

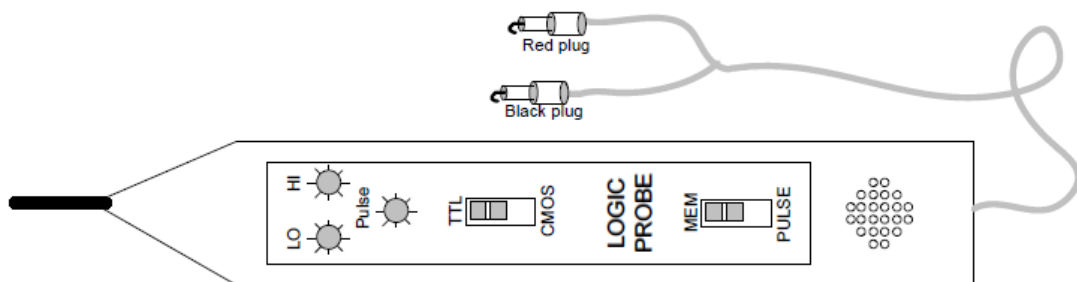
## การทดลองที่ 2 การลดรูปสมการบูลีน (Boolean Simplification) วงจร Combinational Logic และการ Debug

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถลดรูปสมการบูลีนโดยใช้ Boolean Algebra และ KMap ได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถแก้ไขวงจรเบื้องต้นได้
3. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจขั้นตอนการออกแบบวงจร Combinational logic
4. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจขั้นตอนการ Debug วงจร
5. เพื่อให้นักศึกษาใช้งาน Logic Probe ได้

### บทนำ

#### 1. การใช้งาน Logic Probe



รูปที่ 1 Logic Probe

- **Red & Black Plug** เป็นจุดป้อนแรงดันให้แก่ Logic Probe โดยป้อนแรงดัน +5V ที่ปลั๊กสีแดง และป้อนแรงดัน 0V ที่ปลั๊กสีดำ หากไม่ป้อนไฟจะไม่สามารถใช้งานได้
- ไฟสถานะ **HI**, **LO** และ **Pulse** เป็นส่วนแสดงสถานะของระดับแรงดันตรงจุดที่ปลายแหลมของ Logic Probe สัมผัส โดยไฟแสดงสถานะจะติด ดังกรณีต่อไปนี้
  - หากไฟ **HI** ติด หมายถึงตรงจุดที่ Probe สัมผัสมีสถานะลอจิก “1” แรงดันประมาณ 5V
  - หากไฟ **LO** ติด หมายถึงตรงจุดที่ Probe สัมผัสมีสถานะลอจิก “0” แรงดันประมาณ 0V
  - หากไฟ **Pulse** ติด หมายถึงตรงจุดที่ Probe สัมผัสมีสถานะลอจิก “1” สลับกับลอจิก “0”
- **TTL / CMOS Switch** เป็นสวิตช์สำหรับเลือกโหมดแรงดันของไอซีลอจิกที่ต้องการตรวจสอบ โดยสามารถตรวจสอบไอซีลอจิกได้สองชนิด คือ CMOS และ TTL ตระกูลไอซีลอจิกแบบ CMOS ได้แก่ 74ACxx, 74HCxx, 74AHCxx และ 74Cxx ส่วนตระกูลไอซีลอจิกแบบ TTL

ได้แก่ 4Fxx, 74Sxx, 74ASxx, 74LSxx และ 74ALSxx สำหรับการทดลองนี้จะใช้ไอซีลอจิกแบบ TTL ตระกูล 74LSxxx

- **MEM / Pulse** เป็นโหมดที่ช่วยในการวิเคราะห์สัญญาณ โดยโหมด **MEM** ใช้หน่วยความจำช่วยวิเคราะห์สัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงในระยะเวลาสั้นๆ เช่น สัญญาณที่มีลักษณะลอจิก “0” และ “1” สลับกันไปมาอย่างรวดเร็วอันจะทำให้หลอดไฟ **Pulse** ติดสว่าง แต่ในโหมด **PULSE** จะไม่สามารถวิเคราะห์สัญญาณที่มีลักษณะดังกล่าวได้

### การทดลอง

$$1. f(a, b, c, d) = \sum m(2, 4, 5, 7, 10, 11, 12, 13, 15) + \sum d(0, 6, 8, 14)$$

จากสมการบูลีนให้นักศึกษา

#### 1.1 เขียน Truth Table ของสมการ

1	0	0	0	0	X
2	0	0	1	0	1
3	0	0	1	1	0
4	0	1	0	0	1
5	0	1	0	1	1
6	0	1	1	0	X
7	0	1	1	1	1
8	1	0	0	0	X
9	1	0	0	1	0
10	1	0	1	0	1
11	1	0	1	1	1
12	1	1	0	0	1
13	1	1	0	1	1
14	1	1	1	0	X
15	1	1	1	1	1

## 1.2 แสดงการลดรูปด้วยวิธีพีชคณิตบูลีน (Boolean Algebra)

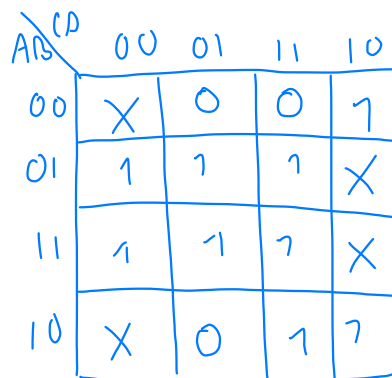
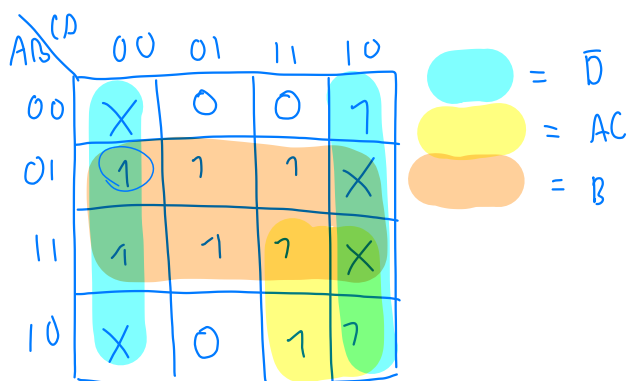
$$\begin{aligned}
 &= a'b'cd' + a'b'cd + a'bc'd' + a'bc'd + ab'cd' + ab'cd + abc'd' + abc'd \\
 &= \cancel{a'b'cd'} + \cancel{a'b'cd} + \cancel{a'bc'd'} + \cancel{a'bc'd} + \cancel{ab'cd'} + \cancel{ab'cd} + \cancel{abc'd'} + \cancel{abc'd} \\
 &= \cancel{c'd'} + \cancel{cd'} + \cancel{bcd} + \cancel{bcd} + \cancel{ab'cd} \\
 &= d' + bd + ab'cd = d' + d(b + b'ac) = d' + (b + b'ac) = d' + b + ac
 \end{aligned}$$

A  
BC  
D

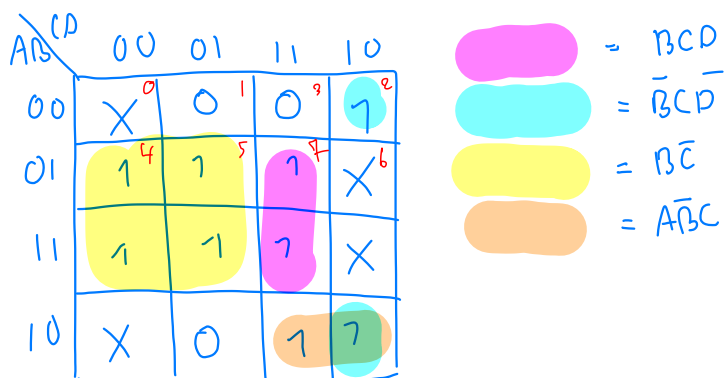
$$\begin{aligned}
 &a'b'cd' + a'b'cd + a'bc'd' + a'bc'd + ab'cd' + \boxed{ab'cd} + \cancel{abc'd'} + \cancel{abc'd} \\
 &b'cd' + b'cd + bc'd' + bcd + ab'd \\
 &b'cd' + bc'(d' + d) \quad \left. \begin{array}{l} (b + b'a)cd \\ (a + b)cd \\ acd \quad bcd \end{array} \right\} \\
 &b'cd' + bc' \quad \left. \begin{array}{l} b(c' + cd) + acd \\ b(c' + d) \end{array} \right\} \\
 &b'cd' + (\bar{b}\bar{c}) + bc' + bd \\
 &b'cd' + bc' + bd + acd \\
 &\quad (b + ac)d
 \end{aligned}$$

### 1.3 แสดงการลดรูปโดยใช้ K-Map

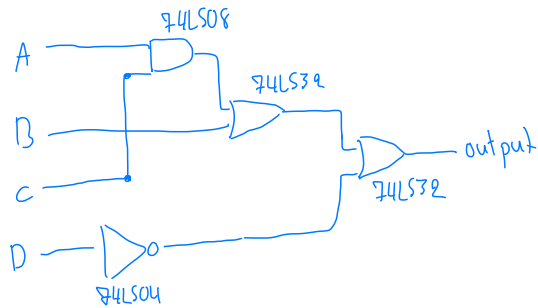
แบบ 255X



แบบ 255X



#### 1.4 วาด Logic Diagram ของวงจรภายใต้การลดรูปพร้อมระบุ IC และเบอร์ IC ที่ใช้ทุกตัวทุกเกต



2. ให้ต่อวงจรจาก Logic Diagram ในข้อ 1.4 พร้อมอธิบายแนวทางการทดสอบวงจรว่าทำงานได้ถูกต้อง

000	0	0
001	1	0
010	0	0
011	0	0
100	0	0
101	0	0
110	0	1
111	0	0

3. การแก้ไขวงจรเบื้องต้นในกรณีที่วงจรมีปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## ใบตรวจการทดลองที่ 2

วัน/เดือน/ปี \_\_\_\_\_ ☐ กลุ่มเช้า ☐ กลุ่มบ่าย ☐ กลุ่มเย็น กลุ่มที่ \_\_\_\_\_

1. รหัสนักศึกษา \_\_\_\_\_ ชื่อ-นามสกุล \_\_\_\_\_

2. รหัสนักศึกษา \_\_\_\_\_ ชื่อ-นามสกุล \_\_\_\_\_

การตรวจการทดลอง

☐ บันทึกคะแนนแล้ว

การทดลองข้อ 1    ลายเซ็นอาจารย์ \_\_\_\_\_ วัน/เดือน/ปี \_\_\_\_\_ เวลา \_\_\_\_\_