

BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

- 1. Mạch tính toán số học**
- 2. Mạch so sánh, đa hợp/giải đa hợp**
- 3. ALU (Arithmetic Logic Unit)**

BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

Để thiết kế một mạch số đơn giản, cần trải qua 3 bước:

- Bước 1:** Lập bảng trạng thái (hay chân trị)
- Bước 2:** Từ bảng trạng thái ghi ra phương trình trạng thái và rút gọn (thường dùng phương pháp giản đồ Karnaugh)
- Bước 3:** Vẽ hình

BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

Mạch cộng HA (Half Adder – mạch cộng 2 bit nhị phân)

- Bước 1: Bảng trạng thái

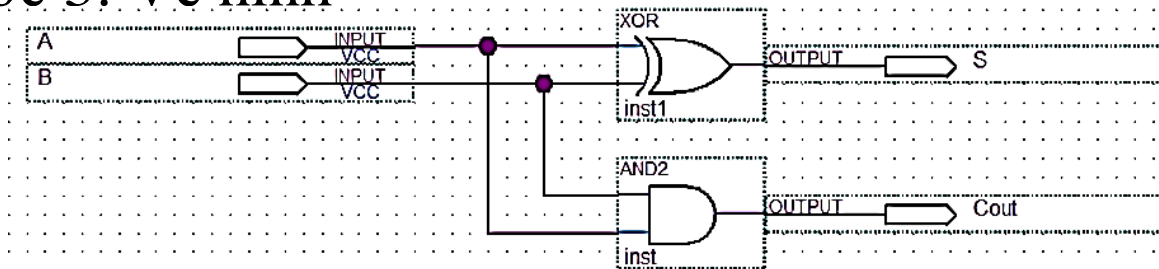
INPUT		OUTPUT	
A	B	S	Cout
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

- Bước 2: Phương trình trạng thái

$$S = A \oplus B$$

$$Cout = A . B$$

- Bước 3: Vẽ hình



BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

Mạch cộng FA (Full Adder – mạch cộng 3 bit nhị phân)

- Bước 1: Bảng trạng thái

INPUT			OUTPUT	
A	B	Cin	S	Cout
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

- Bước 2: Phương trình trạng thái

$$S = A \oplus B \oplus Cin$$

$$Cout = \bar{A}.B.Cin + A.\bar{B}.Cin + A.B.\bar{Cin} + A.B.Cin$$

Chưa
rút gọn

BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

Mạch cộng FA (Full Adder – mạch cộng 3 bit nhị phân)

- Bước 2: Rút gọn Cout dùng giản đồ Karnaugh

$$Cout = \bar{A}.B.Cin + A.\bar{B}.Cin + A.B.\bar{Cin} + A.B.Cin$$

Cin \ AB	00	01	11	10
0			1	
1		1	1	1



→ $A.B$



→ $A.Cin$



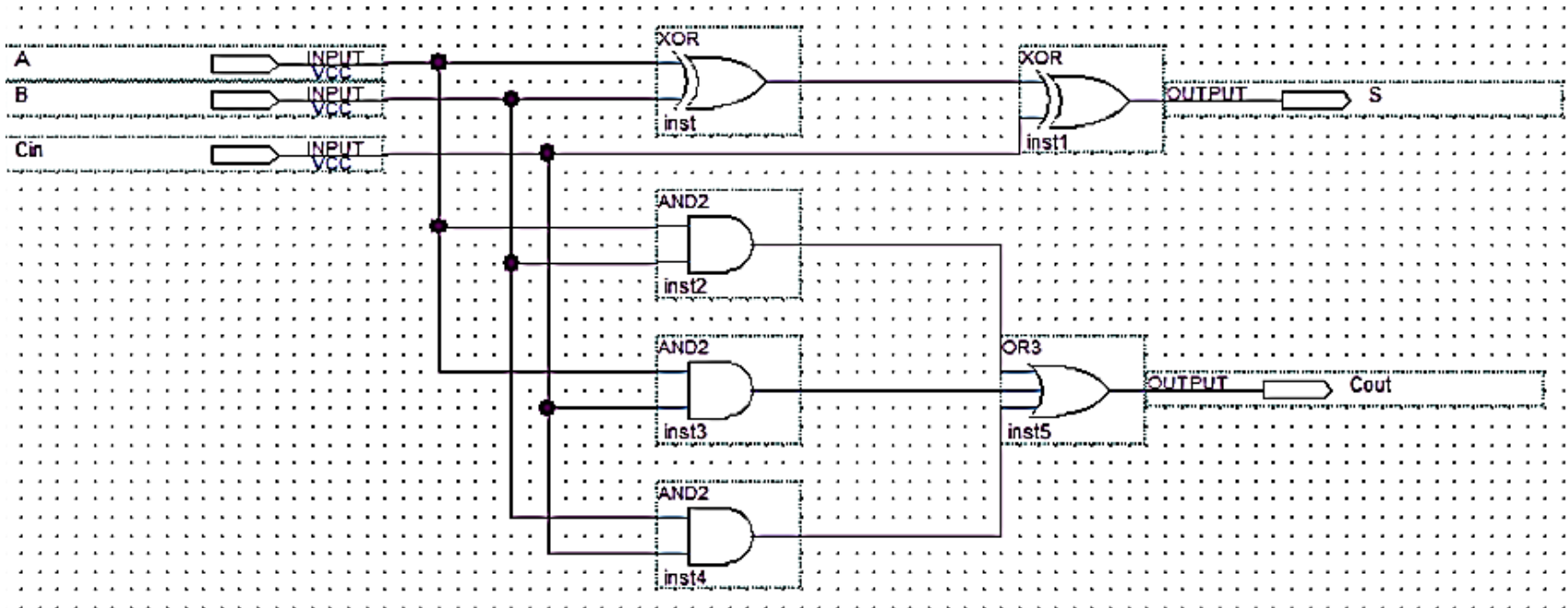
→ $B.Cin$

$$\Rightarrow Cout = A.B + A.Cin + B.Cin$$

BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

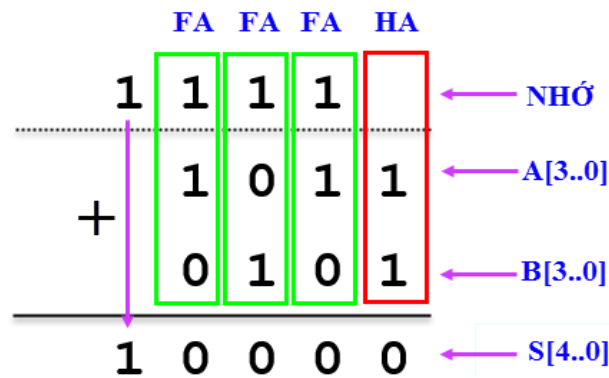
Mạch cộng FA (Full Adder – mạch cộng 3 bit nhị phân)

- Bước 3: Vẽ hình

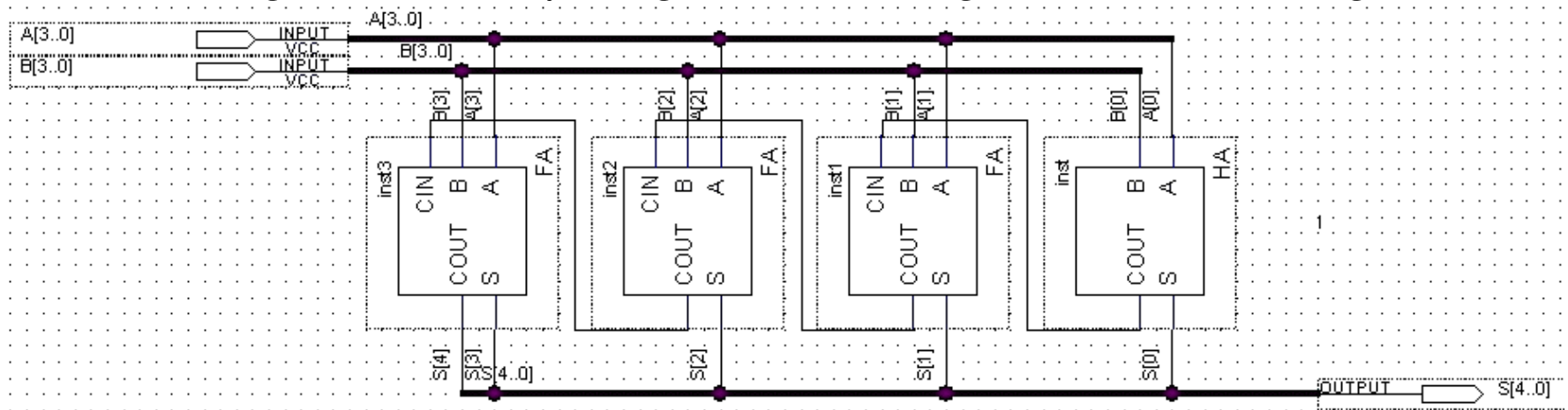


BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

Mạch cộng 4 bit không dấu (CONG4BIT)



Mạch cộng 4 bit được xây dựng từ 1 mạch cộng **HA** và 3 mạch cộng **FA**



BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

Mạch trừ 4 bit có dấu (TRU4BIT)

Mạch trừ 4 bit được xây dựng từ 1 mạch trừ **HS (Half Subtractor)** và 3 mạch trừ **FS (Full Subtractor)**

- Mạch trừ 2 bit nhị phân HS:

- Input: A, B
- Output: D (hiệu) Bout (nhớ ngõ ra)

- Mạch trừ 3 bit nhị phân FS:

- Input: A, B, Bin (nhớ ngõ vào)
- Output: D, Bout

=> Xây dựng tương tự như mạch cộng 4 bit không dấu

BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

Mạch cộng/trừ 4 bit có dấu (CONGTRU4BIT)

- Mạch cộng/trừ 4 bit được xây dựng từ **mạch cộng 4 bit** kết hợp với các cổng XOR ở ngõ vào B

- Ví dụ 1:

$$\begin{array}{r} 5 \\ - 2 \\ \hline 3 \end{array} \longleftrightarrow \begin{array}{r} 5 \\ + (-2) \\ \hline 3 \end{array}$$

⇒ A trừ B chính là A cộng số bù 2 của B

- Ví dụ 2:

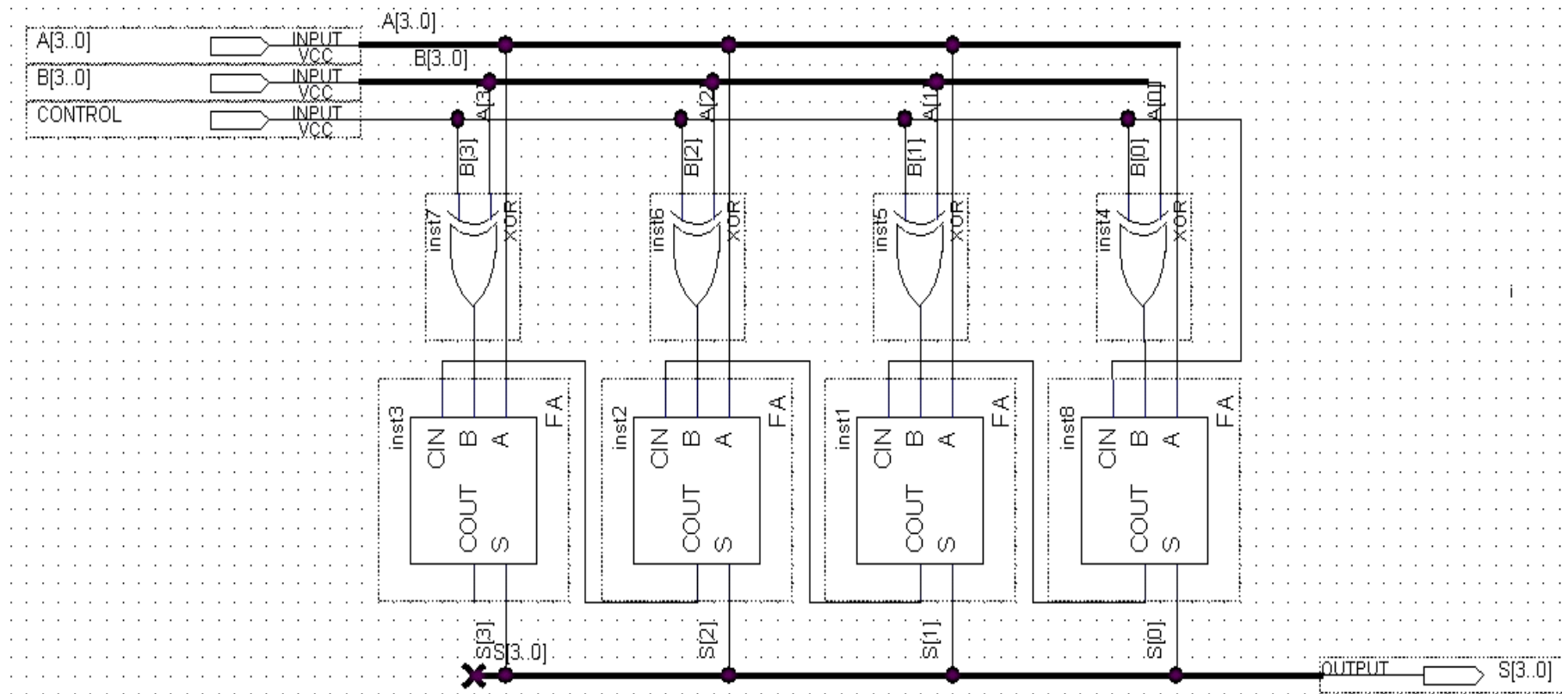
B	Control	$B \oplus \text{Control}$
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

⇒ Thực hiện xor B với 0 -> kết quả là B

⇒ Thực hiện xor B với 1 -> kết quả là B “đảo” (bù 1 của B)

BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

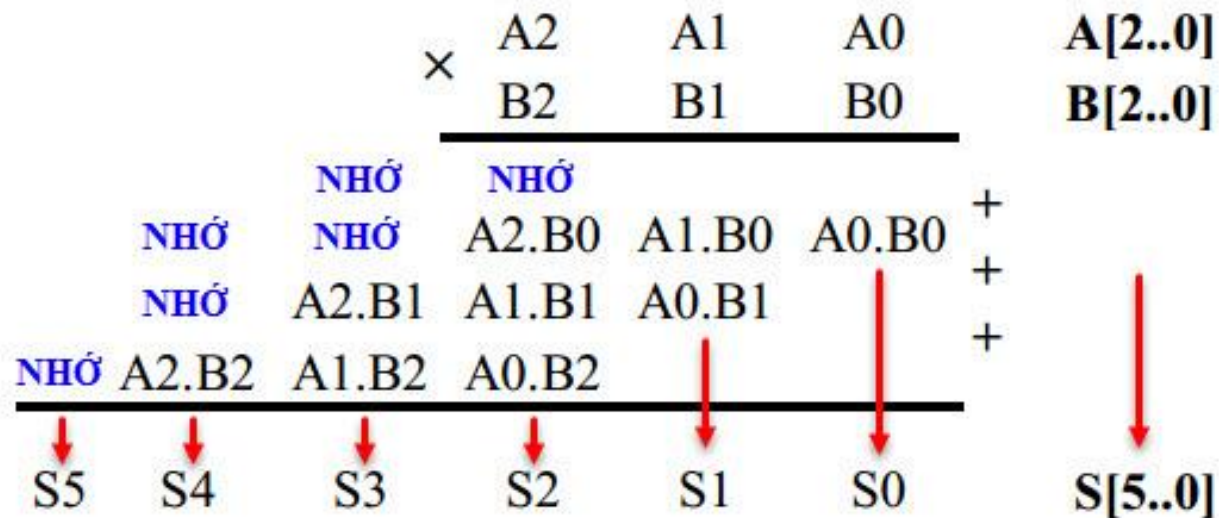
Mạch cộng/trừ 4 bit có dấu (CONGTRU4BIT)



BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

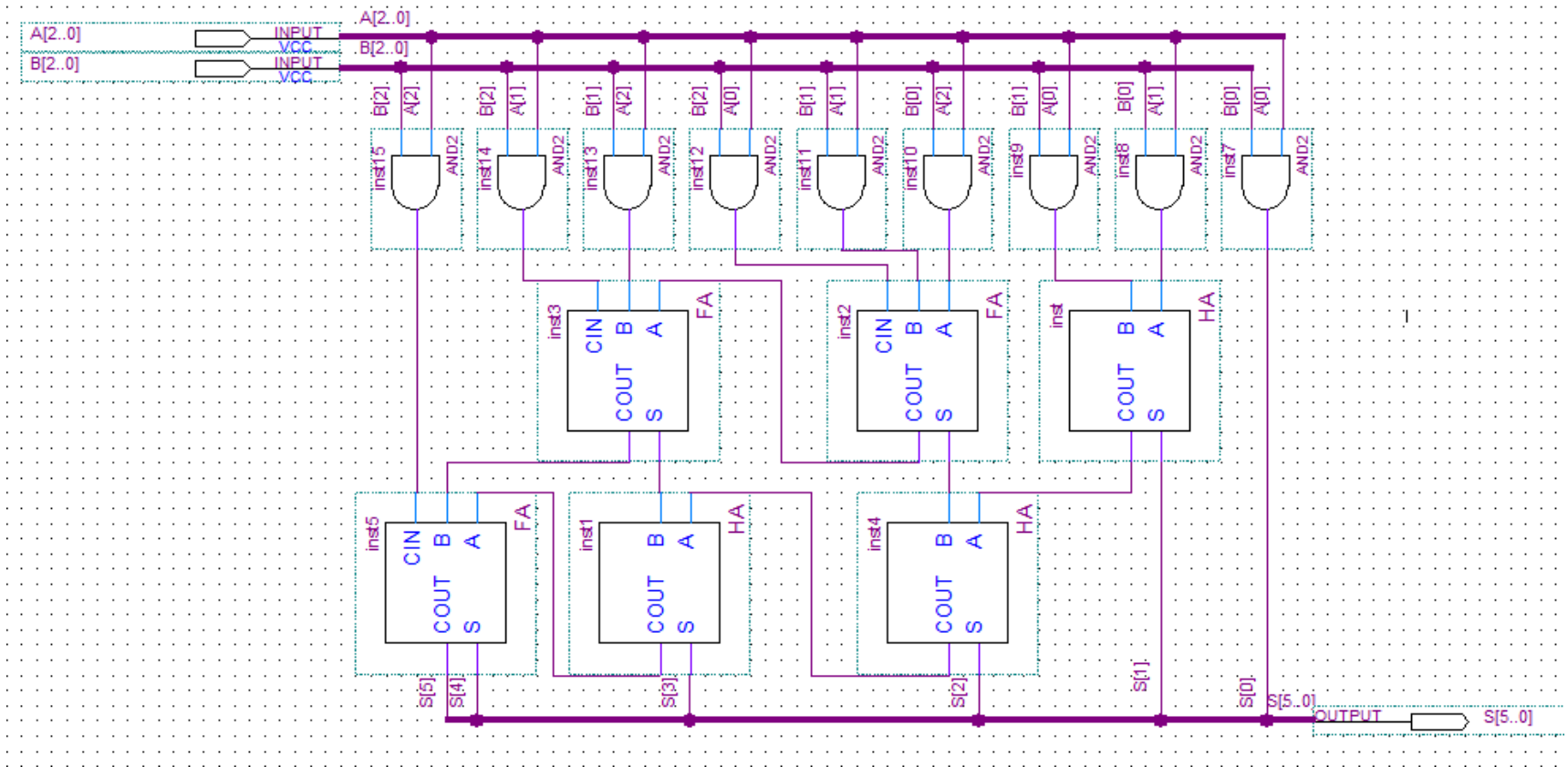
Mạch nhân 3 bit không dấu (NHAN3BIT)

Cách thực hiện phép nhân 2 số A, B (3 bit) kết quả là S (6 bit)



BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

Mạch nhân 3 bit không dấu (NHAN3BIT)



BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

Mạch so sánh 1 bit

$a=1, b=0 \Rightarrow a>b$

$a=0, b=1 \Rightarrow a<b$

$a=0, b=0 \Rightarrow a=b$

$a=1, b=1 \Rightarrow a=b$



S ($a>b$)

I ($a<b$)

E ($a=b$)

- Bước 1: Bảng trạng thái mạch so sánh 2 số 1 bit có thêm tín hiệu nối tiếp G:

G	a	b	S ($a>b$)	I ($a<b$)	E ($a=b$)
0	x	x	0	0	0
1	0	0	0	0	1
1	0	1	0	1	0
1	1	0	1	0	0
1	1	1	0	0	1

BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

Mạch so sánh 1 bit (SOSANH1BIT)

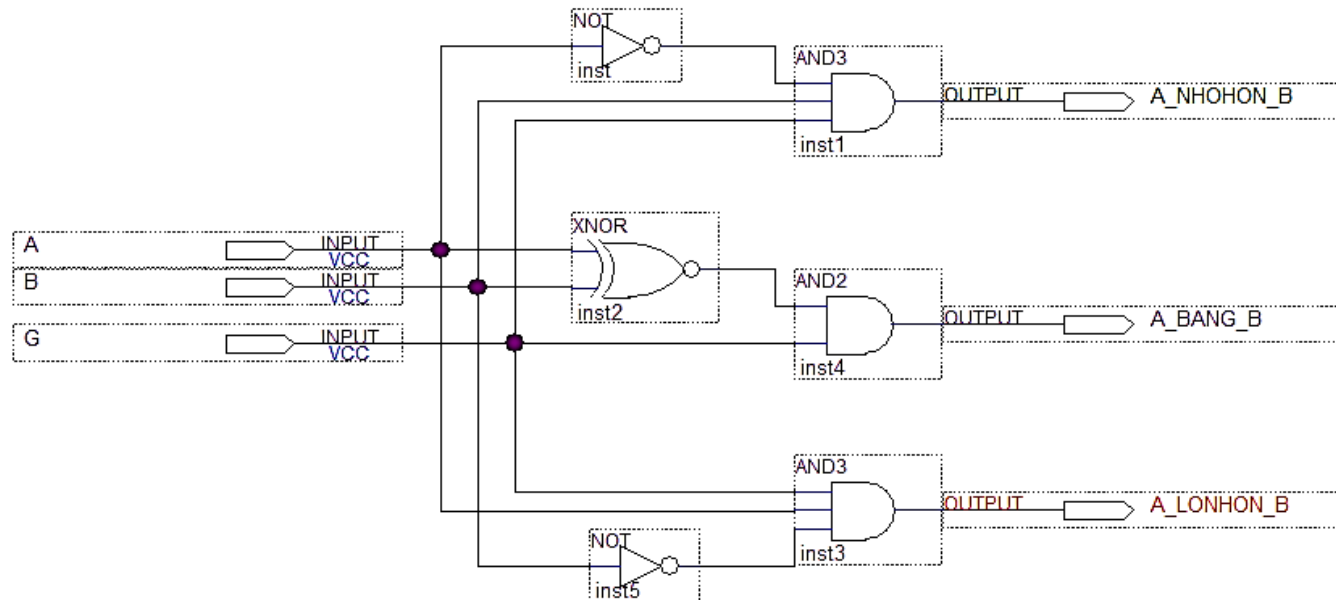
- Bước 2: Phương trình trạng thái:

$$S = G.A.\bar{B}$$

$$I = G.\bar{A}.B$$

$$E = G.A \oplus B$$

- Bước 3: Vẽ hình



BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

Mạch so sánh 4 bit (SOSANH4BIT)

➤ $A > B \Leftrightarrow (A_3 > B_3)$

hoặc $(A_3 = B_3)$ và $(A_2 > B_2)$

hoặc $(A_3 = B_3)$ và $(A_2 = B_2)$ và $(A_1 > B_1)$

hoặc $(A_3 = B_3)$ và $(A_2 = B_2)$ và $(A_1 = B_1)$ và $(A_0 > B_0)$

➤ $A < B \Leftrightarrow (A_3 < B_3)$

hoặc $(A_3 = B_3)$ và $(A_2 < B_2)$

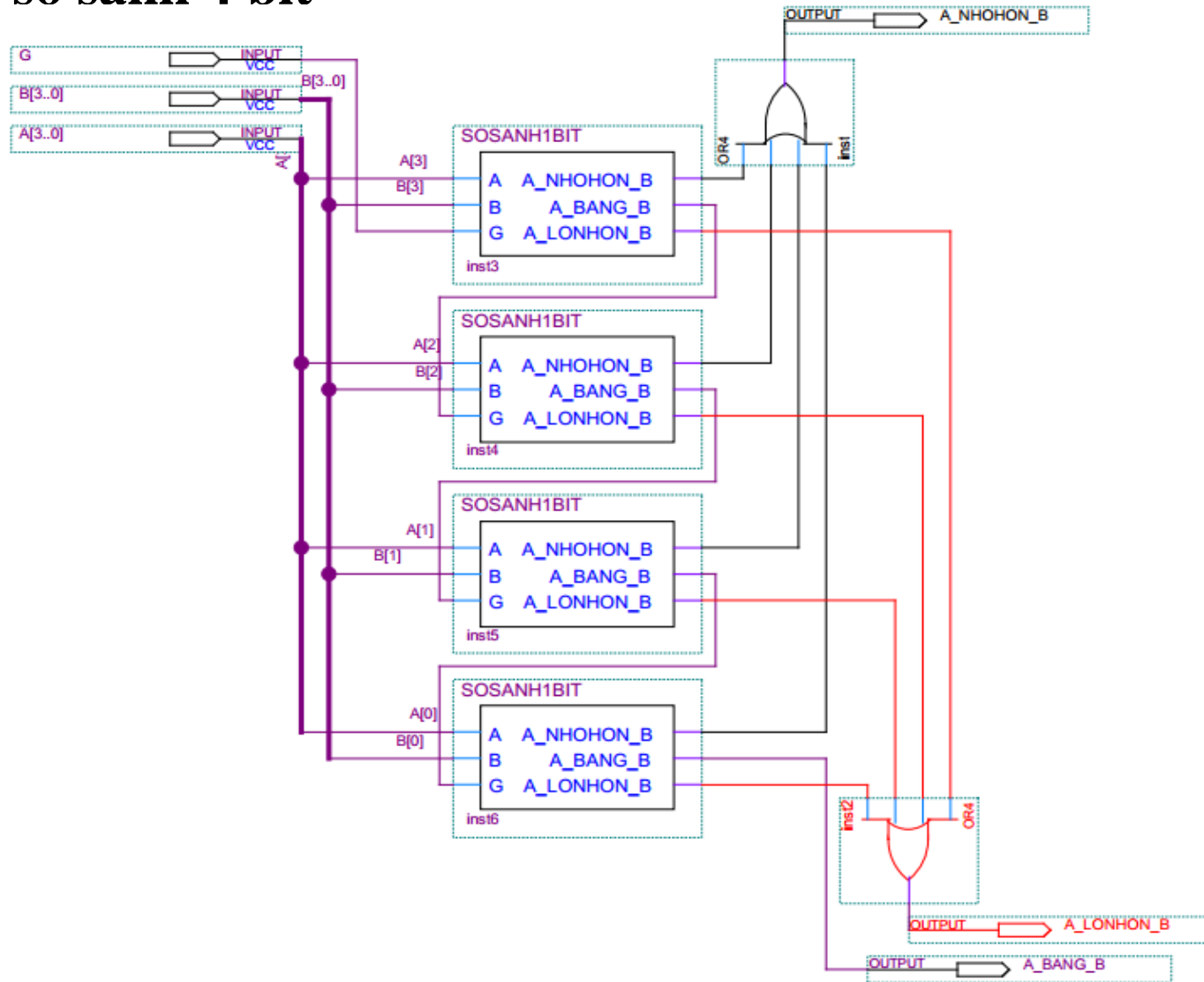
hoặc $(A_3 = B_3)$ và $(A_2 = B_2)$ và $(A_1 < B_1)$

hoặc $(A_3 = B_3)$ và $(A_2 = B_2)$ và $(A_1 = B_1)$ và $(A_0 < B_0)$

➤ $A = B \Leftrightarrow (A_3 = B_3)$ và $(A_2 = B_2)$ và $(A_1 = B_1)$ và $(A_0 = B_0)$

BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

Mạch so sánh 4 bit



BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

Mạch đa hợp 2–1–1 bit (mạch ghép kênh) (MUX2_1_1BIT)

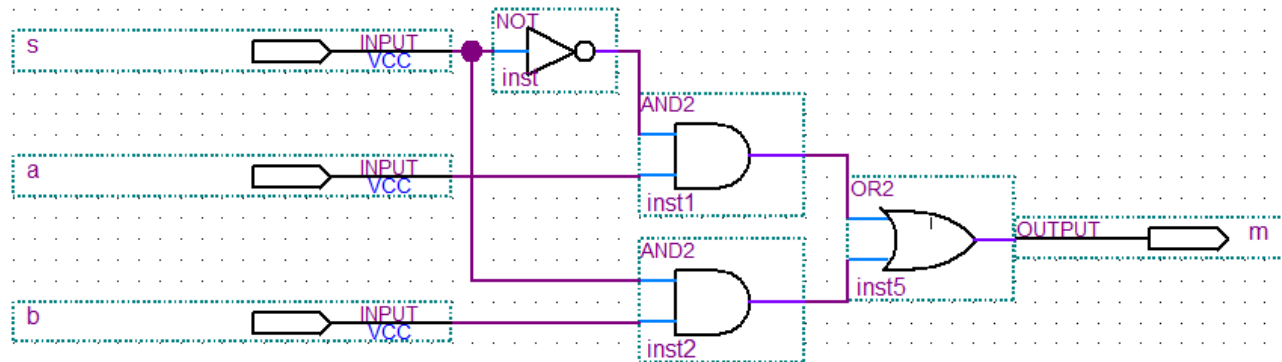
- Bước 1: Bảng trạng thái

a	b	s	Ngõ ra m
-	-	0	a
		1	b

- Bước 2: Phương trình trạng thái

$$m = \bar{s}.a + s.b$$

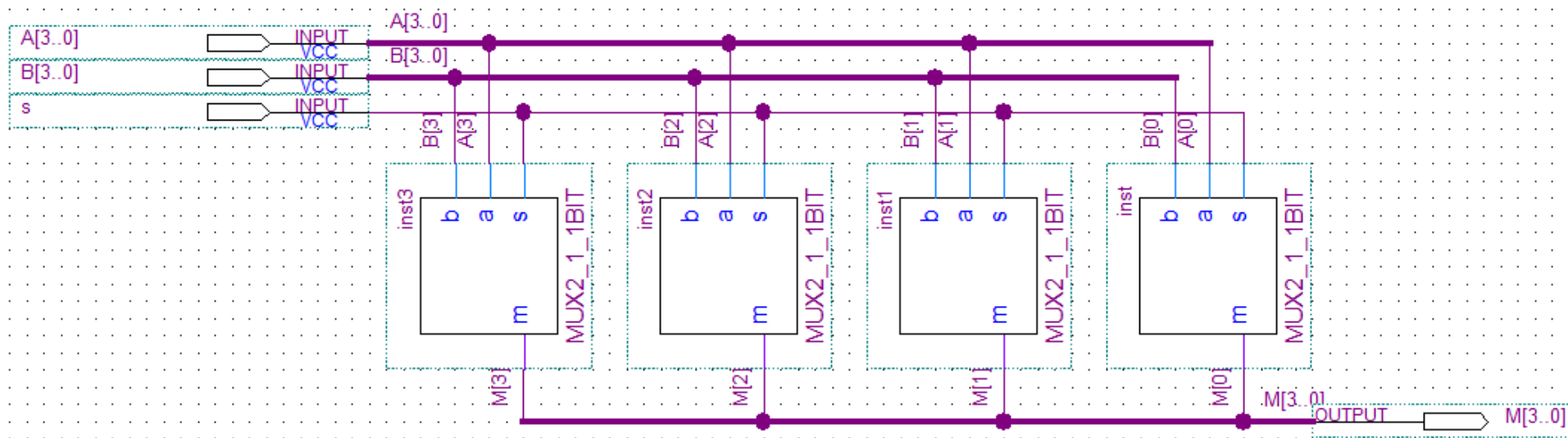
- Bước 3: Vẽ hình



BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

Mạch đa hợp 2–1–4 bit (MUX2_1_4BIT)

Ghép 4 khối đa hợp 2-1-1 bit để tạo thành mạch đa hợp 2-1-4 bit



BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

Mạch đa hợp 4–1–1 bit (MUX4_1_1BIT)

- Bước 1: Bảng trạng thái

a	b	c	d	s1	s0	Ngõ ra m
-	-	-	-	0	0	a
				0	1	b
				1	0	c
				1	1	d

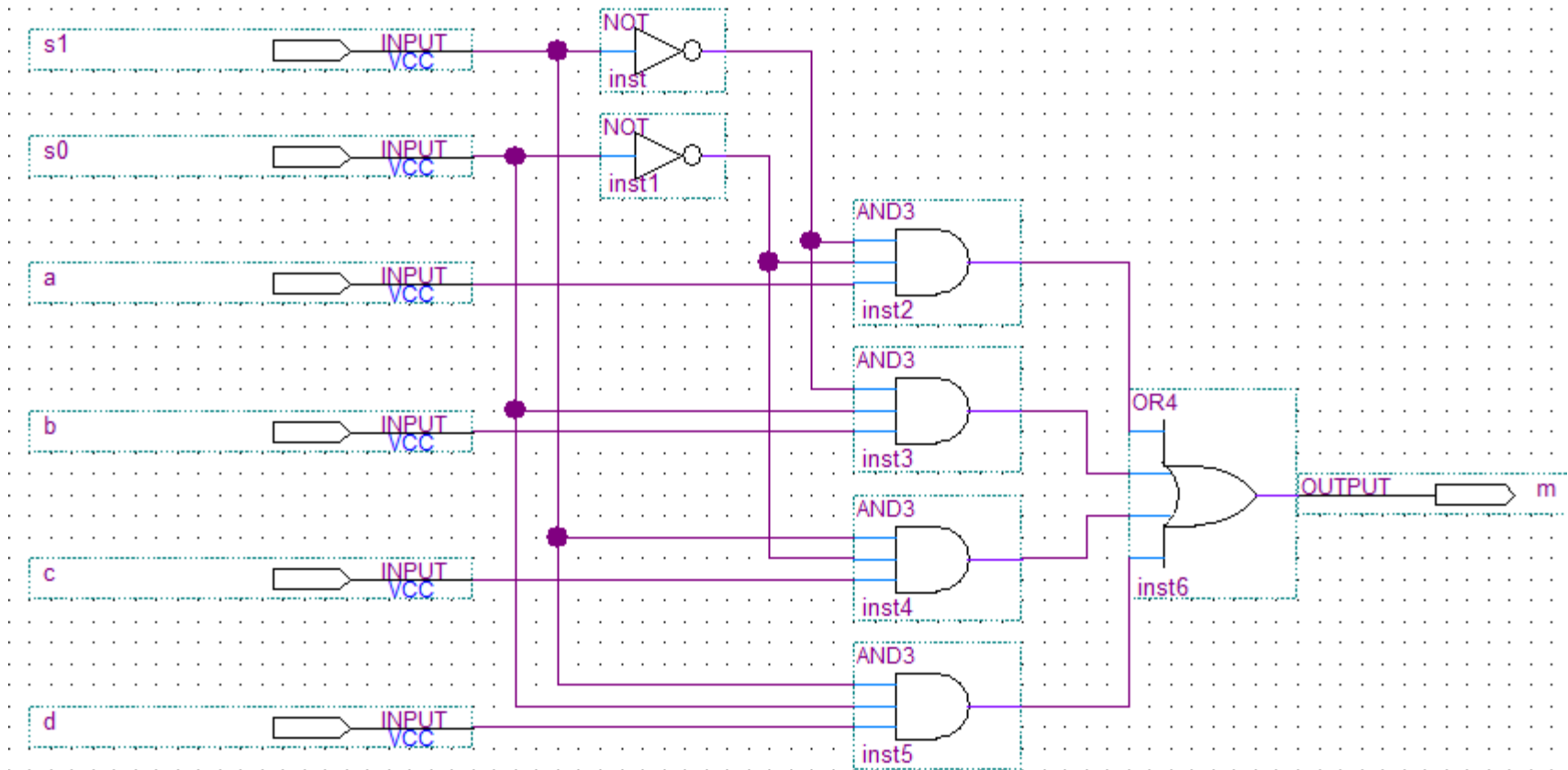
- Bước 2: Phương trình trạng thái

$$m = \overline{s1}.\overline{s0}.a + \overline{s1}.s0.b + s1.\overline{s0}.c + s1.s0.d$$

BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

Mạch đa hợp 4–1–1 bit (MUX4_1_1BIT)

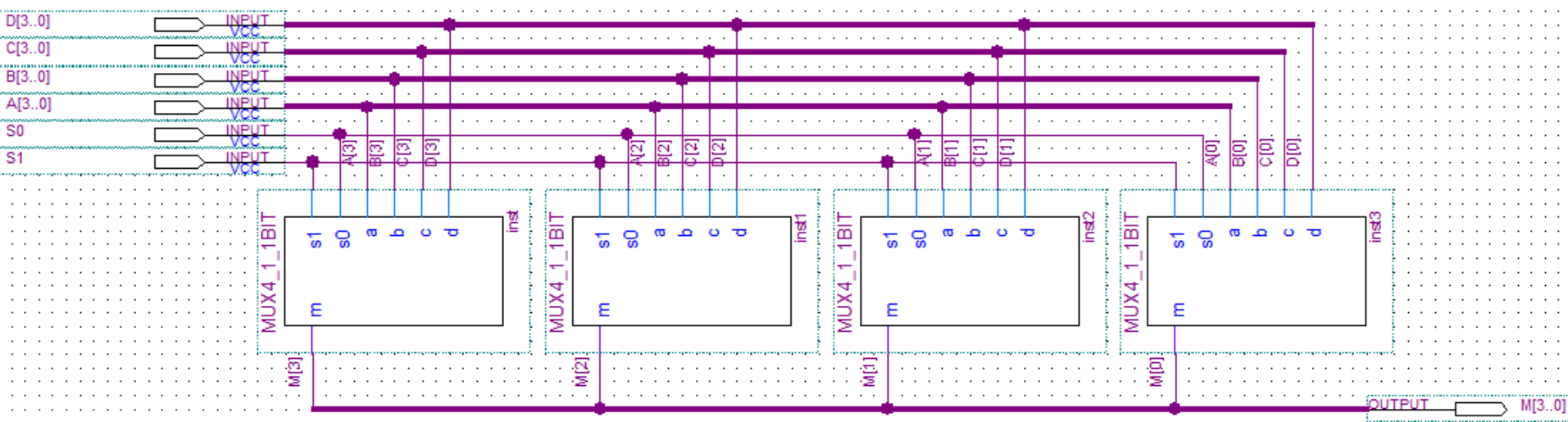
- Bước 3: Vẽ hình



BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

Mạch đa hợp 4–1–4 bit (MUX4_1_4BIT)

Ghép 4 khối đa hợp 4-1-1 bit để tạo thành mạch đa hợp 4-1-4 bit



BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

Mạch giải đa hợp 1-2-1 bit (mạch tách kênh)
(DEMUX1_2_1BIT)

- Bước 1: Bảng trạng thái

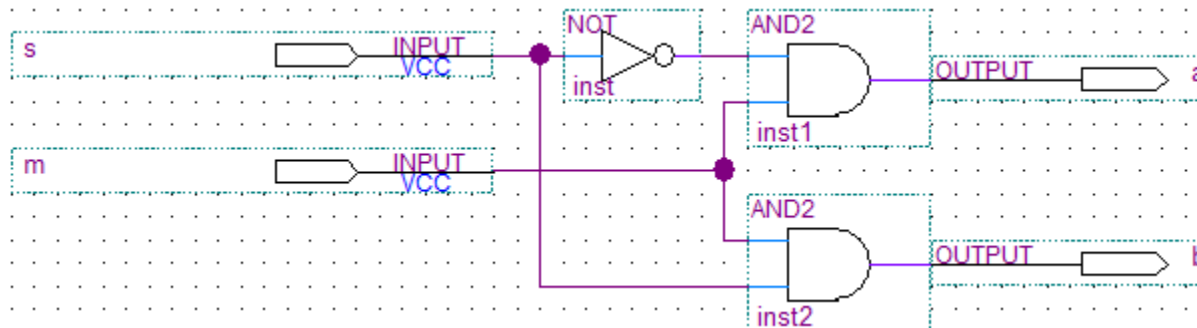
INPUT		OUTPUT	
m	s	a	b
-	0	m	0
	1	0	m

- Bước 2: Phương trình trạng thái

$$a = \bar{s}.m$$

- Bước 3: Vẽ hình

$$b = s.m$$



BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

Mạch giải đa hợp 1–4–1 bit (DEMUX1_4_1BIT)

- Bước 1: Bảng trạng thái

INPUT			OUTPUT			
m	s1	s0	a	b	c	d
-	0	0	m	0	0	0
	0	1	0	m	0	0
	1	0	0	0	m	0
	1	1	0	0	0	m

- Bước 2: Phương trình trạng thái

$$a = \overline{s1} \cdot \overline{s0} \cdot m$$

$$b = \overline{s1} \cdot s0 \cdot m$$

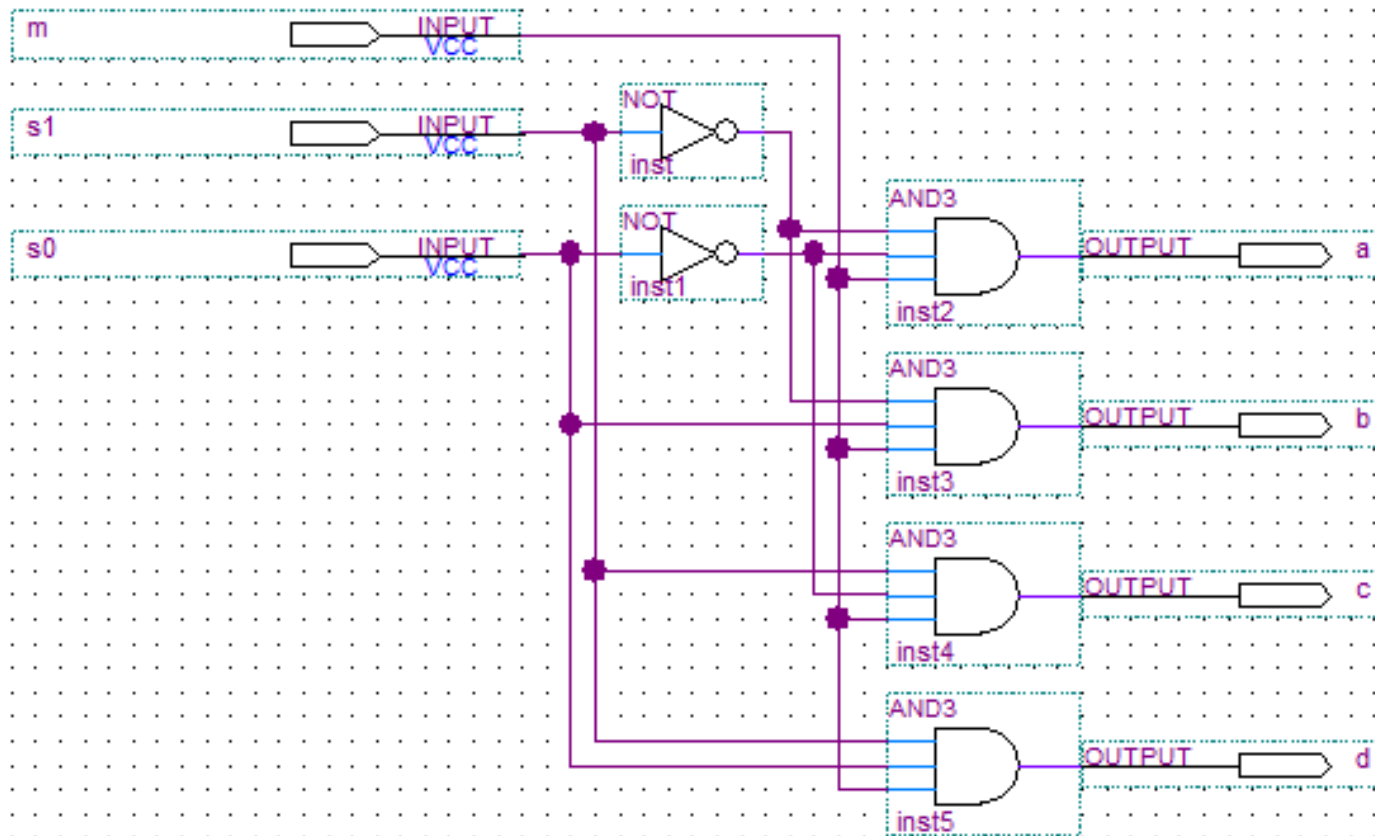
$$c = s1 \cdot \overline{s0} \cdot m$$

$$d = s1 \cdot s0 \cdot m$$

BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

Mạch giải đa hợp 1–4–1 bit (DEMUX1_4_1BIT)

- Bước 3: Vẽ hình



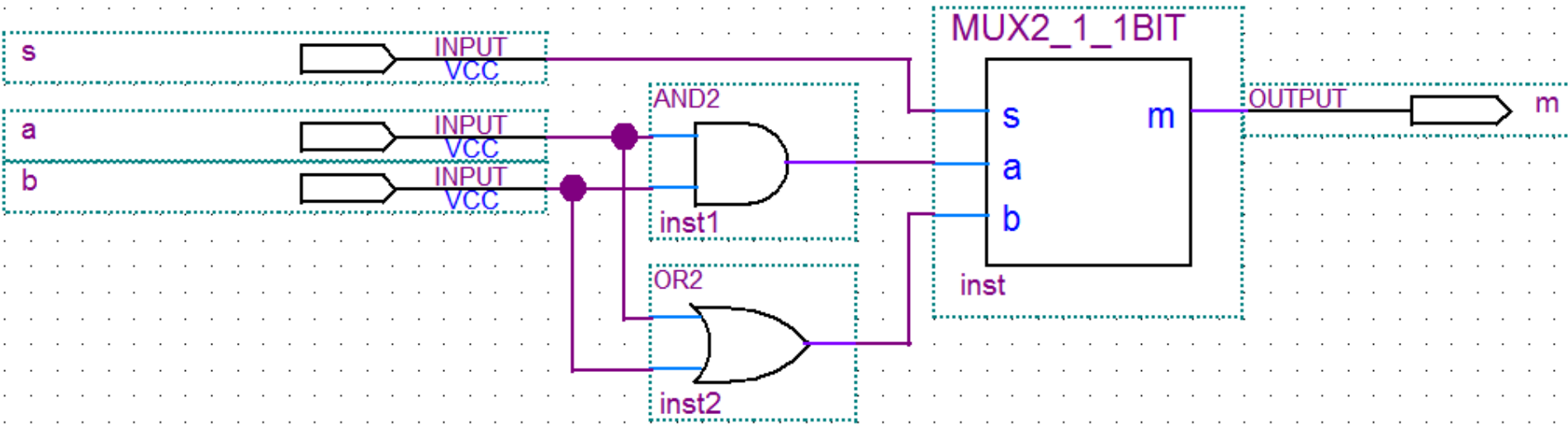
BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

ALU (ARITHMETIC LOGIC UNIT)

- ALU thực chất là sự ghép nối của nhiều mạch số cơ bản với nhau tạo thành một mạch số *đa chức năng*, có khả năng thực hiện các phép tính số học và logic.
- Các mạch ALU cơ bản:
 - ALU 1 bit 2 chức năng AND, OR (ALU1BIT_2CN)
 - ALU 4 bit 2 chức năng AND, OR (ALU4BIT_2CN)
 - ALU 1 bit 4 chức năng AND, OR, XOR, CỘNG/TRỪ (ALU1BIT_4CN)
 - ALU 4 bit 4 chức năng AND, OR, XOR, CỘNG/TRỪ (ALU4BIT_4CN)

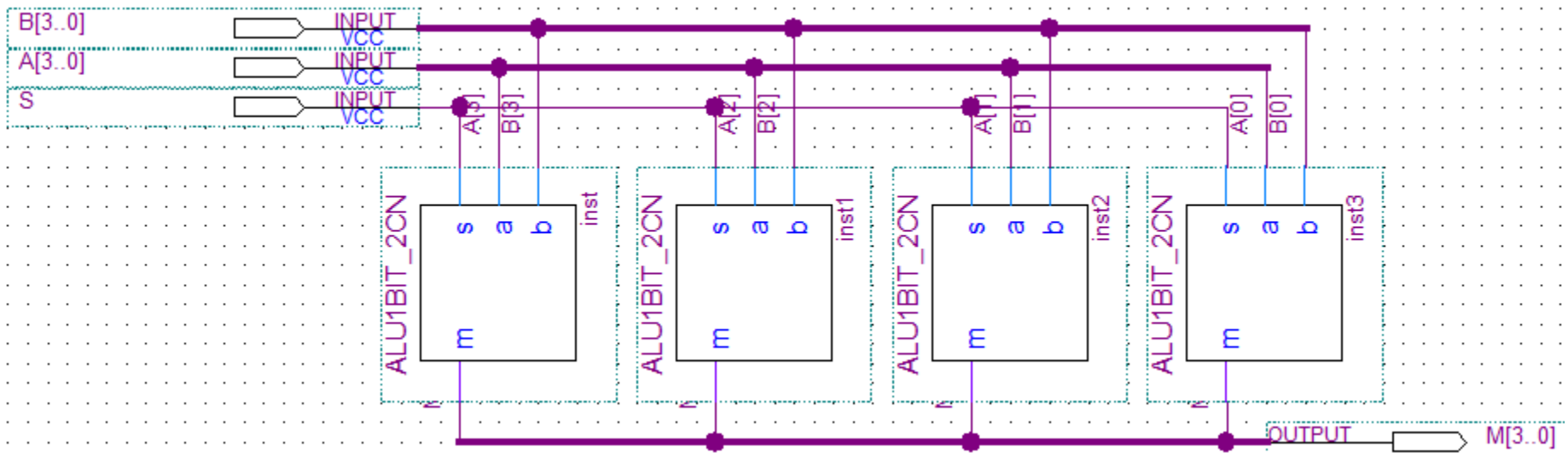
BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

ALU 1 bit 2 chức năng AND, OR (ALU1BIT_2CN)



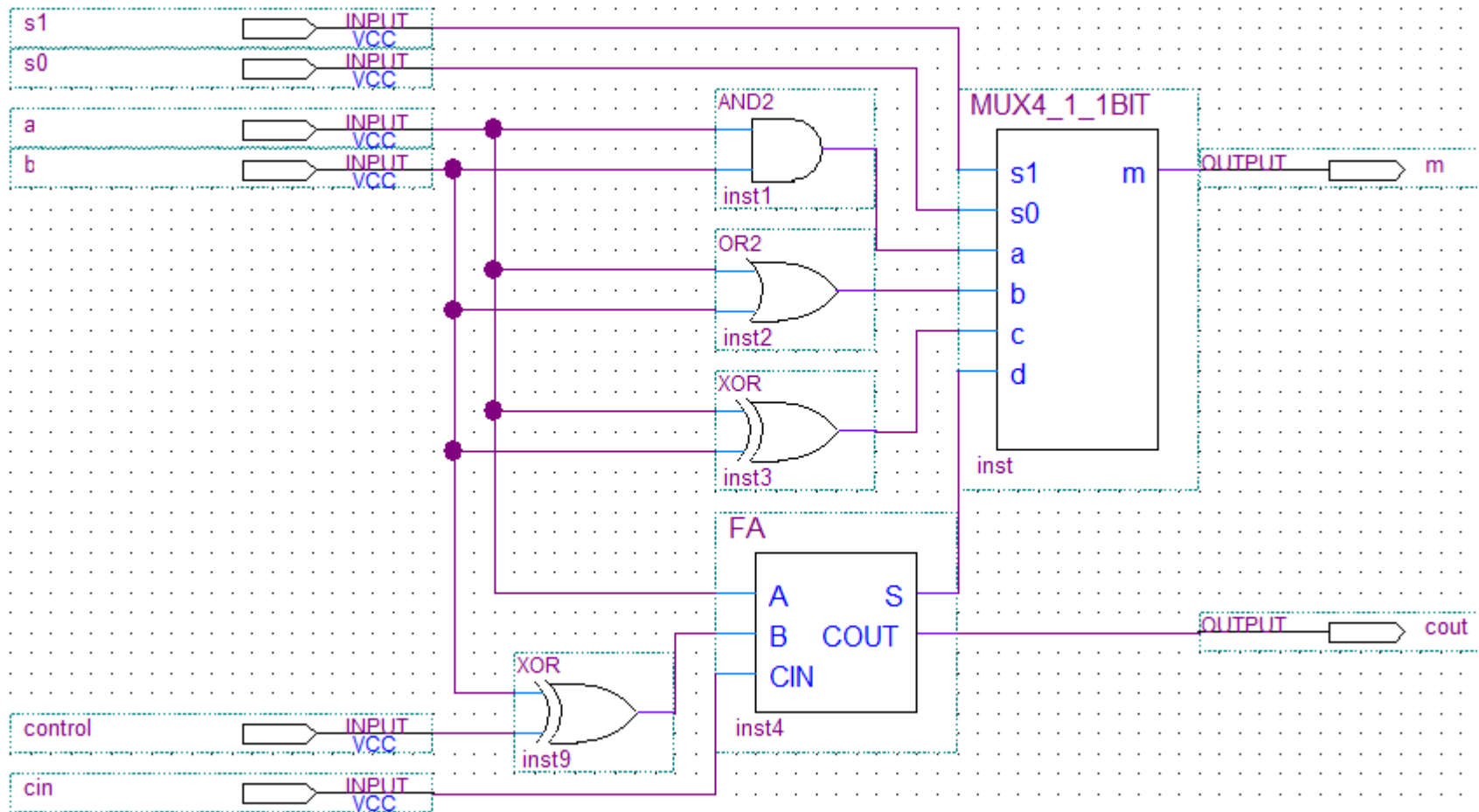
BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

ALU 4 bit 2 chức năng AND, OR (ALU4BIT_2CN)



BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

ALU 1 bit 4 chức năng AND, OR, XOR, CỘNG/TRỪ
(ALU1BIT_4CN)



BÀI 4: CÁC MẠCH SỐ CƠ BẢN

ALU 4 bit 4 chức năng AND, OR, XOR, CỘNG/TRỪ
(ALU4BIT_4CN)

