

## Famiglie logiche

*Dopo aver preso dimestichezza con i primi elementi dell'algebra della logica e con alcuni dei dispositivi che implementano determinate funzioni, faremo oggi un passo avanti andando ad illustrare le proprietà di una prima famiglia logica fondamentale insieme ai circuiti pratici per mezzo dei quali alcune funzioni possono essere realizzate fisicamente.*

### Prodotto o congiunzione

Ormai conosciamo bene come utilizzare una tabella della verità che definisce una determinata operazione logica e come associare ad una variabile binaria, 0 o 1, un significato concreto ragionando in termini di livelli di tensione o di interruttori aperti o chiusi.

La prima operazione che vogliamo proporvi è quella che definisce il prodotto logico di due (o in generale più) variabili binarie. Tale operazione prende il nome di AND e anch'essa, come avrete già intuito, può essere sintetizzata mediante l'impiego di una tavola della verità. Ma andiamo per gradi. Supponiamo di avere due variabili

binarie, cioè due variabili ciascuna delle quali può assumere, in un determinato istante, il valore 0 o il valore 1. In altre parole, se le variabili in questione sono A e B, in un certo istante A può valere 0 oppure 1 e la stessa cosa si può dire per B. Bene. Se pensiamo di eseguire una certa operazione tra A e B in questi termini:

A <operazione> B  
ci accorgiamo che, basandoci sui potenziali valori assumibili da ciascuna variabile (che sono 0 oppure 1) il numero totale di combinazioni su cui si vuol operare sono,

complessivamente, quattro. Per rendere più chiaro ciò che stiamo dicendo, indichiamo pedissequamente le quattro combinazioni a cui ci riferiamo. Esse sono:

- 0 <operazione> 0
  - 1 <operazione> 0
  - 0 <operazione> 1
  - 1 <operazione> 1
- cioè: 00, 01, 10, 11.

Stabilito ciò, passiamo a definire il significato dell'operazione AND tra due variabili e la conseguente tabella della verità. A parole, la definizione è la seguente: il risul-

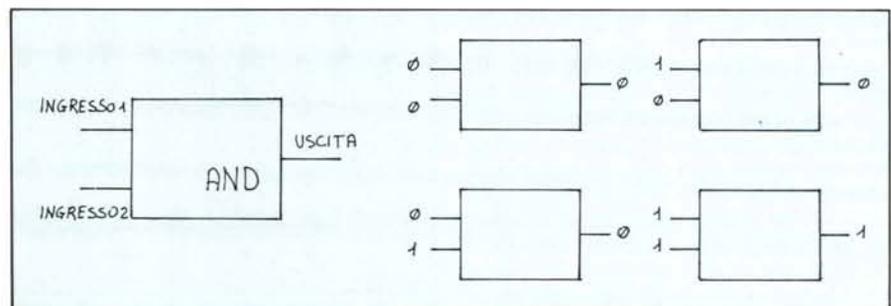


Figura 1 - Le due variabili, passando attraverso la "scatola", escono composte secondo l'operazione AND.

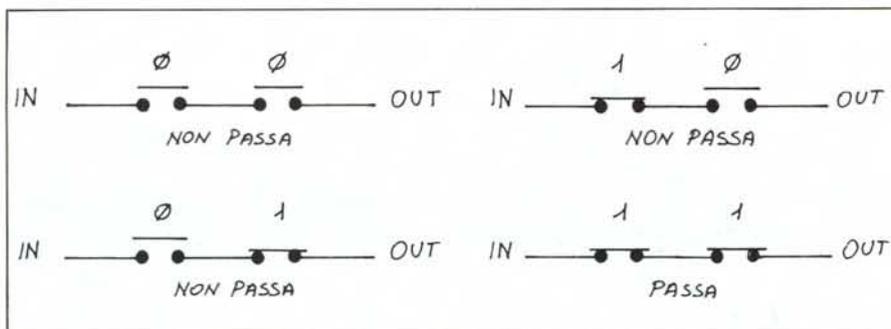


Figura 2 - Esempio pratico di AND. Un qualunque segnale in ingresso lo ritroveremo in uscita se e solo se entrambi i pulsanti sono premuti.

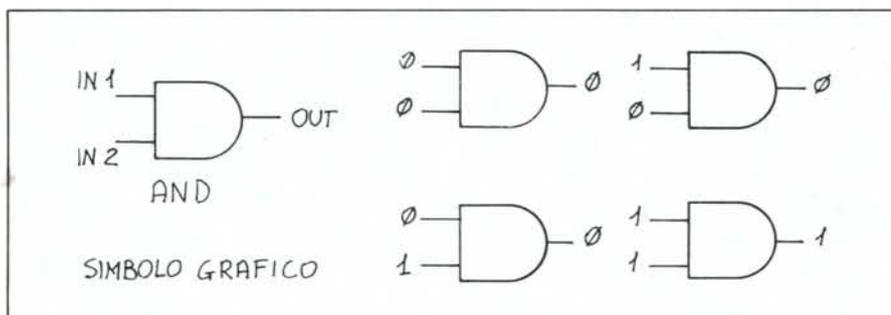


Figura 3 - Simbolo grafico e operazione AND. Questo è il simbolo che troviamo negli schemi elettrici; la condizione "1" corrisponde ad una tensione di 5 volt mentre il simbolo "0" corrisponde all'assenza della stessa tensione.

tato del prodotto logico AND tra due variabili binarie è 1 se e solo se entrambi gli operandi sono uguali ad 1; in caso contrario il risultato è sempre 0. Pensandoci un attimo, l'affermazione precedente può essere sintetizzata dalla seguente tavola riassuntiva:

A	B	A AND B
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

Per concretizzare ancora di più il concetto, diamo un'occhiata alla solita scatola, dotata di due ingressi e di un'uscita; essa contenga al suo interno un dispositivo (non ci interessa quale) che combini opportunamente il valore delle variabili poste sugli ingressi e dia, in uscita, un risultato conforme alle regole imposte dalla precedente tavola della verità. Quanto detto, è efficacemente illustrato nella figura 1 che descrive tutte le possibilità.

Un altro esempio che spieghi invece fisicamente il significato dell'AND, lo riportiamo in figura 2 dove troviamo, su una linea (ad esempio elettrica), due pulsanti posti in serie l'uno rispetto all'altro. In questo caso gli ingressi sono rappresentati dalla condizione dei singoli pulsanti, a ciascuno dei quali potremo associare uno 0 se non è premuto e un 1 in caso contrario. È allora evidente che un segnale, ad esempio una corrente, potrà transitare dall'ingresso (in) all'uscita (out) se e solo se entrambi i pulsanti sono pigiati e, viceversa, non vi sarà alcun transito per un'altra configurazione.

Riassumendo, l'operazione AND rappresenta l'accordo completo tra i due (o più) operandi. Infatti, sempre riferendoci ai pulsanti, se essi servissero a far partire un missile a testata nucleare, e la gestione di ciascuno di essi fosse affidata a una persona diversa, senza la volontà di entrambi a compiere quella determinata azione, il missile non partirebbe.

### Porta AND e diagrammi

Andiamo ora un po' più sul concreto e vediamo quali componenti realizzano materialmente la funzione di operatori AND in un circuito elettrico. Vi ricordiamo che in tale ambiente, come abbiamo già fatto in precedenza, associamo alla condizione binaria "1" una tensione di +5 volt e, alla condizione "0", l'assenza di tensione (0

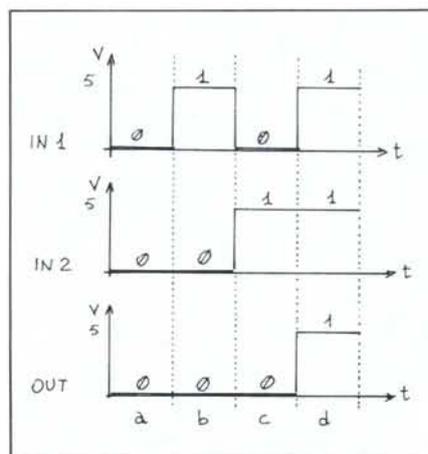


Figura 4 - Diagrammi temporali. Questo è un altro modo per descrivere l'operazione AND.

volt). Per cominciare, osserviamo la figura 3 in cui riportiamo il simbolo grafico del componente che realizza l'AND "elettrico" il quale prende il nome di "porta AND". Sempre nella stessa figura, troviamo la conversione, dal punto di vista dei livelli elettrici, di quanto già illustrato nella figura 1. Osservate che ancora una volta tutto quadra, cioè in uscita della porta in questione (più precisamente tra l'uscita e la massa) potremo misurare una tensione di 5 volt, che corrisponde al livello logico 1, solamente quando viene posta una tensione di 5 volt su entrambi i terminali d'ingresso.

Tanto per ampliare la panoramica sui modi di rappresentazione dell'operazione di cui stiamo parlando, diciamo che essa può essere ben sintetizzata nei grafici riportati nella figura 4 che chiameremo rappresentazione temporale dell'operazione AND. Ogni sezione (a, b, c, d) rappresenta la condizione degli ingressi e dell'uscita durante un certo intervallo di tempo. Non è difficile osservare che l'uscita è "bassa" (a, b, c), cioè a 0 volt, fino a che almeno uno degli ingressi è basso mentre essa commuta nella condizione opposta quando una tensione di 5 volt viene a trovarsi sia sull'ingresso 1 che sull'ingresso 2.

Integrati (del tipo TTL) con i quali si possono realizzare funzioni elettriche di AND sono, ad esempio, il 7408 e il 7409 che contengono al loro interno quattro dei dispositivi elementari descritti, i quali possono essere utilizzati indipendentemente l'uno dall'altro. La loro piedinatura la riportiamo in figura 5. Precisiamo che questi due integrati, benché implementino entrambi l'operazione di AND, internamente sono costituiti in maniera leggermente diversa in quanto il primo, il 7408, è di tipo normale mentre il secondo, 7409, è del tipo a collettore aperto. La differenza sostanziale sta nel fatto che, per ragioni sull'utilità delle quali non ci dilungheremo, con il 7409 è possibile collegare tra loro le uscite di più integrati per realizzare nuove funzioni logiche, mentre la stessa cosa non si può fare con il 7408.

È bene tener presente un fatto importante e cioè che gli ingressi di un TTL lasciati liberi, cioè scollegati, si portano automaticamente in condizione logica 1, cioè a 5 volt, quindi non si trascuri questo particolare se si ha intenzione di fare delle prove. Per portare un terminale a livello basso, basta collegarlo a massa.

### NAND, funzione fondamentale: combinazione di operazioni

Se ben ricordate, la volta scorsa abbiamo visto la funzione NOT, realizzata fisicamente da un componente chiamato inverter, della quale abbiamo illustrato tutte le caratteristiche. Vi mostreremo ora, con un approccio molto pratico all'argomento, come, combinando opportunamente l'operazione di AND appena studiata con

quella di NOT, si possa ottenere una nuova operazione logica.

Facciamo riferimento al disegno della figura 6 e spieghiamone il comportamento. Li troviamo accoppiati due componenti di nostra conoscenza, precisamente una porta AND ed un invertitore. L'uscita dell'AND (così chiamiamo confidenzialmente la porta) entra in un invertitore e questa configurazione può essere schematizzata con un unico simbolo grafico, quello rappresentato nella sezione b) della stessa figura. Tale simbolo rappresenta una nuova operazione logica facilmente deducibile dallo schema in esame dal quale, con la consueta simbologia, non è difficile estrarre la seguente tabella della verità:

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

avendo indicato l'operazione di AND con un asterisco (\*) e quella di NOT con una linea sulla quantità da negare. Nei testi specializzati il più delle volte troverete l'operazione di AND indicata da un puntino tra i due operandi.

Come è facile rilevare dalla tabella, la quantità in uscita dall'AND, risultato dell'operazione  $A*B$ , viene ogni volta negata. In definitiva, la tavola della operazione risultante, quella cioè associata al simbolo della figura 6b, è la seguente.

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

Se chiamiamo Y l'uscita di un NAND, possiamo sintetizzare la funzione da esso svolta con:

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

La NAND è una porta fondamentale in quanto, servendosi di opportune combinazioni, è possibile realizzare tutte le funzioni già descritte e altre di notevole importanza pratica quali l'OR, il NOR e l'EXOR. Di queste parleremo la volta prossima mentre ora, per concludere, ricaviamo l'operazione di NOT e di AND assumendo appunto il NAND come logica fondamentale.

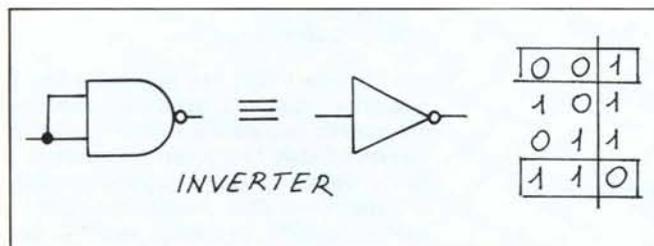


Figura 7 - Un invertitore realizzato servendosi di un NAND. Unendo i due ingressi, avremo sempre una condizione identica su entrambi i terminali. Se la condizione è 00, in uscita troveremo 1 mentre se è 11, troveremo 0.

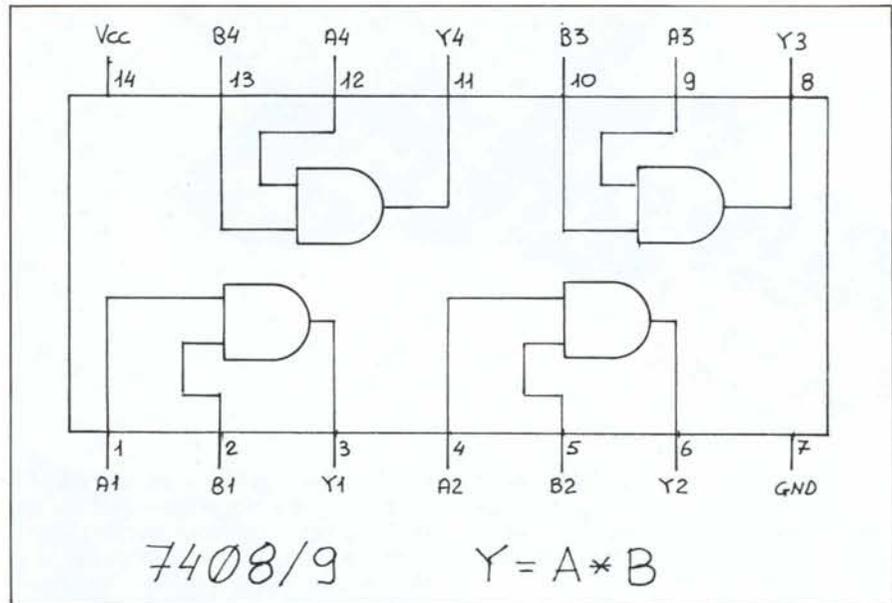


Figura 5 - Schema simbolico di un circuito integrato con cui è possibile realizzare praticamente l'operazione AND. Tale operazione, se A e B sono gli ingressi e Y è l'uscita, può essere sintetizzata con  $Y = A*B$ .

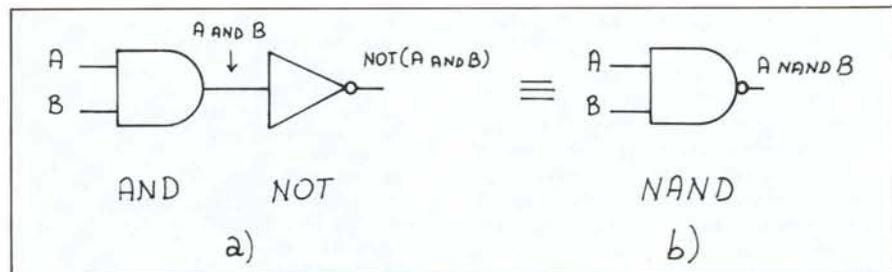


Figura 6 - a) Operazione NAND ottenuta come combinazione di altre operazioni. Qui la vedete realizzata praticamente mediante due elementi circuitali che già conosciamo. b) Simbolo grafico di una porta NAND

### Un semplice esercizio

Una particolare famiglia di logiche integrate detta TTL (Transistor-Transistor Logic), assume la porta NAND come fondamentale e ricava tutte le altre servendosi di opportune combinazioni di varie porte NAND. Vediamone per il momento solo due, le quali altro non sono che il NOT (invertitore) e l'AND. Il procedimento è semplicemente intuibile osservando la figura 7. Se uniamo l'ingresso A e l'ingresso B di un NAND otterremo, praticamente, un dispositivo ad un solo ingresso. Inoltre, essendo ora i due terminali in comune, avranno su di essi anche una condizione comune. In altre parole, in ingresso trove-

remo: o solo 0 o solo 1, condizione che risulterà comune ad entrambe le entrate. Ciò significa aver abilitato: o la combinazione 00, a cui corrisponde 1 in uscita o la 11, alla quale in uscita corrisponde 0 (rimanendo escluse 01 e 10). Osservando allora la tabella della verità, non è difficile rendersi conto di aver realizzato un invertitore.

Nello stesso modo, osservando in figura 8 il modo in cui sono collegate le due porte NAND e tenendo presente la proprietà della doppia negazione, di cui abbiamo ampiamente discusso la volta scorsa, ritroviamo la funzione AND.

Al prossimo mese.

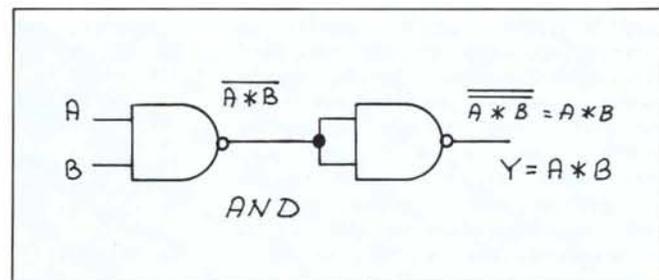


Figura 8 - Un AND ricavato ponendo in cascata una porta AND ed un invertitore.