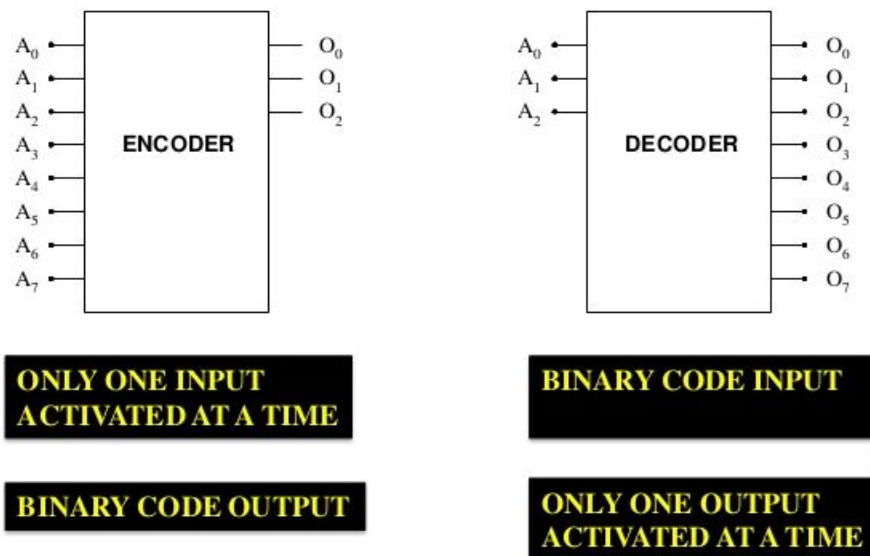


204224 ปฏิบัติการวงจรตรรกะ**ปฏิบัติการที่ 3** เข้าใจหลักการทำงานของ Encoder และ Decoder
ทฤษฎีที่ต้องเข้าใจ**1) วงจรเข้ารหัส (Encoder) และ วงจรถอดรหัส (Decoder)**

encoders และ decoders ถูกใช้งานเป็นหลักในโครงการ digital electronics โดย encoders และ decoders ใช้ในการแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งให้กลายเป็นรูปแบบอื่น ส่วนใหญ่ถูกใช้ใน communication system เช่น telecommunication networking และอื่นๆ เป็นต้น หรือเป็นการย้ายข้อมูลจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งการต้องมีการเข้ารหัส (encode) ก่อนจะส่งแล้วเมื่อฝ่ายรับได้ข้อมูลก่อนจะนำไปใช้งานจริงก็ต้องถอดรหัส (decode) ข้อมูลออกมาก่อนหรือคล้ายๆกับระบบความปลอดภัยของข้อมูลในระบบดิจิทัลที่ต้องนำข้อมูลมาแทนด้วยรหัสต่างๆ (encryption) แล้วส่งไปในระบบสื่อสาร เมื่อฝ่ายรับข้อมูลก็ต้องถอดรหัสก่อน (decryption) จึงจะได้ข้อมูลที่แท้จริง

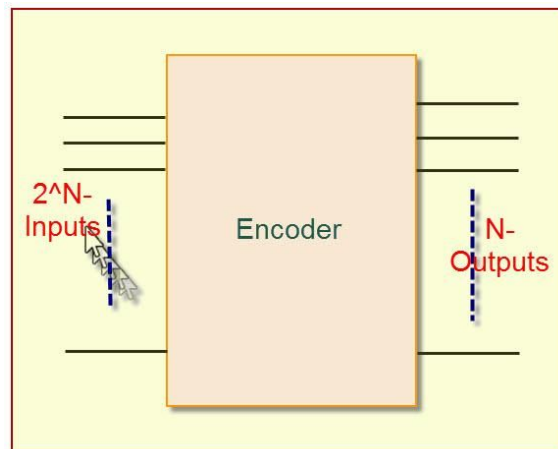
ENCODERS AND DECODERS



รูปที่ 2 แสดงการทำงานของ encoder และ decoder

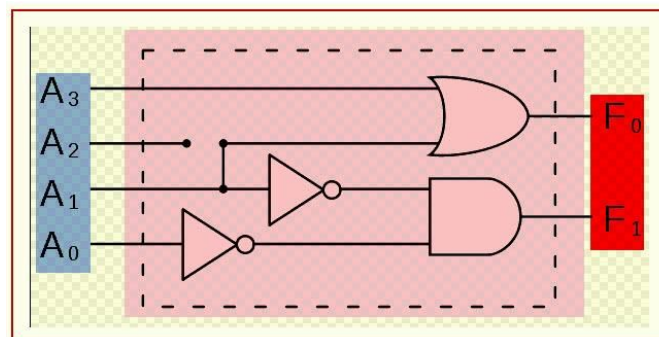
Decoder

ในระบบดิจิทัล encoder วงจรหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้แปลงสัญญาณแอนาล็อกไปเป็นสัญญาณดิจิทัล เช่น BCD และ encoder จะมีอินพุตหลายขา โดยในช่วงเวลาหนึ่งจะสัญญาณเข้าปรากฏที่ขาเดียวเท่านั้นก็จะส่งผลลัพธ์ออกมาเป็นรหัส BCD ที่ต่างกัน เช่น กรณีสัญญาณเข้า 8 สัญญาณที่เราใช้ในเลขฐาน 10 เช่นจำนวน 0-7 สามารถเข้ารหัสเป็นข้อมูล จิตัล BCD จำนวน 4 bit ดังนั้นสัญญาณเข้าจำนวน 2^n จะสร้างรหัส BCD N bit เช่น 4-2 encoder จะขาสัญญาณเข้า 4 inputs และผลิต 2 outputs ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 encoder

ตัวอย่าง



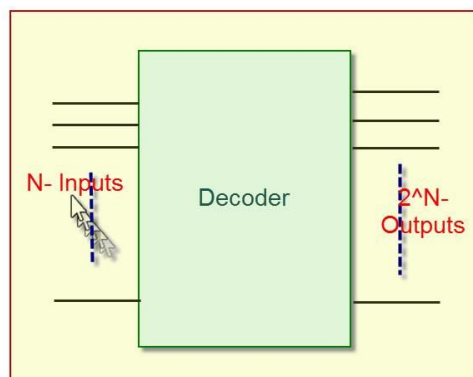
รูปที่ 4

ซึ่งจะแสดง Truth Table ดังนี้

Input				Output BCD	
A ₃	A ₂	A ₁	A ₀	F ₁	F ₀
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0
1	0	0	0	1	1

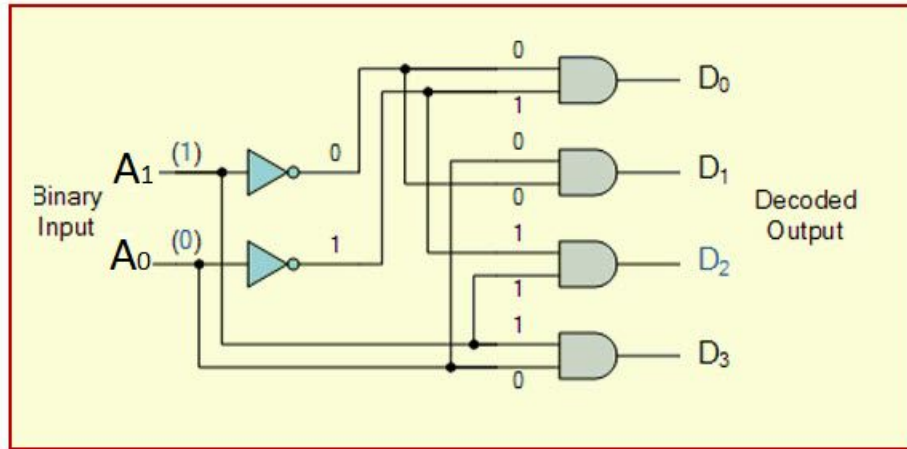
Decoder

คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำงานตรงข้ามกับ Decode คือทำการถอดรหัสข้อมูล BCD กลายมาเป็นสัญญาณที่อาจจะใช้ควบคุมเปิด/ปิด อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น โดยจำนวนสัญญาณขาเข้า N สัญญาณจะแปลงเป็นสัญญาณขาออกจำนวน 2^N สัญญาณ



รูปที่ 5 decoder

ตัวอย่าง วงจรถอดรหัส Decoder ข้อมูล input BCD 2 bit จะได้ output 4 bit สร้างจาก and gate ตาม Truth Table



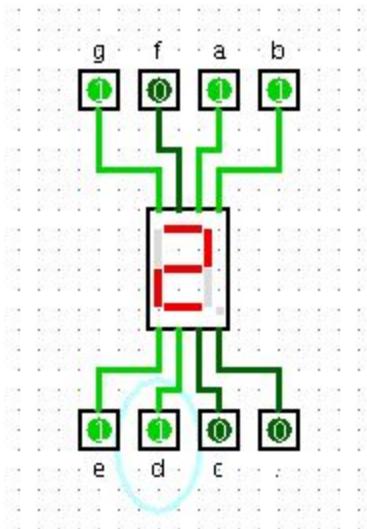
รูปที่ 6

BCD input		Output			
A ₁	A ₀	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0

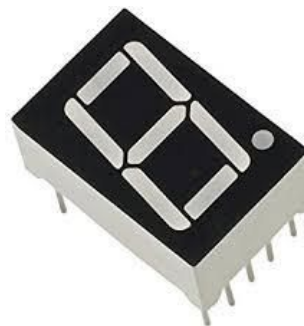
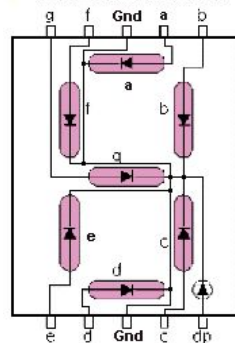
2) 7-Segment ใน Logisim

เป็นอุปกรณ์แสดงผลที่ใช้ LED วางเรียงต่อ 7 ดวง (อีกดวงเป็น จุด .)

โดยดวงไฟแต่ละดวงจะสว่างได้ถ้าสัญญาณลอจิกเป็น 1 เข้าที่ขาขึ้นตามรูปที่ 7 เมื่อต้องการให้ไฟ LED สว่างเป็นเลข 2



Common Cathode



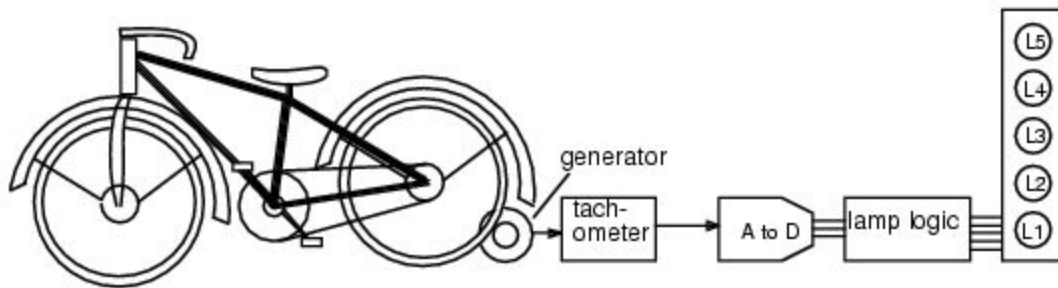
รูปที่ 7 7-Segment ใน Logisim กับ LED ของจริงซึ่งในการต่อวงจรจริงต้องต่อ Ground ที่ต่อพ่วงกันทุกดวงของ LED ทั้ง 7 ดวงเข้าด้วยกัน ใน logisim จะเป็น 7-segment แบบ common cathode

3.1 การทดลอง ออกแบบวงจร decode แสดงผลระดับความเร็วรถจักรยาน

การใช้ K-map กับกรณีลอจิก Don't care cells ใน K-map

การทดลอง

เมื่อนิสิตถูกกำหนดออกแบบวงจรแสดงผลความเร็วของรถจักรยานที่ใช้ปั่นทำให้ผสมอากาศเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำ โดยที่ ล้อหลังของรถจักรยานมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง(DC Generator) ติดตั้งอยู่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้จะสร้างแรงดันไฟฟ้าสูงต่ำไปตามสัดส่วนความเร็วของการหมุนล้อรถจักรยาน โดยสัญญาณแรงดันไฟฟ้าจะถูกแปลงจากสัญญาณแอนะล็อกไปดิจิทัล (Analog to Digital, AD) ผลิตเป็นข้อมูล 3 บิต BCD ซึ่งแทนระดับแรง (หรือความเร็วจักรยาน) ได้ 8 ระดับ ($2^3=8$) เพื่อชวนเชิญให้นิสิตมาออกกำลังกายและช่วยบำบัดน้ำเสีย อาจารย์ผู้ออกแบบจึงให้นิสิตช่วยพัฒนาวงจรไฟแสดงถึงความเร็วในการปั่นจักรยานเพื่จูงใจให้ผู้ปั่นออกแรงมากทำรอบการหมุนให้เร็วขึ้น แต่ด้วยงบประมาณที่จำกัด อาจารย์ดูไฟมาได้แค่ 5 ดวง จึงกำหนดให้นิสิตออกแบบวงจรลอจิก ถอดรหัส BCD 3 บิต ควบคุมไฟให้สว่างสอดคล้องกับความเร็วล้อรถจักรยาน โดยสมมุติให้ ABC คือเลขฐาน 2 (A คือบิตที่ 2 สูงสุด และ C คือบิต ต่ำสุด) โดยเมื่อล้อไม่หมุน ABC=000 ดวงไฟจะไม่สว่าง และอีก 5 ค่า คือ 001 ถึง 101 ไฟสว่างเพิ่มขึ้นทีละดวงจากล่างขึ้นบนจนสว่างหมดตามรูป (001=ดวงล่างสว่าง, 010=ดวง 1 และ 2 สว่างม 011 = ดวง 1 2 และ 3 สว่าง เช่นไปเรื่อย) แต่ถ้าระดับความเร็วเกินจากนั้นไฟก็จะสว่างเพียงห้าดวง



รูปที่ แสดง การแสดงผลความเร็วรถจักรยาน

1) ให้นิสิตสร้างตาราง Truth Table

BCD (5 bits)				ดวงไฟระดับความเร็ว				
เลขฐานสิบ	A	B	C	L5	L4	L3	L2	L1
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	0	1
2	0	1	0	0	0	0	1	1
3	0	1	1	0	0	1	1	1
4	1	0	0	0	1	1	1	1
5	1	0	1	1	1	1	1	1
6	1	1	0(x)	1	1	1	1	1
7	1	1	1(x)	1	1	1	1	1

2) ใช้ K-map หาสมการลอจิก ของดวงไฟแต่ละดวง

	\overline{BC}	\overline{BC}	BC	BC
	00	01	11	10
\overline{A} (0)	0	1	1	1
A (1)	1	1	1	1
$L1 = AB' + B'C + B = A+B+C$				

	\overline{BC}	\overline{BC}	BC	BC
	00	01	11	10
\overline{A} (0)	0	0	1	1
A (1)	1	1	1	1
$L2 = A + A'B$				

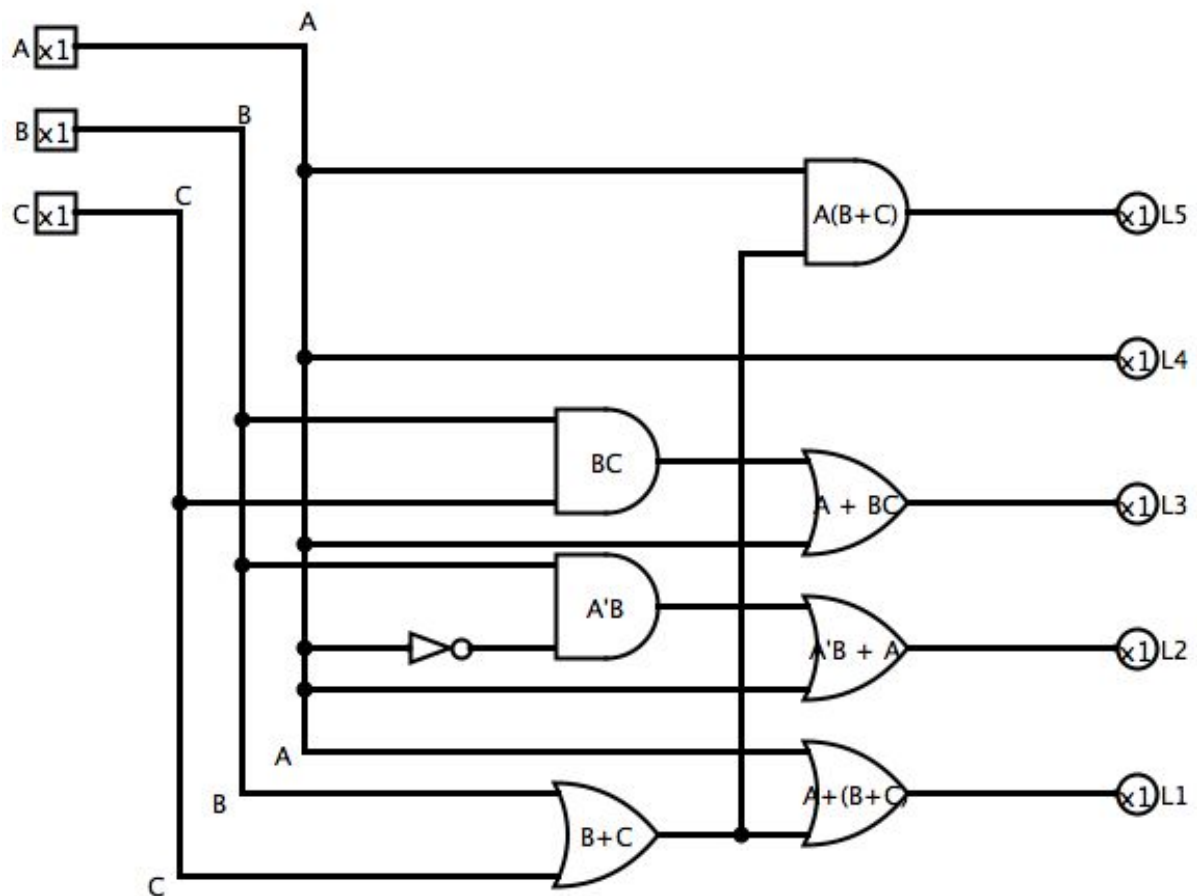
	\overline{BC} 00	$\overline{B}C$ 01	BC 11	$B\overline{C}$ 10
$\overline{A}(0)$	0	0	1	0
$A(1)$	1	1	1	1
L3= $A + BC$				

	\overline{BC} 00	$\overline{B}C$ 01	BC 11	$B\overline{C}$ 10
$\overline{A}(0)$	0	0	0	0
$A(1)$	1	1	1	1
L4= A				

	\overline{BC} 00	$\overline{B}C$ 01	BC 11	$B\overline{C}$ 10
$\overline{A}(0)$	0	0	0	0
$A(1)$	0	1	1	1
L5= $AC + AB = A(B+C)$				

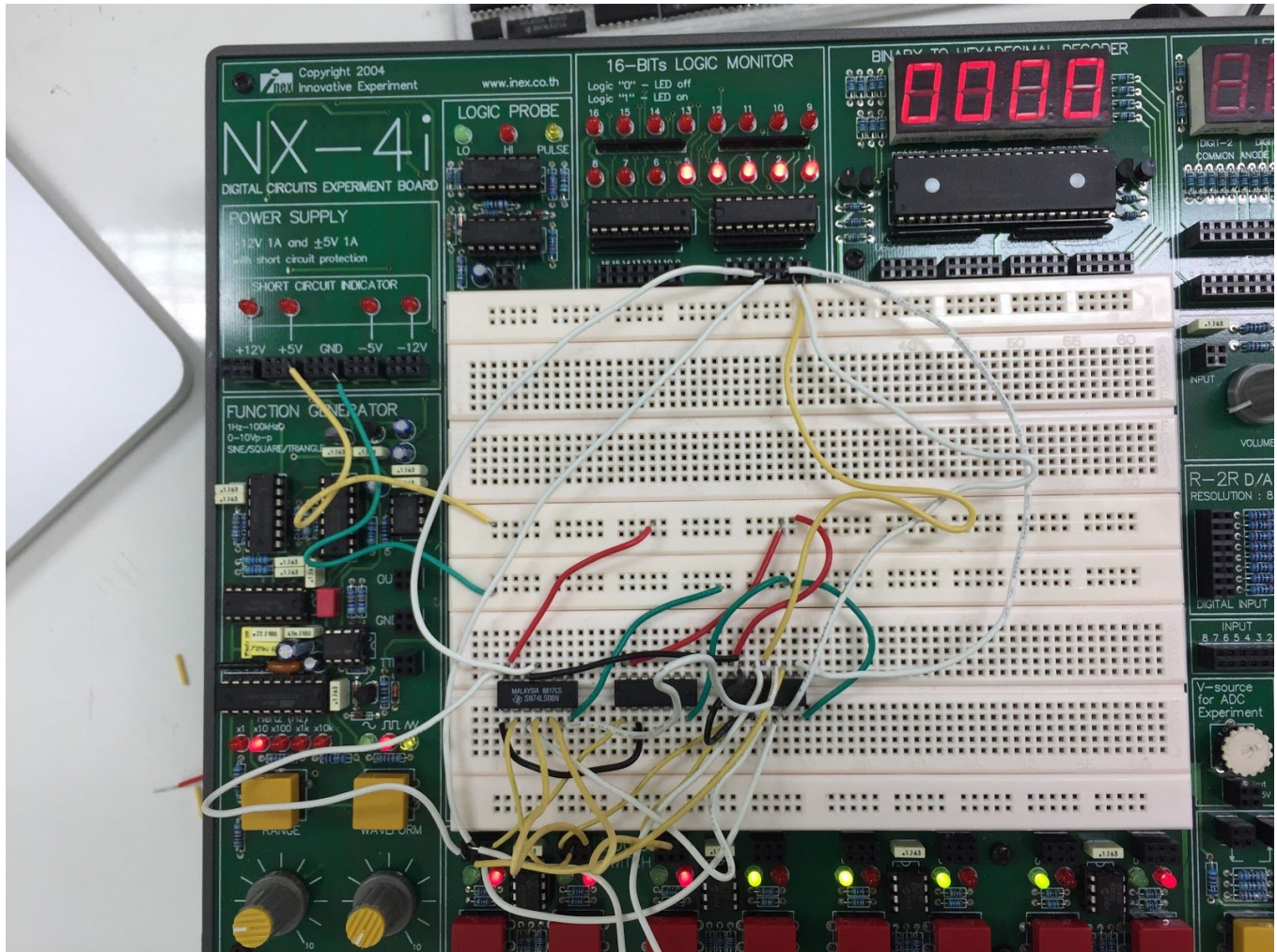
ในช่อง K-map ค่าที่เป็น Don't care นิสิตสามารถใช้เป็น 0 หรือ 1 ก็ได้ เพื่อจัดกลุ่มให้ใหญ่ขึ้น

3) นำสมการลอจิกที่มาสรางวงจรใน Logisim แล้วทำการจำลองการทำงาน



ภาพไดอะแกรมวงจร

- 4) จงใช้ IC ต่อยางวงจรที่ออกแบบ บนบอร์ดทดลอง NX-4i สอบการทำงาน ให้ตรงกับ Truth Table ที่ได้จากการจำลอง



ภาพถ่ายวงจรบนบอร์ดทดลอง NX-4i สอบ

3.2 การทดลอง ออกแบบวงจร decode แสดงผล 7-Segment ให้ แสดงตัวเลขฐาน 16

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อให้นิสิตเรียนรู้เข้าใจหลักการของ decoder
- 2) รู้จักใช้งาน 7 Segment ในโปรแกรม Logisim

อุปกรณ์ที่ต้องใช้ จำลองการทำงานบนโปรแกรม logicism ไม่ต้องต่อบอร์ด NX-4i

การทดลอง

- 1) สร้าง Truth table decoder จาก ค่าเลขฐานสอง BCD จำนวน 4 bit ไปเป็นสัญญาณควบคุมให้ 7 Segment ให้แสดงผลตัวเลขฐาน 16 (HEX) ตั้งแต่ 0 ถึง F

00000(0)	00001(1)	00010(2)	00011(3)	00100(4)	00101(5)	00110(6)	00111(7)	01000(8)
01001(9)	01010(10)	01011(11)	01100(12)	01101(13)	01110(14)	01111(15)	10000(16)	1xxxx

ตาราง Truth Table โดย A คือบิตสูงสุดเลขฐาน 2 และ D คือบิตต่ำสุด

BCD (5 bits)					Output LED สว่าง						
เลขฐานสิบ	A	B	C	D	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
6	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1
10	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1
11	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1
12	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0
13	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1
14	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1

2) นิติใช้ K-map หา สมการลอจิกที่ลดรูป ของแต่ละดวงไป LED กับ BCD

	\overline{CD} 00	\overline{CD} 01	CD 11	CD 10
\overline{AB} (00)	1	0	1	1
\overline{AB} (01)	0	1	1	1
AB (11)	1	0	1	1
AB (10)	1	1	0	1
$a = B'D' + A'C + BC + AD' + A'BD + AB'C'$				

	\overline{CD} 00	\overline{CD} 01	CD 11	CD 10
\overline{AB} (00)	1	1	1	1
\overline{AB} (01)	1	0	1	0
AB (11)	0	1	0	0
AB (10)	1	1	0	1
$b = A'B' + B'D' + A'C'D' + AC'D + A'CD$				

	\overline{CD} 00	\overline{CD} 01	CD 11	CD 10
\overline{AB} (00)	1	1	1	0
\overline{AB} (01)	1	1	1	1
AB (11)	0	1	0	0
AB (10)	1	1	1	1
$c = C'D + A'B + AB' + A'C' + A'D$				

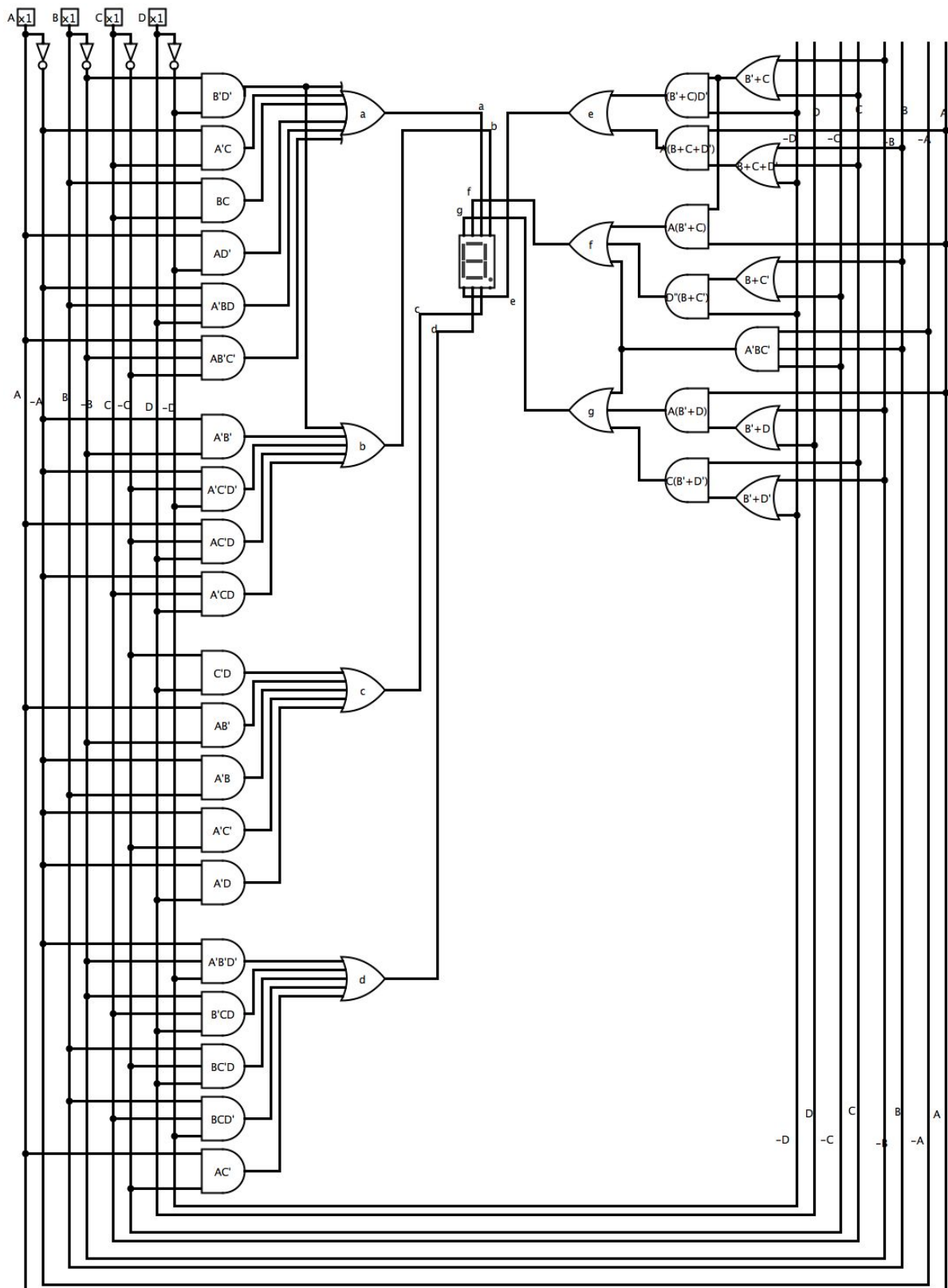
	\overline{CD} 00	\overline{CD} 01	CD 11	CD 10
\overline{AB} (00)	1	0	1	1
\overline{AB} (01)	0	1	0	1
AB (11)	1	1	0	1
AB (10)	1	1	1	0
$d = A'B'D' + AC' + B'CD + BC'D + BCD'$				

	\overline{CD} 00	\overline{CD} 01	CD 11	CD 10
\overline{AB} (00)	1	0	0	1
\overline{AB} (01)	0	0	0	1
AB (11)	1	1	1	1
AB (10)	1	0	1	1
$e = B'D' + CD' + AB + AC + AD' = (B' + C)D' + A(B + C + D')$				

	\overline{CD} 00	\overline{CD} 01	CD 11	CD 10
\overline{AB} (00)	1	0	0	0
\overline{AB} (01)	1	1	0	1
AB (11)	1	0	1	1
AB (10)	1	1	1	1
$f = C'D' + AB' + AC + BD' + A'BC' = (B + C')D' + A(B' + C) + A'BC'$				

	\overline{CD} 00	\overline{CD} 01	CD 11	CD 10
\overline{AB} (00)	0	0	1	1
\overline{AB} (01)	1	1	0	1
AB (11)	0	1	1	1
AB (10)	1	1	1	1
$g = AB' + CD' + B'C + AD + A'BC' = A(B'+D) + C(B'+D') + A'BC'$				

3) นำสมการลอจิกที่มาสร้างวงจรใน Logisim แล้วทำการจำลองการทำงาน



ภาพไดอะแกรมวงจร

3.3 การทดลอง ออกแบบวงจร decode แสดงผล 7-Segment ให้ แสดงชื่อย่อ ภาควิชา CPE

อุปกรณ์ที่ต้องใช้ โปรแกรม logicism ไม่ต้องต่อบอร์ดทดลองจริง

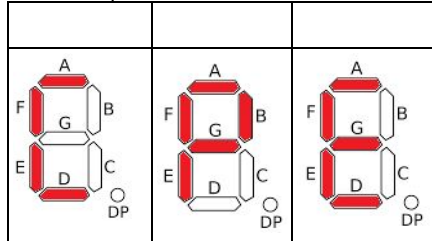
ทฤษฎีที่ต้องเข้าใจ

Subcircuit เรียนรู้จาก <https://www.youtube.com/watch?v=kcllyq2fiXtl>

การทดลอง

สร้างวงจร decoder ค่าเลขฐานสอง BCD จำนวนบิตแล้วแต่นิสิตกำหนด ไปเป็นสัญญาณควบคุม on/off ของไปแต่ละดวงในโครงสร้างของ 7-Segment 3 ตัว ให้แสดงผลอักขระ C P E

- 1) นิสิตจงสร้าง Truth table เพื่อถอดรหัส BCD เป็นสัญญาณลอจิกควบคุมไฟ LED แต่ละดวงให้สว่างแสดงผลเป็นตัวเลขและอักขระตาม C P E ตามแต่จะกำหนดอินพุต



Truth Table

BCD			Output ให้ดวงไฟสว่าง						
A	B	C	a	b	c	d	e	f	g
x	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x	0	1	1	0	0	1	1	1	0
x	1	0	1	1	0	0	1	1	1
x	1	1	1	0	0	1	1	1	1

$$a = B + C$$

$$b = BC'$$

$$c = 0$$

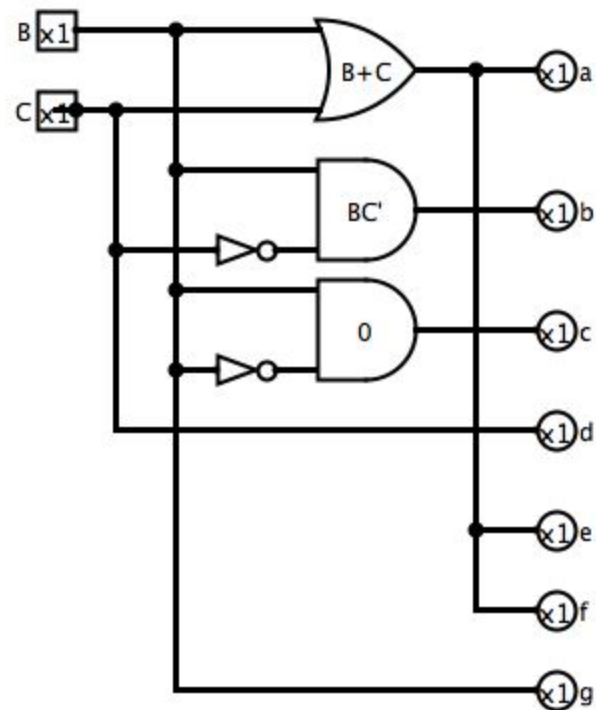
$$d = C$$

$$e = B + C$$

$$f = B + C$$

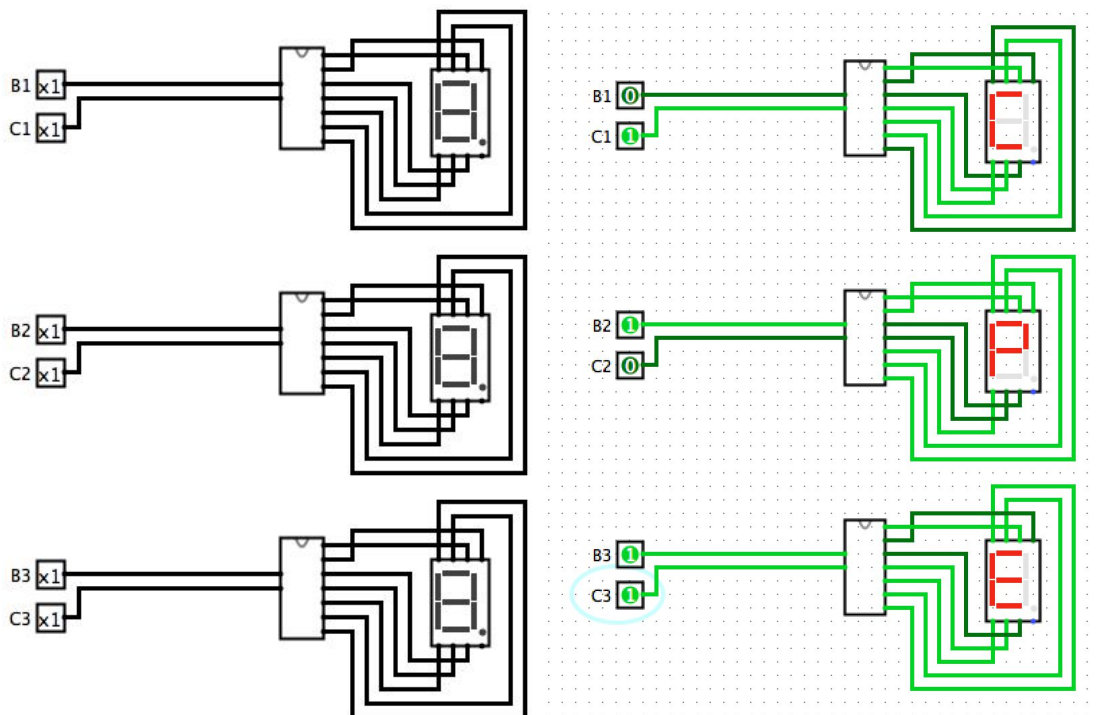
$$g = B$$

2) สร้างวงจรแสดงผลชื่ออักขระ C P หรือ E บนตัวแสดงผล 7- Segment แล้วนำไปสร้างเป็น subcircuit



ภาพไดอะแกรมวงจร

3) ให้นำ 7- Segment 3 ตัว วางเรียงต่อกัน แล้วใช้วงจรในข้อ (2) ที่เป็น subcircuit 3 ชุดมาควบคุม 7-Segment 3 ตัวแสดงผลเป็น CPE ตามลำดับ จำลองการทำงาน



ชื่อ-นามสกุล: วรธนี สารพันธ์

เลขประจำตัว: 6010500117

ภาพไดอะแกรมวงจร