

204224 ปฏิบัติการวงจรตรรกะ

ปฏิบัติการที่ 2 ระบบควบคุมความปลอดภัยรถยนต์ (Car Security System) (การลดรูปสมการลอจิก Karnaugh Maps)

วัตถุประสงค์ เพื่อให้นิสิตได้รับความรู้จากการเรียนในวิชา 204222 มาประยุกต์ใช้งานจริง ออกแบบระบบควบคุมความปลอดภัยรถยนต์ โดยใช้ Karnaugh Maps ช่วยในการหาสมการลอจิก

ทฤษฎีที่ต้องเข้าใจ

หลักการลดรูปสมการลอจิก (Boolean/Logic Algebra)

นอกจากการใช้กฎการลดรูปต่าง ๆ ของสมการลอจิก อีกวิธีหนึ่งที่ยังง่ายเพราะเป็นการใช้รูปภาพไดอะแกรมคือ Karnaugh map (หรือเรียกย่อว่า K-map) ซึ่งมีหลักการง่าย ๆ ดังนี้

- 1) หากมีตัวแปร 2 ตัวให้สร้าง K-map ไดอะแกรมดังนี้ (เทียบกับ Truth Table ข้างเพื่อความเข้าใจ) นิสิตสังเกตการณ่วงค่า ลอจิกของตัวแปร

| A | B | F |
|---|---|---|
| 0 | 0 | a |
| 0 | 1 | b |
| 1 | 0 | c |
| 1 | 1 | d |

Truth Table.

| A \ B | 0 | 1 |
|-------|---|---|
| 0 | a | b |
| 1 | c | d |

F.

ให้คัดลอกค่าผลลัพธ์ F (output) จาก Truth table มาลงที่ตาราง K-map ตรงตามตำแหน่งตัวแปร A และ B ดังรูป

| A | B | F |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

Truth Table.

| A \ B | 0 | 1 |
|-------|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

F.

จากนั้นเขียนสมการลอจิกตามหนี่ที่เป็น 1 ตามตามตัวแปร A และ B เช่น

ตัวอย่างที่ 1 ฟังก์ชัน $Z = f(A, B) = \overline{A}B + AB$ จาก Truth table จะวาด K-map ไดอะแกรม

ได้

| A | B | $Z = \overline{A}B + AB$ |
|---|---|--------------------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

| A \ B | 0 | 1 |
|-------|---|---|
| 0 | | 1 |
| 1 | | 1 |

เราจะได้ว่าจาก K-map ไตอะแกรมเมื่อจัดกลุ่มลอจิก 1 เข้าด้วยกัน จะได้ว่า $Z = A$

ซึ่งถ้าใช้ กฎการลดรูปต่าง ๆ ของสมการลอจิกจะเป็นดังนี้

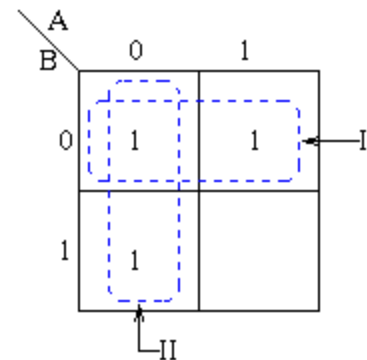
$$Z = \overline{A}\overline{B} + \overline{A}B + A\overline{B}$$

$$Z = A(\overline{B} + B)$$

$$Z = A(1) = A$$

ตัวอย่างที่ 2 ฟังก์ชัน $Z = f(A, B) = \overline{A}\overline{B} + \overline{A}B + \overline{A}B$

| A | B | $Z = \overline{A}\overline{B} + \overline{A}B + \overline{A}B$ |
|---|---|--|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |



กัน จะได้

เราจะได้ว่าจาก K-map ไตอะแกรมเมื่อจัดกลุ่มลอจิก 1 เข้าด้วยกัน
ว่า $Z = \overline{A} + \overline{B}$

ซึ่งถ้าใช้ กฎการลดรูปต่าง ๆ ของสมการลอจิกจะเป็นดังนี้

$$Z = \overline{A}\overline{B} + \overline{A}B + \overline{A}B$$

$$Z = (\overline{A}\overline{B} + \overline{A}B) + \overline{A}B$$

$$Z = \overline{A}(\overline{B} + B) + \overline{A}B$$

$$Z = \overline{A} + \overline{A}B$$

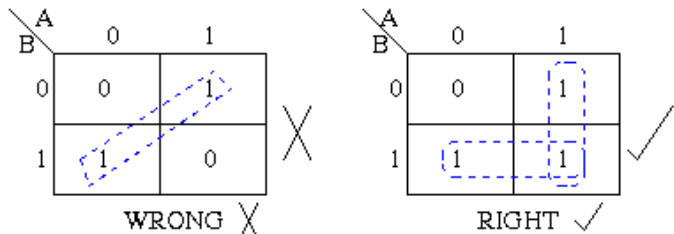
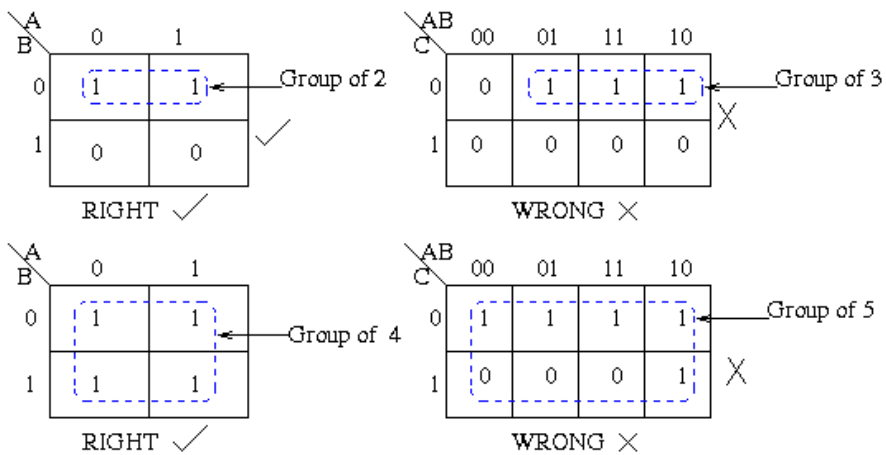
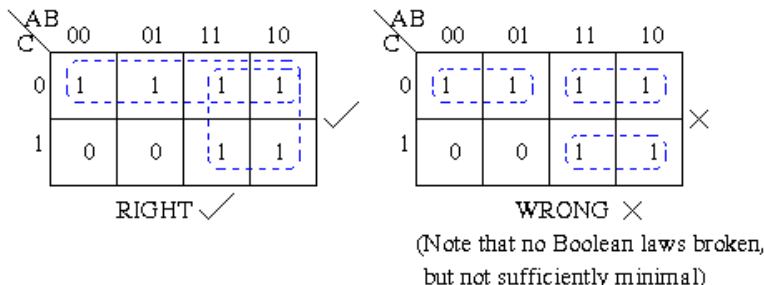
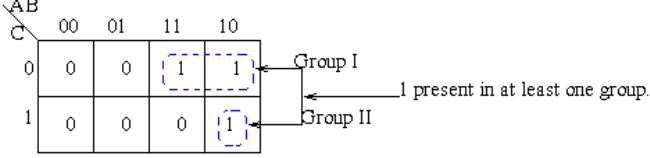
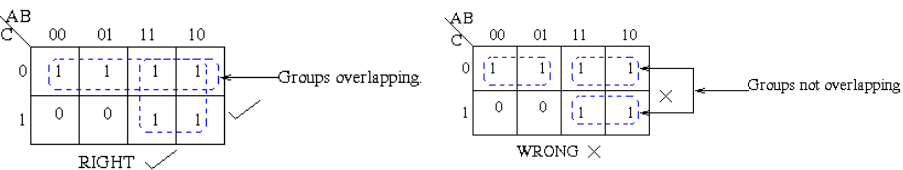
$$Z = (\overline{A} + \overline{A}B) + \overline{A}B \text{ เพราะ } \overline{A} = \overline{A} + \overline{A}B$$

$$Z = \overline{A} + (\overline{A}B + \overline{A}B)$$

$$Z = \overline{A} + \overline{B}$$

กฎ Karnaugh map ในการลดรูปสมการลอจิก คือจัดกลุ่มลอจิก 1 ที่อยู่ใกล้กันดังนี้

| | |
|--|--|
| | <p>กลุ่มที่จัดใกล้จะต้องไม่รวม ลอจิก 0</p> |
|--|--|

| | |
|--|---|
|  | <p>กลุ่มที่จัดต้องอยู่ในแนวแนว หรือแนวตั้ง ห้ามแนวทะแยง</p> |
|  | <p>กลุ่มที่จัดต้องมีจำนวน 1, 2, 4, 8 ... หรือ 2^n</p> |
|  | <p>กลุ่มที่จัดต้องมี-กลุ่มที่จะจัด ต้องให้ใหญ่ที่สุดเท่าที่จะจัด ได้</p> |
|  | <p>ทุกๆช่องที่มีลอจิก เป็น 1 จะ ถูกจัดเข้ากลุ่มเสมอกลุ่มที่จัด สามารถเล็กสุดคือมี 1 ตัว เดียว</p> |
|  | <p>กลุ่มที่จัดสามารถทับซ้อนกัน ได้</p> |

| | |
|--|---|
| | <p>กลุ่มที่จัดสามารถข้ามตาราง ขวาสุดไปซ้ายสุด ล่างสุดไป บนสุดของตารางได้ (นิสิต ต้องวางลำดับค่าลอจิกของ ตัวแปรให้ถูกต้อง)</p> |
| | <p>พยายามการจัดกลุ่มให้มี จำนวนกลุ่มน้อยที่สุด ตามกฎ ข้างต้นสามารถประยุกต์ใช้ได้ หมด</p> |

การทดลอง ระบบควบคุมความปลอดภัยรถยนต์ (Car Security System)

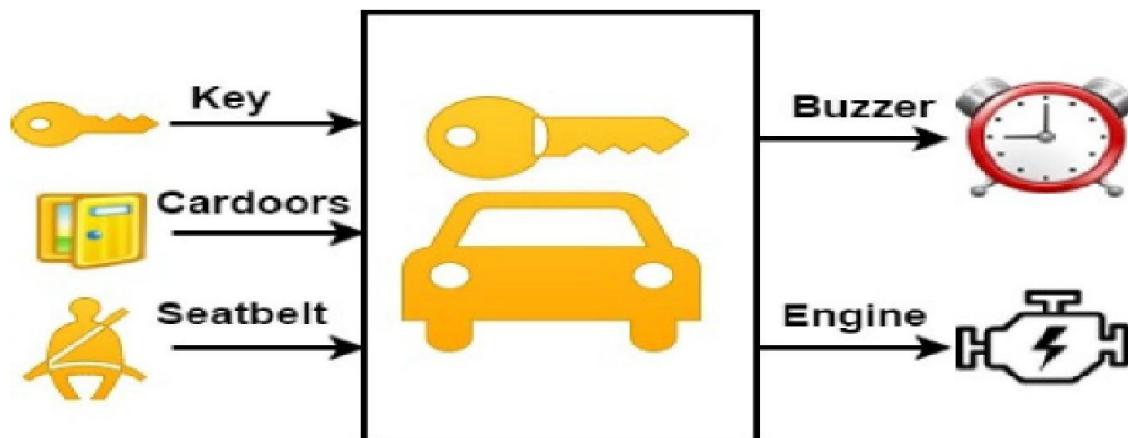
อุปกรณ์ที่ต้องใช้ 1) โปรแกรม logicism

2) อุปกรณ์ตามตาราง

| No. | Description of Item | Quantity |
|-----|---------------------|----------|
| 1 | NX-4i Board | 1 |
| 2 | 7404 Hex Inverters | 1 |
| 3 | 7408 Quad AND gate | 1 |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |

เงื่อนไขการทำงานของระบบ

1. เพื่อความปลอดภัยของผู้ขับขี่และผู้ร่วมเดินทาง การติดเครื่องยนต์จะทำได้ต่อเมื่อผู้ขับเข้าไปนั่งในรถ และระบบตรวจสอบได้ว่าประตูทั้งหมดถูกปิดอย่างเรียบร้อย และที่นั่งมีคนนั่งได้สวมเข็มขัด (Seatbelt) แล้ว และพร้อมกับคนขับรถปิดลูกกุญแจเพื่อสตาร์ทรถ ตรวจสอบทุกอย่างถูกต้องเครื่องยนต์จะถูกสตาร์ท แต่ถ้าไม่ใช่จะมีเสียงเตือนดังขึ้นแทน



Car Security System

นิสิตจงออกแบบวงจรตรรกะของสัญญาณ สตาร์ทเครื่องยนต์(Engine) และของสัญญาณเสียงเตือน (Buzzer)

- 1) เขียน Truth table โดย K=Key C=Cardoors S=Seatbelt B=Buzzer และ E=Engine

| Inputs | | | Output | |
|--------|---|---|--------|---|
| K | C | S | B | E |
| 0 | x | x | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |

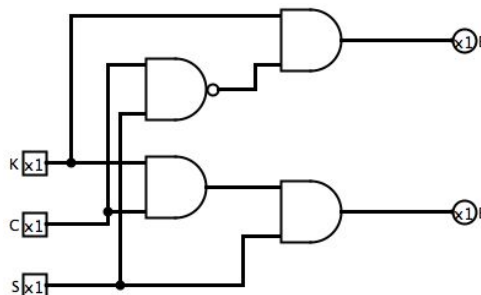
- 2) เขียนสมการตรรกะโดยใช้วิธี K-Maps

| | CS | | | |
|-----------|----|----|----|----|
| Key | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| $E = KCS$ | | | | |

| | CS | | | |
|---------------------------------------|----|----|----|----|
| Key | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| $B = KC' + KS' = K(C' + S') = K(CS)'$ | | | | |

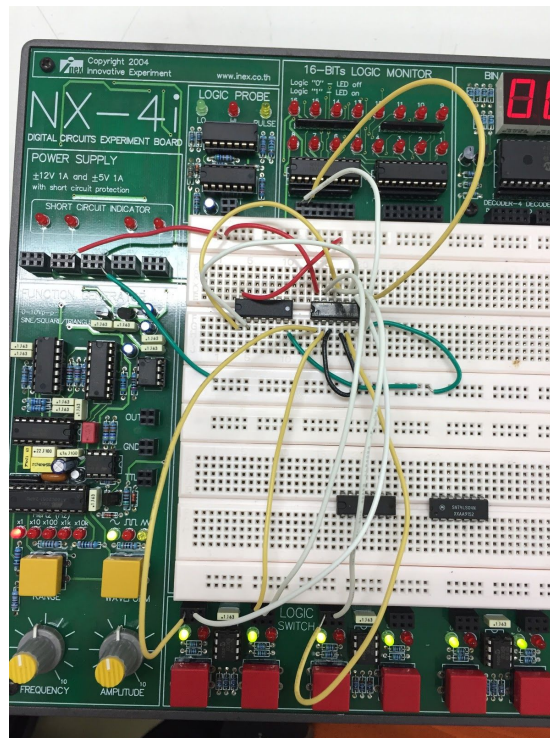
จัดกลุ่มในไดอะแกรม K-map

2. จำลองการทำงานบนโปรแกรม Logisim



ภาพไดอะแกรมวงจร

3. จงใช้ IC ต่อยวงจรที่ออกแบบ บนบอร์ดทดลอง NX-4i สอบการทำงาน ให้ตรงกับ Truth Table ที่ได้จากการจำลอง



ภาพถ่ายวงจรบนบอร์ดทดลอง NX-4i สอบ

แบบฝึกหัดเพิ่มเติม วงจรดิจิทัลตรวจเลขคี่(Odd number)

- 1) ตัวเลขขนาด 4 บิต แทนเลขจำนวนเต็มบวกฐานสิบ (Unsign Integer) ให้ห็นิตออกแบบวงจรตรวจตรวจสอบว่าตัวเลข(ฐานสิบ)ที่เกิดขึ้นจากค่า 0 – 9 เป็นเลขจำนวนคี่ สมมุติให้ DCBA เป็นเลขฐานสองประจำหลัก D คือหลักที่ 3 และ A คือหลักที่ 0

1.1 นิสิตเขียน Truth table

| D | C | B | A | ค่าจำนวนฐานสิบ | Odd |
|---|---|---|---|----------------|-----|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 5 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 6 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 7 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 9 | 1 |

และเขียน K-map ไดอะแกรม แล้วจัดกลุ่มช่องตารางที่เป็นหนึ่ง

| | $\overline{C}\overline{D}$ | $\overline{C}D$ | CD | $C\overline{D}$ |
|----------------------------|----------------------------|-----------------|------|-----------------|
| $\overline{A}\overline{B}$ | 0 | 1 | 1 | 0 |
| $\overline{A}B$ | 0 | 1 | 1 | 0 |
| AB | 0 | 1 | 1 | 0 |
| $A\overline{B}$ | 0 | 1 | 1 | 0 |

สมการลอจิกที่ได้คือ Odd=.....D.....

1.2 จำลองการทำงานบนโปรแกรม Logisim (ไม่ต้องทดลองบนบอร์ด NX-4i)



ภาพไดอะแกรมวงจร