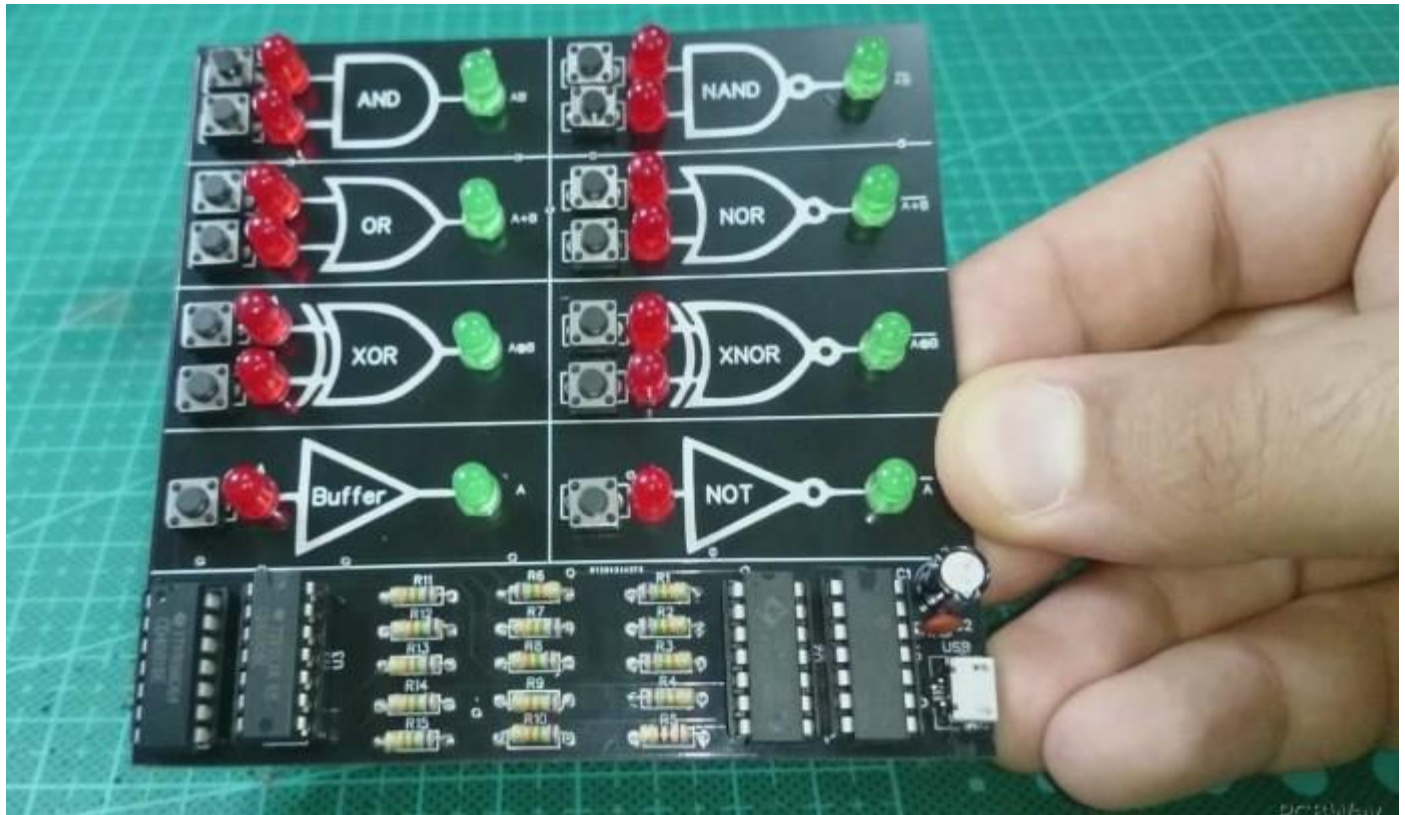


Giới thiệu các cổng logic



Cổng logic là khối xây dựng cơ bản của bất kỳ hệ thống kỹ thuật số nào. Nó là một mạch điện tử có một hoặc nhiều ngõ vào và chỉ có một ngõ ra. Mỗi quan hệ giữa ngõ vào và ngõ ra dựa trên một logic nhất định. Dựa trên điều này, các cổng logic được đặt tên là cổng AND, cổng OR, cổng NOT, v.v. .

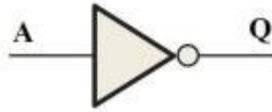
Cổng logic có thể được chế tạo bằng các công nghệ khác nhau ([lưỡng cực](#), [MOS](#)), có thể được tổ hợp bằng các linh kiện rời nhưng thường được chế tạo bởi các công nghệ tích hợp IC (Integrated circuit). Cổng logic được sử dụng trong vi xử lý, vi điều khiển, các ứng dụng hệ thống nhúng và trong các mạch điện và điện tử.

Có tất cả 7 cổng logic: NOT, AND, OR, NAND, NOR, EX-OR và EX-NOR. Ký hiệu, hoạt động và ứng dụng của các cổng logic này được trình bày bên dưới.

Cổng NOT

Cổng NOT chỉ có một ngõ vào và một ngõ ra. Cổng NOT dùng để thực hiện phép NOT hay phép phủ định trong đại số Boole. Cổng NOT còn được gọi là cổng ĐẢO (Inverter).

Ký hiệu



Bảng trạng thái

Ngõ vào	Ngõ ra
A	Q
0	1
1	0

Nhận xét: Ngõ vào và ngõ ra có mức logic trái ngược nhau.

Biểu thức logic:

$$Q = \bar{A}$$

Cổng AND

Cổng AND dùng thực hiện hàm AND của 2 hay nhiều biến. Cổng AND có số ngõ vào tùy thuộc vào số biến và có một ngõ ra. Ngõ ra cổng là hàm AND của các biến ngõ vào.

Ký hiệu



Bảng trạng thái

Các ngõ vào		Ngõ ra
A	B	Q
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Nhận xét:

- Ngõ ra cổng AND chỉ ở mức cao khi tất cả các ngõ vào lên cao.
- Khi có một ngõ vào bằng 0, ngõ ra bằng 0 bất chấp các ngõ vào còn lại.

Biểu thức logic

$$Q = A.B$$

Cổng OR

Cổng OR dùng thực hiện hàm OR của 2 hay nhiều biến. Cổng OR có số ngõ vào tùy thuộc vào số biến và có một ngõ ra. Ngõ ra cổng là hàm OR của các biến ngõ vào.

Ký hiệu



Bảng trạng thái

Các ngõ vào		Ngõ vào
A	B	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Nhận xét:

- Ngõ ra cổng OR chỉ ở mức thấp khi tất cả các ngõ vào xuống thấp.
- Khi có một ngõ vào bằng 1, ngõ ra bằng 1 bất chấp các ngõ vào còn lại.

Biểu thức logic

$$Q = A + B$$

Cổng NAND

Cổng NAND là kết hợp của cổng AND và cổng NOT. Ngõ ra của cổng NAND là đảo với ngõ ra cổng AND.

Ký hiệu



Bảng trạng thái

Các ngõ vào		Ngõ ra
A	B	Q
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Nhận xét:

- Ngõ ra cổng NAND = 1 khi có ít nhất 1 ngõ vào của nó bằng 0.
- Ngõ ra cổng NAND = 0 khi tất cả các ngõ vào của nó bằng 1.

Biểu thức logic

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

Cổng NOR

Cổng NOR là kết hợp của cổng OR và cổng NOT. Ngõ ra của cổng NOR là đảo với ngõ ra cổng OR.

Ký hiệu



Bảng trạng thái

Các ngõ vào		Ngõ ra
A	B	Q
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Nhận xét:

- Ngõ ra cổng NOR = 1 khi tất cả các ngõ vào của nó có giá trị 0.
- Ngõ ra cổng NOR = 0 khi có ít nhất 1 ngõ vào của nó có giá trị 1

Biểu thức logic

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

Cổng EX-OR

Cổng EX-OR dùng để thực hiện hàm EX-OR. Cổng EX-OR chỉ có 2 ngõ vào và 1 ngõ ra.

Ký hiệu



Bảng trạng thái

Các ngõ vào	Ngõ ra
-------------	--------

A	B	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Nhận xét:

- Ngõ ra của cổng EX-OR bằng 0 khi 2 ngõ vào có mức logic bằng nhau.
- Ngõ ra của cổng EX-OR bằng 1 khi 2 ngõ vào có mức logic khác nhau.

Biểu thức logic

$$Q = \bar{A}.B + A.\bar{B}$$

$$= A \oplus B$$

Cổng EX-NOR

Cổng EX-NOR là kết hợp của cổng EX-OR và cổng NOT, dùng để thực hiện hàm EX-NOR. Cổng EX-NOR chỉ có 2 ngõ vào và 1 ngõ ra.

Ký hiệu



Bảng trạng thái

Các ngõ vào	Ngõ ra

A	B	Q
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Nhận xét:

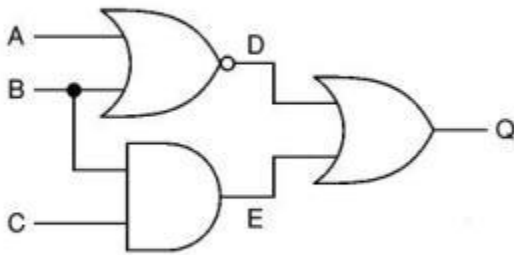
- Ngõ ra của cổng EX-NOR bằng 0 khi 2 ngõ vào có mức logic khác nhau.
- Ngõ ra của cổng EX-NOR bằng 1 khi 2 ngõ vào có mức logic bằng nhau.

Biểu thức logic

$$\begin{aligned}
 Q &= \bar{A} \cdot \bar{B} + A \cdot B \\
 &= \overline{A \oplus B}
 \end{aligned}$$

Sự kết hợp của các cổng logic

Các cổng logic có thể kết hợp lại với nhau để tạo ra một mạch logic thực hiện một yêu cầu cụ thể nào đó. Bảng trạng thái có thể được sử dụng để xác định chức năng của một mạch tổ hợp được hiển thị bên dưới:



Inputs			Outputs		
A	B	C	D	E	Q
0	0	0	1	0	1
0	0	1	1	0	1
0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	1	1
1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0
1	1	0	0	0	0
1	1	1	0	1	1

Đầu tiên, chúng ta tạo ra một bảng hiển thị tất cả các trạng thái có thể có ở các ngõ vào A, B, C với các cột bổ sung cho mỗi ngõ ra trung gian (D và E) cũng như ngõ ra cuối cùng (Q). Sau đó, tính ra tất cả các trạng thái ngõ ra trung gian, điền vào bảng như bạn thấy trên hình. Các ngõ ra trung gian này tạo thành các ngõ vào cho cổng tiếp theo để bạn có thể sử dụng chúng để xác định trạng thái logic của ngõ ra tiếp theo, trong ví dụ này là ngõ ra cuối cùng (Q)

$$D = \text{NOT} (A \text{ OR } B)$$

$$E = B \text{ AND } C$$

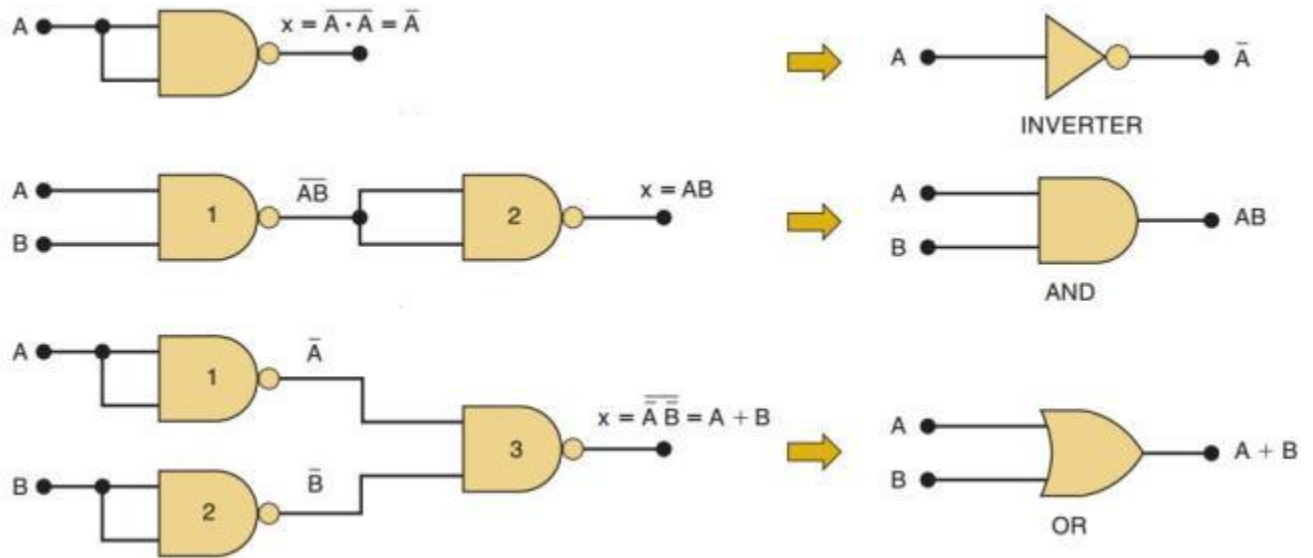
$$Q = D \text{ OR } E = (\text{NOT} (A \text{ OR } B)) \text{ OR } (B \text{ AND } C)$$

Bảng trạng thái hay bảng chân trị ở trên cho thấy trạng thái hay mức logic của các ngõ ra trung gian D và E cũng như ngõ ra cuối cùng Q tương ứng với mức logic ở các ngõ vào A, B, C.

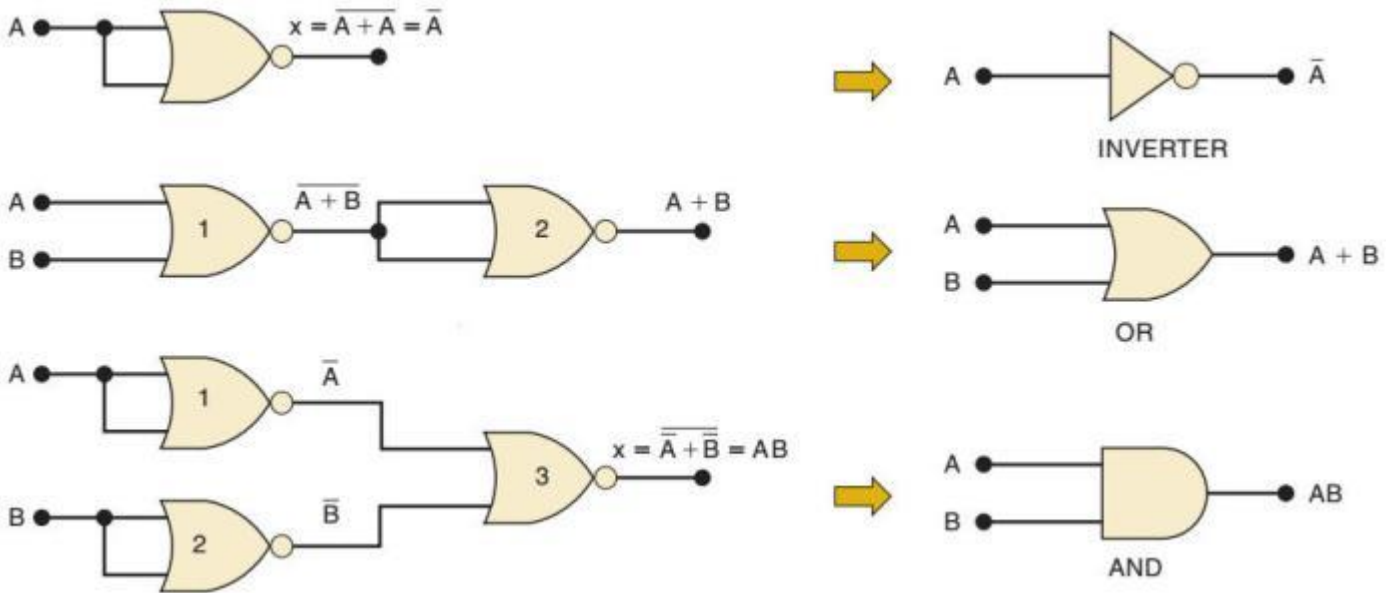
Sự đa năng của cổng NAND và cổng NOR

Tất cả các biểu thức logic đều có thể được xây dựng thông qua các cổng NOT, AND và OR. Tuy nhiên, để thực hiện các biểu thức mà chỉ dùng một loại cổng NAND (hay cổng NOR), chúng ta sẽ biến đổi cổng NAND (hay cổng NOR) để thực hiện các cổng logic cơ bản AND, OR, NOT tương đương như sau:

Thực hiện các cổng logic cơ bản bằng cổng NAND

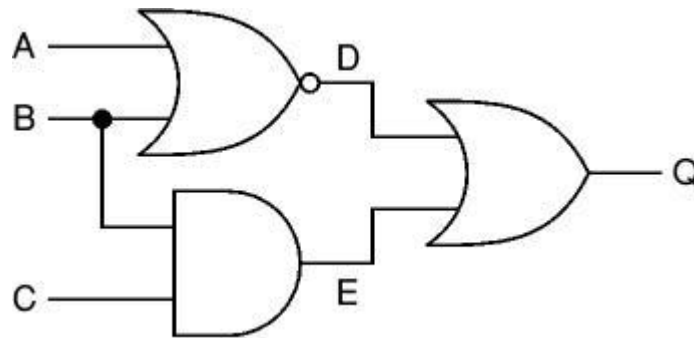


Thực hiện các cổng logic cơ bản bằng cổng NOR



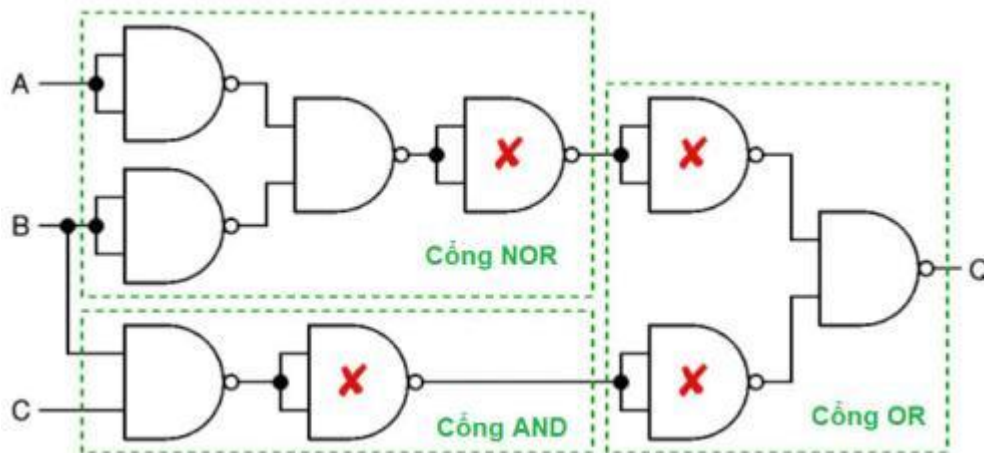
Để minh họa cho vấn đề vừa trình bày ở trên, chúng ta xem ví dụ sau đây.

Biến đổi mạch logic bên dưới về dạng mạch chỉ dùng một loại cổng NAND.

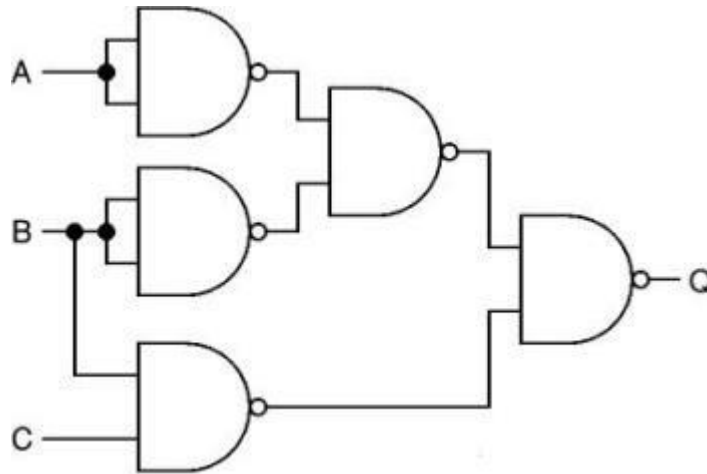


Chúng ta thấy rằng mạch này có 3 cổng khác nhau (NOR, AND và OR) để [thi công mạch](#) này thì cần phải có ba IC khác nhau cho mỗi loại cổng.

Để thiết kế lại mạch logic này bằng cách sử dụng cổng NAND, chúng ta sẽ thay thế mỗi cổng bằng các cổng NAND tương đương của nó, như hình dưới đây.



Sau đó, chúng ta đơn giản mạch bằng cách xóa các cặp cổng NOT liền kề (được đánh dấu X ở hình trên). Điều này có thể được thực hiện vì khi hai cổng NOT mắc nối tiếp nhau thì trạng thái logic ở ngõ vào và ngõ ra là giống nhau. Hình dưới đây cho thấy mạch logic sau khi đơn giản.



Mạch logic cuối cùng có năm cổng NAND và chỉ dùng hai IC (với bốn cổng cho mỗi IC). Rõ ràng, mạch này tốt hơn so với mạch ban đầu vì số lượng IC sử dụng ít hơn. Điều này dẫn đến việc thi công mạch sẽ dễ dàng và tiết kiệm được chi phí hơn.

Tất nhiên, mạch logic ở trên cũng có thể biến đổi về dạng mạch chỉ dùng một loại cổng NOR. Các bạn hãy suy nghĩ cách thực hiện nhé.

Như vậy, chúng ta thấy rằng bất kỳ một mạch logic nào cũng có thể chuyển về dạng mạch chỉ dùng một loại cổng NAND hay cổng NOR. Chính vì điều này mà cổng NAND và cổng NOR được gọi là hai cổng đa năng.

Ứng dụng của cổng logic

Các ứng dụng của cổng logic chủ yếu được xác định dựa trên bảng trạng thái của chúng, tức là phương thức hoạt động của chúng. Các cổng logic cơ bản được sử dụng trong nhiều mạch điện như khóa nút nhấn, kích hoạt báo trộm bằng ánh sáng, bộ điều chỉnh nhiệt độ, hệ thống tưới nước tự động, v.v.

Ngoài ra, cổng logic cũng chính là các phần tử cấu thành nên các mạch tổ hợp chẳng hạn như mạch giải mã, mạch mã hóa, mạch đa hợp, mạch giải đa hợp,