

# Logic Gates

Combination Logic Circuits

# Course Outline

1. Introduction
2. Logic Gates & Related Devices
3. Combination Circuits I
4. Combination Circuits II
5. Combination Circuits III
6. Sequential Circuit I
7. Sequential Circuit II
8. Sequential Circuit III
9. Sequential Circuit IV
10. FPGA I
11. FPGA II
12. Logic circuit project I
13. Logic circuit project II
14. Lab Exam

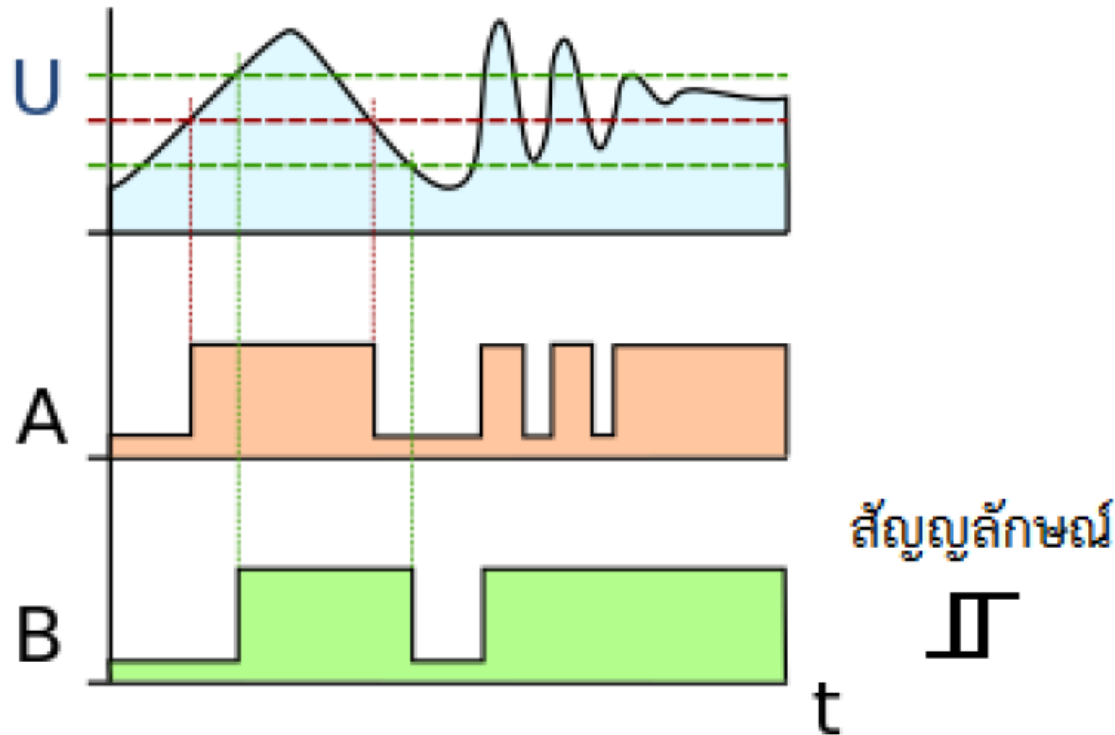
# Logic Circuit Laboratory

# Outline

1. Schmitt Trigger
2. Open Collector
3. Tri-State
4. BCD (Binary-Coded Decimal)
5. 7-Segment Display
6. Driver
7. selector/multiplexer
8. decoder/demultiplexer

# Schmitt Trigger

วงจรเปลี่ยนระดับสัญญาณไฟฟ้า ให้กลายเป็นระดับสัญญาณไฟฟ้าดิจิทัลแบบฮิสเทอรีซิส ตัวอย่างไอซี TTL ที่เป็นแบบ Schmitt Trigger เช่น เบอร์ 14 - Inverter Schmitt (Hex)



(ภาพจาก [https://en.wikipedia.org/wiki/Schmitt\\_trigger](https://en.wikipedia.org/wiki/Schmitt_trigger))

ภาพ U คือสัญญาณที่มีการรบกวน

ภาพ A คือสัญญาณที่ผ่านวงจรเปรียบเทียบแรงดันทั่วไป

ภาพ B คือสัญญาณที่ผ่านวงจร Schmitt Trigger (วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบฮิสเทอรีซิส)

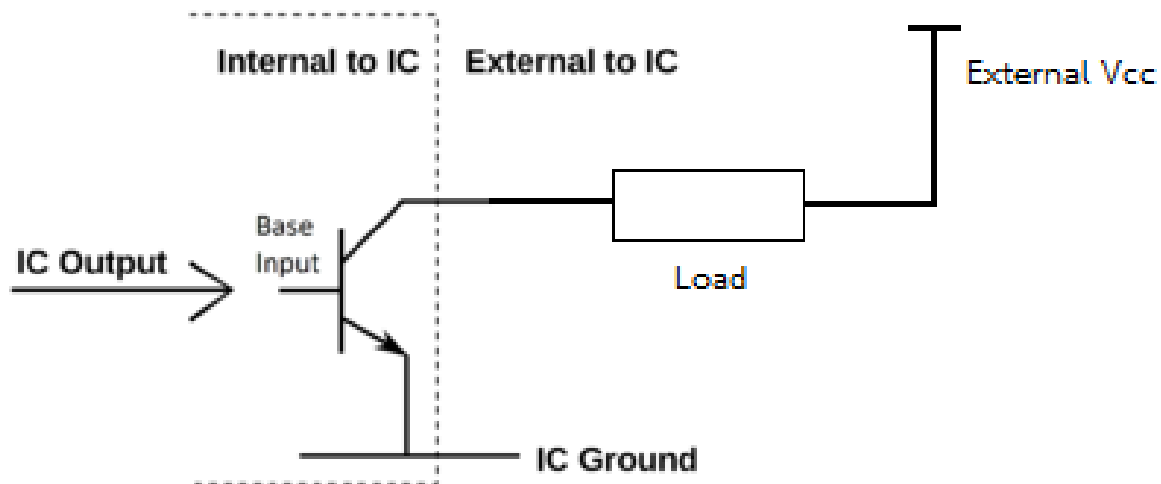
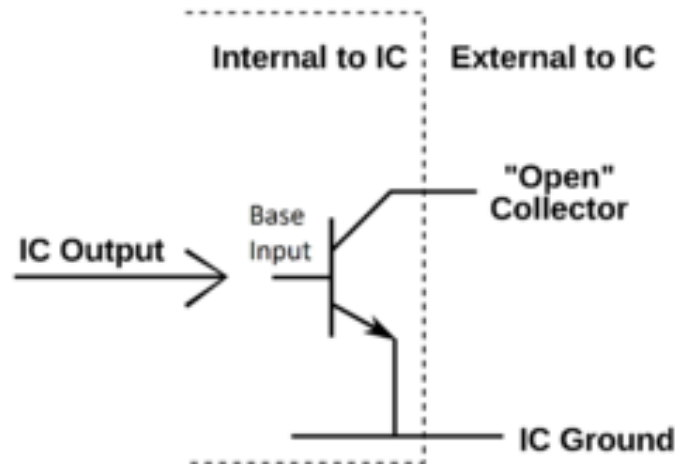
# Open Collector

เป็นเกตที่ภายในขาเอาต์พุต ไม่ได้มีลักษณะเป็นแบบระดับสัญญาณ TTL ทั่ว ๆ ไป

ภายในจะมีลักษณะเป็นเหมือนการปล่อยขาค้านเอาต์พุตต่อลอยรอตึงไว้ (ปล่อยขา Collector ของทรานซิสเตอร์ลอยตึงไว้) เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถนำไปใช้กับระดับสัญญาณแรงดันอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ระดับสัญญาณ TTL ได้

เช่นต่อกับอุปกรณ์ที่ทำงานด้วยระดับสัญญาณที่ 12V ตัวอย่างของไอซีเบอร์ที่มีลักษณะเป็น O/C เช่น เบอร์ 01 - 2-Input NAND O/C (Quad), เบอร์ 06 - Inverter Buffer 30V O/P (Hex), เบอร์ 09 - 2-Input AND O/C (Quad), เบอร์ 47 - BCD-Seven Segment Decoder 15V O/P

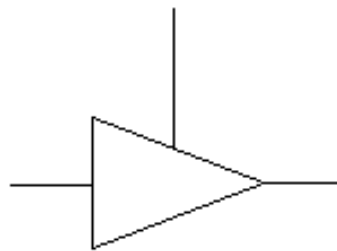
# Open Collector



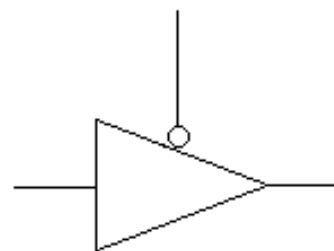
# Tri-State

เป็นเกตที่มีเอาต์พุตนอกจากจะเป็นลอจิก Hi และ ลอจิก Lo แล้ว ยังมีอีกสถานะหนึ่งคือ Hi Impedance หรือเป็นการ disable ภาควเอาต์พุต

โดยที่ตัวเกตจะมีอีกขาหนึ่งต่อเข้ามาเพื่อเอาไว้กำหนดสถานะการปล่อยเอาต์พุต ซึ่งจะมีทั้งแบบที่ทำงานด้วยลอจิก Hi และลอจิก Lo ตัวอย่างไอซี TTL ที่เป็นแบบ Tri-State เช่นเบอร์ 125 - 3-State Buffer (Quad)



Active High



Active Low



# BCD (Binary-Coded Decimal)

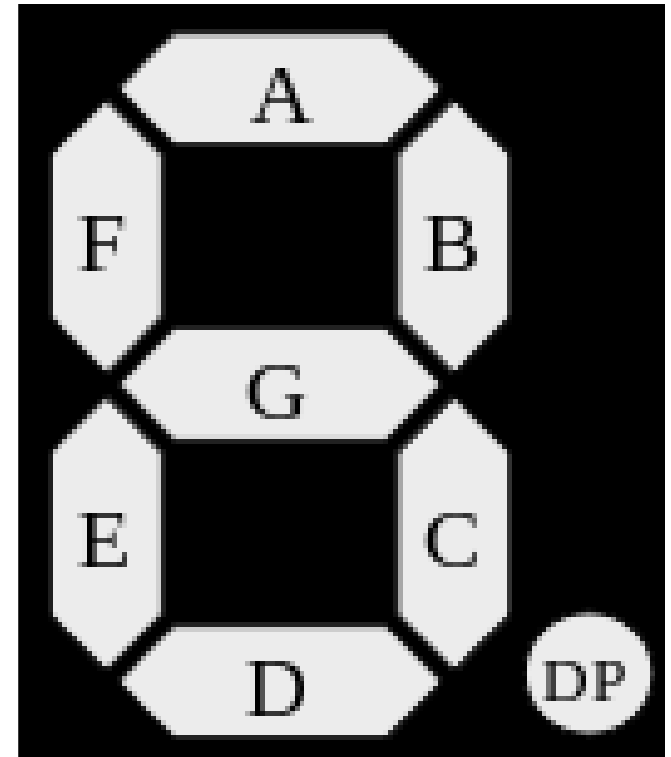
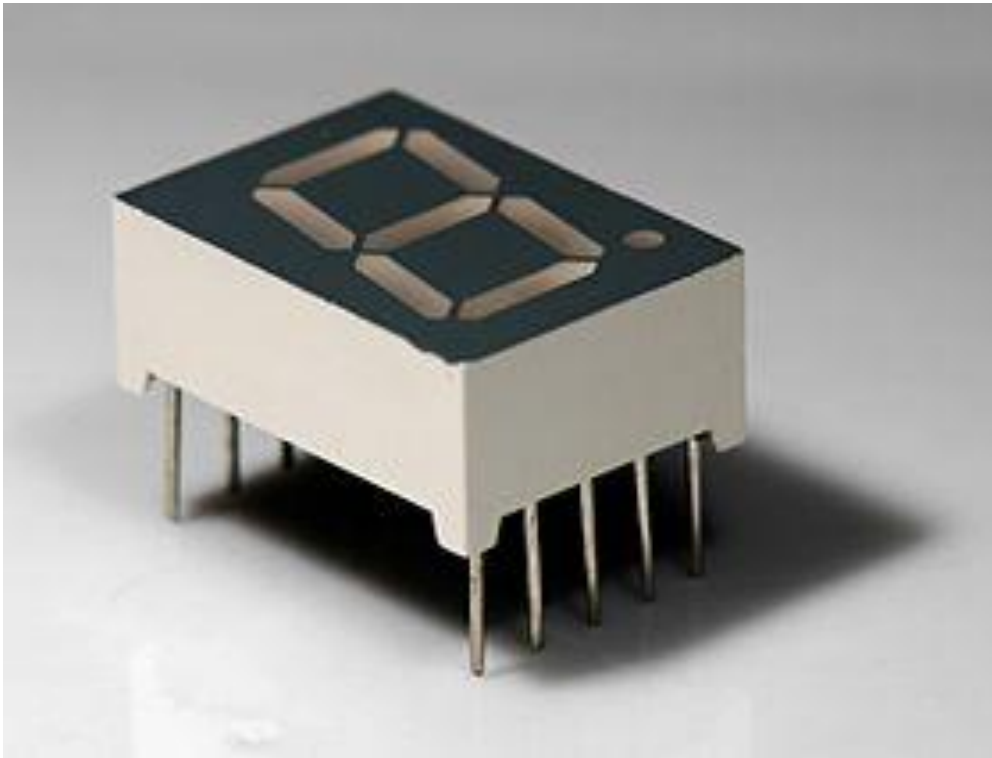
คือการแทนตัวเลขฐาน 10 โดยใช้ตัวเลขฐาน 2 โดยที่หนึ่งหลักองเลขฐาน 10 จะใช้เลขฐาน 2 ขนาด 4 บิต (Nibble) แทน ดังนั้นข้อมูลขนาด 1 ไบต์ (8 บิต) จะแทนเลขฐานสิบในรูปแบบ BCD ได้ตั้งแต่ 00 – 99

25 จะเขียนแทนด้วยฐาน 2 เป็น 0010 0101 (0x25)

9 จะเขียนแทนด้วยฐาน 2 เป็น 0000 1001 (0x09)

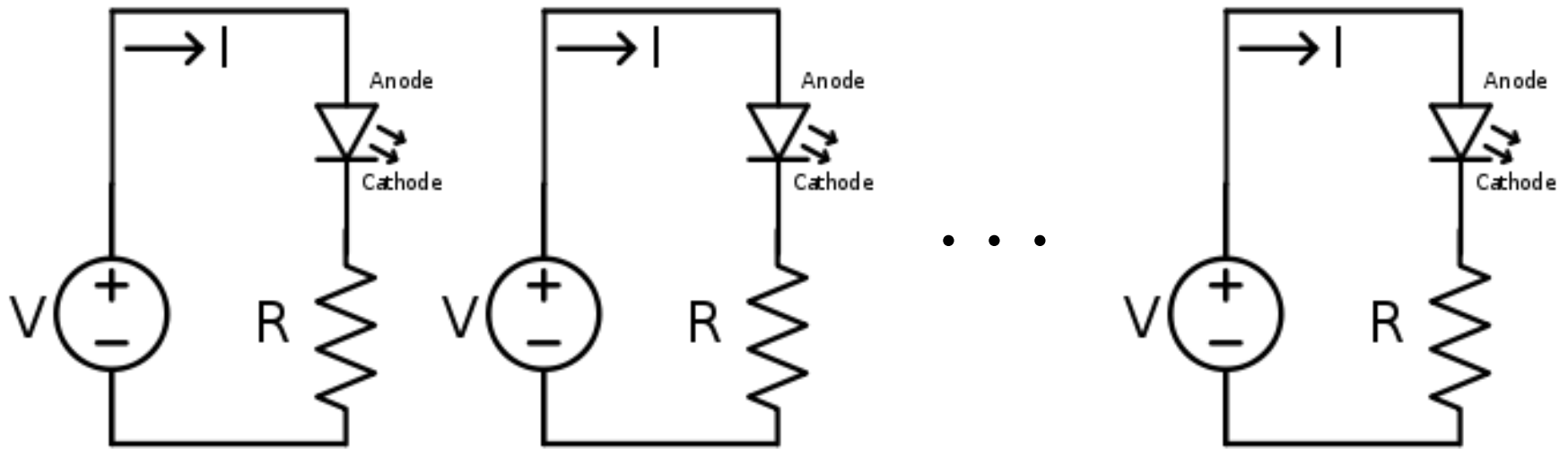
# 7-Segment Display

ตัวแสดงผลอิเล็กทรอนิกส์ที่เอาไว้แสดงตัวเลขฐานสิบเป็นหลัก



# 7-Segment Display

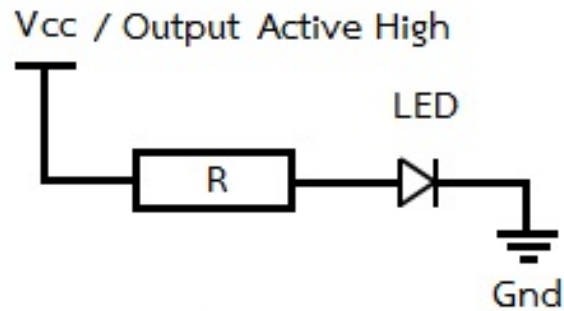
แต่ละส่วนจะมีชื่อเรียก A, B, C, D, E, F, G เรียงวนตามเข็มนาฬิกา



จะต้องมีการต่อไฟเลี้ยงทั้งไฟบวก และ Ground เพื่อให้แต่ละส่วนของ A-G ทำงาน และเพื่อเป็นการประหยัดค่า

โดยส่วนใหญ่จะรวมชุดจ่ายไฟเลี้ยง หรือชุดขา Ground เข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งจะเรียก 7-Segment แบบ ไฟบวก/ไฟเลี้ยงร่วม (Common Anode) หรือ 7-Segment แบบ Ground ร่วม (Common Cathode)

# 7-Segment Display



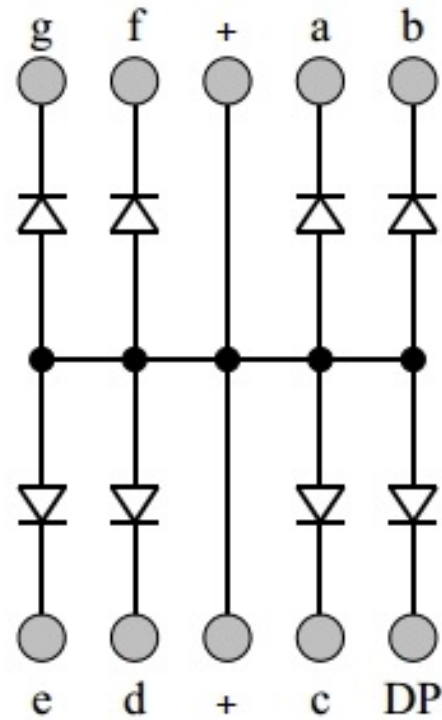
LED กินไฟ 10-20 mA

$$I = V/R = 5/250 = 20 \text{ mA}$$

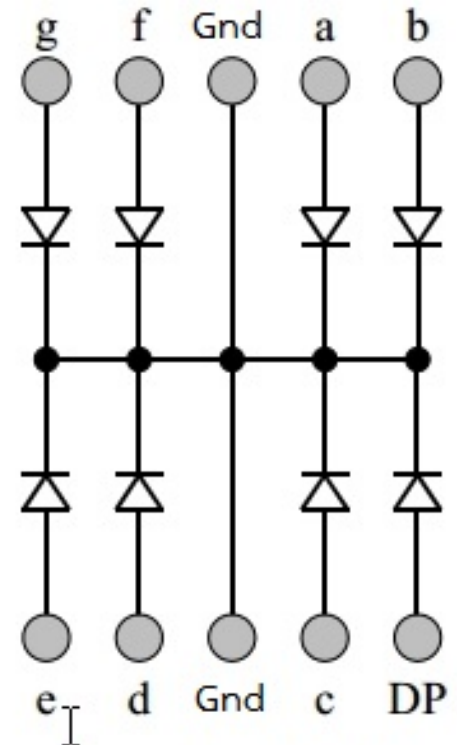
$$I = V/R = 5/500 = 10 \text{ mA}$$

$$I = V/R = 12/600 = 20 \text{ mA}$$

$$I = V/R = 12/1200 = 10 \text{ mA}$$

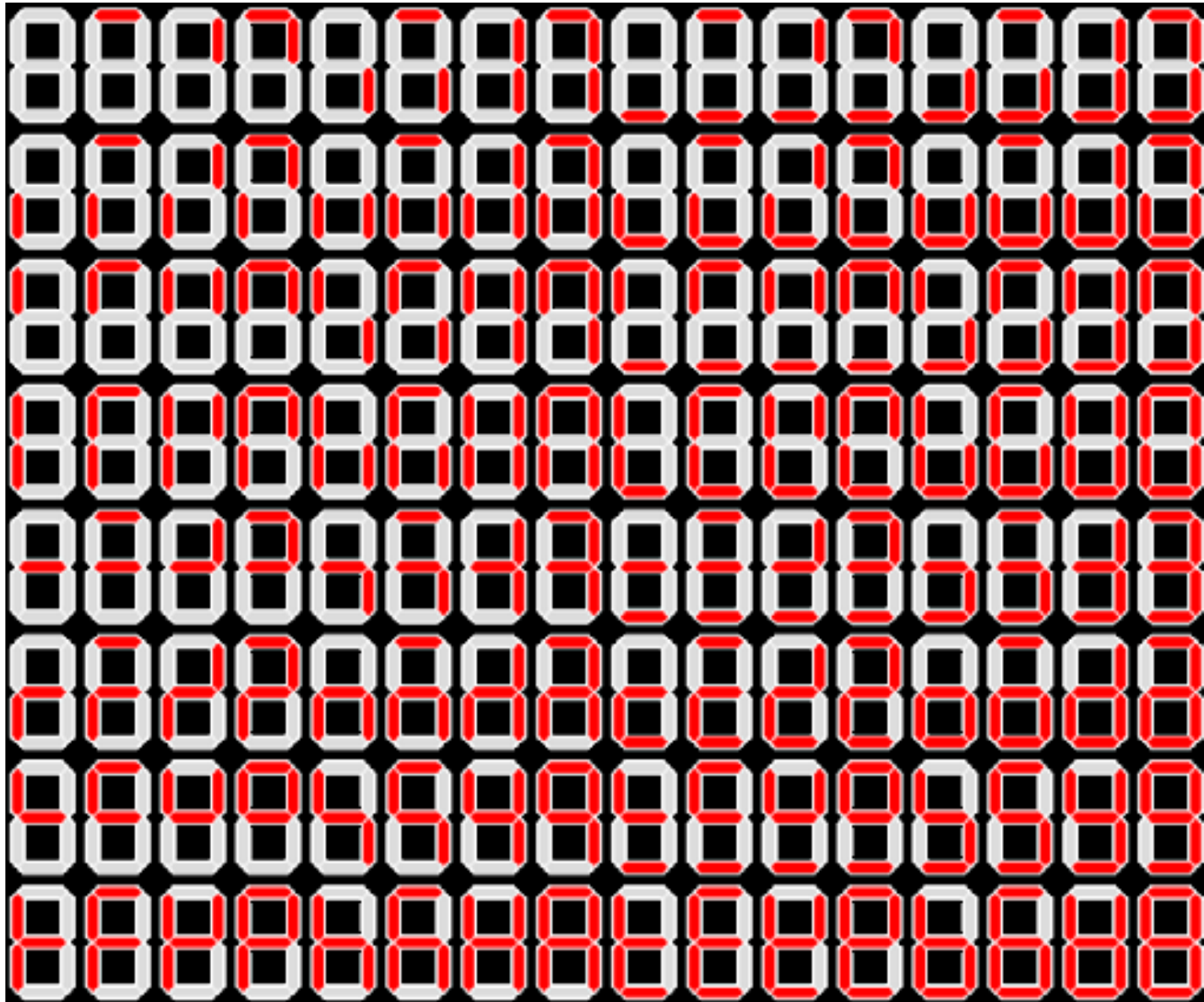


**Common anode**



**Common cathode**

# 7-Segment Display



# 7-Segment Display

| ตัวเลข | เลขฐาน 16 | เลขฐาน 2  | A | B | C | D | E | F | G |
|--------|-----------|-----------|---|---|---|---|---|---|---|
| 0      | 0x7E      | 0111 1110 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1      | 0x30      | 0011 0000 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2      | 0x6D      | 0110 1101 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 3      | 0x79      | 0111 1001 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 4      | 0x33      | 0011 0011 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 5      | 0x5B      | 0101 1011 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 6      | 0x5F      | 0101 1111 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 7      | 0x70      | 0111 0000 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8      | 0x7F      | 0111 1111 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 9      | 0x7B      | 0111 1011 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| A      | 0x77      | 0111 0111 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| b      | 0x1F      | 0001 1111 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| C      | 0x4E      | 0100 1110 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| D      | 0x3D      | 0011 1101 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| E      | 0x4F      | 0100 1111 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| F      | 0x47      | 0100 0111 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |

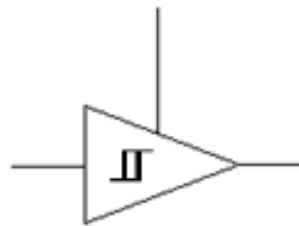
# วงจรเชิงประสมสำเร็จรูป

# วงจร Driver

เป็นวงจรช่วยขยายสัญญาณ หรือขับสัญญาณให้แรงขึ้น บางทีเรียกว่า Bus Driver

ในกรณีที่น่าไปขยายสัญญาณบัสที่ต่อออกมาจากซีพียู วงจร Driver ก็ถือว่าเป็นเกต Buffer ประเภทหนึ่ง เพราะว่าลอจิกยังคงเหมือนเดิมเมื่อผ่านวงจร Driver (แต่ก็มีบางเบอร์ที่ทำงานเป็น Inverter)

บางครั้งจะมีฟังก์ชันของ Schmitt Trigger และ Tri-State ทำงานรวมอยู่ด้วย ตัวอย่างเช่น ไอซีเบอร์ 244 – Octal Buffers And Line Driver with 3-State Output

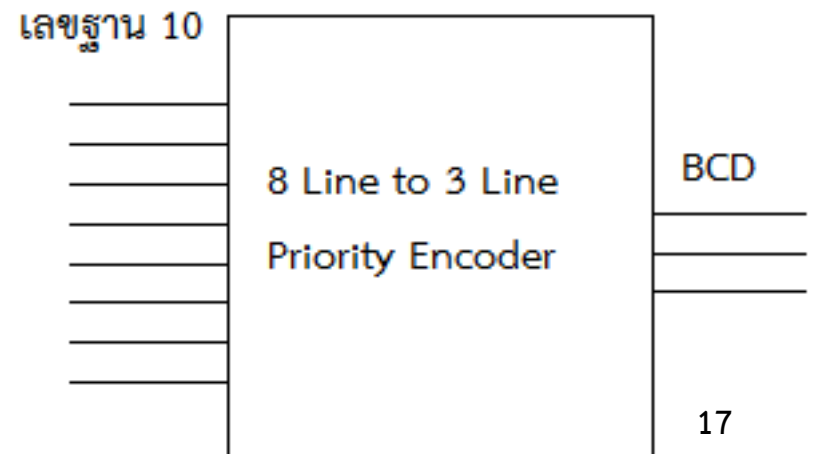
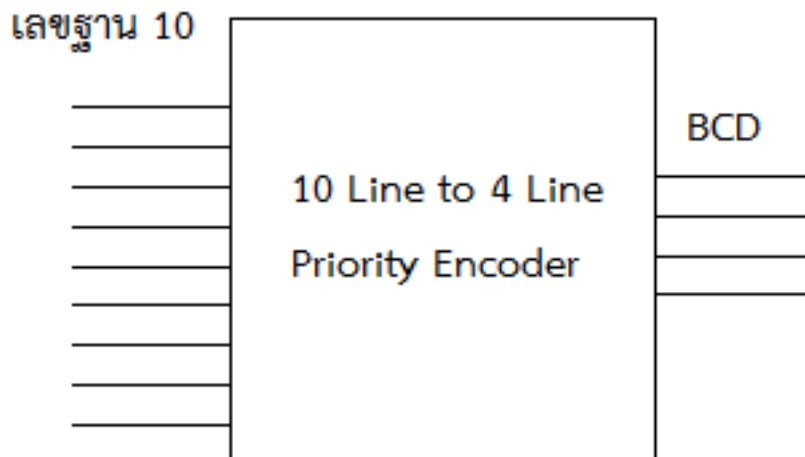




# วงจร Encoder

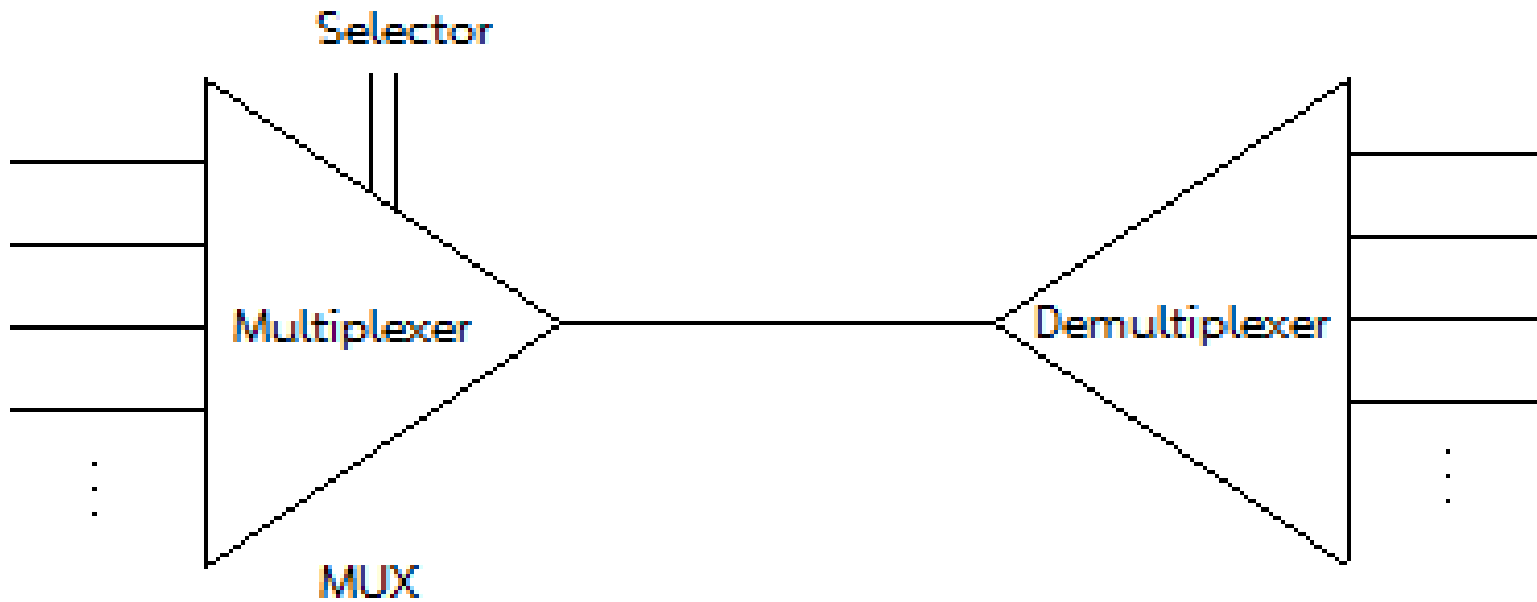
วงจรเข้ารหัส ลักษณะโดยทั่วไปคือ ผังอินพุตจะเป็นผังที่ผู้ใช้งานเข้าใจ ส่วนผังเอาต์พุต จะเป็นลักษณะที่ผู้ใช้งานไม่เข้าใจ (เข้าใจได้น้อยกว่า) แปลงจากด้านที่เข้าใจ เป็นสิ่งที่ไม่เข้าใจ (เข้ารหัส)

มีไอซีสำเร็จรูปมากมายที่ทำออกมาให้ใช้งาน วงจร encoder จะทำงานตรงข้ามกับ วงจร decoder ตัวอย่างเบอร์ไอซี เช่น เบอร์ 147 - 10-to-4 Line Priority Encoders. เบอร์ 148 - 8-to-3 Line Priority Encoders



# วงจร Selector/Multiplexer

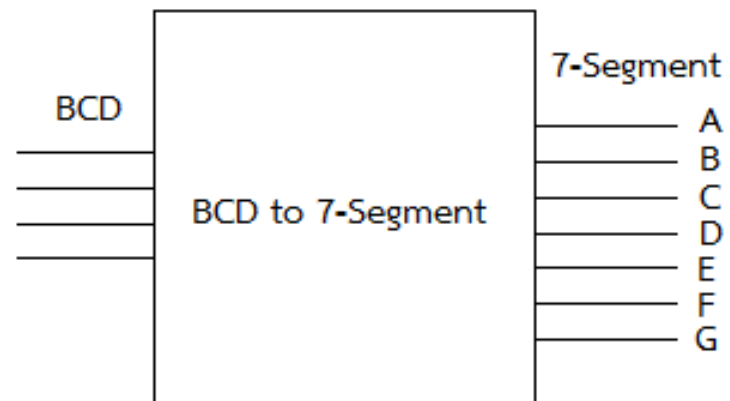
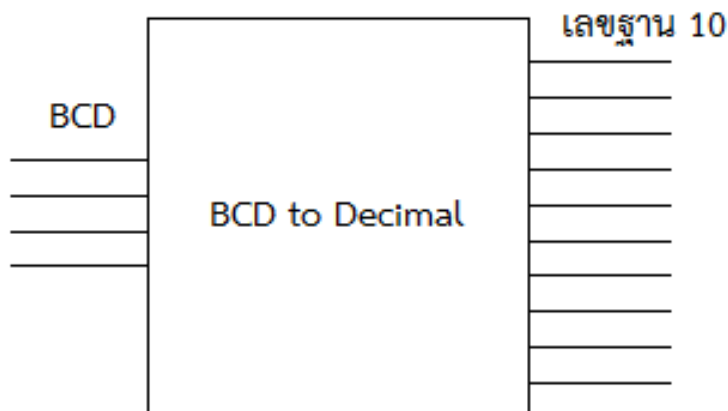
เป็นวงจรที่เลือกหรือแปลงสัญญาณอินพุตตามหมายเลขที่กำหนด ส่งออกไปหรือแปลงออกไปยังฝั่งเอาต์พุต โดยปกติฝั่งอินพุตจะมีหลายช่องสัญญาณและฝั่งเอาต์พุตจะมี 1 ช่องสัญญาณ ตัวอย่างเช่นไอซีเบอร์ 153 - 4-to-1 Line Selector (Dual) / Dual 4-Input Multiplexer



# วงจร Decoder/Demultiplexer

วงจรถอดรหัส ลักษณะโดยทั่วไปคือ ฝั่งอินพุตจะเป็นฝั่งที่ผู้ใช้งานไม่เข้าใจ (เข้าใจได้น้อยกว่า) ส่วนฝั่งเอาต์พุตจะเป็นลักษณะที่ผู้ใช้งานเข้าใจ หรือพูดอีกนัยหนึ่งก็คือ แปลงจากด้านที่ไม่เข้าใจ (เข้ารหัส)

มีไอซีสำเร็จรูปมากมายที่ทำออกมาให้ใช้งาน วงจร decoder จะทำงานตรงกันข้ามกับ วงจร encode ตัวอย่างเบอร์ไอซี เช่น เบอร์ 42 - BCD to Decimal Decoder, เบอร์ 47 - BCD-Seven Segment



# วงจร Binary Digit Operation

## 1. วงจรบวกเลขฐาน 2

เบอร์ 83 - 4-Bit Binary Full Adder วงจรบวกเลขขนาด 4 bit แบบมีตัวทด

## 2. วงจรเปรียบเทียบเลขฐาน 2

เบอร์ 85 - 4-Bit Comparator วงจรเปรียบเทียบเพื่อบอกได้ว่า 4 bit ฝั่งใดมากกว่า น้อยกว่า หรือเท่ากัน

# LAB3

# START