

# ARDWARE #11 Realizzare un SOMMATORE a 8 BIT

**Obiettivo:** Realizzare un SOMMATORE a 8 BIT utilizzando l'integrato 74H283. Un progetto realizzato dall'alunno della classe 1CSA del liceo Enrico Medi di Senigallia: **Carlo Tozza**.

## Componenti elettronici:

- Arduino
- 8+8+9 led (utilizzati per visualizzare il valore dei due addendi e della somma risultante)
- 16 interruttori a scorrimento (slideswitch utilizzati per gestire gli input)
- 8+8+9 resistenze (100 Ohm) per non fare bruciare i LED
- 2 circuito integrato 74HC283 (TTL serie)

**Teoria:** Obiettivo di questa esperienza è realizzare un "SOMMATORE a 8 BIT" utilizzando il circuito integrato 74HC283. Nello specifico, Arduino è utilizzato come semplice generatore di tensione.

E' importante considerare che un "SOMMATORE a 8 BIT" può essere ottenuto come semplice composizione di SOMMATORI a 4 BIT.

[ARDWARE #10 Realizzare un SOMMATORE a 4 BIT](#)

Nello specifico, è importante considerare che un sommatore a 8 bit permette di effettuare somme con addendi che possono assumere un valore massimo decimale pari a 255.

Un esempio di somma a 8 bit è riportata in seguito.

	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Carry							1	1	
A		1	0	0	0	0	0	1	1
B		0	1	1	0	1	0	0	1
Sum		1	1	1	0	1	1	0	0

In conclusione la somma di A: 10000011 e B:01101001 produce il seguente valore: 11101100.

Nell'esempio trattato in questo articolo, sono stati utilizzati 16 **interruttori a scorrimento** per gestire gli input del SOMMATORE a 8bit. Se l'interruttore è collegato ai 5 Volt l'input della porta logica è 1, diversamente se l'interruttore è collegato a 0 Volt l'input della porta logica è 0.

**Collegamento Circuitale:**



# ARDWARE #10 Realizzare un SOMMATORE a 4 BIT

**Obiettivo:** Realizzare un SOMMATORE a 4 BIT utilizzando l'integrato 74H283.

## Componenti elettronici:

- Arduino
- 4+4+5 led (utilizzati per visualizzare il valore dei due addendi e della somma risultante)
- 8 interruttori a scorrimento (slideswitch utilizzati per gestire i tre input)
- 4+4+5 resistenze (100 Ohm) per non fare bruciare i LED
- 1 circuito integrato 74HC283 (TTL serie)

**Teoria:** Obiettivo di questa esperienza è realizzare un "SOMMATORE a 4 BIT" utilizzando il circuito integrato 74HC283. Nello specifico, Arduino è utilizzato come semplice generatore di tensione.

Un SOMMATORE a 4 bit è un dispositivo elettronico utilizzato per eseguire somme binarie. Tale dispositivo è realizzato mediante dispositivi FULL ADDER. Pertanto, al fine di comprendere il funzionamento di un "SOMMATORE BINARIO" si rimanda ad alcune delle lezioni precedentemente illustrate e utili a descrivere il comportamento dei circuiti logico-combinatori: HALF ADDER e FULL ADDER.

[ARDWARE #8 Realizzare un HALF ADDER a Porte Logiche AND e XOR](#)

## ARDWARE #9 Realizzare un FULL ADDER come combinazione di HALF ADDER

### SOMMATORE BINARIO COME CASCATA DI FULL ADDER

Nelle precedenti lezioni, si è dimostrato come la somma di addendi con dimensione 1 bit possa essere eseguita mediante un FULL ADDER (un circuito elettronico che gestisce sia gli addendi A e B, sia un ipotetico riporto Cin).

Al fine di comprendere meglio il funzionamento di un sommatore binario a 4 bit si prenda in considerazione la seguente somma binaria riguardante due ipotetici addendi A e B caratterizzati dai seguenti valori:

$$A = 0011$$

$$B = 1001$$

Nello specifico è importante considerare che l'algoritmo utilizzato per eseguire la somma binaria è lo stesso tipicamente impiegato per eseguire somme decimali. Pertanto, dal bit meno significativo (il bit 0) verrà eseguita la somma parziale 1+1 la quale produce il seguente risultato: 10 (riporto: 1 e somma: 0).

	4	3	2	1	0
Carry				1	
A		0	0	1	1

<b>B</b>		1	0	0	1
<b>Sum</b>					0

A seguire, prendendo in considerazione il bit 1, verrà eseguita la somma parziale  $1+1+0$  la quale produce il seguente risultato: 10 (riporto: 1 e somma: 0).

	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>Carry</b>			1	1	
<b>A</b>		0	0	1	1
<b>B</b>		1	0	0	1
<b>Sum</b>				0	0

Analogamente, prendendo in considerazione il bit 2, verrà eseguita la somma parziale  $1+0+0$  la quale produce il seguente risultato: 01 (riporto: 0 e somma: 1).

	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>Carry</b>		0	1	1	
<b>A</b>		0	0	1	1
<b>B</b>		1	0	0	1
<b>Sum</b>			1	0	0

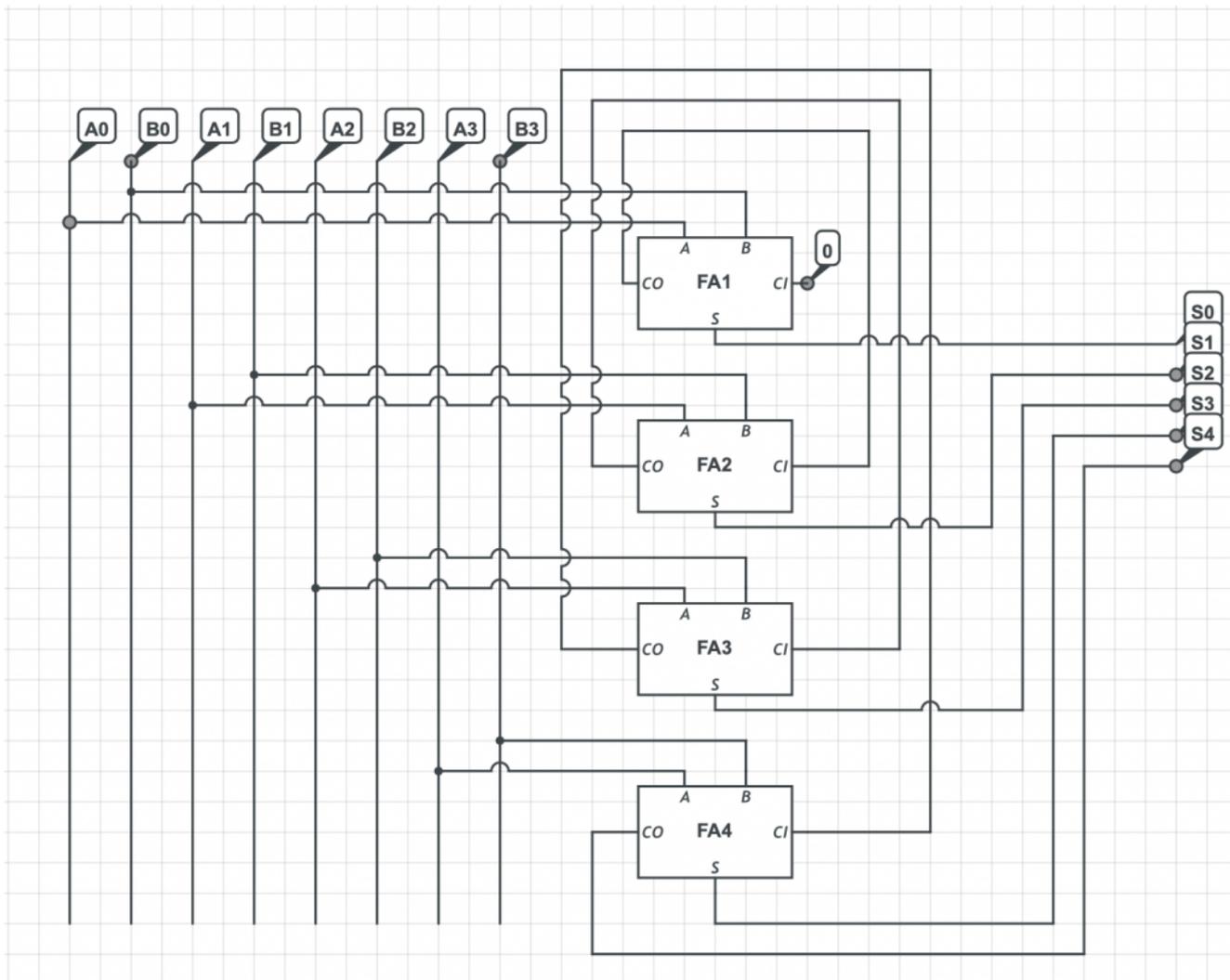
Infine, prendendo in considerazione il bit 3 (il bit più significativo), verrà eseguita la somma parziale  $0+0+1$  la quale produce il seguente risultato: 01 (riporto: 0 e somma: 1).

	4	3	2	1	0
<b>Carry</b>		0	1	1	
<b>A</b>		0	0	1	1
<b>B</b>		1	0	0	1
<b>Sum</b>		1	1	0	0

In conclusione la somma di A: 0011 e B:1001 produce il seguente valore: 1100.

Tuttavia, a prescindere dal risultato della somma, quello che si può facilmente notare è la gestione del carry (il riporto). Nello specifico esistono due tipologie di carry: il carry in uscita (ovvero il risultato dell'operazione) ed il carry in ingresso (uno degli addendi dell'operazione). Al termine di ogni singola sotto-operazione il carry in uscita diventa carry in ingresso per l'operazione successiva. Pertanto da un punto di vista elettronico un sommatore a 4 bit può essere facilmente realizzato come cascata di 4 FULL ADDER dove il carry in uscita di ogni singolo FULL ADDER è collegato direttamente al carry in ingresso del dispositivo successivo.

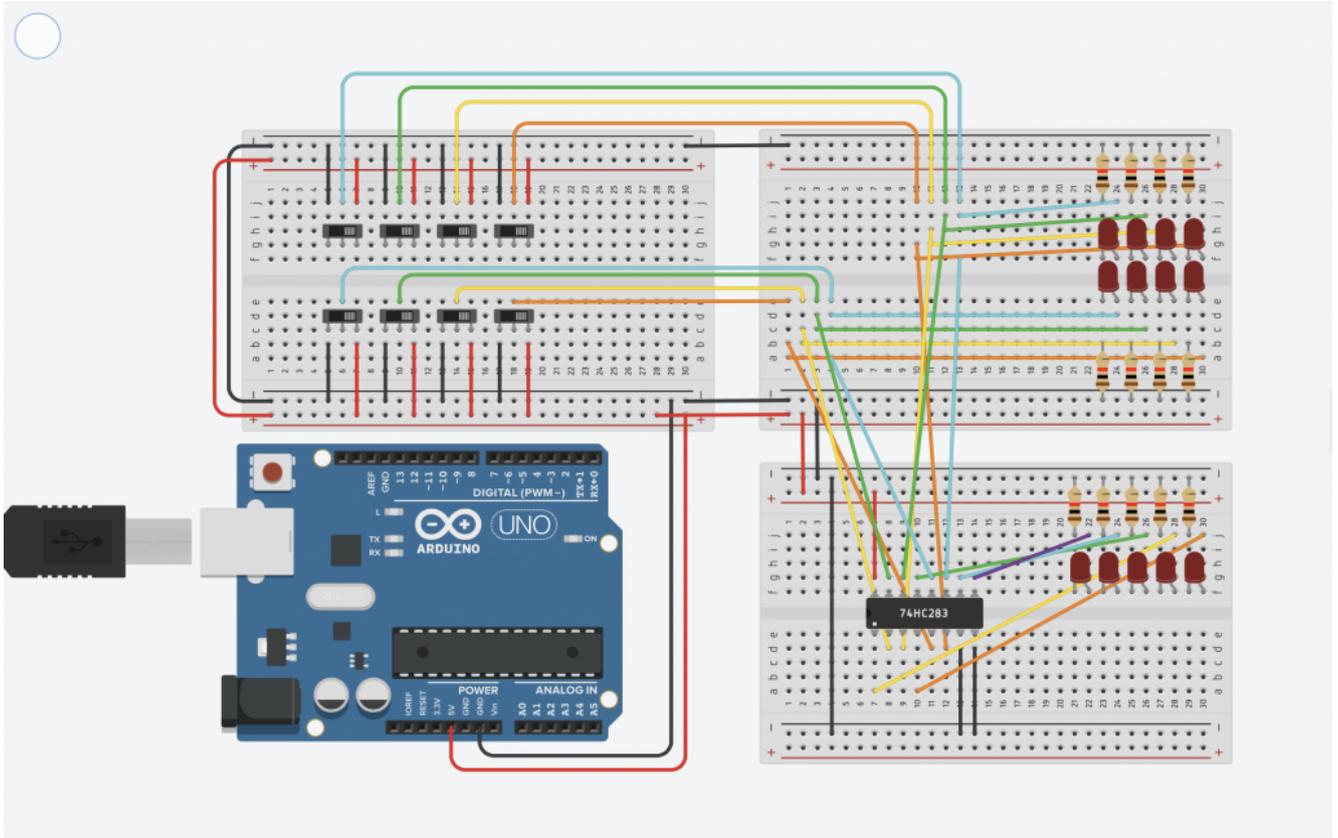
Viene riportato in seguito lo schema a blocchi di un SOMMATORE a 4 bit.



Sommatore a 4 bit

Nell'esempio trattato in questo articolo, sono stati utilizzati 8 **interruttori a scorrimento** per gestire gli input del SOMMATORE a 4bit. Se l'interruttore è collegato ai 5 Volt l'input della porta logica è 1, differentemente se l'interruttore è collegato a 0 Volt l'input della porta logica è 0.

### Collegamento Circuitale:



## TINKERCAD:

E' facilmente verificabile il comportamento del SOMMATORE a 4 bit modificando la posizione degli 8 differenti interruttori.

## Codice:

Non serve codice.

---

# ARDWARE #9 Realizzare un FULL ADDER come combinazione di HALF ADDER

**Obiettivo:** Realizzare un FULL ADDER come combinazione di HALF ADDER

## **Componenti elettronici:**

- Arduino
- 2 led (un led rosso per la somma ed un led verde per il riporto)
- 3 interruttori a scorrimento (slideswitch utilizzati per gestire i tre input)
- 2 resistenze (100 Ohm) per non fare bruciare i LED
- 1 circuito integrato 74HC08 (TTL serie)
- 1 circuito integrato 74HC32 (TTL serie)
- 1 circuito integrato 74HC86 (TTL serie)

**Teoria:** Obiettivo di questa esperienza è realizzare un "FULL ADDER" utilizzando porte logiche AND (74HC08), XOR (74HC86) e OR (74HC32). Nello specifico, Arduino è utilizzato come semplice generatore di tensione.

Un FULL ADDER è un sommatore binario realizzato attraverso la **logica booleana**. Nel caso specifico, questo sommatore rappresenta un'evoluzione del semplice HALF ADDER presentando tre ingressi: A, B, Cin e due uscite: S (la somma di  $A + B + Cin$ ) e Cout (il riporto della somma di  $A + B + Cin$ ). A differenza di un HALF ADDER, il quale presenta due soli input

(A e B), il FULL ADDER permette di eseguire operazioni reali che tengono in considerazione anche il riporto ottenuto da una precedente somma. Un FULL ADDER può essere ottenuto come combinazione di due HALF ADDER e di una porta logica OR. Pertanto, le principali operazioni logiche che implementano questo dispositivo sono 3: AND (prodotto logico), OR (somma logica) e XOR. Viene in seguito illustrato nel dettaglio il funzionamento di un FULL ADDER.

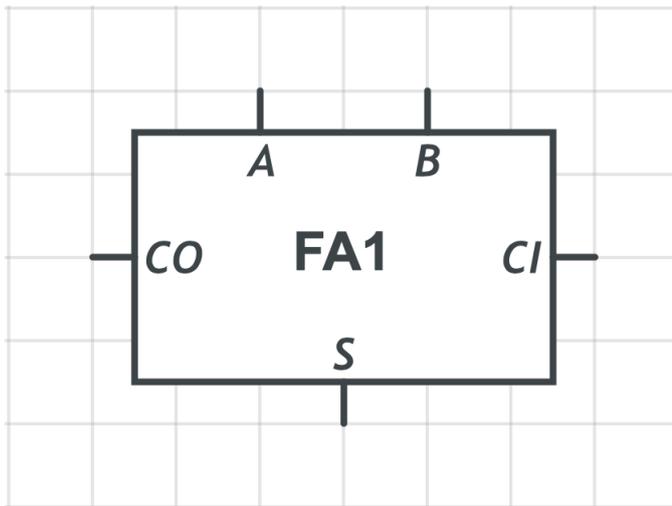
### HALF ADDER – TABELLA DI VERITA'

La tabella di verità di un **FULL ADDER** può essere facilmente ottenuta sommando i tre ingressi A, B e Cin. La presenza dell'ingresso Cin è l'elemento fondamentale che contraddistingue un **FULL ADDER** da un **HALF ADDER**:

A	B	Cin	Cout	S
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

### HALF ADDER – SIMBOLO CIRCUITALE

Da un punto di vista grafico il dispositivo FULL ADDER è rappresentato mediante il seguente simbolo:

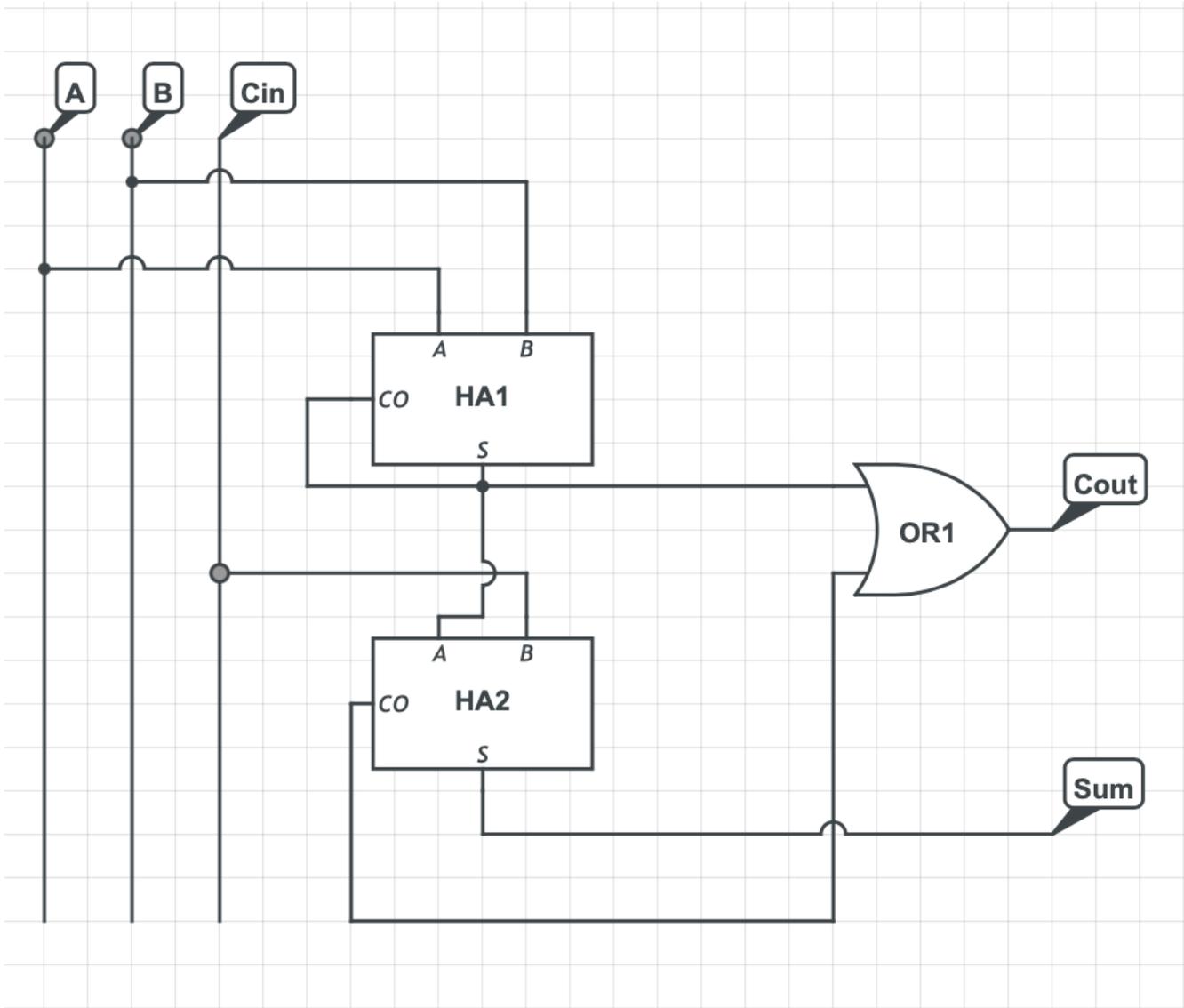


F-ullv Adder – Simbolo circuitale

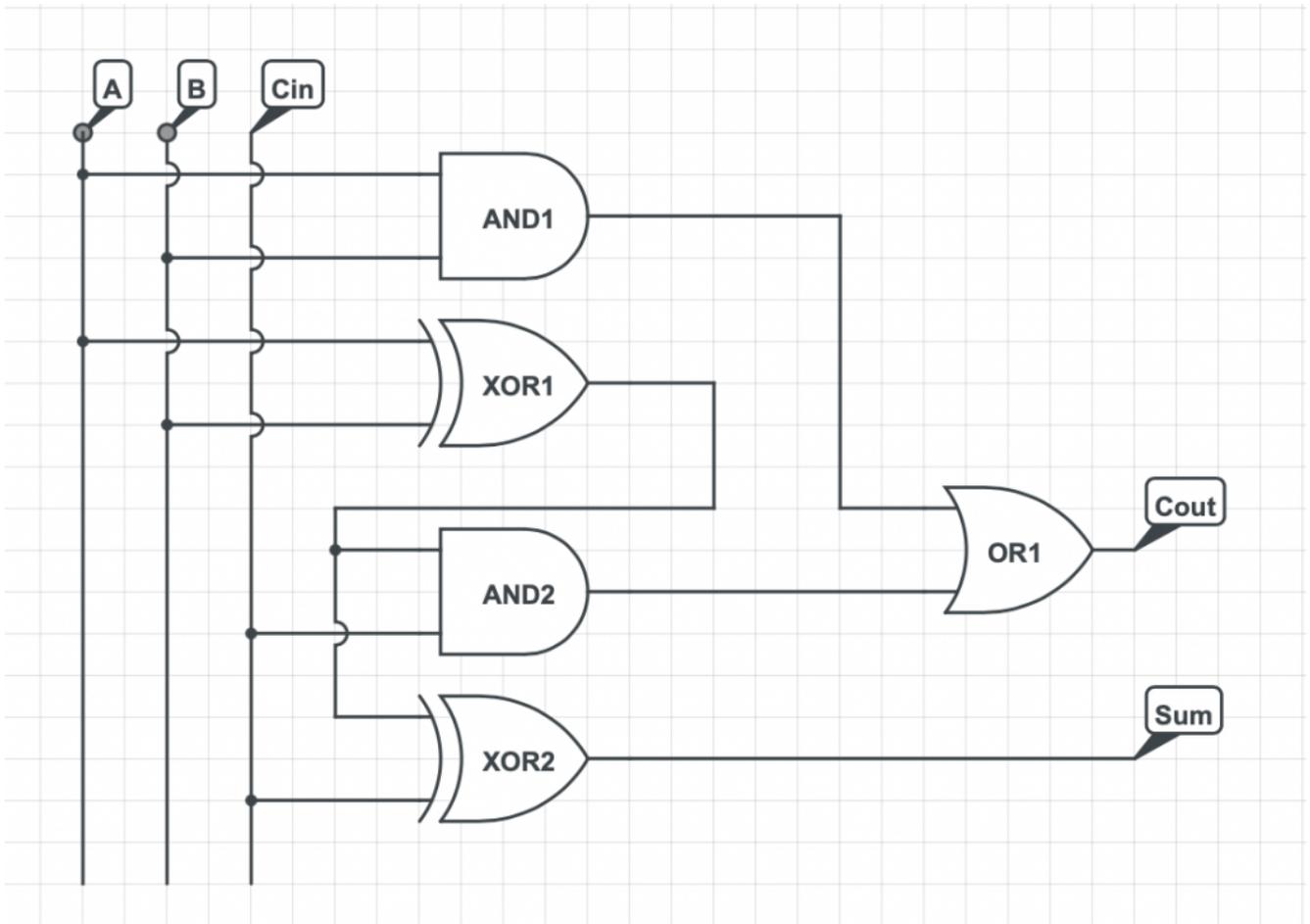
### **FULL ADDER COMME COMBINAZIONE DI HALF ADDER**

Osservando la tabella di verità si può comprendere come sia possibile utilizzare due HALF ADDER per ottenere un FULL ADDER.

Nello specifico



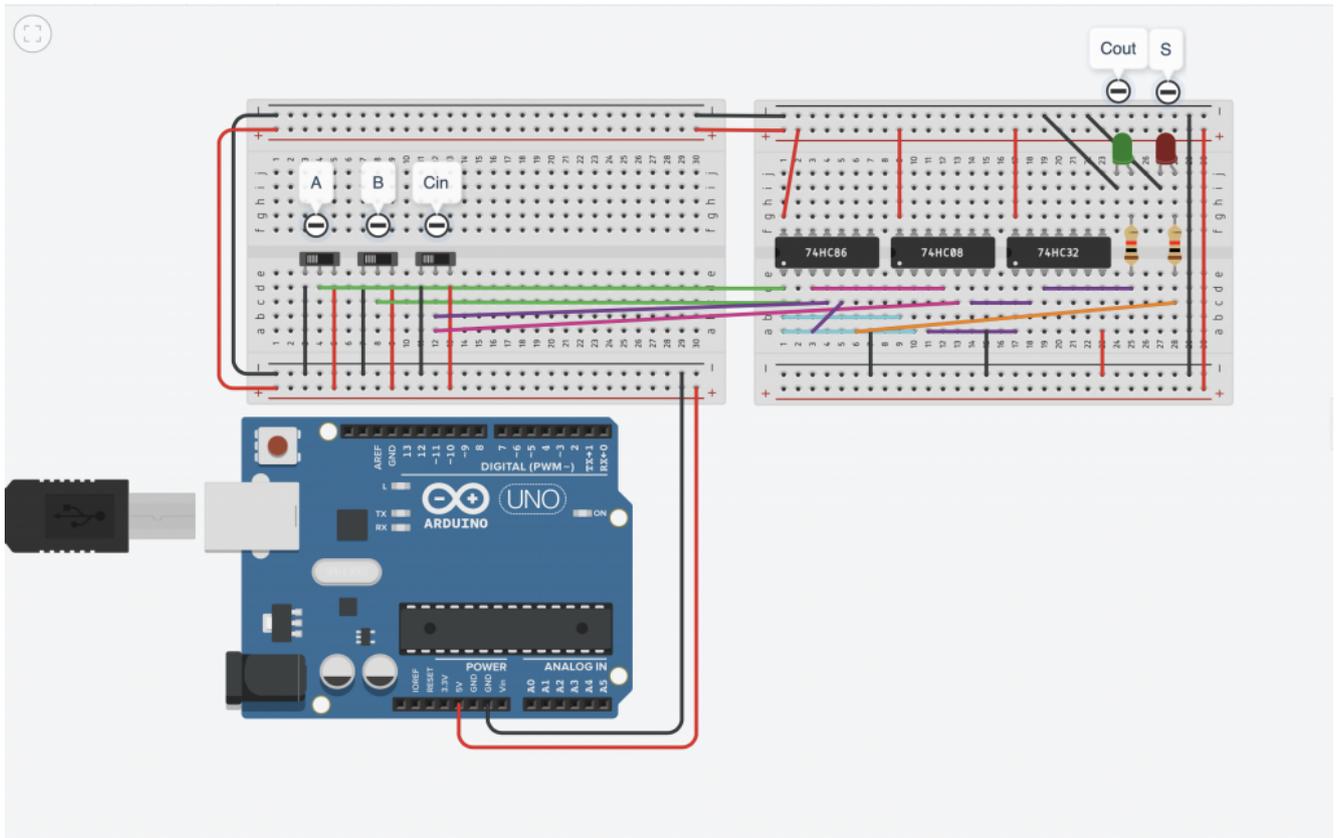
Schema circuitale di un FULL ADDER



Schema Circuitale di un FULL ADDER a porte logiche

Nell'esempio trattato in questo articolo, sono stati utilizzati tre **interruttori a scorrimento** per gestire gli input del dispositivo FULL ADDER. Se l'interruttore è collegato ai 5 Volt l'input della porta logica è 1, diversamente se l'interruttore è collegato a 0 Volt l'input della porta logica è 0.

**Collegamento Circuitale:**



Circuito Elettrico di un FULL ADDER

### TINKERCAD:

E' facilmente verificabile il comportamento del dispositivo FULL ADDER modificando la posizione dei tre differenti interruttori.

### Codice:

Non serve codice.

---

# ARDWARE #8 Realizzare un HALF ADDER a Porte Logiche AND e XOR

**Obiettivo:** Realizzare un Half Adder utilizzando le porte logiche AND e XOR.

**Pre-Requisiti:**

[ARDWARE #6 Porta Logica XOR 74HC86](#)

**Componenti elettronici:**

- Arduino
- 2 led (un led rosso per la somma ed un led verde per il riporto)
- 2 interruttori a scorrimento (slideswitch utilizzati per gestire i due input)
- 2 resistenze (100 Ohm) per non fare bruciare i LED
- 1 circuito integrato 74HC86 (TTL serie)
- 1 circuito integrato 74HC86 (TTL serie)

**Teoria:** Obiettivo di questa esperienza è realizzare un “Half

Adder" utilizzando porte logiche AND (74HC08) e porte logiche XOR (74HC86). Nello specifico, Arduino è utilizzato come semplice generatore di tensione.

Un Half Adder è un sommatore binario realizzato attraverso la **logica booleana**. Nel caso specifico, questo sommatore presenta due ingressi: A e B e due uscite: S (la somma di A e B) e C (il riporto della somma di A e B). Le principali operazioni logiche che implementano questo dispositivo sono 2: AND (prodotto logico) e XOR. Viene in seguito illustrato nel dettaglio il funzionamento di un Half Adder.

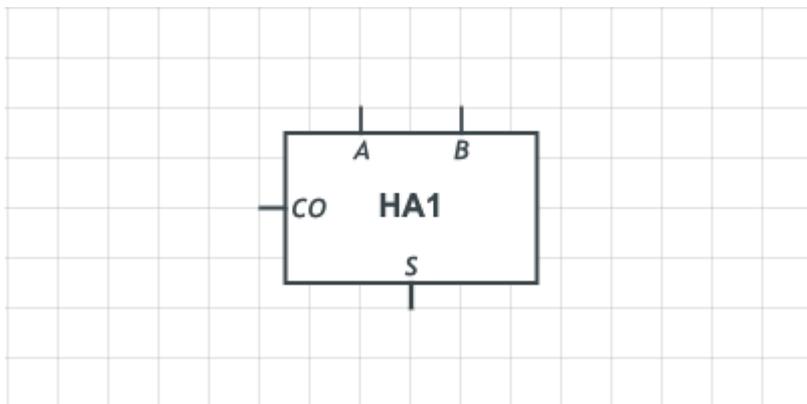
#### **HALF ADDER – TABELLA DI VERITA'**

La tabella di verità di un **HALF ADDER** può essere facilmente ottenuta sommando i due ingressi A e B. Ovviamente, poiché la somma di 1+1 in binario da come risultato 10 è importante considerare che tale dispositivo prevederà la presenza di due uscite: carry (riporto) e sum (somma senza riporto). Partendo da queste importanti considerazioni, è riportata in seguito la tabella di verità di un **HALF ADDER** a due ingressi:

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

#### **HALF ADDER – SIMBOLO CIRCUITALE**

Da un punto di vista grafico il dispositivo HALF ADDER è rappresentato mediante il seguente simbolo:

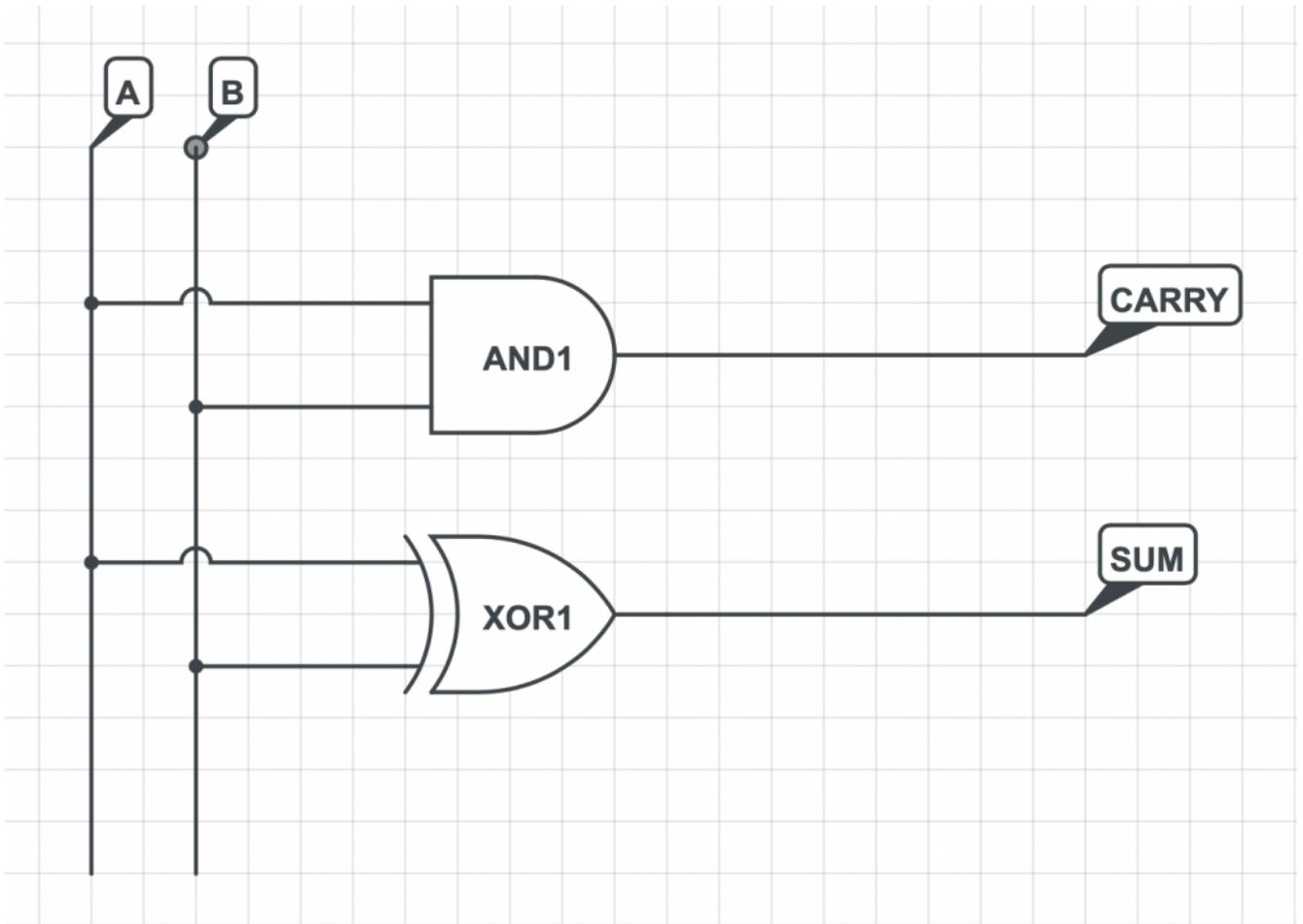


Half Adder – Simbolo circuitale

### **HALF ADDER – SOMMA DI PRODOTTI**

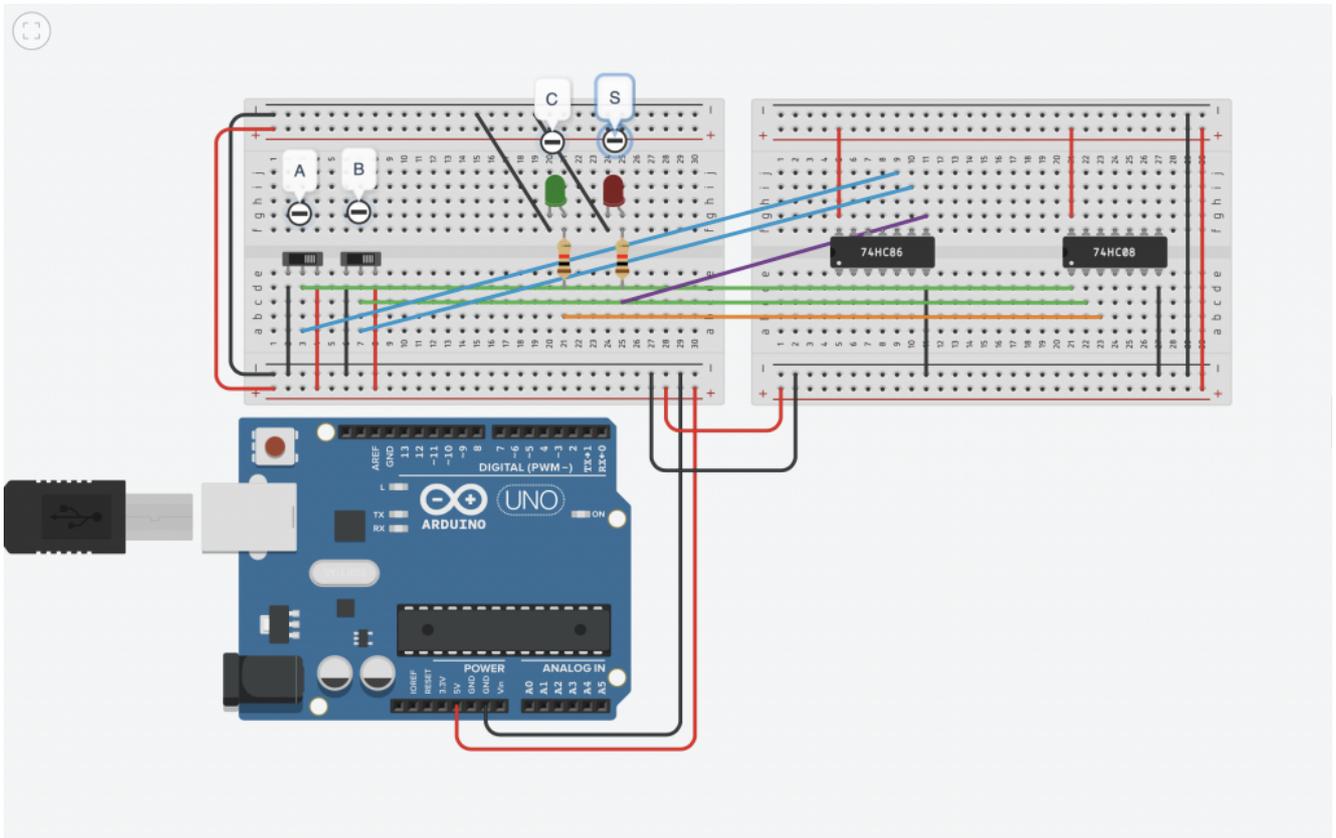
Osservando la tabella di verità si può facilmente comprendere come la colonna del carry è facilmente ottenibile mediante una semplice porta logica AND. Differentemente la colonna della somma è ottenuta sfruttando una porta logica XOR.

Nello specifico



Nell'esempio trattato in questo articolo, sono stati utilizzati due **interruttori a scorrimento** per gestire gli input del dispositivo half adder. Se l'interruttore è collegato ai 5 Volt l'input della porta logica è 1, diversamente se l'interruttore è collegato a 0 Volt l'input della porta logica è 0.

### Collegamento Circuitale:



## TINKERCAD:

E' facilmente verificabile il comportamento del dispositivo HALF ADDER modificando la posizione dei due differenti interruttori.

## Codice:

Non serve codice.

---

# ARDWARE #7 Realizzare un HALF ADDER a Porte Logiche AND, OR e NOT

**Obiettivo:** Realizzare un Half Adder utilizzando le porte logiche AND, OR e NOT.

## Componenti elettronici:

- Arduino
- 2 led (un led rosso per la somma ed un led verde per il riporto)
- 2 interruttori a scorrimento (slideswitch utilizzati per gestire i due input)
- 2 resistenze (100 Ohm) per non fare bruciare i LED
- 1 circuito integrato 74HC32 (TTL serie)
- 1 circuito integrato 74HC08 (TTL serie)
- 1 circuito integrato 74HC04 (TTL serie)

**Teoria:** Obiettivo di questa esperienza è realizzare un “Half Adder” utilizzando porte logiche AND (74HC08), porte logiche OR (74HC32) e porte logiche NOT (74HC04). Nello specifico, Arduino è utilizzato come semplice generatore di tensione.

Un Half Adder è un sommatore binario realizzato attraverso la **logica booleana**. Nel caso specifico, questo sommatore presenta due ingressi: A e B e due uscite S (la somma di A e B) e C (il

riporto della somma di A e B). Le principali operazioni logiche che implementano questo dispositivo sono 3: AND (prodotto logico), OR (somma logica), NOT (complemento). Viene in seguito illustrato nel dettaglio il funzionamento di un Half Adder.

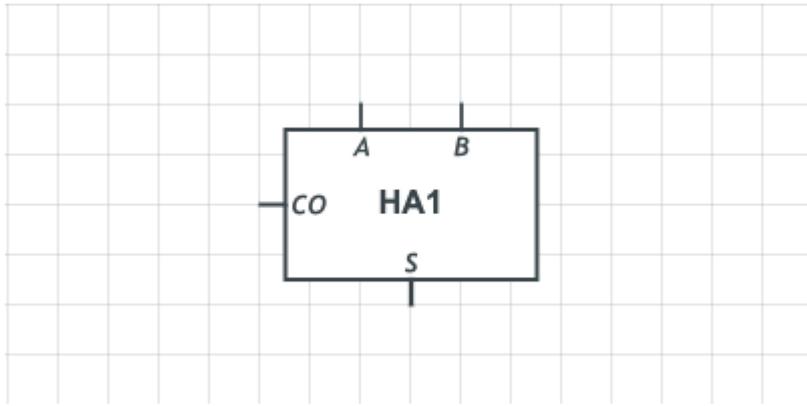
## HALF ADDER – TABELLA DI VERITA'

La tabella di verità di un **HALF ADDER** può essere facilmente ottenuta sommando i due ingressi A e B. Ovviamente, poiché la somma di 1+1 in binario dà come risultato 10 è importante considerare che tale dispositivo prevederà la presenza di due uscite: carry (riporto) e sum (somma senza riporto). Partendo da queste importanti considerazioni, è riportata in seguito la tabella di verità di un **HALF ADDER** a due ingressi:

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

## HALF ADDER – SIMBOLO CIRCUITALE

Da un punto di vista grafico il dispositivo HALF ADDER è rappresentato mediante il seguente simbolo:

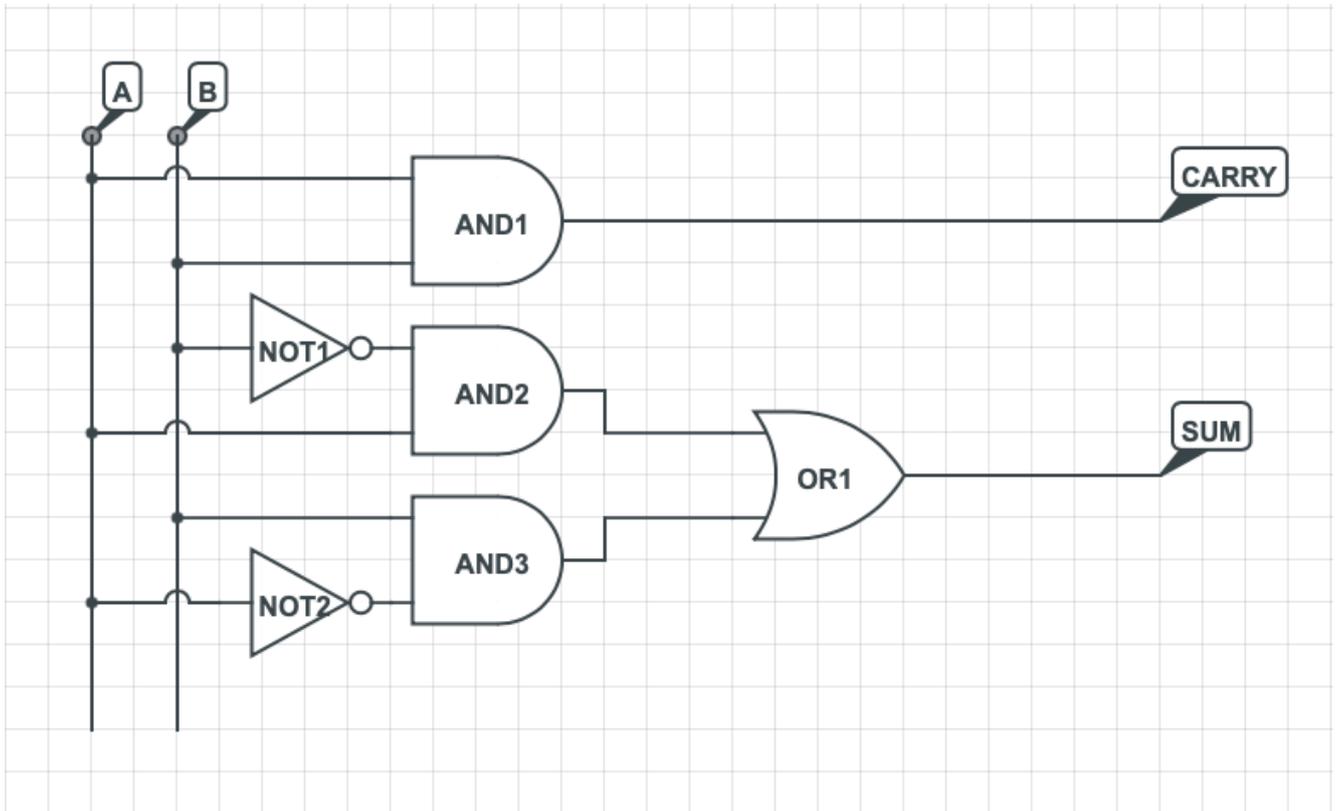


Half Adder – Simbolo circuitale

### **HALF ADDER – SOMMA DI PRODOTTI**

Utilizzando la tecnica della Somma di Prodotti (SOP) è possibile sintetizzare un HALF ADDER mediante porte logiche AND, OR e NOT.

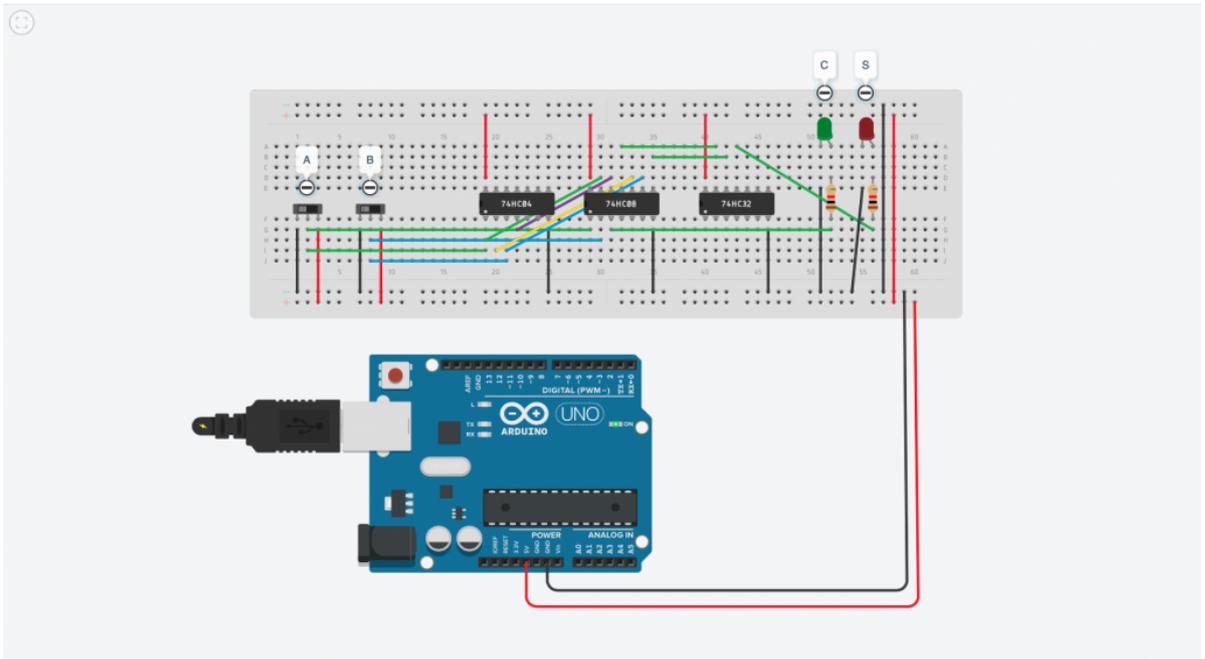
Nello specifico la colonna del carry è facilmente ottenibile mediante una semplice porta logica AND. Differentemente la colonna della somma senza riporto è ottenuta sfruttando porte logiche NOT, AND e OR.



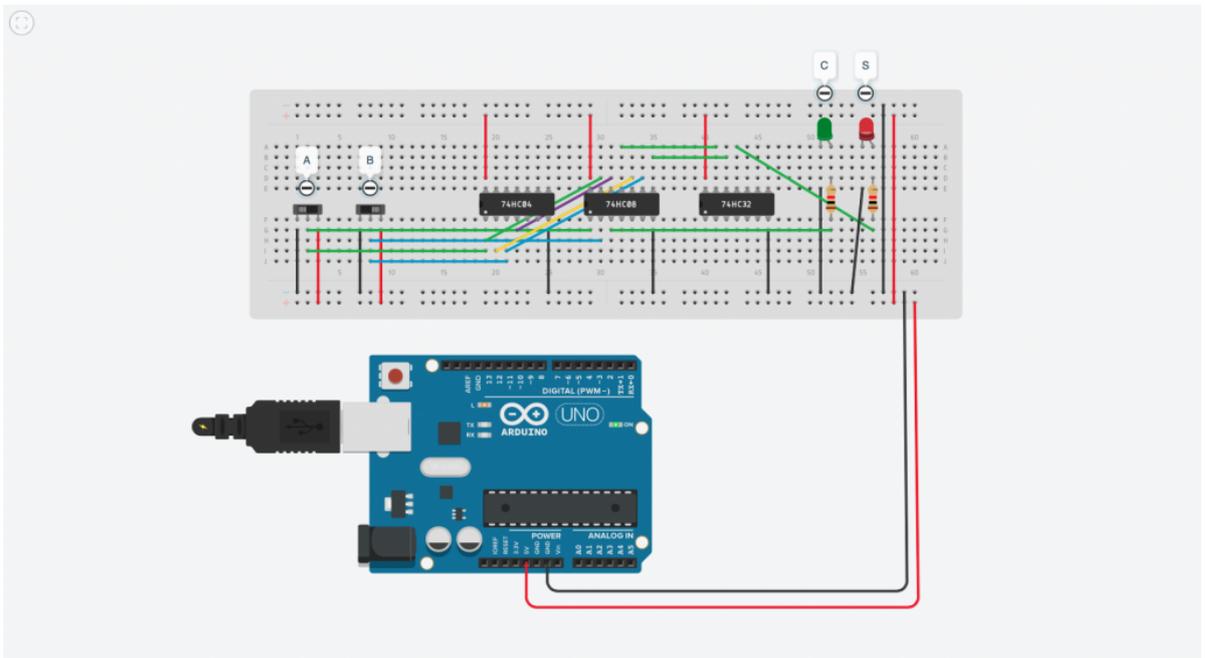
Half Adder – Schema circuitale

Nell'esempio trattato in questo articolo, sono stati utilizzati due **interruttori a scorrimento** per gestire gli input del dispositivo half adder. Se l'interruttore è collegato ai 5 Volt l'input della porta logica è 1, diversamente se l'interruttore è collegato a 0 Volt l'input della porta logica è 0.

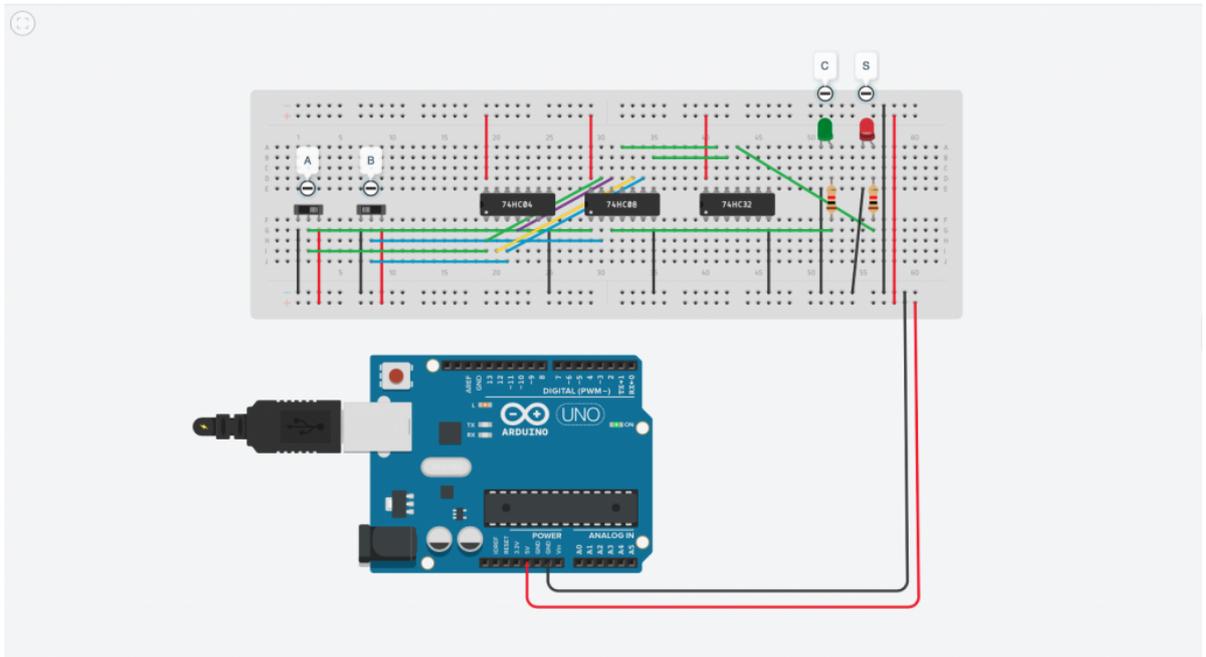
### **Collegamento Circuitale:**



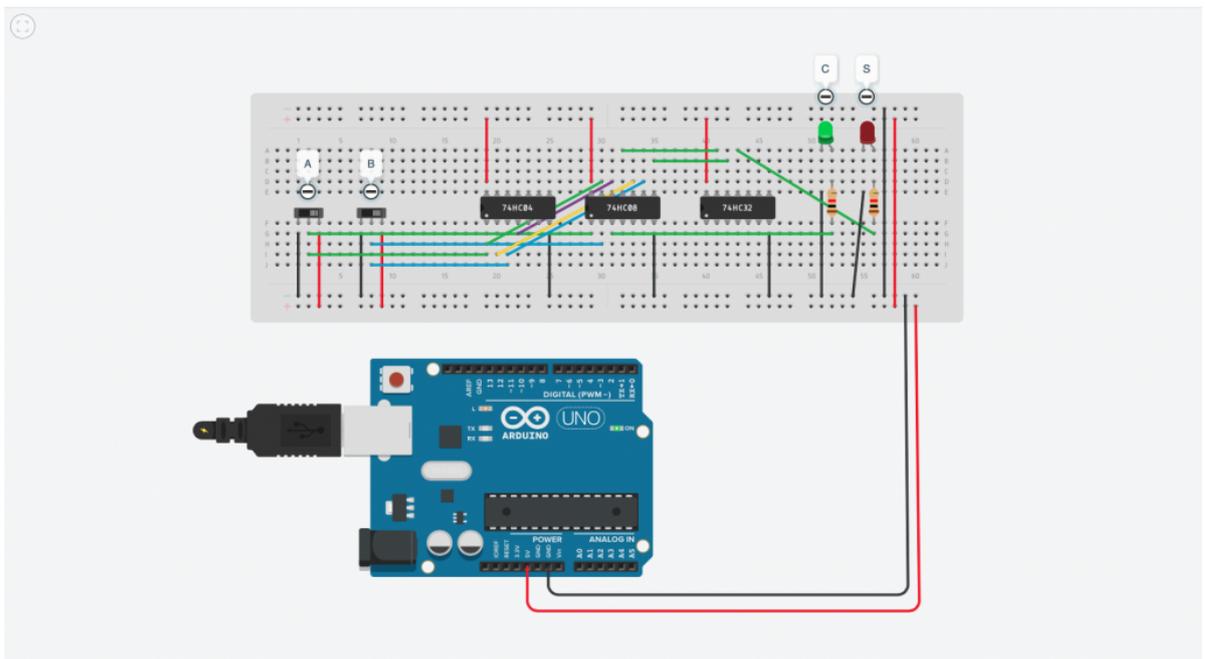
Half Adder  $A = 0$   $B = 0$



Half Adder  $A = 0$   $B = 1$



Half Adder  $A = 1$   $B = 0$



Half Adder  $A = 1$   $B = 1$

E' facilmente verificabile il comportamento del dispositivo HALF ADDER modificando la posizione dei due differenti interruttori.

**Codice:**

Non serve codice.