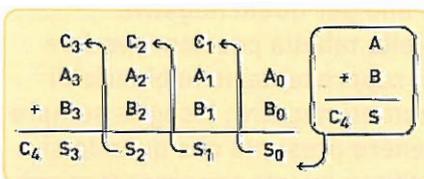


Circuiti sommatore

Il sommatore binario è il circuito base dell'unità aritmetico-logica di qualsiasi computer. A grandi linee si può affermare che è possibile realizzare qualsiasi operazione aritmetica partendo da somme e sottrazioni ripetute, riducendo anche la sottrazione a una somma, in cui uno dei due sommatore ha subito un cambio di segno prima di realizzare l'operazione.

Somma di due bit

La somma si realizza bit a bit, in modo che se un numero ha diversi bit si inizia la somma dal meno significativo, cioè dal lato destro. Prima di continuare però bisogna avere molto chiaro qual'è il risultato della somma più semplice, quella di due bit. Si tratta di un'operazione semplice, in quanto esistono solamente quattro possibili combinazioni; osservate la tabella e ricordate che stiamo lavorando in binario: $0 + 0 = 0$, $0 + 1 = 1$; $1 + 0 = 1$ e per ultimo $1 + 1 = 0$, però abbiamo un 1 di riporto e il risultato è 10 (cioè 2 in binario non dieci). Questo non ci deve sorprendere, dato che nel sistema decimale avviene qualcosa di simile, ad esempio se sommiamo



Il riporto si somma ai bit successivi.

B	A	S	C
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

Somma in binario.

$$\begin{array}{r}
 9 \rightarrow 1001 \rightarrow 1001 \\
 - 2 \rightarrow 0010 \xrightarrow{C1} 1101 \\
 \hline
 7 \qquad \qquad \qquad 10110 \\
 \qquad \qquad \qquad \quad \downarrow 1 \\
 \qquad \qquad \qquad 0111
 \end{array}$$

Nella sottrazione il sottraendo si trasforma nel suo complemento a 1, si somma e si aggiunge 1.

$6 + 7 = 13$, la cifra delle unità è un 3, e l'1 si aggiunge a quella delle decine.

Somma

Vediamo come si realizza la somma quando ogni numero è rappresentato da diversi bit.

Si somma per primo il bit meno significativo (LSB) di ogni numero e si ottiene il primo bit del risultato, che è anche il meno significativo, cioè, quello di destra. Se c'è riporto si aggiunge alla

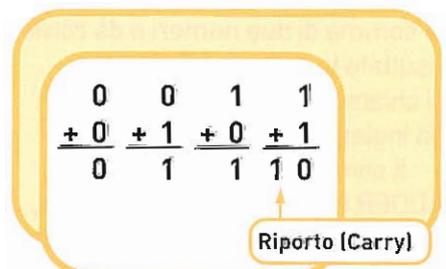
somma dei due bit successivi, ottenendo come risultato il secondo bit, se c'è nuovamente riporto si aggiunge alla somma dei due bit successivi e così via fino a quando ci sono bit, al termine dei quali si può avere riporto che normalmente viene chiamato overflow, dato che bisogna poter disporre di un bit in più per poter rappresentare il dato ottenuto.

Complemento a uno

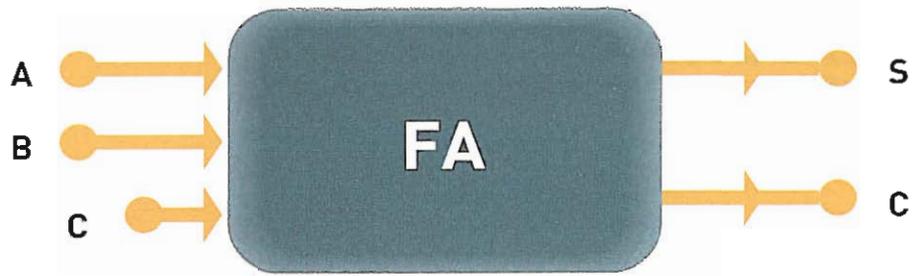
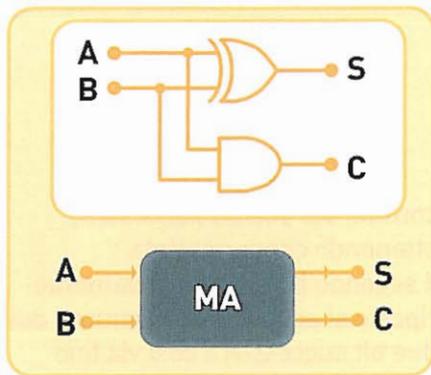
Il complemento a uno di un numero binario si ottiene cambiando i valori 1 con gli zeri, e viceversa. È molto utile, poiché ci permette di realizzare operazioni matematiche, ed è molto facile da ottenere, dato che basta applicare a ogni bit un inverter per ottenere direttamente il complemento a uno.

Complemento a due

Il complemento a due di un numero si ottiene sommando 1 al complemento a uno. Ha un



Sommando due 1 si produce riporto.

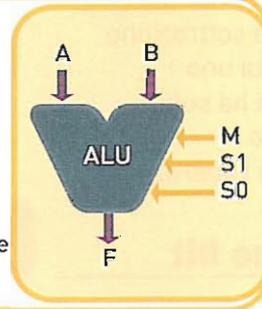


Sommatore completo, Full Adder.

Schema e rappresentazione del semi-sommatore.

interesse soprattutto teorico, dato che si utilizza nella sottrazione, tuttavia nella pratica risulta più comodo eseguire il complemento a uno e sommare un 1.

M	S1	S0	F	
0	0	0	\bar{A}	Logiche
0	0	1	$A \cdot B$	
0	1	0	A	Aritmetiche
0	1	1	$A+B$	
1	0	0	$A-1$	
1	0	1	$A+B$	
1	1	0	$A-B$	
1	1	1	$A+1$	



ALU di base e sue funzioni.

Sottrazione

Di per sé la sottrazione in binario non esiste: questa operazione si converte in una somma. Se vogliamo realizzare la sottrazione di due numeri, ad esempio $A - B$, si esegue la somma di A (complemento a due di B) oppure, ricordando quanto abbiamo detto prima, $A +$ (complemento a uno di B) + 1.

ALU

Si tratta di uno dei circuiti più classici, che facilitano la realizzazione di diverse operazioni matematiche o logiche; i modelli più complessi formano parte dei microprocessori. Nella stessa unità effettuano operazioni matematiche o logiche fra due

numeri, e l'operazione che deve essere realizzata fra entrambi è selezionata mediante un ingresso. Ogni costruttore fornisce una tabella con l'insieme di operazioni che realizza la sua ALU.

Rappresentazione di numeri con segno

La rappresentazione di un numero con segno consiste nello scrivere il numero nel sistema binario naturale e aggiungere un bit a sinistra, il quale è zero per i numeri positivi e uno per quelli negativi. Nella tabella possiamo vedere la rappresentazione binaria di numeri negativi; bisogna sempre tenere presente che quando si utilizza questa rappresentazione il bit situato più a sinistra è il bit di segno. Lo zero appare due volte però non ha segno.

Circuiti sommatore

Il circuito elettronico che realizza la somma di due numeri e dà come risultato la somma e il riporto, si chiama semi-sommatore (in inglese HALF ADDER HA).

Il sommatore completo (FULL ADDER FA) è simile al precedente, però ha un terminale per accettare un eventuale riporto precedente, in questo modo è possibile concatenare diversi sommatore, per sommare numeri a molti bit.

BINARIO	DECIMALE	BINARIO	DECIMALE
0 0 0 0	0	1 0 0 0	-8
0 0 0 1	1	1 0 0 1	-7
0 0 1 0	2	1 0 1 0	-6
0 0 1 1	3	1 0 1 1	-5
0 1 0 0	4	1 1 0 0	-4
0 1 0 1	5	1 1 0 1	-3
0 1 1 0	6	1 1 1 0	-2
0 1 1 1	7	1 1 1 1	-1

Sistema di numerazione con segno.