

บททดลองที่ 4 การทดลองวงจรลบ (Subtractor)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติและตารางความจริงของวงจรลบ
2. เพื่อศึกษาวิธีการสร้างวงจรลบ ทั้งแบบไม่คิดตัวยืม (Half Subtractor, HS) และแบบคิดตัวยืม (Full Subtractor, FS)

ทฤษฎีย่อ

วงจรลบแบบไม่คิดตัวยืม (Half Subtractor) คือ วงจรการลบเลขไบนารี 2 บิต และไม่นำตัวยืมเข้ามาทำการลบ โดยแสดงเป็น Block Diagram ได้ดังนี้

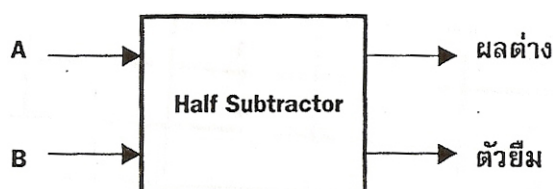


Figure 4.1 Block Diagram ของวงจรลบแบบไม่คิดตัวยืม (Half Subtractor, HS)

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นว่า Input เป็นเลข Binary 2 บิต และมี Output 2 บิต โดยค่าของ Output ที่ได้ก็คือ ค่าผลต่าง (Difference) และค่าตัวยืม (Borrow) ซึ่งผลการลบเลข Binary 2 บิต จะเป็นดังนี้

A	B		Difference	Borrow(B0)
0	0	→	ผลต่าง = 0,	ตัวยืม = 0
0	1	→	ผลต่าง = 1,	ตัวยืม = 1
1	0	→	ผลต่าง = 1,	ตัวยืม = 0
1	1	→	ผลต่าง = 0,	ตัวยืม = 0

นั่นคือ เราสามารถเขียน Function ของผลต่าง (Difference) และค่าตัวยืม (Borrow Out) ได้ดังนี้

$$\text{ผลต่าง (Diff)} = A\bar{B} + \bar{A}B \text{ หรือ } (A + B)(\bar{A} + \bar{B}) \text{ หรือ } A \oplus B \quad \dots (1)$$

$$\text{ตัวยืม (Bo)} = \bar{A}B \quad \dots (2)$$

วงจรลบแบบคิดตัวยืม (Full Subtractor) คือ วงจรลบเลข Binary ขนาด 2 บิต และลบด้วยตัวยืมที่ถูกยืมจากหลักที่ต่ำกว่าอีก 1 บิต (Borrow In, Bi) แสดงเป็น Block Diagram ได้ดังนี้

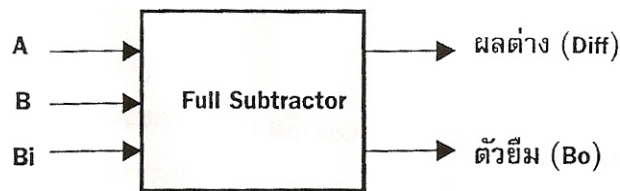


Figure 4.2 Block Diagram ของวงจรลบแบบคิดตัวยืม (Full Subtractor, FS)

จากรูปที่ 4.2 จะเห็นว่ามี Input เป็น Binary ขนาด 2 บิต คือ A และ B อีกทั้งยังมีตัวยืมที่ถูกยืมจากหลักที่ต่ำกว่าอีก 1 ตัว ส่วน Output มี 2 ตัว คือ ผลต่าง (Difference) และตัวยืม (Borrow Out, Bo) จากการลบเลข ซึ่งเราจะได้ผลการลบแบบนี้ดังต่อไปนี้

A	B	B _i		Difference	B _o
0	-	0	-	0	→ ผลต่าง = 0, ตัวยืม 0
0	-	0	-	1	→ ผลต่าง = 1, ตัวยืม 1
0	-	1	-	0	→ ผลต่าง = 1, ตัวยืม 1
0	-	1	-	1	→ ผลต่าง = 0, ตัวยืม 1
1	-	0	-	0	→ ผลต่าง = 1, ตัวยืม 0
1	-	0	-	1	→ ผลต่าง = 0, ตัวยืม 0
1	-	1	-	0	→ ผลต่าง = 0, ตัวยืม 0
1	-	1	-	1	→ ผลต่าง = 1, ตัวยืม 1

นั่นคือ เราสามารถเขียน Function ของผลต่าง (Difference) และตัวยืม (Borrow Out) ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ผลต่าง} &= \bar{A}\bar{B}Bi + \bar{A}B\bar{B}i + A\bar{B}\bar{B}i + ABBi \\
 &= ((\bar{A}\bar{B}Bi) \cdot (\bar{A}B\bar{B}i) \cdot (A\bar{B}\bar{B}i) \cdot (ABBi)) \quad \dots (3)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ตัวยืม} &= \bar{A}\bar{B}Bi + \bar{A}B\bar{B}i + \bar{A}BBi + ABBi \\
 &= \bar{A}B + \bar{A}Bi + BBi \\
 &= ((\bar{A}B) \cdot (\bar{A}Bi) \cdot (BBi)) \quad \dots (4)
 \end{aligned}$$

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- แผงทดลอง Digital
- IC 7400, 7404, 7408, 7410, 7420, 7432, 7486

การทดลอง

1. ทดสอบหน้าที่การทำงานของวงจรแบบไม่คิดตัวยืม (Half Subtractor, HS)

- ให้นักศึกษาทำการต่อวงจรดังรูปที่ 4.3 และ 4.4, ทำการทดลอง แล้วนำผลที่ได้บันทึกในตารางที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ

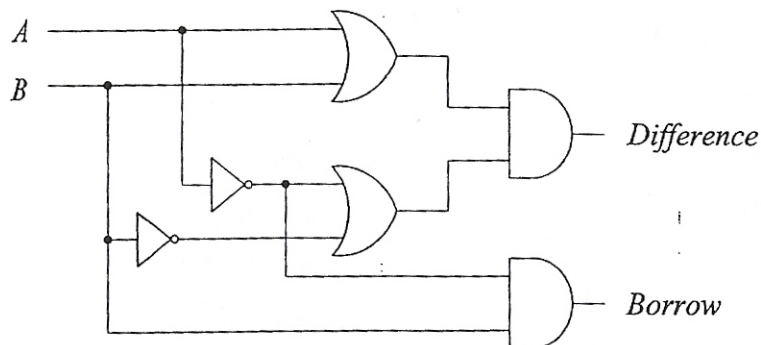


Figure 4.3 วงจรลบแบบไม่คิดตัวยืม ก่อนการลดรูป Function

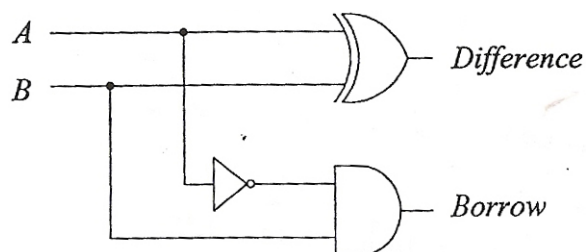


Figure 4.4 วงจรลบแบบไม่คิดตัวยืม เมื่อมีการลดรูป Function เป็นที่เรียบร้อย

Input		Output	
A	B	Difference	Borrow Out
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

Table 4.1 (of Fig 4.3)

Input		Output	
A	B	Difference	Borrow Out
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

Table 4.2 (of Fig 4.4)

2. ทดสอบหน้าที่การทำงานของวงจรลบแบบคิดตัวยืม (Full Subtractor: F.S.)

- ให้ทำการต่อวงจรตามรูปที่ 4.5

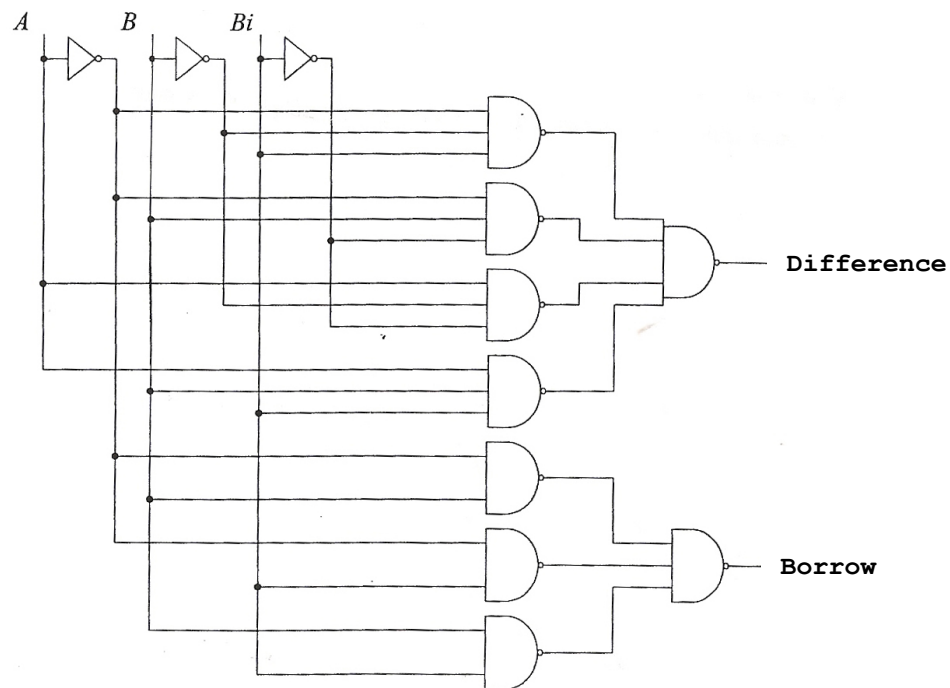


Figure 4.5 วงจรลบแบบคิดตัวยืม (Full Subtractor, FS)

- ป้อน Input เป็นเลข Binary ขนาด 3 บิต โดยใช้ Logic Switch
- ทำการตรวจสอบ Output ที่ได้ จากนั้นบันทึกผลลงในตารางที่ 4.3

Input			Output	
A	B	Bi	Difference	Borrow Out
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

Table 4.3

รหัสนักศึกษา _____ ชื่อ-นามสกุล _____

คำถามท้ายการทดลอง

จงออกแบบวงจรที่บวกและลบเลข Binary 2 bits 2 จำนวน โดยมี switch ที่เอาไว้เลือกว่าจะเอาผล บวกหรือลบ (โปรดระบุในวงจรที่ออกแบบด้วยว่าทำผล บวก/ลบ ที่ 0 หรือ 1)

(ส่งคำตอบเป็นไฟล์ PDF มาที่อีเมล kanat@egco.org ภายในสัปดาห์ถัดไป)