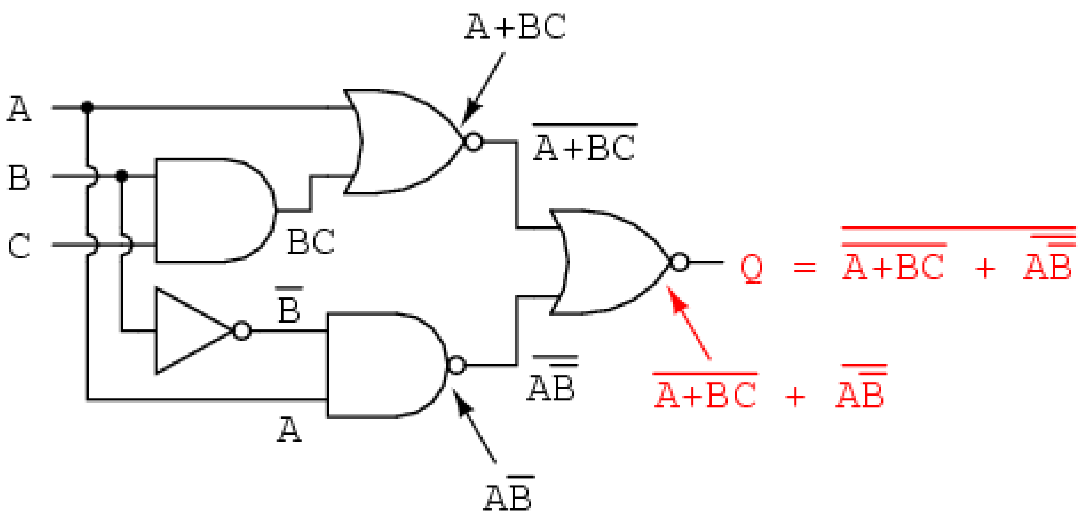
Chương 3

Các Mạch Luận Lý Tổ Hợp



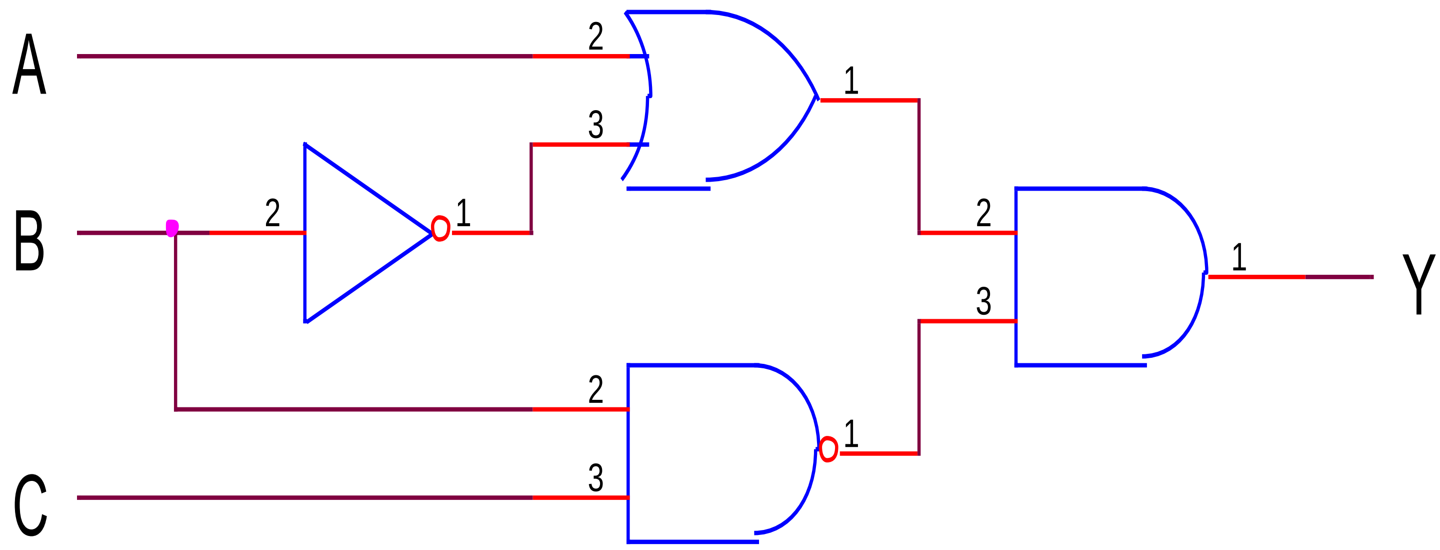
DCE
DEPT. OF COMPUTER & ENGINEERING

Nội dung

- Biểu diễn chuẩn tắc SoP, PoS
- Đơn giản biểu thức dạng SoP
- Thiết kế mạch tổ hợp.
- Mạch tạo và kiểm tra Parity
- Mạch Enable/Disable
- Các đặc tính cơ bản của IC số

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: $ABC + A'BC'$

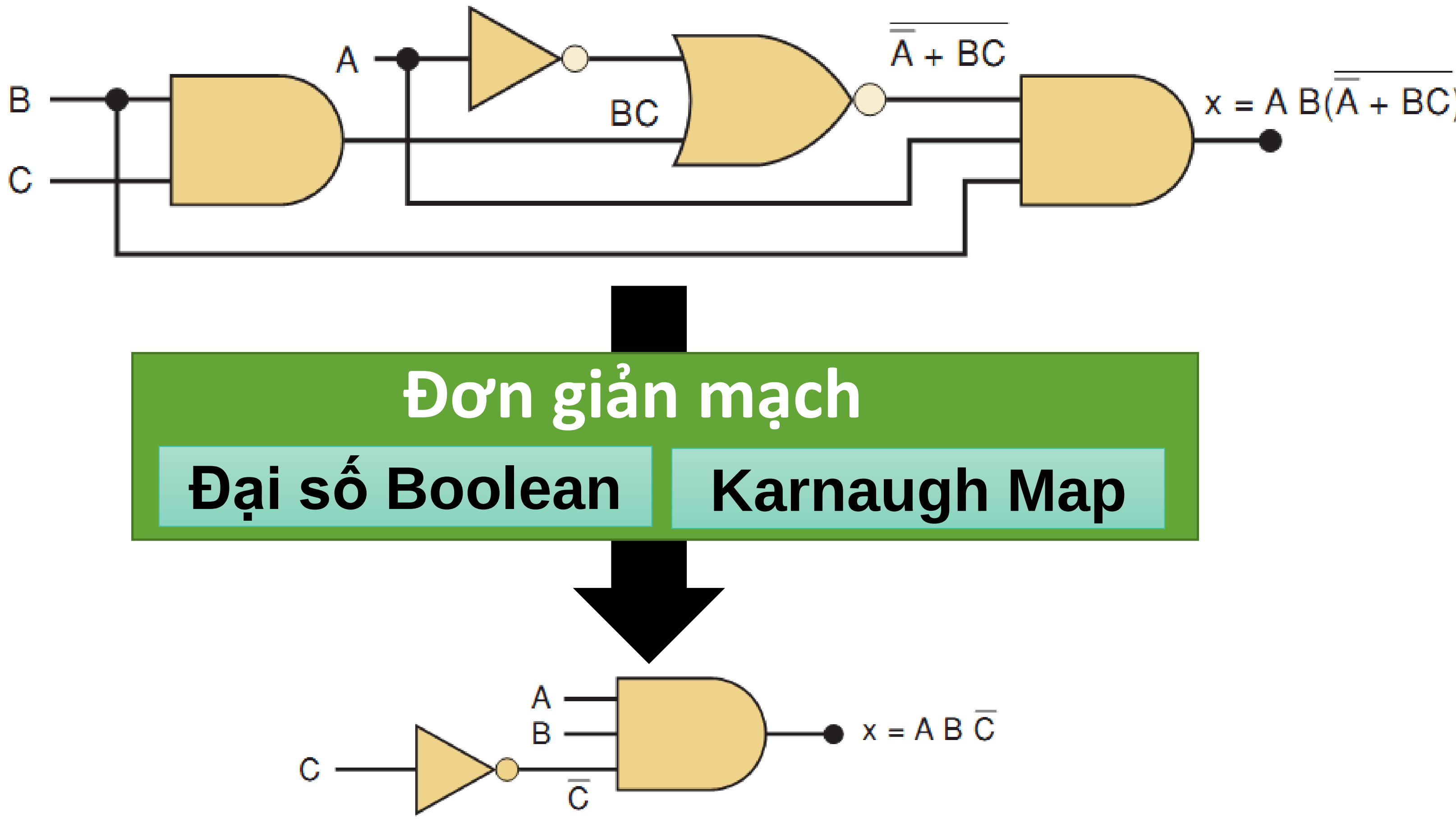
    $AB + A'BC' + C'D' + D$

- 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: $(A + B' + C)(A + C)$

    $(A + B')(C' + D)F$

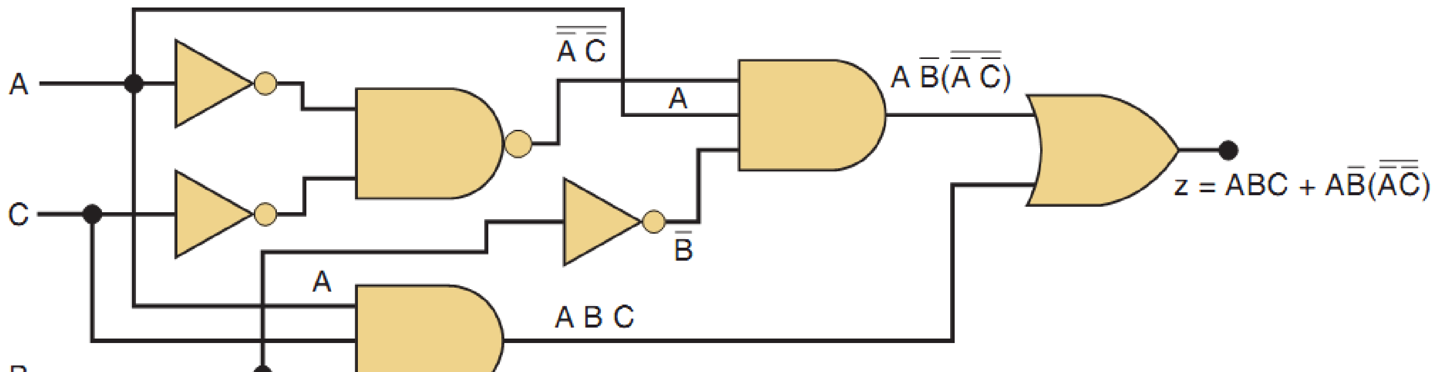
Đơn giản mạch tổ hợp

- 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.



Phương pháp đại số

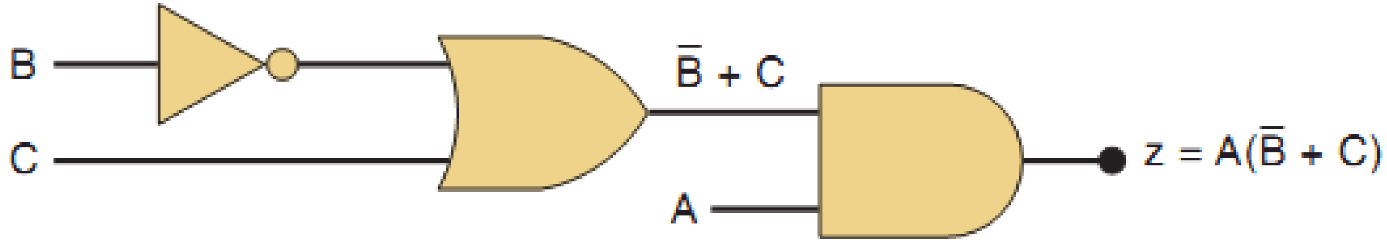
- Sử dụng các định lý trong đại số Boole để đơn giản các biểu thức của mạch logic.
  1. Chuyển sang dạng SoP (DeMorgan và phân phối).
  2. Rút gọn bằng cách tìm các nhân tố chung.



(a)

Phương pháp đại số

- z = ABC + AB'(A'C')'
  = ABC + AB'(A+C)
  = ABC + AB'A + AB'C
  = ABC + AB' + AB'C
  = AC(B+B') + AB'
  = AC + AB'
  = A(B'+C)



Ví dụ

- Đơn giản các biểu thức sau

$$Z1 = A\bar{B}\bar{C} + A\bar{B}C + ABC$$

$$Z2 = \bar{A}C(\overline{\bar{A}BD}) + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}C$$

$$Z3 = (\bar{A} + B)(A + B + D)\bar{D}$$

$$z = \overline{A}C(\overline{\overline{A}BD}) + \overline{A}B\overline{C}\,\overline{D} + A\overline{B}C.$$

$$z = \overline{A}C(A + \overline{B} + \overline{D}) + \overline{A}B\overline{C}\,\overline{D} + A\overline{B}C$$

$$= \overline{A}CA + \overline{A}C\overline{B} + \overline{A}C\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}\,\overline{D} + A\overline{B}C$$

$$= \overline{A}\,\overline{B}C + \overline{A}C\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}\,\overline{D} + A\overline{B}C$$

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

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

$$\overline{A}B\overline{D} + \overline{B}C$$

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

$$= C(\overline{B}[\overline{A} + A] + \overline{A}\,\overline{D}) + \overline{A}B\overline{C}\,\overline{D}$$

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

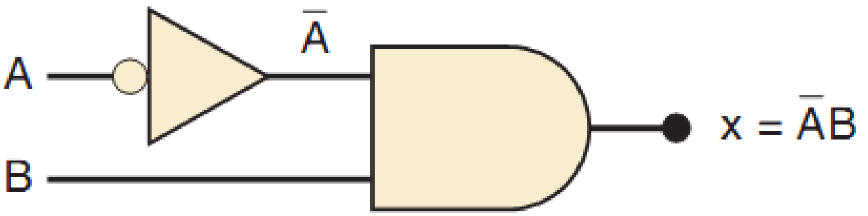
$$= \overline{B}C + \overline{A}C\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}\,\overline{D}$$

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

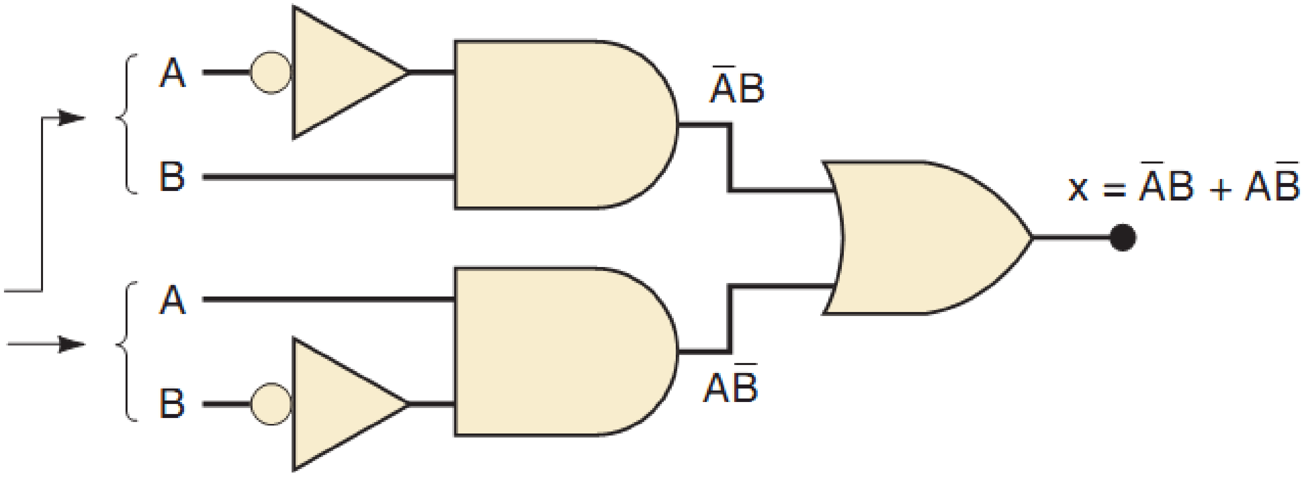
$$= \overline{B}C + \overline{A}\,\overline{D}(B + C)$$

Thiết kế mạch tổ hợp

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



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



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

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

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

- Biểu thức ngõ xuất (SOP):

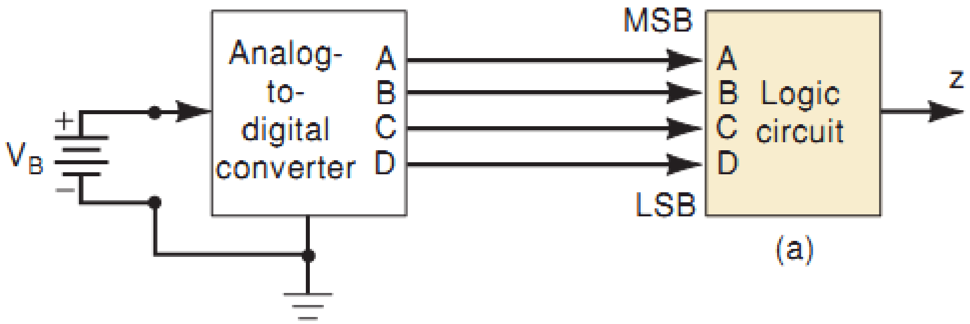
$$\overline{A}BC + A\overline{B}C + AB\overline{C} + ABC$$

- 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 6V.



(a)

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.

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

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

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	0	1	0	0
$\bar{A}B$	0	1	0	0
AB	0	1	1	0
$A\bar{B}$	0	0	0	0

Bìa Karnaugh (K-map)

- Bảng sự thật
- Biểu thức logic
- Bìa Karnaugh

A	B	X	
0	0	1	$\rightarrow \overline{A}\overline{B}$
0	1	0	
1	0	0	
1	1	1	$\rightarrow AB$

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

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

Bìa Karnaugh (K-map)

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

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

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

Bìa Karnaugh (K-map)

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

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

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	0	1	0	0
$\bar{A}B$	0	1	0	0
AB	0	1	1	0
$A\bar{B}$	0	0	0	0

Bìa Karnaugh (K-map)

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

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

	$\bar{A}\bar{B}$	$\bar{A}B$	AB	$A\bar{B}$
$\bar{C}\bar{D}$	0	0	0	0
$\bar{C}D$	1	1	1	0
CD	0	0	1	0
$C\bar{D}$	0	0	0	0

Bìa Karnaugh (K-map)

A	B	C	D	X	
0	0	0	0	0	
0	0	0	1	1	$\rightarrow \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}D$
0	0	1	0	0	
0	0	1	1	0	
0	1	0	0	0	
0	1	0	1	1	$\rightarrow \overline{A}B\overline{C}D$
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	$\rightarrow AB\overline{C}D$
1	1	1	0	0	
1	1	1	1	1	$\rightarrow ABCD$

$$\left\{ \begin{aligned} X &= \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}D + \overline{A}B\overline{C}D \\ &\quad + AB\overline{C}D + ABCD \end{aligned} \right\}$$

	$\overline{A}\,\overline{B}$	$\overline{A}B$	AB	$A\overline{B}$
$\overline{C}D$	1	1	1	0
CD	0	0	1	0
$C\overline{D}$	0	0	0	0
$\overline{C}\,\overline{D}$	0	0	0	0

Bìa Karnaugh (K-map)

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

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

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	0	1	0	0
$\bar{A}B$	0	1	0	0
AB	0	1	1	0
$A\bar{B}$	0	0	0	0

C

D

B

A

0	1	0	0
0	1	0	0
0	1	1	0
0	0	0	0

Bìa Karnaugh (K-map)

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

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

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	0_0	1_1	0_3	0_2
$\bar{A}B$	0_4	1_5	0_7	0_6
AB	0_{12}	1_{13}	1_{15}	0_{14}
$A\bar{B}$	0_8	0_9	0_{11}	0_{10}

$$X=\sum(1,5,13,15)$$

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.

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.

Khoanh vòng 2 ô kề nhau

	$\overline{C}$	C
$\overline{A}\,\overline{B}$	0	0
$\overline{A}B$	1	0
AB	1	0
$A\overline{B}$	0	0

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

	$\overline{C}$	C
$\overline{A}\,\overline{B}$	0	0
$\overline{A}B$	1	1
AB	0	0
$A\overline{B}$	0	0

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

	$\overline{C}$	C
$\overline{A}\,\overline{B}$	1	0
$\overline{A}B$	0	0
AB	0	0
$A\overline{B}$	1	0

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

Khoanh vòng 2 ô kề nhau

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	1	0	0	0
$\bar{A}B$	0	1	1	0
AB	0	0	0	0
$A\bar{B}$	1	0	0	0

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

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	1	1	0	0
$\bar{A}B$	0	0	0	0
AB	1	0	0	1
$A\bar{B}$	0	0	0	0

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

Khoanh vòng 4 ô kề nhau

	$\overline{C}$	C
$\overline{A}\,\overline{B}$	1	0
$\overline{A}B$	1	0
AB	1	0
$A\overline{B}$	1	0

$X = \overline{C}$

	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	0	0	0	0
$\overline{A}B$	1	1	1	1
AB	0	0	0	0
$A\overline{B}$	0	0	0	0

$X = \overline{A}B$

Khoanh vòng 4 ô kề nhau

	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	0	0	0	0
$\overline{A}B$	1	0	0	1
AB	1	0	0	1
$A\overline{B}$	0	0	0	0

$X = B\overline{D}$

	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	0	0	0	0
$\overline{A}B$	0	1	1	0
AB	0	1	1	0
$A\overline{B}$	0	0	0	0

$X = BD$

Khoanh vòng 4 ô kề nhau

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	1	0	0	1
$\bar{A}B$	0	0	0	0
AB	0	0	0	0
$A\bar{B}$	1	0	0	1

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

Khoanh vòng 8 ô kề nhau

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	1	1	1	1
$\bar{A}B$	0	0	0	0
AB	0	0	0	0
$A\bar{B}$	1	1	1	1

$$X = \bar{B}$$

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	1	0	0	1
$\bar{A}B$	1	0	0	1
AB	1	0	0	1
$A\bar{B}$	1	0	0	1

$$X = \bar{D}$$

Khoanh vòng 8 ô kề nhau

	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	1	1	1	1
$\overline{A}B$	1	1	1	1
AB	0	0	0	0
$A\overline{B}$	0	0	0	0

$X = \overline{A}$

	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	0	1	1	0
$\overline{A}B$	0	1	1	0
AB	0	1	1	0
$A\overline{B}$	0	1	1	0

$X = D$

Quá trình đơn giản hóa

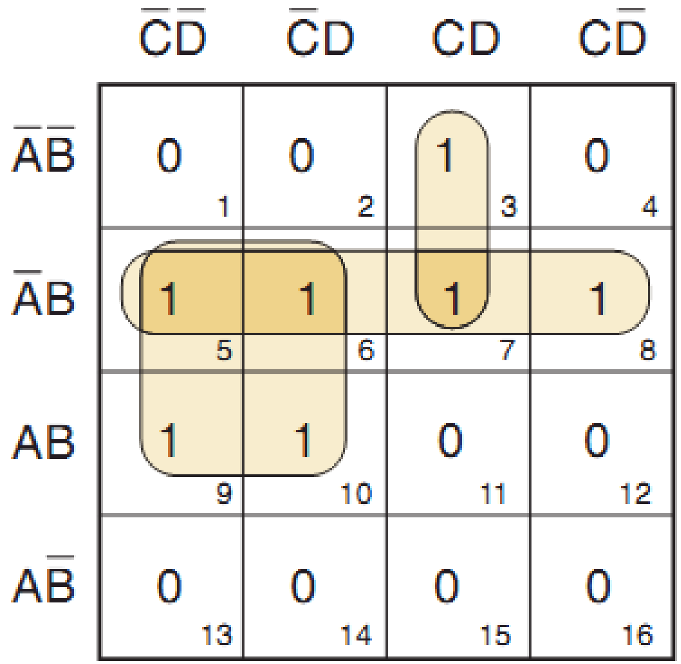
1. Xây dựng bảng K-map và đặt 1 hoặc 0 trong các ô tương ứng với bảng sự thật.
2. Khoanh vòng các ô giá trị 1 đơn lẻ, không tiếp giáp với các ô giá trị 1 khác (vòng đơn).
3. Khoanh vòng các cặp giá trị 1 không tiếp giáp với các ô giá trị 1 nào khác nữa (vòng kép).
4. Khoanh vòng các ô 8 giá trị 1 (nếu có) ngay cả nếu nó chứa 1 hoặc nhiều ô đã được khoanh vòng.
5. 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.
6. 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.
7. Tạo cổng OR các số hạng được tạo bởi mỗi vòng

Ví dụ

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	0 (1)	0 (2)	0 (3)	1 (4)
$\bar{A}B$	0 (5)	1 (6)	1 (7)	0 (8)
AB	0 (9)	1 (10)	1 (11)	0 (12)
$A\bar{B}$	0 (13)	0 (14)	1 (15)	0 (16)

$$X = \underbrace{\bar{A}\bar{B}C\bar{D}}_{\text{loop 4}} + \underbrace{ACD}_{\text{loop 11, 15}} + \underbrace{BD}_{\text{loop 6, 7, 10, 11}}$$

Ví dụ



$$X = \underbrace{\bar{A}B}_{\text{loop 5, 6, 7, 8}} + \underbrace{B\bar{C}}_{\text{loop 5, 6, 9, 10}} + \underbrace{\bar{A}CD}_{\text{loop 3,7}}$$

Ví dụ

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	0_{1}	1_{2}	0_{3}	0_{4}
$\bar{A}B$	0_{5}	1_{6}	1_{7}	1_{8}
AB	1_{9}	1_{10}	1_{11}	0_{12}
$A\bar{B}$	0_{13}	0_{14}	1_{15}	0_{16}

$$X = \underbrace{AB\bar{C}}_{9,\ 10} + \underbrace{\bar{A}\bar{C}D}_{2,\ 6} + \underbrace{\bar{A}BC}_{7,\ 8} + \underbrace{ACD}_{11,\ 15}$$

Ví dụ

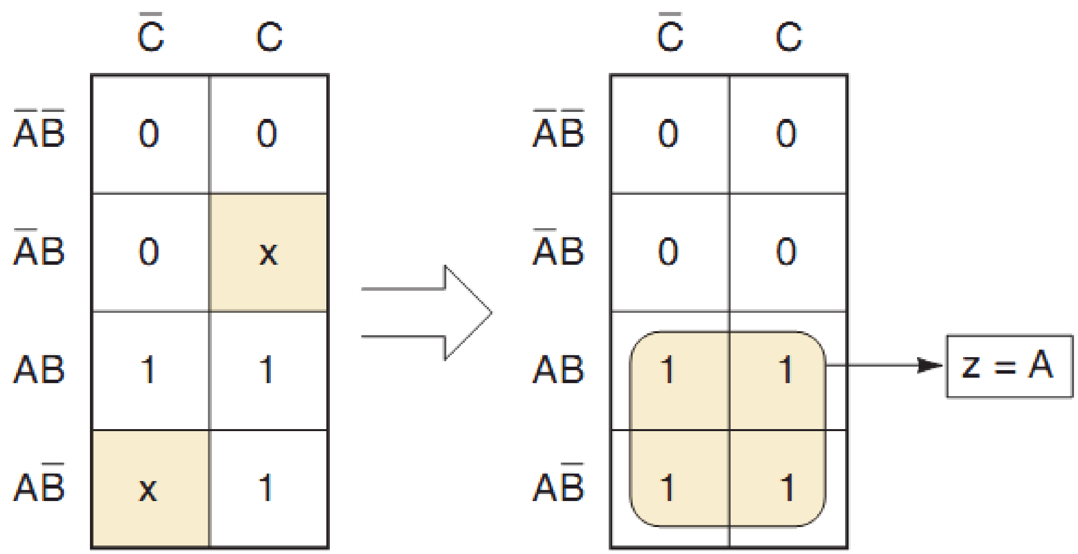
	$\overline{C}\,\overline{D}$	$\overline{C}D$	CD	$C\overline{D}$
$\overline{A}\,\overline{B}$	0	0	1	1
$\overline{A}B$	1	1	1	1
AB	1	1	0	0
$A\overline{B}$	0	0	0	0

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

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 một 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	"don't
1	0	0	x	care"
1	0	1	1	
1	1	0	1	
1	1	1	1	



Ví dụ

$$z = \bar{A}C(\overline{\bar{A}BD}) + \bar{A}B\bar{C}\,\bar{D} + A\bar{B}C.$$

$$= \bar{A}CA + \bar{A}C\bar{B} + \bar{A}C\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}\,\bar{D} + A\bar{B}C$$

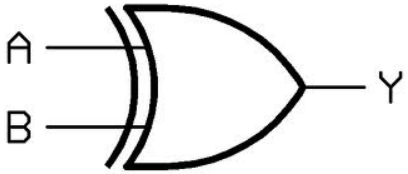
PP bảng Karnaugh - Tóm tắt

- So sánh với phương pháp đại số, phương pháp dùng K-map có tính hệ thống 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 (>=6), người ta dùng thêm các kỹ thuật phức tạp để thiết kế.

Exclusive-OR và Exclusive-NOR

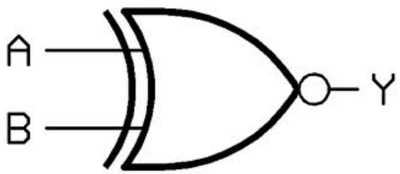
- EXclusive-OR (XOR)

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



- EXclusive-NOR (XNOR)

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



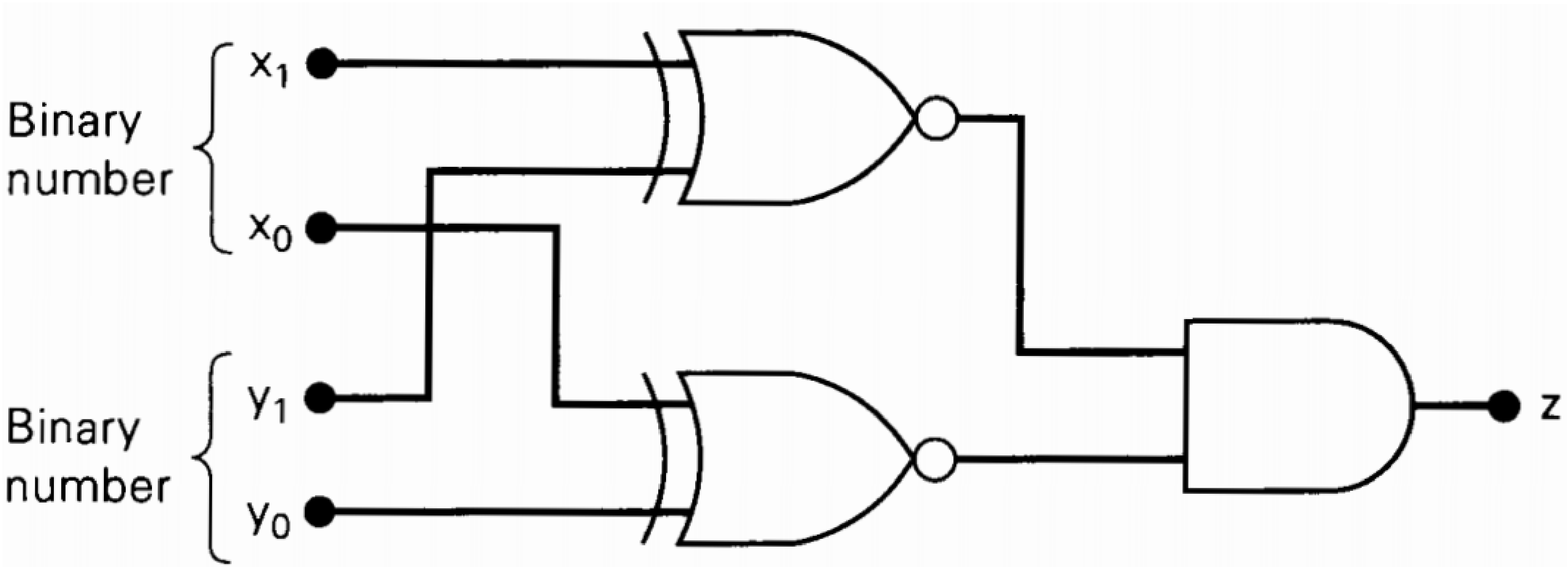
Biến		Ex. OR	XNOR
A	B	$A \oplus B$	$(A \oplus B)'$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

Ví dụ

- Thiết kế mạch tổ hợp với 4 input x_1, x_0, y_1, y_0

  $z = 1$ khi **$x_1x_0 = y_1y_0$**

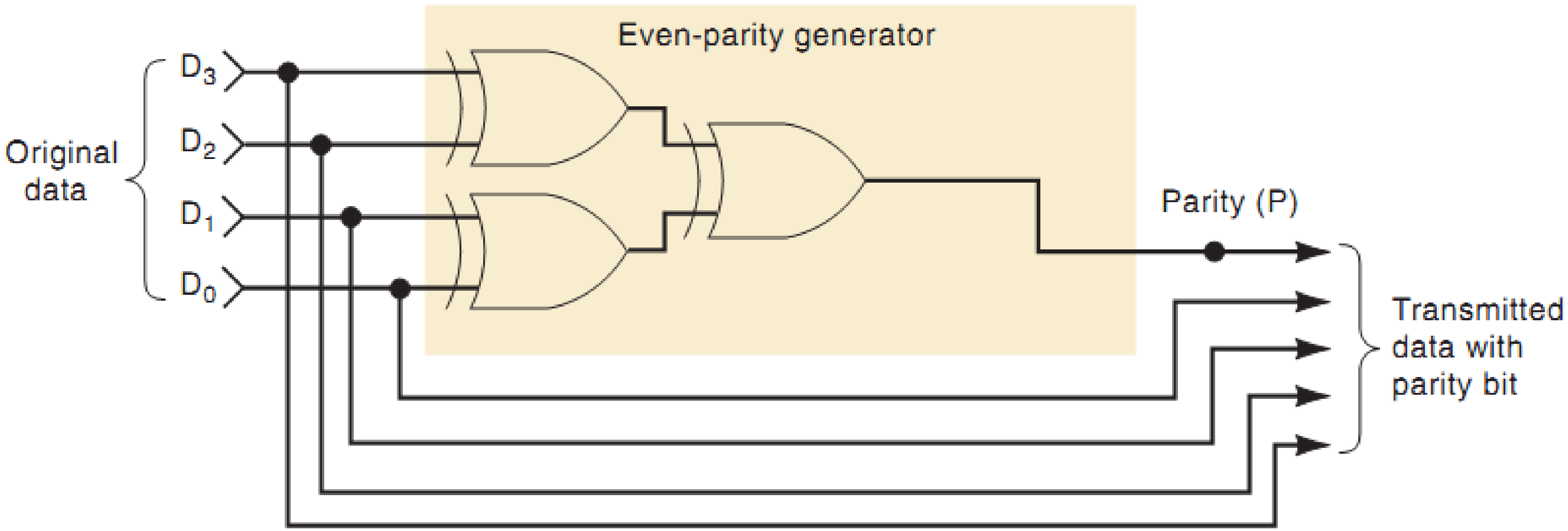
0000, 0101, 1010, 1111



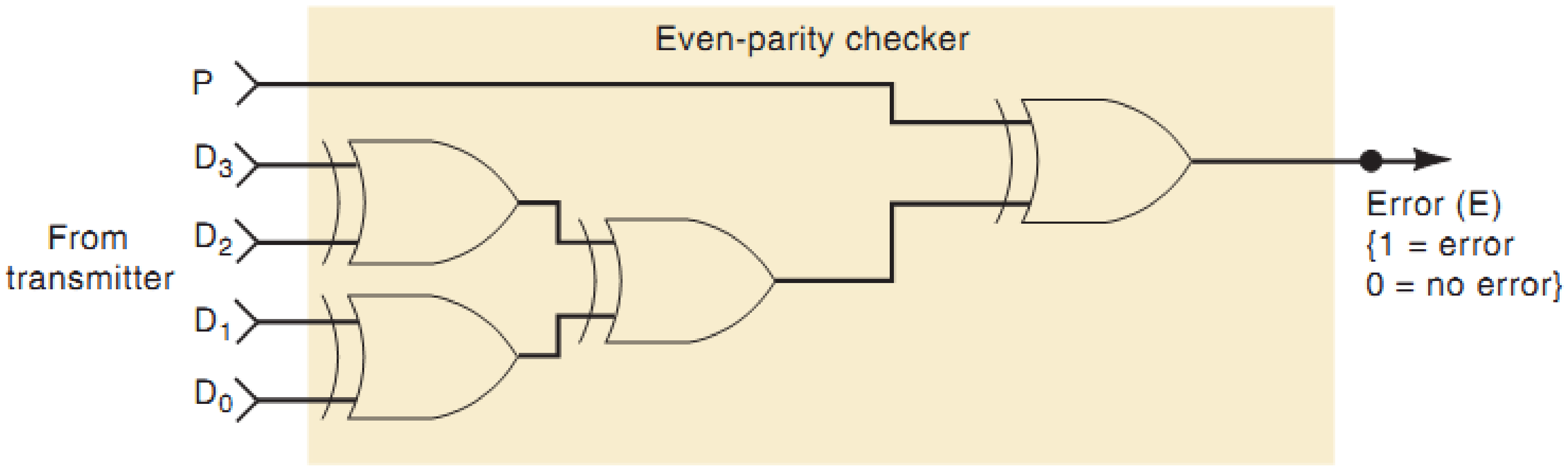
Mạch tạo bit Parity

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

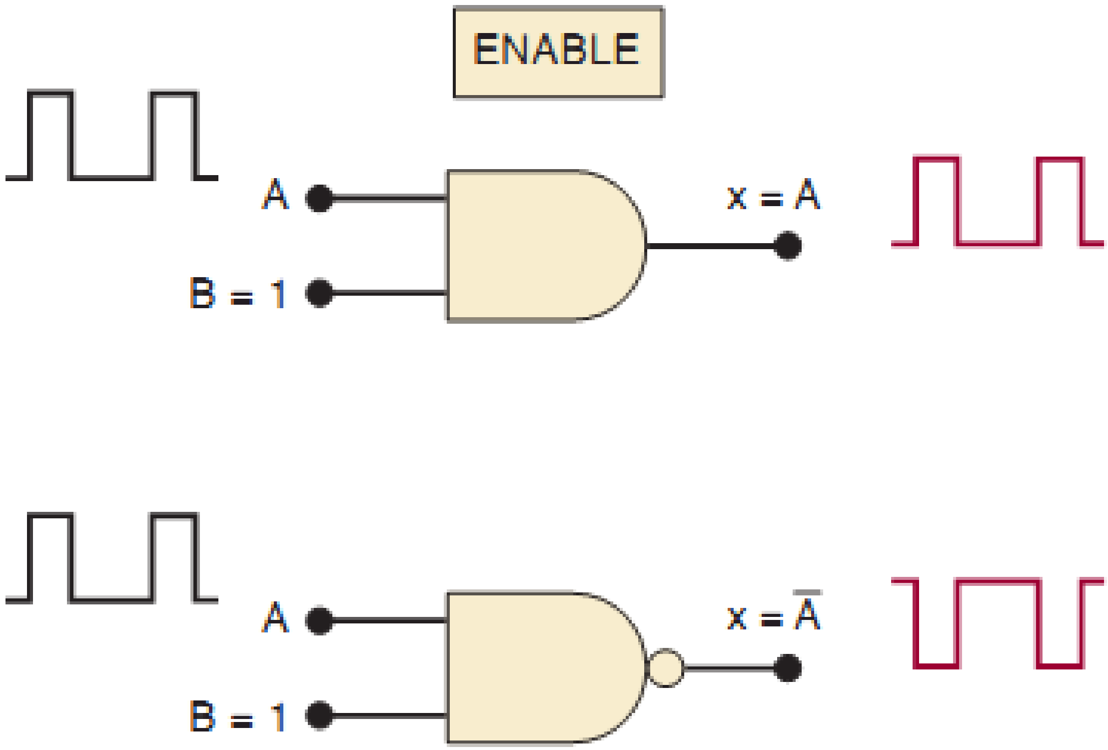
$$D_3D_2D_1D_0 = 1110 \rightarrow P_E = 1$$



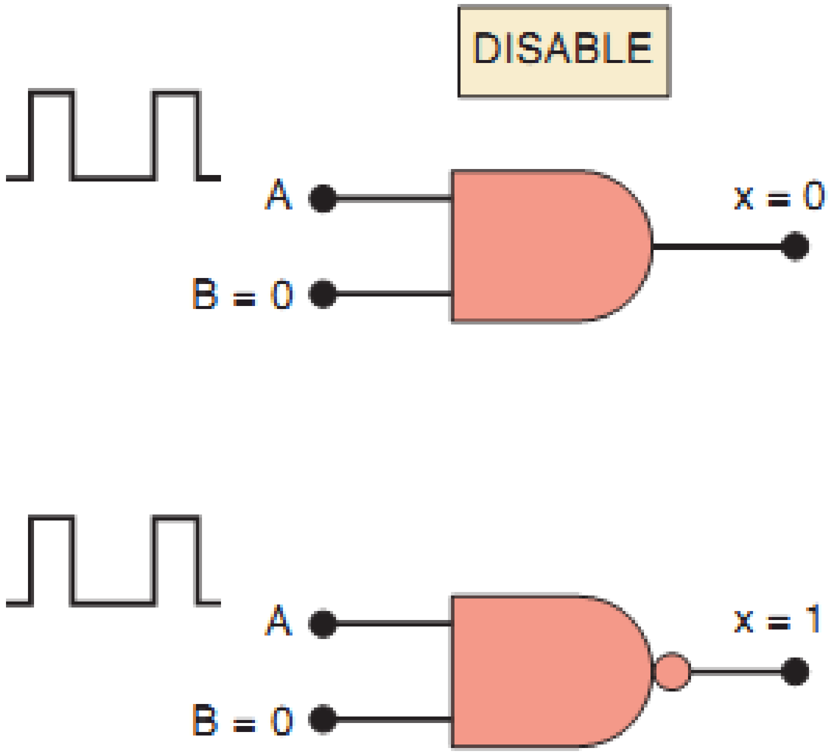
Mạch kiểm tra bit Parity



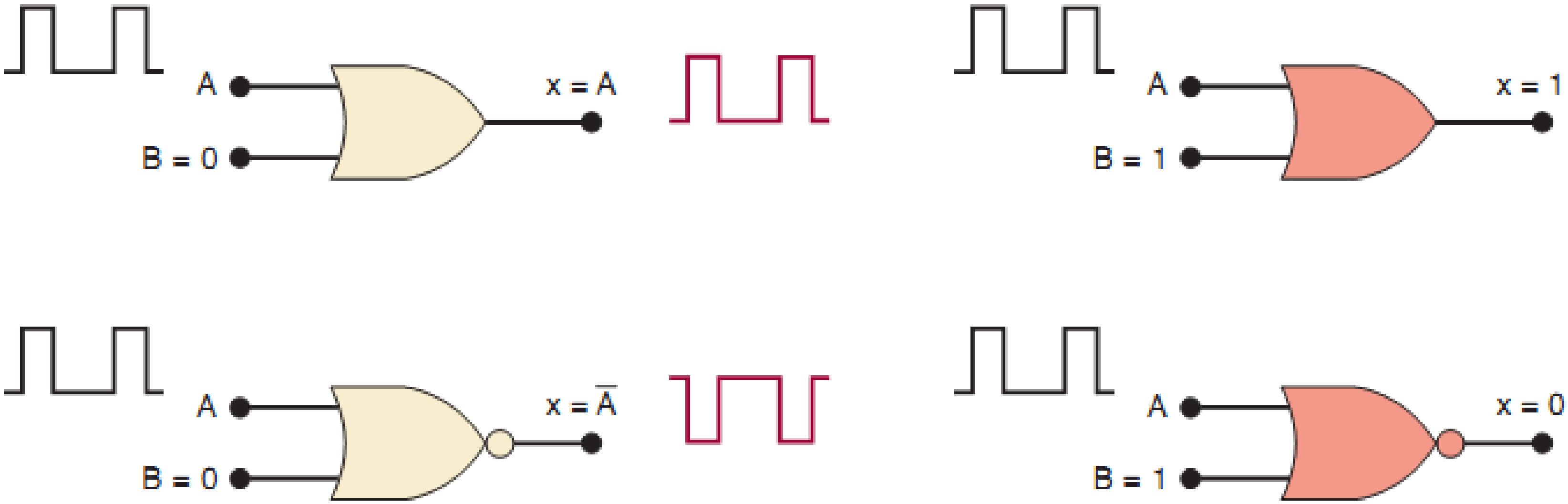
Mạch enable



Mạch disable

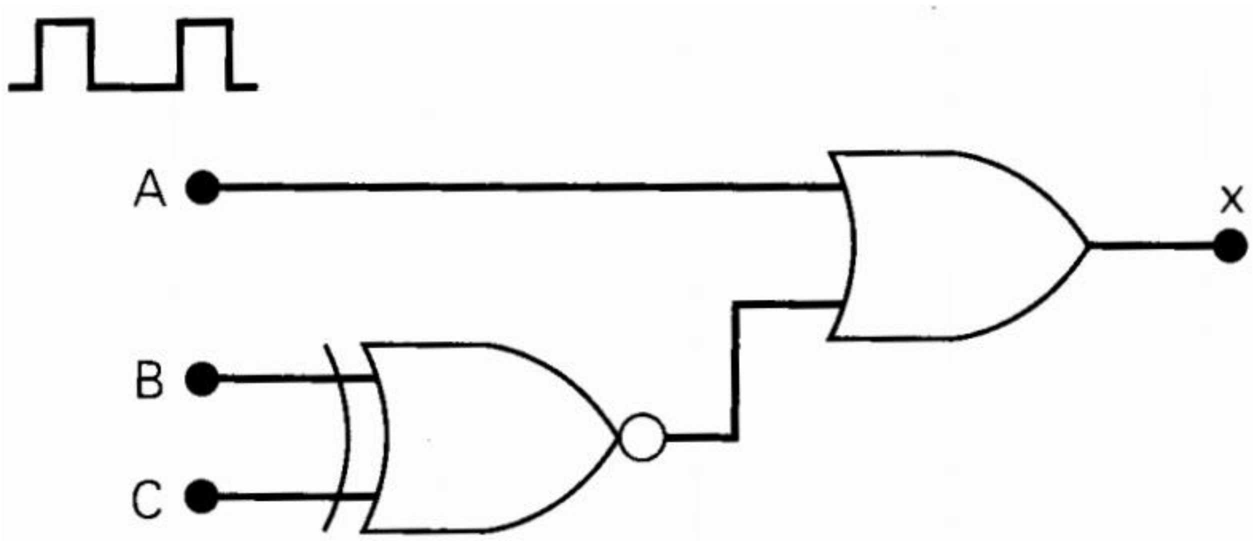


Mạch Enable/Disable OR/NOR



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).



Ví dụ

- Thiết kế mạch half-adder
  - a, b là các input với giá trị 0,1.
  - S là kết quả phép toán: a+b
  - Co là phần nhớ phép toán: a +b

Ví dụ

- Thiết kế mạch full-adder
  - a, b, Ci là các input với giá trị 0,1.
  - S là kết quả phép toán: a+b+Ci
  - Co là phần nhớ phép toán: a + b + Ci

Bài tập về nhà và đọc thêm

- Tất cả bài tập trong sách Digital System của Ronal Tocci
  - Chương 4 - Combinational Logic Circuits

Bài tập cơ bản

- Đơn giản bìa Karnaugh

a.

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	1	1	1	1
$\bar{A}B$	1	1	0	0
AB	0	0	0	1
$A\bar{B}$	0	0	1	1

b.

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	1	0	1	1
$\bar{A}B$	1	0	0	1
AB	0	0	0	0
$A\bar{B}$	1	0	1	1

c.

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

d.

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

Bài tập cơ bản

- Sử dụng bìa Karnaugh để rút gọn các hàm sau (làm tất cả các trường hợp có thể)
  1. $F(A,B,C) = \sum(1, 2, 3, 4, 6, 7)$
  2. $F(A,B,C,D) = \sum(1, 3, 4, 5, 6, 7, 12, 13)$
  3. $F(A,B,C,D) = \sum(2, 5, 7, 8, 10, 12, 13, 15)$
  4. $F(A,B,C,D) = \sum(0, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15)$
  5. $F(A,B,C,D) = \sum(0, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15)$
  6. $F(D,C,B,A) = \sum(0, 2, 3, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15)$
  7. $F(D,C,B,A) = \sum(0, 1, 4, 5, 7, 8, 10, 13, 14, 15)$
  8. $F(D,C,B,A) = \sum(1, 2, 5, 10, 12) + \sum d(0, 3, 4, 8, 13, 14, 15)$

Bài tập cơ bản

- Sử dụng bìa Karnaugh để rút gọn các hàm sau (làm tất cả các trường hợp có thể)
  1. $F(A,B,C,D) = \sum m(0,1,2,5,7,8,10,14,15) + d(3,13)$
  2. $F(A,B,C,D) = \prod M(1,3,4,5,11,12,14,15) \,.\, D(0,6,7,8)$
  3. $F(A,B,C,D) = \sum m(1,3,6,8,11,14) + d(2,4,5,13,15)$
  4. $F(A,B,C,D) = \prod(1,5,6,7,9,11,15) \,.\, D(0,2,3,8,14)$
  5. $F(D,C,B,A) = \prod M(0,3,6,9,11,13,14).\, D(5,7,10,12)$
  6. $F(D,C,B,A) = \sum(0,1,4,6,10,14) + d(5,7,8,9,11,12,15)$
  7. $F(E,D,C,B,A) = \sum m(1,3,10,14,21,26,28,30) + d(5,12,17,29)$
  8. $F(A,B,C,D) = \prod M(0,2,3,4,7,8)$

Bài tập cơ bản

- Rút gọn các hàm sau
  1. $X = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}BC + ABC + A\bar{B}\bar{C} + A\bar{B}C$
  2. $Y = AB(\overline{\bar{C}D}) + \bar{A}BD + \bar{B}\bar{C}\bar{D}$
  3. $Z = (\overline{C + D}) + \bar{A}C\bar{D} + A\bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{B}CD + AC\bar{D}$

Bài tập cơ bản

- Cho bảng sự thật

C	B	A	F1	F2
0	0	0	0	1
0	0	1	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	0

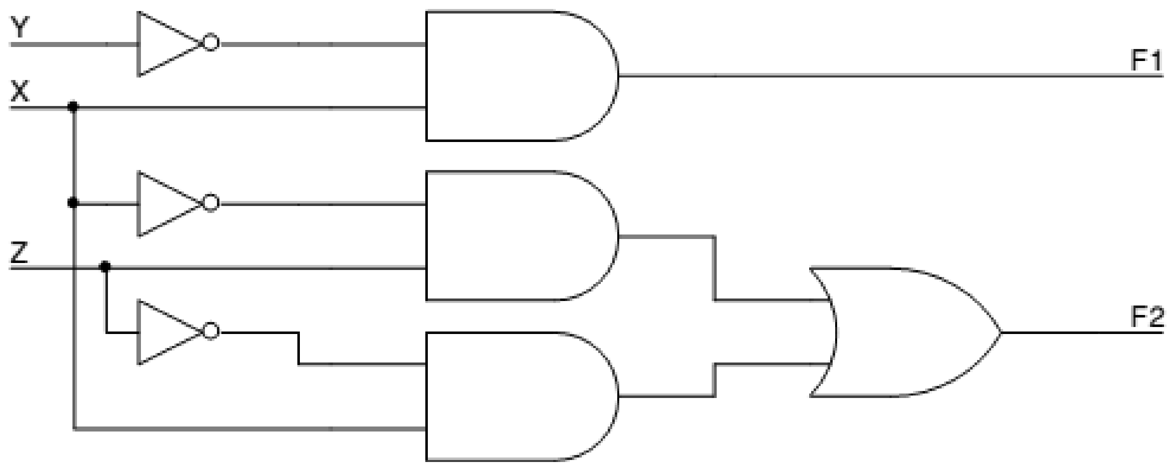
C	B	A	F1	F2
0	0	0	1	1
0	0	1	0	X
0	1	0	X	0
0	1	1	0	1
1	0	0	0	1
1	0	1	1	X
1	1	0	X	X
1	1	1	1	0

Ứng với mỗi bảng sự thật,

1. Rút gọn F1 và F2 theo dạng tổng các tích (SOP).
2. Rút gọn F1 và F1 theo dạng tích các tổng (POS).

Bài tập cơ bản

1. Viết dạng chuẩn tắc SOP và POS của F1, F2.



2. Thiết kế mạch tổ hợp có 3 ngõ nhập và 1 ngõ xuất sao cho ngõ xuất ở mức "1" khi và chỉ khi giá trị thập phân của ngõ nhập nhỏ hơn 3.

Bài tập cơ bản

1. Thiết kế mạch tổ hợp có 4 ngõ nhập A, B, C, D và 1 ngõ xuất sao cho ngõ xuất ở mức "1" khi và chỉ khi A=B=1 hoặc C=D=1.
2. Thiết kế mạch tổ hợp thoả mãn đồng thời các điều kiện sau:
   a) Nếu tín hiệu ngõ nhập B và C khác nhau, ngõ xuất X bằng $\bar{A}$
   b) Các trường hợp còn lại ngõ xuất X ở mức "1"

Bài tập cơ bản

1. Người ta thiết kế một phòng gồm 2 cửa A và B. Tại mỗi cửa đều có một công tắc 2 trạng thái (ON/OFF). Thiết kế mạch tổ hợp để điều khiển 1 bóng đèn nằm giữa phòng bằng 2 công tắc A, B sao cho người ta có thể bật tắt đèn ở bất kỳ cửa nào của phòng. Biết rằng bóng đèn trong phòng tích cực mức “0”.

2. Thiết kế mạch tổ hợp cho bài toán 3 công tắc 2 trạng thái (ON/OFF) A, B, C điều khiển cùng 1 bóng đèn.

Bài tập cơ bản

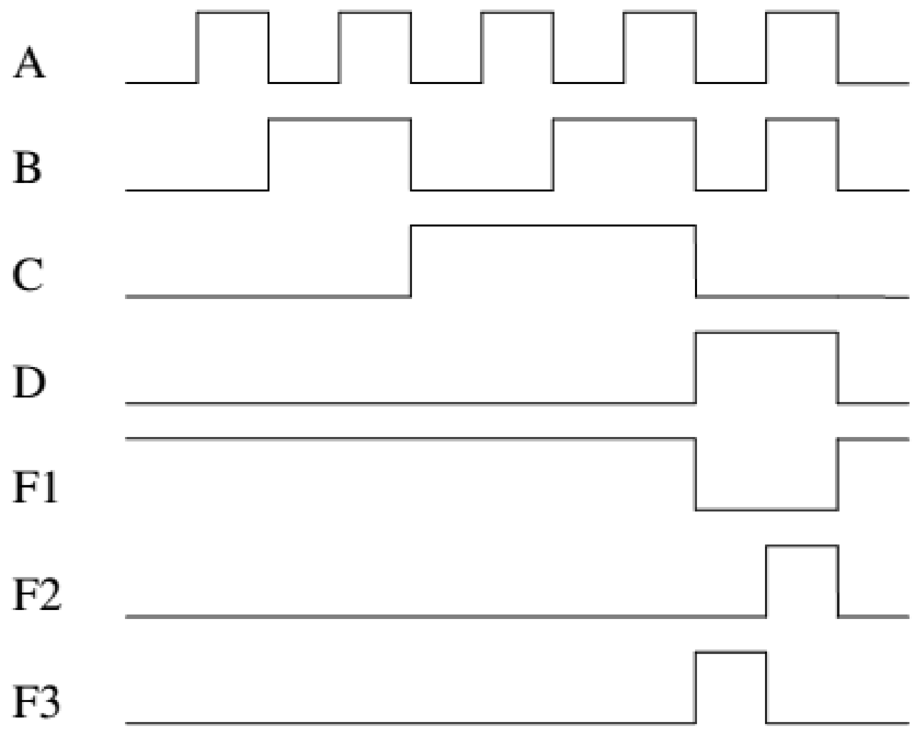
- Thiết kế mạch tổ hợp thoả mãn đồng thời các điều kiện sau:
  - Ngõ xuất X bằng A nếu có một số lẻ tín hiệu trong các tín hiệu B, C, D ở mức “1”.
  - Các trường hợp còn lại ngõ xuất ở mức “0”.

Bài tập mở rộng

- Một đoạn dữ liệu gồm 1 số BCD và 1 bit parity (chẵn) được truyền từ A→B. Các bit lần lượt là A_3, A_2, A_1, A_0, và P. Hãy thiết kế mạch kiểm tra bên B để xác định các lỗi sau.
  - Dữ liệu không phải số BCD.
  - Có lỗi trên đường truyền dựa vào Parity bit.

Biết rằng ngõ ra mạch kiểm tra lỗi tích cực mức 0.

Bài tập mở rộng



- Viết biểu thức đại số các hàm F1, F2 và F3
- Viết biểu thức tối giản dạng chính tắc SOP và POS cho hàm F1, F2 và F3

Bài tập mở rộng

- Thiết kế mạch tổ hợp thực hiện phép tính bù 2 của một số nhị phân 3 bit: ABC (A là MSB) và cho kết quả là số nhị phân 3 bit: XYZ (X là MSB).

- Một mạch tổ hợp có 3 ngõ vào A, B, và C; và 2 ngõ ra X và Y. Ngõ ra X bằng 0 nếu 2 bit kế nhau trong ABC không giống nhau. Y bằng 1 nếu tổng số bit 1 trong ABC là 2 và bằng "don't care" nếu tổng số bit 0 trong ABC là 2. Hãy tìm X theo dạng POS và Y theo dạng SOP. Vẽ sơ đồ logic mạch thiết kế.