

**การทดลองที่ 6** การออกแบบวงจรดิจิทัลด้วยวิธี Schematic โดยกระบวนการ Top-Down Design  
**วัตถุประสงค์**

1. เพื่อให้เข้าใจการออกแบบวงจรดิจิทัลด้วยวิธี Schematic
2. เพื่อให้สามารถออกแบบวงจรดิจิทัล โดยกระบวนการ Top-Down Design

**การทดลอง**

1. ให้นักศึกษานำเอกสารใบตรวจการทดลองให้อาจารย์ผู้ควบคุมการทดลองเซ็นรับรองเอกสารก่อนเริ่มทำการทดลอง
  2. ให้นักศึกษาสร้างวงจรลูกเต๋าดิจิทัล โดยมีการทำงานและอินพุตเอาท์พุตดังนี้
    - 2.1. อินพุตเป็นสวิตช์กดติดปล่อยดับจำนวน 1 ตัว
    - 2.2. เอาท์พุตเป็น 7 segment ที่แสดงเลข 0-9 จำนวน 2 หลัก (00-99) และ buzzer จำนวน 1 ตัว
    - 2.3. การทำงาน เมื่อกดสวิตช์ ตัวเลขบน 7 segment ทั้งสองหลักจะวิ่งไปเรื่อยๆ อย่างรวดเร็วเมื่อปล่อยสวิตช์ ตัวเลขบน 7 segment จะหยุดอยู่ที่เลขใดเลขหนึ่ง ซึ่งทุกๆ ครั้งที่กดแล้วปล่อยจะไม่สามารถคาดเดาได้ว่าเลขจะหยุดที่เลขใดระหว่าง 00-99 (6 และ 9 ใช้รูปแบบนี้)
    - 2.4. หากเลขทั้งสองหลักมีค่าเท่ากัน ให้ buzzer ดัง
    - 2.5. ข้อบังคับ
      - 2.5.1. ให้ออกแบบโดยใช้กระบวนการ Top-Down design โดยละเอียดและถูกต้องสมบูรณ์
      - 2.5.2. ให้สร้างวงจรโดยวิธี Schematic
      - 2.5.3. เมื่อกดสวิตช์ ตัวเลขจะวิ่งไปเรื่อยๆ ตราบเท่าที่ยังกดสวิตช์อยู่
      - 2.5.4. เมื่อปล่อยสวิตช์ จะแสดงตัวเลข(กึ่ง)สุ่ม จนกว่าจะกดสวิตช์ใหม่
  3. ให้ออกแบบวงจรโดยกระบวนการ Top-down design ลงในกระดาษ โดยละเอียดและถูกต้องสมบูรณ์แล้วส่งให้อาจารย์ผู้ควบคุมการทดลองตรวจ
  4. เมื่อผ่านขั้นตอนที่ 3 แล้ว ให้สร้างวงจรโดยวิธี Schematic ตามที่ออกแบบในข้อ 3 แล้วทดสอบการทำงานให้สมบูรณ์ จึงส่งอาจารย์ผู้ควบคุมการทดลองตรวจ
- Hint
1. ควรออกแบบ Block diagram และ วงจรในกระดาษก่อน
  2. ควรแบ่งวงจรเป็นส่วนๆ ทั้งในการออกแบบและการสร้าง
  3. Counter + Display + Comparator

## ใบตรวจการทดลองที่ 6

วัน/เดือน/ปี \_\_\_\_\_

☐ กลุ่มเช้า ☐ กลุ่มบ่าย

รหัสนักศึกษา \_\_\_\_\_ ชื่อ-นามสกุล \_\_\_\_\_

การตรวจการทดลอง

☐ บันทึกคะแนนแล้ว

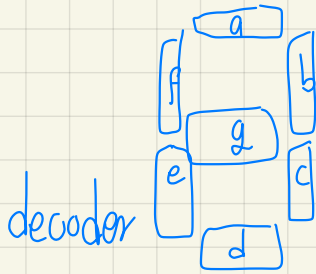
การทดลองข้อ 1    ลายเซ็นอาจารย์ \_\_\_\_\_

การทดลองข้อ 3    ลายเซ็นอาจารย์ \_\_\_\_\_ (Top-down)

การทดลองข้อ 4    ลายเซ็นอาจารย์ \_\_\_\_\_ (Perfect circuit)

หมายเหตุ ตั้งแต่การทดลองนี้เป็นต้นไป ไม่รับใบตรวจการทดลองที่  
มีร่องรอยการแก้ไข ขูด ลบ ขีดฆ่า เปลี่ยนแปลงทุกชนิด

# lab 06 work space.



	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

AB \ CD	00	01	11	10
00	0	1	3	2
01	4	5	7	6
11	x	x	x	x
10	8	9	x	x

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

Annotations:  $\bar{A}\bar{B}\bar{D}$  (circled),  $\bar{B}\bar{D}$  ✓,  $C$  ✓,  $BD$  ✓,  $A$  ✓

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

Annotations:  $\bar{C}\bar{D}$  ✓,  $\bar{B}$  ✓,  $CD$  ✓,  $A$  ✓

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

Annotations:  $\bar{C}$  ✓,  $D$  ✓,  $B/A$  ✓

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

Annotations:  $\bar{A}\bar{B}\bar{D}$  ✓,  $\bar{B}\bar{C}$  ✓,  $\bar{A}\bar{B}C$  ✓,  $\bar{C}\bar{D}$  ✓,  $A$  ✓

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

Equation:  $b = A + \bar{B} + CD + \bar{C}\bar{D}$

Annotations:  $\bar{B}\bar{C}\bar{D}$  ✓,  $\bar{B}\bar{D}$  ✓,  $AB$  ✓,  $AC$  ✓,  $CD$  ✓

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

Equation:  $c = A + B + \bar{C} + D$

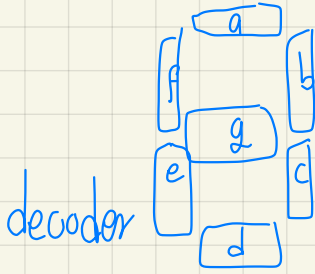
Annotations:  $\bar{B}\bar{C}\bar{D}$  ✓,  $\bar{C}\bar{D}$  ✓,  $A$  ✓,  $BC$  ✓,  $BC\bar{D}$  ✓,  $\bar{B}\bar{D}$  ✓

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

Equation:  $d = A + \bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}\bar{B}\bar{D} + \bar{B}\bar{C}D$

Annotations:  $\bar{B}\bar{C}$  ✓,  $A$  ✓,  $\bar{B}\bar{C}$  ✓,  $CD$  ✓

# Lab 06 work space.



③

AB \ CD	00	01	11	10
00	0	1	3	2
01	4	5	7	6
11	x	x	x	x
10	8	9	x	x

	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

④

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

Labels:  $\bar{B}\bar{D}$ ,  $BD$ ,  $C$ ,  $A$

⑤

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

Labels:  $\bar{C}\bar{D}$ ,  $\bar{B}$ ,  $CD$

⑥

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

Labels:  $\bar{C}$ ,  $D$ ,  $B$

⑦

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

Labels:  $\bar{B}\bar{D}$ ,  $\bar{B}CD$ ,  $\bar{B}C$ ,  $C\bar{D}$ ,  $A$

⑧

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

Labels:  $\bar{B}\bar{D}$ ,  $C\bar{D}$

⑨

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

Labels:  $\bar{C}\bar{D}$ ,  $\bar{B}\bar{C}$ ,  $A$ ,  $\bar{B}\bar{D}$

⑩

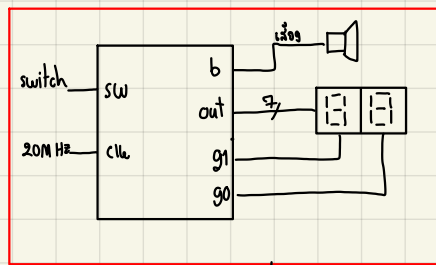
AB \ CD	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	1	1	0	1
11	x	x	x	x
10	1	1	x	x

Labels:  $\bar{B}\bar{D}$ ,  $\bar{B}\bar{C}$ ,  $\bar{B}C$ ,  $A$

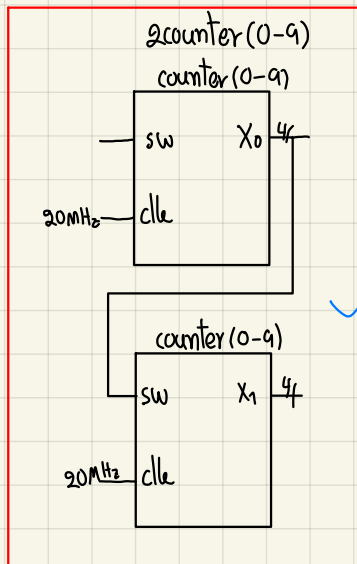
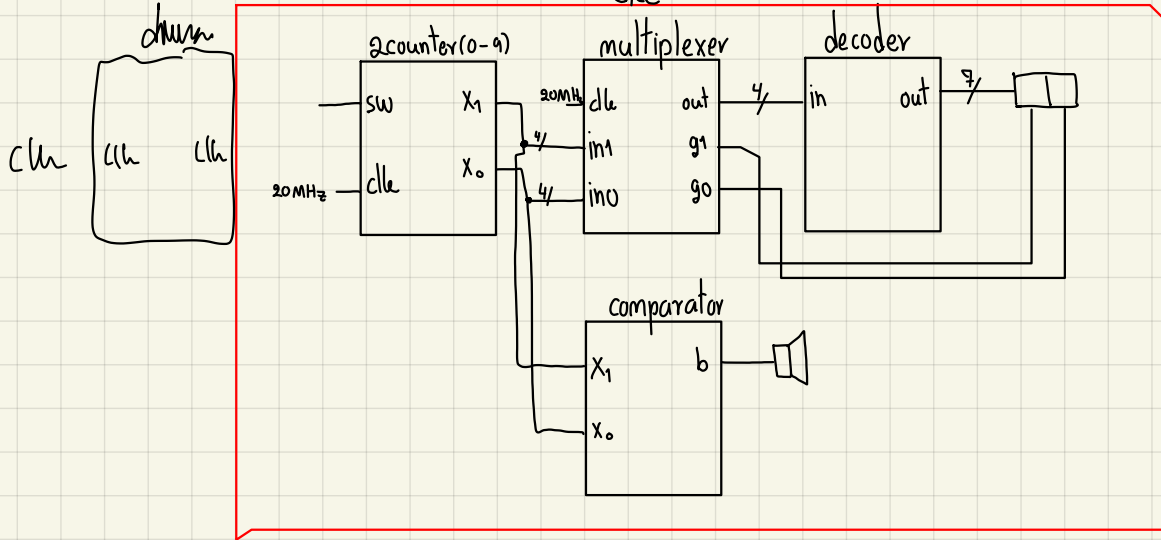
$a = A + C + BD + \bar{B}\bar{D}$   
 $b = \bar{B} + CD + C\bar{D}$   
 $c = B + \bar{C} + D$   
 $d = A + \bar{B}C + \bar{B}\bar{D} + C\bar{D} + B\bar{C}D$   
 $e = \bar{B}\bar{D} + C\bar{D}$   
 $f = A + B\bar{D} + B\bar{C} + C\bar{D}$   
 $g = A + B\bar{C} + \bar{B}C + B\bar{D}$

||||

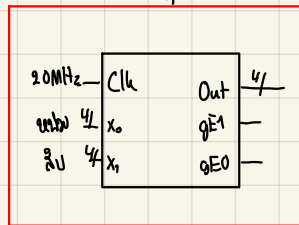
dice



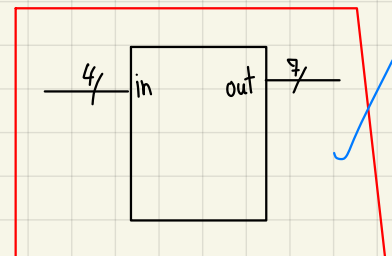
dice



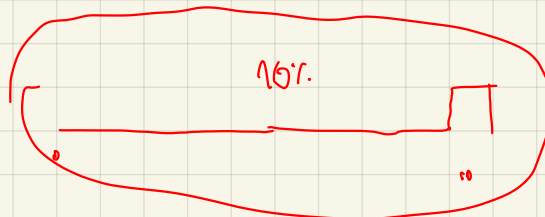
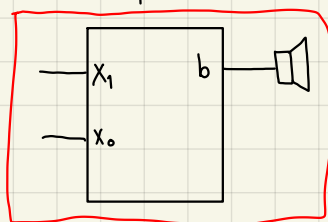
multiplexer



decoder



comparator



counter (0-9)

Prev				Next				A		B		C		D	
A	B	C	D	A	B	C	D	J	k	J	k	J	k	J	k
0	0	0	0	0	0	0	1	0	X	0	X	0	X	1	X
0	0	0	1	0	0	1	0	0	X	0	X	1	X	X	1
0	0	1	0	0	0	1	1	0	X	0	X	X	0	1	X
0	0	1	1	0	1	0	0	0	X	1	X	X	1	X	1
0	1	0	0	0	1	0	1	0	X	X	0	0	X	1	X
0	1	0	1	0	1	1	0	0	X	X	0	1	X	X	1
0	1	1	0	0	1	1	1	0	X	X	0	X	0	1	X
0	1	1	1	1	0	0	0	1	X	X	1	X	1	X	1
1	0	0	0	1	0	0	1	X	0	0	X	0	X	1	X
1	0	0	1	1	0	0	0	X	1	0	X	0	X	X	1

$J_A$

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

$J_B$

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

$J_C$

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

$J_D$  = BCD

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

$K_A$  = CD

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

$K_B$  = AD

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

$K_C$  = 1

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

$K_D$  = D

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

$K_D$  = CD

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

= D

= 1

ev		next				a		b		c		d	
c	d	a	b	c	d	j	k	j	k	j	k	j	k
0	0			0	1					0	x	1	x
0	1			1	0					1	x	x	1
1	0			1	1					x	0	1	x
1	1			0	0					x	1	x	1

