi(20\ k\Omega \times 0.05\ \mu F)} = 159.15$ เฮิรตซ์

6. *ตอบ* จากสมการ $F_{OL(Second\ Order)} = \dfrac{1}{2\pi R_1 C_1}\sqrt{\dfrac{1+\sqrt{53}}{2}}$

แทนค่า $f_{OL(Seconnd\ Order)} = 7.957$ กิโลเฮิรตซ์

7. *ตอบ* วงจร Band Pass Filter ต่อวงจรโดยนำวงจรกรองความถี่ต่ำหรือวงจรกรองความถี่สูงมาต่อกันแบบอนุกรม นำเอาต์พุตของวงจรแรกเป็นอินพุตของวงจรที่ 2 ต่อสลับกันอย่างไรก็ได้

8. *ตอบ* วงจรที่มีค่า Q สูงมากเท่าใด ช่วงกว้างความถี่ก็จะยิ่งแคบเท่านั้น (เข้าใกล้วงจรในอุดมคติซึ่งต้องการเลือกความถี่ที่ผ่านวงจรเพียงค่าเดียว) และเอาต์พุตจะมีขนาดสูงขึ้น สามารถใช้ประโยชน์ในงานอุตสาหกรรมควบคุมตรวจวัด หรือจำกัดสัญญาณช่วงความถี่ที่ต้องการเป็นสัญญาณอินพุต

9. *ตอบ* Analysis/Setup เลือก AC Sweep คลิก Decade เป็นการกำหนดการวิเคราะห์พอร์ตโบเด้ หรือล็อกฐานสิบ

10. *ตอบ* การขยายสัญญาณแรงดันของความถี่กระทำได้โดย $A_V = \frac{R_F}{R_G}$

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 11

เรื่อง ไทริสเตอร์ (Thyristor)

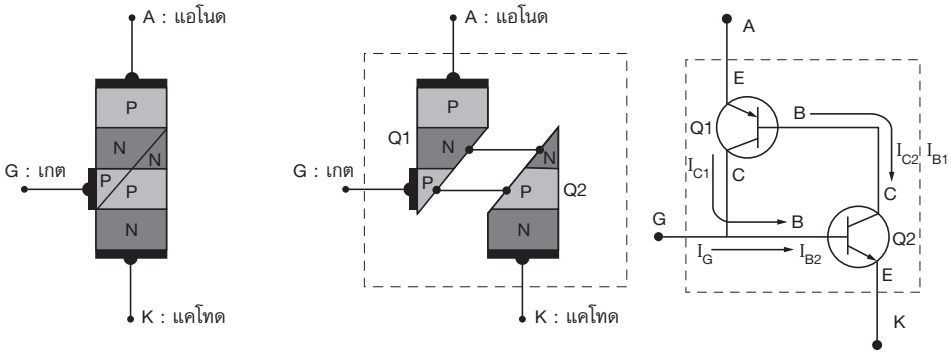
ตอนที่ 1

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ตอบ	ข	ข	ง	ค	ข	ก	ง	ข	ค	ก

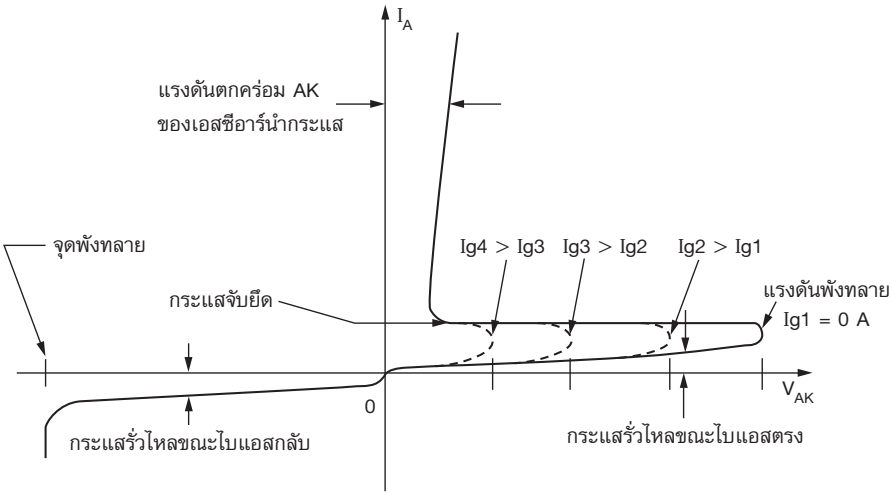
ตอนที่ 2 แนวทางในการตอบคำถาม

1. *ตอบ* ไทรีสเตอร์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทสารกึ่งตัวนำ นิยมนำมาเป็นสวิตซ์อิเล็กทรอนิกส์ โครงสร้างสาร 3 รอยต่อ มีตั้งแต่ 2 ขาขึ้นไปหรือเรียกว่า ตระกูลไทรีสเตอร์ เช่น เอสซีอาร์ ไดแอก ไตรแอก พียูที จีทีโอ เอสยูเอส เป็นต้น

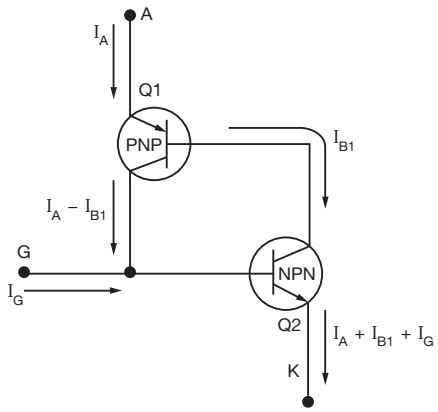
2. *ตอบ*



(ก) โครงสร้างสารเอสซีอาร์ (ข) วงจรสมมูลทรานซิสเตอร์



3. *ตอบ* พิจารณาการทำงานเอสซีอาร์ เราจะแยกชั้นของสารกึ่งตัวนำ PNPN ออกเป็น 2 ส่วนคือ PNP ส่วนหนึ่งและ NPN อีกส่วนหนึ่ง ดังนั้นแบบจำลองของเอสซีอาร์ก็คือทรานซิสเตอร์ PNP และ NPN ต่อเข้าด้วยกันดังแสดงในรูป จะเห็นว่ามีการป้อนกลับแบบบวก กล่าวคือ กระแส I_{B1} ถูกขยายโดย ทรานซิสเตอร์ Q_1 เป็น I_{C1} ซึ่งถูกขยายโดยทรานซิสเตอร์ Q_2 แล้วนำมาป้อนกลับโดยผสมกับกระแส I_{B1} การป้อนกลับแบบบวกจะทำให้วงจรขาดเสถียรภาพ เมื่อทรานซิสเตอร์อยู่ย่านขยายสัญญาณ ดังนั้นทรานซิสเตอร์ทั้งสองจะอยู่ในภาคอิ่มตัวหรือไม่ก็อยู่ในภาคหยุดนำกระแสทั้งคู่



4. *ตอบ* วิธีการหยุดนำกระแสให้เอสซีอาร์คือ (1) ทำให้กระแสแอโนดมีค่าต่ำกว่ากระแสจับยึด (2) ลัดวงจรที่ขา A และ ขา K (3) ไบแอสกลับให้เอสซีอาร์ เป็นต้น

5. *ตอบ* จากสมการ $V_{DC} = \dfrac{V_m(1 + \cos \alpha)}{2\pi}$

แทนค่า $V_{DC} = \dfrac{110 \times \sqrt{2}(1 + \cos 60)}{2\pi}$, $V_{DC} = 37.13$ โวลต์

6. *ตอบ* ความแตกต่างของอุปกรณ์ระหว่างเอสซีอาร์ ไตรแอก และจีทีโอ เอสซีอาร์เป็นอุปกรณ์เรียงกระแสที่สามารถควบคุมได้ นำกระแสได้ทางเดียว กระตุ้นขาเกตด้วยไฟบวกเสมอ ไตรแอกเป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำกระแสได้ 2 ทาง กระตุ้นขาเกตได้ทั้งไฟบวกและลบ ส่วนจีทีโอเป็นอุปกรณ์คล้ายเอสซีอาร์คือ กระตุ้นขาเกตด้วยไฟบวกนำกระแส แต่เมื่อจะให้หยุดนำกระแสกระตุ้นด้วยไฟลบ

7. *ตอบ* การวิเคราะห์เอสซีอาร์ด้วย PSpice ต้องมีการกำหนด Nest Sweep และ Enable เพื่อให้แสดงกราฟพร้อมกันได้หลายเส้น

8. *ตอบ* Holding Current คือกระแสจับยึดหรือกระแสต่ำสุดก่อนที่เอสซีอาร์จะหยุดนำกระแส

9. *ตอบ* ไทรแอกเมื่อนำไปใช้ในไฟฟ้ากระแสสลับต้องมีอุปกรณ์เพิ่มเติม เพื่อป้องกันกระแสกระโชกที่ขาเกตไม่ให้เกินแรงดันกำหนดคือไดแอก (DIAC) เพราะสามารถนำกระแสได้ 2 ทาง มีแรงดันตกคร่อมตามเบอร์ เช่น 32 โวลต์

10. *ตอบ* Silicon Control Rectifier เป็นอุปกรณ์ที่นำกระแสได้ทางเดียวเหมือนไดโอด เพียงแต่สามารถควบคุมให้นำกระแสได้ตามเวลาที่กำหนด หรือเรียกว่า ควบคุมเฟสไฟฟ้า

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 12

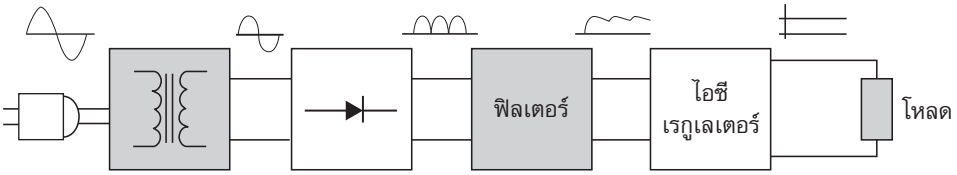
เรื่อง แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบเชิงเส้น

ตอนที่ 1

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ตอบ	ค	ก	ง	ง	ก	ง	ข	ค	ค	ข

ตอนที่ 2 แนวทางในการตอบคำถาม

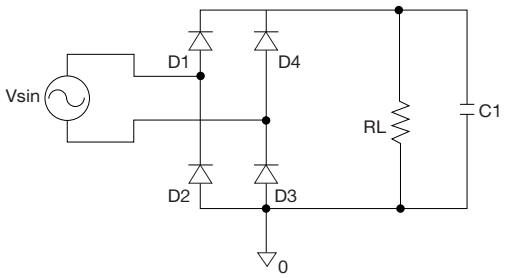
1. *ตอบ* ไฟเลี้ยงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต้องมีการเรียงกระแสหรือเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงก่อน โดยใช้ไดโอดหรือใช้หลักการแบ่งแรงดัน เพื่อให้แรงดัน DC ตรงตามความต้องการของวงจร มีทั้ง 0, –V, +V



2. *ตอบ* จุดที่ 1 หม้อแปลงลดระดับแรงดัน จุดที่ 2 เรียงกระแสให้เป็น DC จุดที่ 3 ผ่านวงจรกรองแรงดันให้เรียบ หากต้องการให้วงจรมีประสิทธิภาพสูงต้องมีจุดที่ 4 คือวงจรรักษาระดับแรงดันให้เรียบที่สุด

3. *ตอบ* วงจรเรียงกระแส (Rectifier Circuit) ที่ไม่มีการกรอง (Filter Circuit) มีค่าแรงกระเพื่อมเป็นรูปคลื่นซีกบวกขึ้น–ลงแบบครึ่งคลื่น มีค่าแรงดันริปเปิลเท่ากับแรงดัน Peak ซึ่งไม่สามารถนำไปใช้งานได้ วิธีแก้คือใช้ตัวเก็บประจุแบบอิเล็กโทรไลติกส์ที่มีความจุสูง อาศัยคุณสมบัติของตัวเก็บประจุเก็บประจุและคายประจุ

4. *ตอบ*



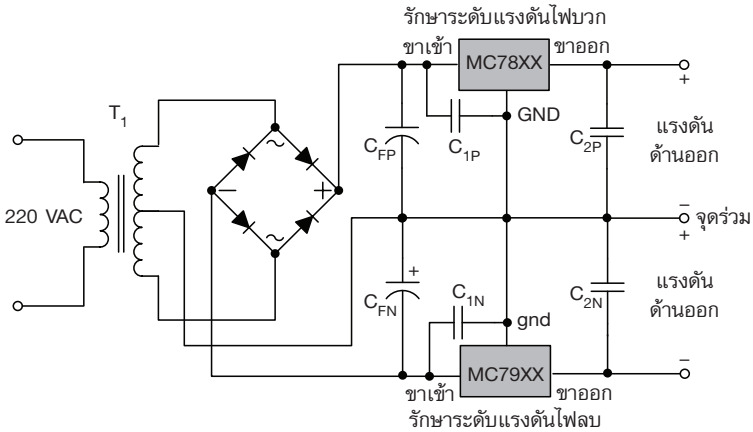
$$V_{DC} = V_m \times \sqrt{2} = 9 \times 1.414 = 12.72 \text{ V}$$

5. *ตอบ* $R = \text{Ripple} = \dfrac{V_r(\text{rms})}{V_{dc}} \times 100\%$ แทนค่าจะได้ $= \dfrac{24.5 - 23.5}{24.5} \times 100\% = 4.08\%$

$$\%V.R. = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100\% \text{ แทนค่าจะได้ } = \frac{24.5 - 23.5}{23.5} \times 100\% = 4.25\%$$

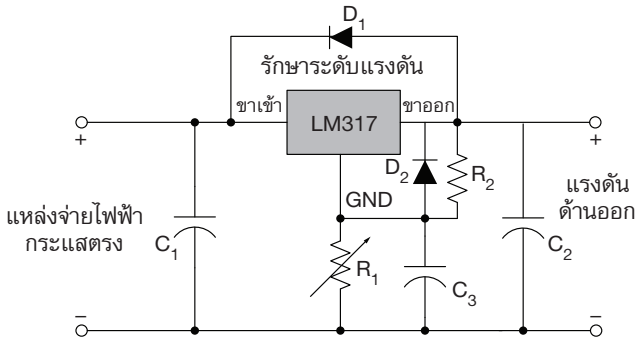
6. *ตอบ* การสร้างวงจรรักษาระดับแรงดันมี 2 แบบคือ (1) วงจรรักษาระดับแรงดันอนุกรม และ (2) วงจรรักษาระดับแรงดันขนาน

7. *ตอบ*



ไอซีเบอร์ 78xx แรงดันเอาต์พุตเป็นแรงดันไฟบวก ไอซีเบอร์ 79xx แรงดันเอาต์พุตเป็นแรงดันไฟลบ

8. *ตอบ*



LM317 เป็นไอซีที่สามารถปรับแรงดันอินพุตให้เอาต์พุตสามารถปรับแรงดันตั้งแต่ 1.5 – 30 โวลต์

9. *ตอบ* เพื่อขยายกระแสโหลด ลักษณะของการออกแบบจะเหมือนกับวงจรที่ใช้ MC 78xx โดยขนาดทรานซิสเตอร์จะคำนวณเหมือนกัน

10. *ตอบ* ความต้านทานตรวจจับกระแส เพื่อให้กระแสโหลด I_{max} ไม่เกินพิกัดทำโดย R_{sens} ซึ่งเป็นตัวต้านทานจำกัดกระแสในวงจรที่ต่อเพิ่ม