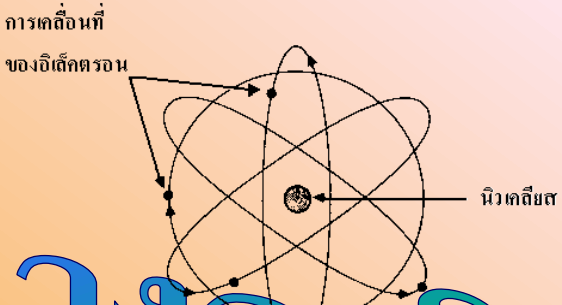
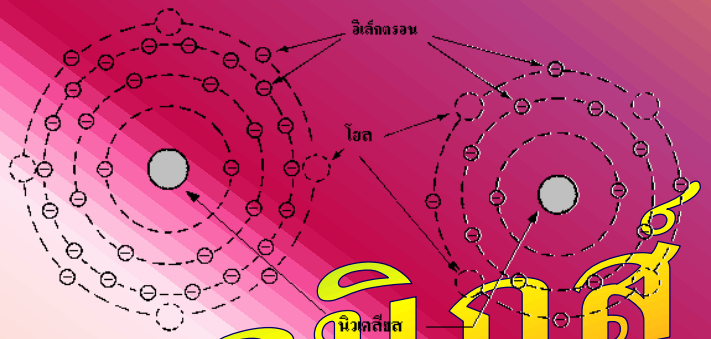
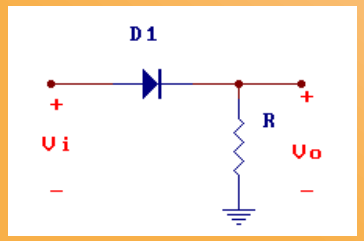
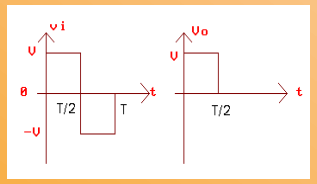


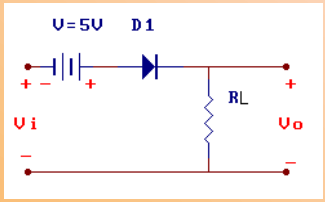


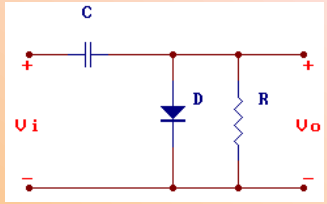
วงจรอิเล็กทรอนิกส์

(3105-1003)



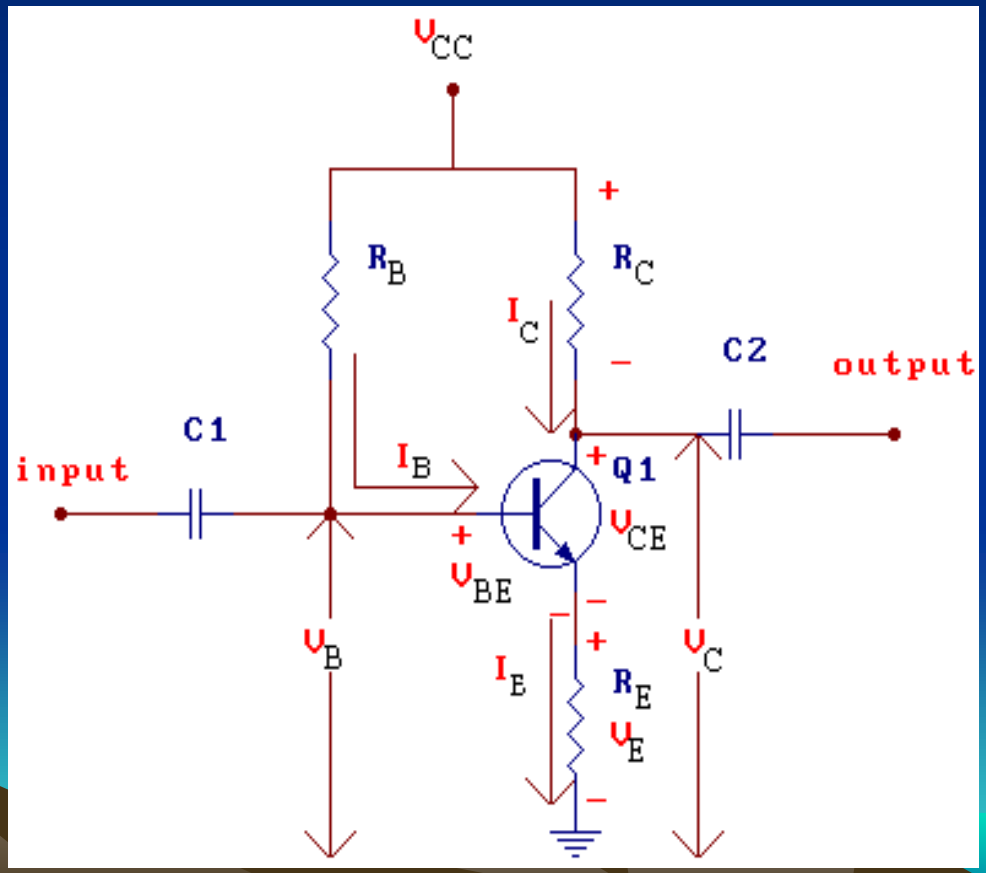






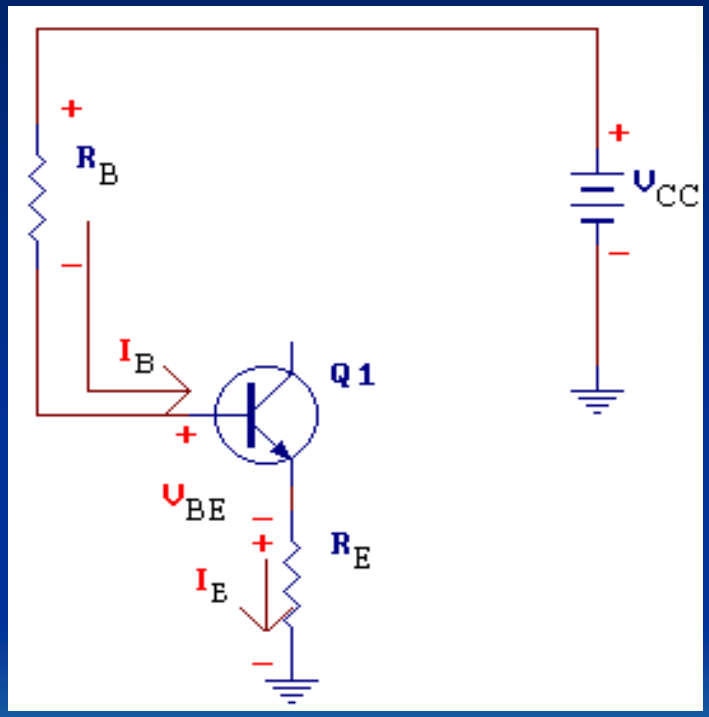
การให้ไบแอสทรานซิสเตอร์

วงจรคอมมอนอีมิตเตอร์ที่มีความต้านทาน R_E



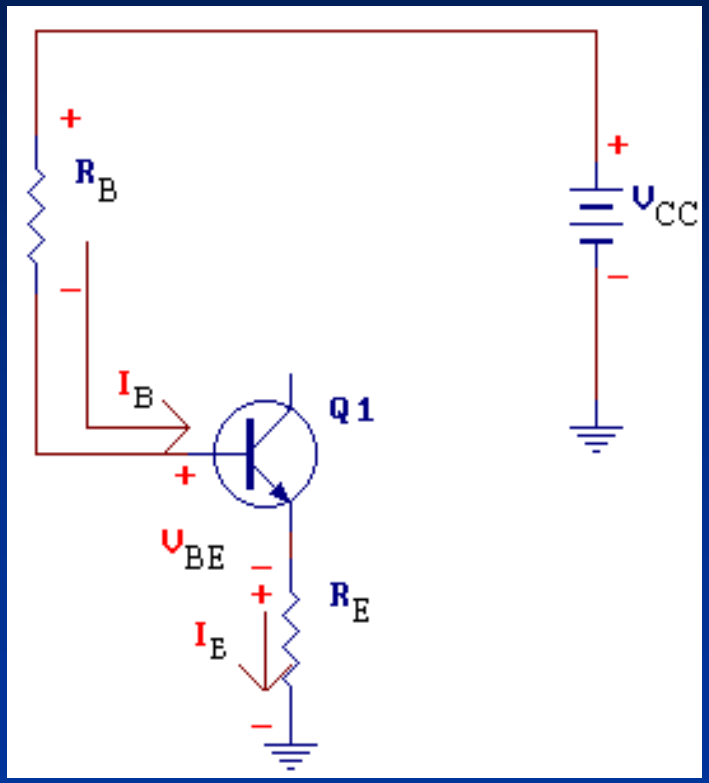
การต่อความต้านทาน R_E เพิ่มขึ้นมา จะทำให้เสถียรภาพในการขยายของวงจรดีกว่าการให้ไบแอสแบบคงที่ หรือบางครั้งถูกเรียกว่าวงจรการให้ไบแอสอิมิเตอร์แบบเสถียร (Emitter Stabilized Bias Circuit) การจัดให้ไบแอสแบบนี้จะเป็นการให้ไบแอสวงจรขยายแบบคลาสเอ

หาค่ากระแสทางด้านอินพุต



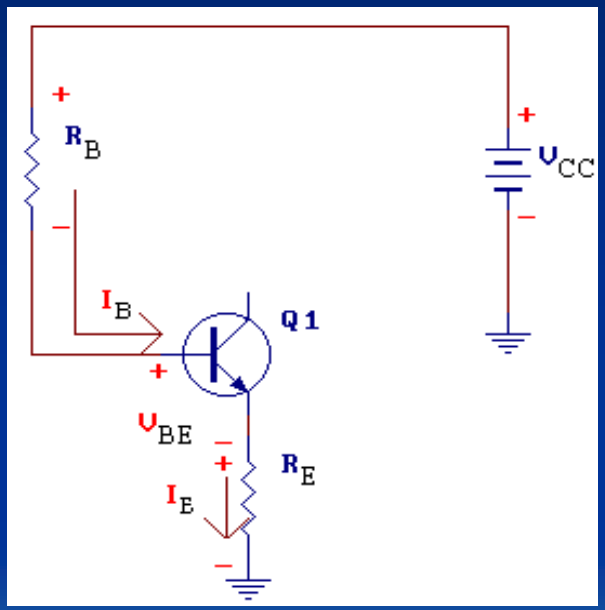
1. วงจรสมมูลทางด้านอินพุต

วงจรคอมมอนอีมิตเตอร์ที่มีความต้านทาน RE



2. ใช้กฎของ Kirchoff's Voltage Law เราสามารถ Solve หาสมการ

2. ใช้กฎของ Kirchoff's Voltage Law เราสามารถ Solve หาสมการได้ดังนี้



$$V_{CC} - I_B R_B - V_{BE} - I_E R_E = 0 \qquad (1)$$

วงจรคอมมอนอีมิตเตอร์ที่มีความต้านทาน RE

$$V_{CC} - I_B R_B - V_{BE} - I_E R_E = 0 \quad (1)$$

เมื่อ

$$I_E = I_C + I_B \qquad (2)$$

นำสมการที่ 2 แทนในสมการที่ 1จะได้

$$V_{CC} - I_B R_B - V_{BE} - (I_C + I_B) R_E = 0$$

วงจรคอมมอนอีมิตเตอร์ที่มีความต้านทาน RE

$$V_{CC}-I_BR_B-V_{BE}-(I_C+I_B)R_E = 0$$

$$V_{CC}-I_BR_B-V_{BE}-I_CR_E-I_BR_E = 0$$

เมื่อ $I_C=\beta I_B$ จะได้

$$V_{CC}-I_BR_B-V_{BE}-\beta I_BR_E-I_BR_E=0$$

วงจรคอมมอนอีมิตเตอร์ที่มีความต้านทาน RE

$$V_{CC}-I_BR_B-V_{BE}-\beta I_BR_E-I_BR_E = 0$$

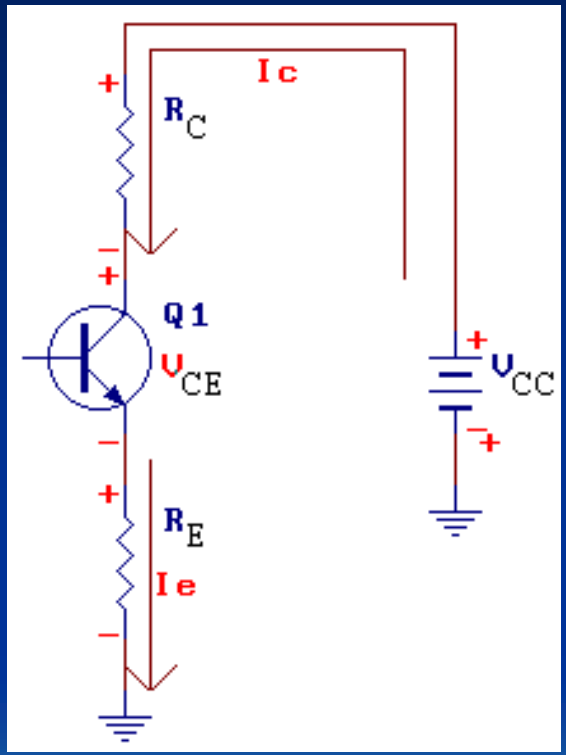
$$I_B(R_B+\beta R_E+R_E) = V_{CC}-V_{BE}$$

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

∴ จะได้

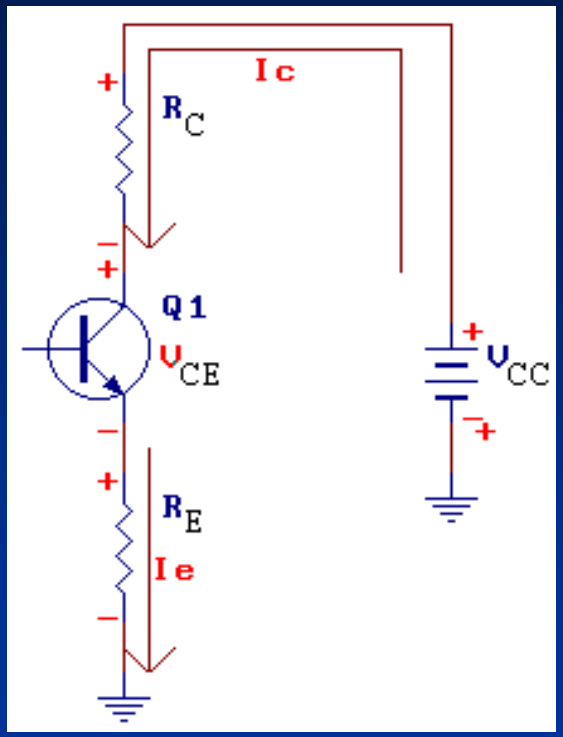
$$I_B = \frac{V_{CC}-V_{BE}}{R_B+(\beta+1)R_E}$$

หาค่าแรงดัน V_{CE} ทางด้านเอาต์พุต



1. เขียนวงจรสมมูลทางด้านอินพุต

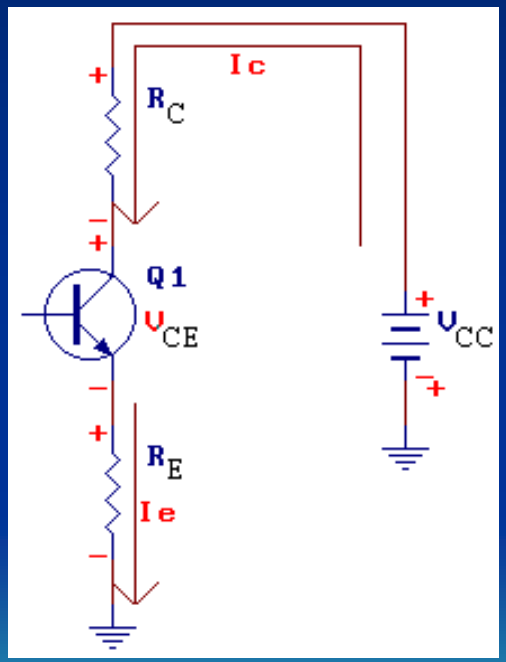
วงจรคอมมอนอีมิตเตอร์ที่มีความต้านทาน RE



2. ใช้กฎของ Kirchoff's Voltage Law สามารถ Solve หาสมการ

วงจรคอมมอนอีมิตเตอร์ที่มีความต้านทาน RE

2. ใช้กฎของ Kirchoff's Voltage Law เราสามารถ Solve หาสมการได้ดังนี้



$$V_{CC} - I_C R_C - V_{CE} - I_E R_E = 0$$

วงจรคอมมอนอีมิตเตอร์ที่มีความต้านทาน RE

$$V_{CC} - I_C R_C - V_{CE} - I_E R_E = 0$$

เมื่อ

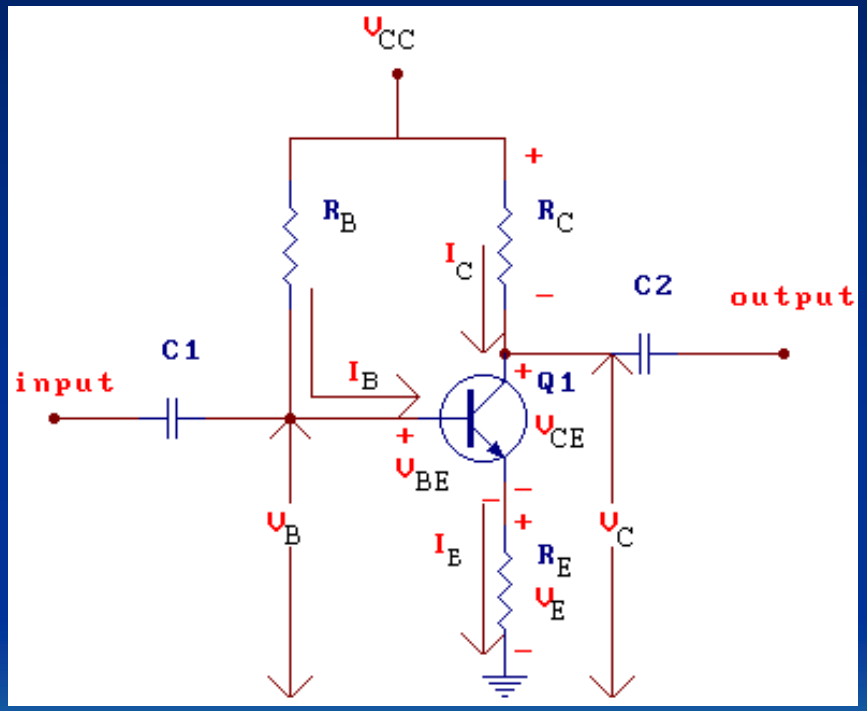
$$I_C \cong I_E$$

จะได้

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

วงจรคอมมอนอีมิตเตอร์ที่มีความต้านทาน RE

หาค่าแรงดันตกคร่อมที่อีมิตเตอร์เทียบกับกราวด์ได้ดังนี้

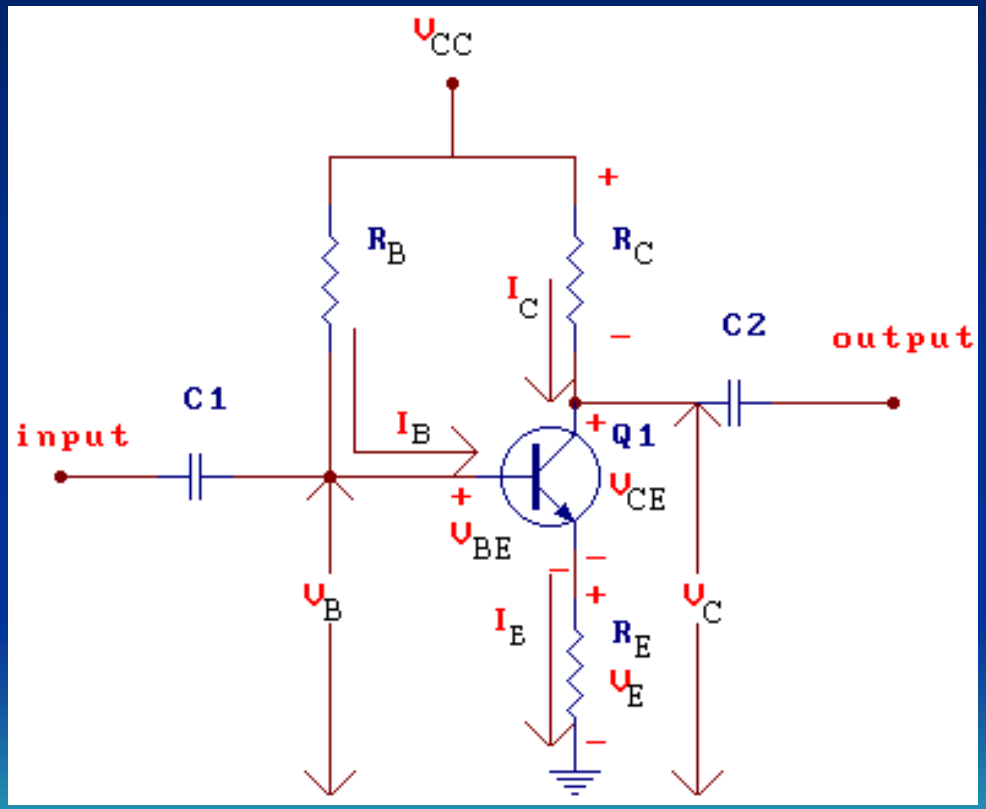


$$V_E = I_E R_E \cong I_C R_E$$

วงจรคอมมอนอีมิตเตอร์ที่มีความต้านทาน RE

หาค่าแรงดันตกคร่อมที่คอลเลกเตอร์เทียบกับกราวด์ได้ดังนี้

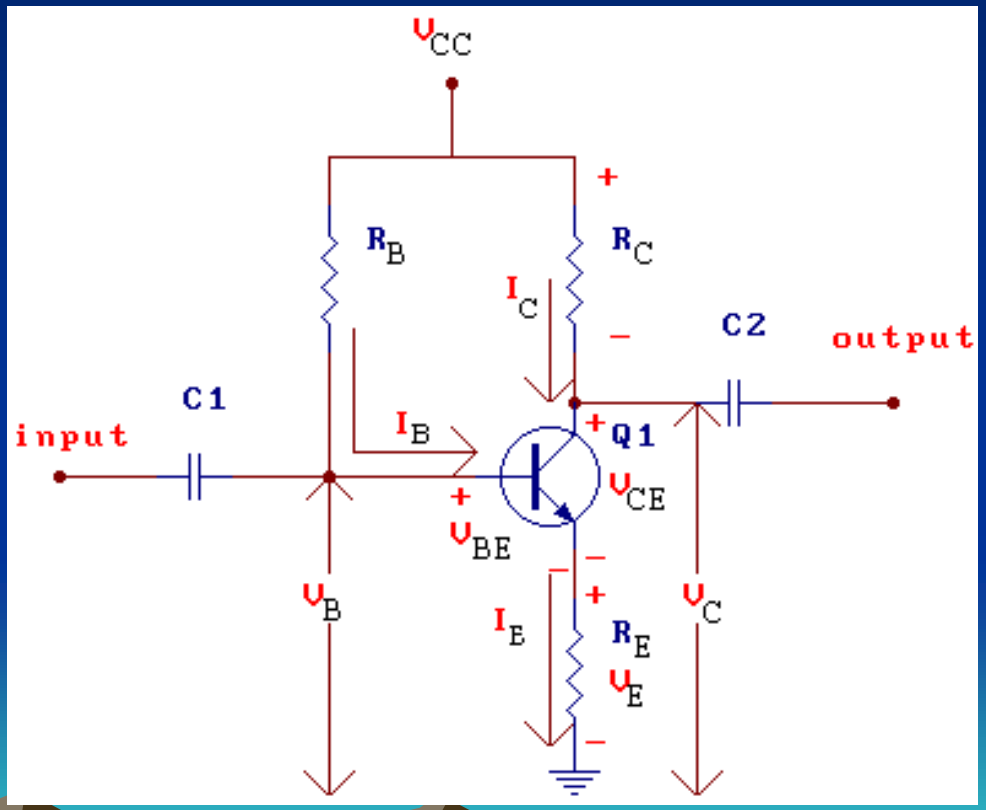
$$V_C = V_{CC} - I_C R_C$$



วงจรคอมมอนอีมิตเตอร์ที่มีความต้านทาน RE

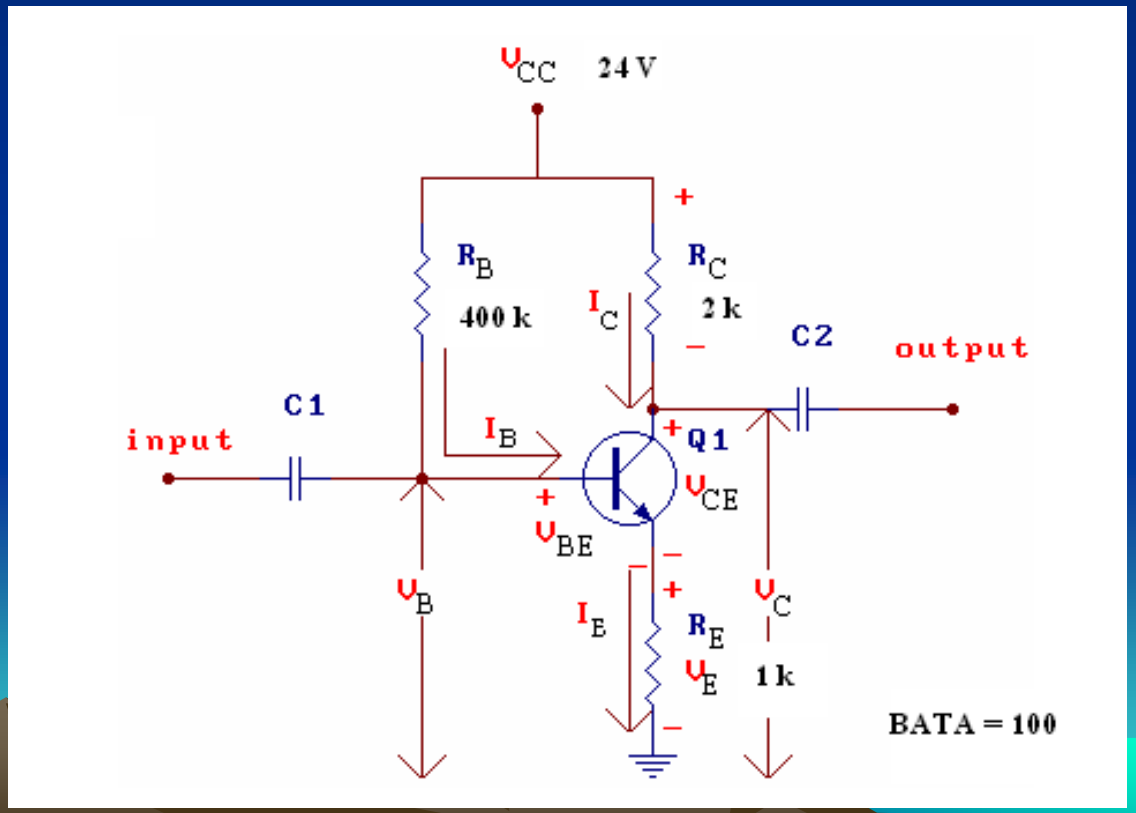
ซึ่งสามารถหา V_E และ V_C ไปหาค่า V_{CE} ได้ดังนี้

$$V_{CE} = V_C - V_E$$



ตัวอย่างที่ 5.3

จงคำนวณหาค่าแรงดันไบแอสและกระแสของวงจรดังรูปโดย ทรานซิสเตอร์มีอัตราการขยาย (β) = 100



ตัวอย่างที่ 5.3

วิธีทำ

หาค่า I_B ได้จากสูตร

$$I_B \cong V_{CC} / (R_B + \beta R_E)$$

แทนค่าในสูตร

$$I_B \cong 24\ V / [400K + (100)1K]$$
$$= 24\ V / 500K = 48\ \mu A$$

ตัวอย่างที่ 5.3

(ข) หาค่ากระแสคอลเลกเตอร์ (IC) ได้จากสูตร

$$I_C = \beta I_B$$

แทนค่าในสูตร

$$I_C = 100\,(48\ \mu A)$$

$$= 4.8\ mA \cong I_E$$

ตัวอย่างที่ 5.3

(ค) หาค่าแรงดันตกคร่อมที่ขาคอลเลกเตอร์กับอีมิตเตอร์ (VCE) ได้จากสูตร

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C - I_E R_E$$

$$= 20 - (4.8\ mA)(2\ K) - (4.8\ mA)(1K)$$

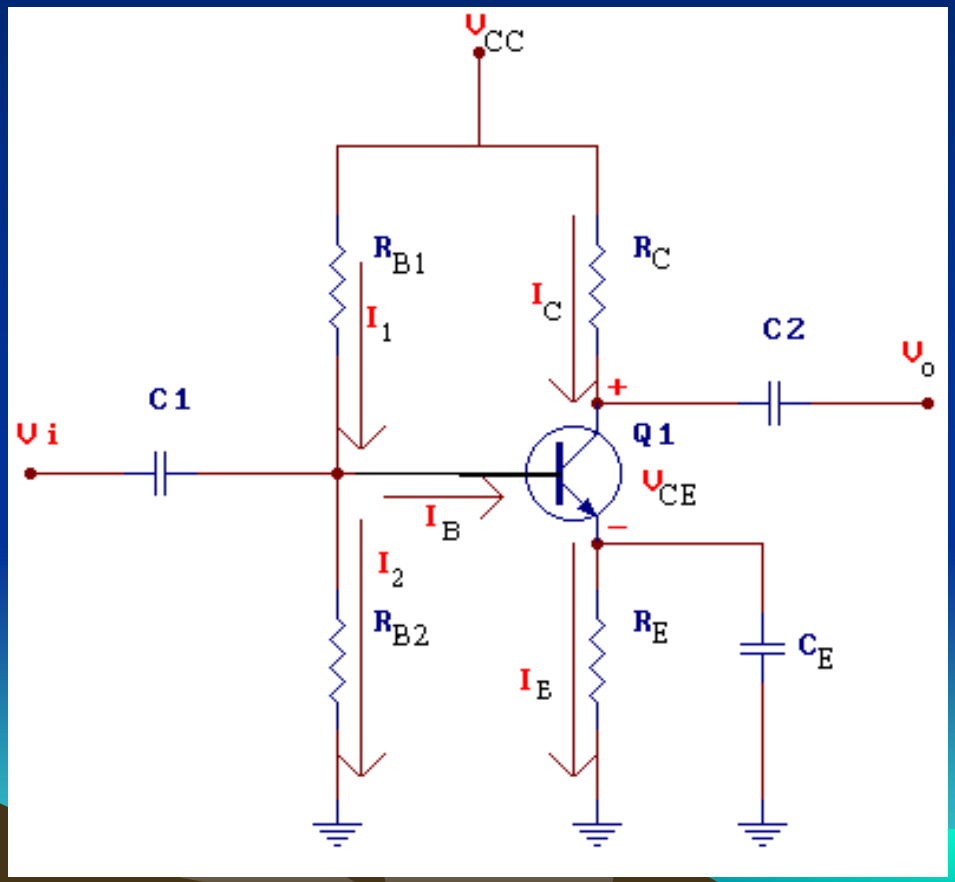
$$= 20 - 9.6 - 4.8$$

$$= 5.6\ V$$

การให้ไบแอสแบบดีซีของวงจรคอมมอนอีมิตเตอร์ที่ไม่ขึ้นอยู่กับค่าเบตา

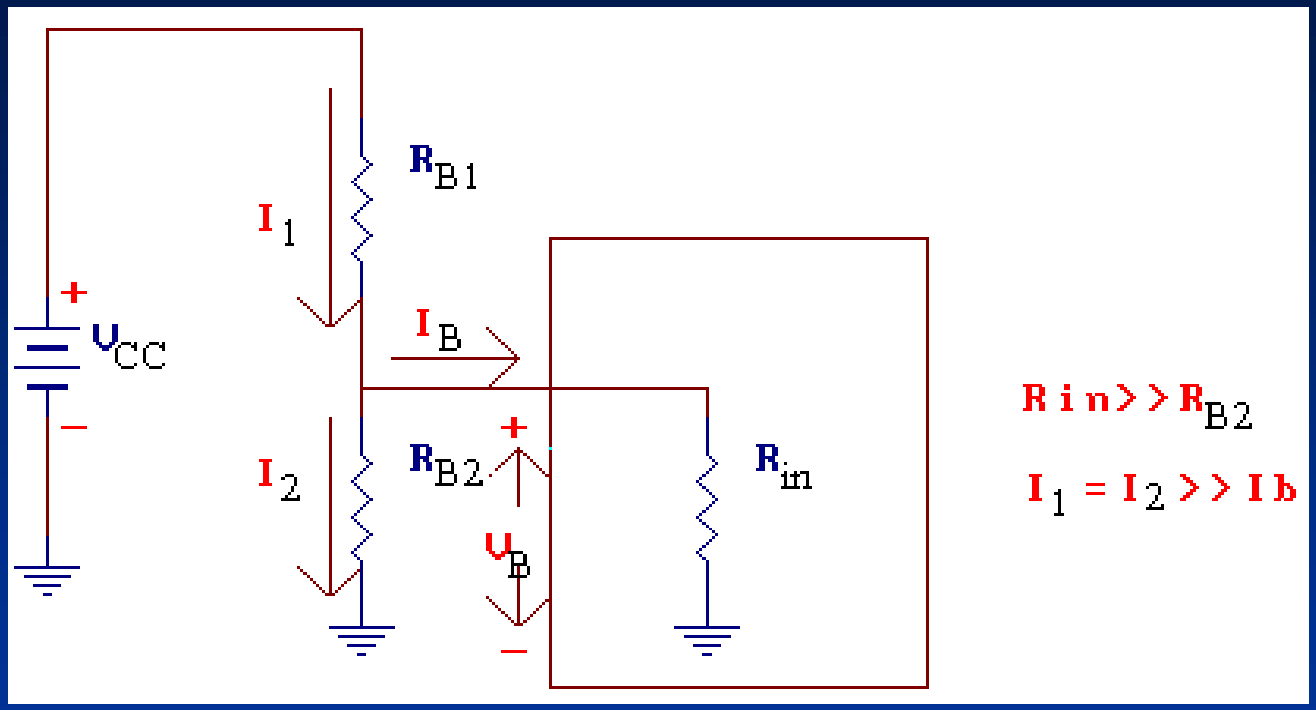
DC Bias Circuit Independent Of Beta

5.4 การให้ไบแอสแบบ ดี-ซี ของวงจรคอมมอนอีมิตเตอร์ที่ไม่ขึ้นอยู่กับค่าเบตา (DC Bias Circuit Independent Of Beta)

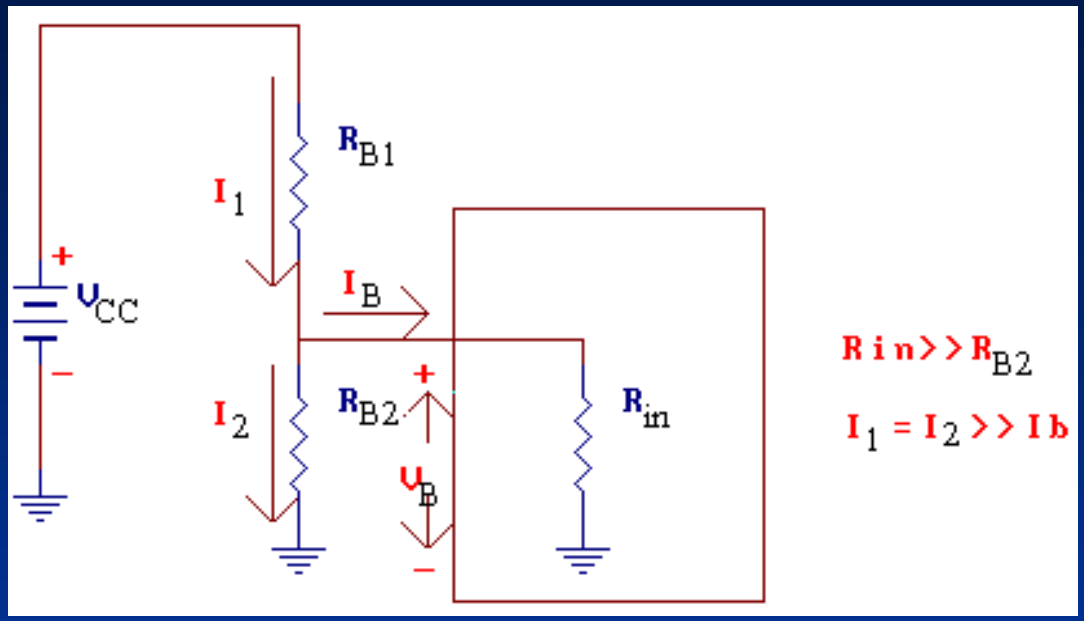


5.4 การให้ไบแอสแบบ ดี-ซี ของวงจรคอมมอนอีมิตเตอร์ที่ไม่ขึ้นอยู่กับค่าเบตา

เนื่องจากค่าอัตราการขยายทางด้านกระแส (β) ของตัวทรานซิสเตอร์มีการเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทำให้อัตราการขยายทางด้านกระแสลดลง ส่งผลให้ประสิทธิภาพของวงจรขยายลดลง

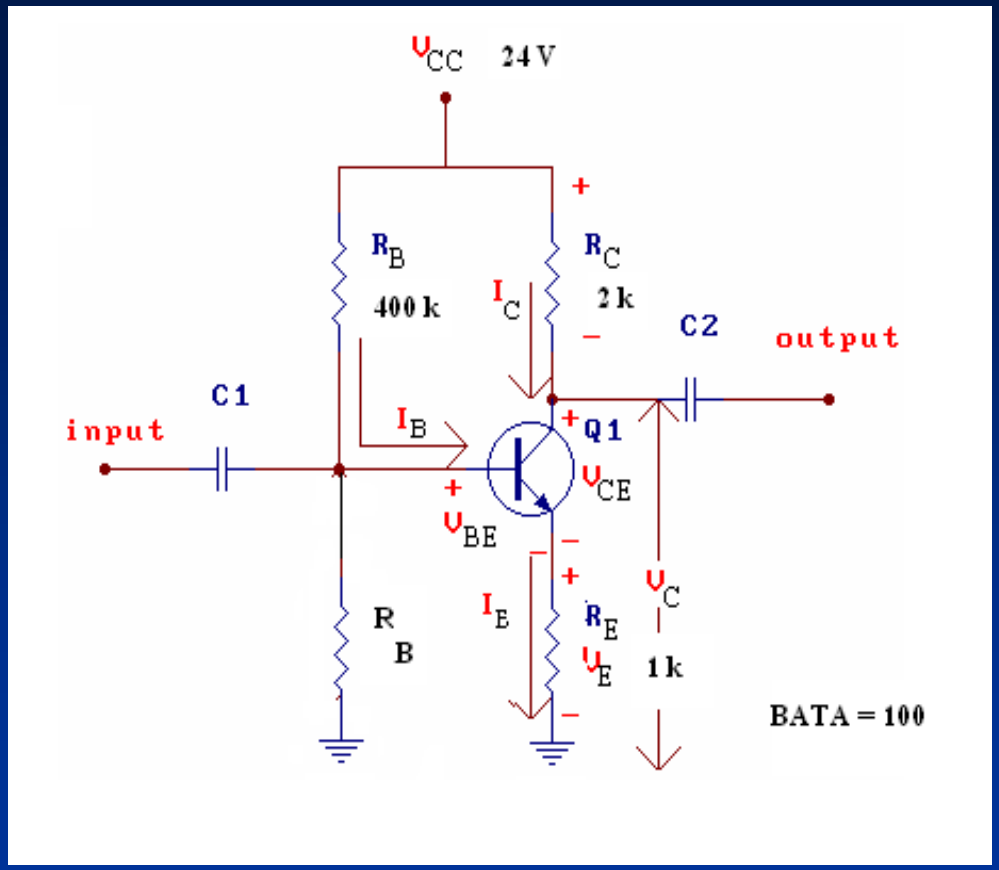


วงจรสมมูลการให้ไบแอสแบบดีซี ของวงจรคอมมอนอิมิตเตอร์ที่ไม่ขึ้นอยู่กับค่าเบตา



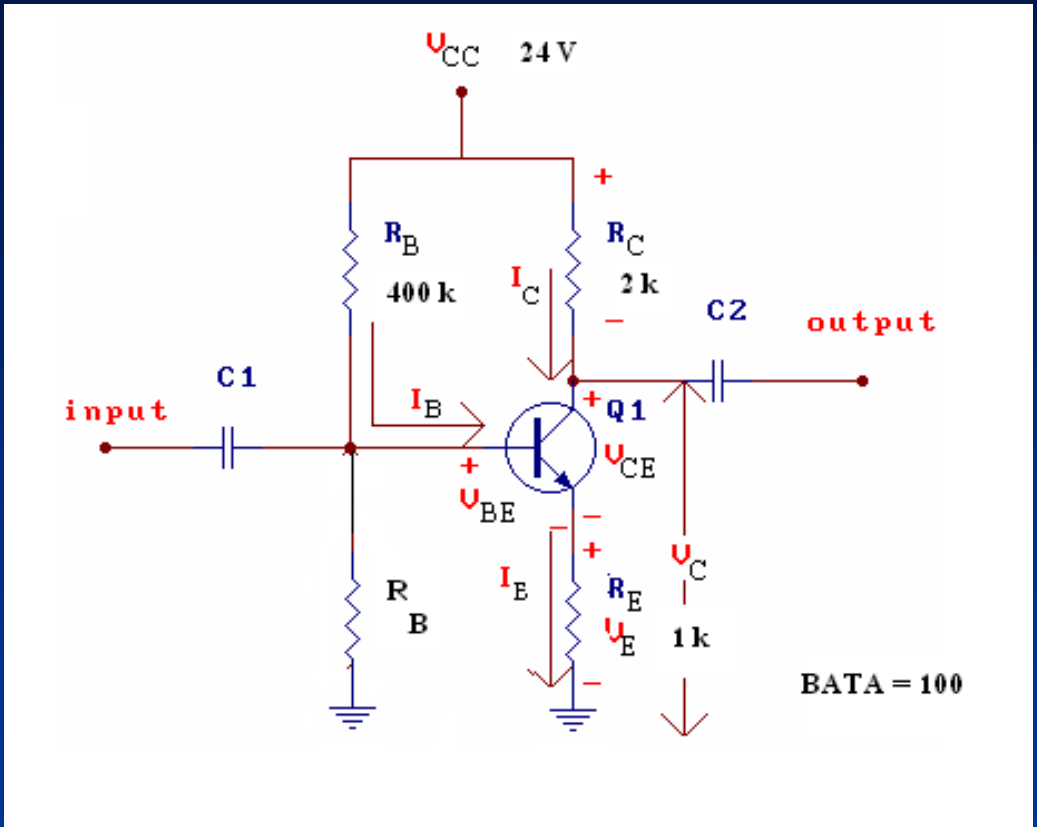
หาค่าแรงดันที่ตกคร่อมที่ขาเบสได้ดังนี้

$$V_B \cong \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} \times V_{CC}$$



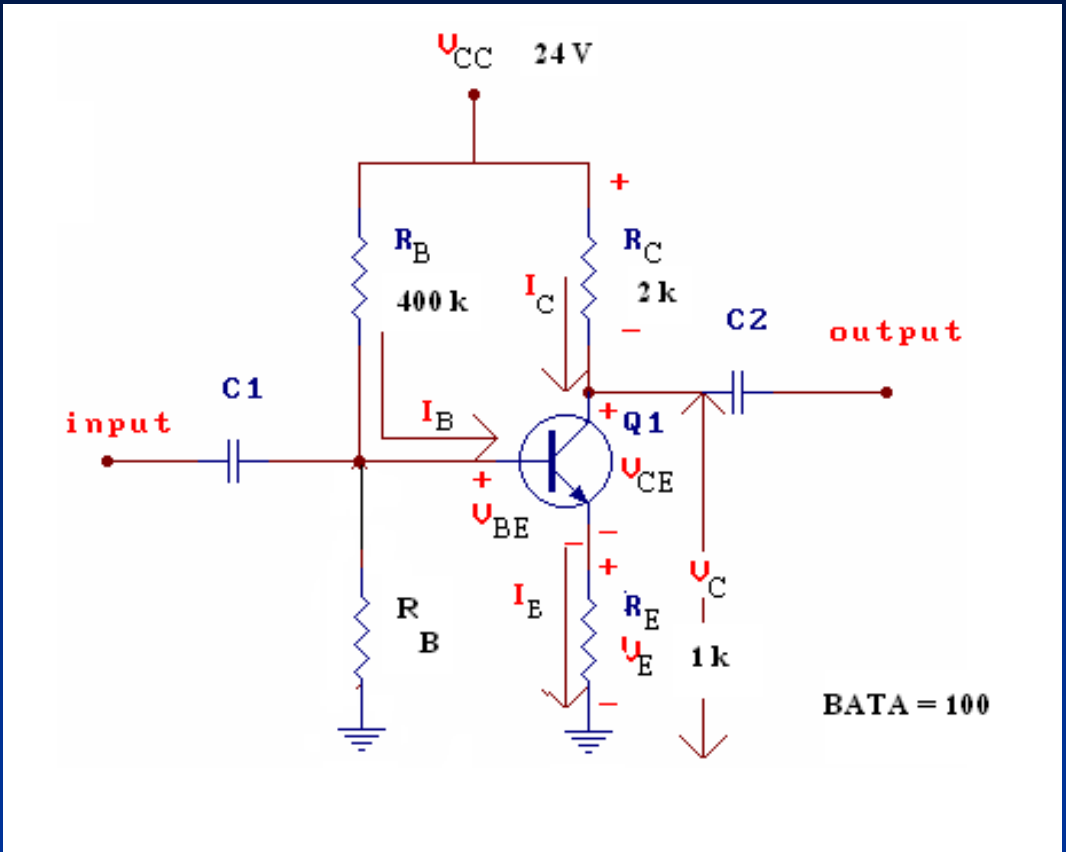
หาค่าแรงดันตกคร่อมที่อีมิตเตอร์กับกราวด์ได้ดังนี้

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



หาค่ากระแสคอลเลกเตอร์ได้ดังนี้

$$I_C \cong I_E$$



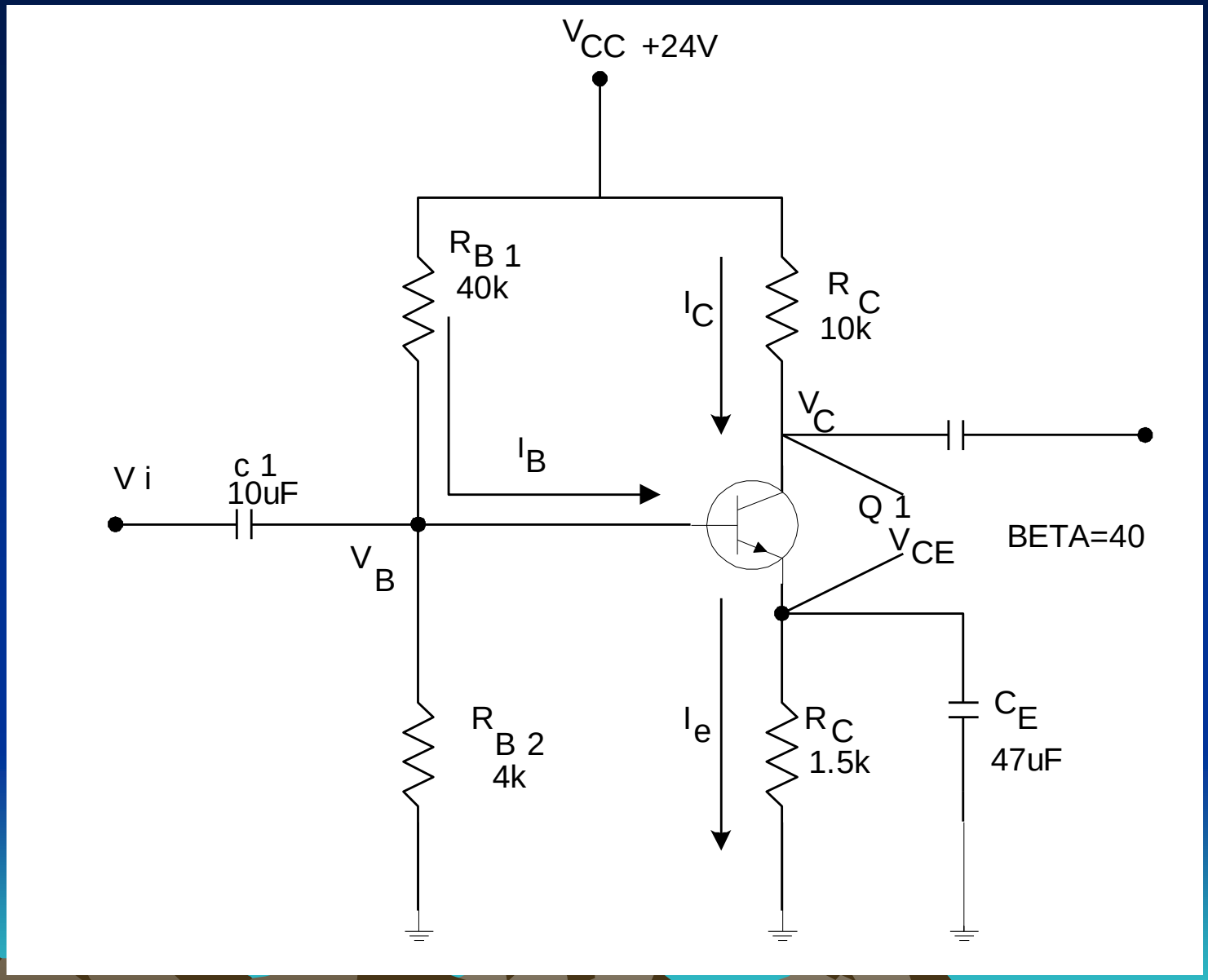
หาค่าแรงดันที่ตกคร่อมความต้านทาน R_C ได้ดังนี้

$$V_{RC} = I_C R_C$$

ตัวอย่างที่ 5.4

จงคำนวณหาค่าแรงดันดีซีไบแอส
และกระแสที่ไหลในวงจร

การวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยสุคนธ์ พุ่มศรี วท.สัตหีบ
0897527377


VCC +24V
RB 1
40k
IC
RC
10k
VC
IB
V i
c 1
10uF
Q 1
BETA=40
VCE
VB
RB 2
4k
Ie
RC
1.5k
CE
47uF

วิธีทำ

(ก) หาค่าแรงดันที่เบสเทียบกราวด์ (V_B) ได้จากสูตร

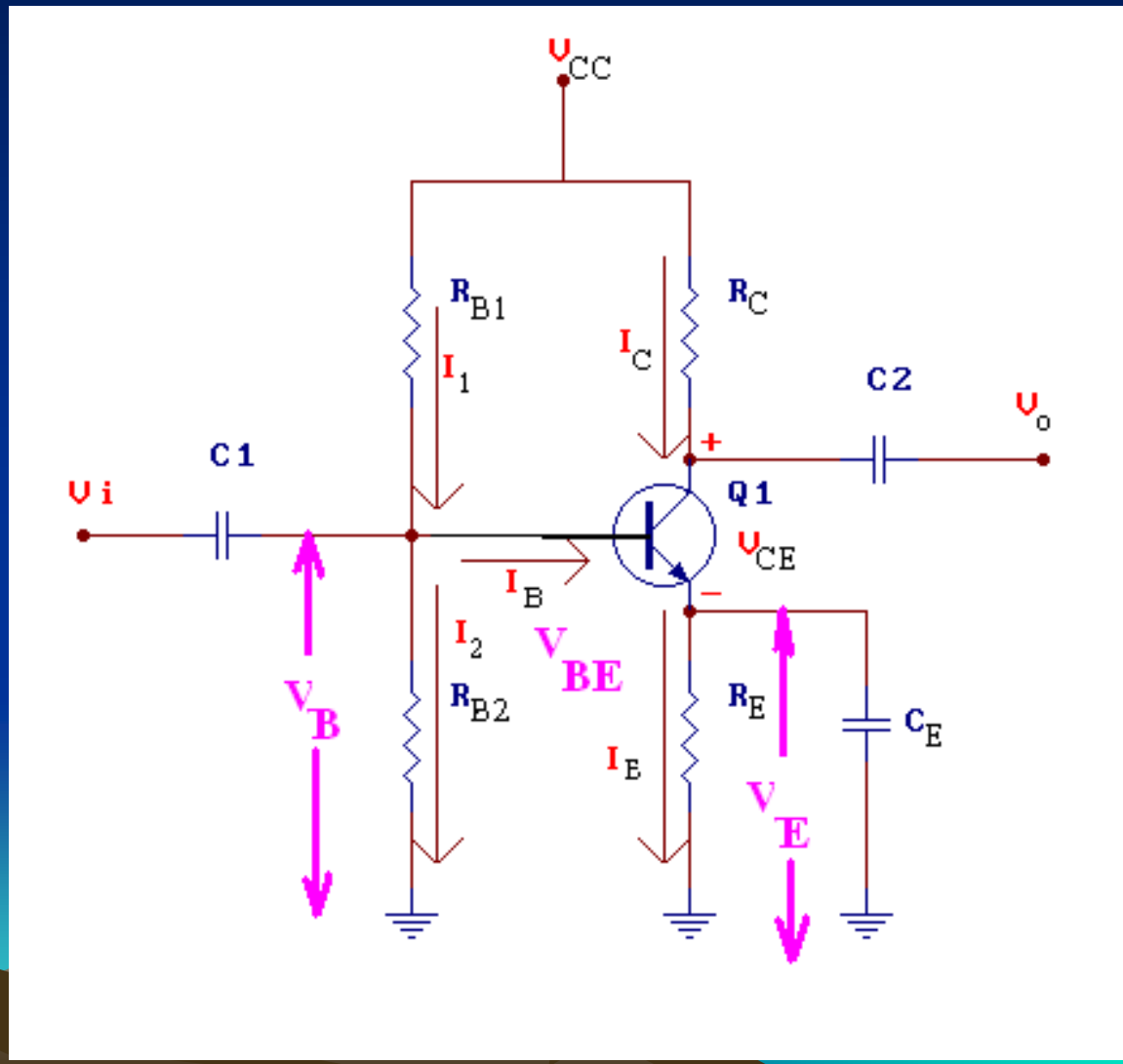
$$V_B = \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} \times V_{CC}$$

แทนค่าในสูตร

$$V_B = \frac{4}{40K\Omega + 4K\Omega} \times 24V = 2.18V$$

หาค่าแรงดันที่อีมิตเตอร์เทียบกราวด์ (V_E)

VE = VB – VBE



(ข) หาค่าแรงดันที่อีมิตเตอร์เทียบกราวด์ (V_E)

ได้จากสูตร

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

แทนค่าในสูตร

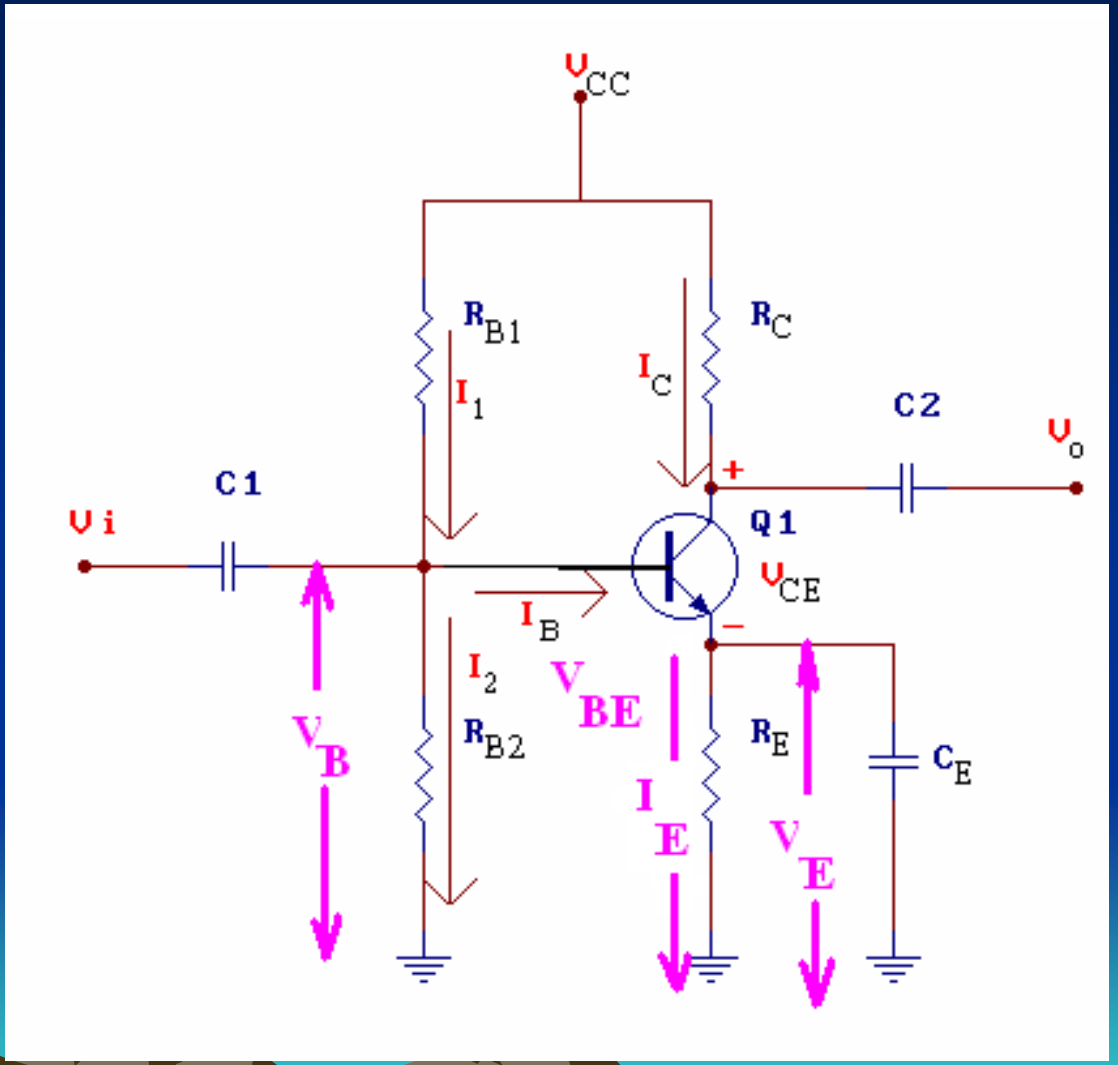
$$V_E = 2.18\ V - 0.7\ V$$

$$= 1.48\ V$$

หาค่ากระแสอีมิตเตอร์ (I_E) ได้จากสูตร

$$I_E = V_E / R_E$$

$$\cong I_C$$



(ค)หาค่ากระแสอีมิตเตอร์ (IE) ได้จากสูตร

$$I_E = V_E / R_E \cong I_C$$

แทนค่าในสูตร

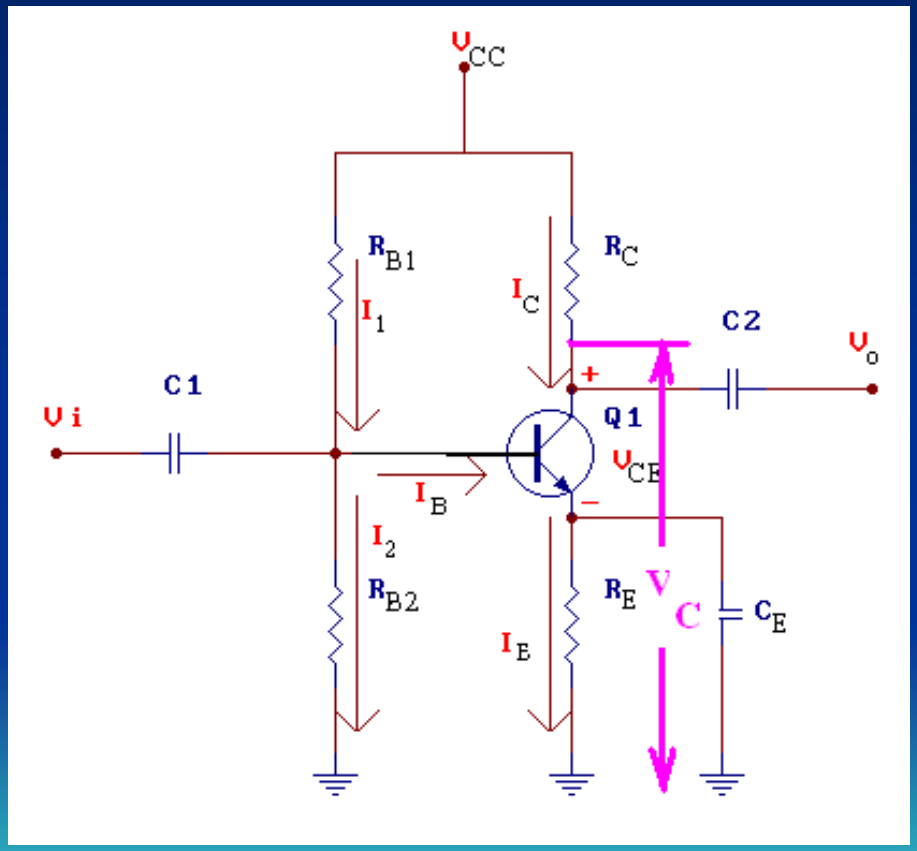
$$I_E = 1.48\ V / 1.5\ K\Omega$$

$$= 0.987\ mA$$

การวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยสุคนธ์ พุ่มศรี วท.สัตหีบ
0897527377

หาค่าแรงดันตกคร่อมที่คอลเลกเตอร์เทียบกราวด์

$$V_C = V_{CC} - I_C R_C$$



(ง) หาค่าแรงดันตกคร่อมที่คอลเลกเตอร์

เทียบกราวด์ได้จากสูตร

$$V_C = V_{CC} - I_C R_C$$

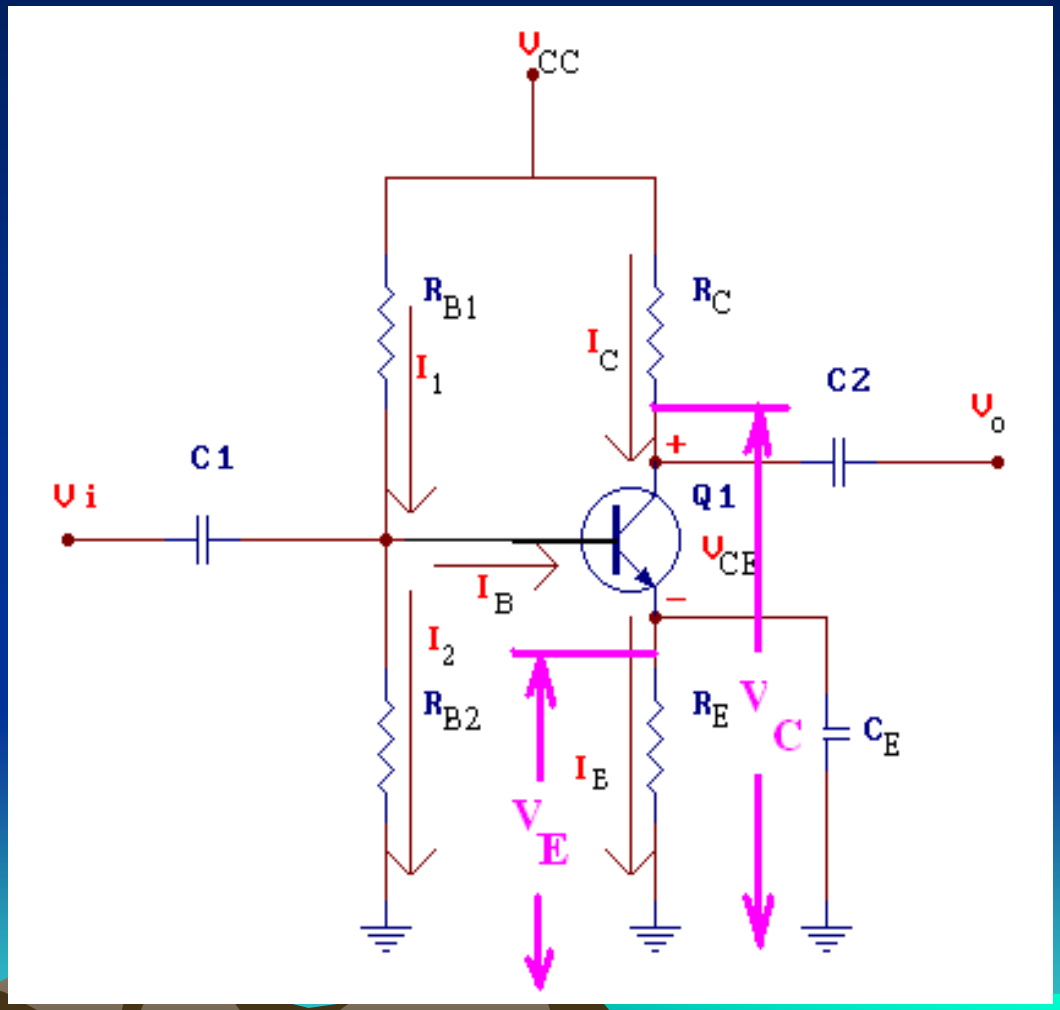
แทนค่าในสูตร

$$V_C = 24 - (0.987\ mA)\ (10K\Omega)$$

$$= 14.13\ V$$

หาค่าแรงดันตกคร่อมที่คอลเลกเตอร์กับอีมิตเตอร์

$$V_{CE} = V_C - V_E$$



(จ) หาค่าแรงดันตกคร่อมที่คอลเลกเตอร์กับอีมิตเตอร์ได้จากสูตร

$$V_{CE} = V_C - V_E$$

แทนค่าในสูตร

$$V_{CE} = 14.13\ V - 1.48V$$

$$= 12.65\ V$$

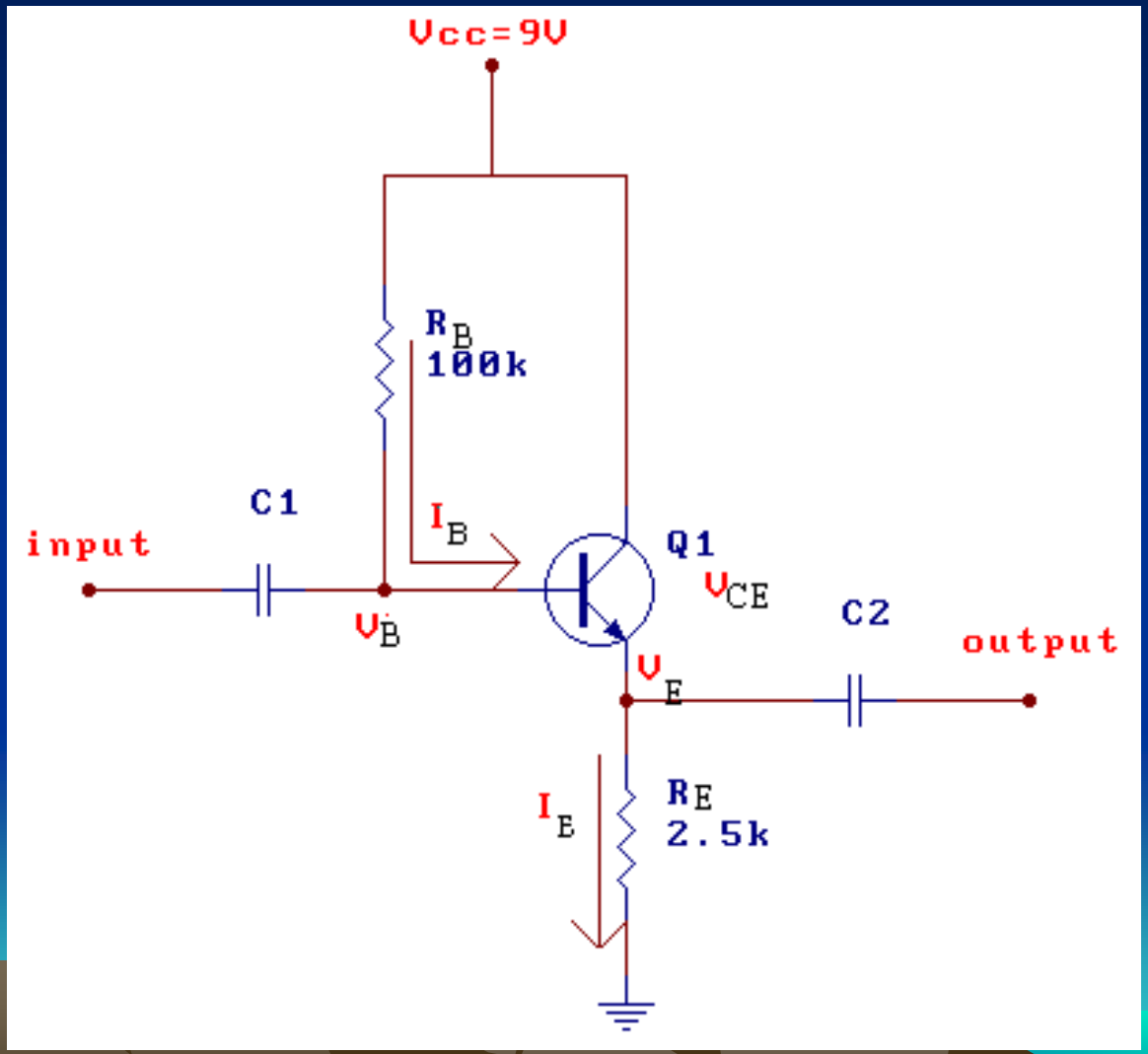
ตัวอย่างที่5.6

จงคำนวณหากระแสและแรงดันไบแอสในวงจรดังแสดงในรูป เมื่อทรานซิสเตอร์เป็นชนิดซิลิกอน

การวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยสุคนธ์ พุ่มศรี วท.สัตหีบ
0897527377

5.5 วงจรคอมมอนคอลเลกเตอร์ดีซีไบแอสหรือวงจรอีมิตเตอร์ฟอลโลเวอร์ (Emitter Follower) DC Bias Circuit)

5.5 วงจรคอมมอนคอลเลกเตอร์ดีซีไบแอส หรือวงจรอีมิตเตอร์ฟอลโลเวอร์



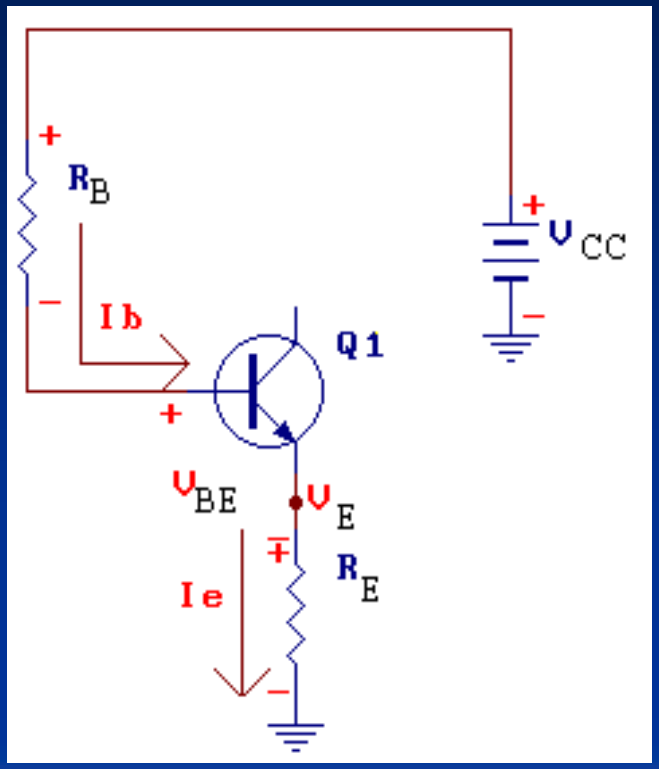
คุณสมบัติของวงจรคอมมอนคอลเลกเตอร์

1. สัญญาณอินพุตและเอาท์พุตมีเฟสเหมือนกัน

2. อัตราการขยายแรงดัน (Voltage Gain) เท่ากับ 1

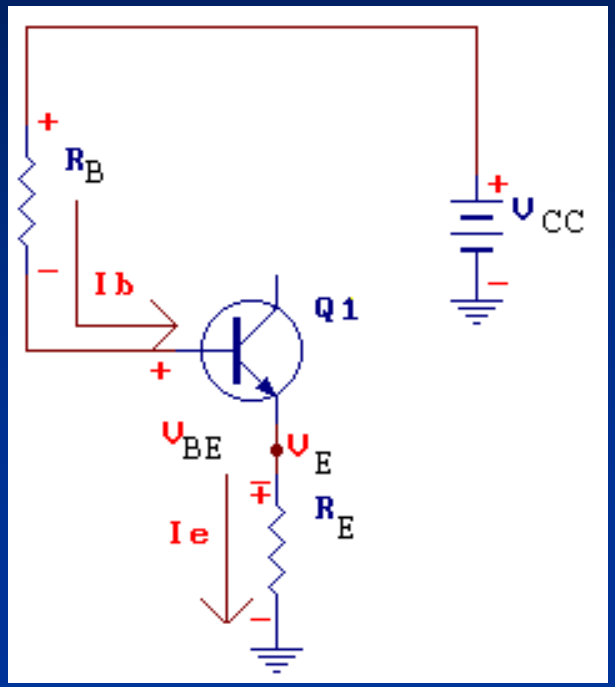
3. ค่าแรงดัน V_{CE} เท่ากับครึ่งหนึ่งของ V_{CC}

การหาค่ากระแสทางด้านอินพุต



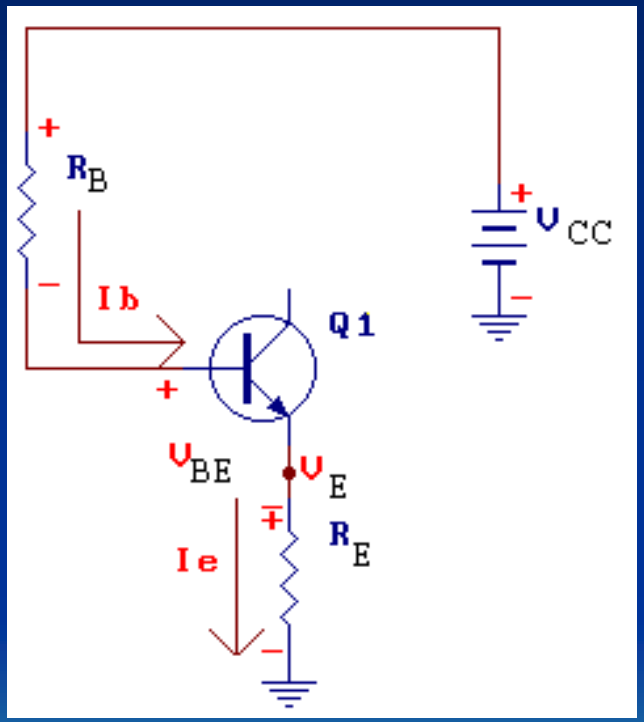
วงจรสมมูลของวงจรคอมมอนคอลเลกเตอร์

วงจรคอมมอนคอลเลกเตอร์



ใช้กฎของ Kirchoff’s Voltage Law เขียนสมการ

ใช้กฎของ Kirchoff's Voltage Law เขียนสมการ



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

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

เมื่อ

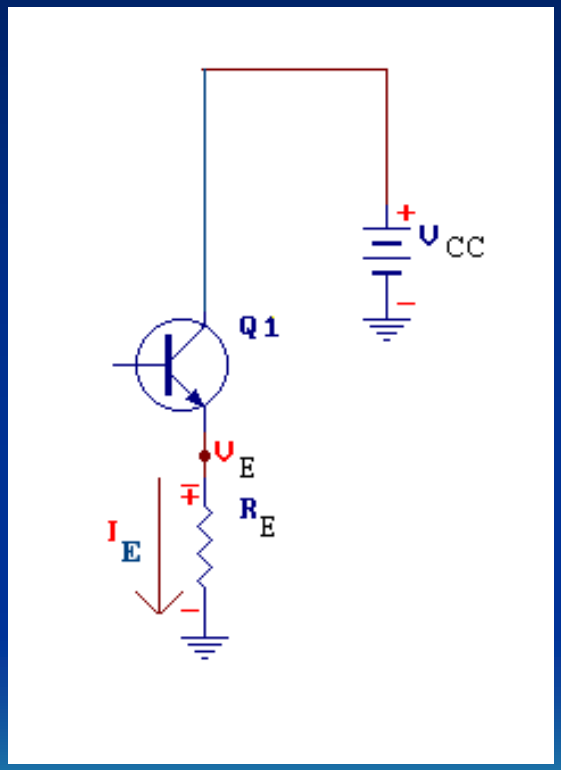
$$I_E = (\beta+1) I_B \cong \beta I_B$$

สามารถ Solve หากระแสเบส (I_B) ในวงจรได้ดังนี้

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{[R_B + (\beta+1) \times R_E]} \cong \frac{V_{CC}}{R_B + \beta R_E}$$

วงจรคอมมอนคอลเลกเตอร์

การหาค่าแรงดันทางด้านเอาต์พุต

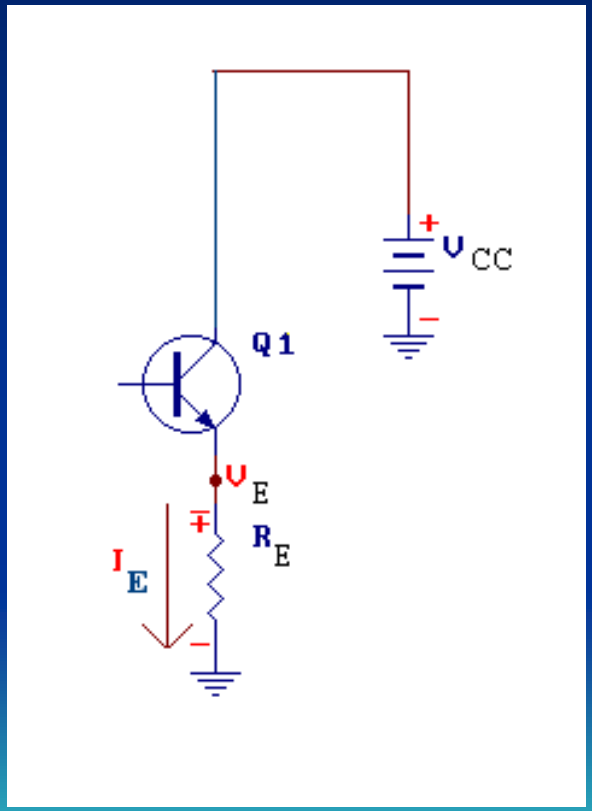


หาค่าแรงดันที่ขาอีมิตเตอร์เทียบกราวด์ได้ดังนี้

วงจรคอมมอนคอลเลกเตอร์

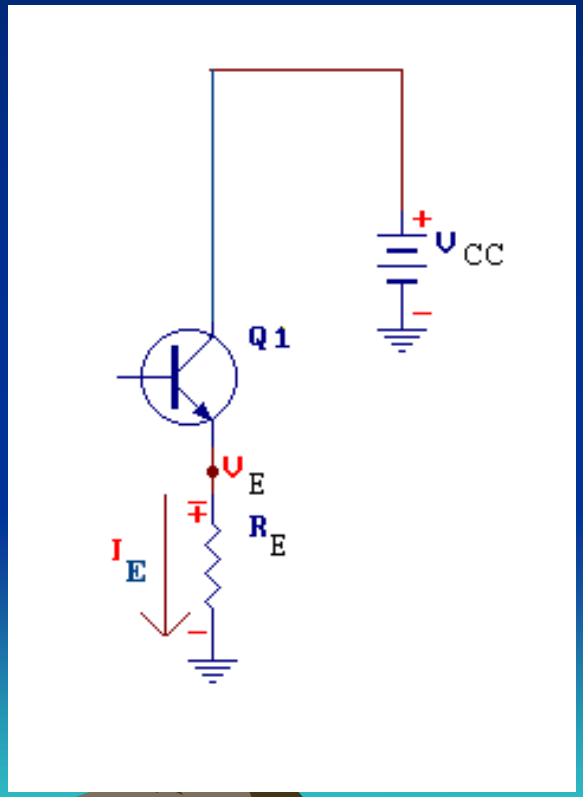
หาค่าแรงดันที่ขาอีมิตเตอร์เทียบกราวด์ได้ดังนี้

$$V_E = I_E R_E$$



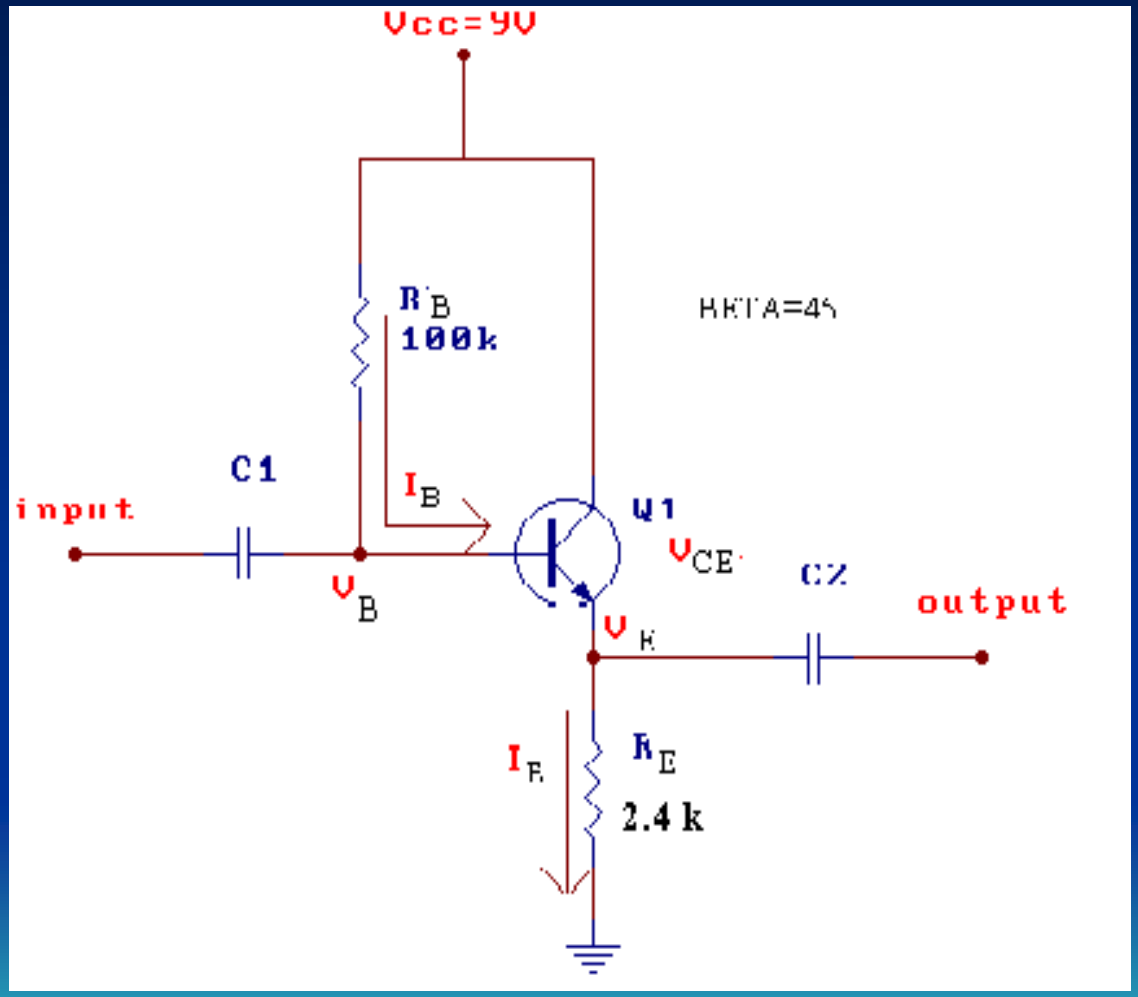
และจะได้แรงดันที่คอลเลกเตอร์กับอีมิตเตอร์ได้ดังนี้

$$V_{CE} = V_{CC} - V_E$$



ตัวอย่างที่ 5.5

จงคำนวณหาค่าแรงดันดีซีไบแอส และกระแสในวงจรดังแสดงในรูปโดยมีค่าเบตา (β) เท่ากับ 45


Vcc=9V
RB
100k
BETA=45
C1
input
IB
Q1
VCE
C2
output
VB
VE
IE
RE
2.4 k

วิธีทำ

(ก) หาค่ากระแส I_B ได้จากสูตร

$$I_B \cong \frac{V_{CC}}{R_B + \beta R_E}$$

แทนค่าในสูตรจะได้

$$I_B = \frac{9V}{100k\Omega + (45 \times 2.4k\Omega)} = 43.26mA$$

(ข) หาค่ากระแส I_E ได้จากสูตร

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

แทนค่าในสูตร

$$I_E = 46\ (43.26\ \mu A)$$

$$= 1.98\ mA$$

(ค) หาค่า V_{CE} ได้จากสูตร

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

แทนค่าในสูตร

$$V_{CE} = 9 - (1.98\ mA)(2.5\ k\Omega)$$

$$= 4.05\ V$$

(ง) หาค่า V_E ได้จากสูตร

$$V_E = I_E R_E$$

แทนค่าในสูตร

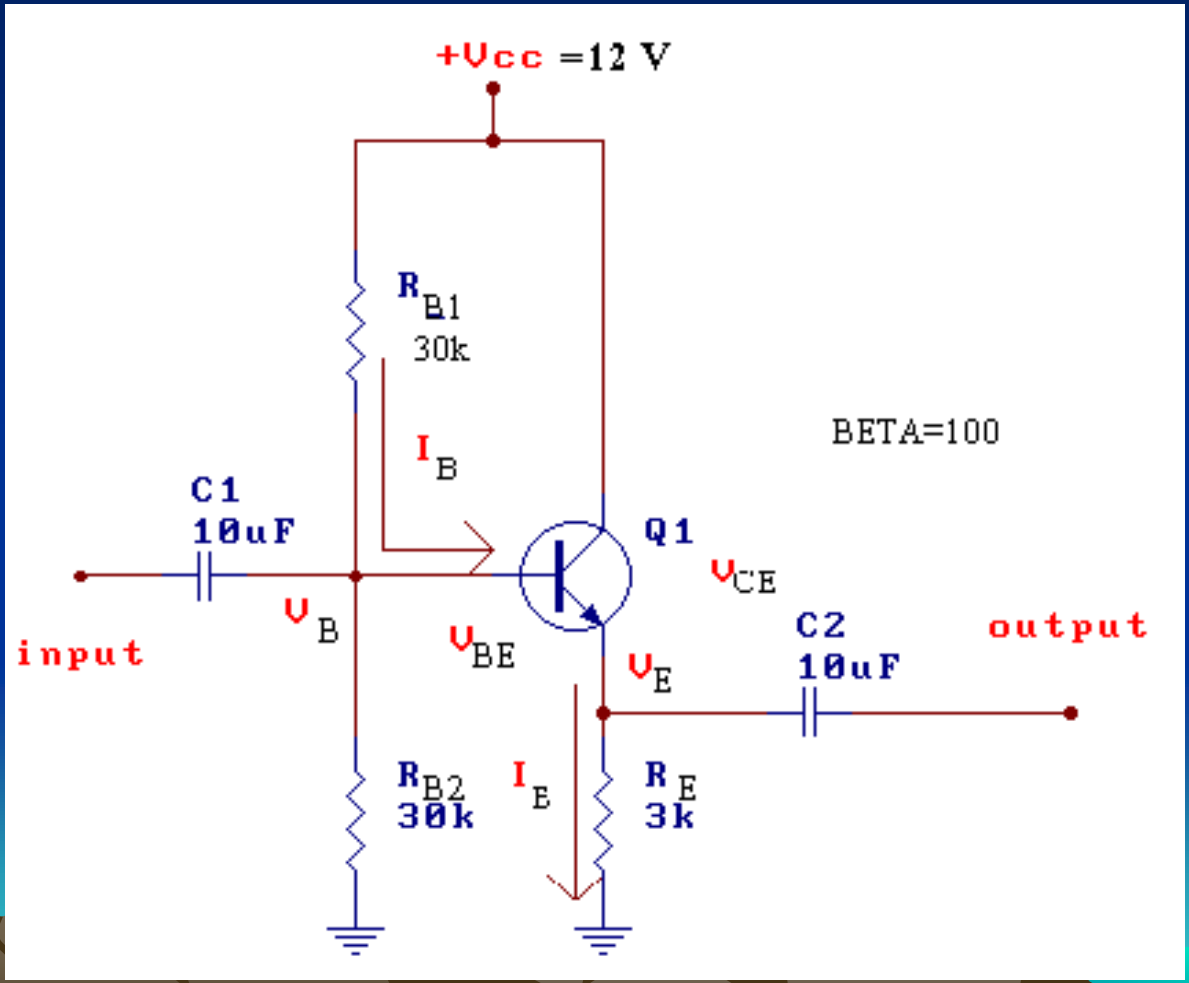
$$V_E = (1.98\ mA)\ (2.5\ k\Omega)$$

$$= 4.95\ V$$

ตัวอย่างที่5.6

จงคำนวณหากระแสและแรงดันไบแอสในวงจรดังแสดงในรูป เมื่อทรานซิสเตอร์เป็นชนิดซิลิกอน

ตัวอย่างที่5.6


+Vcc =12 V
R B1
30k
I B
BETA=100
C1
10uF
Q1
V CE
input
V B
V BE
C2
10uF
output
V E
R B2
30k
I E
R E
3k

วิธีทำ

(ก) หาค่า VB ได้จากสูตร

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

แทนค่าในสูตร

$$V_B = \frac{30k\Omega}{30k\Omega + 30k\Omega} \times 12V = 6V$$

(ข) หาค่า VE ได้จากสูตร

$$VE = VB - VBE$$

แทนค่าในสูตร

$$VE = 6\ V - 0.7\ V$$

$$= 5.3\ V$$

(ค) หาค่า IE ได้จากสูตร

$$IE = VE / RE$$

แทนค่าในสูตร

$$IE = 5.3\ V / 3\ k\Omega$$

$$= 1.77\ mA$$

(ง) หาค่า VCE ได้จากสูตร

$$VCE = VCC - IE\ RE$$

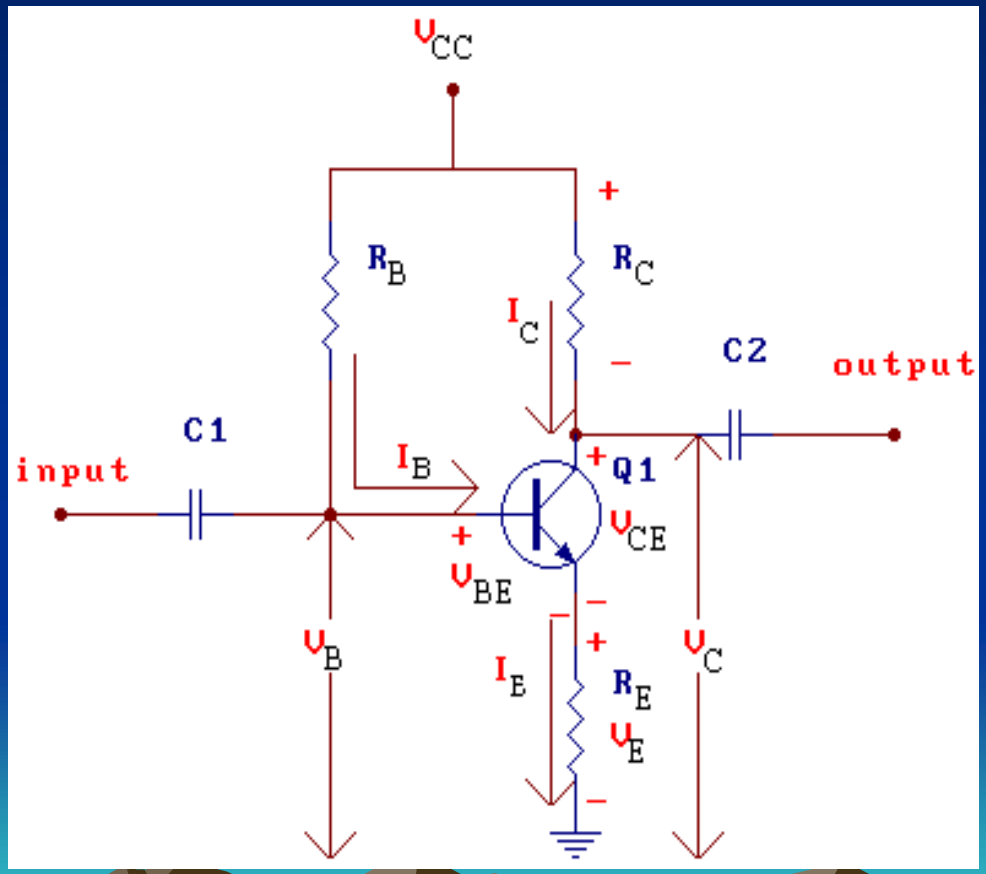
แทนค่าในสูตร

$$VCE = 12 - (1.77\ mA)\ (3\ k\Omega)$$

$$= 6.69\ V$$

สรุปบทเรียน

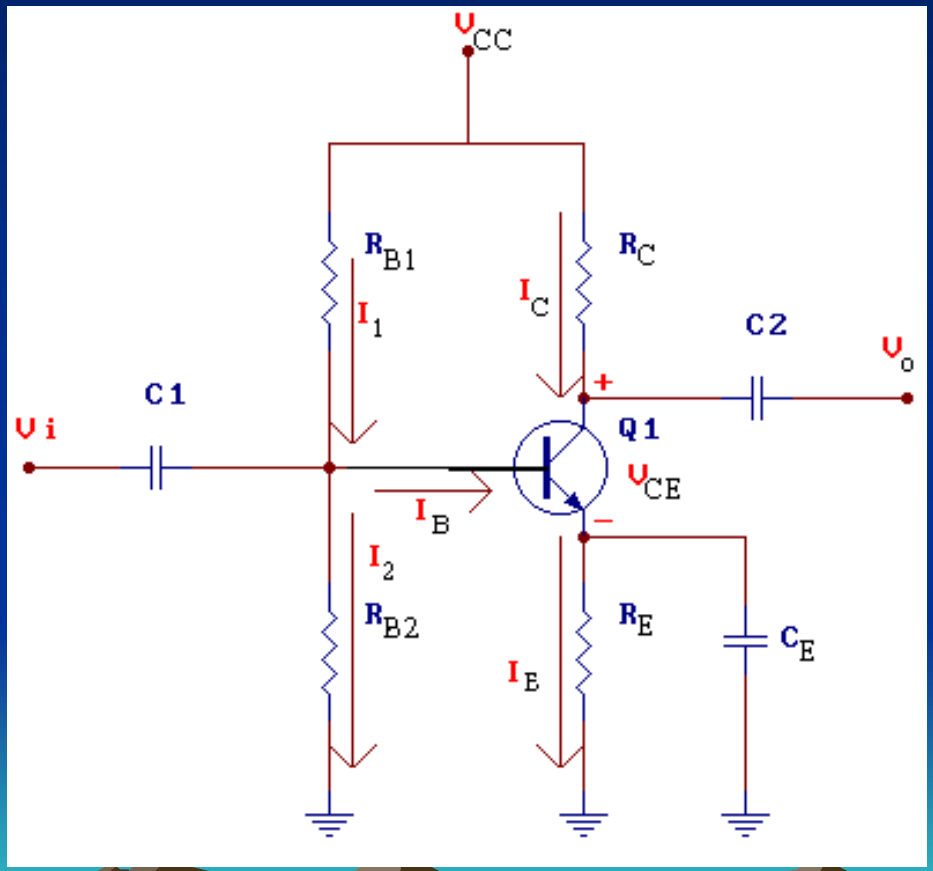
วงจรคอมมอนอีมิตเตอร์ที่มีความต้านทาน R_E



วงจรคอมมอนอีมิตเตอร์ที่มีความต้านทาน RE

การต่อความต้านทาน R_E เพิ่มขึ้นมา จะทำให้เสถียรภาพในการขยายของวงจรดีกว่าการให้ไบแอสแบบคงที่ หรือบางครั้งถูกเรียกว่าวงจรการให้ไบแอสอิมิเตอร์แบบเสถียร (Emitter Stabilized Bias Circuit)

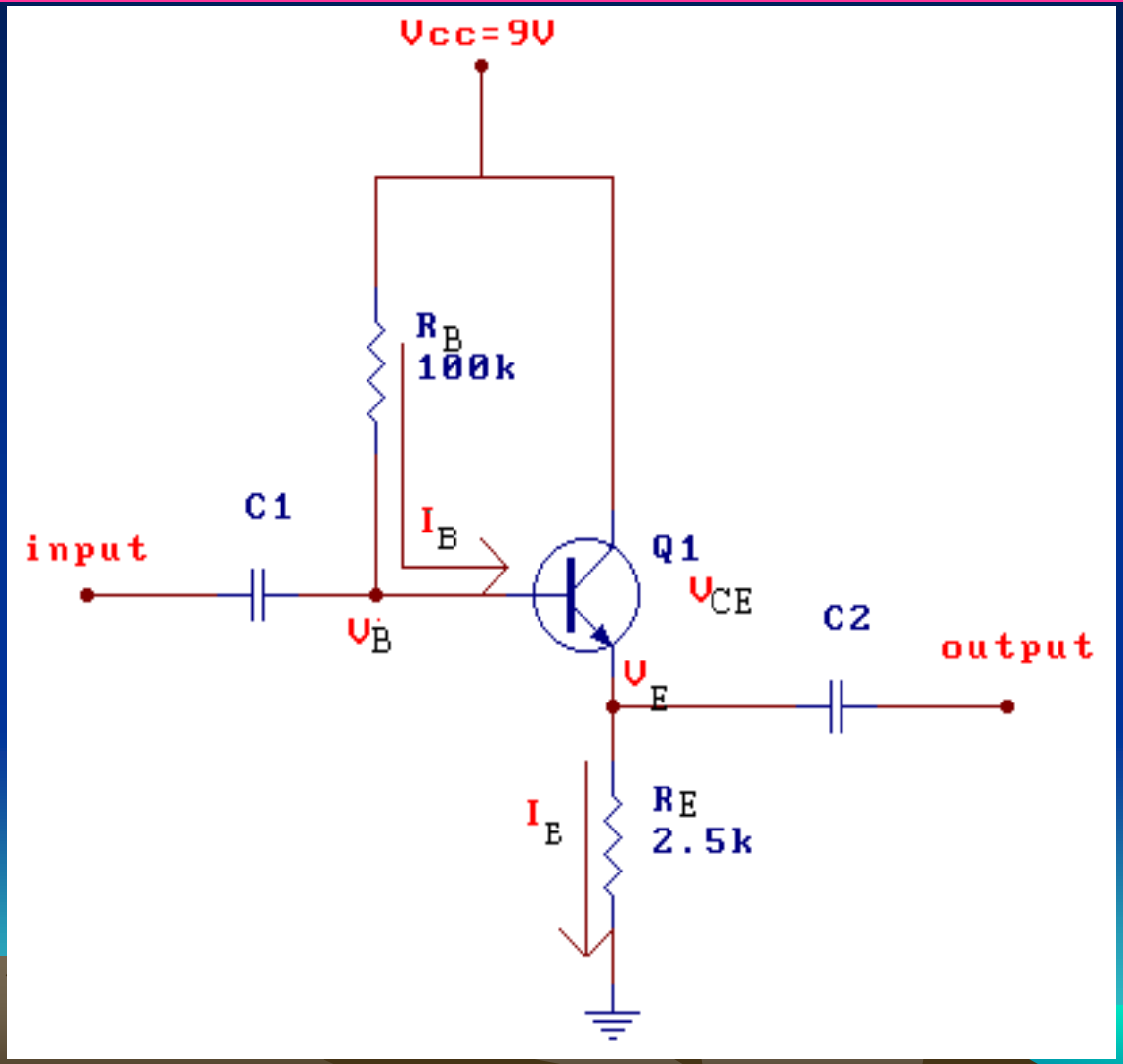
การให้ไบแอสแบบ ดี-ซี ของวงจรคอมมอนอีมิตเตอร์ที่ไม่ขึ้นอยู่กับค่าเบตา



การให้ไบแอสแบบ ดี-ซี ของวงจรคอมมอนอีมิตเตอร์ที่ไม่ขึ้นอยู่กับค่าเบตา

เนื่องจากค่าอัตราการขยายทางด้านกระแส (β) ของตัวทรานซิสเตอร์มีการเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทำให้อัตราการขยายทางด้านกระแสลดลง ส่งผลให้ประสิทธิภาพของวงจรขยายลดลง

วงจรคอมมอนคอลเลกเตอร์



วงจรคอมมอนคอลเลกเตอร์

- **คุณสมบัติของวงจรคอมมอนคอลเลกเตอร์**

1. สัญญาณอินพุตและเอาท์พุตมีเฟสเหมือนกัน
2. อัตราการขยายแรงดัน (Voltage Gain) เท่ากับ 1

หนังสืออ้างอิง

- สุคนธ์ พุ่มศรี. การวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ เล่มที่ 3. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2548
- Boylestad, Robert. Nashelsky, Louis. **Electronic Devices and Circuit Theory 6TH ed.** Newjersey : Prentice Hall, A Division of Simmon & Schuster Engle Wood, 1986.
- Paynter, Robert T. Introductory Semiconductor Electronics Divices and Circuit 2nd ed. New Jersey : Prentice Hall, A Division of Simmon & Schuster Engle Wood, 1996.
- Robert L. Boylestad Louis Nashelsky. **Electronic Devices and Circuit Theory 7ed.** Newjersey : Prentice Hall, Inc. Simmon & Schustre/A Viacom Company.