วงจรลอจิก

ลอจิก Gate แบบต่างๆ

- Gate แบบต่างๆ
  - AND GATE
  - OR GATE
  - NOT GATE
  - NAND GATE
  - NOR GATE
  - EXCLUSIVE OR GATE
  - EXCLUSIVE NOR GATE

สัญลักษณ์ของ Gate และตารางความจริง (Truth Table)

- AND Gate คือ Gate ที่ให้
  - Output เป็น Logic 1 เมื่อ Input ทุกตัวเป็น Logic 1
  - Output เป็น Logic 0 เมื่อ Input ตัวใดตัวหนึ่งหรือทุกตัวเป็น Logic 0

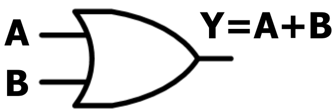
สัญลักษณ์ของ AND Gate

Input		Output
A	B	Y=AB
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

ตารางความจริง (Truth Table) ของ AND Gate

สัญลักษณ์ของ Gate และตารางความจริง (Truth Table)

- OR Gate คือ Gate ที่ให้
  - Output เป็น Logic 1 เมื่อ Input ตัวใดตัวหนึ่งหรือทุกตัวเป็น Logic 1
  - Output เป็น Logic 0 เมื่อ Input ทุกตัวเป็น Logic 0



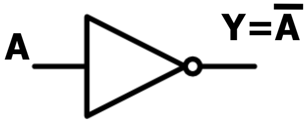
สัญลักษณ์ของ OR Gate

Input		Output
A	B	Y=A+B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

ตารางความจริง (Truth Table) ของ OR Gate

สัญลักษณ์ของ Gate และตารางความจริง (Truth Table)

- **NOT Gate คือ Gate ที่ให้**
  - **Output เป็น Logic ตรงกันข้ามกับ Input**



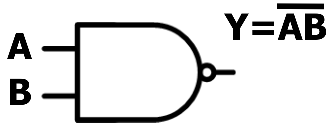
สัญลักษณ์ของ NOT Gate

Input	Output
A	$Y=\overline{A}$
0	1
1	0

ตารางความจริง (Truth Table) ของ NOT Gate

สัญลักษณ์ของ Gate และตารางความจริง (Truth Table)

- **NAND Gate คือ Gate ที่ให้**
  - **Output เป็น Logic 1 เมื่อ Input ตัวใดตัวหนึ่งหรือทุกตัวเป็น Logic 0**
  - **Output เป็น Logic 0 เมื่อ Input ทุกตัวเป็น Logic 1**



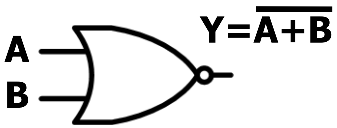
สัญลักษณ์ของ NAND Gate

Input		Output
A	B	$Y=\overline{AB}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

ตารางความจริง (Truth Table) ของ NAND Gate

สัญลักษณ์ของ Gate และตารางความจริง (Truth Table)

- **NOR Gate คือ Gate ที่ให้**
  - **Output เป็น Logic 1 เมื่อ Input ทุกตัวเป็น Logic 0**
  - **Output เป็น Logic 0 เมื่อ Input ตัวใดตัวหนึ่งหรือทุกตัวเป็น Logic 1**



สัญลักษณ์ของ NOR Gate

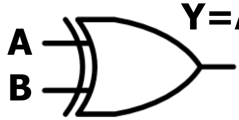
Input		Output
A	B	$Y=\overline{A+B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

ตารางความจริง (Truth Table) ของ NOR Gate

สัญลักษณ์ของ Gate และตารางความจริง (Truth Table)

- **Exclusive OR Gate คือ Gate ที่ให้**
  - **Output เป็น Logic 1 เมื่อ Input มี Logic ต่างกัน**
  - **Output เป็น Logic 0 เมื่อ Input มี Logic เหมือนกัน**

$Y=\overline{A}B+A\overline{B}$ หรือ
$Y=(A+B)(\overline{A}+\overline{B})$ หรือ
$Y=A\oplus B$



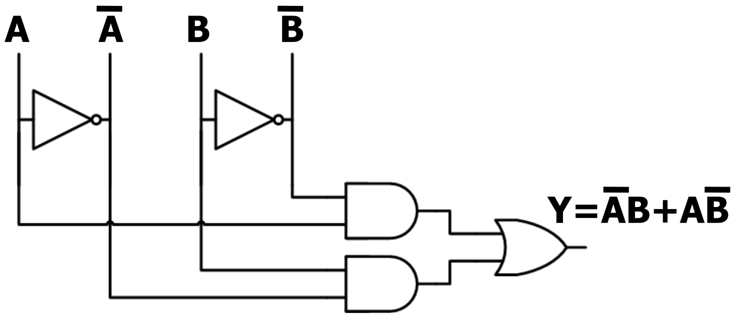
สัญลักษณ์ของ Exclusive OR Gate

Input		Output
A	B	$Y=A\oplus B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Truth Table ของ Exclusive OR Gate

สัญลักษณ์ของ Gate และตารางความจริง (Truth Table)

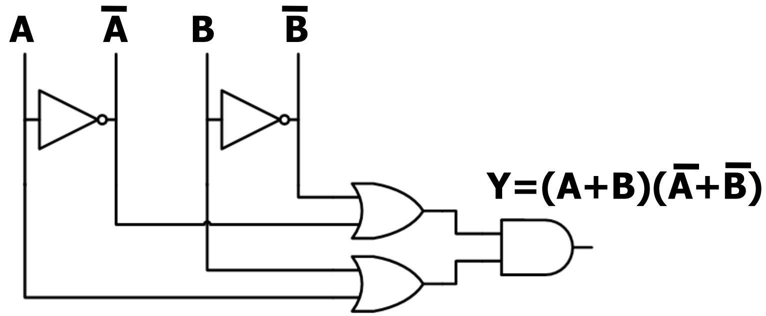
- **Exclusive OR Gate**



วงจรลอจิกของ Exclusive OR Gate

สัญลักษณ์ของ Gate และตารางความจริง (Truth Table)

- **Exclusive OR Gate (ต่อ)**



วงจรลอจิกของ Exclusive OR Gate

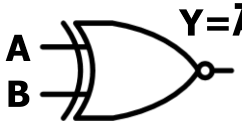
สัญลักษณ์ของ Gate และตารางความจริง (Truth Table)

- **Exclusive NOR Gate คือ Gate ที่ให้**
  - **Output เป็น Logic 1 เมื่อ Input มี Logic เหมือนกัน**
  - **Output เป็น Logic 0 เมื่อ Input มี Logic ต่างกัน**

$Y=\overline{A}\,\overline{B}+AB$ หรือ

$Y=(A+\overline{B})(\overline{A}+B)$ หรือ

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



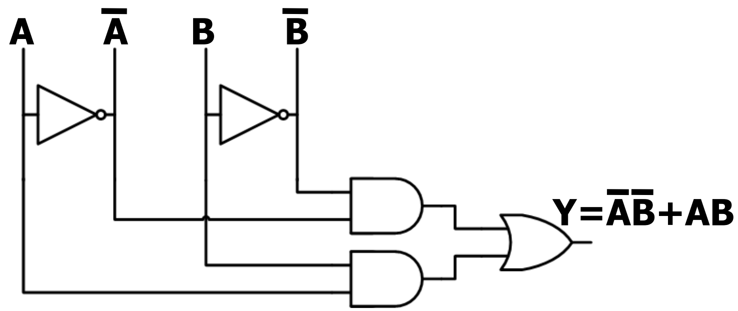
สัญลักษณ์ของ Exclusive OR Gate

Input		Output
A	B	$Y=\overline{A\oplus B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Truth Table ของ Exclusive OR Gate

สัญลักษณ์ของ Gate และตารางความจริง (Truth Table)

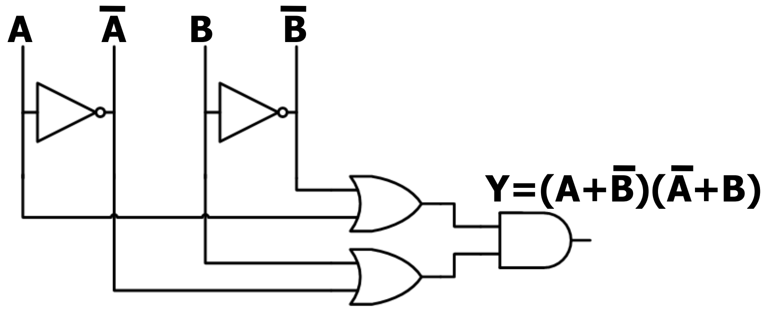
- **Exclusive NOR Gate**



วงจรลอจิกของ Exclusive OR Gate

สัญลักษณ์ของ Gate และตารางความจริง (Truth Table)

- **Exclusive NOR Gate (ต่อ)**



วงจรลอจิกของ Exclusive OR Gate

การเขียนวงจรลอจิก (Logic) เบื้องต้น

- ขั้นตอนการเขียนวงจรลอจิกจาก Boolean Expression หรือ Switching Function
  - รวมเทอมที่อยู่ในวงเล็บเข้ากับชนิดของ Gate นั้น ๆ
  - เทอมที่คูณกัน ใช้ AND Gate หรือ NAND Gate ตาม Switching Function ที่กำหนด
  - เทอมที่บวกกันใช้ OR Gate หรือ NOR Gate ตาม Switching Function ที่กำหนด

ตัวอย่างการเขียนวงจร Logic

- จงเขียนวงจร Logic จาก Boolean Expression ต่อไปนี้

ก) $Y = \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}B\bar{C} + A\bar{B}$

ข) $Y = (\overline{A + B})(\bar{B} + C)(\bar{A} + C)$

ค) $Y = \left[A(B + \bar{C}) + \bar{A}B\right]C$

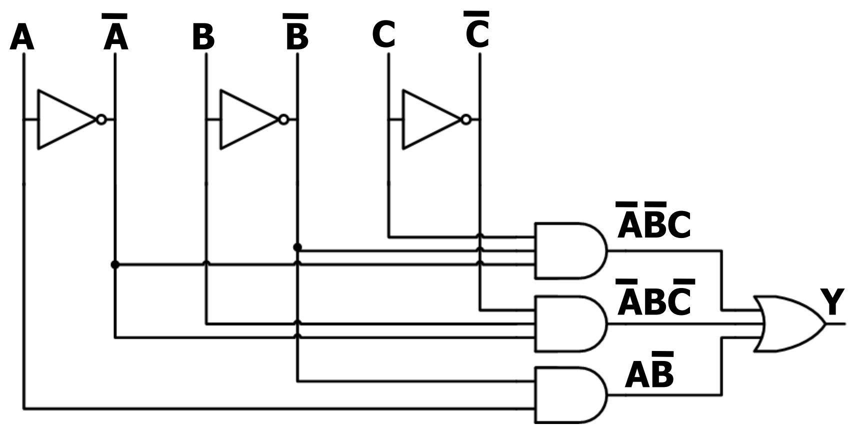
ง) $Y = A\bar{B}(\bar{B} + C) + \overline{\bar{A}C}$

จ) $Y = \overline{(\overline{\bar{A}B + C})(A + C)}$

ฉ) $Y = A(\bar{B} + \bar{C}) \oplus \bar{A}(B + C)$

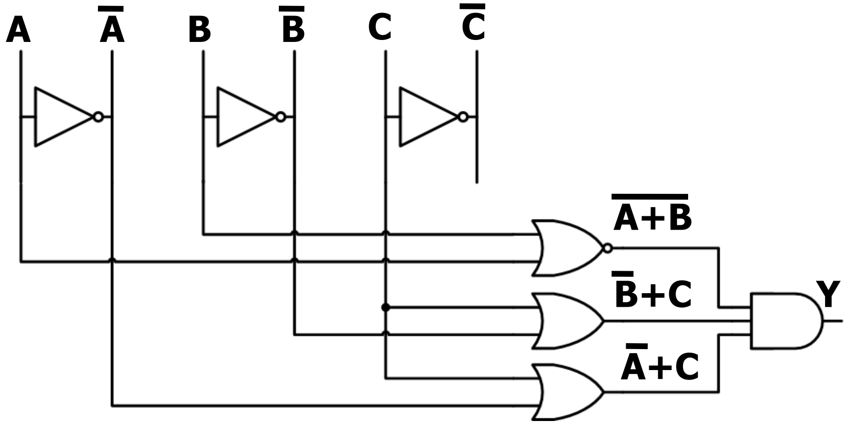
ตัวอย่าง ก) $Y = \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}B\bar{C} + A\bar{B}$

- **วิธีทำ**



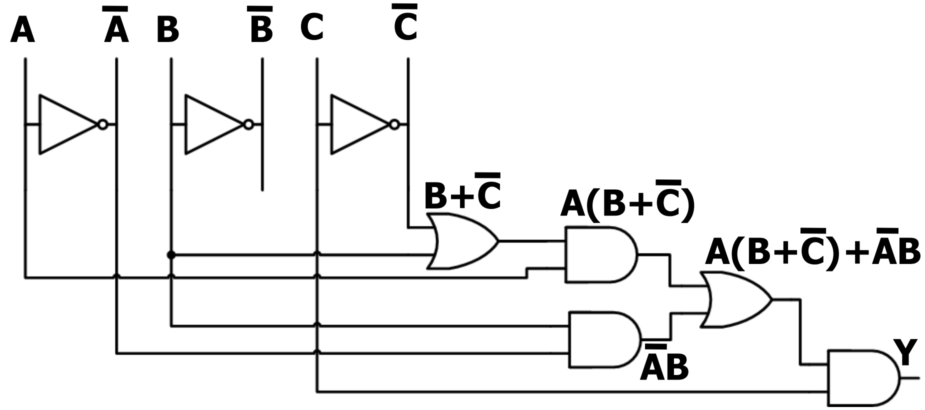
ตัวอย่าง ข) $Y = \overline{(A+B)}(\overline{B}+C)(\overline{A}+C)$

□ วิธีทำ



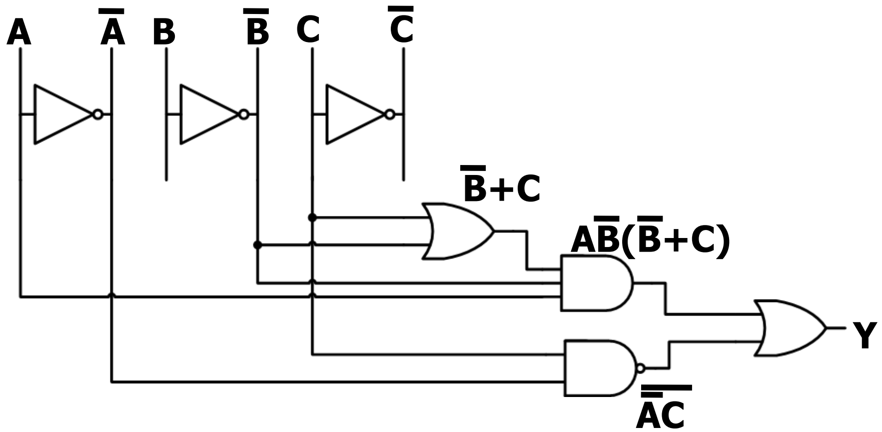
ตัวอย่าง ค) $Y = \left[A(B+\overline{C}) + \overline{A}B\right]C$

□ วิธีทำ



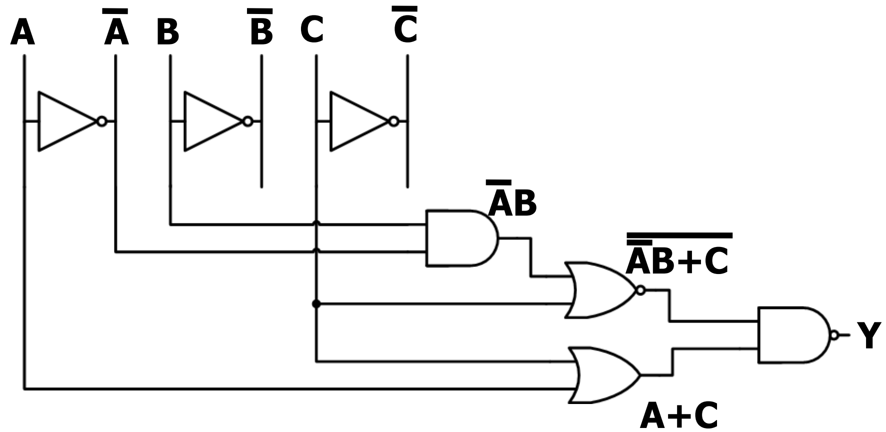
ตัวอย่าง ง) $Y = A\overline{B}(\overline{B}+C) + \overline{\overline{A}C}$

□ วิธีทำ



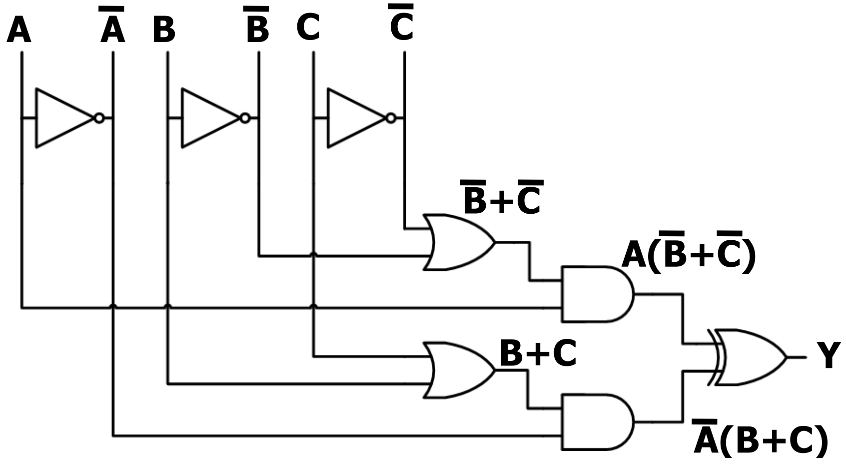
ตัวอย่าง จ) $Y = \overline{(\overline{\overline{A}B + C})(A+C)}$

□ วิธีทำ



ตัวอย่าง ฉ) $Y = A(\overline{B}+\overline{C}) \oplus \overline{A}(B+C)$

- วิธีทำ

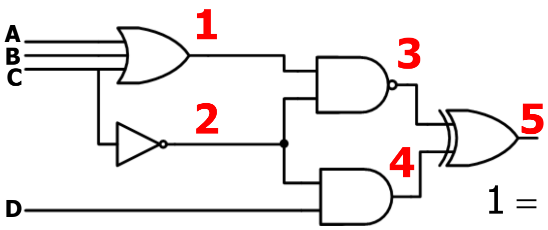


การเขียน Switching Function จากวงจรลอจิก (Logic)

- การเขียน Switching Function จากวงจรลอจิกต้องเริ่มต้นจาก Input มาทาง Output

ตัวอย่างการเขียน Switching Function จากวงจร Logic

- จงหา Output ของ Gate แต่ละตัวจากวงจร Logic ที่กำหนดให้ต่อไปนี้



$$1 = A + B + C$$

$$2 = \overline{C}$$

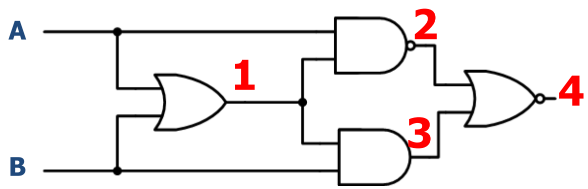
$$3 = \overline{(A + B + C)\overline{C}}$$

$$4 = \overline{C}D$$

$$5 = \overline{(A + B + C)\overline{C}} \oplus \overline{C}D$$

ตัวอย่างการเขียน Switching Function จากวงจร Logic

- จงหา Output ของ Gate แต่ละตัวจากวงจร Logic ที่กำหนดให้ต่อไปนี้



$$1 = A + B$$

$$2 = \overline{A(A + B)}$$

$$3 = B(A + B)$$

$$4 = \overline{\overline{A(A + B)} + B(A + B)}$$

แบบมาตรฐานของ Switching Function

- การเขียน Switching Function มีมาตรฐานการเขียน 2 แบบ คือ เขียนอยู่ในรูปของ
  - 1. ผลบวกของผลคูณ (Sum of Product)
  - 2. ผลคูณของผลบวก (Product of Sum)

แบบมาตรฐานของการเขียน Switching Function

- 1. ผลบวกของผลคูณ (Sum of Product) หมายถึง การ OR กันระหว่างตัวแปรที่ AND กัน
- ตัวอย่าง
  - f(A,B) $=AB+\bar{A}B+\bar{A}\bar{B}$
  - f(A,B,C) $=A\bar{B}\bar{C}+A\bar{B}C+ABC$
  - f(A,B,C,D) $=AB+AB\bar{C}+\bar{A}BCD+A\bar{B}CD$

แบบมาตรฐานของการเขียน Switching Function

- 2. ผลคูณของผลบวก (Product of Sum) หมายถึง การ AND กันระหว่างตัวแปรที่ OR กัน
- ตัวอย่าง
  - f(A,B) $=(\bar{A}+B)(A+\bar{B})(\bar{A}+\bar{B})$
  - f(A,B,C) $=(\bar{A}+B+\bar{C})(A+\bar{B}+\bar{C})+(\bar{A}+B+C)$
  - f(A,B,C,D) $=(\bar{A}+B)(\bar{A}+\bar{B}+C)(A+\bar{B}+\bar{C}+D)$

แบบมาตรฐานของ Switching Function (ต่อ)

- Canonical Form
  - Canonical Form หมายถึง Switching Function ที่เขียนอยู่ในรูปของ Sum of Product หรือ Product of Sum มีตัวแปรอยู่เต็มจำนวน

แบบมาตรฐานของ Switching Function (ต่อ)

- Canonical Form (ต่อ)
  - ถ้าเขียนอยู่ในรูปของ Sum of Product เรียกว่า
    - Canonical Sum of Product Form
  - ถ้าเขียนอยู่ในรูปของ Product of Sum เรียกว่า
    - Canonical Product of Sum Form

แบบมาตรฐานของ Switching Function (ต่อ)

- Canonical Form (ต่อ)
  - ก่อนที่เราจะศึกษา Function ทั้งสองรูปแบบต้องทำความเข้าใจกับความหมายของ Minterm และ Maxterm ก่อน

แบบมาตรฐานของ Switching Function (ต่อ)

- Canonical Form (ต่อ)
  - Minterm หมายถึง เทอมใดเทอมหนึ่งของผลคูณของ Function ที่มีตัวแปร n ตัว และประกอบด้วยตัวแปรทั้ง n ตัว นั้น โดยที่ตัวแปรแต่ละตัวเกิดขึ้น 1 ครั้ง เช่น
    - Function ที่มีตัวแปร 3 ตัว คือ A,B,C มี Minterm 2^3 =8 ตัว คือ

$\bar{A}\bar{B}\bar{C}, \bar{A}\bar{B}C, \bar{A}B\bar{C}, \bar{A}BC, A\bar{B}\bar{C}, A\bar{B}C, AB\bar{C}, ABC$

แบบมาตรฐานของ Switching Function (ต่อ)

- Canonical Form (ต่อ)
  - Maxterm หมายถึง เทอมใดเทอมหนึ่งของผลบวกของ Function ที่มีตัวแปร n ตัว และประกอบด้วยตัวแปรทั้ง n ตัว นั้น โดยที่ตัวแปรแต่ละตัวเกิดขึ้น 1 ครั้ง เช่น
    - Function ที่มีตัวแปร 3 ตัว คือ A,B,C มี Maxterm 2^3 =8 ตัว คือ

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

แบบมาตรฐานของ Switching Function (ต่อ)

- การแทน Minterm และ Maxterm ด้วยเลข Binary
  - ตัวแปร 2 ตัว

เลขฐานสิบ	ตัวแปร		Minterm	Maxterm
	A	B		
0	0	0	$\bar{A}\bar{B}$	$A+B$
1	0	1	$\bar{A}B$	$A+\bar{B}$
2	1	0	$A\bar{B}$	$\bar{A}+B$
3	1	1	AB	$\bar{A}+\bar{B}$

แบบมาตรฐานของ Switching Function (ต่อ)

- การแทน Minterm และ Maxterm ด้วยเลข Binary
  - ตัวแปร 3 ตัว

เลขฐานสิบ	ตัวแปร			Minterm	Maxterm
	A	B	C		
0	0	0	0	$\bar{A}\bar{B}\bar{C}$	$A+B+C$
1	0	0	1	$\bar{A}\bar{B}C$	$A+B+\bar{C}$
2	0	1	0	$\bar{A}B\bar{C}$	$A+\bar{B}+C$
3	0	1	1	$\bar{A}BC$	$A+\bar{B}+\bar{C}$
4	1	0	0	$A\bar{B}\bar{C}$	$\bar{A}+B+C$
5	1	0	1	$A\bar{B}C$	$\bar{A}+B+\bar{C}$
6	1	1	0	$AB\bar{C}$	$\bar{A}+\bar{B}+C$
7	1	1	1	ABC	$\bar{A}+\bar{B}+\bar{C}$

แบบมาตรฐานของ Switching Function (ต่อ)

- การแทน Minterm และ Maxterm ด้วยเลข Binary
  - ตัวแปร 4 ตัว

เลขฐานสิบ	ตัวแปร				Minterm	Maxterm
	A	B	C	D		
0	0	0	0	0		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

แบบมาตรฐานของ Switching Function (ต่อ)

- การแทน Minterm และ Maxterm ด้วยเลข Binary
  - ตัวแปร 4 ตัว (ต่อ)

เลขฐานสิบ	ตัวแปร				Minterm	Maxterm
	A	B	C	D		
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

แบบมาตรฐานของ Switching Function (ต่อ)

- การเขียน Canonical Sum of Product Form
  - ตัวอย่าง
    - f(A,B,C) $=\Sigma m(0,2,4,6)$

      $= \bar{A}\bar{B}\bar{C}+\bar{A}B\bar{C}+A\bar{B}\bar{C}+AB\bar{C}$
    - f(A,B,C,D) $=\Sigma m(0,2,4,6)$

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

แบบมาตรฐานของ Switching Function (ต่อ)

- การเขียน Canonical Product of Sum Form
  - ตัวอย่าง
    - f(A,B,C) $=\prod m(0,2,4,6)$

      $= (A+B+C)(A+\bar{B}+C)(\bar{A}+B+C)(\bar{A}+\bar{B}+C)$
    - f(A,B,C,D) $= \prod m(0,2,4,6)$

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

การออกแบบวงจรลอจิก (Logic)

- ในการออกแบบวงจร Logic จาก Boolean Expression หรือ Switching Function หรือ Truth Table นั้น เราจะต้องลดรูป Function ของ Output ให้เหลือน้อยที่สุดเสียก่อน

ตัวอย่างการออกแบบวงจรลอจิก (Logic)

- จงออกแบบวงจร Logic จาก Boolean Expression ต่อไปนี้

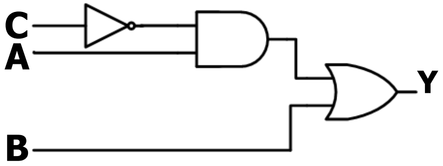
  ก) $\mathbf{Y = \bar{A}B + AB + A\bar{C} + A\bar{B}\bar{C}}$

  ข) $\mathbf{Y = \bar{A}\bar{B} + \bar{A}B + BC + A\bar{B}\bar{C} + ABC + \bar{A}B\bar{C}}$

ตัวอย่าง ก) $Y = \bar{A}B + AB + A\bar{C} + A\bar{B}\bar{C}$

- วิธีทำ

$$
\begin{aligned}
Y &= \bar{A}B + AB + A\bar{C} + A\bar{B}\bar{C} \\
&= B(\bar{A} + A) + A\bar{C}(1 + \bar{B}) \\
&= B + A\bar{C}
\end{aligned}
$$



ตัวอย่าง ข) $Y = \bar{A}\bar{B} + \bar{A}B + BC + A\bar{B}\bar{C} + ABC + \bar{A}B\bar{C}$

- วิธีทำ

$$
\begin{aligned}
Y &= \bar{A}\bar{B} + \bar{A}B + BC + A\bar{B}\bar{C} + ABC + \bar{A}B\bar{C} \\
&= \bar{A}(\bar{B} + B + B\bar{C}) + BC(1 + A) + A\bar{B}\bar{C} \\
&= \bar{A} + BC + A\bar{B}\bar{C} \\
&= \bar{A} + \overline{B \oplus C}
\end{aligned}
$$