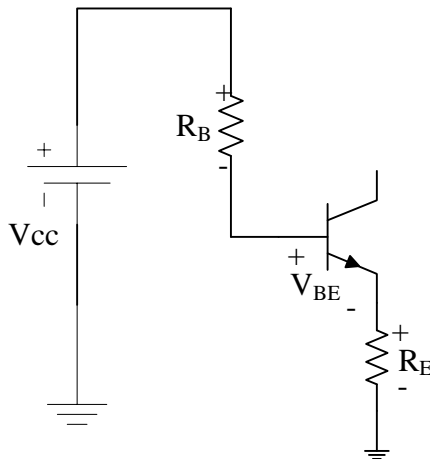


แบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 4

เรื่อง การไบแอสทรานซิสเตอร์

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย x ลงในข้อที่ถูกต้องที่สุด

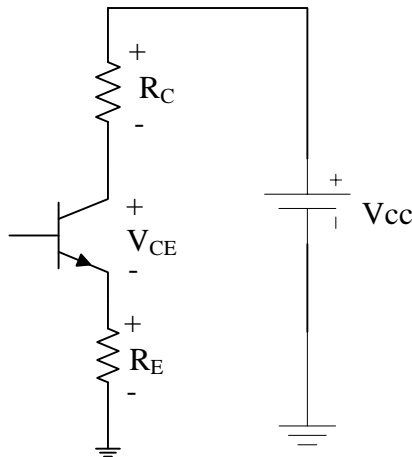
1. จากวงจร ถ้าใช้กฎของ Kirchoff's Voltage Law หาสูตรที่ใช้ในวงจรในช่องว่างควรเป็นข้อใด



$$V_{CC} - I_B R_B - V_{BE} - \dots = 0$$

- ก. $I_E R_B$
- ข. $I_E R_E$
- ค. $I_B R_B$
- ง. $I_B R_E$

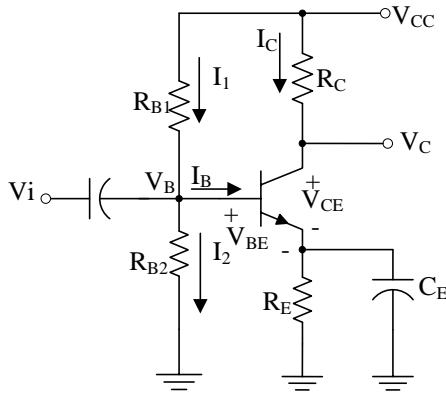
2. จากวงจร ถ้าใช้กฎของ Kirchoff's Voltage Law หาสูตรที่ใช้ในวงจรในช่องว่างควรเป็นข้อใด



$$V_{CC} - \dots - V_{CE} - I_E R_E = 0$$

- ก. $I_E R_B$
- ข. $I_E R_E$
- ค. $I_E R_C$
- ง. $I_B R_E$

3. จากวงจร ถ้าต้องการหาแรงดันที่ขาคอลเล็กเตอร์ V_C จะใช้สมการตรงกับข้อใด



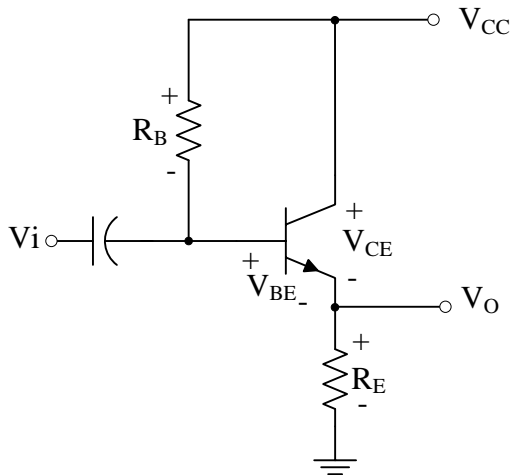
ก. $V_C = V_{CC} - I_E R_E$

ข. $V_C = V_{CE} + V_E$

ค. $V_C = V_{CE} - V_E$

ง. $V_C = V_{CC} + V_{RC}$

4. จากวงจร ถ้าใช้กฎของ Kirchoff's Voltage Law หาสูตรที่ใช้ในวงจรในช่องว่างควรเป็นข้อใด



$V_{CC} - I_B R_B - \dots - I_E R_E = 0$

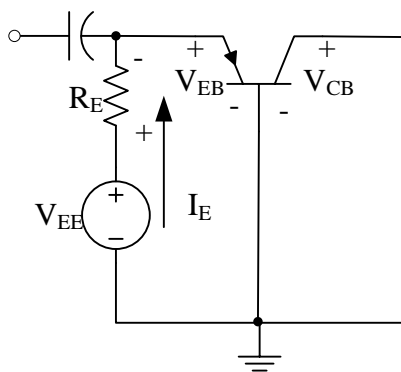
ก. V_{BE}

ข. V_C

ค. V_B

ง. V_{CE}

5. จากวงจร ถ้าใช้กฎของ Kirchoff's Voltage Law หาสูตรที่ใช้ในวงจรในช่องว่างควรเป็นข้อใด



$V_{EE} - \dots - V_{EB} = 0$

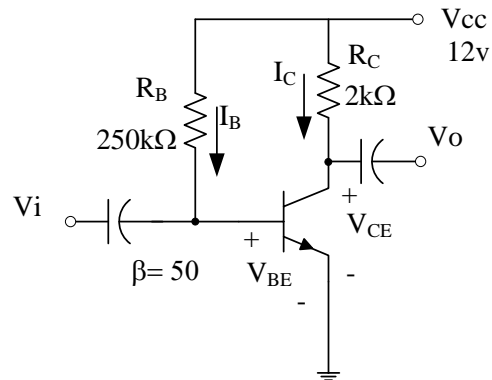
ก. V_{CB}

ข. I_C

ค. I_E

ง. $I_E R_E$

วงจรดังรูปใช้ประกอบคำถามข้อที่ 6 - 7



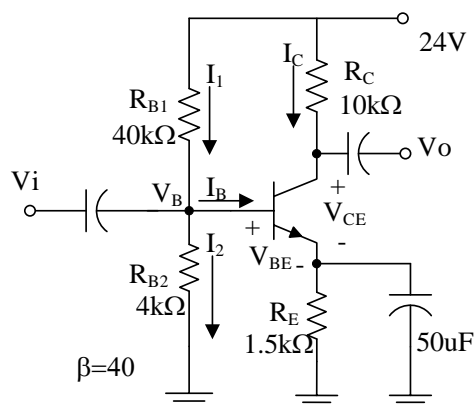
6. จากวงจรดังรูปกระแส I_B มีค่าเท่าใด

- ก. $45\mu\text{A}$
- ข. $48\mu\text{A}$
- ค. $50\mu\text{A}$
- ง. $60\mu\text{A}$

7. จากวงจรดังรูป V_{CE} มีค่าเท่าไร

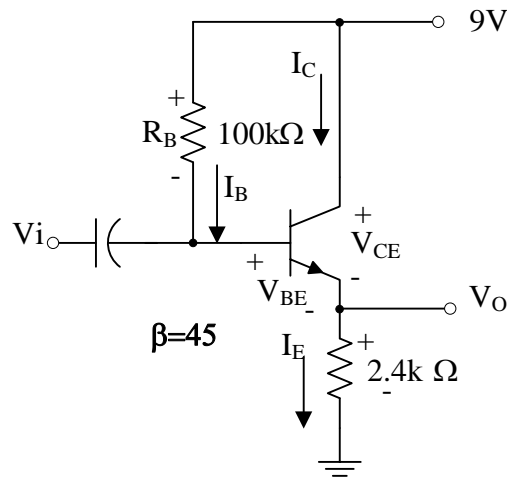
- ก. 6 V
- ข. 7.48 V
- ค. 11.3 V
- ง. 12 V

8. จากวงจรจงคำนวณหาค่าแรงดัน V_{CE}



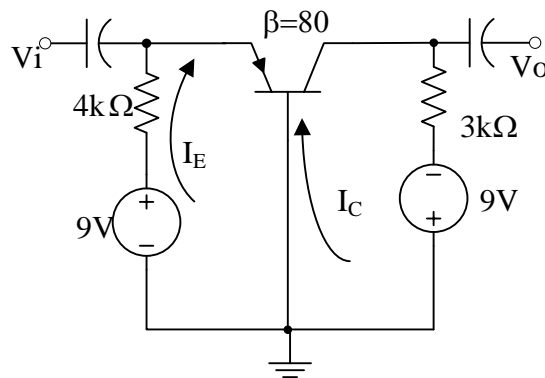
- ก. 0.7 V
- ข. 1.48 V
- ค. 2.18 V
- ง. 12.65 V

9. จากวงจรกำหนดค่ากำหนดกระแส $I_B = 43.26 \mu A$ ค่าแรงดัน V_E จะมีค่าตรงกับข้อใด



- ก. 4.6 V
- ข. 4.75 V
- ค. 6.45 V
- ง. 10.36 V

10. จากวงจรดังรูปกระแส I_E มีค่าเท่าใด



- ก. 2.25 mA
- ข. 3.05 mA
- ค. 2.08 mA
- ง. 27 mA

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 4
การไปแอสทรานซิสเตอร์

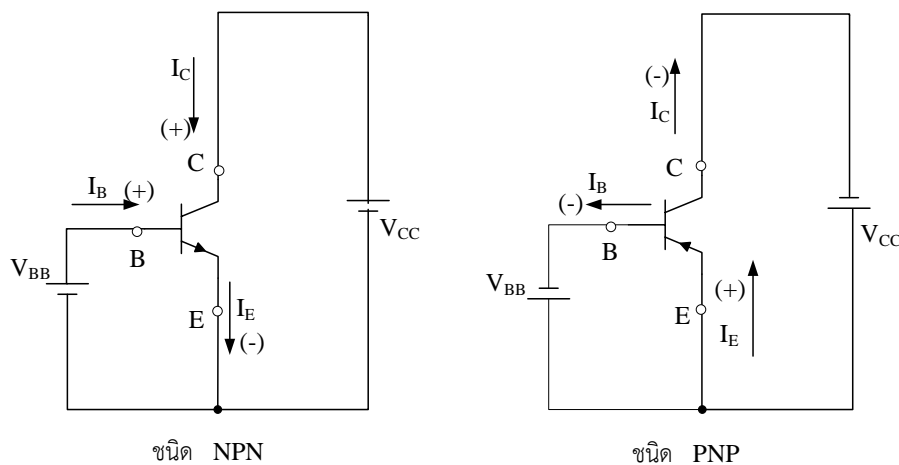
ข้อ	เฉลย
1	ข
2	ค
3	ข
4	ก
5	ง
6	ข
7	ข
8	ง
9	ก
10	ค

หน่วยที่ 4

การไบแอสทรานซิสเตอร์

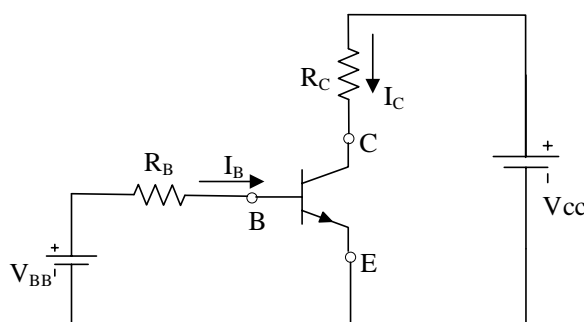
4.1 การไบแอสทรานซิสเตอร์ (Transistor Biasing)

การนำทรานซิสเตอร์มาใช้งาน สิ่งที่ต้องรู้เบื้องต้นคือคุณสมบัติของทรานซิสเตอร์ ในด้านอัตรา
 ทนกระแสสูงสุด อัตราทนแรงดันสูงสุด และอัตราทนกำลังไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งทรานซิสเตอร์แต่ละตัวมีจุดการ
 ทำงานแตกต่างกันออกไป ถ้าให้กระแสไหลในวงจรมากเกินไปจะทำให้ทรานซิสเตอร์เข้าสู่ภาวะอิ่มตัวได้
 และถ้าเราลดกระแสมากเกินไปก็อาจทำให้ทรานซิสเตอร์ตัวนั้น ๆ ถึงจุดคัทออฟได้ โดยทั่วไปแล้ว
 ทรานซิสเตอร์จะถูกจัดไบแอสในย่านลิเนียร์หรือย่านวงจรรขยาย ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การจัดไบแอสทรานซิสเตอร์เบื้องต้น

ในการใช้งานจริงแต่ละวงจรรานซิสเตอร์ต้องการกระแสไม่เท่ากัน หรือจุดทำงานแตกต่างกัน
 ไป แล้วแต่เบอร์ของทรานซิสเตอร์ ตามกฎของโอห์มการปรับกระแสสามารถปรับได้จากแหล่งจ่าย
 ไฟเลี้ยงวงจรหรือการปรับด้วยตัวต้านทาน ดังนั้นการใช้งานจริงจะใช้วิธีการปรับกระแสด้วยตัวต้านทาน
 ซึ่งเรียกว่าการจัดไบแอสให้กับวงจรรานซิสเตอร์ ดังรูปที่ 2



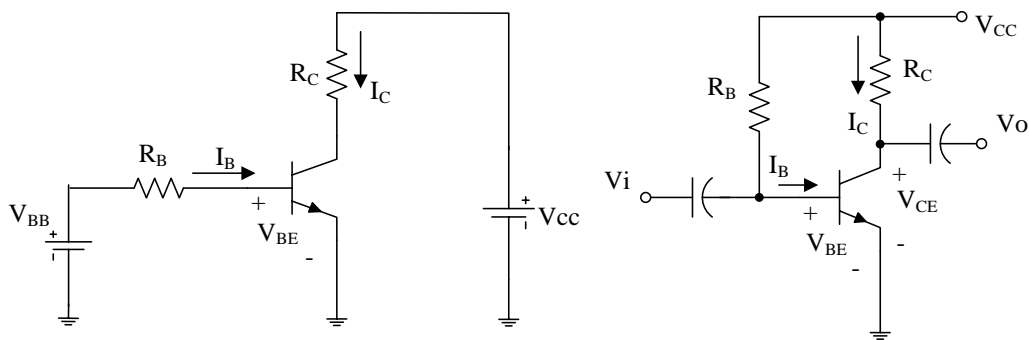
รูปที่ 2 ตัวอย่างการจัดวงจรไบแอสตามกฎของโอห์ม

4.2 การจัดไบแอสวงจรทรานซิสเตอร์ แบ่งได้เป็น 3 คอมมอน

1. คอมมอนอีมิตเตอร์ (Common Emitter) จัดวงจรได้ 2 แบบ
 - 1.1 วงจรไบแอสแบบคงที่ (Fixe bias)
 - 1.2 วงจรไบแอสด้วยตนเอง(Self bias)
2. คอมมอนคอลเลกเตอร์ (Common collector)
3. คอมมอนเบส(Common Base)

4.2.1 คอมมอนอีมิตเตอร์

4.2.1.1 วงจรไบแอสแบบคงที่ (Fixe bias)



ก) วงจรไบแอสคงที่แบบใช้แหล่งจ่ายไฟ 2 ชุด ข) วงจรไบแอสคงที่แบบใช้แหล่งจ่ายไฟชุดเดียว

รูปที่ 3 การจัดวงจรแบบไบแอสคงที่

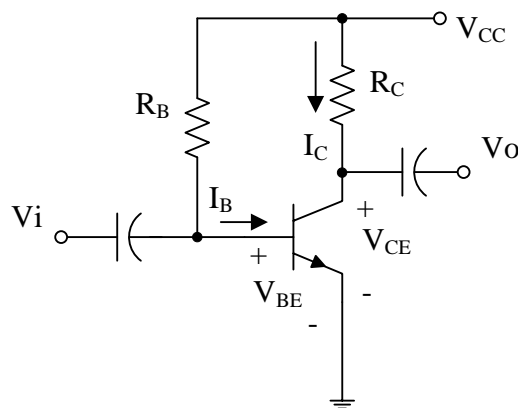
รูป ก) เป็นการจัดไบแอสแบบพื้นฐานให้ทรานซิสเตอร์สามารถนำกระแสได้ จะต้องมีส่วนแหล่งจ่ายไฟที่อินพุตคือขาเบสเพื่อให้มีกระแส I_B ไหลเข้าไปในทรานซิสเตอร์ และใช้แหล่งจ่ายไฟอีกชุดหนึ่งจ่ายที่ทางเอาต์พุตคือขาคอลเลกเตอร์ เพื่อควบคุมกระแส I_C และแรงดัน V_{CE}

รูป ข) เป็นการประยุกต์จากวงจรในรูป ก) เพราะแหล่งจ่ายไฟที่ต่อกับขาเบส และขาคอลเลกเตอร์ มีศักย์ไฟฟ้าเหมือนกันคือ ไฟบวกจึงสามารถใช้แหล่งจ่ายไฟเพียงชุดเดียวได้ (+ V_{CC}) เช่น ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ขาเบสต้องการไฟบวกเมื่อเทียบกับขาอีมิตเตอร์ และขาคอลเลกเตอร์ก็ต้องการบวกเช่นกันเมื่อเทียบกับขาอีมิตเตอร์ ส่วนทรานซิสเตอร์ชนิด PNP ก็ใช้วิธีหลักการเช่นเดียวกัน เพียงแต่แหล่งจ่ายไฟเป็นไฟลบ (- V_{CC})

การกำหนดกระแสและแรงดันในวงจร จะถูกกำหนดด้วยค่าความต้านทาน ที่ต่ออนุกรมกับแหล่งจ่ายไฟ ทั้งที่ขาเบส และขาคอลเลกเตอร์

การวิเคราะห์หาจุดทำงานของวงจรแบบไบแอสคงที่

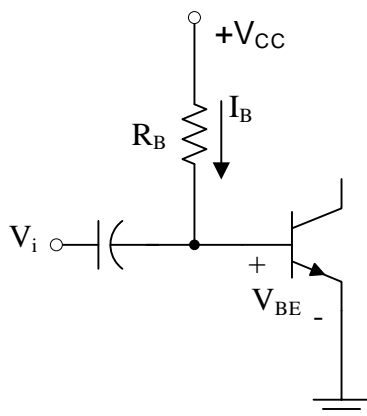
เป็นการคำนวณหาค่ากระแสและแรงดันที่จะเกิดขึ้นกับตัวทรานซิสเตอร์ ซึ่งจะต้องอาศัยทฤษฎีทางวงจรไฟฟ้านำมาประยุกต์ใช้ ดังนั้นจะต้องเปลี่ยนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ให้เป็นวงจรไฟฟ้าก่อน ตามหลักการทางทฤษฎีวงจรไฟฟ้า เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและแรงดันในวงจร โดยแบ่งออกเป็นในส่วนวงจรทางอินพุตและในส่วนวงจรทางเอาท์พุต ได้ดังนี้



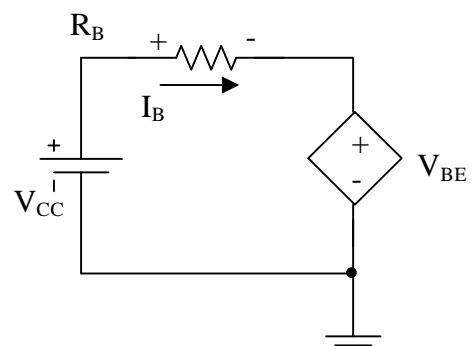
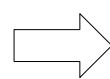
รูปที่ 4 วงจรแบบไบแอสคงที่

พิจารณาวงจรทางอินพุต

นำวงจรในส่วนทางอินพุตมาพิจารณาตามทิศทางของกระแสไฟฟ้า แล้วแทนสัญลักษณ์ทางวงจรไฟฟ้า เป็นแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง ตัวต้านทานและแหล่งจ่ายแรงดันสมมติ (Independent source) ระหว่างขาเบสกับอิมิตเตอร์ ตามรูปที่ 5 ข



ก) วงจรในส่วนอินพุต



ข) วงจรสมมูลทางไฟฟ้า

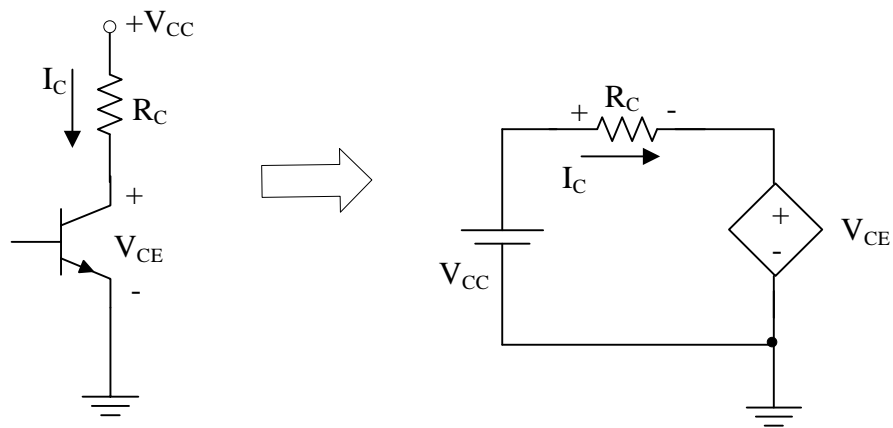
รูปที่ 5 การวิเคราะห์หาจุดทำงานทางอินพุต

เขียนสมการโดยอาศัยกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์

$$V_{CC} = I_B \cdot R_B + V_{BE}$$

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}$$

พิจารณาวงจรทางเอาต์พุต



รูปที่ 6 การวิเคราะห์หาจุดทำงานทางเอาต์พุต

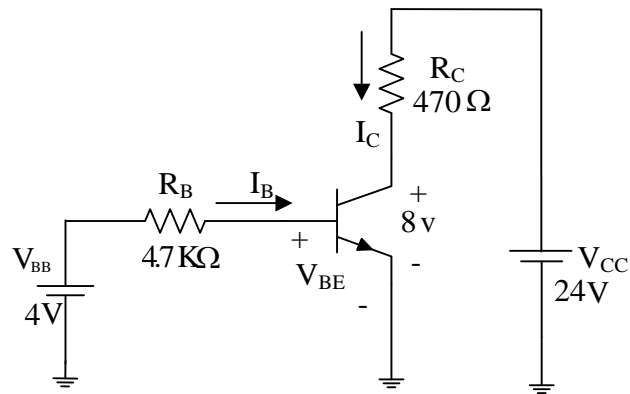
เขียนสมการโดยอาศัยกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์

$$V_{CC} = I_C \cdot R_C + V_{CE}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot R_C$$

$$I_C = \beta \cdot I_B = h_{FE} \cdot I_B$$

ตัวอย่างที่ 1 จงรูปคำนวณหาค่า I_C I_B และ β ของวงจรฟิสิกซ์ไบแอส โดย $V_{CE} = 8V$



วิธีทำ

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$$

$$= \frac{4V - 0.7V}{4.7 \text{ K}\Omega}$$

$$I_B = 702.127 \text{ } \mu\text{A} \quad \text{ตอบ}$$

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C}$$

$$= \frac{24V - 8V}{470 \Omega}$$

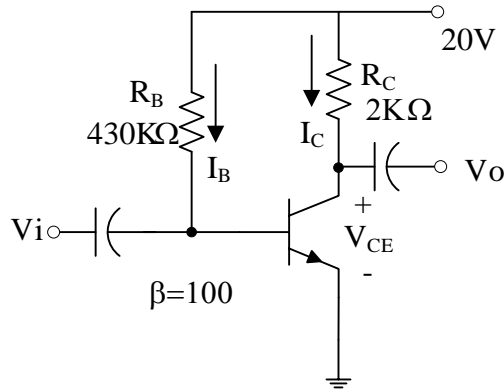
$$I_C = 34.04 \text{ mA} \quad \text{ตอบ}$$

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

$$= \frac{34.04 \text{ mA}}{702.127 \text{ } \mu\text{A}}$$

$$\beta = 48.48 \quad \text{ตอบ}$$

ตัวอย่างที่ 2 จงรูปคำนวณหาค่ากระแส I_C , I_B และ V_{CE}



วิธีทำ

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}$$

$$= \frac{20V - 0.7V}{470k\Omega}$$

$$I_B = 44.88 \mu A \quad \text{ตอบ}$$

$$I_C = \beta \cdot I_B$$

$$= 100 \times 4.488 \mu A$$

$$I_C = 4.488 \text{ mA} \quad \text{ตอบ}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot R_C$$

$$= 20V - 4.488 \text{ mA} \times 2k\Omega$$

$$V_{CE} = 11.024V \quad \text{ตอบ}$$

ตัวอย่างที่ 3 จงคำนวณหาค่า R_C และ R_B ของวงจรฟิสิกซ์ไบแอส โดยใช้ซิลิกอนทรานซิสเตอร์มีค่า $h_{FE} = 50$ $V_{CC} = 15V$ และจุดทำงานดีซีที่ $V_{CE} = 8V$, $I_C = 2mA$

วิธีทำ

$$\text{จาก } V_{CC} = I_C \cdot R_C + V_{CE}$$

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{I_C}$$

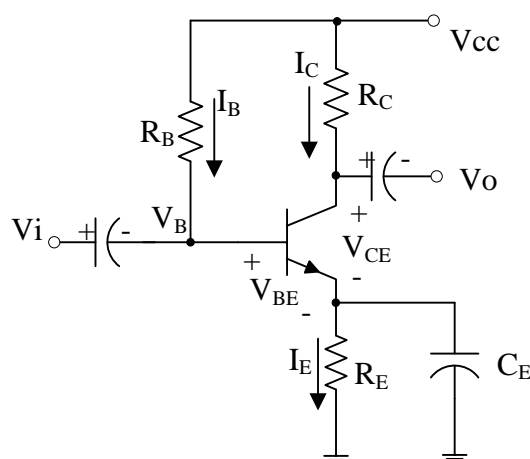
$$= \frac{15V - 8V}{2mA}$$

$$\begin{aligned}
 R_C &= 3.5 \text{ k}\Omega && \text{ตอบ} \\
 I_B &= \frac{I_C}{h_{FE}} \\
 &= \frac{2\text{mA}}{50} \\
 I_B &= 40 \text{ }\mu\text{A} && \text{ตอบ} \\
 V_{CC} &= I_B \cdot R_B + V_{BE} \\
 R_B &= \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_B} \\
 &= \frac{15\text{V} - 0.7\text{V}}{40\mu\text{A}} \\
 R_B &= 357.5 \text{ k}\Omega && \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

4.2.1.2 วงจรไบแอสด้วยตนเอง(Self bias)แบบวงจรอิมิตเตอร์ไบแอส(Emitter Bias)

วงจรไบแอสด้วยตนเองแบบนี้จะมีลักษณะคล้ายกับวงจรไบแอสแบบคงที่ เพียงแต่มีการเพิ่มตัวต้านทานที่ขาอิมิตเตอร์ ดังรูปที่ 7

จากข้อเสียของวงจรไบแอสแบบคงที่ เมื่อทรานซิสเตอร์ทำงานและเกิดความร้อนขึ้นจะทำให้ความต้านทานภายในระหว่างรอยต่อคอลเล็กเตอร์ - อิมิตเตอร์ มีค่าลดลง เป็นผลให้กระแสคอลเล็กเตอร์ มีค่าสูงขึ้นในขณะที่กระแสเบสยังมีค่าคงที่อยู๋ นั่นก็หมายความว่ากระแสเบสไม่สามารถควบคุมกระแสคอลเล็กเตอร์ได้เลย เป็นผลให้จุดทำงานของทรานซิสเตอร์ มีการเปลี่ยนไป



รูปที่ 7 วงจรอิมิตเตอร์ไบแอส (Emitter Bias)

ส่วนวงจรอิมิตเตอร์ไบแอส เมื่อมีตัวต้านทาน R_E ไว้ที่ขาอิมิตเตอร์ เมื่อค่ากระแสคอลเลกเตอร์ มีค่าเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้แรงดัน ที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_E (V_E) ก็จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และเมื่อพิจารณาทางด้านขาเบสกระแสเบส จะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเพราะค่าแรงดัน V_{BE} มีการเปลี่ยนแปลง ดังสมการทางไฟฟ้าข้างล่าง

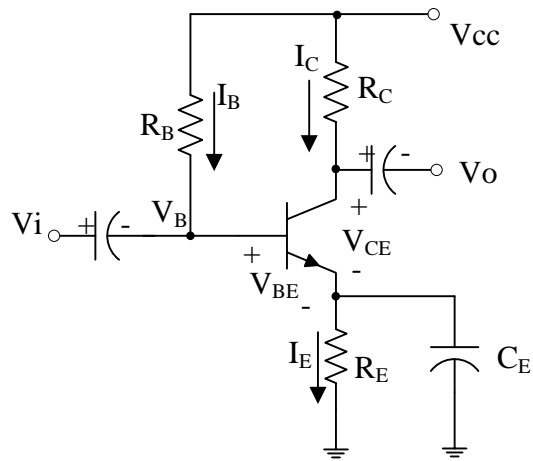
$$\begin{aligned} V_B &= V_{BE} + V_E \\ V_{BE} &= V_B - V_E \end{aligned}$$

จากสมการเมื่อค่าแรงดัน V_E มีค่าเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ไบแอสระหว่างเบส - อิมิตเตอร์ (V_{BE}) มีค่าลดลง ทรานซิสเตอร์ก็จะนำกระแสได้น้อยลงทำให้กระแสคอลเลกเตอร์ มีค่าลดลงตามด้วย ทรานซิสเตอร์ ที่อาจจะร้อนขึ้นในตอนแรกก็จะลดอุณหภูมิลง

ซึ่งจะเห็นว่าตัวต้านทาน R_E จะมีผลต่อการไบแอสทั้งกระแสที่ขาเบสและกระแสที่ขาคอลเลกเตอร์ เป็นอย่างมาก ทั้งนี้ก็เพราะว่า R_E เป็นเสมือนโหนดร่วมของกระแสอินพุตและเอาต์พุตนั่นเอง ดังนั้นการที่ต่อ ตัวต้านทาน R_E ไว้ในวงจรมิใช่ว่าจะเกิดผลดีในเรื่องการควบคุมกระแส

แต่ผลเสียก็คือเมื่อมีสัญญาณเสียงเข้ามายังอินพุต(ผลทาง ac) ทำให้กระแสเปลี่ยนแปลงไปตามสัญญาณเสียงซึ่งเป็นสัญญาณกระแสสลับ ทำให้เกิดสัญญาณที่ตัวต้านทาน R_E ลักษณะเช่นนี้จะ เป็นผลให้อัตราขยายของทรานซิสเตอร์ลดลงมาเล็กน้อย เราสามารถแก้ปัญหานี้ได้ด้วยการใส่ คาปาซิเตอร์บายพาส(C_E) สัญญาณเสียงลงกราวด์เสีย เพื่อให้แรงดันที่ตกคร่อม R_E มีเพียงไฟกระแสตรงเท่านั้น

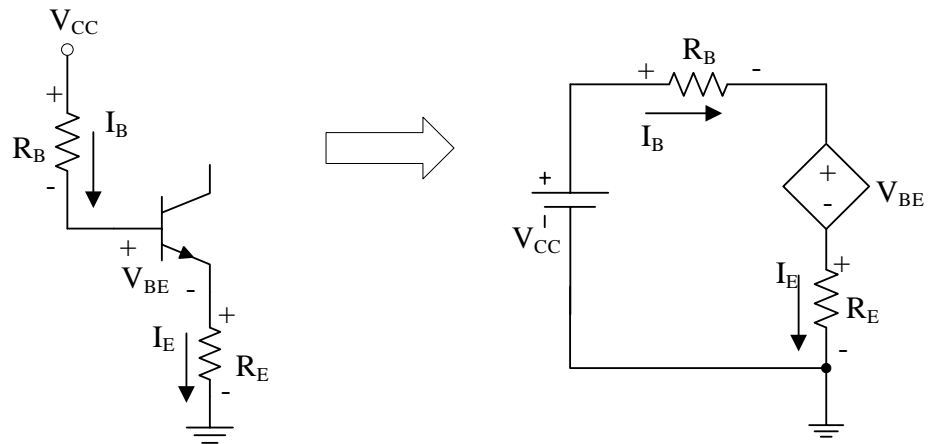
การวิเคราะห์หาจุดทำงานของวงจรอิมิตเตอร์ไบแอส



รูปที่ 8 การวิเคราะห์หาจุดทำงานของวงจรอิมิตเตอร์ไบแอส

จากวงจรเมื่อจะวิเคราะห์การทำงานของวงจรจะต้องแยกพิจารณาวงจรได้ 2 ด้านคือ วงจรทางด้านอินพุต และวงจรทางด้านเอาต์พุต ดังนี้

พิจารณาวงจรทางอินพุต



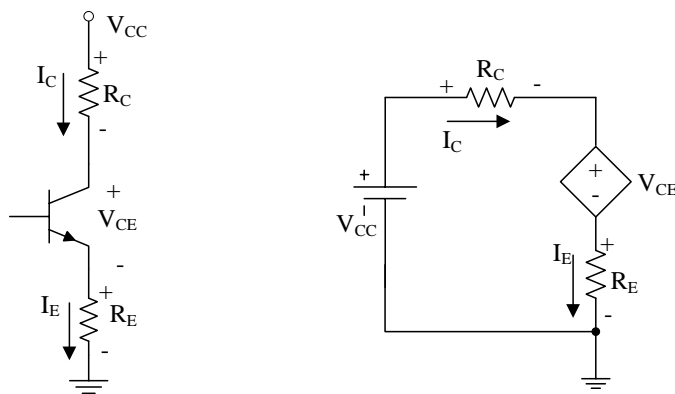
รูปที่ 9 การวิเคราะห์หาจุดทำงานทางอินพุต

เขียนสมการโดยอาศัยกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์

$$\begin{aligned}
 V_{CC} &= I_B \cdot R_B + V_{BE} + I_E \cdot R_E \\
 I_E &= I_C + I_B \\
 &= \beta \cdot I_B + I_B \\
 &= I_B \cdot (1 + \beta) \\
 V_{CC} &= I_B \cdot R_B + V_{BE} + I_B \cdot (1 + \beta) \cdot R_E
 \end{aligned}$$

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (1 + \beta) \cdot R_E}$$

พิจารณาวงจรทางเอาต์พุต



รูปที่ 10 การวิเคราะห์หาจุดทำงานทางเอาต์พุต

เขียนสมการโดยอาศัยกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์

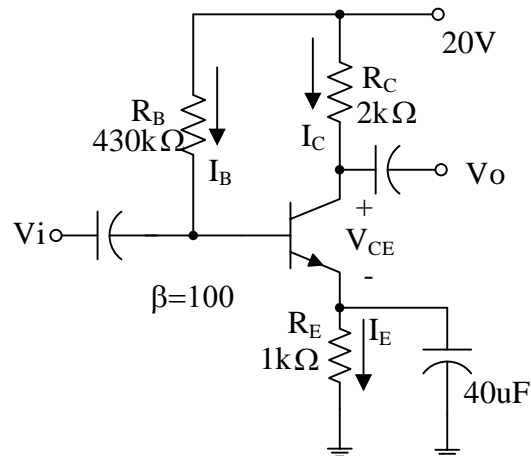
$$V_{CC} = I_C \cdot R_C + V_{CE} + I_E \cdot R_E$$

$$I_E \approx I_C$$

$$I_C = \beta \cdot I_B$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot (R_C + R_E)$$

ตัวอย่างที่ 4 จากรูปจงคำนวณหาค่ากระแส I_B , I_C และแรงดัน V_{CE}



วิธีทำ

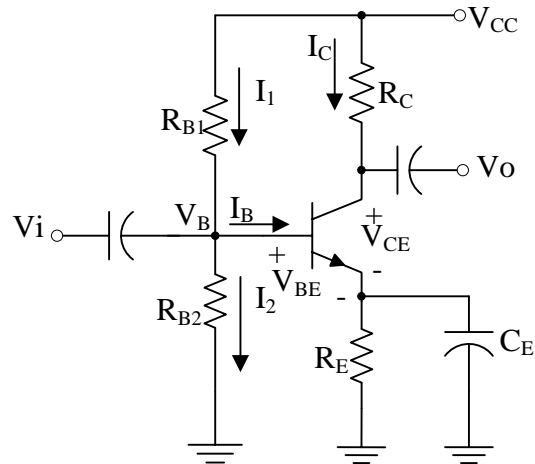
$$\begin{aligned}
 I_B &= \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (1 + \beta) \cdot R_E} \\
 &= \frac{20V - 0.7V}{430k\Omega + (1 + 100) \times 1k\Omega} \\
 I_B &= 36.35 \text{ uA} \quad \text{ตอบ} \\
 I_C &= \beta \cdot I_B \\
 &= 100 \times 36.35 \text{ uA} \\
 &= 3.635 \text{ mA} \quad \text{ตอบ} \\
 V_{CE} &= V_{CC} - I_C \cdot (R_C + R_E) \\
 &= 20V - 3.635 \text{ mA} \times (2k\Omega + 1k\Omega) \\
 V_{CE} &= 9.1V \quad \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

4.2.1.3 วงจรไบแอสด้วยตนเอง(Self bias)แบบโวลเตจดีไวเดอร์ (Voltage Divider Bias)

ในการที่จะทำให้วงจรมีเสถียรภาพดีขึ้น สามารถทำได้โดยการทำให้แรงดันที่จะมาไบแอสมีค่าคงที่มากที่สุด จากวงจรไบแอสแบบนี้จะมีความต้านทานทางขาเบส 2 ตัวด้วยกัน แม้ว่าวงจรทรานซิสเตอร์จะทำงานหรือไม่ทำงาน แต่แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานทั้งสองยังคงที่ นี่เองที่ทำให้เสถียรภาพของวงจรสูงกว่าวงจรไบแอสแบบอื่นที่กล่าวมาตั้งแต่ต้น

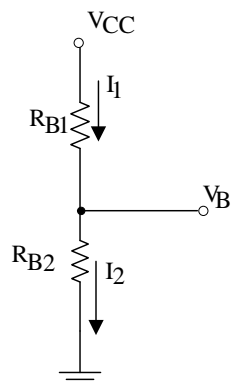
หลักการของการรักษาเสถียรภาพของวงจรขยายทรานซิสเตอร์ให้คงที่นั้นจะทำให้กระแสคอลเล็กเตอร์ ถูกควบคุมไม่ให้เปลี่ยนแปลง หรือถ้าเปลี่ยนแปลงไปก็น้อยมากเมื่อจุดทำงานเริ่มจะเปลี่ยนไป ตัวที่ทำให้การทำงานของทรานซิสเตอร์เปลี่ยนไปอันดับแรกก็คืออุณหภูมิ ซึ่งสามารถแก้ไขในขั้นต้นคือใส่ R_E เข้าไปที่ขาอีมิเตอร์ แต่อย่างไรก็ตามกรณีที่ทรานซิสเตอร์เกิดความร้อนขึ้นอย่างต่อเนื่องจน

R_E ไม่สามารถควบคุมได้วงจรโวลเตจดีไวเดอร์ จะสามารถควบคุมแรงดันทางเบสให้คงที่ได้ เพราะตัวต้านทานที่ต่อเป็นวงจรโวลเตจดีไวเดอร์ไว้ทางเบสนั่นเอง ซึ่งค่าแรงดันที่ว่ามานี้ไม่ขึ้นตรงต่อพารามิเตอร์ตัวใด



รูปที่ 11 วงจรโวลเตจดีไวเดอร์ไบแอส

พิจารณาวงจรทางอินพุต



$$V_B = \frac{R_{B2} \cdot V_{CC}}{R_{B1} + R_{B2}}$$

$$I_E = \frac{V_E}{R_E}$$

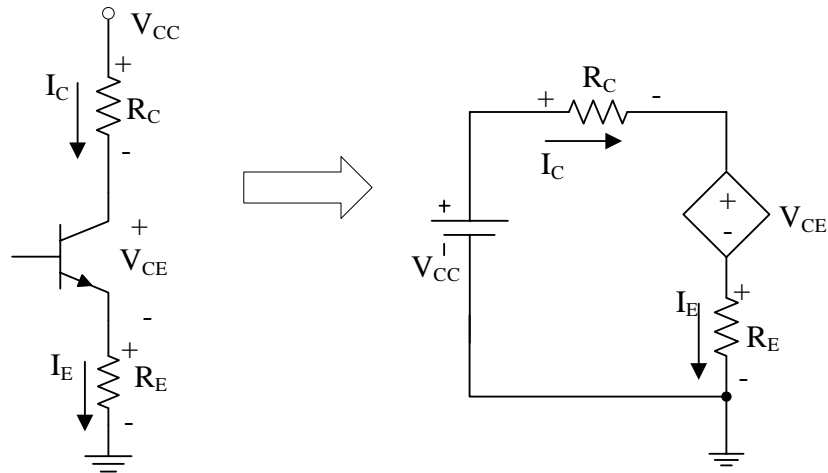
$$V_B = V_{BE} - V_E$$

$$V_E = V_B - V_{BE}$$

$$I_E \approx I_C$$

รูปที่ 12 การจัดวงจรเพื่อหาแรงดันที่ขาเบส

พิจารณาวงจรทางเอาต์พุต

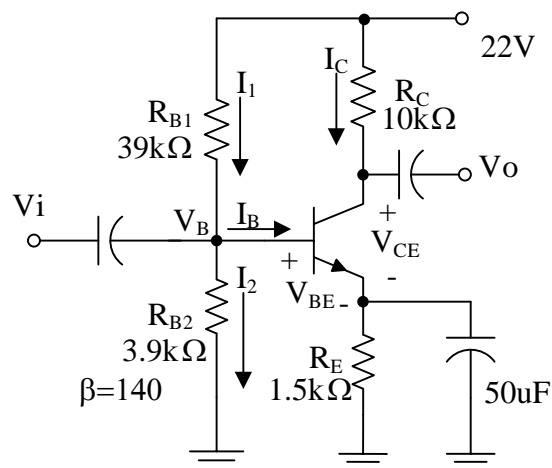


รูปที่ 12 การวิเคราะห์หาจุดทำงานทางเอาร์ทพุต

เขียนสมการโดยอาศัยกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์

$$\begin{aligned}
 V_{CC} &= I_C \cdot R_C + V_{CE} + I_E \cdot R_E \\
 V_{CE} &= V_{CC} - I_C \cdot (R_C + R_E) \\
 V_C &= V_{CC} - I_C \cdot R_C \\
 V_E &= I_C \cdot R_E
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 5 การคำนวณหาค่ากระแสและแรงดันที่จุดทำงาน



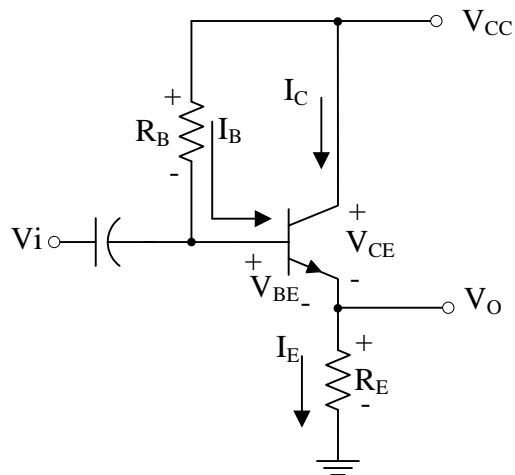
วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 V_B &= \frac{R_{B2} \cdot V_{CC}}{R_{B1} + R_{B2}} \\
 &= \frac{3.9\text{k}\Omega \times 22\text{V}}{3.9\text{k}\Omega + 39\text{k}\Omega} \\
 V_B &= 2\text{ V} && \text{ตอบ} \\
 V_E &= V_B - V_{BE} \\
 &= 2\text{ V} - 0.7\text{V} \\
 V_E &= 1.3\text{ V} && \text{ตอบ} \\
 I_E &= \frac{1.3\text{V}}{1.5\text{k}\Omega} \\
 &= 0.867\text{mA} \\
 V_{CE} &= V_{CC} - I_C \cdot (R_C + R_E) \\
 &= 22\text{V} - 0.867\text{mA} \times (10\text{k}\Omega + 1.5\text{k}\Omega) \\
 &= 12.03\text{ V} && \text{ตอบ} \\
 V_C &= V_{CC} - I_C \cdot R_C \\
 &= 22\text{ V} - (0.867\text{mA} \times 10\text{k}\Omega) \\
 V_C &= 13.33\text{ V} && \text{ตอบ} \\
 V_E &= I_C \cdot R_E \\
 &= 0.867\text{mA} \times 1.5\text{k}\Omega \\
 V_E &= 1.3\text{V} && \text{ตอบ} \\
 V_{CE} &= V_C - V_E \\
 &= 13.33\text{ V} - 1.3\text{ V} \\
 V_{CE} &= 12.03\text{ V} && \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

4.3 คอมมอนคอลเลกเตอร์ หรือ อีมิตเตอร์ฟอลโลเวอร์ (Common Collector หรือ Emitter Follower)

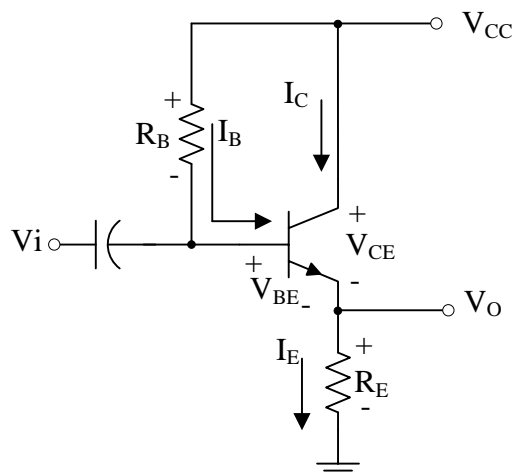
การจัดไบแอสของวงจรคอมมอนคอลเลกเตอร์ ขาอินพุตป้อนเข้าที่ขาเบสส่วนเอาต์พุตที่ขา

อีมิเตอร์เมื่อพิจารณาจากการทำงานของวงจรแรงดันที่ขาเบสจะต่างจากแรงดันที่ขาอีมิเตอร์เล็กน้อยเพียง 0.7 V และเมื่อพิจารณาผลการทำงานทางด้านสัญญาณของวงจรสัญญาณที่เอาต์พุตและอินพุตจะมีขนาดเท่ากันและเฟสสัญญาณตรงกัน จึงเรียกว่าวงจรอีมิเตอร์ฟรอลโลเวอร์



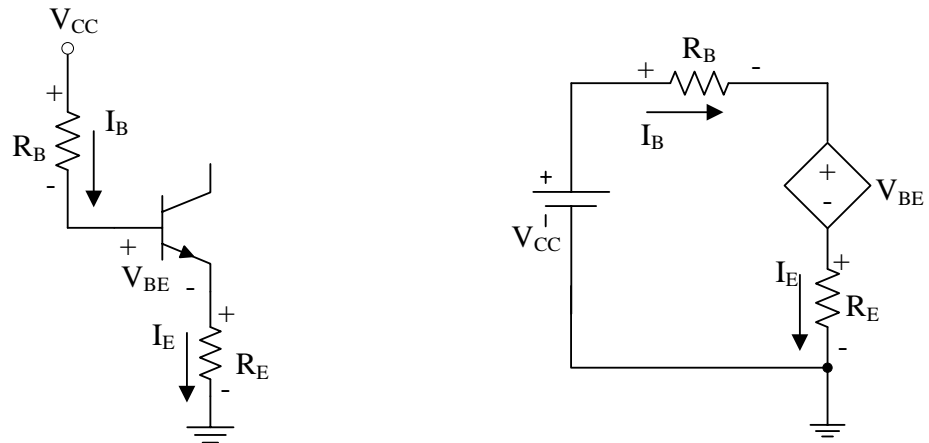
รูปที่ 13 วงจรคอมมอนคอลเลกเตอร์

การวิเคราะห์หาจุดทำงานของวงจรคอมมอนคอลเลกเตอร์



รูปที่ 14 การวิเคราะห์หาจุดทำงานของวงจรคอมมอน

พิจารณาวงจรทางอินพุต



รูปที่ 15 การวิเคราะห์หาจุดทำงานของวงจรทางอินพุต

เขียนสมการโดยอาศัยกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์

$$V_{CC} = I_B \cdot R_B + V_{BE} + I_E \cdot R_E$$

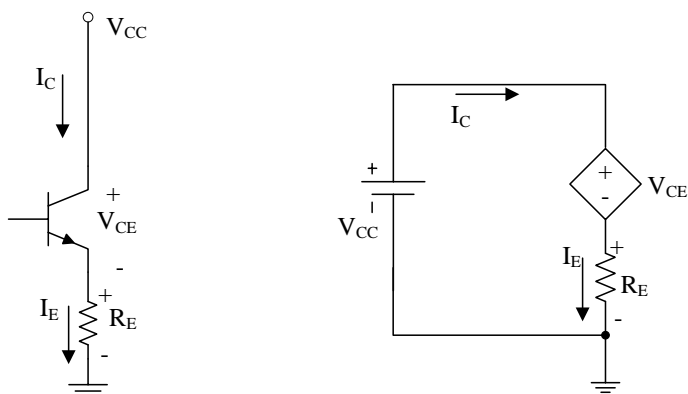
$$I_E = I_B \cdot (1 + \beta)$$

$$V_{CC} = I_B \cdot R_B + V_{BE} + I_B \cdot (1 + \beta) \cdot R_E$$

$$V_{CC} = I_B \cdot [R_B + (1 + \beta) \cdot R_E] + V_{BE}$$

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (1 + \beta) \cdot R_E}$$

พิจารณาวงจรทางเอาต์พุต

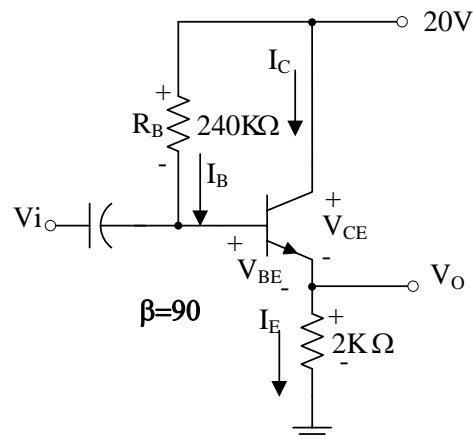


รูปที่ 16 การวิเคราะห์หาจุดทำงานของวงจรทางเอมิเตอร์

เขียนสมการโดยอาศัยกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์

$$\begin{aligned}
 V_{CC} &= V_{CE} + I_E \cdot R_E \\
 V_{CE} &= V_{CC} - I_C \cdot R_E \\
 I_C &= \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_E} \\
 I_C &= \beta \cdot I_B
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 6 จงคำนวณหาค่ากระแส I_B , I_C และแรงดันที่ V_{CE}



วิธีทำ

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (1 + \beta) \cdot R_E}$$

$$= \frac{20V - 0.7V}{240K\Omega + 91 \times 2K\Omega}$$

$$I_B = 45.73 \mu A \quad \text{ตอบ}$$

$$I_C = \beta \cdot I_B$$

$$= 90 \cdot 45.73 \mu A$$

$$I_C = 4.12 \text{ mA} \quad \text{ตอบ}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot R_E$$

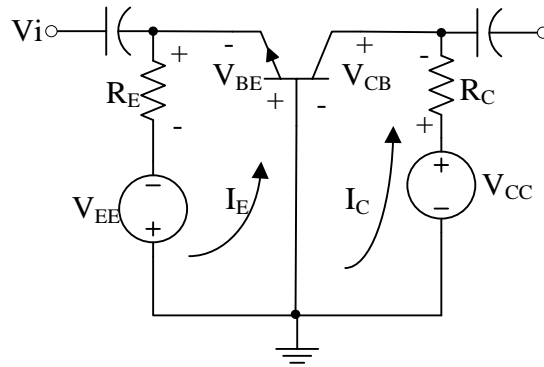
$$= 20V - 4.12 \text{ mA} \times 2 \text{ k}\Omega$$

$$V_{CE} = 11.76 \text{ V} \quad \text{ตอบ}$$

4.4คอมมอนเบส (Common Base)

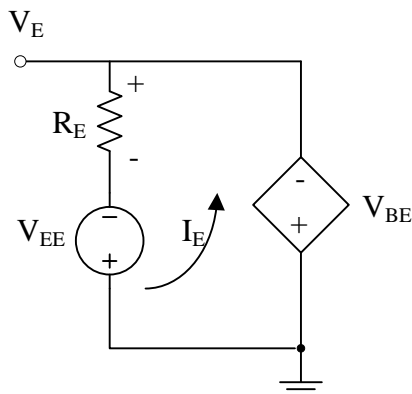
การจัดไบแอสของวงจรคอมมอนเบสจะแตกต่างจากแบบอื่นตรงที่จะต้องใช้แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 2 ชุด จัดไบแอสที่อินพุตและเอาต์พุต ดังรูปที่ 17 และอีกส่วนที่แตกต่างก็คือจุดต่ออินพุต

ต่อที่ขาอีมีเตอร์ซึ่งมีค่าความต้านทานต่ำจึงเป็นสาเหตุที่คอมมอนนี้ไม่ถูกนำไปใช้เป็นวงจรขยายเสียง (Amplifier)



รูปที่ 17 การวิเคราะห์หาจุดทำงานของวงจรคอมมอนเบส

พิจารณาวงจรทางอินพุต

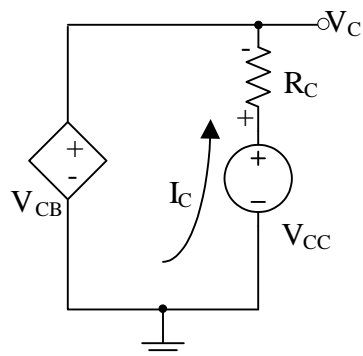


$$-V_{EB} = I_E \cdot R_E - V_{EE}$$

$$V_{EE} = V_{BE} + I_E \cdot R_E$$

$$I_E = \frac{V_{EE} - V_{BE}}{R_E}$$

พิจารณาวงจรทางเอาต์พุต

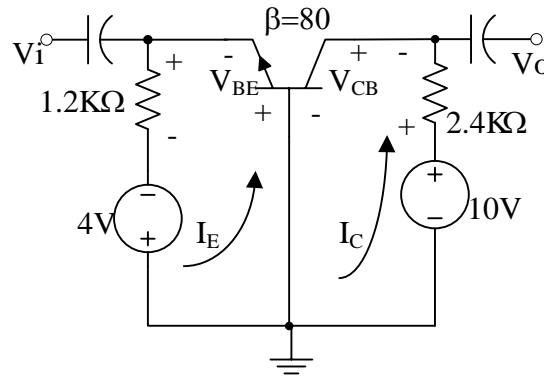


$$V_{CC} = I_C \cdot R_C + V_{CB}$$

$$V_{CB} = V_{CC} - I_C \cdot R_C$$

$$I_C \approx I_E$$

ตัวอย่างที่ 7 จงคำนวณหาค่ากระแส I_E และแรงดันที่ V_{CB}



วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 I_E &= \frac{V_{EE} - V_{BE}}{R_E} \\
 &= \frac{4V - 0.7V}{1.2k\Omega} \\
 I_E &= 2.75 \text{ mA} && \text{ตอบ} \\
 V_{CB} &= V_{CC} - I_C \cdot R_C \\
 &= 10V - 2.75\text{mA} \times 2.4k\Omega \\
 V_{CB} &= 3.4V && \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

4.4 การออกแบบวงจรไบแอสทรานซิสเตอร์

เทคนิคในการออกแบบวงจรไบแอสทรานซิสเตอร์สามารถนำกราฟคุณสมบัติทางด้านเอาต์พุตหรือโหลดไลน์ (dc load line) มาวิเคราะห์หาจุดทำงานของทรานซิสเตอร์ ซึ่งเป็นพื้นฐานในการออกแบบวงจร โดยมีหลักการดังนี้

จากสมการเอาต์พุต

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C + R_E)$$

และสมการกระแส

$$\begin{aligned}
 I_C &= \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C + R_E} \\
 &= \frac{V_{CC}}{R_C + R_E} - \frac{V_{CE}}{R_C + R_E} \\
 I_C &= \frac{-1}{R_C + R_E} V_{CE} + \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}
 \end{aligned}$$

จากสมการกระแส I_C เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับสมการเส้นตรง $y = mx + C$ จะได้สมการดังนี้

$$m = \frac{-1}{R_C + R_E} \quad (\text{ค่าความชัน})$$

$$C = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E} \quad (\text{ค่าคงที่ จุดตัดบนแกน Y})$$

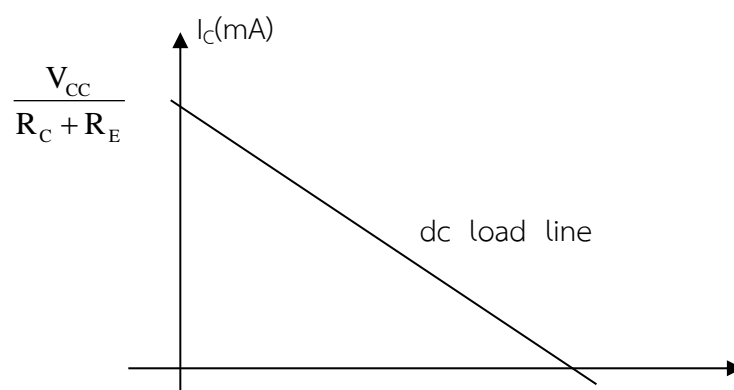
จากสมการกระแส I_C ถ้าสมมติให้กระแส $I_C = 0$ จะได้

$$V_{CE} = V_{CC}$$

และจากสมการกระแส I_C ถ้าสมมติให้ แรงดัน $V_{CE} = 0$ จะได้

$$I_C = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$

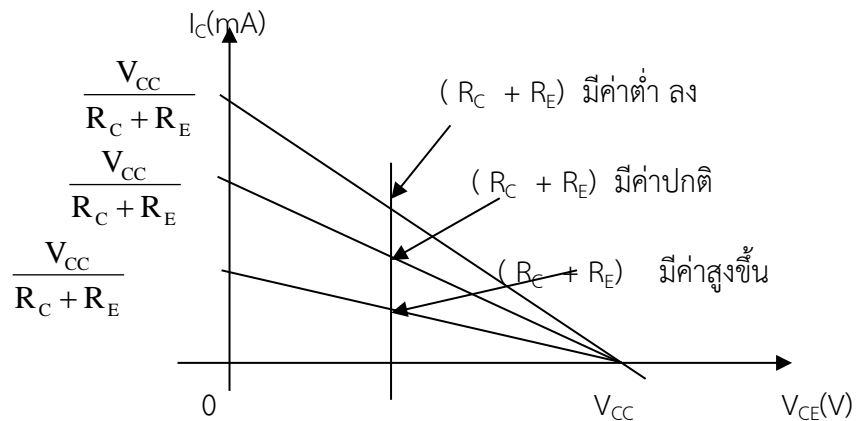
จากสมการทั้ง 2 นำมาเขียนเส้นกราฟโหลดไลน์ ของวงจรถานซิสเตอร์บนกราฟคุณสมบัติทางด้านเอพท์พุดจะได้จุดตัดบนแกน X คือสมการ V_{CE} และจุดตัดบนแกน Y คือสมการกระแส I_C ดังรูปข้างล่าง



0 V_{CC} $V_{CE}(V)$

รูปที่ 18 การสร้างเส้นกราฟโหลดไลน์

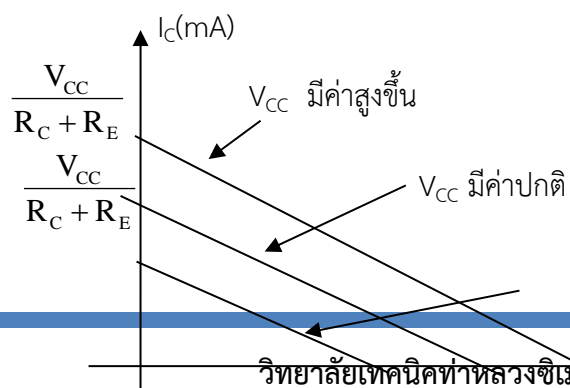
4.4.1 ผลของการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของ $(R_C + R_E)$



รูปที่ 19 กราฟผลของการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน

จากผลการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจะเห็นว่า เมื่อค่าความต้านทานมีค่ามากขึ้น จะทำให้กระแสมีค่าลดลง ในทำนองเดียวกันเมื่อค่าความต้านทานมีค่าลดลงจะทำให้กระแสมีค่าเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นผลทำให้กระแสมีการเปลี่ยนแปลงมากส่วนแรงดันที่จุดทำการไม่เปลี่ยนแปลง

4.4.2 ผลของการเปลี่ยนแปลงค่าของค่าแรงดันไฟเลี้ยงวงจร (V_{CC})



$$\frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$

V_{CC} มีค่าต่ำลง

0

 V_{CC-} V_{CC} V_{CC+} $V_{CE}(V)$

รูปที่ 20 กราฟผลของการเปลี่ยนแปลงค่าของค่าแรงดันไฟเลี้ยงวงจร

จากผลการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันไฟเลี้ยงวงจร (V_{CC}) เมื่อค่าแรงดันไฟเลี้ยงวงจรมีค่ามากขึ้นจะทำให้กระแสมีค่าเพิ่มขึ้น ในทำนองเดียวกันค่าแรงดันไฟเลี้ยงวงจรมีค่าลดลงจะทำให้กระแสมีค่าลดลง ซึ่งเป็นผลทำให้กระแสและส่วนแรงดันที่จุดทำงานมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก

นั่นแสดงว่าการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันไฟเลี้ยงวงจรจะมีผลกับกระแสและแรงดันที่จุดทำงานของวงจรมากกว่าการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน

4.4.3 การเลือกจุดทำงานของวงจร

โดยทั่วไปแล้วการเลือกจุดทำงานจะเลือกตรงจุดกึ่งกลางของ dc load line เพราะถือว่าเป็นจุดที่ขยายสัญญาณดีที่สุดเพราะสัญญาณมีความสมมาตรทั้งสัญญาณด้านบวกและด้านลบ นั่นคือ

$$V_{CE} = \frac{V_{CC}}{2}$$

$$I_C = \frac{I_{C(\max)}}{2}$$

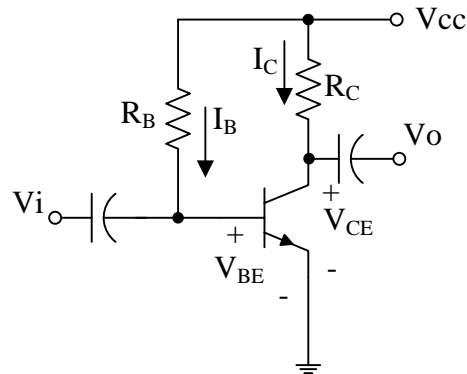
ถ้าต้องการให้การออกแบบที่ถูกต้องจริงๆ จะต้องนำค่าแรงดันอิ่มตัว ($V_{CE(sat)}$) และกระแสรั่วไหล (I_{CO}) มาพิจารณาด้วย ดังสมการข้างล่าง

$$V_{CEQ} = \frac{V_{CC} - V_{CE(sat)}}{2}$$

$$I_{CQ} = \frac{I_{C(\max)} - I_{CO}}{2}$$

4.4.4 การออกแบบวงจรไบแอสคงที่ (FIXED BIAS)

ในวงจรอุปกรณ์ที่ต้องการหาค่าก็คือ ตัวต้านทานที่ขาเบส (R_B) และตัวต้านทานที่ขาคอลเลกเตอร์ (R_C) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้



1. จากสเปคค่าแรงดันสูงสุดที่ขาคอลเลคเตอร์ที่รับได้ (Collector Voltage; V_{CEO}) เพื่อเลือกค่าแรงดันไฟเลี้ยงทรานซิสเตอร์ (V_{CC}) และจะต้องเลือกให้ต่ำกว่าแรงดัน V_{CEO}
2. เลือกค่ากระแสและแรงดันที่จุดทำงาน กระแส I_{CQ} และแรงดัน V_{CEQ}

$$V_{CEQ} = \frac{V_{CC}}{2}$$

$$I_{CQ} = \frac{I_{C(max)}}{2}$$

3. ค่าความต้านทาน R_C

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CEQ}}{I_{CQ}}$$

4. ค่ากระแส I_{BQ}

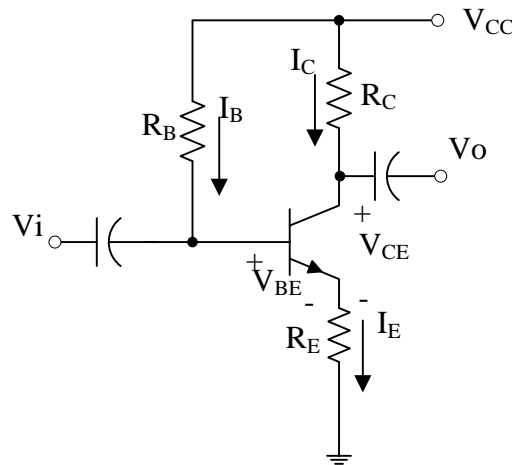
$$I_{BQ} = \frac{I_{CQ}}{\beta}$$

5. ค่าความต้านทาน R_B

$$R_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_{BQ}}$$

4.4.5 การออกแบบวงจรอิมิตเตอร์ไบแอส (Emitter bias)

ในวงจรอุปกรณ์ที่ต้องการหาค่าก็คือ ตัวต้านทานที่ขาเบส (R_B) ตัวต้านทานที่ขาคอลเลคเตอร์ (R_C) ตัวต้านทานที่ขาอิมิตเตอร์ (R_E) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้



1. จากสเปคค่าแรงดันสูงสุดที่ขาคอลเลคเตอร์ที่รับได้ (Collector Voltage; V_{CE0}) เพื่อเลือกค่าแรงดันไฟเลี้ยงทรานซิสเตอร์ (V_{CC}) และจะต้องเลือกให้ต่ำกว่าแรงดัน V_{CE0}
2. เลือกค่ากระแสและแรงดันที่จุดทำงาน กระแส I_{CQ} และแรงดัน V_{CEQ}

$$V_{CEQ} = \frac{V_{CC}}{2}$$

$$I_{CQ} = \frac{I_{C(max)}}{2}$$

3. เลือกค่าแรงดันตกคร่อมขามิตเตอร์ $V_E \approx \frac{V_{CC}}{10}$ โดยทั่วไปนิยมเลือกค่าแรงดัน V_E ระหว่าง $\frac{V_{CC}}{5}$ ถึง $\frac{V_{CC}}{10}$
หมายเหตุ ค่าความต้านทาน R_E จะทำให้เสถียรภาพของวงจรดีขึ้นแต่อัตราขยายจะลดลง

4. ค่าความต้านทาน R_E

$$R_E = \frac{V_E}{I_E} \approx \frac{V_E}{I_{CQ}}$$

5. ค่าความต้านทาน R_C

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CEQ} - V_E}{I_{CQ}}$$

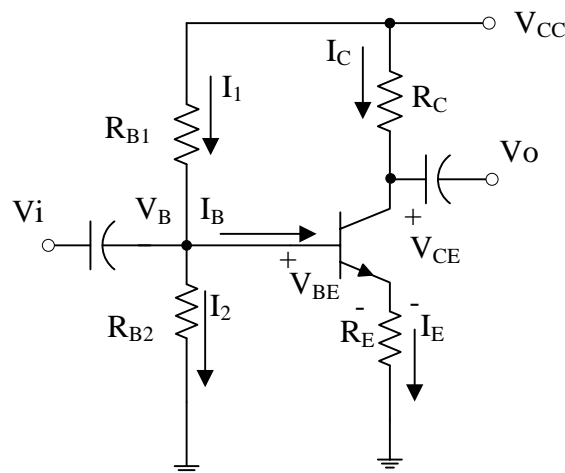
6. ค่ากระแส I_B

$$I_{BQ} = \frac{I_{CQ}}{\beta}$$

$$7. \text{ ค่าความต้านทาน } R_B = \frac{V_{CC} - V_{BE} - V_E}{I_{BQ}}$$

4.4.6 การออกแบบแบบวงจรแบ่งแรงดัน (Voltage Divider)

ในวงจรอุปกรณ์ที่จะต้องการหาค่าก็คือ ตัวต้านทานที่ขาเบสซึ่งมี 2 ตัวคือ R_{B1} และ R_{B2} ตัวต้านทานที่ขาคอลเลกเตอร์ (R_C) และตัวต้านทานที่ขาอีมิเตอร์ (R_E) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้



1. จากสเปคค่าแรงดันสูงสุดที่ขาคอลเลกเตอร์ที่รับได้ (Collector Voltage; V_{CEQ}) เพื่อเลือกค่าแรงดันไฟเลี้ยงทรานซิสเตอร์ (V_{CC}) และจะต้องเลือกให้ต่ำกว่าแรงดัน V_{CEQ}
2. เลือกค่ากระแสและแรงดันที่จุดทำงาน กระแส I_{CQ} และแรงดัน V_{CEQ}

$$V_{CEQ} = \frac{V_{CC}}{2}$$

$$I_{CQ} = \frac{I_{C(max)}}{2}$$

3. เลือกค่าแรงดันตกคร่อมขาอีมิเตอร์ $V_E \approx \frac{V_{CC}}{10}$ โดยทั่วไปนิยมเลือกค่าแรงดัน V_E ระหว่าง $\frac{V_{CC}}{5}$ ถึง $\frac{V_{CC}}{10}$

หมายเหตุค่าความต้านทาน R_E จะทำให้เสถียรภาพของวงจรดีขึ้นแต่อัตราขยายจะลดลง

4. ค่าความต้านทาน R_E

$$R_E = \frac{V_E}{I_E} \approx \frac{V_E}{I_{CQ}}$$

5. ค่าความต้านทาน R_C

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CEQ} - V_E}{I_{CQ}}$$

6. ค่าแรงดันที่ขา Base ; $V_B = V_{BE} + V_E$

7. หาค่าความต้านทาน R_{B2} (สมมติให้กระแส I_B มีค่าน้อยมาก)

$$I_2 > I_B$$

$$I_2 > 10 \times \frac{I_{CQ}}{\beta}$$

$$I_2 \approx 10 \times \frac{I_E}{\beta}$$

$$\frac{V_B}{R_{B2}} > \frac{10 \times V_E}{\beta \cdot R_E}$$

สมมติให้แรงดัน V_{BE} มีค่าน้อยมาก

จาก $V_E = V_B - V_{BE}$

$$V_E \approx V_B$$

$$\frac{V_B}{R_{B2}} > \frac{10 \times V_B}{\beta \cdot R_E}$$

นำ V_B หารตลอด

$$\frac{1}{R_{B2}} > \frac{10}{\beta \cdot R_E}$$

$$R_{B2} < \frac{\beta \cdot R_E}{10}$$

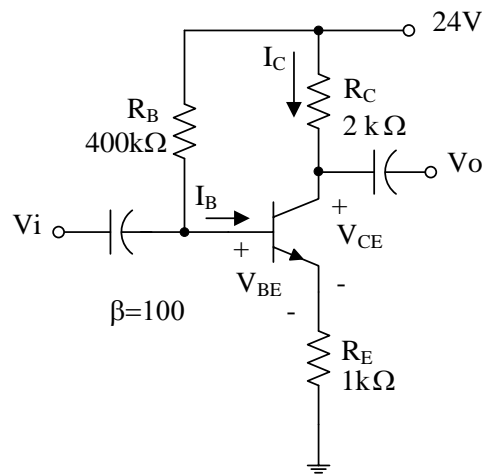
8. หาค่าความต้านทาน R_{B1}

จาก $V_B = \frac{R_{B2} V_{CC}}{R_{B1} + R_{B2}}$

$$R_{B1} = \left[\frac{R_{B2} V_{CC}}{V_B} \right] - R_{B2}$$

แบบฝึกหัด การไบแอสทรานซิสเตอร์

1. จากวงจร ให้คำนวณหาค่ากระแส I_B , I_C และแรงดัน V_{CE}



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

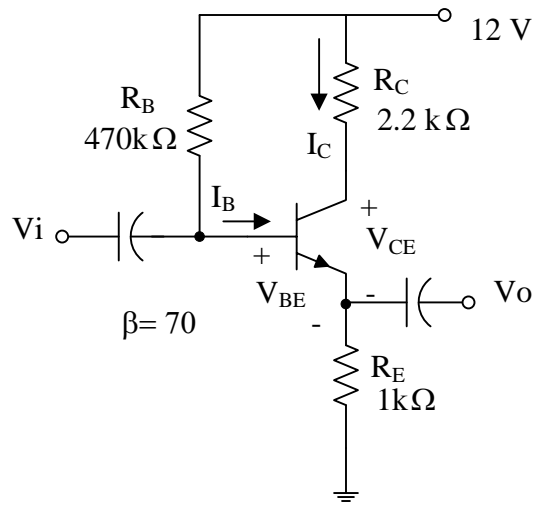
.....

.....

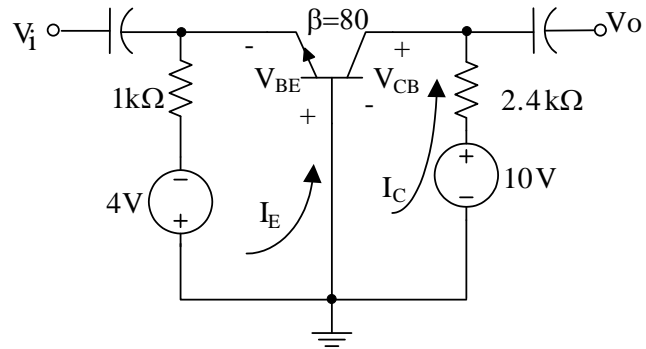
.....

.....

4. จากวงจร ให้คำนวณหาค่ากระแส I_C และแรงดัน V_{CE}



6. จากวงจร ให้คำนวณหาค่ากระแส I_E , I_C และแรงดัน V_{CE} ของวงจร



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่

วงจรไบแอสทรานซิสเตอร์คอมมอนอิมิตเตอร์

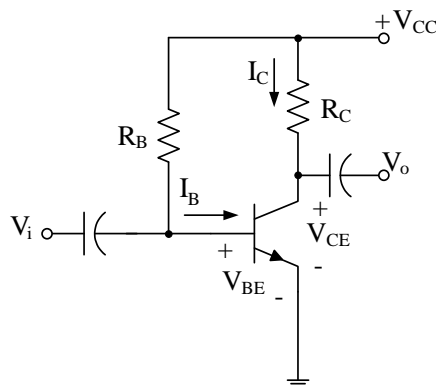
วัตถุประสงค์

1. เข้าใจการทำงานของวงจรไบแอสแบบคงที่ ได้
2. เข้าใจการทำงานของวงจรไบแอสแบบด้วยตัวเองได้
3. สามารถวัดหาค่ากระแสและแรงดันที่จุดทำงานของวงจรทรานซิสเตอร์ได้
4. คำนวณหาค่ากระแสและแรงดันที่จุดทำงานของวงจรทรานซิสเตอร์ได้
5. นักศึกษาปฏิบัติงานเป็นกลุ่มได้ดี

สาระสำคัญ

การจัดไบแอสของวงจรก็คือการกำหนดกระแสและแรงดันที่จะเกิดขึ้นที่ตัวทรานซิสเตอร์ พารามิเตอร์ที่มีผลกระทบต่อการทำงานก็คือ อัตราขยายทางด้านกระแสตรง (β หรือ H_{FE}) ดังนั้นวงจรไบแอสที่ดีมีเสถียรภาพ อัตราขยายทางด้านกระแสตรง จะต้องไม่มีผลกับการทำงานของวงจรไบแอสนั้นๆ

วงจร ไบแอสแบบคงที่



วิเคราะห์การทำงานของวงจร (Q-point)

$$I_{CQ} = \beta \cdot I_{BQ} = H_{FE} \cdot I_{BQ}$$

$$I_{BQ} = \frac{V_{CC} - V_{BEQ}}{R_B}$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - R_C \cdot I_{CQ}$$

วิเคราะห์การทำงานของวงจร (Q-point)

$$I_{CQ} = \beta \cdot I_{BQ}$$

$$= H_{FE} \cdot I_{BQ}$$

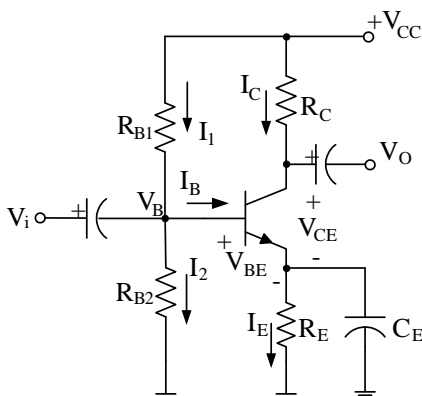
$$I_E = \frac{V_B - V_{BE}}{R_E}$$

$$V_B = \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} \cdot V_{CC}$$

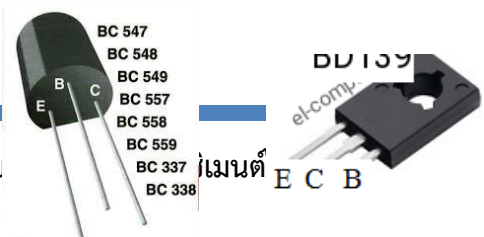
$$I_{BQ} = \frac{V_B - V_{BEQ}}{R_B + (1 + \beta)R_E}$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} \cdot (R_C + R_E)$$

วงจรไบแอสแบบด้วยตัวเอง



เครื่องมือและอุปกรณ์

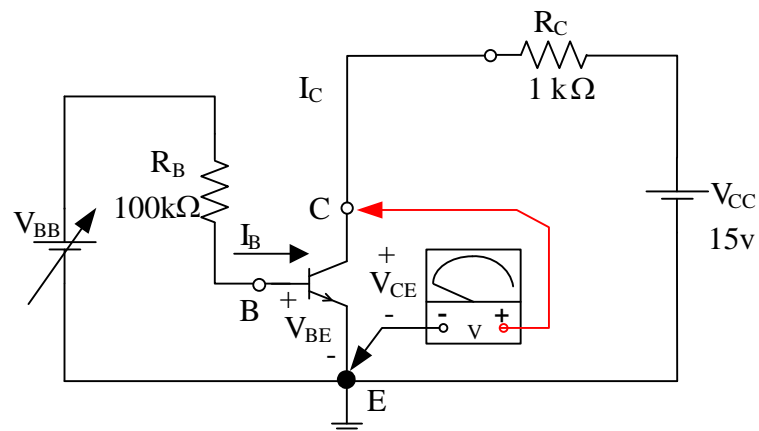


1. มัลติมิเตอร์
2. แผงต่อวงจรไฟฟ้า บอร์ด และ สายต่อวงจร
3. แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง
4. ทรานซิสเตอร์ BC548 , BD139
5. ไดโอด 1N4001 คาปาซิเตอร์ 47 μF , 100 μF ตัวต้านทาน 1k Ω

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. วงจรไบแอสคงที่ (Fixed bias)

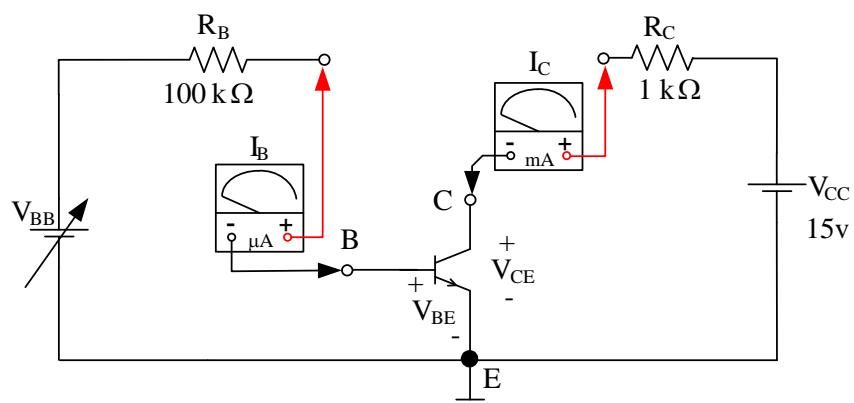
1.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 1

รูปที่ 1 การวัดค่าแรงดัน V_{CEQ}

1.2 ใช้ดีซีโวลท์มิเตอร์วัดแรงดันที่ ขา C กับขา E แล้วทำการปรับแหล่งจ่ายแรงดัน V_{BB} ให้แรงดันที่ $V_{CEQ} = 7.5\text{v}$

1.3 ใช้ดีซีโวลท์มิเตอร์วัดแรงดันแหล่งจ่ายแรงดัน V_{BB} นำผลที่ได้บันทึกลงตารางที่.1

1.4 ใช้ดีซีโวลท์มิเตอร์วัดแรงดันที่ ขา B กับขา E (V_{BE}) แล้วนำผลที่ได้บันทึกลงตารางที่.1



รูปที่ 2 การวัดค่ากระแสเบส และกระแส คอลเลกเตอร์

1.5 ตามรูปที่ 2 เปิดวงจรที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์แล้วต่อแอมป์มิเตอร์ เพื่อวัดกระแสที่ขาเบส (I_{BQ}) นำผลที่ได้บันทึกลงตารางที่.1 ขาคอลเลกเตอร์ยังต่อกับแหล่งจ่ายไฟ V_{CC} อยู่

1.6 ตามรูปที่ 2 เปิดวงจรที่คอลเลกเตอร์ของทรานซิสเตอร์แล้วต่อแอมป์มิเตอร์ เพื่อวัดกระแสที่ขาคอลเลกเตอร์ I_{CQ} แล้วนำผลที่ได้บันทึกลงตารางที่.1 ขาเบสยังต่อกับแหล่งจ่ายไฟ V_{BB}

ตารางที่.1

	$V_{CEQ}(V)$	$V_{BB}(V)$	$V_{BEQ}(V)$	$I_{BQ}(mA)$	$I_{CQ}(mA)$	β
BC 548						
BD139						

1.7 คำนวณหาอัตราขยายกระแสทางดีซี (β) ($\beta = \frac{I_{CQ}}{I_{BQ}}$) นำผลที่ได้บันทึกลงตารางที่.1

2. จากวงจรในรูปที่ 1 เปลี่ยนตัวทรานซิสเตอร์ เป็นเบอร์... **BD139**.....แล้วทำการทดลองดังต่อไปนี้

2.1 ใช้ดีซีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดัน V_{CEQ} และแรงดัน V_{BE} นำผลที่ได้บันทึกลงตารางที่.1

2.2 ตามรูปที่ 2 เปิดวงจรที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์แล้วต่อแอมป์มิเตอร์ เพื่อวัดกระแสที่ขาเบส (I_{BQ}) นำผลที่ได้บันทึกลงตารางที่.1 ขาคอลเลกเตอร์ยังต่อกับแหล่งจ่ายไฟ V_{CC} อยู่

2.3 ตามรูปที่ 2 เปิดวงจรที่คอลเลกเตอร์ของทรานซิสเตอร์แล้วต่อแอมป์มิเตอร์ เพื่อวัดกระแสที่ขาคอลเลกเตอร์ I_{CQ} แล้วนำผลที่ได้บันทึกลงตารางที่.1 ขาเบสยังต่อกับแหล่งจ่ายไฟ V_{BB}

2.4 คำนวณหาอัตราขยายกระแสทางดีซี (β) ($\beta = \frac{I_{CQ}}{I_{BQ}}$) นำผลที่ได้บันทึกลงตารางที่.1

3. จากวงจรในรูปที่ 1 ให้คำนวณหาค่ากระแส I_B , I_C แรงดัน V_{CE} และค่าอัตราขยายกระแส β เพื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

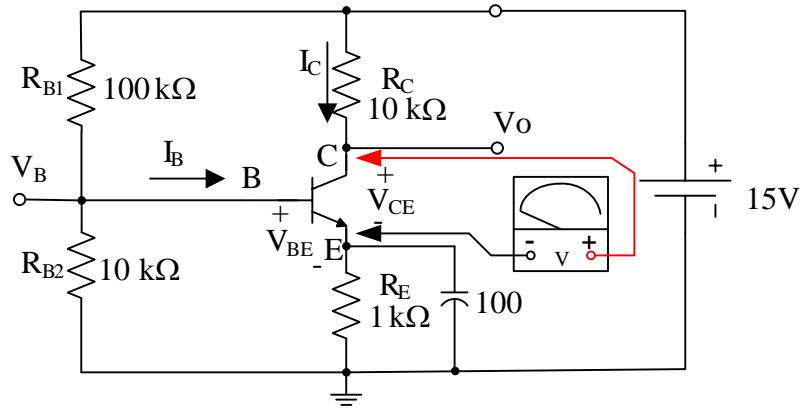
.....

.....

.....

4. วงจรไบแอสตนเองแบบแบ่งแรงดัน (Self bias Voltage divider)

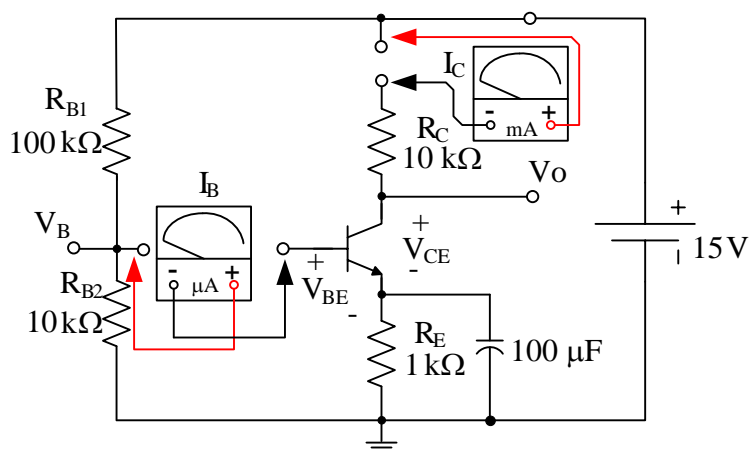
4.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 3



รูปที่ 3 การวัดค่าแรงดันที่จุดทำงานของวงจร

- 4.2 ใช้คีวีโวลท์มิเตอร์วัดแรงดันที่ ขา C กับขา E (V_{CEQ}) แล้วนำผลที่ได้บันทึกลงตารางที่.2
- 4.3 ใช้คีวีโวลท์มิเตอร์วัดแรงดันที่ ขา B กับขา E (V_{BEQ}) แล้วนำผลที่ได้บันทึกลงตารางที่.2
- 4.4 ใช้คีวีโวลท์มิเตอร์วัดแรงดันที่ ขา B เทียบกลาวด์ (V_{BQ}) แล้วนำผลที่ได้บันทึกลงตารางที่.2

	$V_{CEQ}(v)$	$V_{BEQ}(v)$	$V_B(v)$	$I_{BQ}(mA)$	$I_{CQ}(mA)$	β
BC 548						
BD139						



รูปที่ 4 การวัดค่ากระแสเบส และกระแสคอลเลกเตอร์

- 4.5 ตามรูปที่ 4 เปิดวงจรที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์แล้วต่อแอมป์มิเตอร์ เพื่อวัดกระแสที่ขาเบส (I_{BQ}) นำผลที่ได้บันทึกลงตารางที่.2 ขาคอลเลกเตอร์ยังต่อกับแหล่งจ่ายไฟ V_{CC} อยู่
- 4.6 ตามรูปที่ 4 เปิดวงจรที่คอลเลกเตอร์ของทรานซิสเตอร์แล้วต่อแอมป์มิเตอร์ เพื่อวัดกระแสที่ ขาคอลเลกเตอร์ I_{CQ} แล้วนำผลที่ได้บันทึกลงตารางที่.2 ขาเบสต่อเข้ากับจุดแรงดัน V_B
- 4.7 คำนวณหาอัตราขยายกระแสทางดีซี (β) ($\beta = \frac{I_{CQ}}{I_{BQ}}$) นำผลที่ได้บันทึกลงตารางที่.2
5. จากวงจรในรูปที่ 3 เปลี่ยนตัวทรานซิสเตอร์ เป็นเบอร์... **BD139**.....แล้วทำการทดลองดังต่อไปนี้
- 5.1 ใช้ดีซีโวลท์มิเตอร์วัดแรงดัน V_{CEQ} และแรงดัน V_{BE} แล้วนำผลที่ได้บันทึกผลลงตารางที่.2
- 5.2 ใช้แอมป์มิเตอร์วัดกระแสที่ขาเบส (I_{BQ}) และวัดกระแสที่ขาคอลเลกเตอร์ I_{CQ} แล้วนำผลที่ได้บันทึกลงตารางที่.2
- 5.3 คำนวณหาอัตราขยายกระแสทางดีซี (β) ($\beta = \frac{I_{CQ}}{I_{BQ}}$) นำผลที่ได้บันทึกลงตารางที่.2
6. จากวงจรในรูปที่ 3 คำนวณหาค่าแรงดัน V_B, V_{CE} และค่ากระแส I_C เพื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลอง

แบบประเมินผลการปฏิบัติการทดลอง

ชื่อ - สกุลชั้น/กลุ่ม.....เลขที่.....

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

สรุปผลการประเมิน ผ่าน ไม่ผ่าน คะแนนที่ได้

ชื่อเนอแนะ

ลงชื่อผู้ประเมิน
(นายชาติรี เรืองชัยภูมิ)

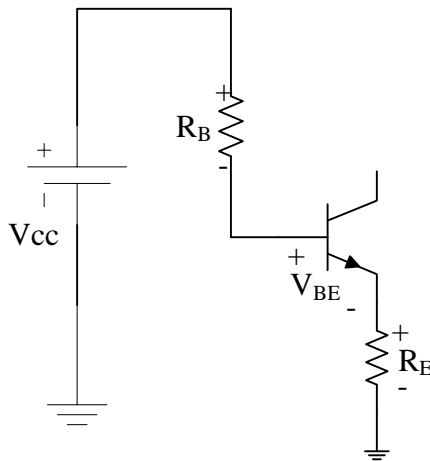
เกณฑ์การประเมิน

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

แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 4
การไบแอสทรานซิสเตอร์

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย x ลงในข้อที่ถูกต้องที่สุด

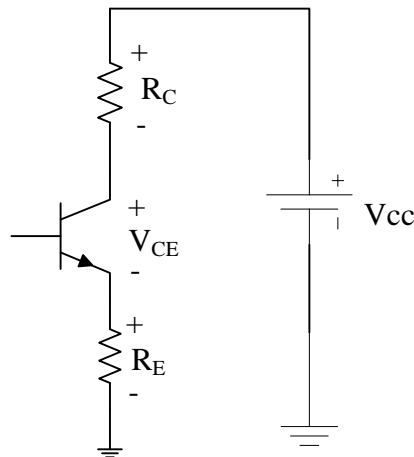
1. จากวงจร ถ้าใช้กฎของ Kirchoff's Voltage Law หาสูตรที่ใช้ในวงจรในช่องว่างควรเป็นข้อใด



$$V_{CC} - I_B R_B - V_{BE} - \dots = 0$$

- ก. $I_E R_E$
- ข. $I_E R_B$
- ค. $I_B R_B$
- ง. $I_B R_E$

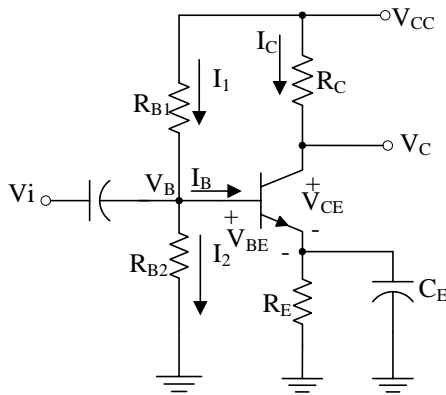
2. จากวงจร ถ้าใช้กฎของ Kirchoff's Voltage Law หาสูตรที่ใช้ในวงจรในช่องว่างควรเป็นข้อใด



$$V_{CC} - \dots - V_{CE} - I_E R_E = 0$$

- ก. $I_E R_B$
- ข. $I_E R_E$
- ค. $I_E R_C$
- ง. $I_B R_E$

3. จากวงจร ถ้าต้องการหาแรงดันที่ขาคอลเล็กเตอร์ V_C จะใช้สมการตรงกับข้อใด



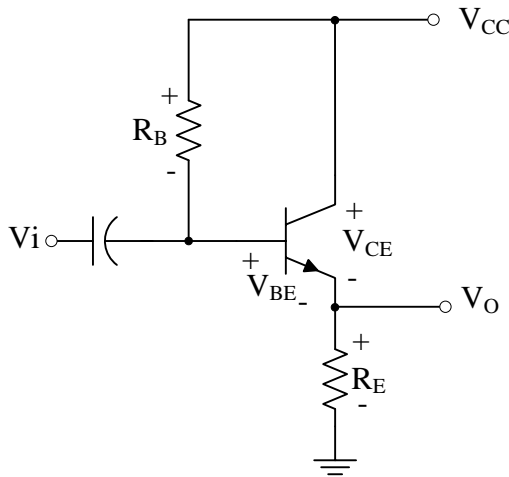
ก. $V_C = V_{CC} - I_E R_E$

ข. $V_C = V_{CE} + V_E$

ค. $V_C = V_{CE} - V_E$

ง. $V_C = V_{CC} + V_{RC}$

4. จากวงจร ถ้าใช้กฎของ Kirchoff's Voltage Law หาสูตรที่ใช้ในวงจรในช่องว่างควรเป็นข้อใด



$V_{CC} - I_B R_B - \dots - I_E R_E = 0$

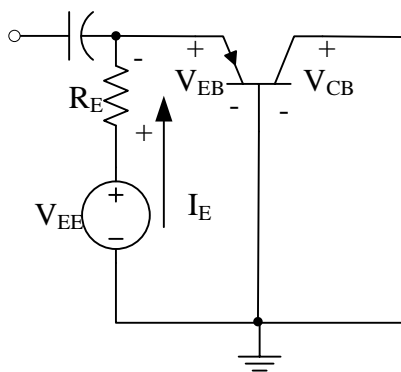
ก. V_{CE}

ข. V_C

ค. V_B

ง. V_{BE}

5. จากวงจร ถ้าใช้กฎของ Kirchoff's Voltage Law หาสูตรที่ใช้ในวงจรในช่องว่างควรเป็นข้อใด



$V_{EE} - \dots - V_{EB} = 0$

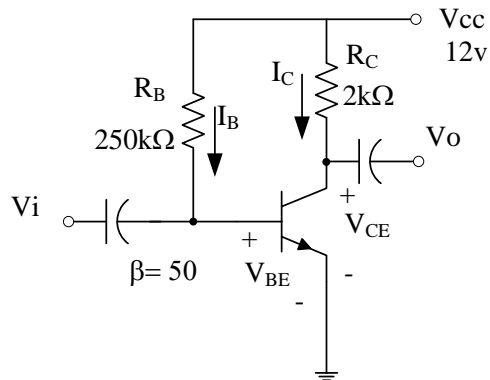
ก. V_{CB}

ข. $I_E R_E$

ค. I_C

ง. I_E

วงจรดังรูปใช้ประกอบคำถามข้อที่ 6 - 7



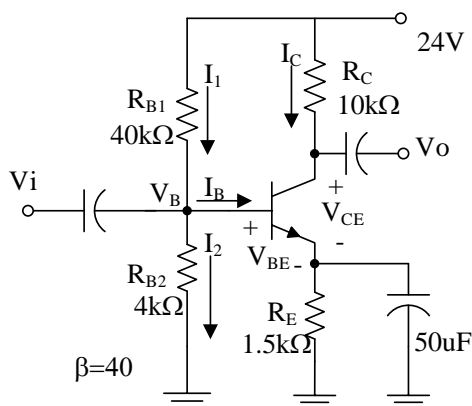
6. จากวงจรดังรูปกระแส I_B มีค่าเท่าใด

- ก. 48 μA
- ข. 45 μA
- ค. 50 μA
- ง. 60 μA

7. จากวงจรดังรูป V_{CE} มีค่าเท่าไร

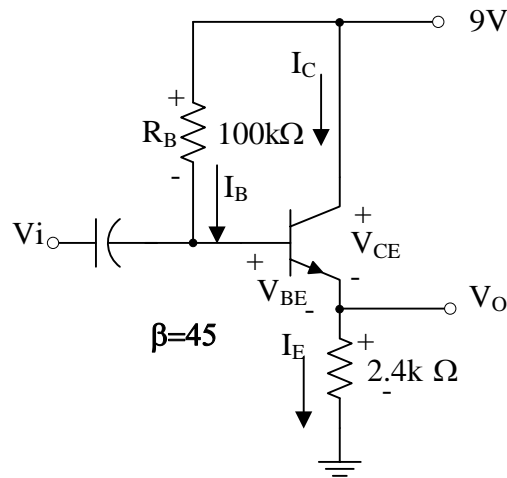
- ก. 12 V
- ข. 11.3 V
- ค. 7.48 V
- ง. 6 V

8. จากวงจรจงคำนวณหาค่าแรงดัน V_{CE}



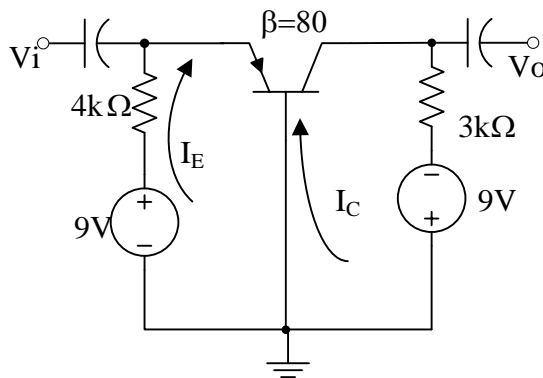
- ก. 0.7 V
- ข. 1.48 V
- ค. 2.18 V
- ง. 12.65 V

9. จากวงจรกำหนดค่ากำหนดกระแส $I_B = 43.26 \mu A$ ค่าแรงดัน V_E จะมีค่าตรงกับข้อใด



- ก. 4.6 V
- ข. 4.75 V
- ค. 6.45 V
- ง. 10.36 V

10. จากวงจรดังรูปกระแส I_E มีค่าเท่าใด



- ก. 2.25 mA
- ข. 2.08 mA
- ค. 3.05 mA
- ง. 27 mA

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 4
การไปแอสทรานซิสเตอร์

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