PORTE LOGICHE

Premessa

Le principali parti elettroniche dei computer sono costituite da circuiti digitali che, come è noto, elaborano segnali logici basati sullo 0 e sull'1.

I mattoni fondamentali dei circuiti logici sono, appunto, le porte logiche che sono in grado di soddisfare un'algebra particolare, detta *algebra binaria,* sviluppata dallo scienziato George Boole (1815-1864).

In questi appunti si introdurranno le porte logiche fondamentali in grado di svolgere le operazioni di somma, prodotto e negazione indicate, rispettivamente, con OR (somma logica), AND (prodotto logico) e NOT (negazione o complementazione).

Si descriveranno, inoltre, le porte logiche derivate NOR (OR seguito da un NOT), NAND (AND seguito da un NOT), XOR (noto come OR esclusivo o circuito di anticoincidenza), XNOR (noto come NOR esclusivo o circuito di coincidenza).

Ogni porta logica ha una o più variabili di ingresso ed una sola variabile di uscita. Le variabili di ingresso e di uscita sono di tipo digitale per cui è possibile inserire in una tabella tutte le possibili combinazioni che si possono verificare tra le variabili di ingresso (tabella della verità) in logica positiva si attribuisce il valore 0 all'evento falso ed il valore 1 all'evento vero.

L'uscita assume il valore 0 oppure il valore 1 in corrispondenza di ciascuna combinazione delle variabile di ingresso in funzione della definizione assegnata.

Porte logiche fondamentali

Somma logica OR

Si effettua su due o più variabili, l'uscita assume lo stato logico 1 se almeno una variabile di ingresso è allo stato logico 1.

Nel caso di due variabili di ingresso A e B, detta Y la variabile di uscita, si scrive:

$$Y = A + B$$

e si legge A or B.

Nella seguente figura si mostra la tabella della verità con le quattro possibili combinazioni tra A e B ed il simbolo logico relativo ad una porta OR a due ingressi. Nella colonna Y si sono posti i valori assunti dall'uscita Y che soddisfa la definizione della porta OR.

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Prodotto logico AND

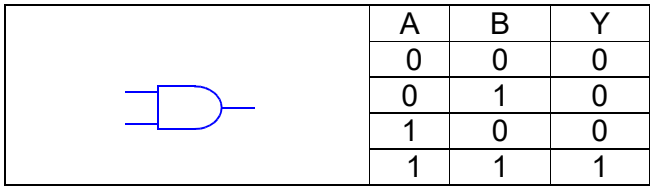
Si effettua su due o più variabili, l'uscita assume lo stato logico 1 solo se tutte variabile di ingresso sono allo stato logico 1.

Nel caso di due variabili di ingresso A e B, detta Y la variabile di uscita, si scrive la funzione logica:

$$Y = A \cdot B$$

e si legge A and B.

Nella seguente figura si mostra la tabella della verità con le quattro possibili combinazioni tra A e B ed il simbolo logico relativo ad una porta AND a due ingressi. Nella colonna Y si sono posti i valori assunti dall'uscita Y che soddisfa la definizione della porta AND.



A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Negazione

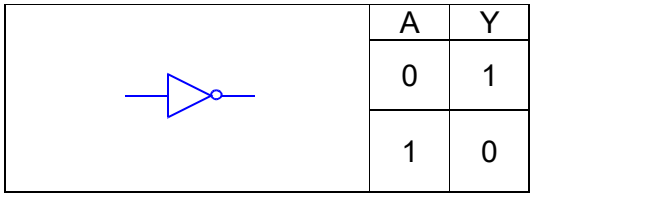
Si effettua su una sola variabile. L'uscita assume il valore logico opposto a quello applicato in ingresso.

Detta A la variabile di ingresso la negazione si scrive:

$$Y = \overline{A}$$

e si legge *A negato* oppure *A complementato.*

Nella seguente figura si mostra la tabella della verità con le due possibili combinazioni di A ed il simbolo logico relativo ad una porta NOT. Nella colonna Y si sono posti i valori assunti dall'uscita Y che soddisfa la definizione della porta NOT.



A	Y
0	1
1	0

Porte logiche derivate

Le porte esposte di seguito sono composte da due o piu' porte fondamentali, pero' per la loro importanza vengono rappresentate con un simbolo proprio.

Somma logica negata NOR

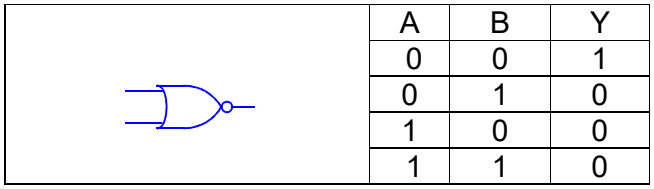
Si effettua su due o più variabili, l'uscita assume lo stato logico 0 se almeno una variabile di ingresso è allo stato logico 1. In tutti gli altri casi Y=1. Corrisponde ad una OR con in cascata una NOT

Per due variabili di ingresso A e B la funzione logica e':

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

e si legge A nor B.

Nella seguente figura si mostra la tabella della verità con le quattro possibili combinazioni tra A e B ed il simbolo logico relativo ad una porta NOR a due ingressi. Nella colonna Y si sono posti i valori assunti dall'uscita Y che soddisfa la definizione della porta NOR.



A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Prodotto logico negato NAND

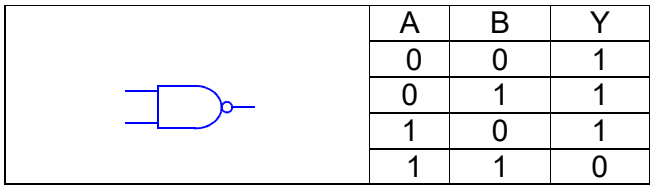
Si effettua su due o più variabili, l'uscita assume lo stato logico 0 se tutte le variabili di ingresso sono allo stato logico 1. In tutti gli altri casi Y=1. Corrisponde ad una AND con in cascata una NOT

La funzione logica si scrive:

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

e si legge A nand B.

Nella seguente figura si mostra la tabella della verità con le quattro possibili combinazioni tra A e B ed il simbolo logico relativo ad una porta NAND a due ingressi. Nella colonna Y si sono posti i valori assunti dall'uscita Y che soddisfa la definizione della porta NAND.



A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

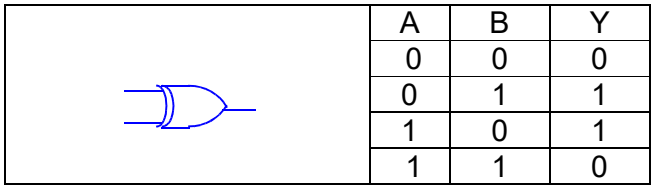
OR esclusivo XOR

A differenza delle precedenti porte logiche, l'XOR opera solo su due ingressi. L'uscita vale 1 se gli ingressi assumono valore diverso, vale 0 se gli ingressi sono tra loro uguali. La funzione logica si scrive:

$$Y = A \oplus B$$

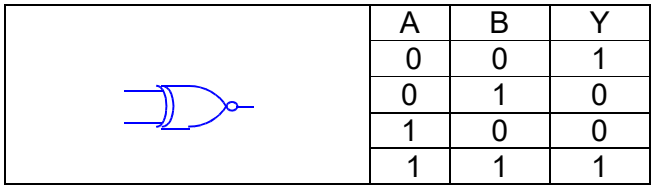
e si legge A or esclusivo B oppure A diverso da B.

Nella seguente figura si mostra la tabella della verità con le quattro possibili combinazioni tra A e B ed il simbolo logico relativo ad una porta XOR. Nella colonna Y si sono posti i valori assunti dall'uscita Y che soddisfa la definizione della porta XOR.



A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Nella seguente figura si mostra la tabella della verità con le quattro possibili combinazioni tra A e B ed il simbolo logico relativo ad una porta XNOR. Nella colonna Y si sono posti i valori assunti dall'uscita Y che soddisfa la definizione della porta XNOR.



A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Quando si studieranno i modi per ricavare la funzione logica di un circuito digitale a partire dalla sua tabella di verita', si verifichera' che la funzione XOR corrisponde alla funzione:

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