มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

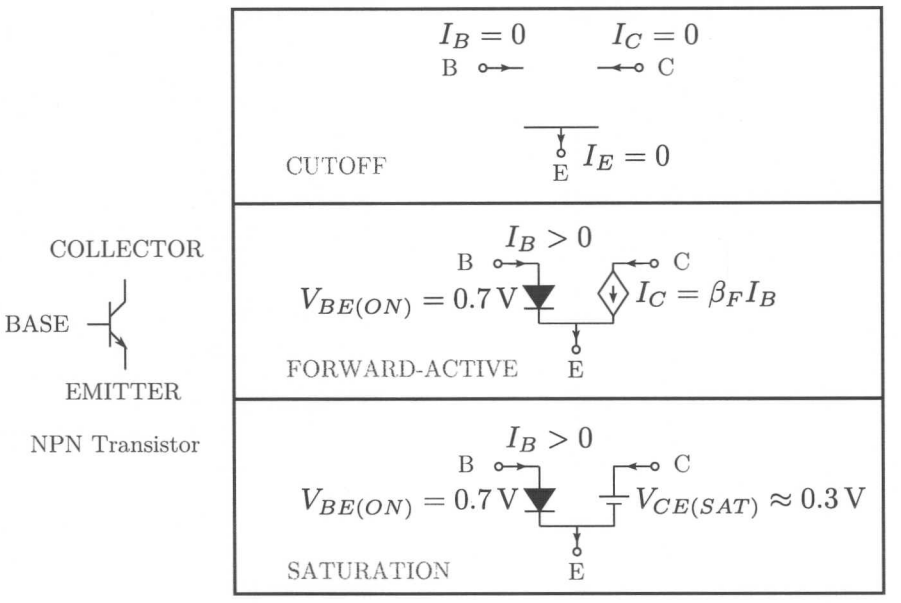
การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2554
วันอังคารที่ 11 ตุลาคม พ.ศ. 2554 เวลา 0900 – 1200
วิชา 210-231: Priciples of Electronics ห้อง S817, S203, A400
ผู้สอน: อ.วฤทธิ์ วิชกูล

ข้อปฏิบัติ

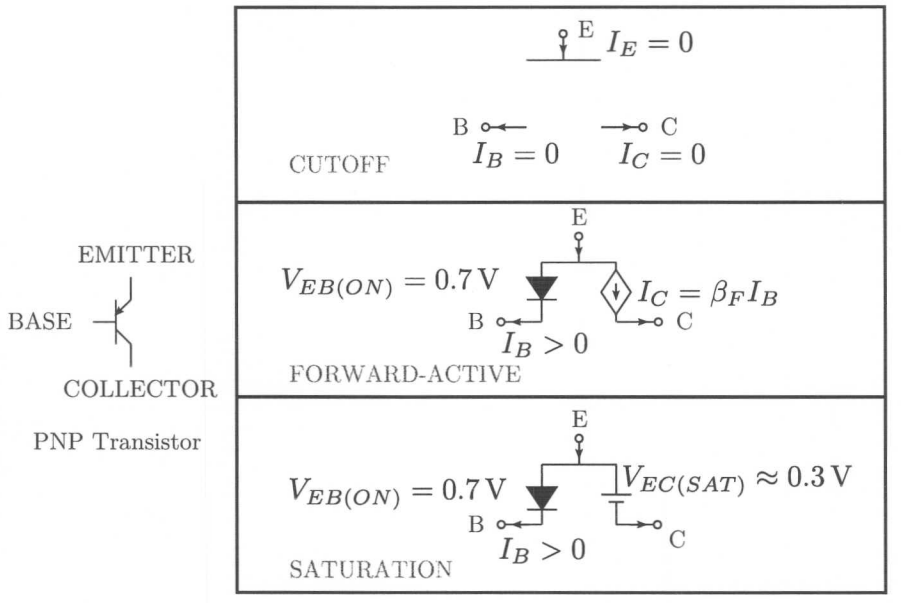
1. ข้อสอบมีทั้งหมด 7 ข้อ รวม 18 หน้า ทำทุกข้อ มีเวลา 3 ชั่วโมงในการทำข้อสอบ
2. เขียนแสดงวิธีทำและระบุหน่วยให้ชัดเจน สามารถเขียนด้านหลังกระดาษได้
3. อนุญาตให้ใช้ปากกาหรือดินสอเขียนได้
4. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลข และ กระดาษ a4 จำนวน 1 แผ่น เข้าห้องสอบได้
5. เขียนชื่อ-นามสกุล รหัสนักศึกษา และ section ในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน

ชื่อ-นามสกุล	รหัสนักศึกษา	section

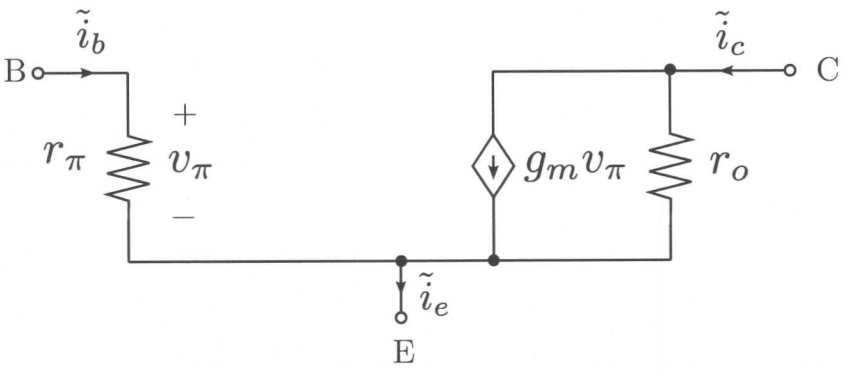
ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1	5		
2	5		
3	5		
4	5		
5	5		
6	5		
7	5		
คะแนนรวม	35		



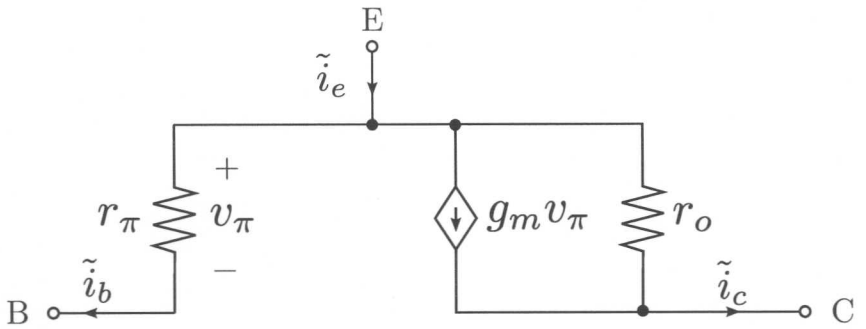
รูปที่ 1: Large signal circuit model for NPN transistor



รูปที่ 2: Large signal circuit model for PNP transistor



รูปที่ 3: Small signal circuit model for NPN transistor

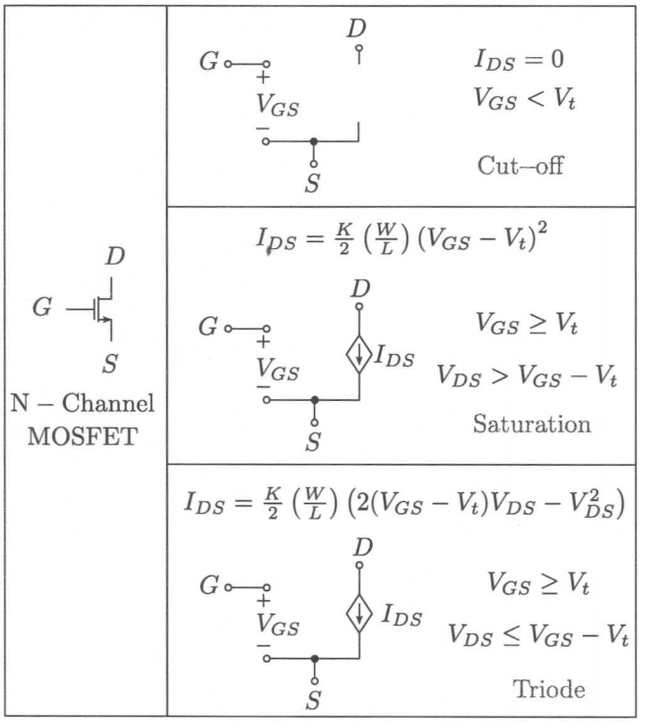


รูปที่ 4: Small signal circuit model for PNP transistor

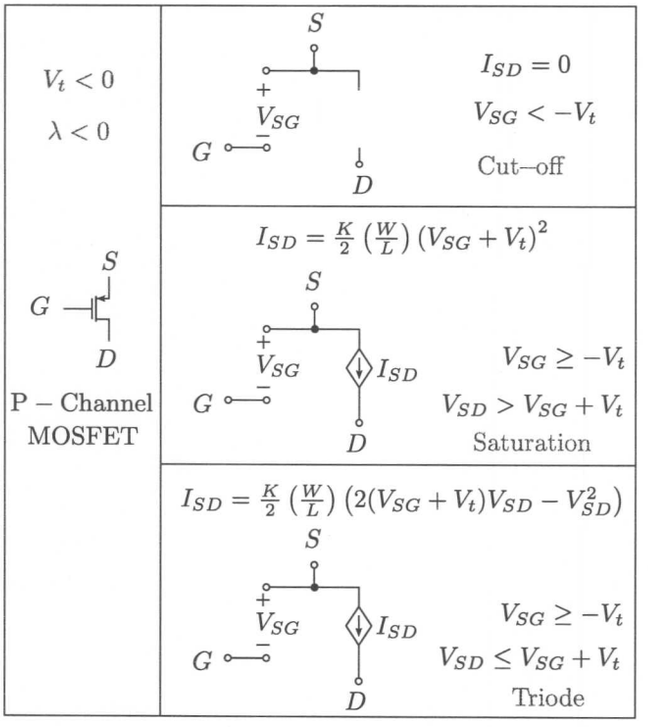
$$g_m = \frac{I_C}{V_T}$$

$$r_\pi = \frac{\beta_F}{g_m}$$

$$r_o = \frac{V_A}{I_C}$$



รูปที่ 5: Large signal circuit model for n-channel MOSFET



รูปที่ 6: Large signal circuit model for p-channel MOSFET

N-Channel MOSFET: Mid-band small signal model

$$i_{DS} = \frac{K}{2}\left(\frac{W}{L}\right)(V_{GS} - V_t)^2$$

$$g_m = \left.\frac{\partial i_{DS}}{\partial v_{GS}}\right|_{v_{GS}=V_{GS}}$$

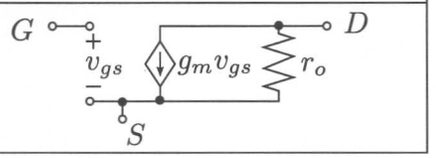
$$g_m = K\left(\frac{W}{L}\right)(V_{GS} - V_t)$$

$$g_m = \sqrt{2K\left(\frac{W}{L}\right) I_{DS}}$$

$$i_{DS} = \frac{K}{2}\left(\frac{W}{L}\right)(V_{GS} - V_t)^2(1 + \lambda v_{DS})$$

$$r_o = \left(\left.\frac{\partial i_{DS}}{\partial v_{DS}}\right|_{v_{DS}=V_{DS}, v_{GS}=V_{GS}}\right)^{-1}$$

$$r_o = \frac{1}{\lambda\frac{K}{2}\left(\frac{W}{L}\right)(V_{GS} - V_t)^2} = \frac{1}{\lambda I_{DS}}$$



รูปที่ 7: Small signal circuit model for n-channel MOSFET

P-Channel MOSFET: Mid-band small signal model

$$i_{SD} = \frac{K}{2}\left(\frac{W}{L}\right)(V_{SG} + V_t)^2$$

$$g_m = \left.\frac{\partial i_{SD}}{\partial v_{SG}}\right|_{v_{SG}=V_{SG}}$$

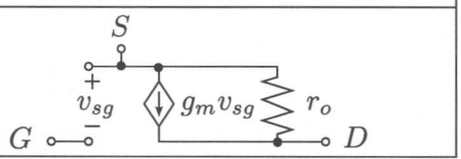
$$g_m = K\left(\frac{W}{L}\right)(V_{SG} + V_t)$$

$$g_m = \sqrt{2K\left(\frac{W}{L}\right) I_{SD}}$$

$$i_{SD} = \frac{K}{2}\left(\frac{W}{L}\right)(V_{SG} + V_t)^2(1 - \lambda v_{SD})$$

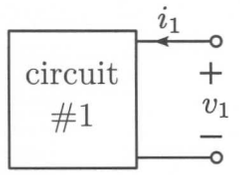
$$r_o = \left(\left.\frac{\partial i_{SD}}{\partial v_{SD}}\right|_{v_{SD}=V_{SD}, v_{SG}=V_{SG}}\right)^{-1}$$

$$r_o = \frac{1}{|\lambda|\frac{K}{2}\left(\frac{W}{L}\right)(V_{SG} + V_t)^2} = \frac{1}{|\lambda| I_{SD}}$$



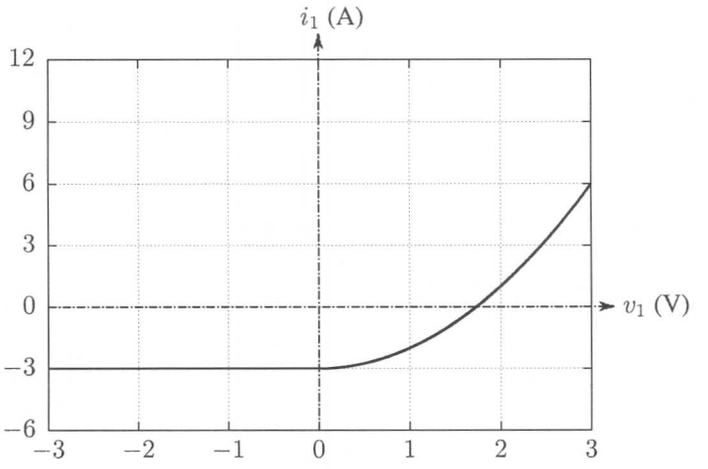
รูปที่ 8: Small signal circuit model for p-channel MOSFET

(**Q**.1) มีวงจรย่อยอยู่ 2 วงจรดังแสดงให้เห็นดังรูป 9

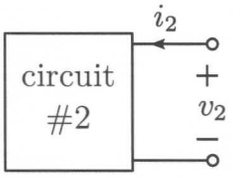


$$i_1 = \begin{cases} -3 & ; \ v_1 \leq 0 \\ v_1^2 - 3 & ; \ v_1 > 0 \end{cases}$$

(a) สมการความสัมพันธ์ของวงจร 1

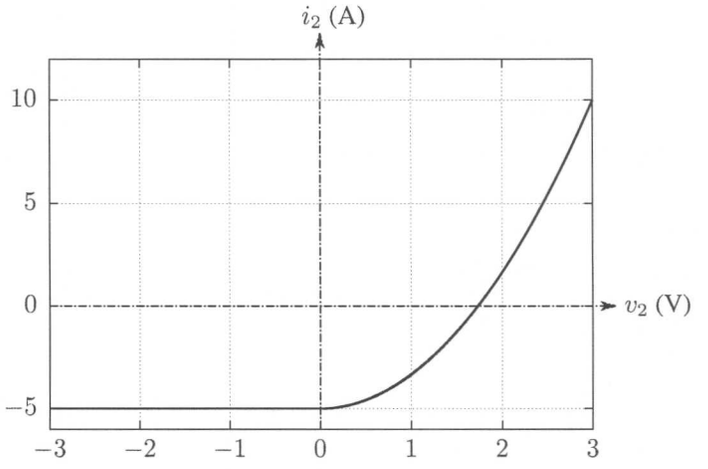


(b) i-v กราฟของวงจร 1



$$i_2 = \begin{cases} -5 & ; \ v_2 \leq 0 \\ \frac{5}{3}v_2^2 - 5 & ; \ v_2 > 0 \end{cases}$$

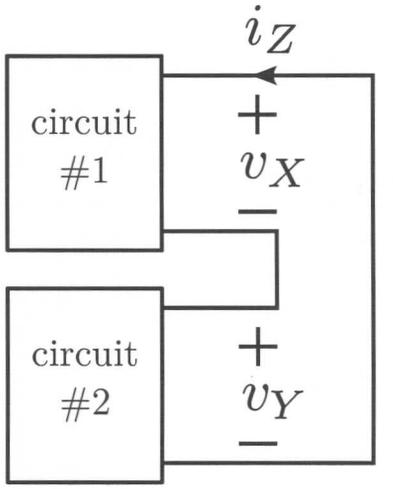
(c) สมการความสัมพันธ์ของวงจร 2



(d) i-v กราฟของวงจร 2

รูปที่ 9: วงจรย่อยที่ใช้ในข้อ (**Q**.1)

(5 คะแนน) เมื่อนำวงจร 1 กับ วงจร 2 มาต่อกันดังรูปที่ 10
จงคำนวณค่าความต่างศักย์ v_X ความต่างศักย์ v_Y และกระแส i_Z



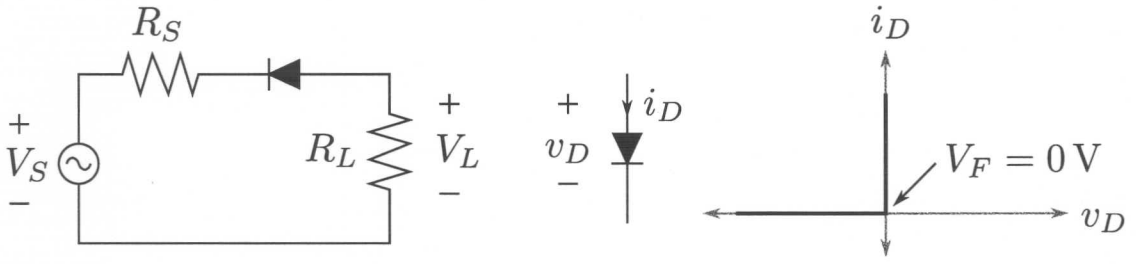
รูปที่ 10: วงจรสำหรับข้อ (**Q**.1)

$v_X =$

$v_Y =$

$i_Z =$

(**Q**.2) รูปที่ 11 กำหนดให้แหล่งจ่ายแรงดัน $V_S = (5\,\mathrm{V})\sin(2\pi(2t))$, $V_F = 0\,\mathrm{V}$, $R_S = 2\,\Omega$ และ $R_L = 3\,\Omega$



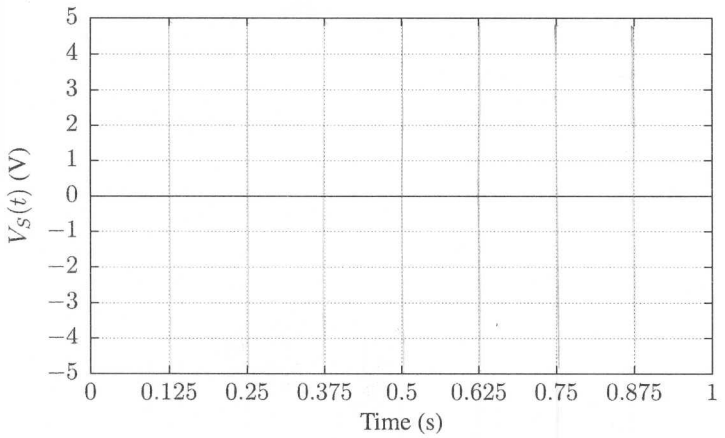
(a) วงจร (b) คุณสมบัติของไดโอด

รูปที่ 11: วงจรสำหรับข้อ (**Q**.2)

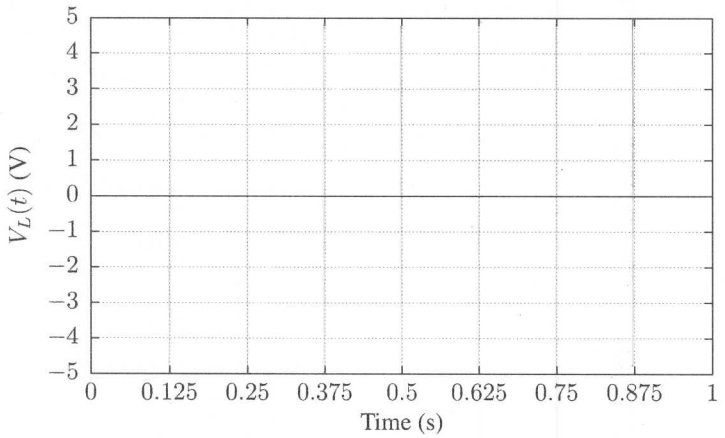
(a) **(3 คะแนน)** คำนวณความต่างศักย์ $V_L(t)$

$V_L(t) =$

(b) **(2 คะแนน)** วาดสัญญาณความต่างศักย์ $V_S(t)$ และ $V_L(t)$



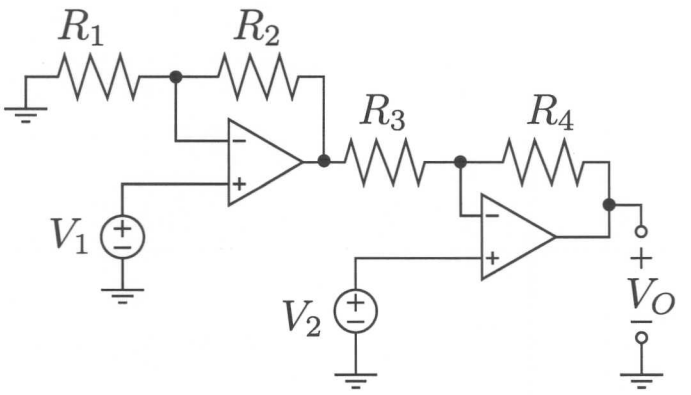
(a) สัญญาณความต่างศักย์ $V_S(t)$



(b) สัญญาณความต่างศักย์ $V_L(t)$

รูปที่ 12: สัญญาณความต่างศักย์ต่างๆ

(**Q**.3) วงจรในรูปที่ 13 ใช้ op-amp ในอุดมคติ 2 ตัว

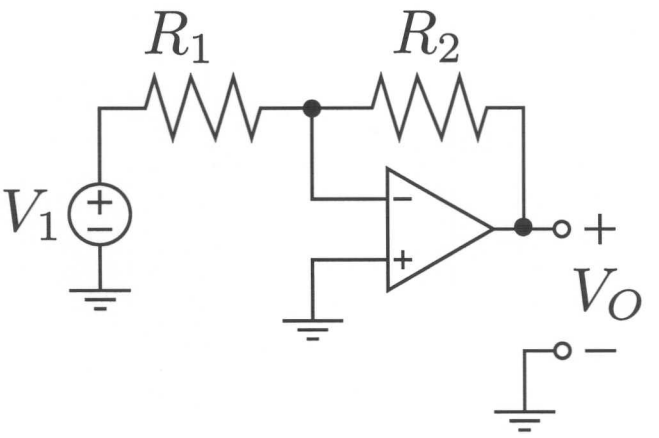


รูปที่ 13: วงจรสำหรับข้อ (**Q**.3)

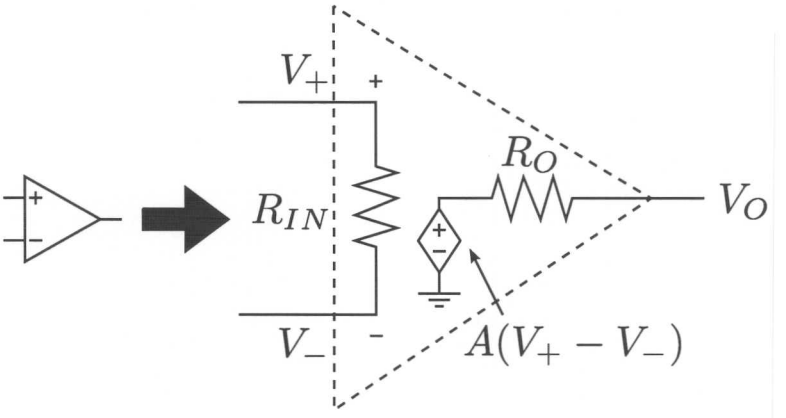
(5 คะแนน) หาค่าความต่างศักย์ V_O

$V_O =$

(**Q**.4) วงจรในรูปที่ 14 ใช้ op-amp แบบไม่อุดมคติ โดย op-amp ในข้อนี้จะมีส่วนประกอบ ภายในดังรูปที่ 15 กำหนดให้ $R_1 = 50\,\text{k}\Omega$, $R_2 = 1\,\text{M}\Omega$, $R_{IN} = 50\,\text{k}\Omega$, $R_O = 10\,\Omega$, $A = 1000$, และ V_1 เป็นแหล่งจ่ายแรงดัน



รูปที่ 14: วงจรสำหรับข้อ (**Q**.4)

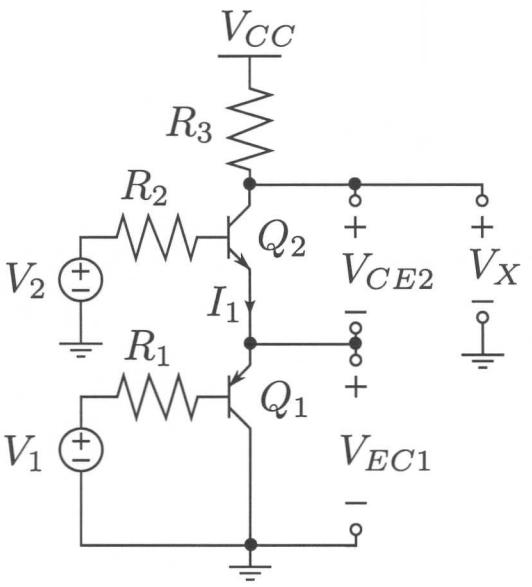


รูปที่ 15: วงจรของ op-amp แบบไม่อุดมคติ สำหรับข้อ (**Q**.4)

(5 คะแนน) หาค่ากำลังขยายของวงจร $A_V = \dfrac{V_O}{V_1}$

$$A_V = \frac{V_O}{V_1} =$$

(**Q**.5) วงจรในรูปที่ 16 มี transistor สองตัว Q_1 เป็น PNP transistor และ Q_2 เป็น NPN transistor กำหนดให้แหล่งจ่ายแรงดัน $V_{CC} = 10\,\text{V}$, $V_1 = 0.3\,\text{V}$, $V_2 = 2\,\text{V}$, ตัวต้านทาน $R_1 = 2.5\,\text{k}\Omega$, $R_2 = 2.5\,\text{k}\Omega$, และ $R_3 = 1\,\text{k}\Omega$ สำหรับ transistor ทั้งสองตัวนี้มี $\beta_F = 99$

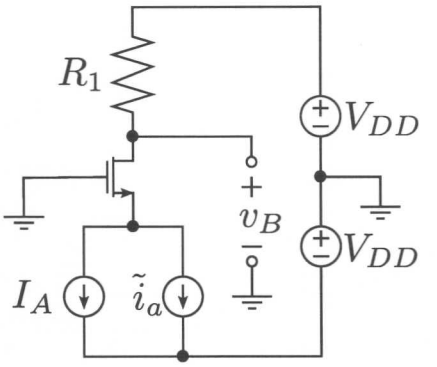


รูปที่ 16: วงจรสำหรับข้อ (**Q**.5)

(5 คะแนน) คำนวณค่าความต่างศักย์ V_X, V_{EC1}, V_{CE2} และกระแส I_1

$V_X =$	$I_1 =$
$V_{EC1} =$	$V_{CE2} =$

(**Q**.6) วงจรในรูปที่ 17 ใช้ n-channel MOSFET ที่มีคุณสมบัติดังนี้ $K = 100\,\frac{\mu\text{A}}{\text{V}^2}$, $\frac{W}{L} = 10$, $V_t = 1\,\text{V}$, $V_{SB} = 0\,\text{V}$ และ $\lambda = 0.002\,\text{V}^{-1}$ มีตัวต้านทาน $R_1 = 5\,\text{k}\Omega$ แหล่งจ่ายกระแสตรง $I_A = 1\,\text{mA}$ และ แหล่งจ่ายกระแสสลับ $\tilde{i}_a(t) = (1\,\mu\text{A})\sin(\omega t)$ กำหนดให้ $v_B = V_B + \tilde{v}_b(t)$ โดยที่ V_B เป็นค่าความต่างศักย์ที่ dc และ $V_{DD} = 5\,\text{V}$



รูปที่ 17: วงจรสำหรับข้อ (**Q**.6)

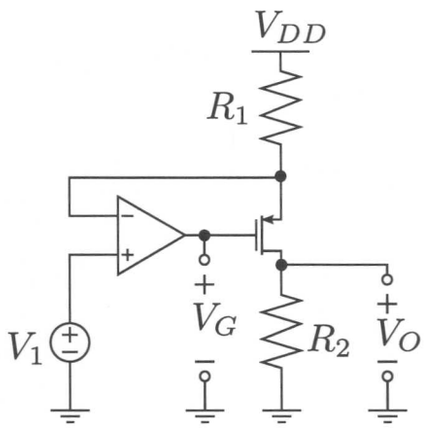
(a) **(2 คะแนน)** หาค่าความต่างศักย์ V_B

$V_B =$

(b) **(3 คะแนน)** หาค่าความต่างศักย์ $\tilde{v}_b(t)$

$\tilde{v}_b(t) =$

(**Q**.7) วงจรในรูปที่ 18 ใช้ op-amp ในอุดมคติ โดยที่ output ของ op-amp สามารถทำงานมีค่าในช่วง 0 ถึง 10 V โดยจะใช้ร่วมกับ p-channel MOSFET ที่มีคุณสมบัติดังนี้ $K = 100\,\frac{\mu\text{A}}{\text{V}^2}$, $\frac{W}{L} = 10$, $V_t = -1\,\text{V}$, $V_{SB} = 0\,\text{V}$ และ $\lambda = -0.002\,\text{V}^{-1}$ มีตัวต้านทาน $R_1 = 1\,\text{k}\Omega$ และ $R_2 = 5\,\text{k}\Omega$ แหล่งจ่ายแรงดัน $V_{DD} = 10\,\text{V}$



รูปที่ 18: วงจรสำหรับข้อ (**Q**.7)

(a) **(2 คะแนน)** หาค่าความต่างศักย์ V_O เมื่อ $V_1 = 9\,\text{V}$

$V_O =$

(b) **(3 คะแนน)** หาค่าความต่างศักย์ V_G เมื่อ $V_1 = 9\,\mathrm{V}$

$V_G =$