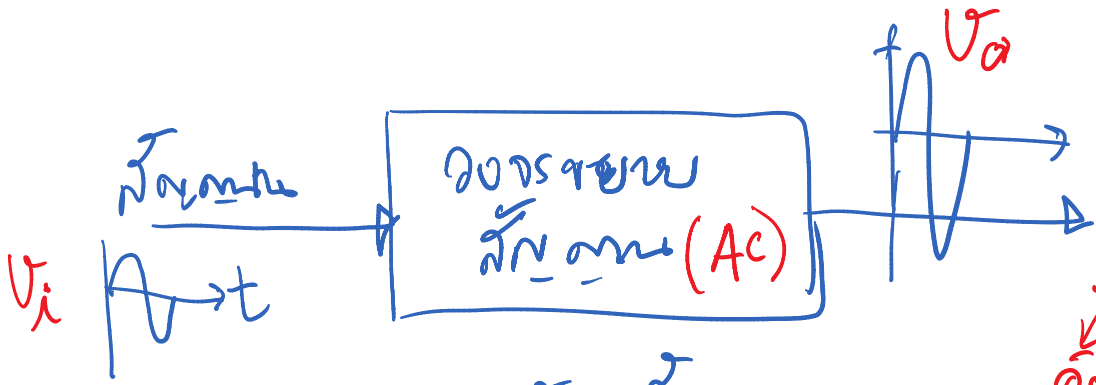
BJT small-signal Analysis

ขนาดเล็ก สัญญาณ การวิเคราะห์

$\underbrace{\text{small-signal}}_{\text{วงจรขยาย}}$

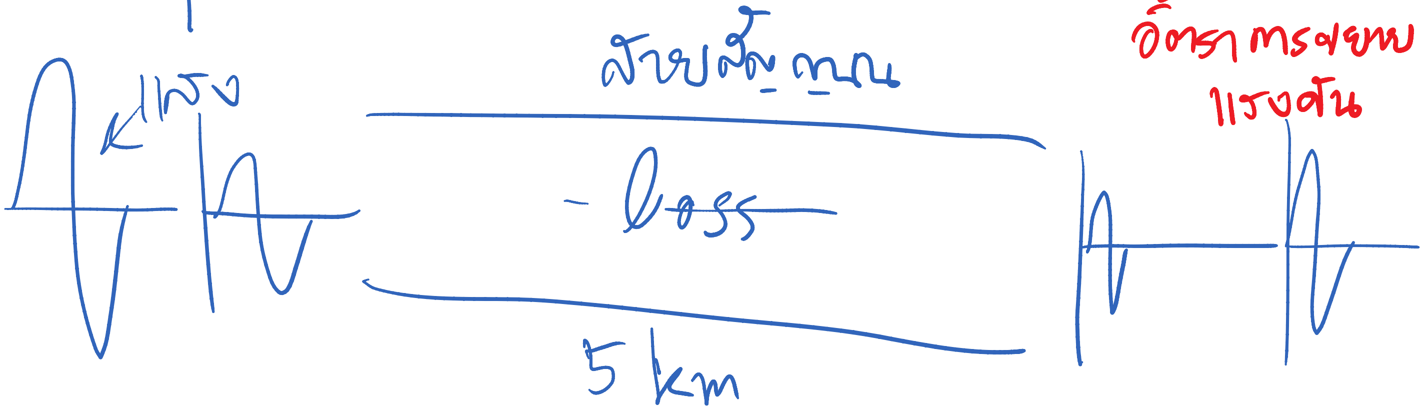
แบ่งกลุ่มๆ ละ 5 คน

ตั้งชื่อกลุ่ม Elec_59_$\underbrace{xxx}_{\text{ชื่อ}}$



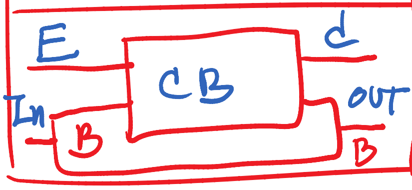
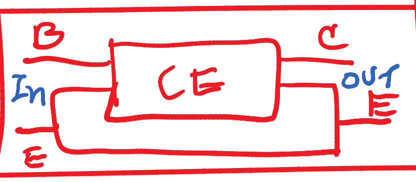
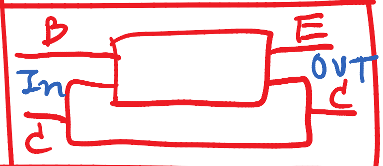
$$A_v = \frac{v_o}{v_i}$$

อัตราการขยายแรงดัน

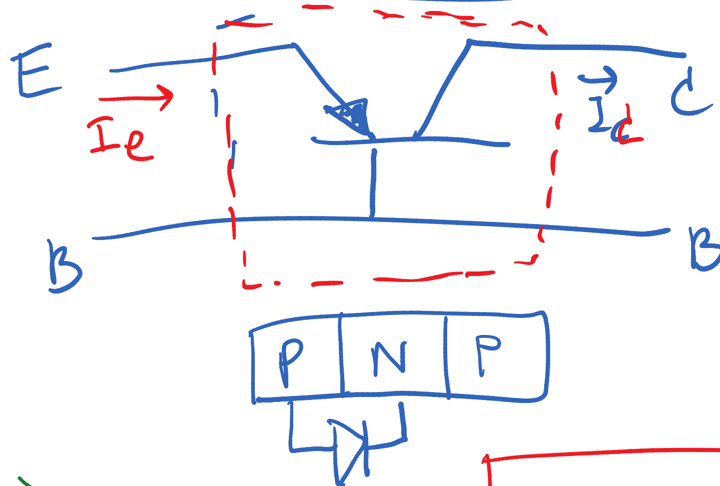


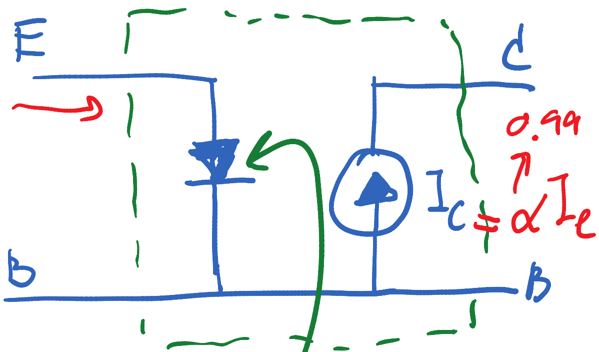
The r_e Transistor Model

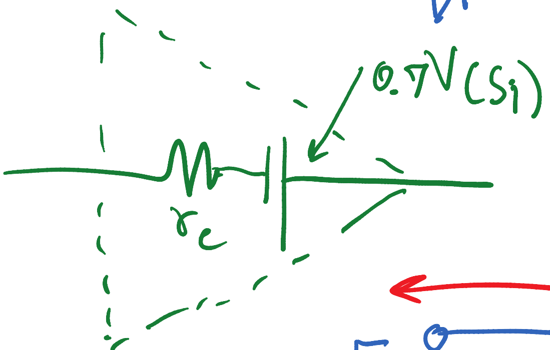
วงจรขยายจะมี 3 commons

Common Base	Common Emitter	Common Collector
		

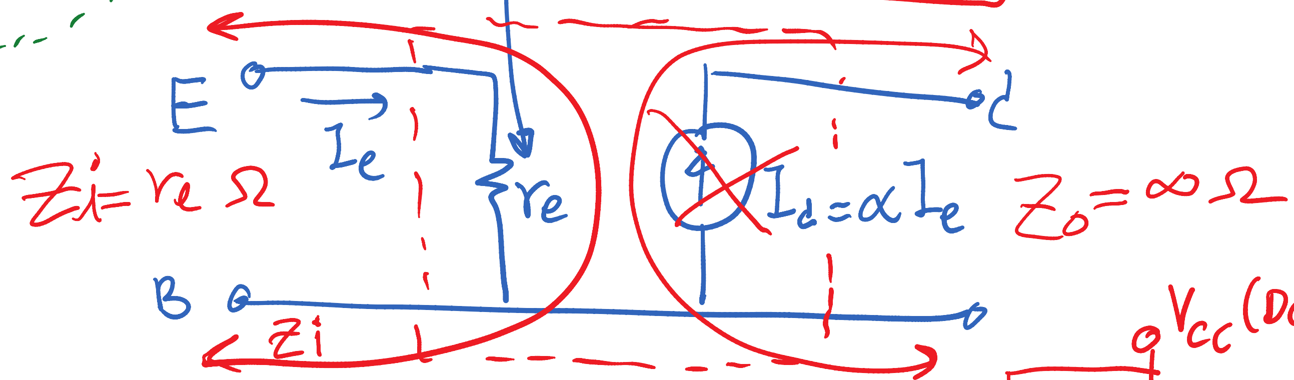
COMMON BASE



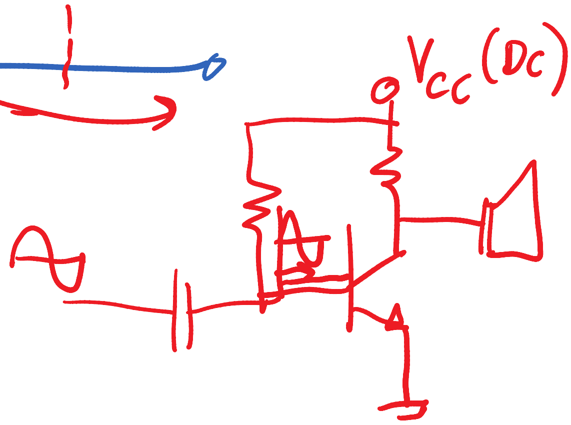


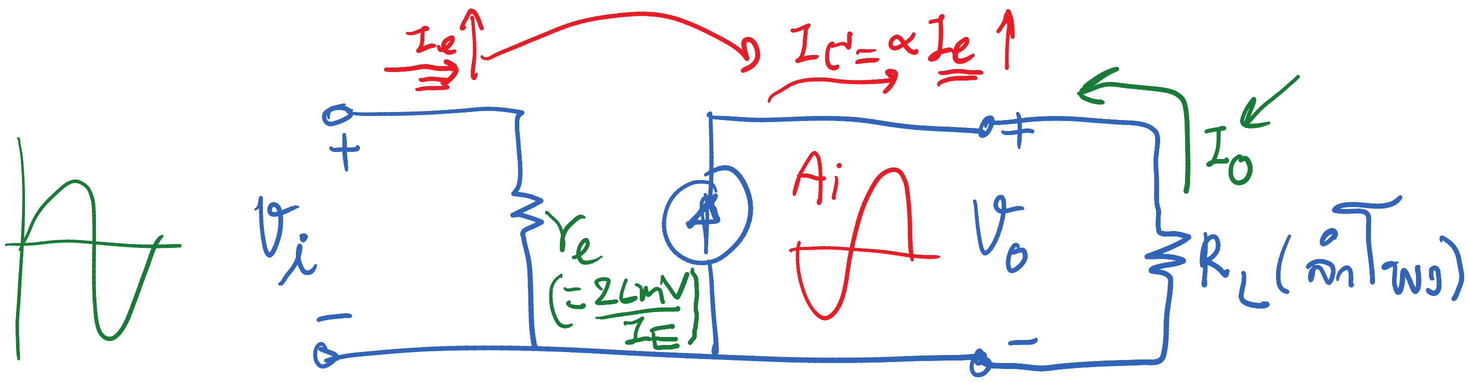


$$r_e = \frac{26mV}{I_{E(DC)}}$$



1. Z_i (Input Impedance)
2. Z_o (output " — ")
3. A_v (อัตราขยายแรงดัน)
4. A_i (อัตราขยายกระแส)

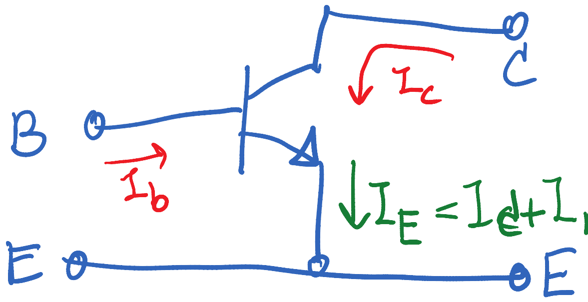




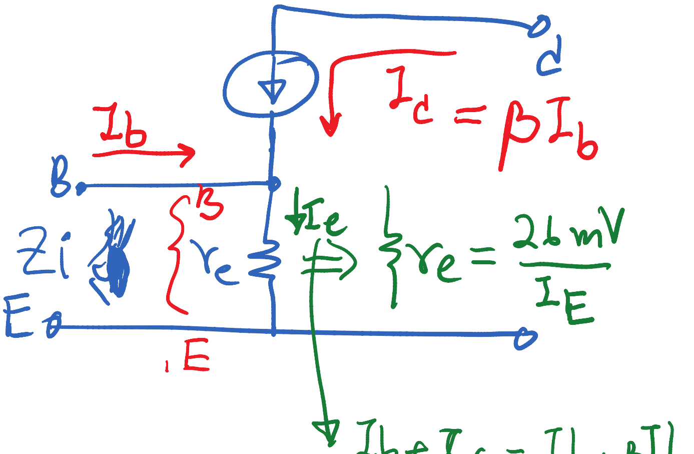
$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = \frac{-I_o R_L}{I_e r_e} = \frac{-(-\alpha I_e)R_L}{r_e I_e} = \frac{\alpha \cancel{I_e} R_L}{r_e \cancel{I_e}} = \frac{\alpha R_L}{r_e}$$

$$A_i = -\frac{I_c}{I_e} = \frac{-\alpha \cancel{I_e}}{\cancel{I_e}} = -\alpha \approx -1$$

Common Emitter



$\Rightarrow$

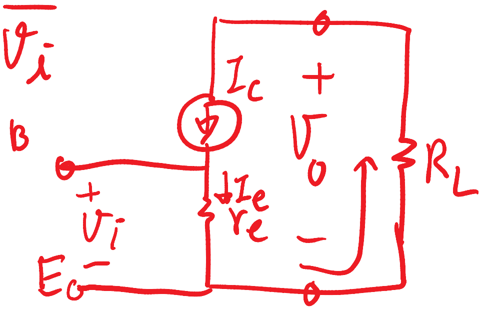


$I_b + I_c = I_b + \beta I_b = (\beta+1) I_b$

หา Z_i

$$Z_i = \frac{V_i}{I_i} = \frac{V_{be}}{I_b} = \frac{I_e r_e}{I_b} = \frac{(\beta+1)\cancel{I_b} r_e}{\cancel{I_b}} \approx \beta r_e$$

หา $A_v = \frac{v_o}{v_i}$



ให้ $I_c \approx I_e$

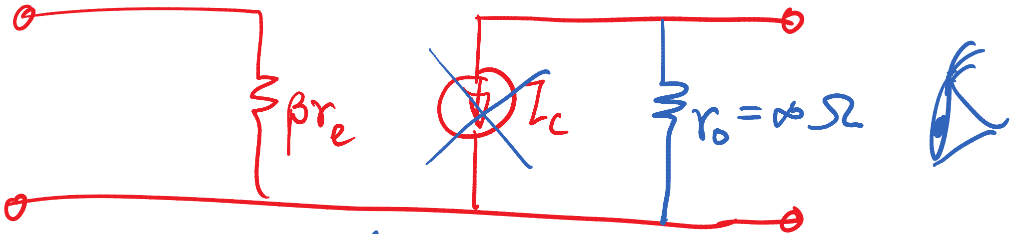
$\therefore V_o = I_c \times R_L = \beta I_b R_L$

$v_i = I_e \cdot r_e = \beta I_b r_e \quad (I_e \approx I_c)$

$$\boxed{A_v = \frac{\cancel{\beta I_b} R_L}{\cancel{\beta I_b} r_e} = \frac{R_L}{r_e}}$$

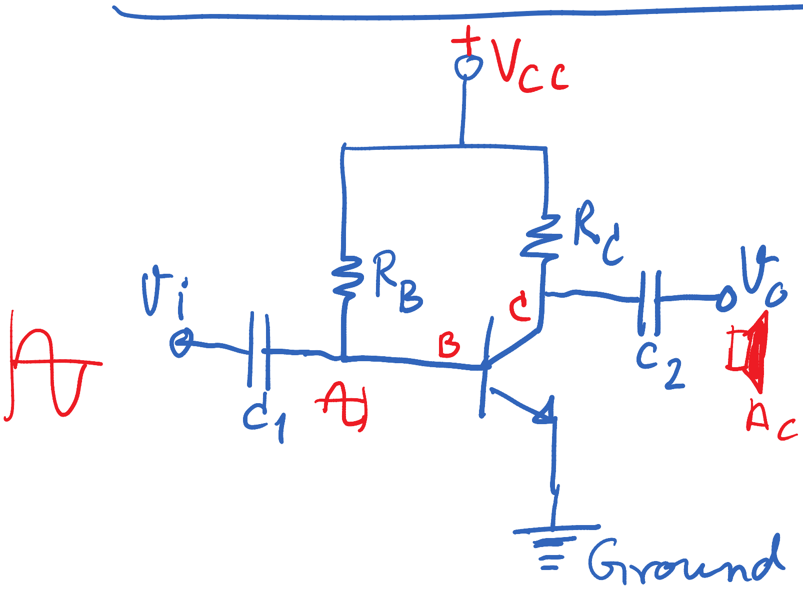
<u>หา A_i</u> $= \frac{I_o}{I_i} = \frac{I_c}{I_b} = \frac{\beta \cancel{I_b}}{\cancel{I_b}} = \beta$ ※

<u>หา Z_o</u>



จากรูปจะได้ว่า $Z_o = r_o = \infty\,\Omega$

Common Emitter Fixed-Bias



C_1, C_2 เป็น C ที่ทำหน้าที่ Coupling (ส่งผ่านไฟ AC และกั้นไฟ DC)

<u>กรณีวิเคราะห์ DC</u>

1. กรณีไฟ DC เมื่อจ่ายไฟตัวเก็บประจุ จะมีคุณลักษณะ open circuit

กรณีวิเคราะห์ไฟ AC

1. ให้ short ตัวเก็บประจุ

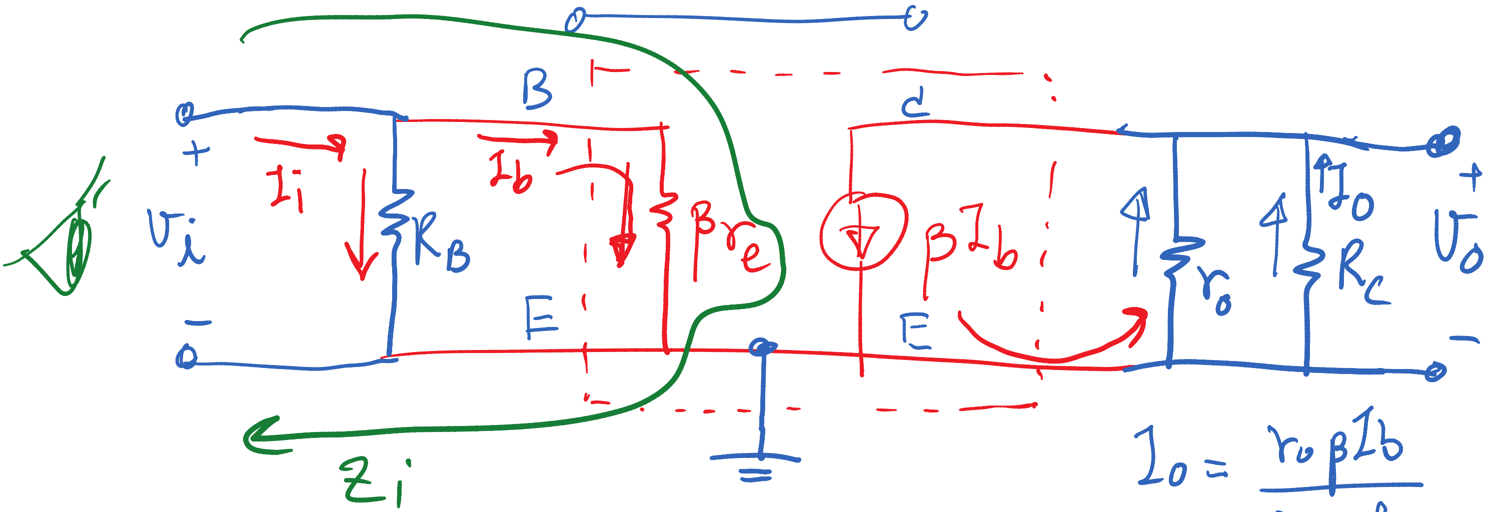
f (ความถี่)

$X_C = \frac{1}{2\pi f_C} = X_C\downarrow$ short circuit

$\uparrow$ สูง

ขั้นตอนการวิเคราะห์วงจร

1. วิเคราะห์วงจรไฟ DC เพื่อหา I_E
2. แปลงสัญลักษณ์ Tr → r_e Model
3. หา $r_e = \frac{26mV}{I_E}$
4. วิเคราะห์วงจรไฟ AC เพื่อหา A_v, A_i, Z_i, Z_o (ให้ short (V_{CC}) ลงกราวนด์)



$I_o = \frac{r_o \beta I_b}{r_o + R_C}$

$Z_i = R_B \parallel \beta r_e$ ※ [illegible]

$Z_o = r_o \parallel R_C$ ※ 〃

$A_v = \frac{v_o}{v_i} = \frac{-r_o \parallel R_C \parallel R_L \times \cancel{\beta I_b}}{\cancel{\beta r_e \times I_b}} = -\frac{r_o \parallel R_C \parallel R_L}{r_e}$

$A_i = \quad \beta I_b$

$$I_i = \frac{(\beta r_e + R_B)\, I_b}{R_B} \Big\} \frac{V_i}{R_i}$$

จากรูป $I_b = \dfrac{R_B I_i}{R_B + \beta r_e}$

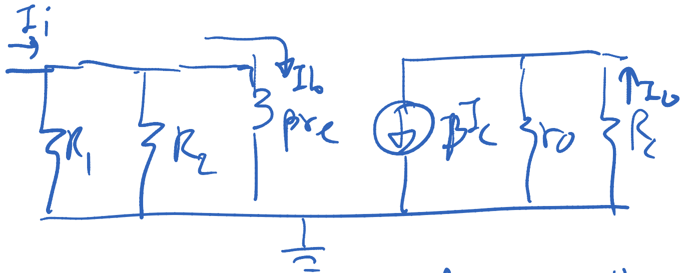
$$\therefore\ I_i = \frac{(R_B + \beta r_e)\, I_b}{R_B}$$

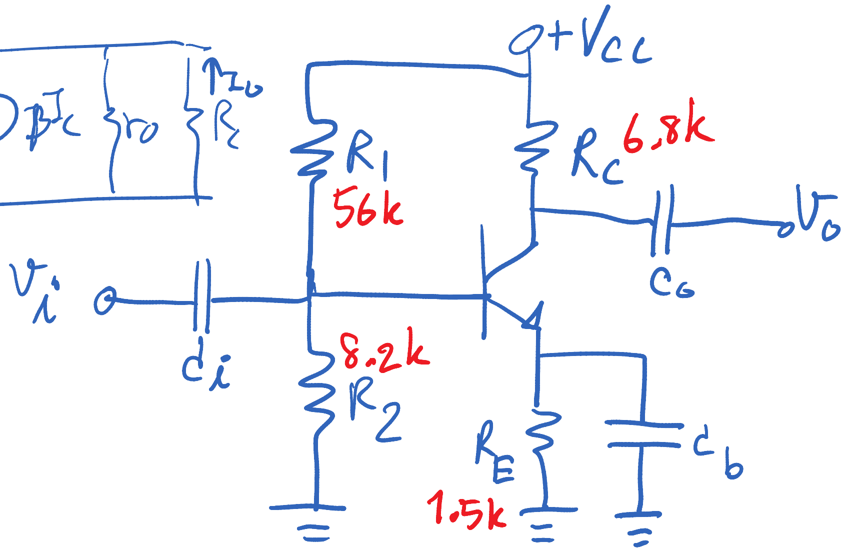
$$\therefore\ A_i = \frac{\dfrac{r_o \beta \cancel{I_b}}{r_o + R_C}}{\dfrac{(R_B + \beta r_e)\cancel{I_b}}{R_B}} = \frac{R_B r_o \beta}{\underbrace{(r_o + R_C)}_{R_C}(R_B + \beta r_e)}$$

ถ้า $r_o \gg 10 R_C$

$$A_i = \frac{R_B r_o \beta}{R_C (R_B + \beta r_e)}$$

Voltage Divider Bias





การบ้าน