

1. จากตารางของวงจร XOR คือ output ของวงจรจะเป็น 1 เมื่อ input ของวงจรต่างกัน จงเขียนสมการบูลีนทั้งแบบ Sum-of-products และ Product-of-sums แล้วสร้างวงจรจากสมการทั้งสอง และตรวจสอบการทำงานของวงจร

A	B	Output
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Sum-of-products:  $\text{Output} = A'B + AB'$

Product-of-sums:  $\text{Output} = (A'+B')(A+B)$

2. จงเขียนตารางความจริงของวงจร 1 bit Full Adder ให้สมบูรณ์และเขียนสมการบูลีนทั้งแบบ Sum-of-products และ Product-of-sums (ไม่ต้อง minimize) แล้วสร้างวงจรจากสมการทั้งสองโดยมีอินพุตคือ A , B และ Cin และมีเอาต์พุตคือ Sum และ Cout

A	B	Cin	Sum	Cout
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

Sum-of-products: Sum:  $A'B'Cin + A'BCin' + AB'Cin' + ABCin$

Cout:  $A'BCin + AB'Cin + ABCin' + ABCin$

Product-of-sums: Sum:  $(A+B+Cin)(A+B'+Cin')(A'+B+Cin')(A'+B'+Cin)$

Cout:  $(A+B+Cin)(A+B+Cin')(A+B'+Cin)(A'+B+Cin)$

3. จงเขียนตารางความจริงแล้วออกแบบและสร้างวงจร comparator ที่มี 4 input คือ A, B, C และ D และมี 3 output คือ Z1, Z2 และ Z3 โดยที่ A และ B ประกอบเป็นค่าของเลขจำนวนที่หนึ่ง (N1) และ C และ D ประกอบเป็นค่าของเลขจำนวนที่สอง (N2) เช่น ถ้า AB = 10 เลข N1 ก็มีค่า 10 (เท่ากับ 2 ในฐานสิบ) ค่าของ Z แสดงผลการเปรียบเทียบขนาดเลขทั้งสองจำนวน โดย Z1 เป็น 1 เมื่อ  $N1 > N2$  Z2 เป็น 1 เมื่อ  $N1 < N2$  และ Z3 เป็น 1 เมื่อ  $N1 = N2$  (จะสังเกตว่า ที่ input ใดๆ จะมีค่า Z เป็นหนึ่งเพียงตัวเดียวเท่านั้น) ให้เขียนสมการบูลีนและสร้างวงจรทั้งแบบ Sum-of-products และ Product-of-sums ด้วย จะ minimize หรือไม่ก็ได้

A	B	C	D	Z1	Z2	Z3
0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	1	0
0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	1	0	1	0
0	1	0	0	1	0	0
0	1	0	1	0	0	1
0	1	1	0	0	1	0
0	1	1	1	0	1	0
1	0	0	0	1	0	0
1	0	0	1	1	0	0
1	0	1	0	0	0	1
1	0	1	1	0	1	0
1	1	0	0	1	0	0
1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	0	0	1

Sum-of-products

$$Z1: A'BC'D' + AB'C'D' + A'BCD' + AB'C'D + ABC'D' + ABC'D + ABCD' = AC' + ABD' + BC'D'$$

$$Z2: A'B'C'D + A'B'CD' + A'B'CD + A'BCD' + A'BCD + AB'CD = A'C + A'B'D + B'CD$$

$$Z3: A'B'C'D' + A'BC'D + AB'CD' + ABCD = A'B'C'D' + A'BC'D + AB'CD' + ABCD$$

## Product-of-sums

$$Z1: (A+B+C+D)(A+B+C+D')(A+B+C'+D)(A+B+C'+D')(A+B'+C+D')(A+B'+C'+D)(A+B'+C'+D')$$

$$(A'+B+C'+D)(A'+B+C'+D')(A'+B'+C'+D') = (A+B)(A+D')(C'+D')(A+B'+C')(A'+B+C')$$

$$Z2: (A+B+C+D)(A+B'+C+D)(A+B'+C+D')(A'+B+C+D)(A'+B+C+D')(A'+B+C'+D)(A'+B'+C+D)$$

$$(A'+B'+C+D')(A'+B'+C'+D)(A'+B'+C'+D') = (A'+C)(B'+C)(C+D)(A'+B')(A'+B+D)$$

$$Z3: (A+B+C+D')(A+B+C'+D)(A+B+C'+D')(A+B'+C+D)(A+B'+C'+D)(A+B'+C'+D')(A'+B+C+D)$$

$$(A'+B+C+D')(A'+B+C'+D')(A'+B'+C+D)(A'+B'+C+D')(A'+B'+C'+D')$$

$$= (A+C')(A+B+D')(B'+C'+D)$$

$Z_1$

AB \ CD	00	01	11	10
00	0	1	1	1
01	0	0	1	1
11	0	0	0	0
10	0	0	1	0

$A'C' + A'BD' + B'C'D'$

$(A+B)(A+D')(C'+D')(A+B'+C')(A'+B+C')$

$Z_2$

AB \ CD	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	0	0	0
11	1	1	0	1
10	1	1	0	0

$A'C + A'B'D + B'CD$

$(A'+C)(B'+C)(C+D)(A'+B')(A'+B+D)$

$Z_3$

AB \ CD	00	01	11	10
00	1	0	0	0
01	0	1	0	0
11	0	0	1	0
10	0	0	0	1

$A'B'C'D' + A'B'C'D + AB'C'D + ABCD$

$(A+C')(A+B+D')(B'+C'+D)$

4. จงเขียนตารางความจริงแล้วออกแบบและสร้างวงจร ที่มี 3 input คือ X0, X1 และ Selector และมี 1 output คือ Z โดยที่ค่าของ Z ควบคุมโดย input Selector คือ ถ้า input Selector เป็น 0 ค่าของ Z จะเป็น X0 แต่ถ้า input Selector เป็น 1 ค่าของ Z จะเป็น X1 วงจรนี้เรียกว่า Multiplexer เนื่องจากวงจรเลือก 1 input จาก 2 input จะเรียกสั้นๆว่า MUX 2:1 ให้เขียนสมการบูลีนที่ minimize แล้วและสร้างวงจรทั้งแบบ Sum-of-products และ Product-of-sums ด้วย

X0	X1	Selector	Z
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

Sum-of-products:  $X_0'X_1S + X_0X_1'S' + X_0X_1S' + X_0X_1S = X_0S' + X_1S$

Product-of-sums:  $(X_0+X_1+S)(X_0+X_1+S')(X_0+X_1'+S)(X_0'+X_1+S') = (X_0 + S)(X_1+S')$

5. จงออกแบบ และ สร้างวงจร MUX 4:1 คือวงจรมี 4 input คือ  $X_0$ ,  $X_1$ ,  $X_2$  และ  $X_3$  และมี input ที่ใช้ในการเลือก 2 input คือ  $S_1$   $S_0$  และ 1 output คือ  $Z$  โดยค่าที่ออกมาที่  $Z$  จะเป็น input ไคขึ้นกับค่าของ  $S_1$   $S_0$