

# Thiết kế luận lý 1

Khoa KH & KTMT

Bộ môn Kỹ Thuật Máy Tính



# Tài liệu tham khảo

- “*Digital Systems, Principles and Applications*”, 11<sup>th</sup> Edition, Ronald J. Tocci, Neal S. Widmer, Gregory L. Moss

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com

# Chương 3

cuu duong than cong . com

## Các mạch luận lý tổ hợp

cuu duong than cong . com



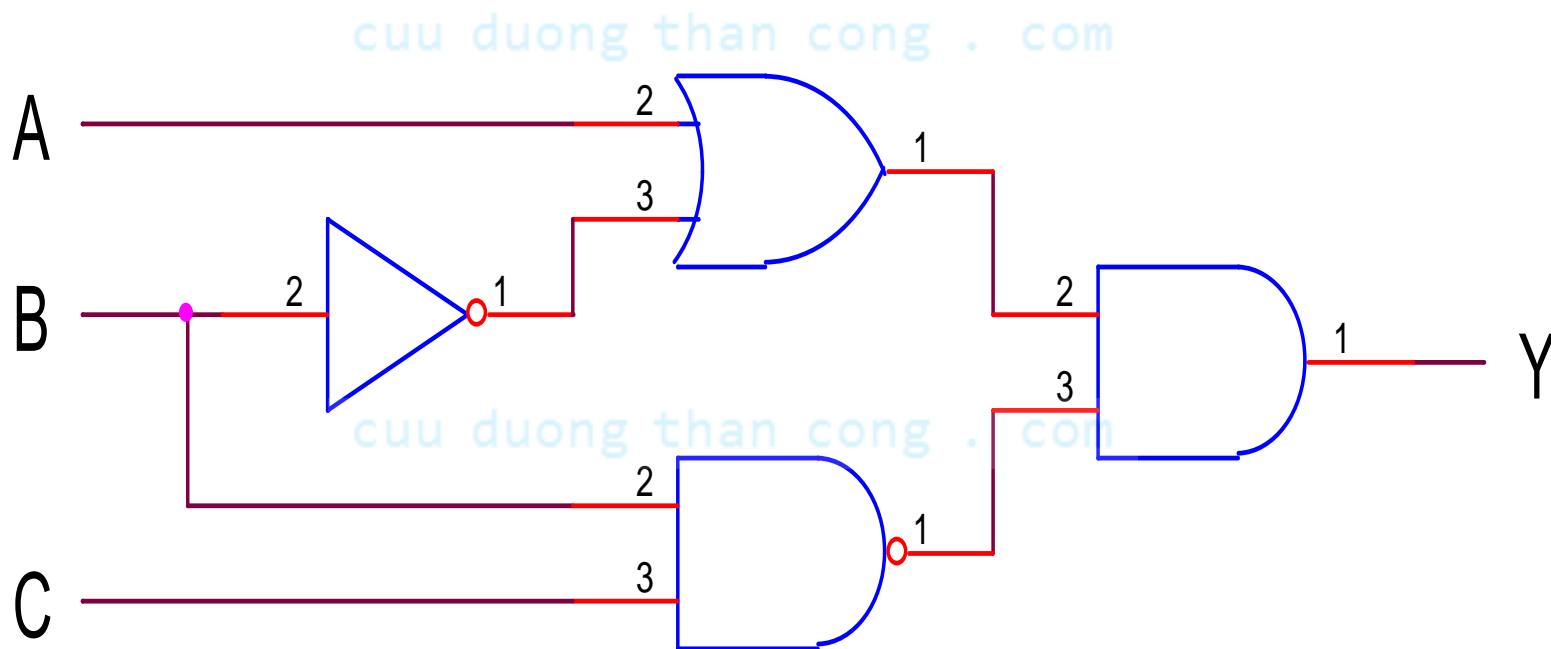
# Mục tiêu

- Biểu thức logic dạng chuẩn SoP, PoS
- Đơn giản biểu thức dạng chuẩn SoP
- Sử dụng đại số Boolean và bìa Karnaugh để đơn giản biểu thức logic và thiết kế mạch tổ hợp
- Mạch tạo parity và mạch kiểm tra parity
- Mạch enable/disable
- Các đặc tính cơ bản của IC số

cuu duong than cong . com

# Mạch tổ hợp

- Mức logic ngõ xuất phụ thuộc việc tổ hợp các mức logic của ngõ nhập hiện tại.
- Mạch tổ hợp không có bộ nhớ nên giá trị ngõ xuất phụ thuộc vào giá trị ngõ nhập hiện tại.



# Các dạng chuẩn (Standard form)

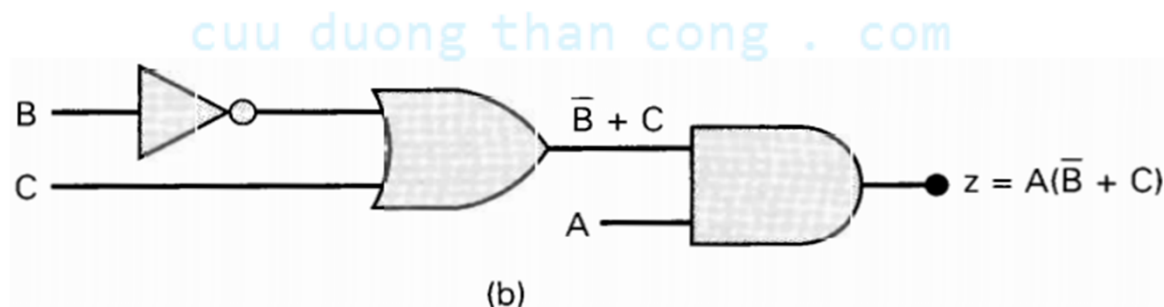
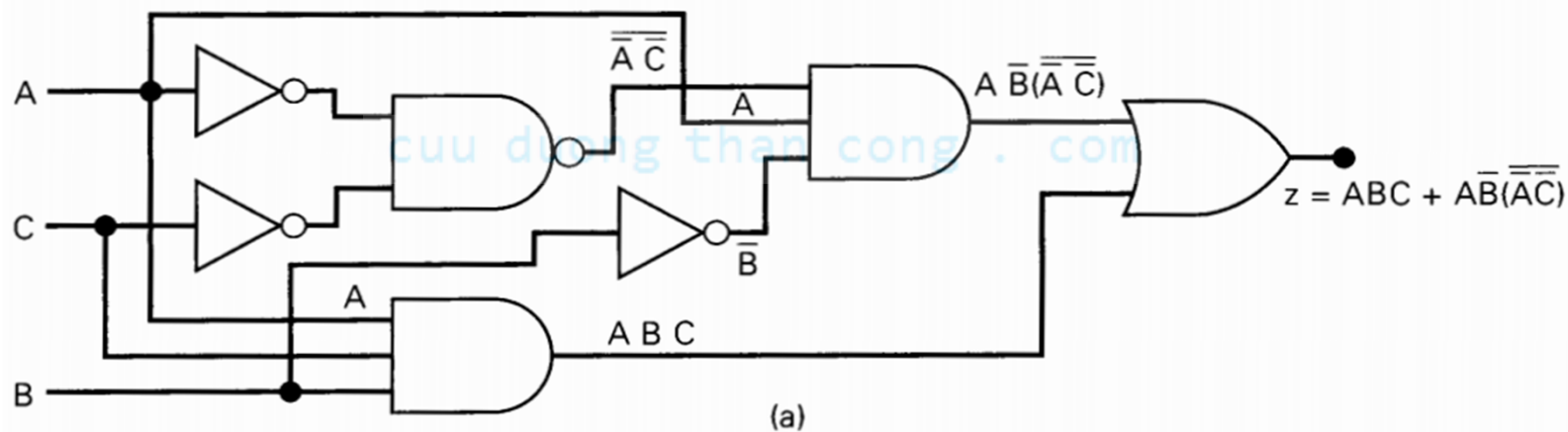
- Tổng của các tích (Sum of products - SoP)
  - Mỗi biểu thức dạng SoP bao gồm các biểu thức **AND** được **OR** lại với nhau.
  - Ví dụ:  $ABC + A'BC'$   
 $AB + A'BC' + C'D' + D$
- Tích của các tổng (Product of Sums - PoS)
  - Mỗi biểu thức dạng PoS bao gồm các biểu thức **OR** được **AND** lại với nhau.
  - Ví dụ:  $(A + B' + C)(A + C)$   
 $(A + B')(C' + D)F$

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com

# Đơn giản mạch tổ hợp

- Biến đổi các biểu thức logic thành dạng đơn giản hơn để khi xây dựng mạch ta cần ít cổng logic và các kết nối hơn.



# Các phương pháp đơn giản mạch tổ hợp

- Phương pháp đại số
- Bìa Karnaugh (K-map)

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com



# Phương pháp đại số

- Sử dụng các định lý trong đại số Boole để đơn giản các biểu thức của mạch logic.
- Chuyển sang dạng SOP (DeMorgan và phân phối).
- Rút gọn bằng cách tìm các nhân tố chung.

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com

# Ví dụ

- Đơn giản biểu thức sau

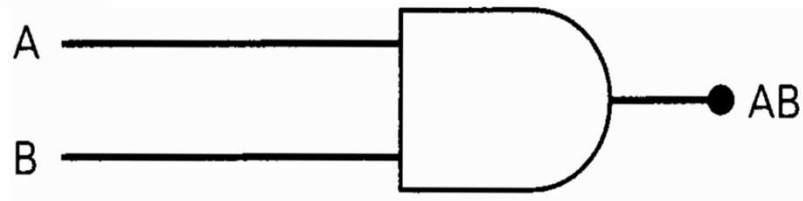
$$- Z1 = A.B.C + A.\overline{B}.(\overline{\overline{A.C}})$$

$$- Z2 = A.\overline{B}.\overline{C} + A.\overline{B}.C + A.B.C$$

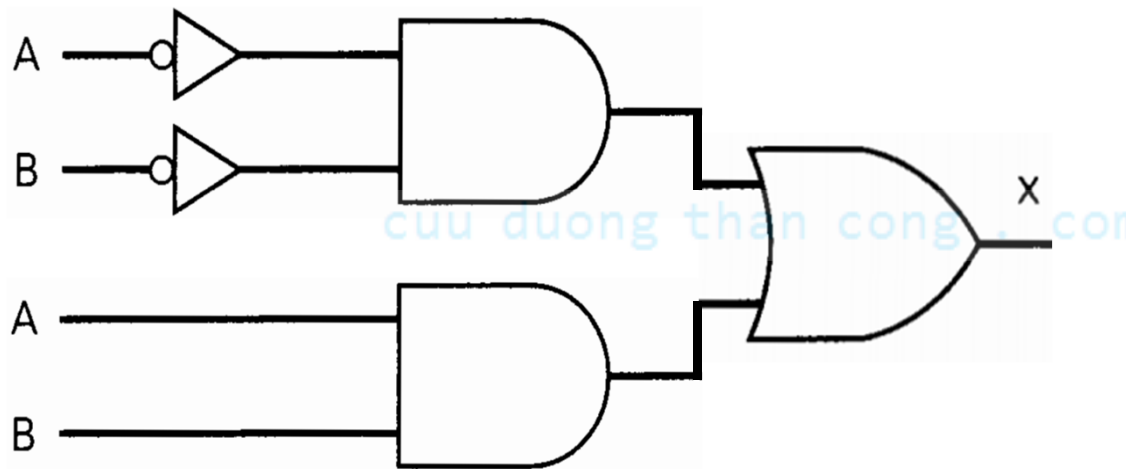
$$- Z3 = \overline{A}.C.(\overline{\overline{A.B.D}}) + \overline{A}.B.\overline{C}.\overline{D} + A.\overline{B}.C$$

$$- Z4 = (\overline{A} + B)(A + B + D).\overline{D}$$

# Thiết kế mạch tổ hợp



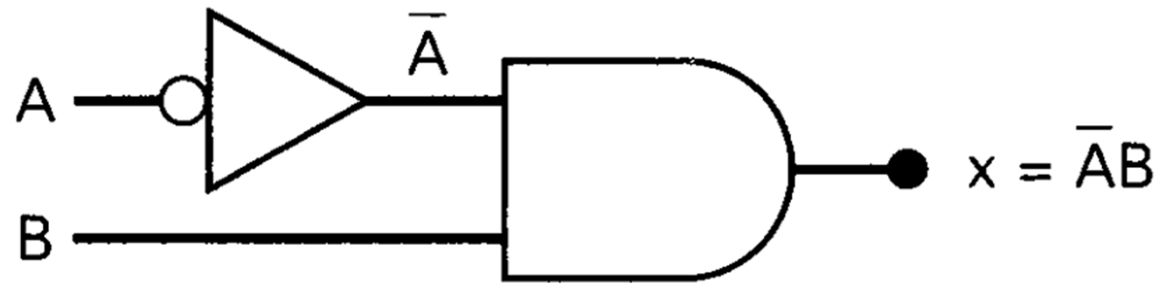
A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

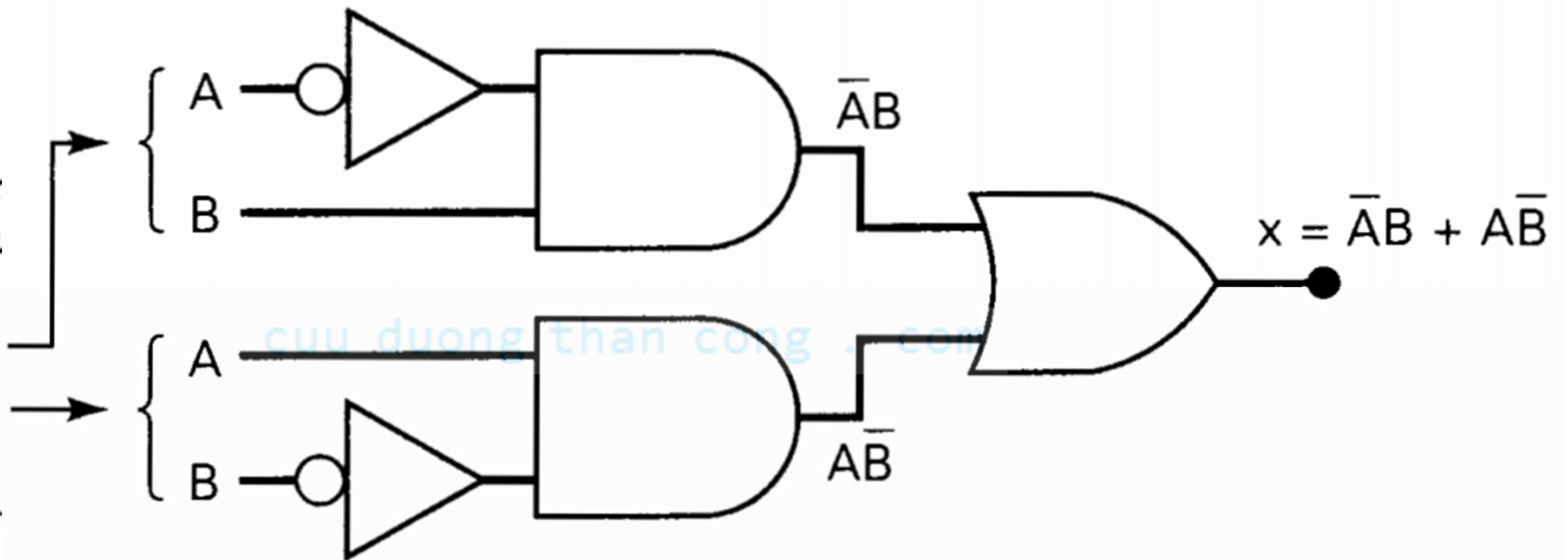
# Thiết kế mạch tổ hợp

A	B	x
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	0



cuu duong than cong . com

A	B	x
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



cuu duong than cong . com

# Thiết kế mạch tổ hợp

1. Lập bảng sự thật (truth table)
2. Viết biểu thức **AND** cho các ngõ xuất mức **1**
3. Viết biểu thức **SoP**
4. Đơn giản biểu thức SoP
5. Hiện thực mạch từ biểu thức đơn giản

cuu duong than cong . com

# Ví dụ 1

- Thiết kế mạch logic với 3 ngõ nhập A, B, C thoả mãn điều kiện sau: ngõ xuất = 1 khi và chỉ khi số ngõ nhập ở mức 1 nhiều hơn số ngõ nhập ở mức 0

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com

# Ví dụ 1

- Bảng sự thật

$A$	$B$	$C$	$x$	
0	0	0	0	
0	0	1	0	
0	1	0	0	
0	1	1	1	$\rightarrow \bar{A}BC$
1	0	0	0	
1	0	1	1	$\rightarrow A\bar{B}C$
1	1	0	1	$\rightarrow AB\bar{C}$
1	1	1	1	$\rightarrow ABC$

- Biểu thức ngõ xuất (SOP):  $\bar{A}BC + A\bar{B}C + AB\bar{C} + ABC$
- Rút gọn:  $BC + AC + AB$

## Ví dụ 2

- Thiết kế mạch logic sau: Output = 1 khi điện thế (được biểu diễn bởi 4 bit nhị phân ABCD) lớn hơn bằng 6V.

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com



# Bìa Karnaugh (K-map)

- Bìa Karnaugh biểu diễn quan hệ giữa ngõ nhập và ngõ xuất của mạch.
- Theo chiều dọc hoặc chiều ngang, các ô cạnh nhau chỉ khác nhau một biến.

**A**

	<b>B</b>	
	0	1
0	1	0
1	0	1

**AB**

	<b>C</b>	
	0	1
00	1	1
01	1	0
11	1	0
10	0	0

**AB**

	<b>CD</b>			
	00	01	11	10
00	0	1	0	0
01	0	1	0	0
11	0	1	1	0
10	0	0	0	0

# Bìa Karnaugh (K-map)

- Bảng sự thật
- Biểu thức logic
- Bìa Karnaugh

A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

 $\rightarrow \bar{A}\bar{B}$ 

$$\left\{ x = \bar{A}\bar{B} + AB \right\}$$

 $\rightarrow AB$ 

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com

		B	
		0	1
A	0	1	0
	1	0	1

# Bìa Karnaugh (K-map)

A	B	C	X
0	0	0	1 → $\bar{A}\bar{B}\bar{C}$
0	0	1	1 → $\bar{A}\bar{B}C$
0	1	0	1 → $\bar{A}B\bar{C}$
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1 → $AB\bar{C}$
1	1	1	0

cuu duong than cong . com

$$\left\{ \begin{aligned} X = & \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{B}C \\ & + \bar{A}B\bar{C} + AB\bar{C} \end{aligned} \right\}$$

AB

cuu duong than cong . com

	<b>C</b>	
	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>00</b>	1	1
<b>01</b>	1	0
<b>11</b>	1	0
<b>10</b>	0	0

# Bìa Karnaugh (K-map)

A	B	C	D	X
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1 → $\bar{A}\bar{B}\bar{C}D$
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1 → $\bar{A}B\bar{C}D$
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1 → $AB\bar{C}D$
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1 → $ABCD$

$$\left\{ \begin{array}{l} X = \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}B\bar{C}D \\ + AB\bar{C}D + ABCD \end{array} \right.$$

	<b>CD</b>			
	<b>00</b>	<b>01</b>	<b>11</b>	<b>10</b>
<b>00</b>	0	1	0	0
<b>01</b>	0	1	0	0
<b>11</b>	0	1	1	0
<b>10</b>	0	0	0	0

# Bìa Karnaugh (K-map)

A	B	C	D	X
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1 → $\bar{A}\bar{B}\bar{C}D$
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1 → $\bar{A}B\bar{C}D$
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1 → $AB\bar{C}D$
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1 → $ABCD$

$$\left\{ \begin{array}{l} X = \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}B\bar{C}D \\ + AB\bar{C}D + ABCD \end{array} \right.$$

	<b>AB</b>			
	<b>00</b>	<b>01</b>	<b>11</b>	<b>10</b>
<b>00</b>	0	0	0	0
<b>01</b>	1	1	1	0
<b>11</b>	0	0	1	0
<b>10</b>	0	0	0	0

# Bìa Karnaugh (K-map)

A	B	C	D	X
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1 → $\bar{A}\bar{B}\bar{C}D$
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1 → $\bar{A}B\bar{C}D$
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1 → $AB\bar{C}D$
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1 → $ABCD$

$$\left\{ \begin{array}{l} X = \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}B\bar{C}D \\ + AB\bar{C}D + ABCD \end{array} \right.$$

	<b>AB</b>			
	<b>00</b>	<b>01</b>	<b>11</b>	<b>10</b>
<b>01</b>	1	1	1	0
<b>11</b>	0	0	1	0
<b>10</b>	0	0	0	0
<b>00</b>	0	0	0	0

# Bìa Karnaugh (K-map)

A	B	C	D	X
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1 → $\bar{A}\bar{B}\bar{C}D$
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1 → $\bar{A}B\bar{C}D$
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1 → $AB\bar{C}D$
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1 → $ABCD$

$$X = \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}B\bar{C}D + AB\bar{C}D + ABCD$$

 $\bar{C}\bar{D} \quad \bar{C}D \quad CD \quad C\bar{D}$ 

$\bar{A}\bar{B}$	0	1	0	0
$\bar{A}B$	0	1	0	0
$AB$	0	1	1	0
$A\bar{B}$	0	0	0	0

 $\overline{D} \quad \overline{C}$ 

$\bar{A}$	0	1	0	0
$A$	0	1	0	0
$\bar{B}$	0	1	1	0
$B$	0	0	0	0

# Bìa Karnaugh (K-map)

A	B	C	D	X
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1 → $\bar{A}\bar{B}\bar{C}D$
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1 → $\bar{A}B\bar{C}D$
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1 → $AB\bar{C}D$
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1 → $ABCD$

$$\left\{ \begin{array}{l} X = \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}B\bar{C}D \\ + AB\bar{C}D + ABCD \end{array} \right.$$

	<b>CD</b>			
	<b>00</b>	<b>01</b>	<b>11</b>	<b>10</b>
<b>00</b>	0 <sub>0</sub>	1 <sub>1</sub>	0 <sub>3</sub>	0 <sub>2</sub>
<b>01</b>	0 <sub>4</sub>	1 <sub>5</sub>	0 <sub>7</sub>	0 <sub>6</sub>
<b>11</b>	0 <sub>12</sub>	1 <sub>13</sub>	1 <sub>15</sub>	0 <sub>14</sub>
<b>10</b>	0 <sub>8</sub>	0 <sub>9</sub>	0 <sub>11</sub>	0 <sub>10</sub>



# Quy tắc rút gọn bìa Karnaugh

- **Khoanh vòng (looping)** là quá trình kết hợp các ô kề nhau lại với nhau. Thông thường ta khoanh các ô chứa giá trị 1.
- Ngõ xuất có thể được đơn giản hóa bằng cách khoanh vòng.

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com

# Qui tắc tính giá trị của 1 vòng

- Khi một biến xuất hiện cả dạng đảo và không đảo trong một vòng, biến đó sẽ được đơn giản khỏi biểu thức.
- Các biến chung cho mọi ô trong một vòng phải xuất hiện trong biểu thức cuối cùng.

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com

# Khoanh vòng 2 ô kề nhau

**C**

	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>00</b>	0	0
<b>01</b>	1	0
<b>11</b>	1	0
<b>10</b>	0	0

**AB**

$$X = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + A\bar{B}\bar{C} = \bar{B}\bar{C}$$

**C**

	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>00</b>	0	0
<b>01</b>	1	1
<b>11</b>	0	0
<b>10</b>	0	0

**AB**

$$X = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}B\bar{C} = \bar{A}\bar{C}$$

**C**

	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>00</b>	1	0
<b>01</b>	0	0
<b>11</b>	0	0
<b>10</b>	1	0

**AB**

$$X = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + A\bar{B}\bar{C} = \bar{B}\bar{C}$$

# Khoanh vòng 2 ô kề nhau

CD

	00	01	11	10
00	1	0	0	0
01	0	1	1	0
11	0	0	0	0
10	1	0	0	0

AB

$$X = \overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}BD$$

CD

	00	01	11	10
00	1	1	0	0
01	0	0	0	0
11	1	0	0	1
10	0	0	0	0

AB

$$X = \overline{A}\overline{B}\overline{C} + ABD$$

# Khoanh vòng 4 ô kề nhau

C

	0	1
00	1	0
01	1	0
11	1	0
10	1	0

AB

$$X = \bar{C}$$

CD

	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	1	1	1
11	0	0	0	0
10	0	0	0	0

AB

$$X = \bar{A}B$$

# Khoanh vòng 4 ô kề nhau

**CD**

	00	01	11	10
<b>AB</b> 00	0	0	0	0
01	1	0	0	1
11	1	0	0	1
10	0	0	0	0

$$X = BD$$

**CD**

	00	01	11	10
<b>AB</b> 00	0	0	0	0
01	0	1	1	0
11	0	1	1	0
10	0	0	0	0

$$X = BD$$

# Khoanh vòng 4 ô kề nhau

**CD**

	00	01	11	10
<b>AB</b> 00	1	0	0	1
01	0	0	0	0
11	0	0	0	0
10	1	0	0	1

$$X = \overline{B}\overline{D}$$

# Khoanh vòng 8 ô kề nhau

**CD**

	00	01	11	10
<b>AB</b> 00	1	1	1	1
01	0	0	0	0
11	0	0	0	0
10	1	1	1	1

$$X = \bar{B}$$

**CD**

	00	01	11	10
<b>AB</b> 00	1	0	0	1
01	1	0	0	1
11	1	0	0	1
10	1	0	0	1

$$X = \bar{D}$$



# Khoanh vòng 8 ô kề nhau

**CD**

	00	01	11	10
<b>AB</b> 00	1	1	1	1
01	1	1	1	1
11	0	0	0	0
10	0	0	0	0

$$X = \bar{A}$$

**CD**

	00	01	11	10
<b>AB</b> 00	0	1	1	0
01	0	1	1	0
11	0	1	1	0
10	0	1	1	0

$$X = D$$

# Quá trình đơn giản hóa

- Xây dựng bảng K-map và đặt 1 hoặc 0 trong các ô tương ứng với bảng sự thật.
- Khoanh vòng **các ô giá trị 1 đơn lẻ**, không tiếp giáp với các ô giá trị 1 khác (vòng đơn).
- Khoanh vòng **các cặp giá trị 1** không tiếp giáp với các ô giá trị 1 nào khác nữa (vòng kép).
- Khoanh vòng **các ô 8 giá trị 1** (nếu có) ngay cả nếu nó chứa 1 hoặc nhiều ô đã được khoanh vòng.
- Khoanh vòng **các ô 4 giá trị 1** (nếu có) chứa một hoặc nhiều ô chưa được khoanh vòng. Phải đảm bảo số vòng là ít nhất.
- Khoanh vòng **các cặp giá trị 1** tương ứng với các ô giá trị 1 chưa được khoanh vòng. Phải đảm bảo **số vòng là ít nhất**.
- Tạo cổng OR các số hạng được tạo bởi mỗi vòng

**CD**

	<b>00</b>	<b>01</b>	<b>11</b>	<b>10</b>
<b>00</b>	0	0	0	1
<b>01</b>	0	1	1	0
<b>11</b>	0	1	1	0
<b>10</b>	0	0	1	0

**AB**

$$X = \bar{A}\bar{B}CD + ACD + BD$$

**CD**

	<b>00</b>	<b>01</b>	<b>11</b>	<b>10</b>
<b>00</b>	0	0	1	0
<b>01</b>	1	1	1	1
<b>11</b>	1	1	0	0
<b>10</b>	0	0	0	0

**AB**

$$X = \bar{A}CD + \bar{A}B + BC$$

**CD**

	<b>00</b>	<b>01</b>	<b>11</b>	<b>10</b>
<b>00</b>	0	0	1	1
<b>01</b>	1	1	1	1
<b>11</b>	1	1	0	0
<b>10</b>	0	0	0	0

**AB**

$$X = B\bar{C} + \bar{A}C$$

**CD**

	00	01	11	10
<b>AB</b> 00	0	1	0	0
01	0	1	1	1
11	1	1	1	0
10	0	1	1	0

$$X = A.B.\bar{C} + \bar{A}.\bar{C}.D + \bar{A}.B.C + A.C.D$$

# Don't-care

- Điều kiện “don’t-care” là điều kiện với một tập các ngõ nhập nào đó, mức luận lý ngõ xuất không được mô tả.
- Giá trị “Don’t-care” nên được gán bằng **1** hoặc **0** sao cho việc khoanh vòng K-map tạo ra biểu thức đơn giản nhất.
- Ví dụ:

A	B	C	z
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	x
1	0	0	x
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

"don't  
care"

	C = 0	C = 1
AB = 00	0	0
AB = 01	0	x
AB = 11	1	1
AB = 10	x	1

	0	1
00	0	0
01	0	0
11	1	1
10	1	1

# PP bảng Karnaugh - Tóm tắt

- So sánh với phương pháp đại số, phương pháp dùng K-map có tính hệ thống hơn, ít bước hơn và luôn tạo ra được biểu thức tối giản nhất.
- Bảng Karnaugh có thể dùng tối đa là với hàm 6 biến. Đối với những mạch có số ngõ nhập lớn ( $\geq 6$ ), người ta dùng thêm các kỹ thuật phức tạp để thiết kế.

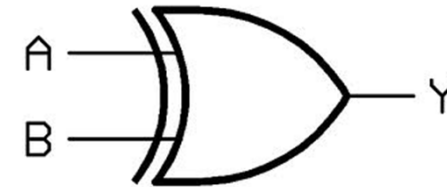
cuu duong than cong . com



# Exclusive-OR và Exclusive-NOR

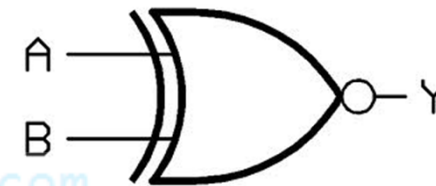
- EXclusive-OR (XOR)  

$$Y = A \oplus B = A'B + AB'$$



- EXclusive-NOR (XNOR)  

$$Y = (A \oplus B)' = (A'B' + AB)'$$

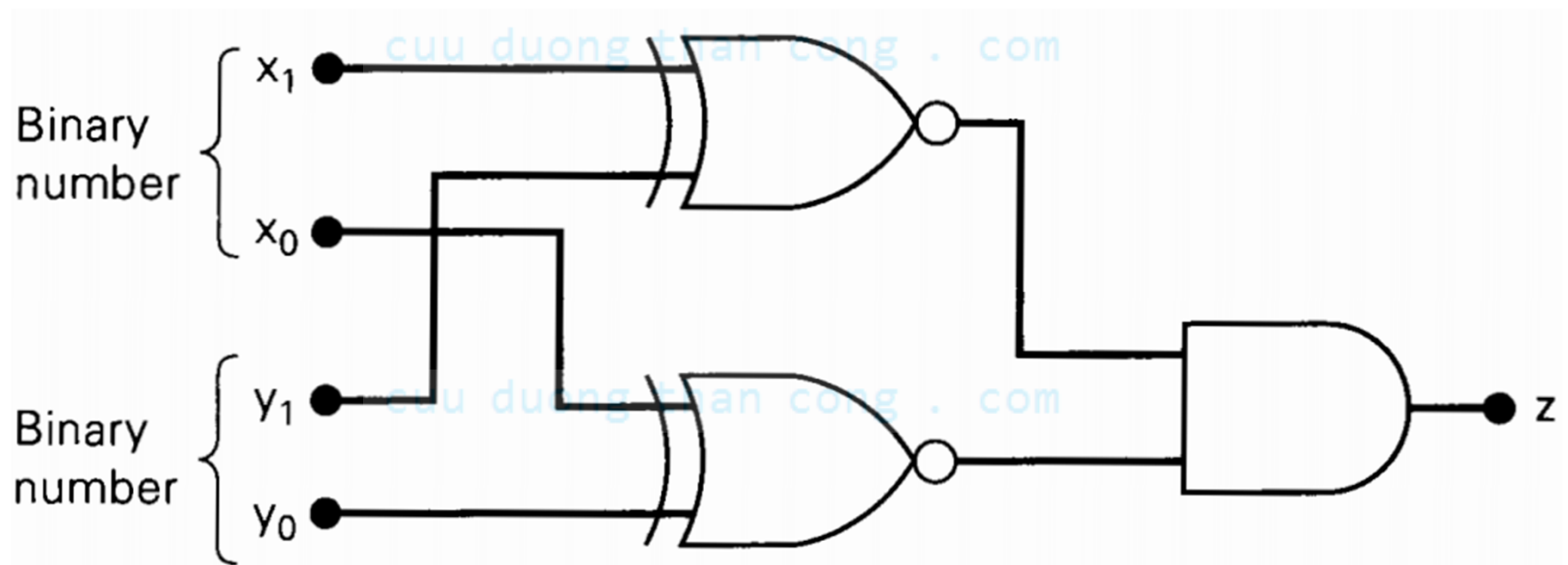


Biến		Ex. OR	XNOR
A	B	$A \oplus B$	$(A \oplus B)'$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

# Ví dụ

- Thiết kế mạch tổ hợp với 4 input  $x_1, x_0, y_1, y_0$   
 **$z = 1$**  khi  **$x_1x_0 = y_1y_0$**

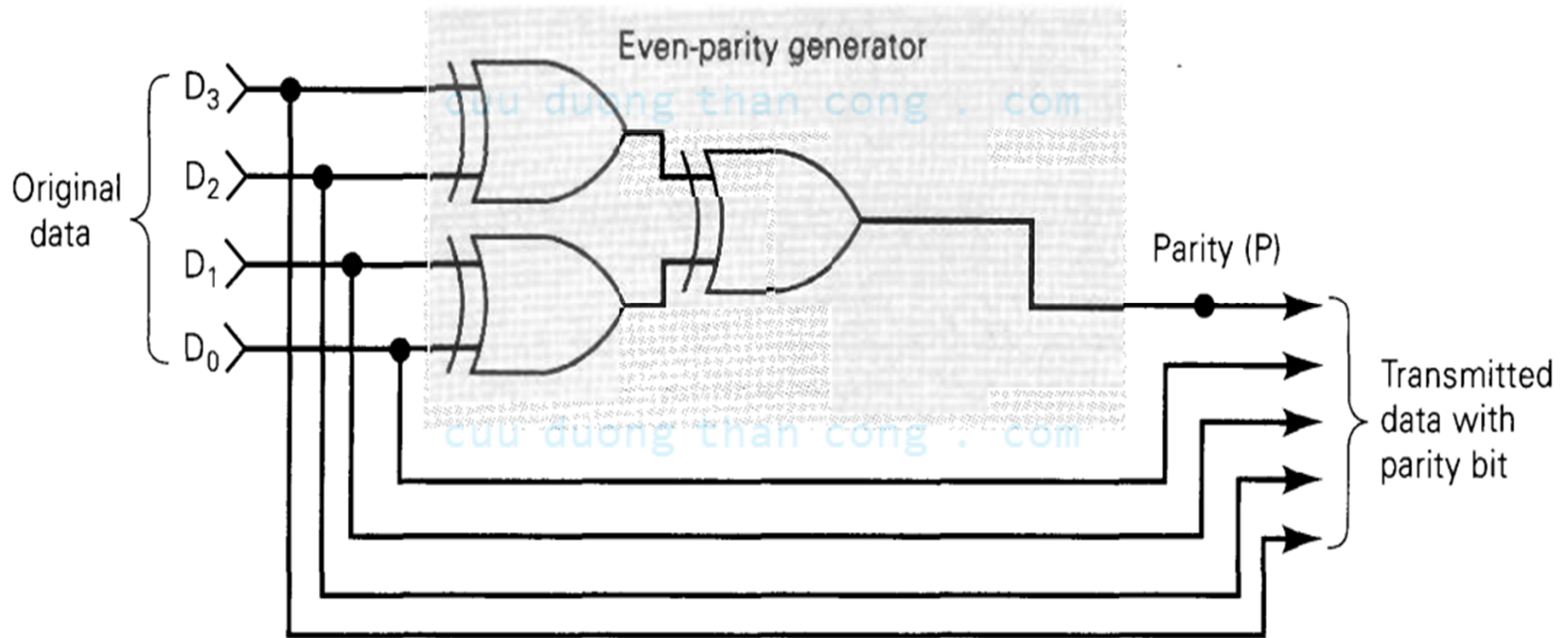
**0000, 0101, 1010, 1111**



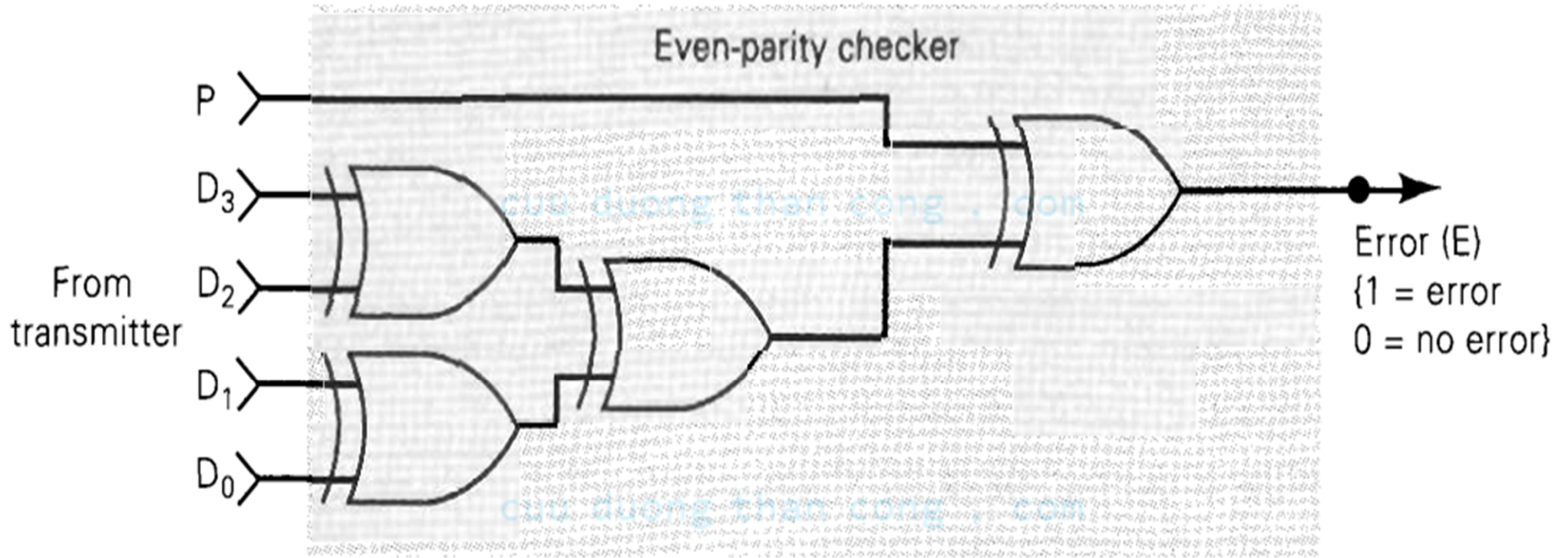
# Mạch tạo bit Parity

$$D_3D_2D_1D_0 = 1010 \rightarrow P_E = 0$$

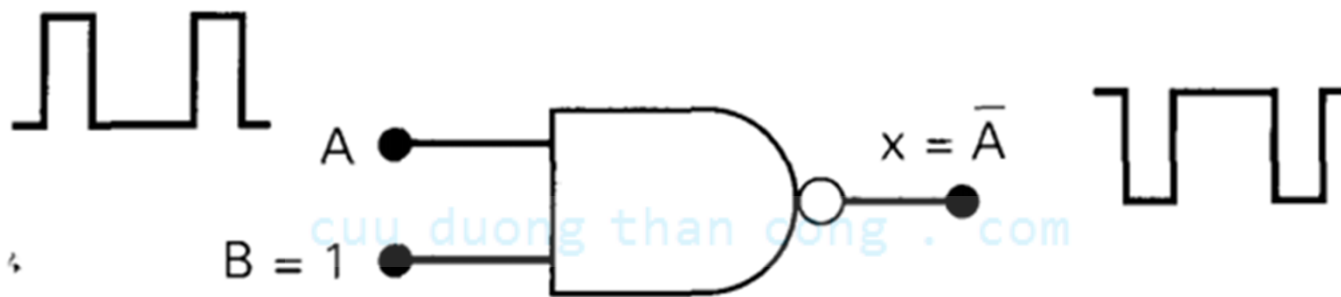
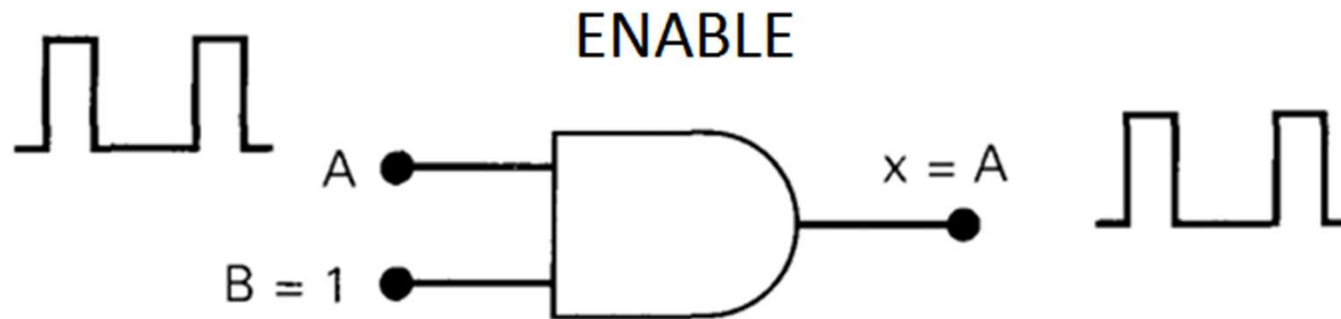
$$D_3D_2D_1D_0 = 1110 \rightarrow P_E = 1$$



# Mạch kiểm tra bit Parity

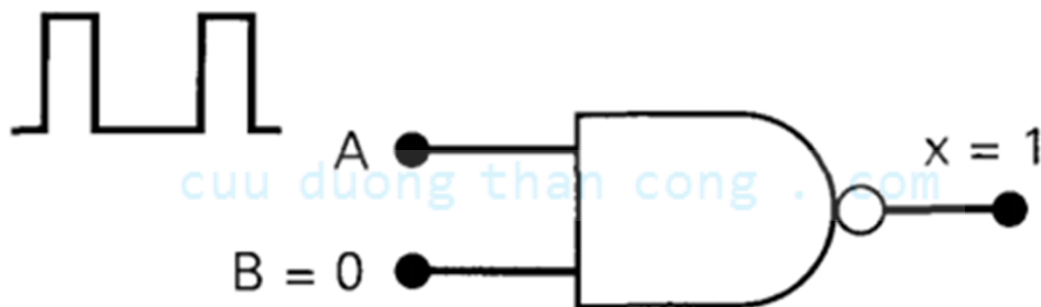
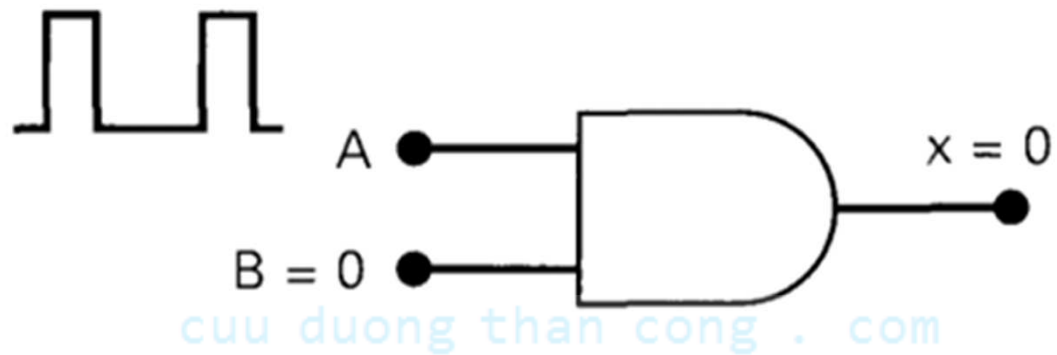


# Mạch enable



# Mạch disable

DISABLE



# Ví dụ

- Thiết kế mạch tổ hợp cho phép 1 tín hiệu truyền đến ngõ xuất khi một trong 2 tín hiệu điều khiển ở **mức 1** (không đồng thời). Các trường hợp khác ngõ xuất ở **mức 1** (HIGH).

