

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อ \_\_\_\_\_

คณะวิศวกรรมศาสตร์

เลขประจำตัว \_\_\_\_\_

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

หมายเลขเครื่อง \_\_\_\_\_

2110-263 DIGITAL COMPUTER LOGIC LAB I

วันที่ \_\_\_\_\_

---

## 2. ตารางความจริงและวงจรตรรกะ

---

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นิสิตสามารถสร้างตารางความจริงได้
2. เพื่อให้นิสิตสามารถเขียนสมการบูลีนจากตารางความจริงได้
3. เพื่อให้นิสิตสามารถสร้างวงจรเชิงตรรกะจากสมการบูลีนได้

### บทนำ

**ตารางความจริง** คือ ตารางที่มีอินพุตทั้งหมดให้ค่าครบทุกค่า และแต่ละค่าของอินพุตจะให้ค่าเอาต์พุตเป็นอย่างไร เช่น

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

เป็นตารางความจริงที่มีอินพุต 2 ค่า คือ A และ B มีเอาต์พุต 1 ค่า คือ Output การเขียนตารางความจริง จะต้องใส่ค่าของอินพุตให้ครบทุกค่า ซึ่งในตัวอย่างนี้มีเพียง 2 อินพุต จึงให้ค่าอินพุตได้ทั้งหมด 4 ค่า คือ 00 , 01 , 10 , 11 การเขียนค่าลงตารางนั้นจะต้องใส่ให้เรียงกันไปตามลำดับ (เพื่อให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน) ส่วนค่าเอาต์พุตที่จะใส่ลงไปในนั้นเป็นค่าที่จะเกิดขึ้นจริงๆตามค่าของอินพุตนั้นๆ

ในกรณีที่มีอินพุตมากกว่า 2 ค่า ก็ใช้หลักการเดียวกัน เพียงแต่จำนวนค่าอินพุตทั้งหมดแตกต่างกัน เช่น ถ้ามีอินพุต 3 ค่า จะมีจำนวนค่าอินพุตทั้งหมด 8 ค่า ดังนี้คือ 000 , 001 , 010 , 011 , 100 , 101 , 110 , 111

**สมการบูลีน** ถูกศึกษาเป็นครั้งแรกโดย George Boole เป็นสมการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ช่วยในการออกแบบวงจรตรรกะและคอมพิวเตอร์ สามารถเขียนได้ 2 รูปแบบคือ

- Canonical sum-of-products (Minterm)
- Canonical Product-of-sum (Maxterm)

เพื่อให้การอธิบายง่ายขึ้น ขอให้ดูตัวอย่างตารางสมมุติข้างล่าง

$x_1$	$x_2$	$x_3$	Minterm	Maxterm	$f(x_1, x_2, x_3)$
0	0	0	$m_0 = x'_1 x'_2 x'_3$	$M_0 = x_1 + x_2 + x_3$	0
0	0	1	$m_1 = x'_1 x'_2 x_3$	$M_0 = x_1 + x_2 + x'_3$	0
0	1	0	$m_2 = x'_1 x_2 x'_3$	$M_0 = x_1 + x'_2 + x_3$	1
0	1	1	$m_3 = x'_1 x_2 x_3$	$M_0 = x_1 + x'_2 + x'_3$	1
1	0	0	$m_4 = x_1 x'_2 x'_3$	$M_0 = x'_1 + x_2 + x_3$	1
1	0	1	$m_5 = x_1 x'_2 x_3$	$M_0 = x'_1 + x_2 + x'_3$	0
1	1	0	$m_6 = x_1 x_2 x'_3$	$M_0 = x'_1 + x'_2 + x_3$	0
1	1	1	$m_7 = x_1 x_2 x_3$	$M_0 = x'_1 + x'_2 + x'_3$	1

เราสามารถเขียนสมการบูลีนทั้งสองแบบได้ดังนี้

- เขียนในรูปแบบของ Canonical sum-of-products ให้เลือกเฉพาะ  $f(x_1, x_2, x_3)$  ที่เป็น 1 นำมาเขียน Product term และ OR กัน ก็จะได้ดังนี้

$$f(x_1, x_2, x_3) = x'_1 x'_2 x'_3 + x'_1 x'_2 x_3 + x_1 x'_2 x'_3 + x_1 x_2 x_3 \quad (1)$$

แต่ละนิพจน์เรียกว่า minterm ดังนั้นอาจเขียนสมการใหม่ได้เป็น

$$f(x_1, x_2, x_3) = m_2 + m_3 + m_4 + m_7$$

หรืออาจเขียนย่ออีกอย่างได้เป็น

$$f(x_1, x_2, x_3) = \sum m(2, 3, 4, 7)$$

- เขียนในรูปแบบของ Canonical product-of-sums ให้เลือกเฉพาะ  $f(x_1, x_2, x_3)$  ที่เป็น 0 นำมาเขียน Sum term และ AND กัน ก็จะได้ดังนี้

$$f(x_1, x_2, x_3) = (x_1 + x_2 + x_3)(x_1 + x_2 + x'_3)(x'_1 + x_2 + x'_3)(x'_1 + x'_2 + x_3) \text{ ---(2)}$$

แต่ละนิพจน์เรียกว่า maxterm ดังนั้นอาจเขียนสมการใหม่ได้เป็น

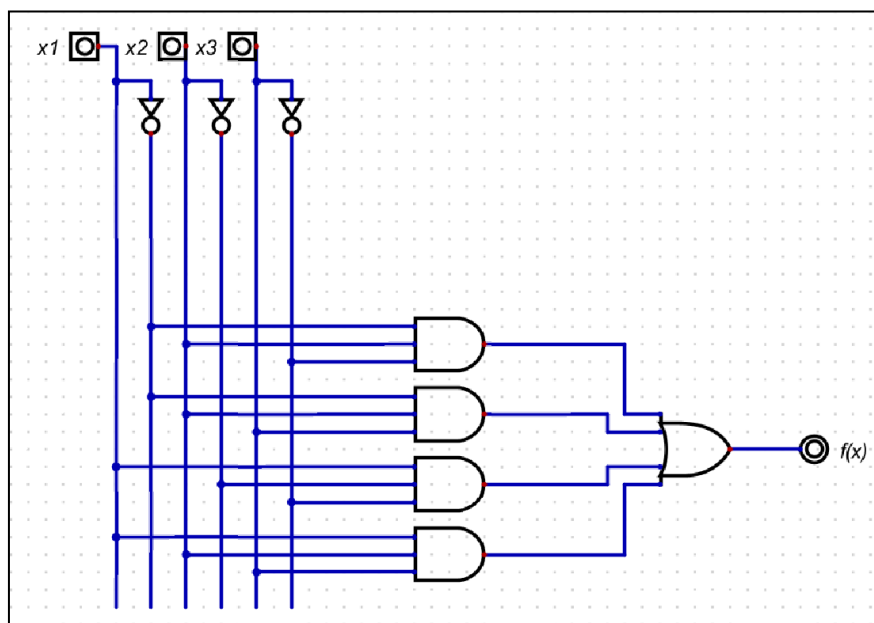
$$f(x_1, x_2, x_3) = M_0 \bullet M_1 \bullet M_5 \bullet M_6$$

หรืออาจเขียนย่ออีกอย่างได้เป็น

$$f(x_1, x_2, x_3) = \prod M(0, 1, 5, 6)$$

**การสร้างวงจรตรรกะ** จากสมการบูลีน เราสามารถเขียนวงจรตรรกะได้ โดยใช้เกตพื้นฐาน ได้แก่ AND gate , OR gate และ NOT gate ได้อย่างตรงไปตรงมา

ตัวอย่าง จากสมการที่ 1 นำมาเขียนวงจรจะได้



หรือจะใช้สมการที่ 2 มาเขียนวงจรก็ได้

