



ชื่อนักศึกษา _____ รหัสนักศึกษา _____

การปฏิบัติการที่ 5 การแสดงผลบน 7-Segment Display

1. วัตถุประสงค์

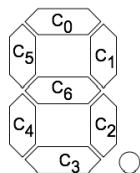
- เพื่อให้นักศึกษาสามารถใช้งาน 7-Segment Display สำหรับแสดงผลการทำงานของวงจรได้

2. อุปกรณ์ในการทดลอง

- โปรแกรม Logisim

3. การทดลอง

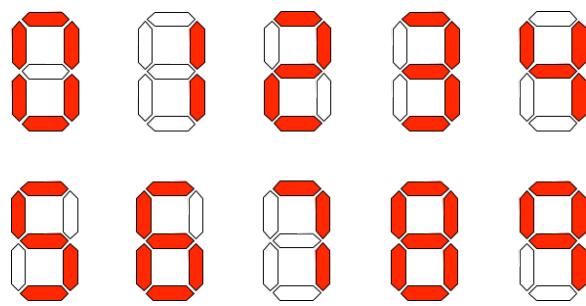
7-Segment Display เป็นอุปกรณ์สำหรับแสดงผลซึ่งประกอบไปด้วย LED จำนวน 7 ส่วน เรียงต่อกันดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1: 7-Segment Display

เนื่องจากเอกสารที่ได้จากการจัดทำโดยในรูปของเลขฐาน 2 ซึ่งทำให้ยากแก่การเข้าใจของมนุษย์ซึ่งใช้เลขฐาน 10 ดังนั้นเราจึงมักนิยมนำเลขฐาน 2 ซึ่งเป็น Output ของวงจรดิจิทัลมาแปลงและนำออกแสดงผลบน 7-Segment Display ซึ่งสามารถแสดงเป็นเลขฐาน 10 ที่มนุษย์เราเข้าใจได้ง่ายๆ ดังแสดงในรูปที่ 2

การปฏิบัติการที่ 5 แบ่งเป็น 4 การทดลอง นักศึกษาต้องปฏิบัติทุกการทดลองให้เสร็จภายในเวลาที่กำหนด



รูปที่ 2: ตัวเลข 0-9 ที่แสดงผลบน 7-Segment Display

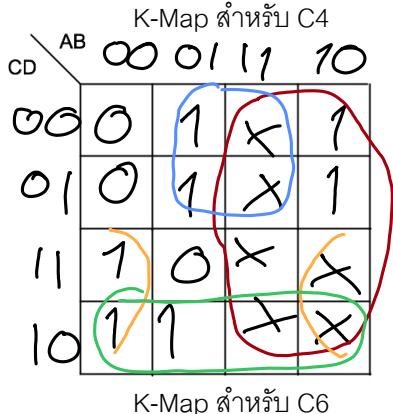
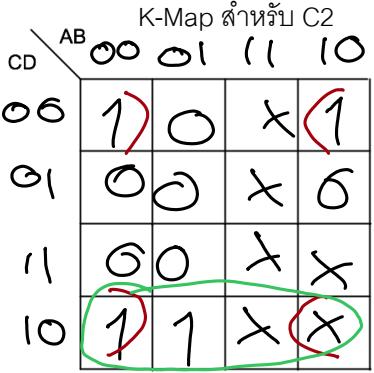
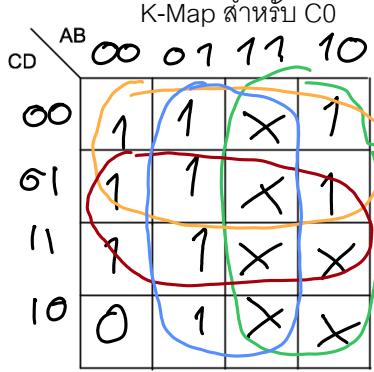
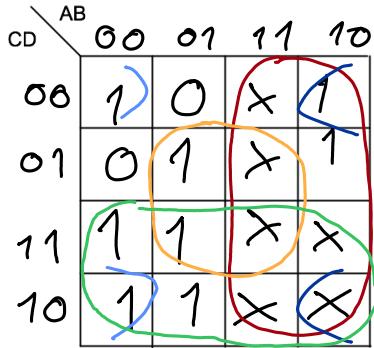
การทดลองที่ 1 BCD To 7-Segment Control Signal Decoder

ในการทดลองนี้ เราจะสร้างวงจรสำหรับแปลงเลขฐาน 2 เป็นเลขฐาน 10 เพื่อแสดงผลบน 7-Segment Display โดยค่าที่แสดงจะเป็นเลขฐาน 10 ซึ่งเป็นตัวเลขตั้งแต่ 0-9 เนื่องจากมีเลขฐาน 10 ทั้งหมด 10 ตัว เราจึงต้องใช้เลขฐาน 2 จำนวน 4 บิตในการเข้ารหัส ซึ่งตารางค่าความจริงของวงจรนี้ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1

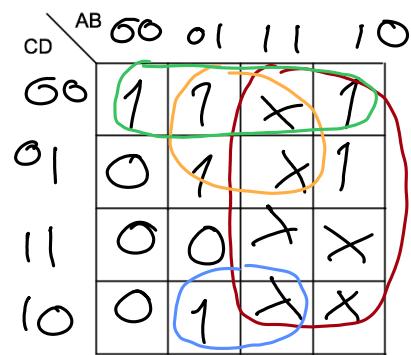
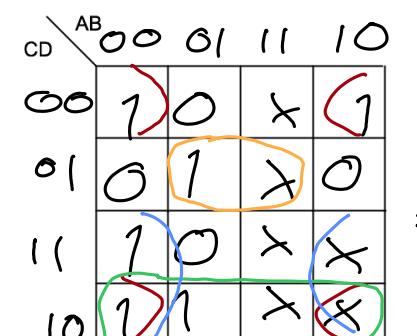
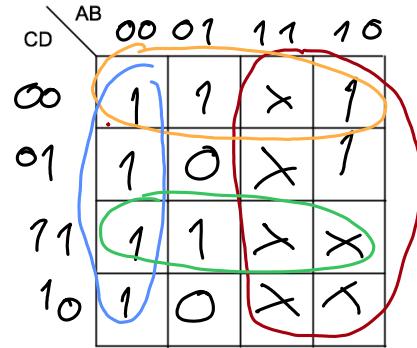
ตารางที่ 1: ตารางค่าความจริงสำหรับการทดลองที่ 1

A	B	C	D	C_0	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1
1	0	1	0	x	x	x	x	x	x	x
1	0	1	1	x	x	x	x	x	x	x
1	1	0	0	x	x	x	x	x	x	x
1	1	0	1	x	x	x	x	x	x	x
1	1	1	0	x	x	x	x	x	x	x
1	1	1	1	x	x	x	x	x	x	x

1. เขียน K-Map สำหรับ C0, ..., C6 และเขียนสมการบูลีนจาก K-Map



K-Map สำหรับ C6



$$\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}\bar{C} + C\bar{D}$$

$$+ A$$

$$= A + \bar{A}\bar{B}\bar{C} + C\bar{D}$$

$$+ \bar{C}\bar{D}$$

$$\bar{B}\bar{D} + \bar{B}\bar{C}\bar{D}$$

$$\bar{B}\bar{C} + C\bar{D}$$

$$= \bar{B}\bar{C} + \bar{B}\bar{D} + C\bar{D}$$

$$+ B\bar{C}\bar{D}$$

$$B\bar{C}\bar{D} + A + \bar{C}\bar{D}$$

$$B\bar{C}$$

$$= A + B\bar{C} + \bar{C}\bar{D} + B\bar{C}\bar{D}$$

2. ลดรูปสมการบูลีนจาก K-Map และบันทึกผล

C0 = _____

C1 = _____

C2 = _____

C3 = _____

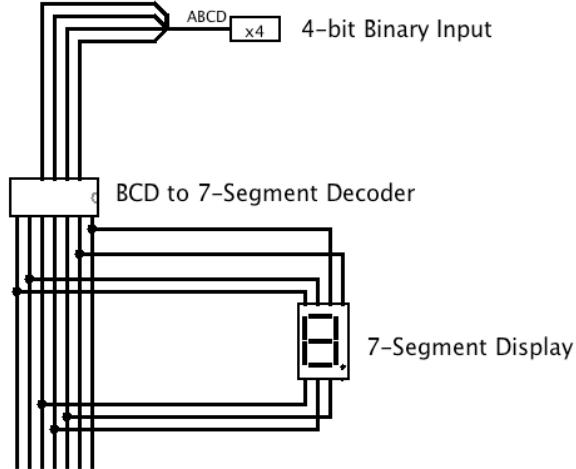
C4 = _____

C5 = _____

C6 = _____

3. สร้างวงจรนี้ด้วย Logisim โดยสร้างวงจรเป็น Sub-circuit และตั้งชื่อว่า BCD-7Seg-Decoder

4. ต่อวงจร BCD-7Seg-Decoder (Sub-circuit) เข้ากับ 7-Segment Display Output ตามตัวอย่างใน
รูปที่ 3

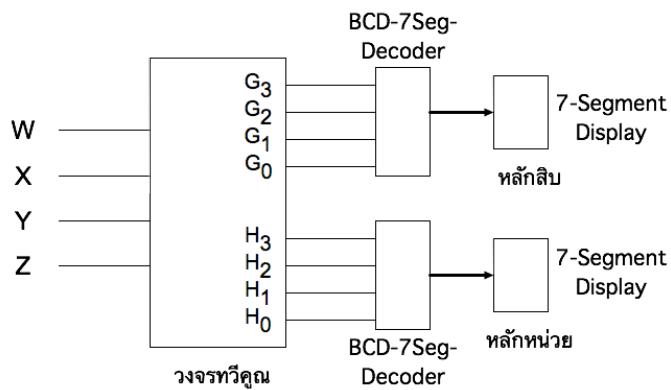


รูปที่ 3: การต่อวงจร BCD to 7-Segment Decoder เข้ากับ 7-Segment Display

5. ตรวจสอบการทำงานของวงจรโดยป้อนค่าอินพุทซึ่งเป็นเลขฐาน 2 จำนวน 4 บิตแล้วเช็คผลบน 7-Segment Display ว่าการแสดงผลให้ค่าของเลขฐาน 10 ถูกต้องตรงตามค่าอินพุทที่ป้อนหรือไม่

การทดลองที่ 2 วงจรทวีคูณ

วิศวกรต้องการสร้างวงจรสำหรับคำนวนเพื่อนำมาเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องคิดเลข โดยวงจรจะทำหน้าที่คูณ 2 ให้กับอินพุทที่เป็นเลขฐานสองจำนวน 4 บิต โดยผลลัพธ์การคูณซึ่งจะมีขนาด 5 บิต จะถูกส่งไปแสดงผลเป็นเลขฐาน 10 บน 7-Segment Display จำนวน 2 ชุดโดย 7-Segment Display แต่ละชุดจะแทนหลักหน่วยและหลักสิบของเลขผลลัพธ์การคูณ เช่น เมื่อป้อนค่าอินพุทเท่ากับ 1101 เข้าไปในวงจร ผลลัพธ์จากการคูณที่ได้จะต้องมีค่าเท่ากับ 26 (เมื่อนำมาแสดงผลบน 7-Segment Display เลข 2 จะต้องปรากฏในหลักสิบ และเลข 6 จะต้องปรากฏในหลักหน่วย) จงออกแบบวงจรนี้และสร้างวงจรใน Logisim ผังการเชื่อมต่อวงจรอย่างคร่าวๆ เป็นดังรูปที่ 4



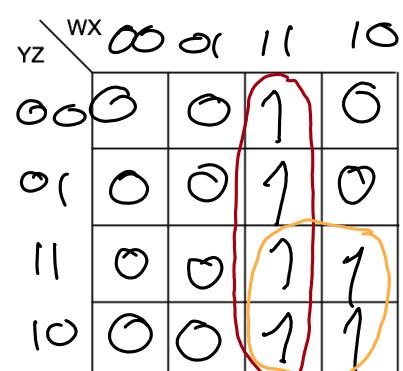
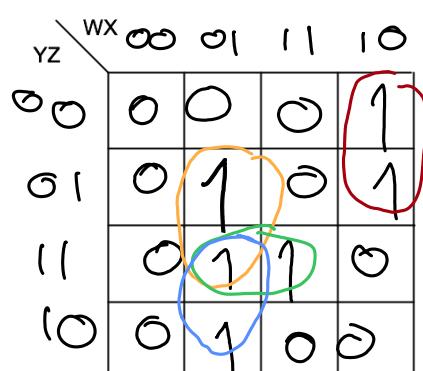
รูปที่ 4: แผนผังแสดงการเชื่อมต่อวงจรทวีคูณอย่างคร่าวๆ

- ให้ $WXYZ$ เป็นอินพุทขนาด 4 บิต และกำหนดให้อาร์พุทธของวงจรทวีคูณซึ่งจะถูกส่งต่อไปเป็นอินพุทของ BCD-7Seg-Decoder ในหลักสิบเป็น $G_3G_2G_1G_0$ และ อินพุทของ BCD-7Seg-Decoder ในหลักหน่วยเป็น $H_3H_2H_1H_0$ เรียนตารางค่าความจริงแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $WXYZ$ และ $G_3G_2G_1G_0 H_3H_2H_1H_0$ บันทึกผลในตารางที่ 2
- เขียน K-Map สำหรับ $G_3, G_2, G_1, G_0, H_3, H_2, H_1$, และ H_0 บันทึกผลในที่ๆกำหนดให้
- เขียนสมการวุลูนจาก K-Map บันทึกผลในที่ๆกำหนดให้
- สร้างวงจรทวีคูณและส่วนการแสดงผลบน 7-Segment Display โดยใช้โปรแกรม Logisim ตรวจสอบการทำงานของวงจรเบรียบเทียบกับตารางค่าความจริง

	first digit								second digit			
	W	X	Y	Z	G3	G2	G1	G0	H3	H2	H1	H0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0
4	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
5	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
6	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0
7	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
9	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
10	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
11	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1
12	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
13	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
14	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
15	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0

✓

$$\begin{aligned}
 & W\bar{X}\bar{Y} \\
 & + \bar{W}X\bar{Y}Z \\
 & + WXYZ \\
 & + \bar{W}XY\bar{Z}
 \end{aligned}$$

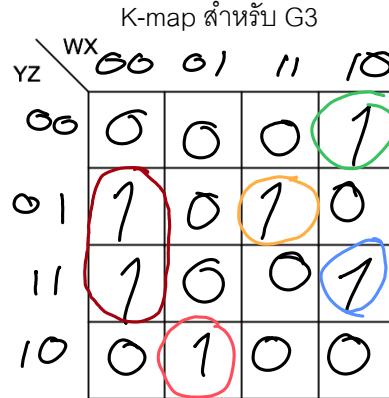
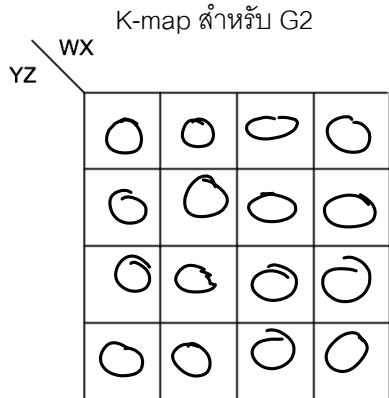
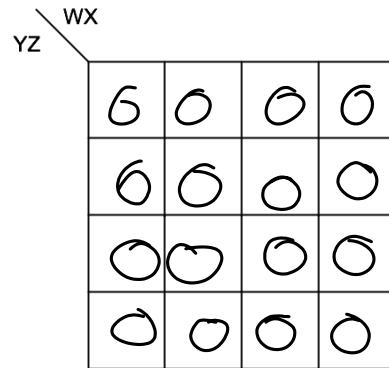
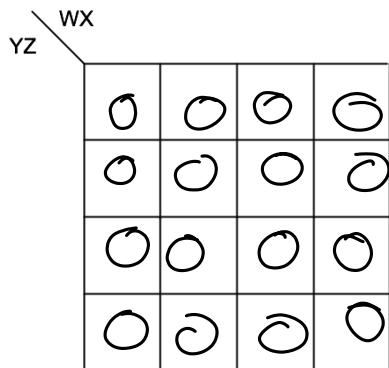


$WX + WY$

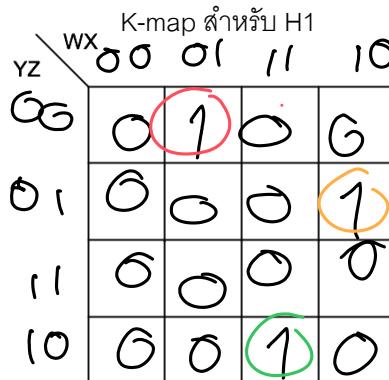
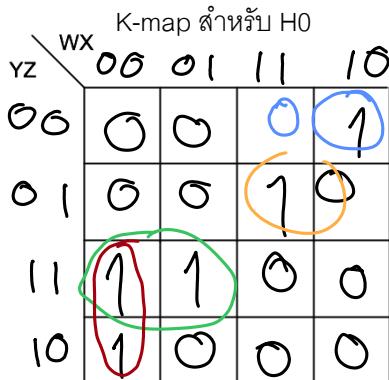
$\bar{W}XY + \bar{W}XZ + WXY + XY\bar{Z}$

$G0 = \underline{\hspace{2cm}}$

$G1 = \underline{\hspace{2cm}}$



$$\begin{aligned}
 & \bar{W}\bar{X}Y\bar{Z} \checkmark \\
 & \bar{W}\bar{X}Z \checkmark \\
 & W\bar{Y}\bar{Z} \\
 & +W\bar{X}\bar{Y} \checkmark \\
 & +\bar{W}X\bar{Y}\bar{Z} \checkmark
 \end{aligned}$$



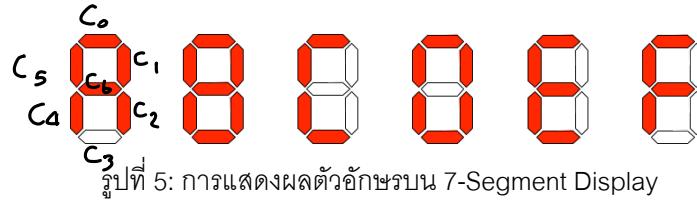
$$\begin{aligned}
 & \bar{W}\bar{X}\bar{Y}\bar{Z} \\
 & +W\bar{X}\bar{Y}Z \\
 & +W\bar{X}Y\bar{Z}
 \end{aligned}$$

K-map สำหรับ H2

- G2 = _____
 G3 = _____
 H0 = _____
 H1 = _____
 H2 = _____
 H3 = _____

การทดลองที่ 3 การแสดงผลตัวอักษรบน 7-Segment Display

วิศวกรต้องการสร้างวงจรสำหรับแสดงตัวอักษรภาษาอางกฤษ (A,B,C,D,E,F) บน 7-Segment Display ดังแสดงในรูปที่ 5 โดยใช้ Input จำนวน 3 บิตและมีการเข้ารหัสสำหรับแสดงผลดังตารางที่ 2



ตารางที่ 2: การเข้ารหัสสำหรับแสดงผลตัวอักษรบน 7-Segment Display

X	Y	Z	อักษรที่แสดงผล
0	0	1	A
0	1	0	B
0	1	1	C
1	0	0	D
1	0	1	E
1	1	0	F

- ใช้ K-Map เพื่อลดรูปสมการ C_0, \dots, C_6 สำหรับวงจรนี้ บันทึกผลในที่ๆ กำหนด
- เขียนสมการบูลีนที่ลดรูปแล้ว บันทึกผลในที่ๆ กำหนด
- สร้างวงจรนี้บนโปรแกรม Logisim โดยสร้างวงจรเป็น Sub-circuit และตั้งชื่อว่า Alpha-7Seg-Decoder โดยวงจรต้องใช้เกตต่างๆ ไม่เกินที่กำหนด ดังนี้
 - AND แบบ 2 อินพุท ไม่เกิน 7 ตัว
 - OR แบบ 2 อินพุท ไม่เกิน 4 ตัว
 - Inverter ไม่เกิน 3 ตัว
- หลังจากนั้นทำการต่อวงจร Alpha-7Seg-Decoder (Sub-circuit) เข้ากับ 7-Segment Display Output
- ตรวจสอบการทำงานของวงจรโดยป้อนค่าอินพุทตามตารางที่ 2 และตรวจเช็คการแสดงผลตัวอักษรว่าถูกต้องตรงตามค่าอินพุทที่ป้อนหรือไม่

X	Y	Z	C_0	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6
0	0	0	X	X	X	X	X	X	X
0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	1	1	0	0	1	1	1	1
1	1	0	1	0	0	0	1	1	1
1	1	1	X	X	X	X	X	X	X

$$\bar{x}\bar{y} + \bar{x}\bar{z} + \bar{y}\bar{z}$$

1

	xy	00	01	11	10
z	0	X	1	1	1
	1	1	1	X	1

	xy	00	01	11	10
z	0	X	1	0	1
	1	1	0	X	0

K-Map สำหรับ C0

$$\bar{x}\bar{z} + \bar{x}\bar{y} \\ + \bar{y}\bar{z}$$

	xy	00	01	11	10
z	0	X	1	0	1
	1	1	0	X	0

K-Map สำหรับ C2

	xy	00	01	11	10
z	0	X	1	1	1
	1	1	1	X	1

$$y\bar{z}$$

$$+ \bar{y}z$$

K-Map สำหรับ C4

	xy	00	01	11	10
z	0	X	1	1	0
	1	1	0	X	1

K-Map สำหรับ C6

K-Map สำหรับ C1

	xy	00	01	11	10
z	0	X	1	0	1
	1	0	1	X	1

K-Map สำหรับ C3

	xy	00	01	11	10
z	0	X	1	1	1
	1	1	1	X	1

$$\bar{x}y + xy$$

K-Map สำหรับ C5

	xy	00	01	11	10
z	0	X	1	1	1
	1	1	1	X	1

1

$$C0 = \underline{\hspace{1cm}}$$

$$C1 = \underline{\hspace{1cm}}$$

$$C2 = \underline{\hspace{1cm}}$$

$$C3 = \underline{\hspace{1cm}}$$

$$C4 = \underline{\hspace{1cm}}$$

$$C5 = \underline{\hspace{1cm}}$$

$$C6 = \underline{\hspace{1cm}}$$

การทดลองที่ 4 การแสดงผลตัวอักษรบน 7-Segment Display

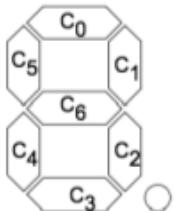
วิศวกรรมต้องการสร้างวงจร 2-bit Comparator ซึ่งจะทำหน้าที่เปรียบเทียบ Input ขนาด 2 บิต จำนวน 2 ค่า (A1A0 และ B1B0) โดยจะจรวจทำการแสดงผลของ Output ผ่านทาง 7-Segment Display ตามเงื่อนไขดังนี้

- ถ้า $A1A0 > B1B0$ 7-Segment Display จะแสดงผลเป็นตัวอักษร A ตามรูปที่ 5
- ถ้า $A1A0 < B1B0$ 7-Segment Display จะแสดงผลเป็นตัวอักษร B ตามรูปที่ 5
- ถ้า $A1A0 = B1B0$ 7-Segment Display จะแสดงผลเป็นตัวอักษร E ตามรูปที่ 5

1. จงออกแบบและสร้างวงจรนี้ใน Logisim ทั้งนี้วงจรทั้งหมดต้องใช้เกทต่างๆ ไม่เกินจำนวนที่กำหนดดังนี้

AND แบบ 2 อินพุต ไม่เกิน	18 ตัว
AND แบบ 3 อินพุต ไม่เกิน	2 ตัว
OR แบบ 2 อินพุต ไม่เกิน	12 ตัว
Inverter ไม่เกิน	7 ตัว

2. บันทึกผลการทดลองในตารางที่กำหนด



A ⊕ E

$$A \rightarrow C_3 = 0 \quad E \rightarrow C_1, C_2 = 0$$

$$B \rightarrow C_{A \oplus 1} = 1$$

C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	
A ₁	A ₀	B ₁	B ₀	การแสดงผลบน 7-Segment Display			
0	0	0	0	E 1 0 0 1	1	1 1 1	
0	0	0	1	B 1 1 1 1	1	1 1 1	
0	0	1	0	B 1 1 1 1	1	1 1 1	
0	0	1	1	B 1 1 1 1	1	1 1 1	
0	1	0	0	A 1 1 1 6	1	1 1 1	
0	1	0	1	E 1 0 0 1	1	1 1 1	
0	1	1	0	B 1 1 1 1	1	1 1 1	
0	1	1	1	B 1 1 1 1	1	1 1 1	
1	0	0	0	A 1 1 0	1	1 1 1	
1	0	0	1	A 1 1 1 0	1	1 1 1	
1	0	1	0	E 1 0 0 1	1	1 1 1	
1	0	1	1	B 1 1 1 1	1	1 1 1	
1	1	0	0	A 1 1 1 0	1	1 1 1	
1	1	0	1	A 1 1 1 0	1	1 1 1	
1	1	1	0	A 1 1 1 0	1	1 1 1	
1	1	1	1	E 1 0 0 1	1	1 1 1	

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

C₀

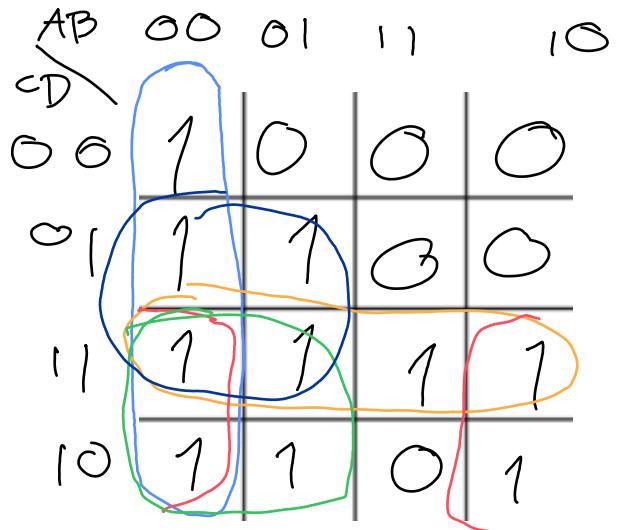
CD \ AB	00	01	11	10
00	0	1	1	1
01	1	0	1	1
11	1	1	0	1
10	1	1	1	0

C₁

$\bar{B}D + B\bar{D}$
 $A\bar{C} + \bar{A}C$

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

$$\bar{B}D + BC \\ A\bar{C} + \bar{A}\bar{C}$$



C_2 (Same as C_1)

$AB \backslash CD$	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	1	1	1	1
11	1	1	1	1
10	1	1	1	1

C_4

C_3

$$\bar{A}\bar{B} + CD + \bar{B}C \\ \bar{A}C + \bar{A}D$$

1010

$$C_5, C_6 = 1$$