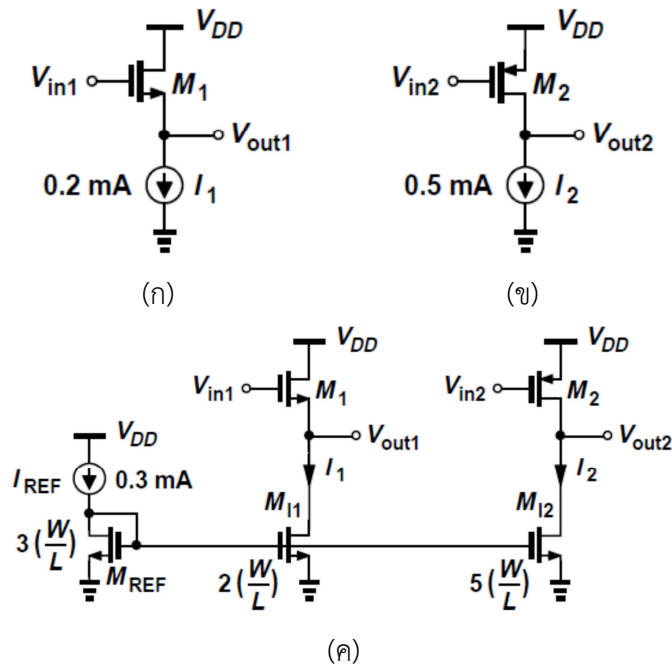


### Home Work current mirror

ตัวอย่างที่ 3.1 ภาพที่ 3.1 (ก) และ (ข) แสดงวงจรขยายเดรนร่วม และวงจรขยายซอร์สร่วม จงออกแบบวงจรแหล่งจ่ายกระแสด้วยมอสเฟต กำหนดให้กระแสอ้างอิง  $I_{REF} = 0.3 \text{ mA}$



ภาพที่ 3.1 วงจรสะท้อนกระแส (ก) มอสเฟตชนิดเอ็น (ข) มอสเฟตชนิดพี

วิธีทำ กระแส  $I_1 = 0.2 \text{ mA}$  และ  $I_2 = 0.5 \text{ mA}$  กำหนดให้ใช้กระแส  $I_{REF} = 0.3 \text{ mA}$  และมอสเฟต  $M_{REF}$  มีขนาดเท่ากับ  $3W/L$  มอสเฟต  $M_{11}$  มีขนาดเท่ากับ

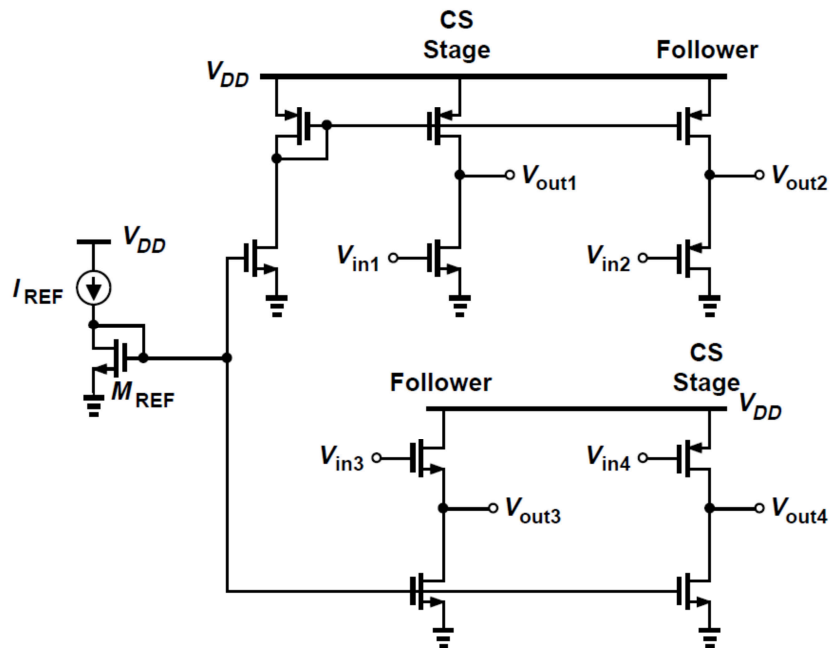
$$\begin{aligned} \left(\frac{W}{L}\right)_{11} &= I_{out} \left(\frac{W}{L}\right)_1 / I_{REF} & (3.10) \\ &= (0.2 \text{ mA} \times 3W/L) / 0.3 \text{ mA} \\ &= 2W/L \end{aligned}$$

มอสเฟต  $M_{12}$  มีขนาดเท่ากับ

$$\begin{aligned} \left(\frac{W}{L}\right)_{12} &= I_{out} \left(\frac{W}{L}\right)_1 / I_{REF} & (3.10) \\ &= (0.5 \text{ mA} \times 3W/L) / 0.3 \text{ mA} \\ &= 5W/L \end{aligned}$$

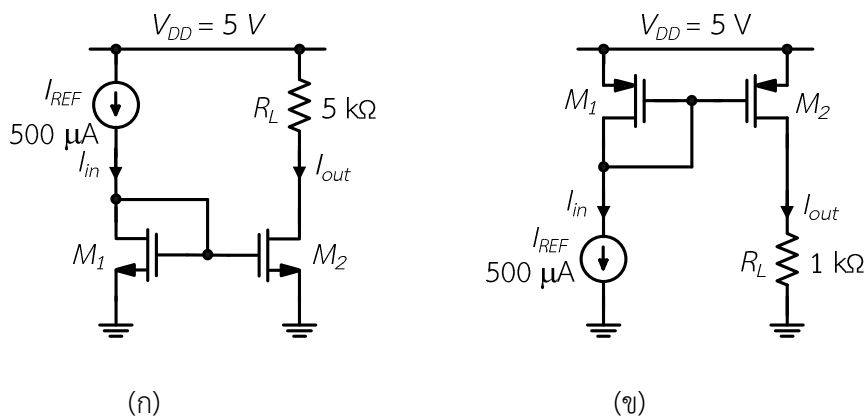
ขนาดของมอสเฟต  $M_{11}$  เท่ากับ  $2W/L$  และ  $M_{12}$  เท่ากับ  $5W/L$  วงจรขยายตามแรงดันและวงจรถ่าย  
 ซอร์สร่วมที่ถูกออกแบบแสดงดังภาพที่ 3.1 (ค)

ภาพที่ 3.2 แสดงวงจรถ่ายที่ออกแบบด้วยมอสเฟตชนิดเอ็น และชนิดพีพร้อมกันได้ ซึ่งสามารถทำ  
 ได้ด้วยการไม่พิจารณาผลของ channel-length modulation



ภาพที่ 3.2 วงจรถ่ายที่ใช้วงจรถ่ายที่ออกแบบด้วยมอสเฟตชนิดเอ็น และชนิดพี

ตัวอย่างที่ 3.2 ภาพที่ 3.3 (ก) แสดงวงจรถ่ายที่ออกแบบ กำหนดให้มอสเฟตชนิดเอ็นมี  $V_{TH} = 0.7 \text{ V}$  และ  $K_N = 0.1 \text{ mA/V}^2$  ให้หาค่า  $I_{OUT}$ ,  $V_{GS1}$  และ  $V_{GS2}$



ภาพที่ 3.3 วงจรถ่ายที่ออกแบบ (ก) มอสเฟตชนิดเอ็น (ข) มอสเฟตชนิดพี

วิธีทำ กระแส  $I_{in} = I_{REF} = 500 \mu\text{A}$  และคุณลักษณะของวงจรรสะท้อนกระแส

$$V_{GS1} = V_{GS2} = \sqrt{\frac{I_{REF}}{K_{N1}}} + V_{TH1} \quad (3.10)$$

$$= \sqrt{\frac{500\mu\text{A}}{0.1\text{mA} / \text{V}^2}} + 0.7\text{V} = 2.93 \text{ V} \quad (3.16)$$

กระแส  $I_{out}$  มีค่าเท่ากับ

$$I_{out} = K_{N2} (V_{GS2} - V_{TH2})^2 \quad (3.17)$$

$$= 0.1\text{mA} / \text{V}^2 (2.93\text{V} - 0.7\text{V})^2 \quad (6.18)$$

$$= 497.29 \mu\text{A}$$

ตัวอย่างที่ 3.3 ภาพที่ 3.3 (ข) แสดงวงจรรสะท้อนกระแส กำหนดให้มอสเฟตชนิดพีมี  $V_{TH} = 0.8 \text{ V}$  และ  $K_{P1} = 0.2 \text{ mA/V}^2$  และ  $K_{P2} = 0.4 \text{ mA/V}^2$  ให้หาค่า  $I_{in}$   $I_{out}$   $V_{GS1}$  และ  $V_{GS2}$

วิธีทำ กระแส  $I_{in} = I_{REF} = 500 \mu\text{A}$  และคุณลักษณะของวงจรรสะท้อนกระแส

$$V_{SG1} = V_{SG2} = \sqrt{\frac{I_{REF}}{K_{P1}}} + V_{TH1} \quad (3.09)$$

$$= \sqrt{\frac{500\mu\text{A}}{0.2\text{mA} / \text{V}^2}} + 0.8\text{V} \quad (3.10)$$

$$= 2.38 \text{ V}$$

กระแส  $I_{OUT}$  มีค่าเท่ากับ

$$I_{out} = [K_{P2} / K_{P1}] I_{REF} \quad (3.11)$$

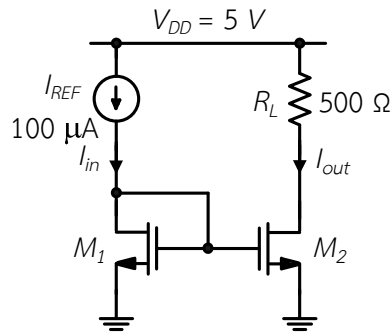
$$= [0.4 / 0.2] \times 500\mu\text{A} \quad (3.12)$$

$$= 1 \text{ mA}$$

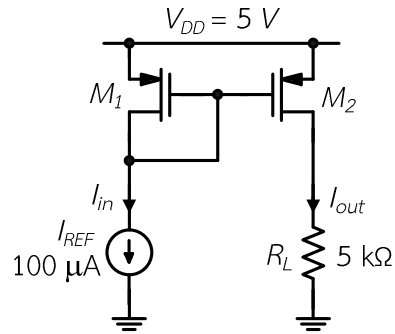
กระแสเอาต์พุตเท่ากับ 1 mA

**แบบฝึกหัดท้ายบท**

1. ภาพที่ 3.4 (ก) แสดงวงจรสะท้อนกระแส กำหนดให้มอสเฟตชนิดเอ็นมี  $V_{TH} = 0.7 \text{ V}$  และ  $K_{N1} = 0.1 \text{ mA/V}^2$  และ  $K_{N2} = 0.4 \text{ mA/V}^2$  ให้หาค่า  $I_{in}$   $I_{out}$   $V_{GS1}$   $V_{GS2}$   $V_{DS2}$   $A_v$   $R_{in}$  และ  $R_{out}$
2. ภาพที่ 3.4 (ข) แสดงวงจรสะท้อนกระแส กำหนดให้มอสเฟตชนิดพีมี  $V_{TH} = 0.8 \text{ V}$  และ  $K_p = 0.2 \text{ mA/V}^2$  ให้หาค่า  $A_v$   $R_{in}$  และ  $R_{out}$



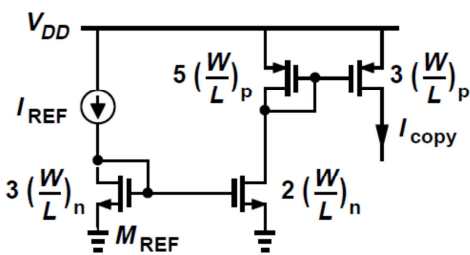
(ก)



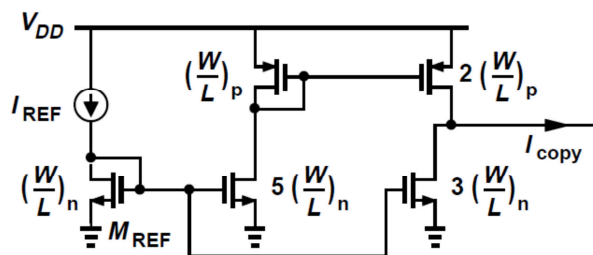
(ข)

ภาพที่ 3.4 วงจรสะท้อนกระแส (ก) มอสเฟตชนิดเอ็น และ (ข) มอสเฟตชนิดพี

3. จากตัวอย่างที่ 3.1 ถ้า  $I_{REF} = 0.8 \text{ mA}$  จงหาขนาดของ  $M_{11}$  และ  $M_{12}$
4. จากตัวอย่างที่ 3.1 ถ้ากระแส  $I_{REF} = 0.3 \text{ mA}$  จงหาขนาดของ  $M_{11}$  และ  $M_{12}$
5. ภาพที่ 3.5 แสดงวงจรสะท้อนกระแสแบบสองภาค จงหากระแส  $I_{copy}$



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3.5 วงจรสะท้อนกระแส (ก) มอสเฟตชนิดเอ็น และ (ข) มอสเฟตชนิดพี