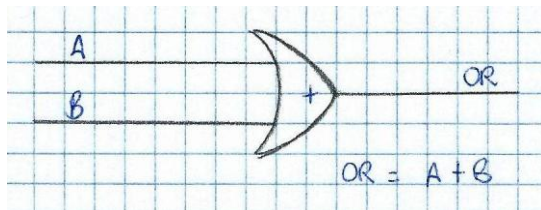


I transistor

Il computer non si basa solo sulla Matematica, ma anche sulla Logica. Per coordinare le operazioni matematiche è infatti necessario avere ordine logico. A livello fisico le regole logiche sono rappresentate dai transistor. Un transistor regola l'interazione tra due bit, cioè due condensatori. Analizziamo le tre operazioni logiche esistenti rapportandole ai rispettivi transistor:

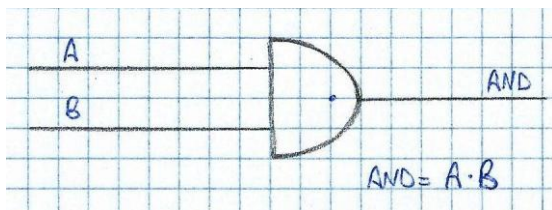
- la somma logica: OR. Consideriamo due bit A e B e le combinazioni possibili dei loro valori:



A	B	OR
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Se almeno uno dei due bit possiede valore 1 la somma logica mi restituisce il valore 1;

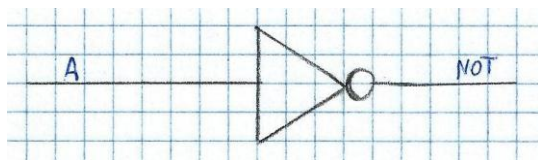
- il prodotto logico: AND. Di nuovo usiamo i due bit A e B:



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

Il prodotto logico mi restituisce 1 solo se entrambi i bit valgono 1. Se anche uno solo di essi vale 0 il prodotto è 0.

- negazione logica: NOT. Questa volta ci serve solo un bit, A:



A	NOT
0	1
1	0

Questa operazione logica mi restituisce il valore opposto a quello opposto posseduto dal condensatore.

I transistor OR, AND e NOT sono detti "porte logiche".

Il computer può svolgere un'enormità di servizi. Il loro corretto funzionamento dipende da successive operazioni logiche. Le operazioni logiche coinvolgono i byte. Consideriamo i due byte che avevamo utilizzato per spiegare la somma binaria:

$$\begin{array}{cccccccc}
 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\
 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 \hline
 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1
 \end{array}$$

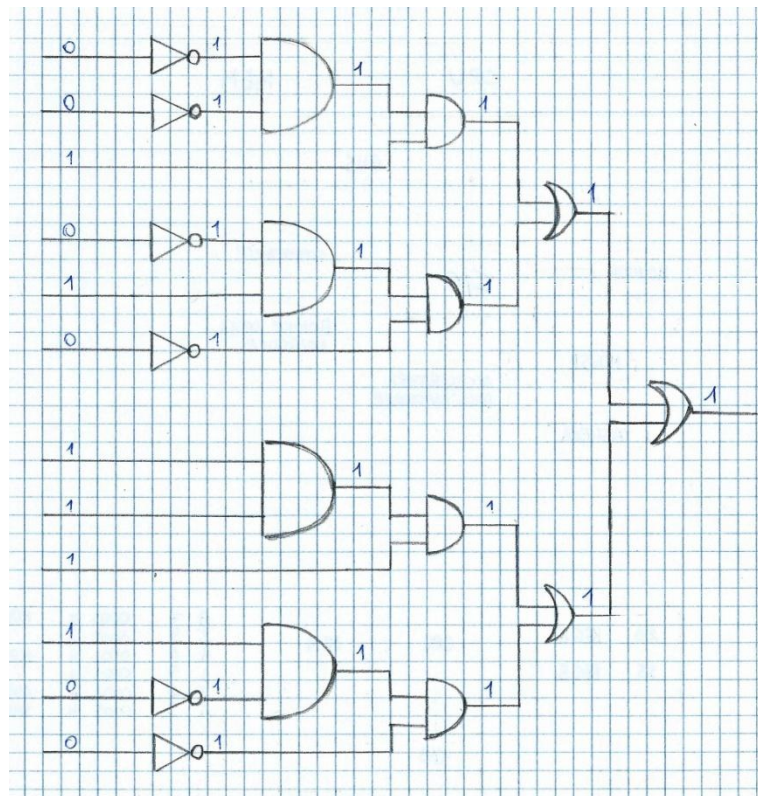
Nel computer vi sono delle “macchinette” in grado di sommare i bit che compongono i byte. Esse sommano tre bit: il primo proveniente dal primo byte, il secondo dal secondo e il terzo che è il riporto dalla somma precedente. Prendiamo il primo bit di ciascun byte qui sopra (partendo da destra): 1 e 0. Il riporto vale 0 poiché non abbiamo eseguito somme precedenti. Quindi I bit = 1, II bit = 0 e $R_{\text{ingresso}} = 0$. La somma dà 1 con riporto in uscita 0. Il riporto in uscita della prima “macchinetta” diviene il riporto in ingresso della seconda, che somma i due bit successivi: 0 e 1 (sempre riferendoci ai due byte precedenti). Così si prosegue finché tutti i bit dei due byte verranno sommati. Arrivati alla sesta “macchinetta” avremo il caso in cui la somma vale 0 e il riporto in uscita vale 1. Per questo la “macchinetta” successiva avrà riporto in ingresso uguale a 1 e, pur essendo i due bit da sommare pari a 0, la somma sarà 1.

Otto “macchinette” in successione permettono di sommare due byte. Qualsiasi “macchinetta” consideriamo, essa sarà in definitiva in grado di sommare due bit più il riporto in ingresso. Siamo perciò in grado di prevedere tutti i possibili casi usando la seguente tavola di verità:

I bit	II bit	R_{ingresso}	Somma	R_{uscita}
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

Essa si chiama tavola di verità poiché ci dice tutti i casi in cui accade un certo evento. Ad esempio, se vogliamo sapere quando la somma valga 1, siamo sicuri che ciò accadrà in quattro casi ed esclusivamente in quelli. Sarà 1 se ho 0 and 0 and 1 or 0 and 1 and 0 or 1 and 0 and 0 or 1 and 1 and 1 (evidenziati in grassetto nella tabella).

Possiamo schematizzare logicamente quanto detto usando la rappresentazione dei transistor sopra esposta:



Il transistor

I transistor rappresentano fisicamente le porte logiche. Esaminiamoli in modo più approfondito. In natura esistono elementi conduttori, semiconduttori e isolanti. Si pensi alla tavola periodica e agli studi chimici delle sostanze.

In tutti gli atomi degli elementi della tavola periodica gli elettroni possono risiedere nel normale livello di valenza o passare, se hanno opportuna energia, alla banda di conduzione.

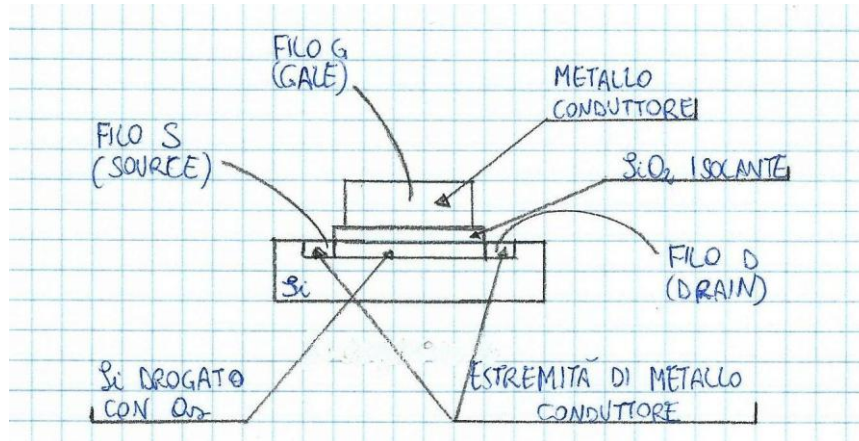
Partiamo dai metalli. Nel sodio l'orbitale 3s ha un elettrone in meno rispetto al numero massimo ospitabile, quindi gli elettroni spaiati sono in grado di saltare da un atomo all'altro occupando l'orbitale disponibile. Il magnesio, pur avendo l'orbitale 3s pieno (con due elettroni), presenta una banda di conduzione (quella dell'orbitale 3p) isoenergetica rispetto a quella di valenza, cioè quella dell'orbitale 3s. Gli elettroni si muovono dunque facilmente occupando la banda di conduzione. Le capacità conduttive sono amplificate nei metalli di transizione, che presentano molti più orbitali vuoti isoenergetici.

Nei non metalli, che sono isolanti, la banda di valenza ha un livello energetico molto più basso rispetto a quello della banda di conduzione. Pertanto gli elettroni devono possedere molta energia per effettuare il salto e muoversi liberamente. Non c'è possibilità di condurre la corrente elettrica.

Un caso particolare è costituito dai semimetalli, gli elementi che si trovano al confine tra metalli e non metalli nella tavola periodica. Essi presentano un piccolo salto energetico tra banda di valenza e banda di conduzione. Pertanto si droga il semimetallo, che nel caso dei dispositivi informatici è il silicio, con un altro elemento, di solito arsenico o gallio. Alcuni atomi di silicio vengono sostituiti da atomi dell'altro elemento. L'arsenico possiede un elettrone in più nella banda di valenza rispetto al silicio. La banda di valenza dell'arsenico ha maggior energia rispetto a quella di valenza del silicio, ma minore rispetto a quella di conduzione del silicio. Gli elettroni sono così in grado di circolare poiché il salto energetico tra banda di valenza e di conduzione si è ulteriormente accorciato. Il drogaggio è detto di tipo n. Il drogaggio è invece di tipo p se si aggiunge il gallio, che

ha un elettrone in meno rispetto al silicio. L'effetto è simile al precedente, ma questa volta gli elettroni del silicio possono muoversi sfruttando una banda che è a minor energia, quella del gallio.

Il transistor è una componente realizzata proprio con il silicio drogato, cioè con materiale semiconduttore. Vediamo lo schema di un transistor:



La parte superiore di una lastra di silicio viene drogata in modo da diventare conduttrice. Alle estremità della porzione drogata vengono poste due piccole quantità di metallo conduttore e sopra alla stessa si pone un sottile strato di ossido di silicio SiO_2 isolante. Ancora al di sopra dell'ultimo strato abbiamo del metallo conduttore. Il filo G, Gate, è collegato al materiale conduttore superiore. Il filo S, Source, viene collegato a una delle due estremità del silicio drogato, dove si trova il metallo conduttore. Il filo D, Drain, è infine collegato all'altra estremità.

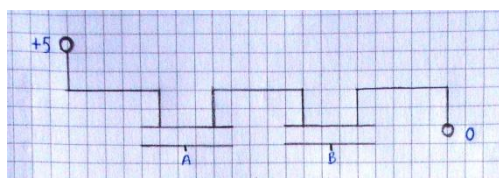
Se attraverso G porto degli elettroni sul metallo conduttore che corona il transistor il circuito si apre. Infatti gli elettroni sul metallo spingono verso il basso (forza di repulsione) quelli del silicio drogato. Non può dunque passare corrente nello stesso.

Se invece tolgo gli elettroni dal metallo conduttore il circuito si chiude: gli elettroni del silicio drogato possono circolare tra le estremità in corrispondenza delle quali si trova il metallo conduttore.

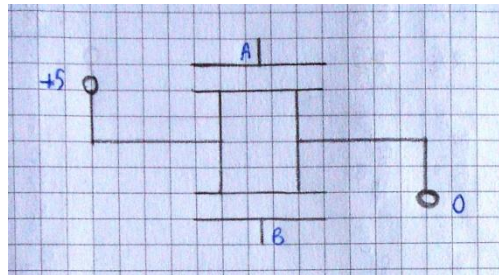
Perché i circuiti possano funzionare correttamente il silicio deve essere puro. Vengono prodotti dei "salami" di silicio aggiungendo a un atomo iniziale altri atomi di Si. Tuttavia le impurità sono presenti e minano il funzionamento di alcuni transistor, che devono essere eliminati dalla lastra sulla quale sono stati stampati con processi fotomeccanici e sostituiti. Inoltre le lastre sono talmente sottili che risulta complicato anche collegare tra loro i vari transistor. È come trovarsi in un mondo bidimensionale, nel quale non è possibile sfruttare la terza dimensione per "passare sotto o sopra" i fili.

Vediamo una schematizzazione delle strutture AND, OR e NOT:

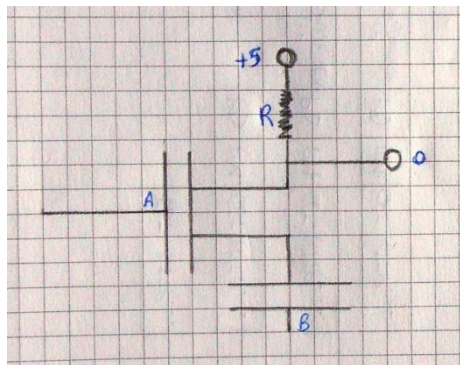
- per la struttura AND si usano due condensatori in serie:



- per la struttura OR si usano due condensatori in parallelo:



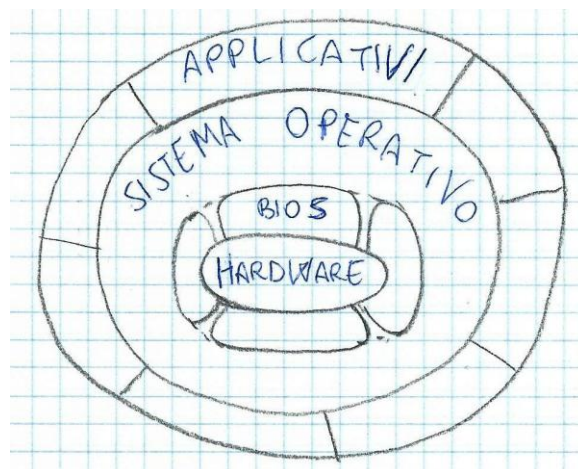
- per la struttura NOT serve una resistenza:



Transistor e sistemi operativi

La conoscenza dei transistor ci permette di intuire che è proprio il modo in cui i sistemi operativi sfruttano la disposizione dei transistor a differenziare Windows da Mac Os X e da Linux.

Il sistema operativo dialoga direttamente col BIOS, che è il software contenuto nella scheda madre. Esso permette all'hardware di essere avviato e all'accensione del computer il BIOS carica come primo programma proprio il sistema operativo. Quest'ultimo interagisce in alcuni casi anche direttamente con l'hardware, che è di solito gestito dal BIOS. Gli altri applicativi sono invece gestiti esclusivamente dal sistema operativo e non dialogano né col BIOS né con l'hardware:



Un particolare gruppo di applicativi è quello dei compilatori. Un tempo il programmatore scriveva il codice, ma doveva attivare il compilatore affinché esso fosse reso eseguibile. Nasceva infatti un file con estensione “.exe”. Nella programmazione di VBA i compilatori sono automaticamente

incorporati come parti del programma successivo e non c'è bisogno di chiamarli per rendere il codice eseguibile. La programmazione è pertanto più veloce.