

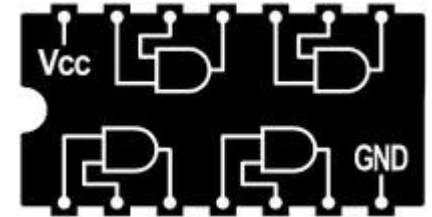
ดิจิทัลสำหรับเทคโนโลยีสารสนเทศ

Digital for Information Technology

ลอจิกเกต (ต่อ)

3. นี้อตเกต(เกต นี้อต (NOT gate))
4. นอร์เกตเกต(หรือ นอร์ (NOR gate))
5. แนนด์เกต (หรือ เกต แนนด์ (NAND gate)
6. บัฟเฟอร์เกตและเกตพิเศษอื่น ๆ ดังนี้
7. เอ็กซ์คลูซีฟออร์เกต และ 8. เอ็กซ์คลูซีฟนอร์เกต

ลอจิกเกตพื้นฐาน



อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในวงจรดิจิทัล ซึ่งเป็นพื้นฐานหลักในการทำงาน

ของวงจรดิจิทัลเรียกว่า ลอจิกเกต (Logic Gate) แบ่งตามลักษณะการทำงานได้ 8 ชนิด ดังนี้

1. แอนด์เกต(เกต แอนด์ (AND gate))

2. ออร์เกต(เกต ออร์ (OR gate))

3. นี้อตเกต(เกต นี้อต (NOT gate))

4. นอร์เกตเกต(หรือ นอร์ (NOR gate))

5. แนนด์เกต (หรือ เกต แนนด์ (NAND gate)

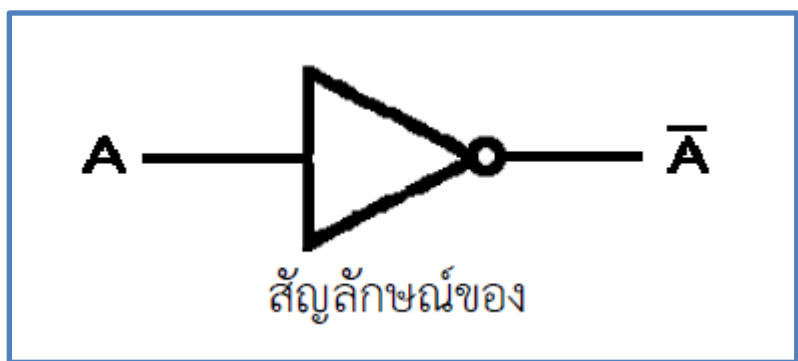
6. บัฟเฟอร์เกตและเกตพิเศษอื่น ๆ ดังนี้

7. เอ็กซ์คลูซีฟออร์เกต และ 8. เอ็กซ์คลูซีฟนอร์เกต

น๊อตเกต

(NOT gate)

น๊อตเกต (NOT gate) เป็นเกตที่มีอินพุตเพียงอันเดียว ดังรูปสัญลักษณ์ที่แสดงข้างล่างนี้



$\bar{A}$ อ่านว่า "NOT A" หรือ complement ของ A

Input	Output
A	A'
0	1
1	0

นิพจน์บูลีน (Boolean expression)

$$X = \bar{A}$$

อินพุตของ น๊อตเกต จะมีค่าลอจิกตรงกันข้าม (inverted) กับทางเอาต์พุต ถ้าให้อินพุตมีค่าลอจิกเป็น "1" เอาต์พุตก็จะมีค่าลอจิกเป็น "0" แต่ถ้าให้อินพุตมีค่าลอจิกเป็น "0" ค่าลอจิกทางเอาต์พุตก็จะเป็น "1"

นิอตเกต

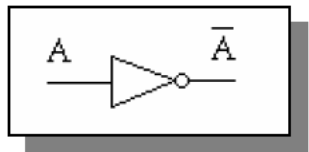
นิอตเกต หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “อินเวอร์เตอร์” เป็นลอจิกเกตที่ให้ผลของระดับสัญญาณทางเอาต์พุตตรงกันข้ามกับอินพุต หรือกลับกันกับอินพุต เขียนสัญลักษณ์สมการลอจิกและตารางความจริงด้านล่าง สมการของนิอตเกตเขียนได้ดังนี้

นิอตเกต

นิอตเกตมีหลักการทำงานดังนี้คือ

ถ้า อินพุตมีค่าทางลอจิกเป็น “0”
เอาต์พุตจะมีค่าเป็น “1” แต่ถ้า

อินพุตเป็นมี ค่าเป็น “1”
เอาต์พุตที่ปรากฏจะมี ค่าเป็น “0”

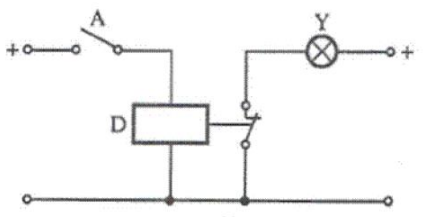


$$Y = \overline{A}$$

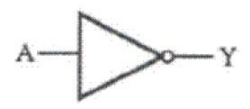
ตารางความจริงของนิอตเกต

A	Y
0	1
1	0

(ค) ตารางความจริง



(ก) วงจรพื้นฐาน



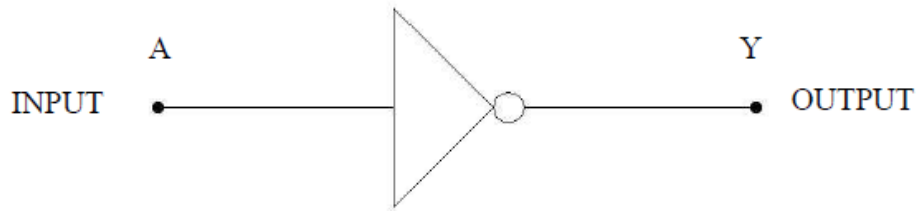
(ข) สัญลักษณ์

แสดงวงจรพื้นฐาน สัญลักษณ์และตารางความจริงของเกต นอต

ซึ่งสังเกตได้ว่าเอาต์พุตจะมีผลตรงกันข้ามกับอินพุตเสมอ นิอตเกตมีสัญลักษณ์และตารางความจริง

อินพุต	เอาต์พุต
A	X
0	1
1	0

นอตเกต หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “อินเวอร์เตอร์” เป็นลอจิกเกตที่ให้ผลของระดับสัญญาณทางเอาต์พุตตรงกันข้ามกับอินพุต หรือกลับกันกับอินพุต เขียนสัญลักษณ์สมการลอจิกและตารางความจริงได้ดังนี้



สมการของนอตเกตเขียนได้ดังนี้ $Y = \overline{A}$

INPUT	OUTPUT
A	Y
0	1
1	0

นอร์เกต

นอร์เกต คือ ลอจิกเกตที่มีการทำงานตรงกันข้ามกับออร์เกต หรือเปรียบเสมือนกับนำออร์เกตมาต่อร่วมกับน็อตเกต นั่นคือในสถานะที่อินพุตเหมือนกัน

ถ้าออร์เกตให้เอาต์พุตเป็นลอจิก 0

นอร์เกตจะให้เอาต์พุตเป็นลอจิก 1 และ

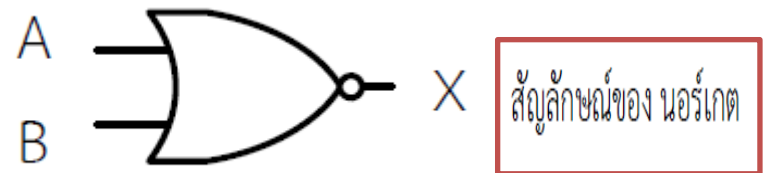
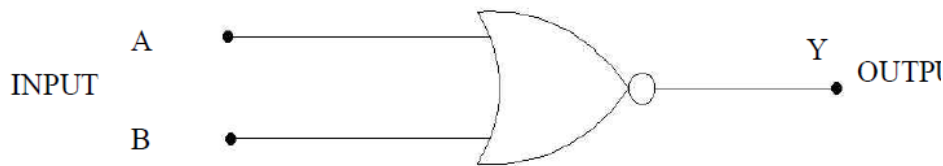
ในทำนองเดียวกันถ้าสถานะอินพุตเหมือนกัน

ถ้าออร์เกต ให้เอาต์พุตเป็นลอจิก 1

นอร์เกตจะให้เอาต์พุตเป็นลอจิก 0 สามารถเขียน

สัญลักษณ์สมการลอจิก และตารางความจริงได้ดังนี้

Input		Output
A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



สัญลักษณ์ของนอร์เกตชนิด 2 อินพุต

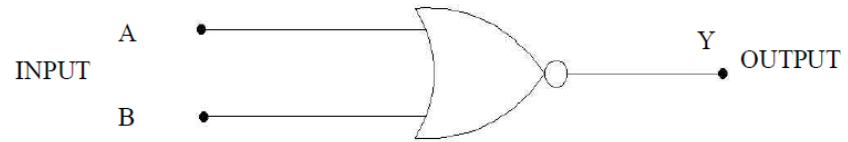
นอร์เกต (NOR gate) เป็นเกตที่มีอินพุตตั้งแต่สองอินพุตขึ้นไป เอาต์พุตของนอร์เกตจะเป็น "0" ถ้าอินพุตหนึ่งอินพุตใดหรือทั้งสองมีระดับลอจิก เป็น "1" แต่ถ้าอินพุตทั้งสองเป็น "0" เอาต์พุตก็จะเป็น "1"

นอร์เกต

สมการของนอร์เกตชนิด 2 อินพุตเขียนได้ดังนี้

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

ตารางความจริงของนอร์เกตชนิด 2 อินพุต



INPUT		OUTPUT
A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

เกตชนิดนี้ได้ถูกพัฒนามาจากออร์เกต
และน็อตเกต

โดยนำมาต่อร่วมกัน หลักการทำงานของนอร์
เกตมีลักษณะที่คล้ายกับออร์เกต ต่างกันตรงที่
ให้ผลลัพธ์ออกมาตรงกันข้ามกับผลลัพธ์ของ
ออร์เกต ซึ่งสามารถตรวจสอบการทำงานได้
จากตารางความจริง

เครื่องหมาย - แทนความหมาย น็อต (NOT)

เครื่องหมาย + แทนความหมาย ออร์ (OR)

เครื่องหมาย . แทนความหมาย แอนด์ (AND)

A	B	A+B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

OR gate

ตาราง

A ออร์ B

นอร์เกต

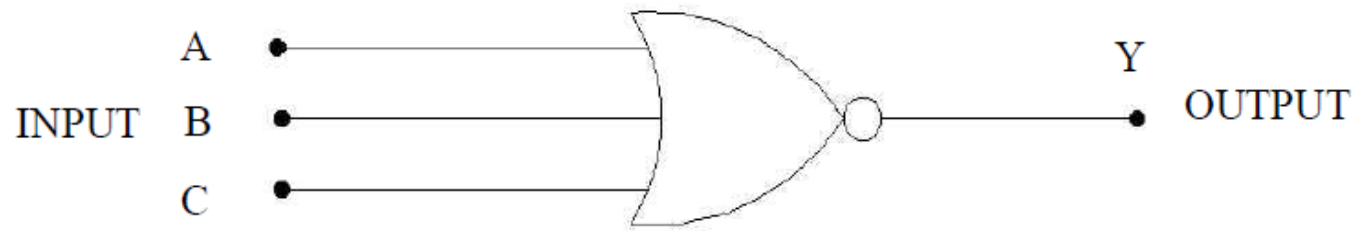
สัญลักษณ์ของนอร์

เกตชนิด 3 อินพุต

สมการของนอร์เกตชนิด 3 อินพุต

เขียนได้ดังนี้

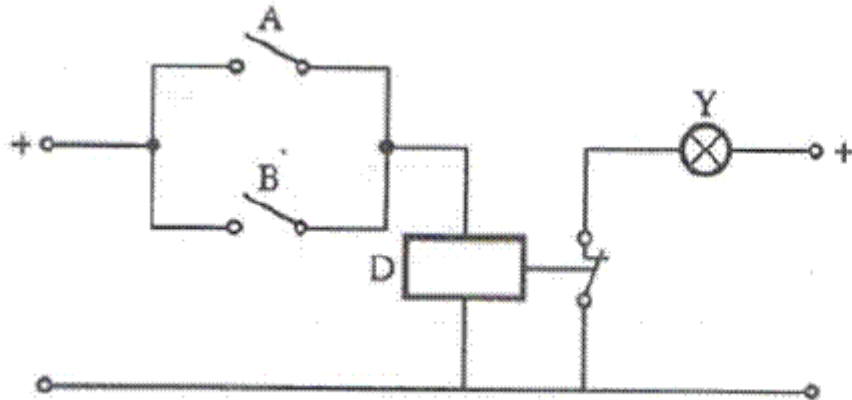
$$Y = \overline{A + B + C}$$



INPUT			OUTPUT
A	B	C	Y
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

นอร์เกต

เกต นอร์เขียนแทนด้วยสวิตช์ **A** และ **B** รีเลย์ **D** และหลอดไฟ **Y** ซึ่งทำหน้าที่เป็น เอาต์พุตของวงจร(เกต นอร์ คือ เกต นี้อต-ออร์)



(ก) วงจรพื้นฐาน



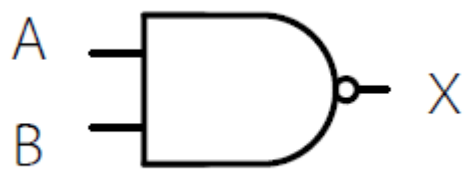
(ข) สัญลักษณ์

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Y</i>
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

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

แนนด์เกต

แนนด์เกต (NAND gate) เป็นเกตที่มีอินพุตตั้งแต่สองอินพุตขึ้นไป เอาท์พุทของแนนด์เกตจะเป็น "1" ถ้าอินพุตหนึ่งอินพุตใดหรือทั้งสองมีระดับลอจิก เป็น "0" แต่ถ้าอินพุตทั้งสองเป็น "1" เอาท์พุทก็จะเป็น "0"

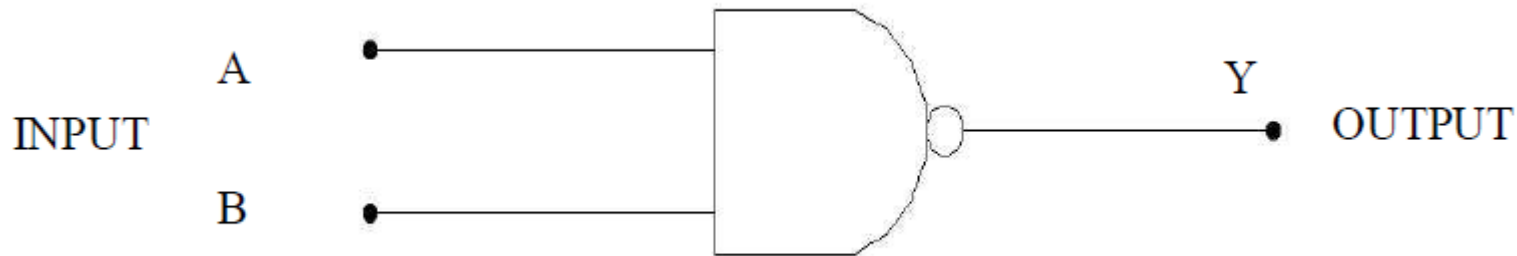


สัญลักษณ์ของ แนนด์เกต

Input		Output
A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

แนนด์เกต

แนนด์เกต เป็นลอจิกเกตที่มีการทำงานตรงกันข้ามกับแนนด์เกต นั่นคือ ในสถานะที่อินพุตเหมือนกันถ้าแนนด์เกตให้เอาต์พุตเป็นลอจิก 0 แนนด์เกตจะให้เอาต์พุตเป็นลอจิก 1 และในทำนองเดียวกันถ้าสถานะอินพุตเหมือนกันถ้าแนนด์เกตให้เอาต์เป็นลอจิก 1 แนนด์เกตจะให้เอาต์พุตเป็นลอจิก 0 สามารถเขียนสัญลักษณ์ สมการลอจิก และตารางความจริงได้ดังนี้



สมการของแนนด์เกตชนิด 2 อินพุตเขียนได้ดังนี้

$$Y = \overline{A.B}$$

แนนด์เกต

ตารางความจริงของแนนด์เกตชนิด 2 อินพุต

สมการของแนนด์เกตชนิด 2 อินพุต
เขียนได้ดังนี้

$$Y = \overline{A \cdot B}$$

INPUT		OUTPUT
A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

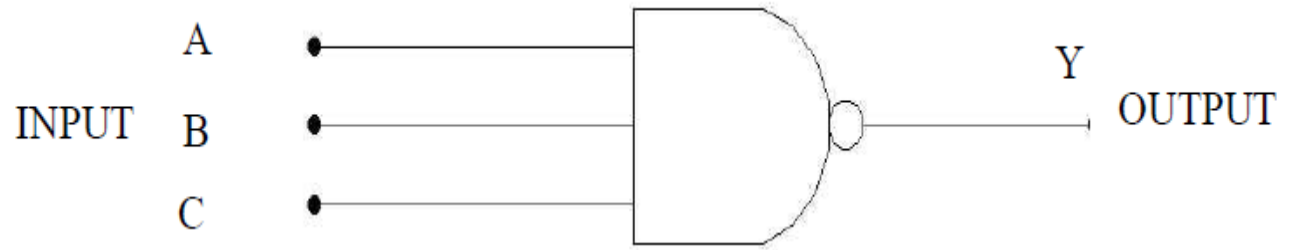
A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

(ค) ตารางความจริง

แนนด์เกต เป็นลอจิกเกตที่มีการทำงาน
ตรงกันข้ามกับแนนด์เกตนั้น

$$\text{แนนด์เกต } Y = A \cdot B$$

4. แนนด์เกต



ตารางความจริงของแนนด์เกตชนิด 3 อินพุต

สัญลักษณ์ของแนนด์เกตชนิด 3 อินพุต

$$Y = \overline{A.B.C}$$

สมการของแนนด์เกตชนิด 3 อินพุตเขียนได้ดังนี้

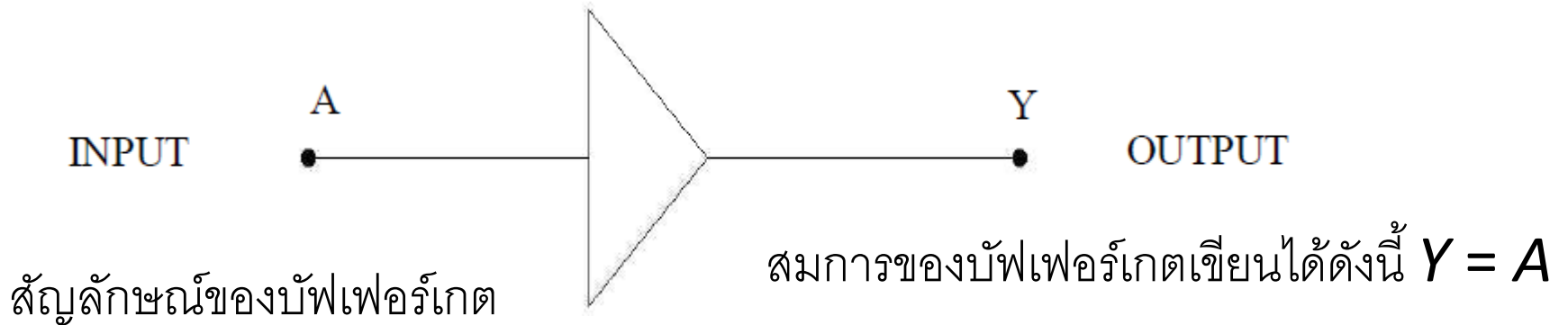
$$Y = A.B.C$$

INPUT			OUTPUT
A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

INPUT			OUTPUT
A	B	C	Y
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

5. บัฟเฟอร์เกต

บัฟเฟอร์เกต เป็นลอจิกเกตที่ให้ผลระดับสัญญาณทางเอาต์พุตเหมือนกับอินพุตเขียนสัญลักษณ์ สมการลอจิก และตารางความจริงได้ดังนี้



ตารางความจริงของบัฟเฟอร์เกต

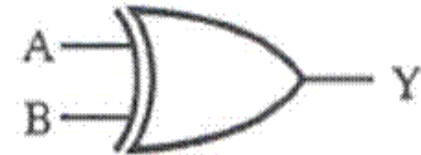
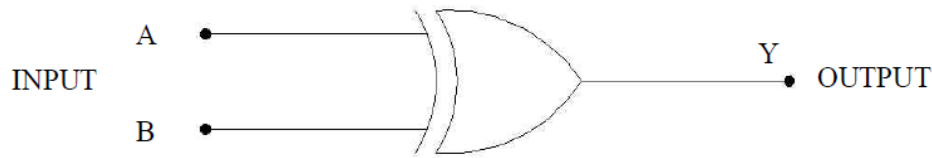
INPUT	OUTPUT
A	Y
0	0
1	1

เอ็กซอร์คลูซีฟออร์เกต

เอ็กซอร์คลูซีฟออร์เกต หรือ **Ex – OR Gate** จะให้เอาต์พุตเป็นลอจิก 1 ก็

ต่อเมื่ออินพุต **A** และอินพุต **B** มีสถานะลอจิกต่างกัน นอกเหนือจากสภาวะดังกล่าว

เอ็กซอร์คลูซีฟออร์เกตจะให้เอาต์พุตเป็นลอจิก 0 สามารถเขียนสัญลักษณ์ สมการลอจิก และ ตารางความจริงได้ดังนี้



ตารางความจริงของเอ็กซอร์คลูซีฟออร์เกตชนิด 2 อินพุต

สัญลักษณ์ของเอ็กซอร์คลูซีฟออร์เกตชนิด 2 อินพุต

สมการของเอ็กซอร์คลูซีฟออร์เกตชนิด 2 อินพุต

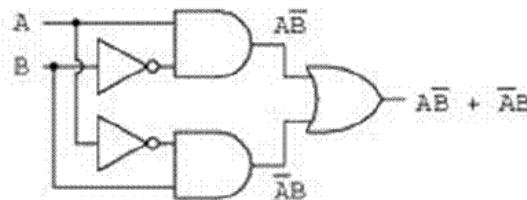
เขียนได้ดังนี้ $Y = A \oplus B$

สมการพีชคณิตลอจิก

$$\text{คือ } Y = \bar{A}B + A\bar{B}$$

$$= A \oplus B$$

เกตภายในของ เอ็กซอร์คลูซีฟออร์

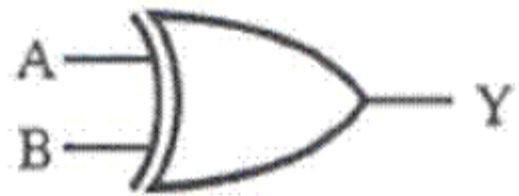


$$A \oplus B = \bar{A}B + A\bar{B}$$

INPUT		OUTPUT
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

เอ็กซ์คลูซีฟออร์เกต

เกตชนิดนี้สัญญาณ เอาต์พุตจะปรากฏเป็นลอจิก “1” ก็ต่อเมื่ออินพุต **A** และ **B** มีค่าเป็นลอจิก “0” และ “1” หรือ ตรงข้ามกัน ถ้านอกเหนือจากกรณีเหล่านี้เอาต์พุตจะปรากฏเป็นลอจิก “0”



<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Y</i>
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

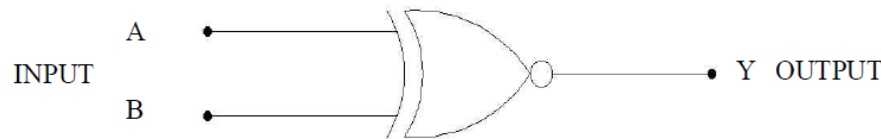
แสดงสัญลักษณ์ และตารางความจริงของเกต เอกซ์คลูซีฟออร์



$$Y = \overline{A}B + A\overline{B}$$
$$= A \oplus B$$

เอ็กซ์คลูซีฟนอร์เกต

เอ็กซ์คลูซีฟนอร์เกต หรือ **Ex – NOR Gate** จะให้เอาต์พุตเป็นลอจิก 1 ก็ต่อเมื่ออินพุต **A** และอินพุต **B** มีสถานะลอจิกเหมือนกัน นอกเหนือจากสภาวะดังกล่าว เอ็กซ์คลูซีฟนอร์เกตจะให้เอาต์พุตเป็นลอจิก 0 สามารถเขียนสัญลักษณ์ สมการลอจิกและตารางความจริงได้ดังนี้



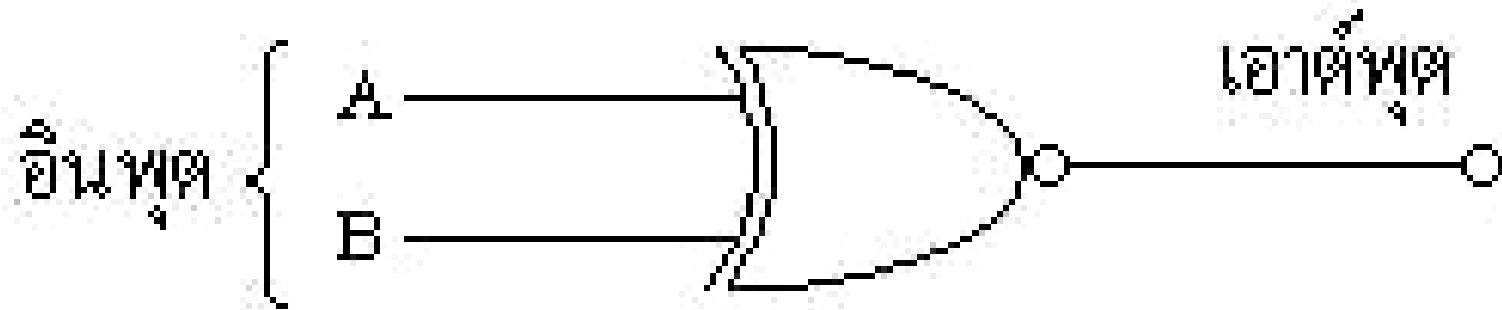
สัญลักษณ์ของเอ็กซ์คลูซีฟนอร์เกตชนิด 2 อินพุต $Y = \overline{A \oplus B}$

เกตชนิดนี้คล้ายกับเอกซ์คลูซีฟ-ออร์เกต ซึ่งเกิดจากการนำเอาเกตชนิดอื่นมาประยุกต์ใช้งาน แต่จะต่างกันตรงที่ค่าที่ได้จากเอาต์พุตจะตรงข้ามกัน ถ้าสัญญาณอินพุต เป็น “1” หรือ “0” ทั้งคู่ จะเป็นผลทำให้เอาต์พุตเป็น “1” ทันที ดังนั้น เกตชนิดนี้จึงเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า คอมพาราเตอร์ (**Comparator**)

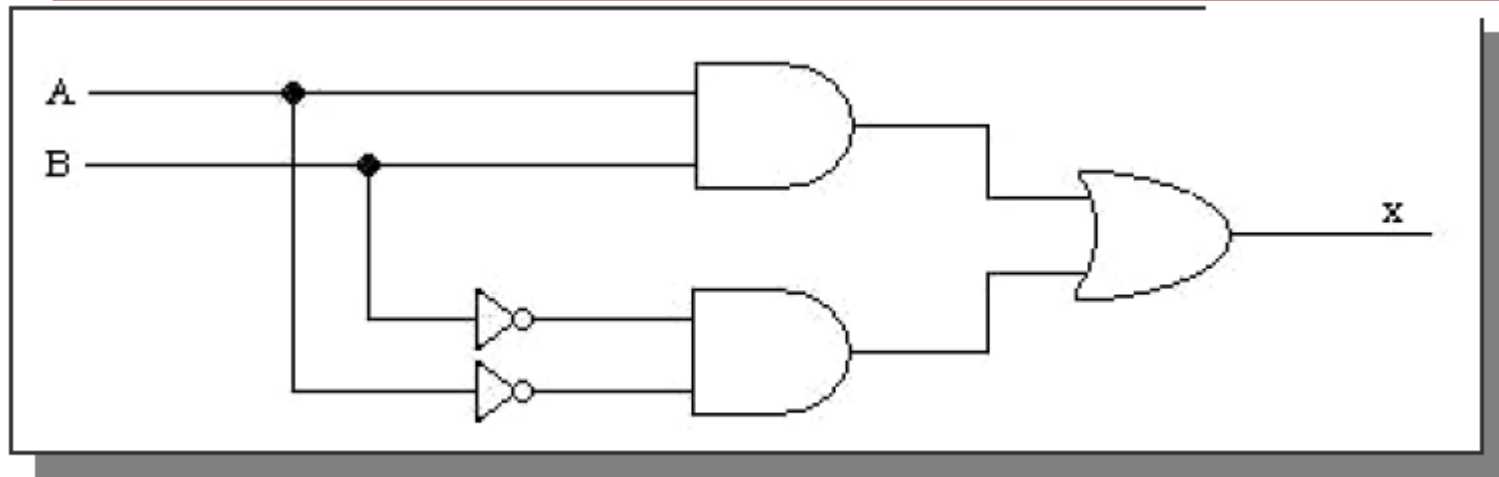
INPUT		OUTPUT
A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

ตารางความจริงของเอ็กซ์คลูซีฟนอร์เกตชนิด 2 อินพุต

เอ็กซ์คลูซีฟนอร์เกต



โครงสร้างภายในของเอ็กซ์คลูซีฟนอร์เกต ที่เขียนจากสมการ $X = AB + \overline{A}\overline{B}$



การนำเกตไปใช้งาน

เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ระบบดิจิทัล เช่น เครื่องคิดเลข นาฬิกา โทรศัพท์เคลื่อนที่ บอร์ดแสดงผล ตัวอักษร หรือ ป้ายไฟวิ่ง และอุปกรณ์ทั่วไปในงานดิจิทัลที่เราพบเห็น มีระบบการทำงานต่าง ๆ ถูกสร้างจากตัวดำเนินการ (Operator) กระทำทางลอจิก เรียกว่า ลอจิกเกต

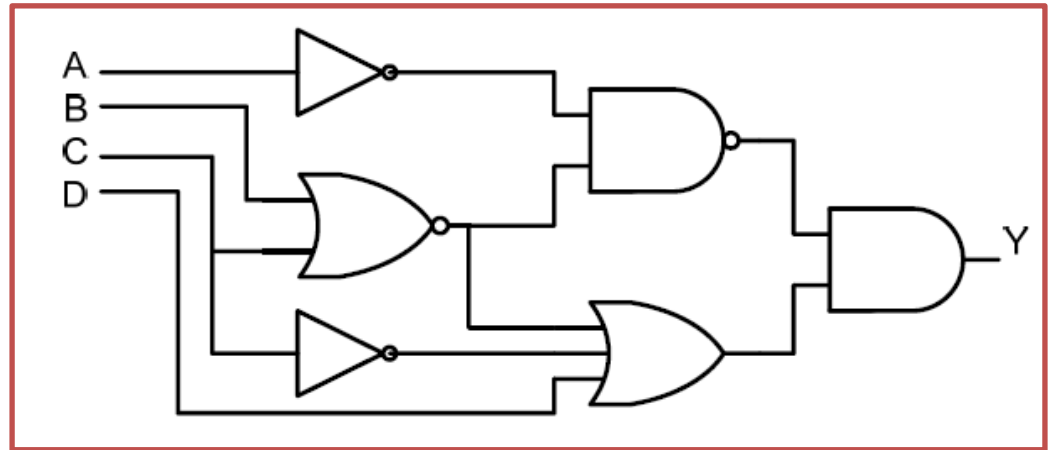
โดยลอจิกเกตจะเป็นการกระทำกับเลขฐานสอง หรือ บางครั้งจะเรียกว่า ไบนารี ลอจิกเกต การออกแบบการทำงานด้านดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์จะต้องเข้าใจ ไบนารี ลอจิกเกต หรือ ระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ไบนารีลอจิกเกตเช่นกัน

เพียงแค่เป็นวงจรที่ซับซ้อนขึ้น ตัวลอจิกเกตโครงสร้างอย่างง่าย อาจสร้างง่าย ๆ ได้ จากสวิตช์ รีเลย์ ทรานซิสเตอร์ ไดโอด หรือ

การนำเกตไปใช้งาน

หรือไอซี ในงานวงจรดิจิทัลจะใช้ลอจิกเกตในรูปแบบวงจรรวมเป็นโครงสร้างหลัก ที่นิยมใช้กันจะเป็นวงจรรวมตระกูล **TTL CMOS** หรือ วงจรรวมแบบโปรแกรมได้ (**PLD : Programmable Logic Devices**) ที่สามารถกำหนดตัวดำเนินการหลายๆ เกต ขึ้นเองโดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือ **CPLD/FPGA** โดยเกตพื้นฐานวงจรรวมดิจิทัลมีหลายชนิดตามเงื่อนไขการดำเนินงาน

เช่น แอนด์เกต ออร์เกต บัฟเฟอร์เกต นีตเกต แนนเกตนอร์เกต เอ็กส์คลูซีฟ-ออร์เกต และ เอ็กส์คลูซีฟ-ออร์เกต ใช้งานร่วมกันได้เป็นวงจรรวมตามคุณสมบัติที่ผู้ออกแบบวงจรได้ ดังตัวอย่างวงจร



ตัวอย่างวงจรรวมดิจิทัลที่เกิดจากการเชื่อมโยงเกตพื้นฐาน

เผด็จการ