



Università degli Studi di Palermo
Dipartimento di Ingegneria Informatica



Informatica di Base - 6 c.f.u.

Anno Accademico 2007/2008

Docente: ing. Salvatore Sorce

Logica booleana e circuiti logici

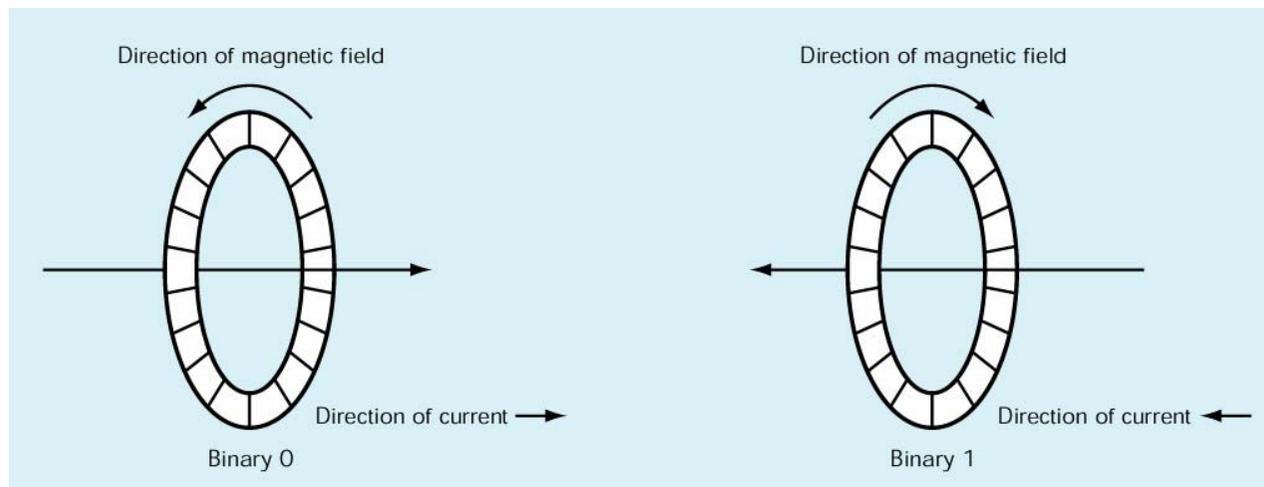
Facoltà di Lettere e Filosofia

Perchè il calcolatore è binario?

- Un calcolatore può essere costruito a partire da qualsiasi rappresentazione dell'informazione.
- E allora perchè è **binario** ?
- Perché, storicamente, le tecnologie più affidabili per memorizzare e riprodurre le informazioni all'interno di un dispositivo elettroniche sono quelle basate sull'uso di dispositivi **bistabili** ovvero che oscillano tra due stati possibili in modo da rappresentare i simboli 0 e 1.
- La rappresentazione tipica utilizza due livelli di tensione elettrica: **1 → +5V, 0 → 0V**

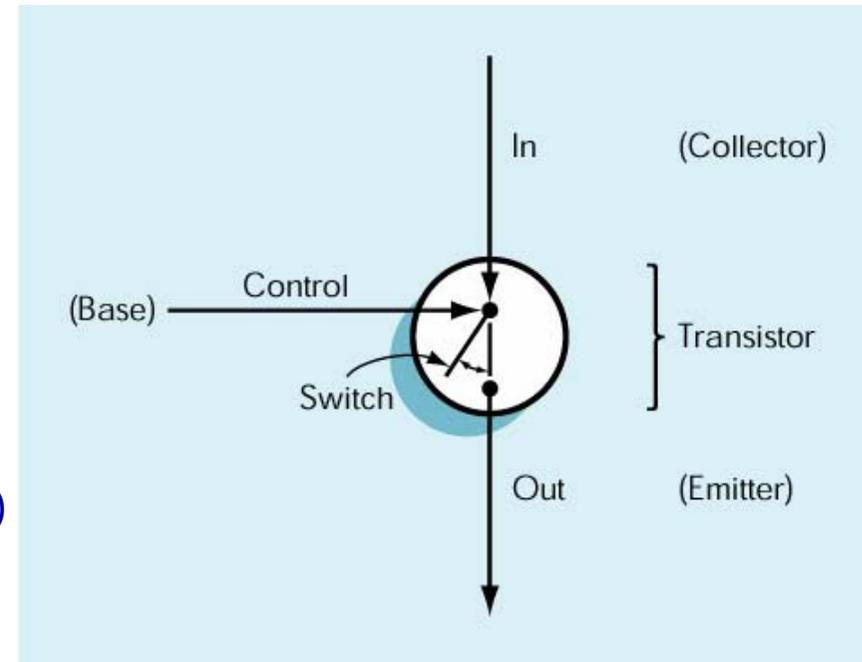
Dispositivi di memorizzazione binaria

- Il **nucleo magnetico** è stato utilizzato per 20 anni ca. per costruire **memorie a nuclei magnetici** (1950-60 ca.)
 - Ciambelle di materiale ferromagnetico, ovvero magnetizzabili in un senso o nell'altro
 - \varnothing 1/50 cm
 - Densità di 500 bit/mm²
- Per avere 2 Kbit occorre un dispositivo di 6 cm di lato
- 1 Gbit richiede un area di 120 m²!



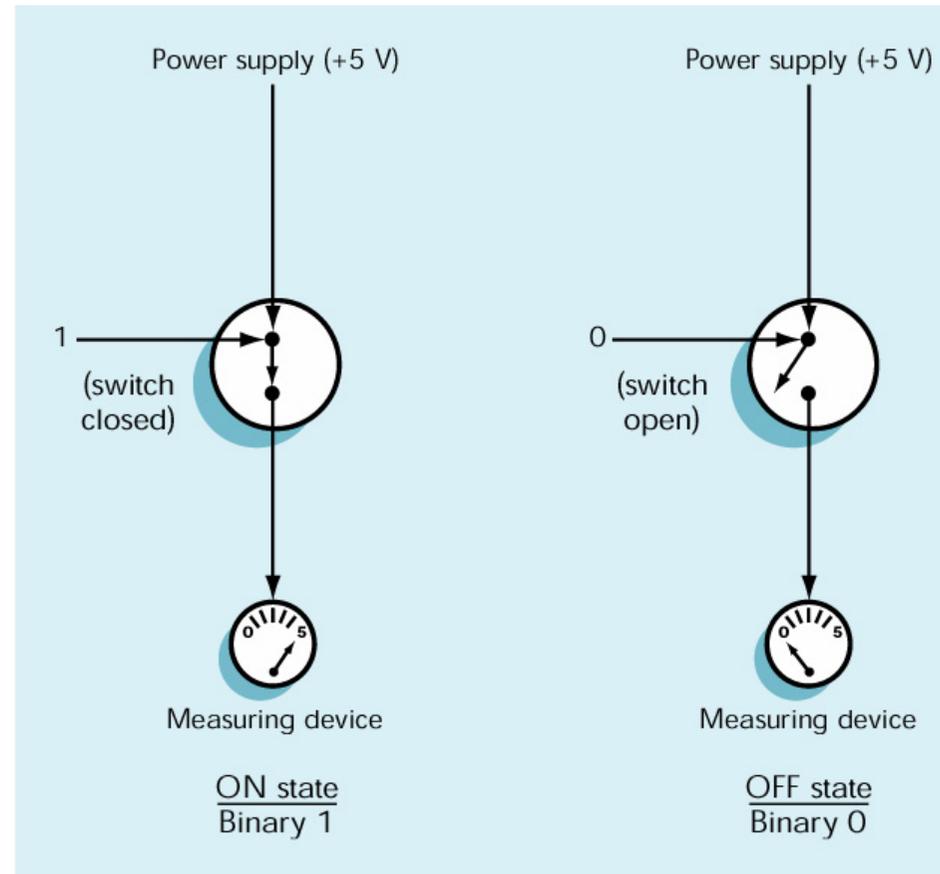
Il transistor

- Interruttore elettronico (Shockley, Brattain, Bardeen, 1947)
- Due stati: conduzione, interdizione (acceso, spento)
- Altissima densità di integrazione
 - 3-10 M trans/cm²
- Altissima velocità (frequenza) di commutazione da uno stato all'altro
 - 500-1300 milioni cicli/secondo (**HERTZ**)
 - 0.8-2 miliardesimi di secondo
- Sostituisce il nucleo magnetico inizi '70
- Base, emettitore, collettore
- La base controlla il funzionamento
 - In presenza di tensione sulla base la corrente scorre dal collettore verso l'emettitore (**conduzione**)
 - In assenza di tensione, non c'è passaggio di corrente (**interdizione**)



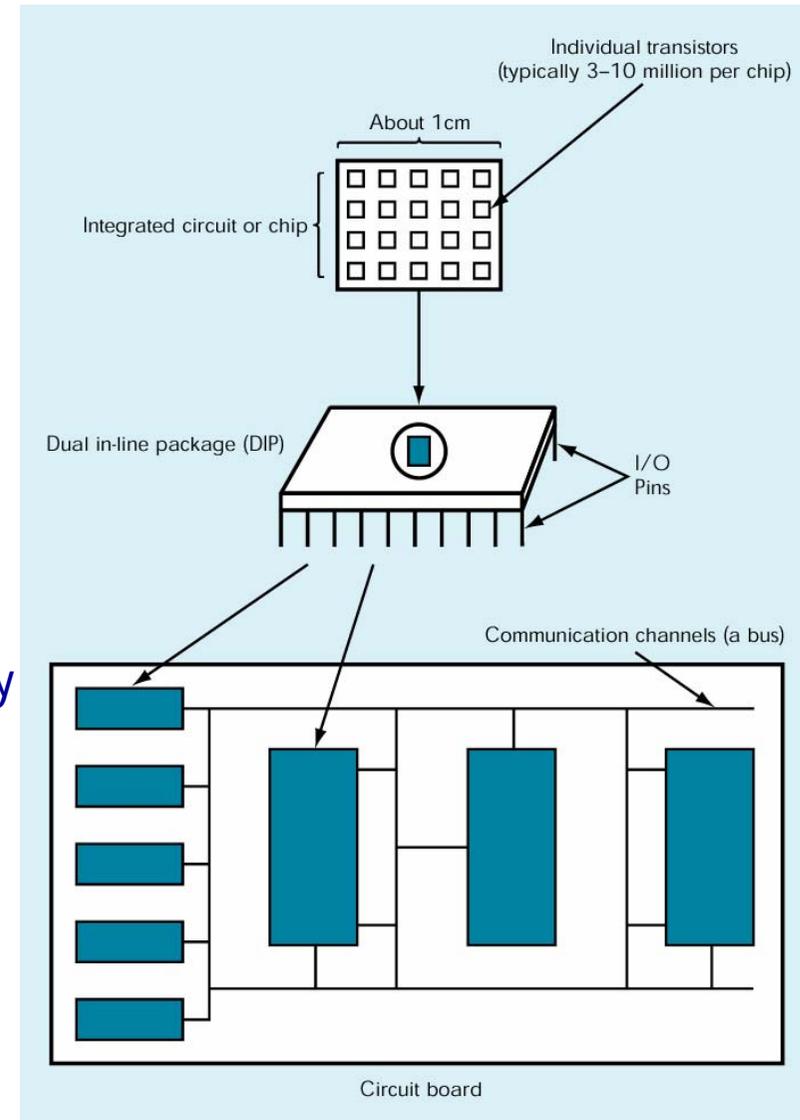
Funzionamento del transistor

- Due modi per associare i due valori binari ai due modi di funzionamento del transistor
- Logica positiva
 - Associare allo stato di conduzione il valore binario 1
 - Associare allo stato di interdizione il valore binario 0
- Logica negativa
 - Associare allo stato di conduzione il valore binario 0
 - Associare allo stato di interdizione il valore binario 1



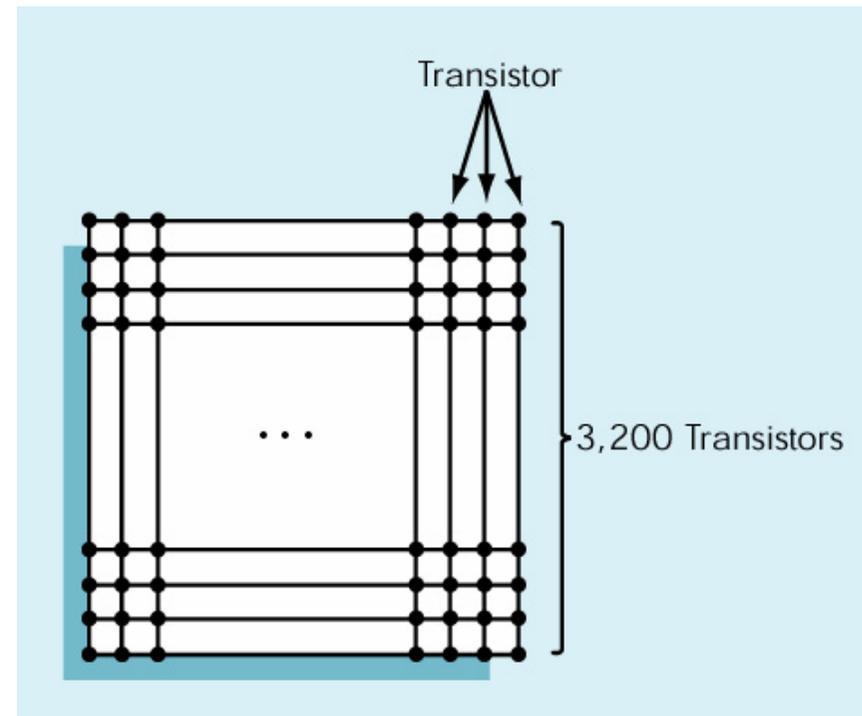
Circuiti integrati

- I transistor sono dispositivi di materiale semiconduttore, *silicio* o *arseniuro di gallio*
- Transistor e connessioni sono raggruppati in *circuiti integrati* (**integrated circuit** o **chip**)
- Sono disposti su un *wafer* di silicio con un processo litografico
 - Maschere di integrazione
 - Densità o **scala di integrazione**, numero di transistor per cm^2
 - LSI (low) , MSI (medium), VLSI (very large), ULSI (ultra large scale integration)
- I chip sono montati tipicamente su involucri con una doppia fila di pin (**dual-in-line package**)
- I vari chip sono quindi montati in *circuiti stampati* o *schede* (**circuit board**)



Scale di integrazione

- Densità o **scala di integrazione**
 - numero di transistor per cm^2
 - Oggi: 3-50 M transistor/ cm^2
- Diverse tecnologie
 - LSI (low scale integration)
 - MSI (medium scale integration)
 - VLSI (very large scale integration)
 - ULSI (ultra large scale integration)
- Un esempio concreto:
 - 10 M transistor/ cm^2 significa disporre 3200x3200 transistor in un quadrato con 1 cm di lato
 - I transistor devono distare 0.003 mm
 - **20 volte più vicini del più piccolo granello di sabbia!!**



Logica Booleana

- La costruzione dei circuiti elettronici digitali è basata su una branca della matematica e della logica simbolica chiamata **logica Booleana**
- George Boole la introdusse nel 1854 nel suo libro: *Introduzione alle regole del pensiero*
- Fornisce un insieme di regole per la manipolazione e le operazioni su espressioni logiche, ovvero espressioni che possono risultare in due soli valori possibili, *vero* e *falso* (**true** e **false**)
- Facile vedere la connessione tra logica Booleana e architettura di un elaboratore:
 - Falso → 0 binario e vero → 1 binario
- **Qualunque sequenza di cifre binarie può essere manipolata con operazioni della logica Booleana**

Espressioni ed operazioni Booleane

➤ Espressioni logiche o Booleane

- Qualunque proposizione che fornisce come risultato vero o falso
- Es: $x > 10$, il livello dell'acqua è 10 m, la temperatura è di 25 °C

➤ Operazioni logiche o Booleane

- Intersezione (operatore **AND** – “e” congiunzione) simbolo (\cdot)
 - ♦ $(x > 10) \text{ AND } (x < 20)$, x deve essere un numero tra 11 e 19
- Unione (operatore **OR** – “o” congiunzione), simbolo ($+$)
 - ♦ (il livello dell'acqua è 10 m) OR (la temperatura è 25 °C)
- Negazione o complemento (operatore **NOT** – *non*), simbolo ($'$, $\bar{\quad}$)
 - ♦ NOT $(x > 10)$, x deve essere minore oppure uguale a 10
- Le operazioni logiche sono specificate mediante *tabelle di verità (truth table)*

Operatore AND

➤ Definizione

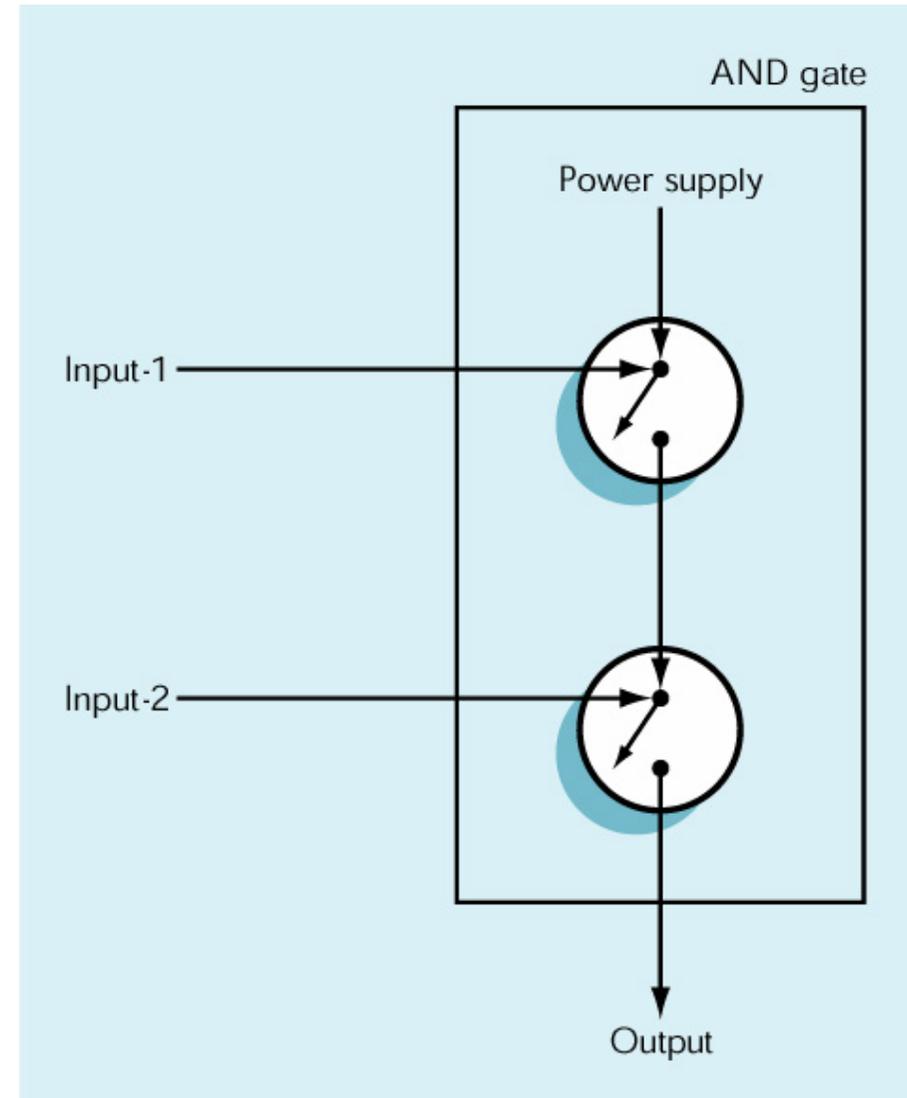
- Se A e B sono due espressioni logiche, allora $A \text{ AND } B$ ($A \cdot B$) assume il valore *true* se e solo se sia A che B sono *true*

➤ Equivalente circuitale

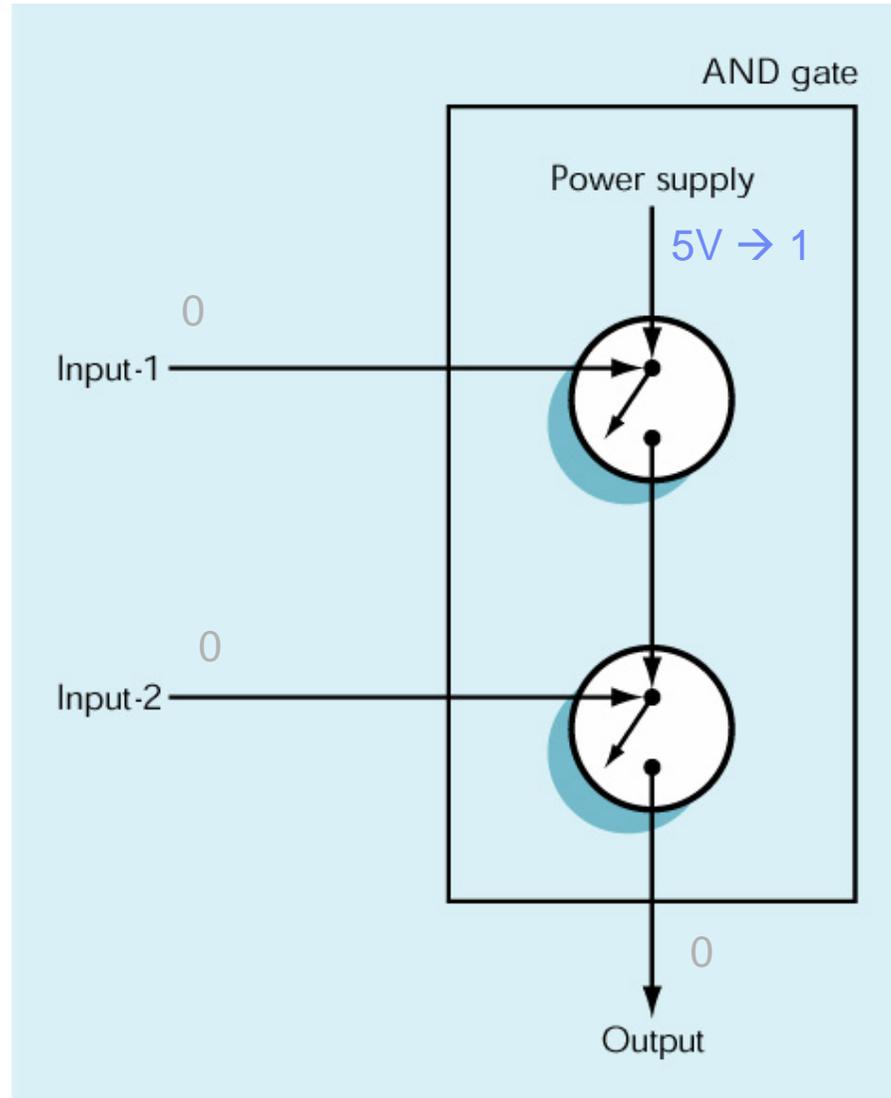
- Connessione in serie

➤ Tabella di verità:

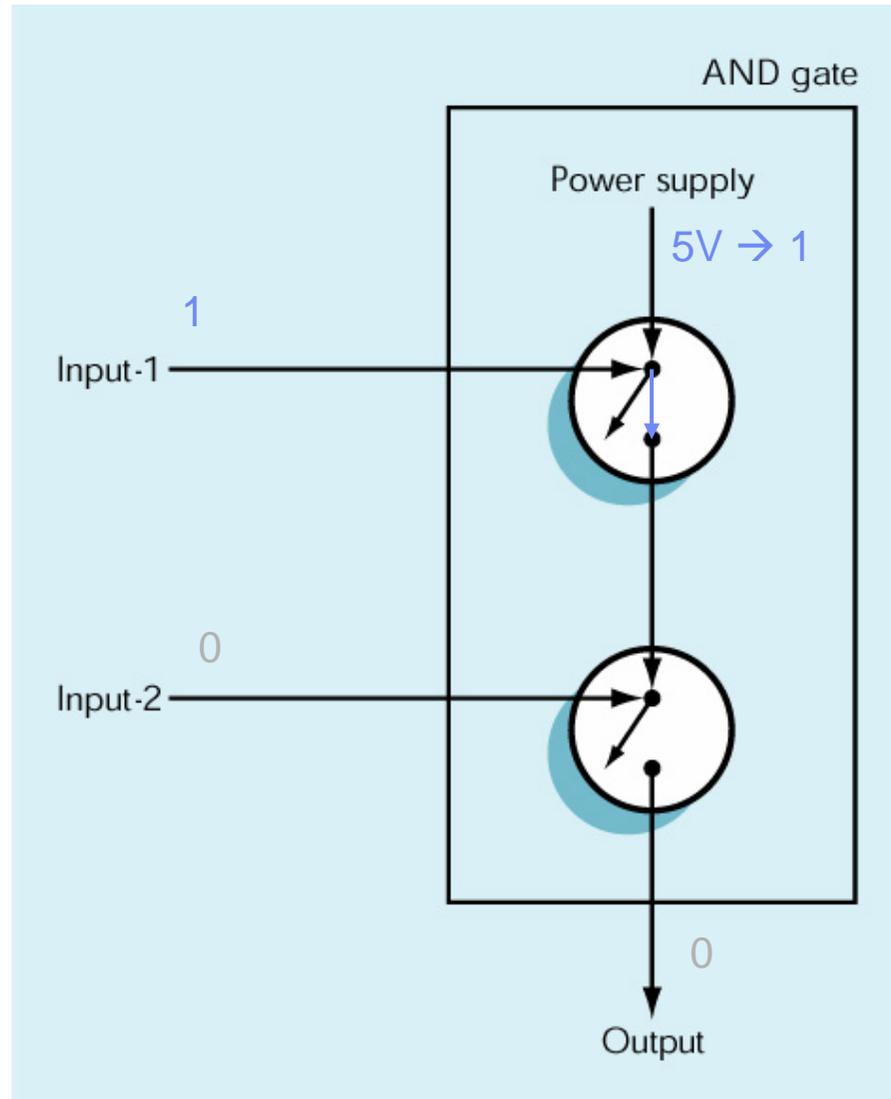
Ingressi		Uscita
A	B	A AND B
FALSE	FALSE	FALSE
FALSE	TRUE	FALSE
TRUE	FALSE	FALSE
TRUE	TRUE	TRUE



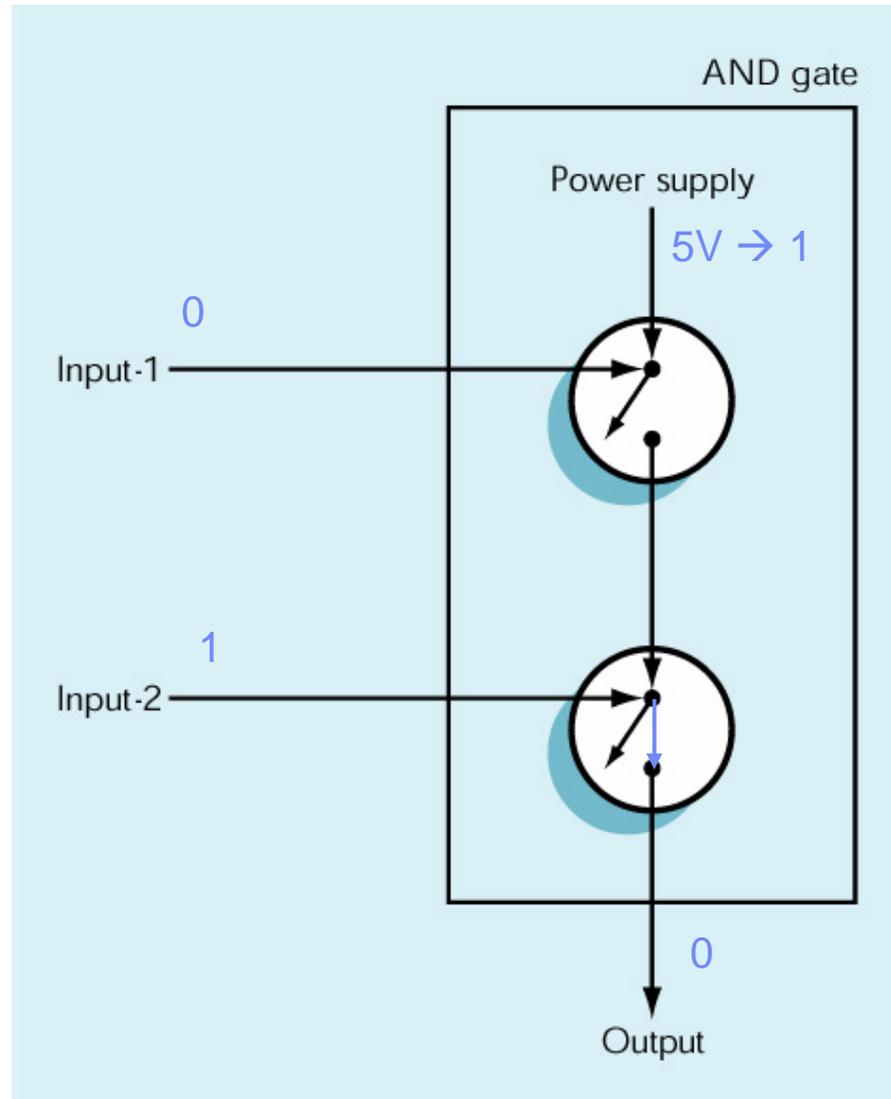
Operatore AND



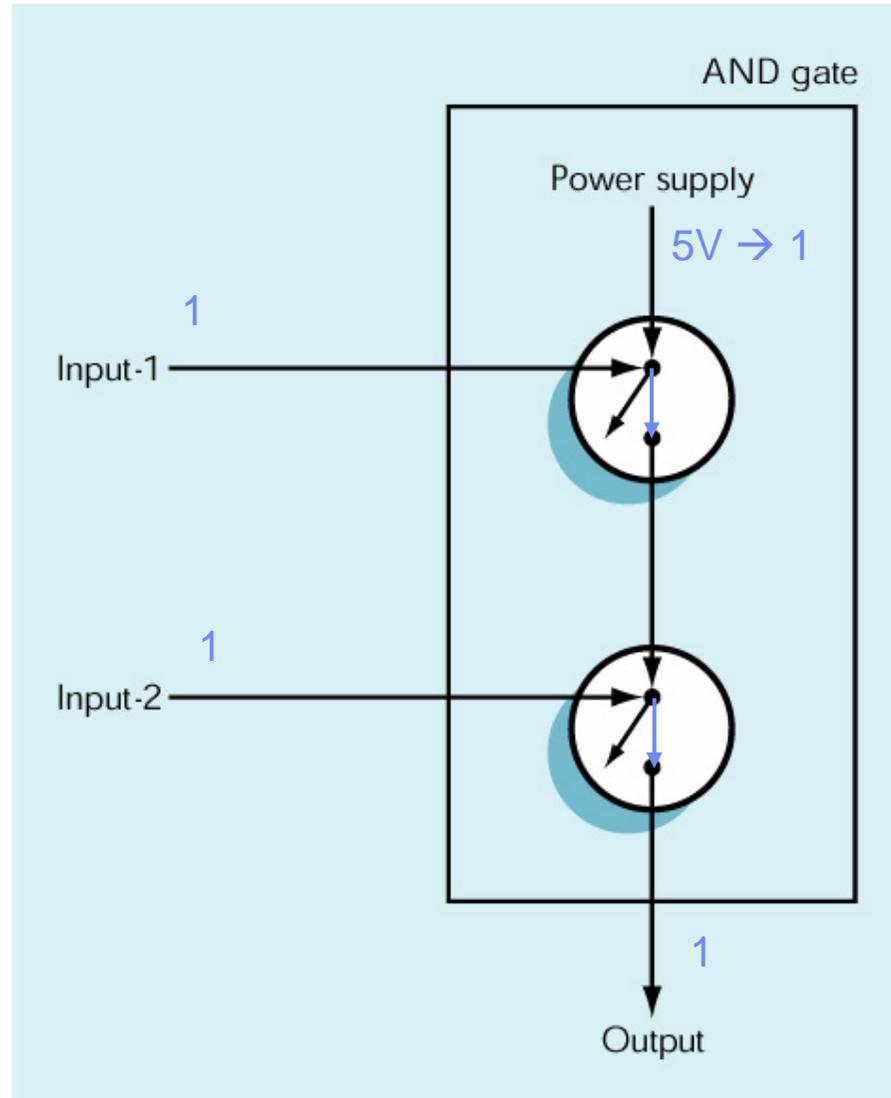
Operatore AND



Operatore AND



Operatore AND



Operatore OR

➤ Definizione

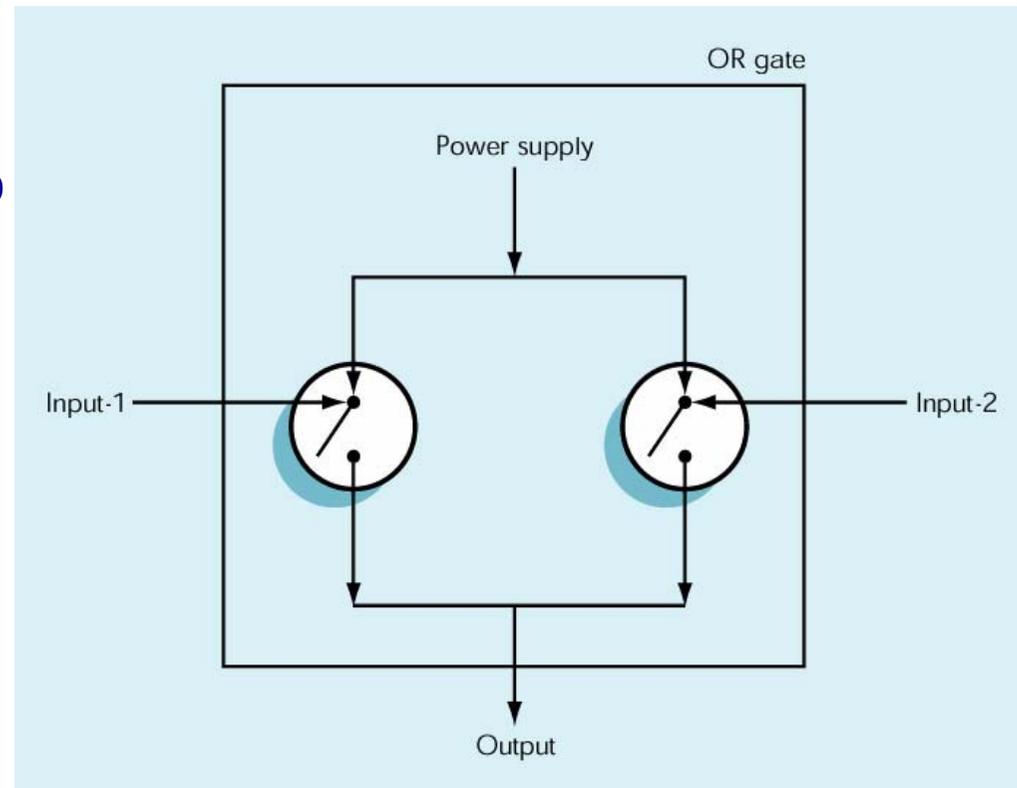
- Se A e B sono due espressioni logiche, allora A OR B ($A+B$) assume il valore *true* se A è *true*, oppure B è *true*, oppure sia A che B sono *true*

➤ Equivalente circuitale

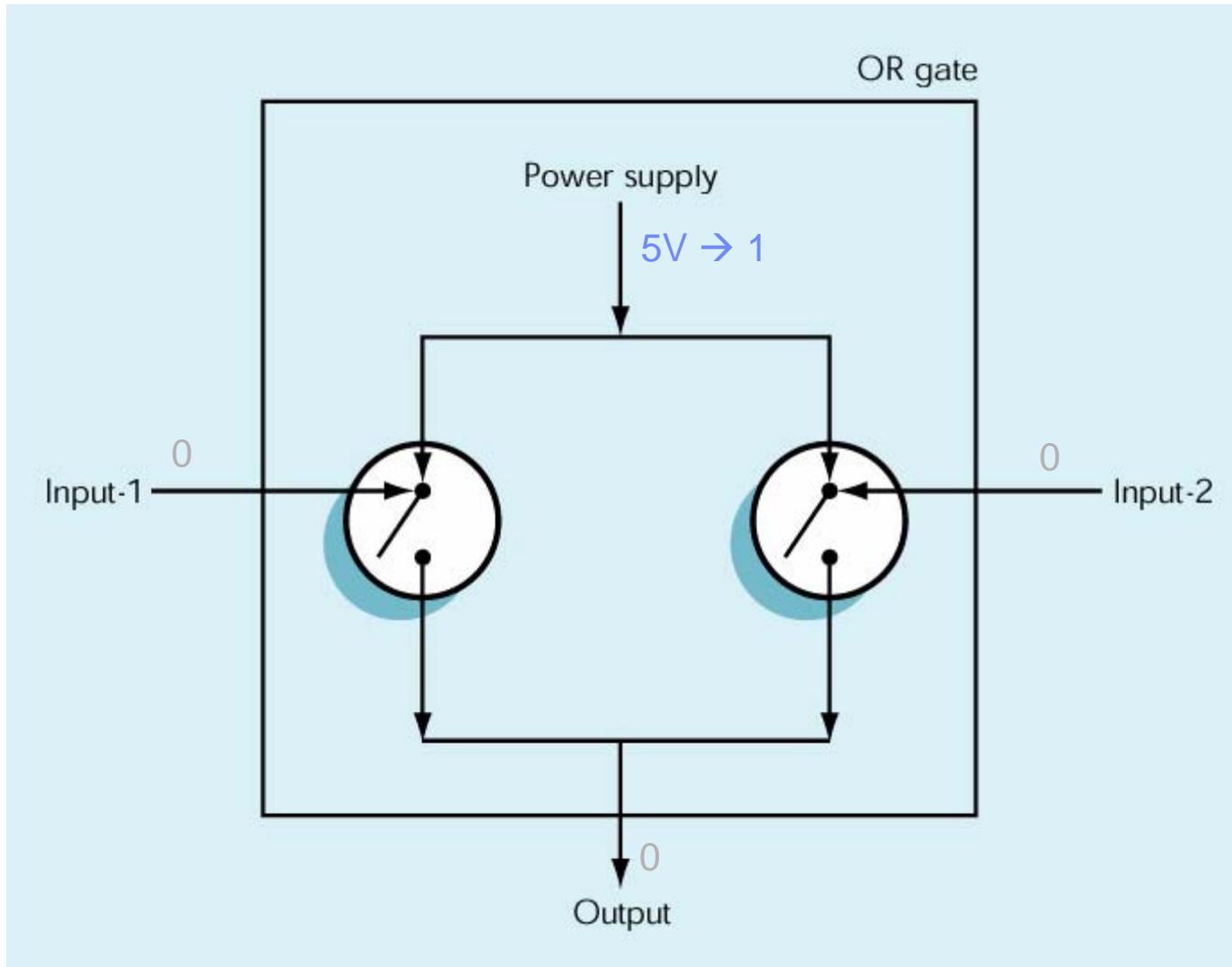
- Connessione in parallelo

➤ Tabella di verità

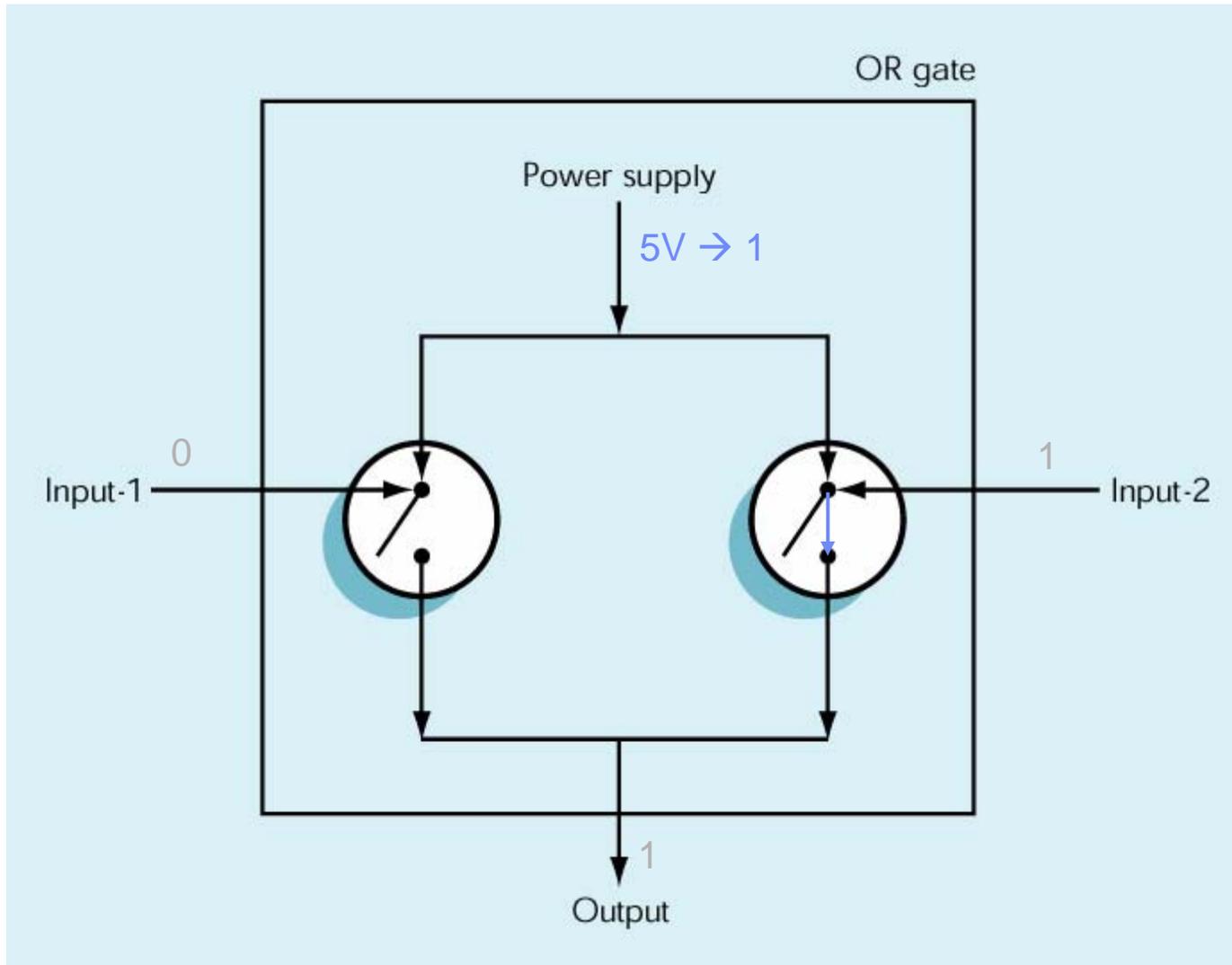
Ingressi		Uscita
A	B	A OR B
FALSE	FALSE	FALSE
FALSE	TRUE	TRUE
TRUE	FALSE	TRUE
TRUE	TRUE	TRUE



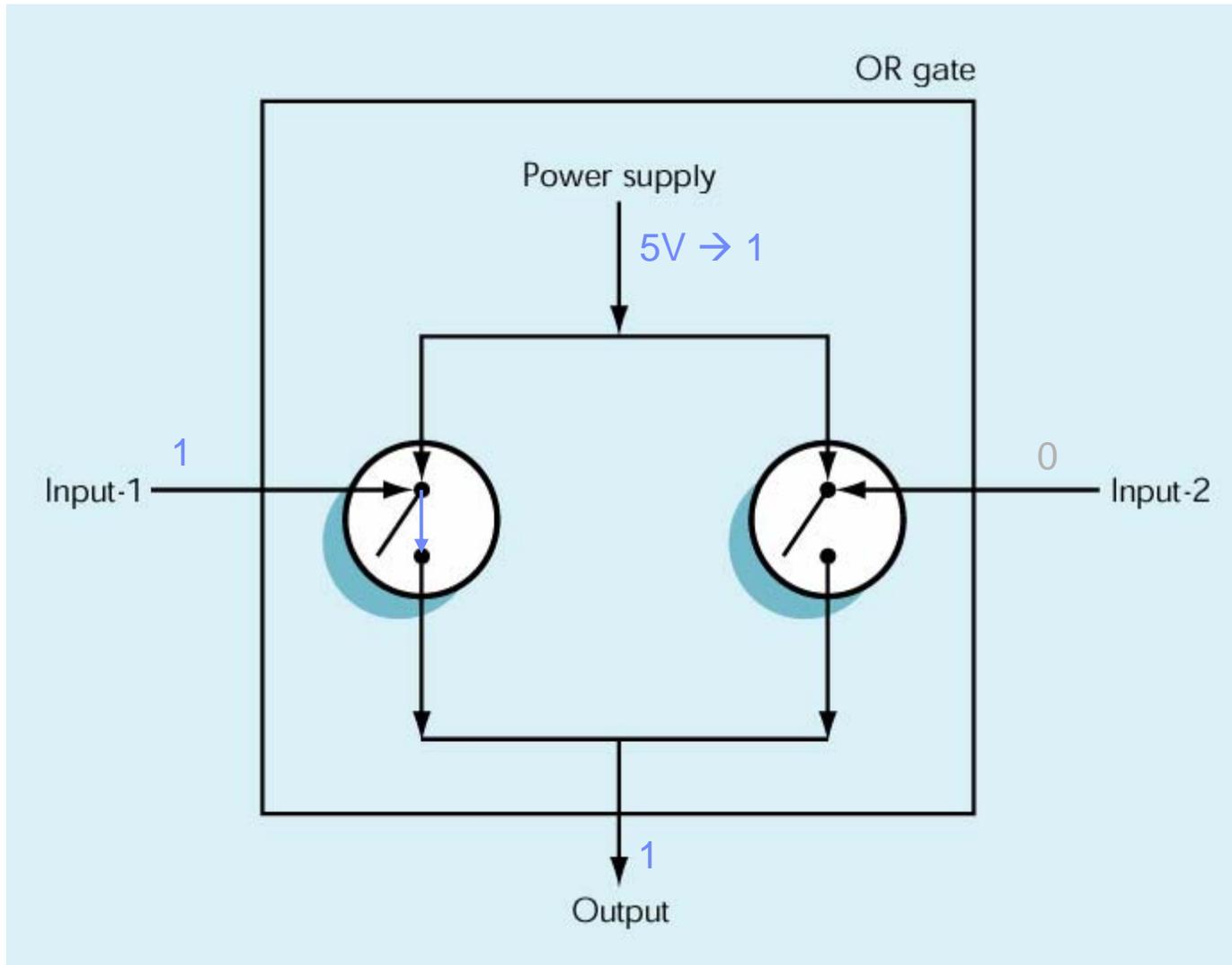
Operatore OR



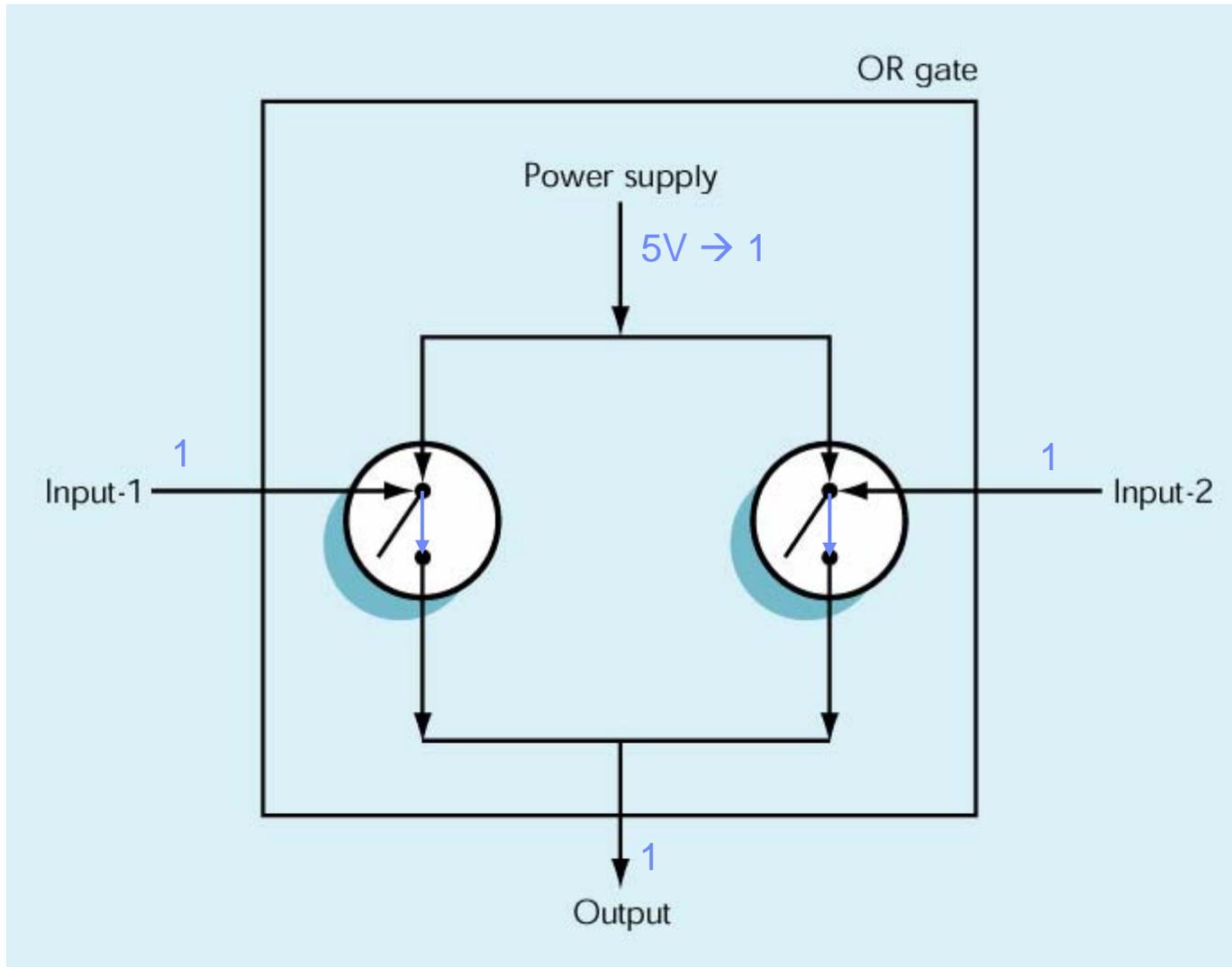
Operatore OR



Operatore OR



Operatore OR



Operatore NOT

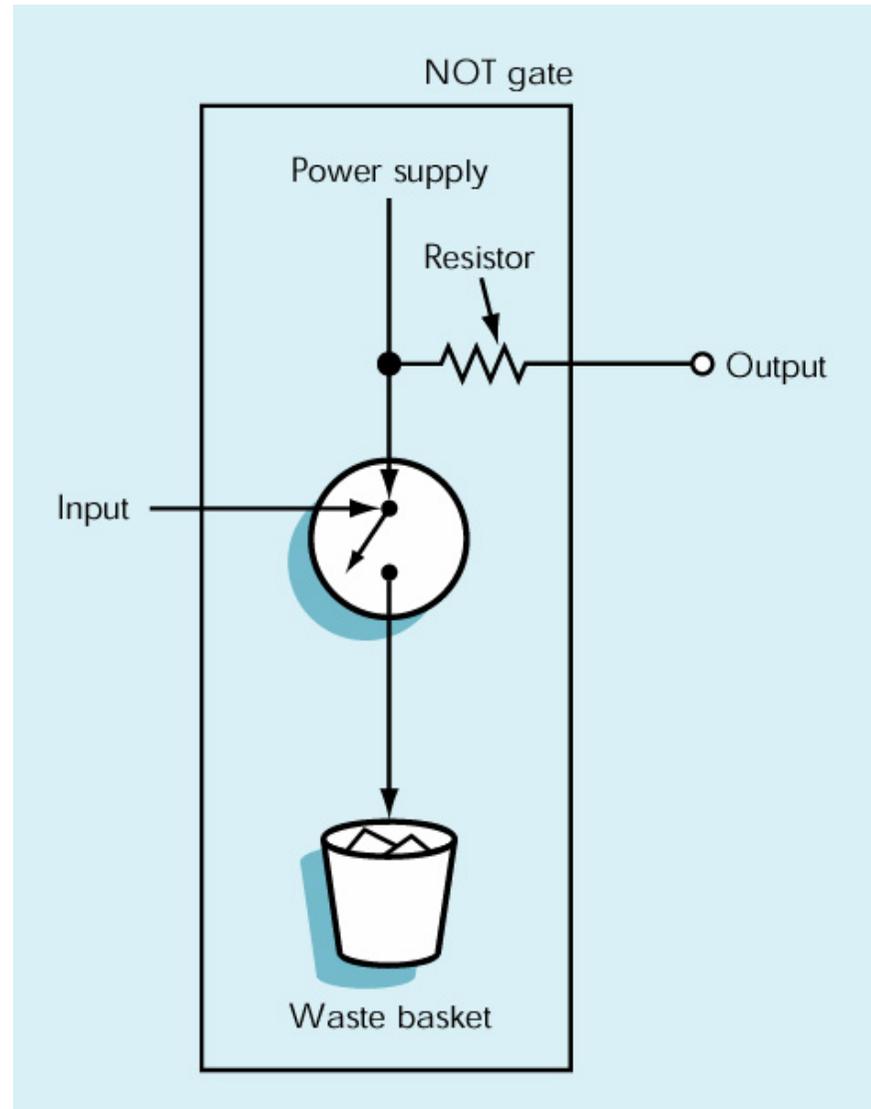
➤ Definizione

- Se A è una espressione logica, allora NOT A assume il valore *true* se A è *false*, mentre assume il valore *false* se A è *true*

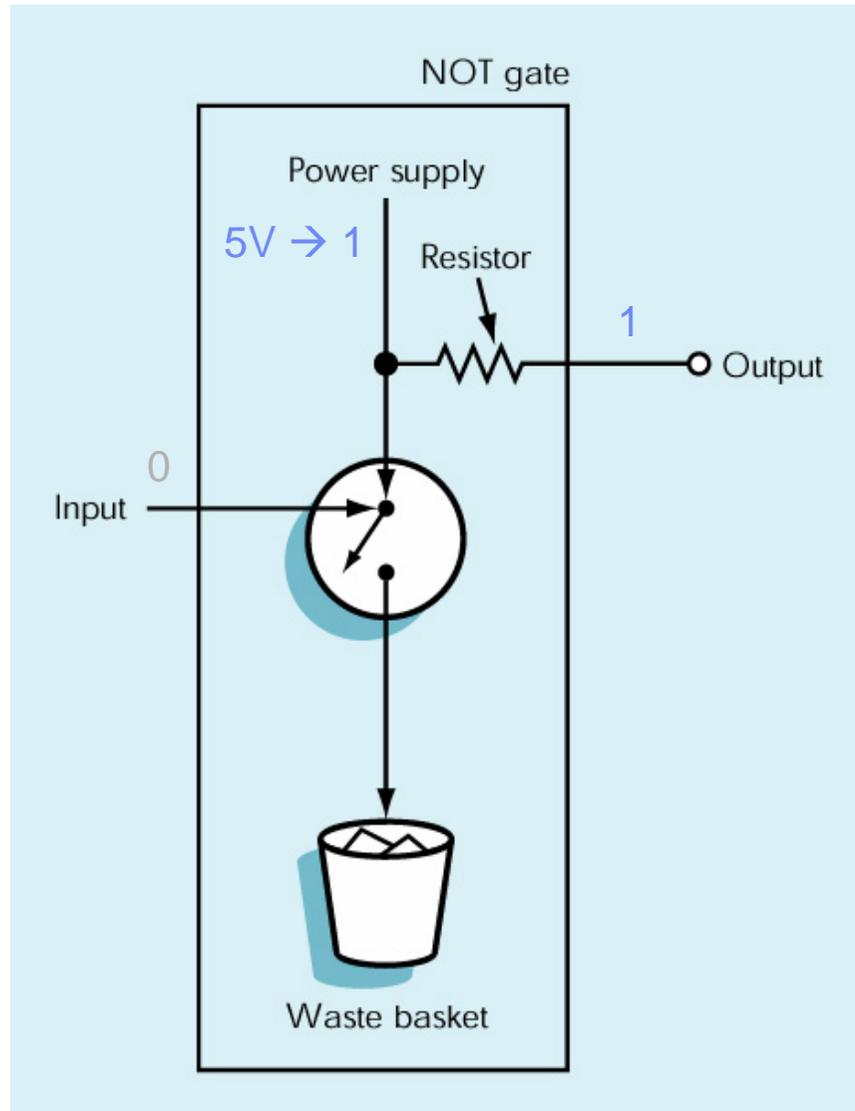
➤ Equivalente circuitale

➤ Tabella di verità

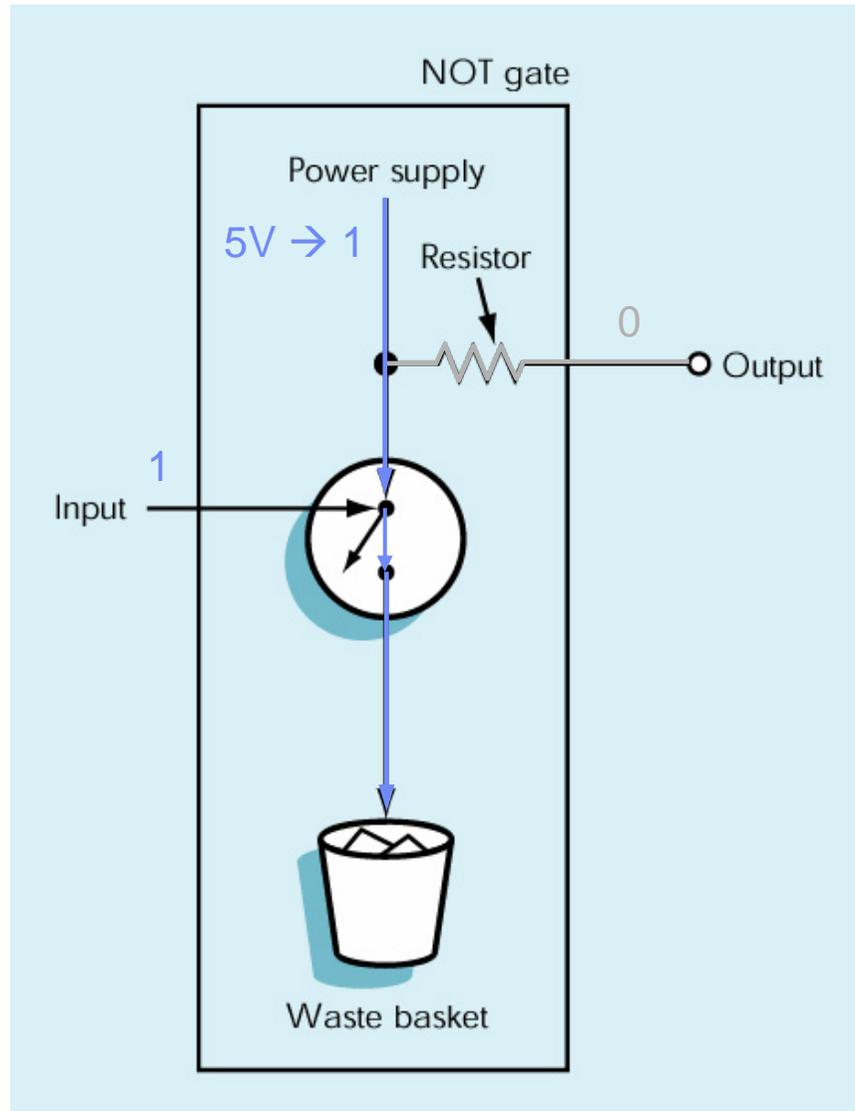
Ingresso	Uscita
A	NOT A
FALSE	TRUE
TRUE	FALSE



Operatore NOT



Operatore NOT



Porte logiche

- A ciascun operatore logico corrisponde un simbolo
- Una *porta logica* (**logic gate**) è un dispositivo elettronico che implementa una specifica operazione logica
- Sono costruite combinando transistor in serie o in parallelo
- Costituiscono i blocchi fondamentali per la costruzione di circuiti elettronici digitali e quindi di calcolatori elettronici

