

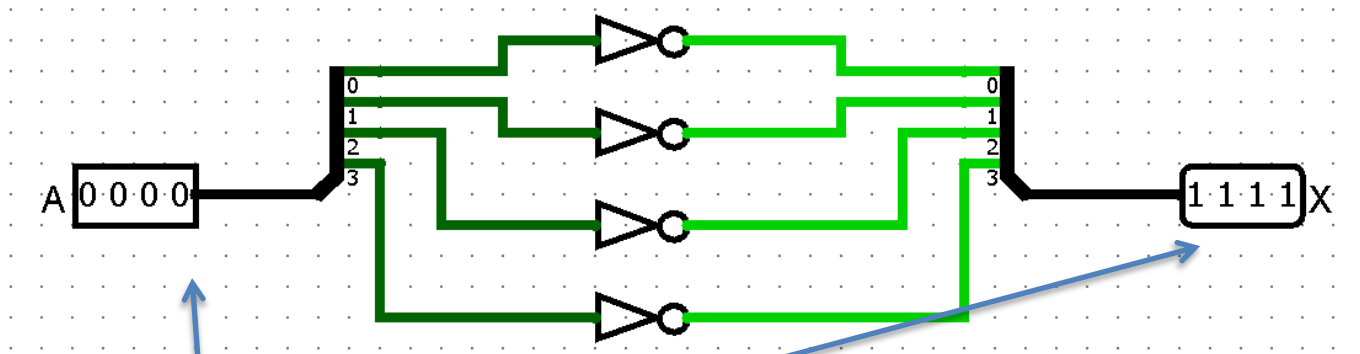
*Laboratorio di Architetture degli Elaboratori I*  
*Corso di Laurea in Informatica, A.A. 2021-2022*  
*Università degli Studi di Milano*



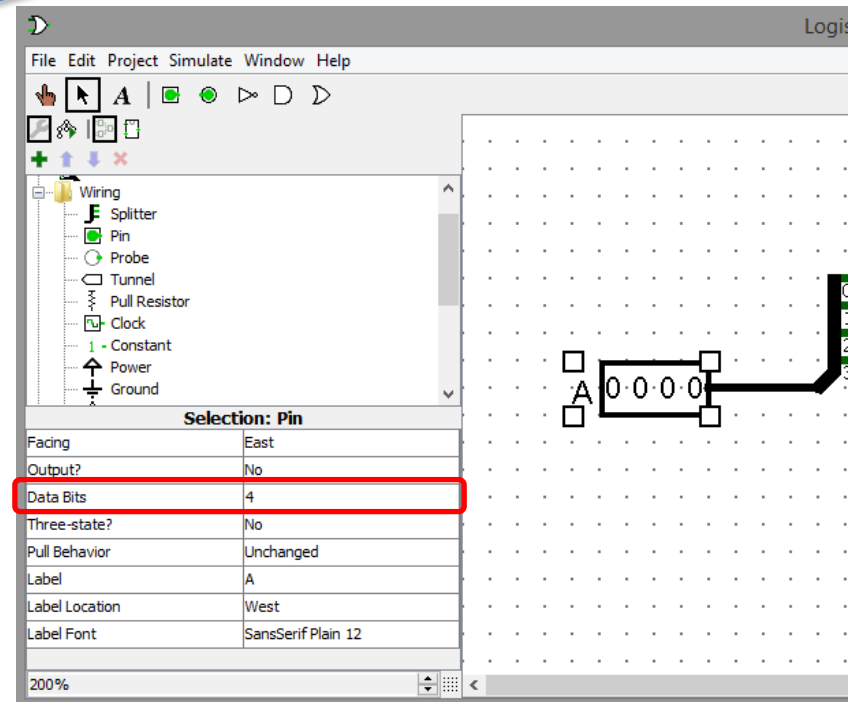
# Circuiti combinatori

# Pre Esercizio 4

Complemento a 1 di una sequenza di 4 bits

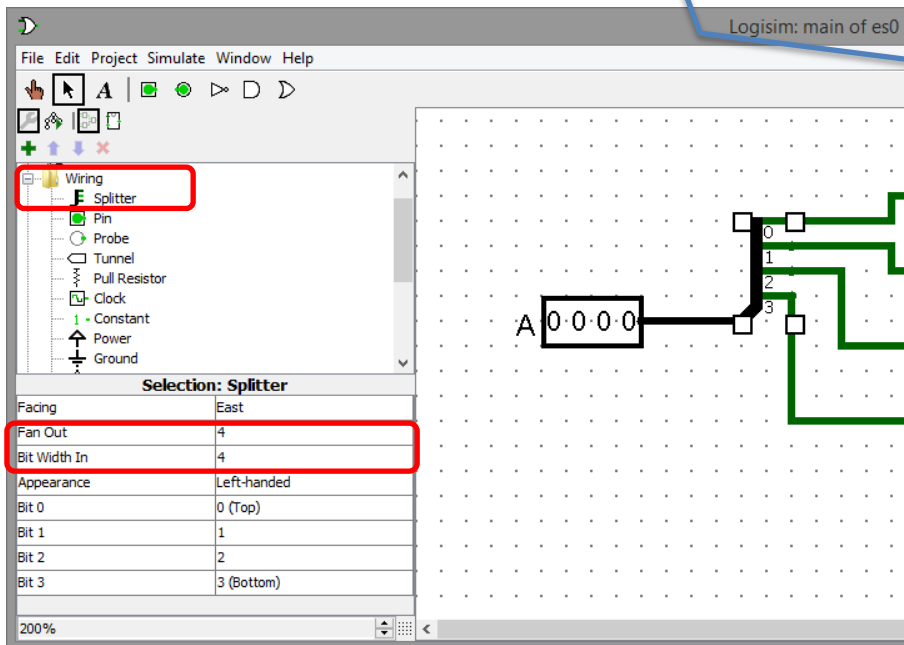
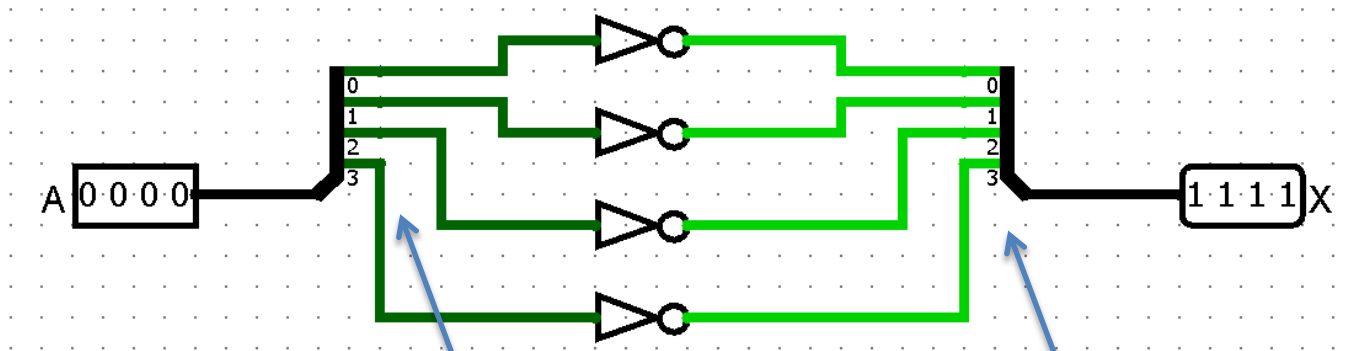


- Il numero di input di un ingresso o di un'uscita si può settare nella finestra proprietà in basso a sinistra
- Il numero di linee all'interno di una connessione (bus) è definito automaticamente dalla porta in uscita a cui è collegato



# Pre Esercizio 4

Complemento a 1 di una sequenza di 4 bits

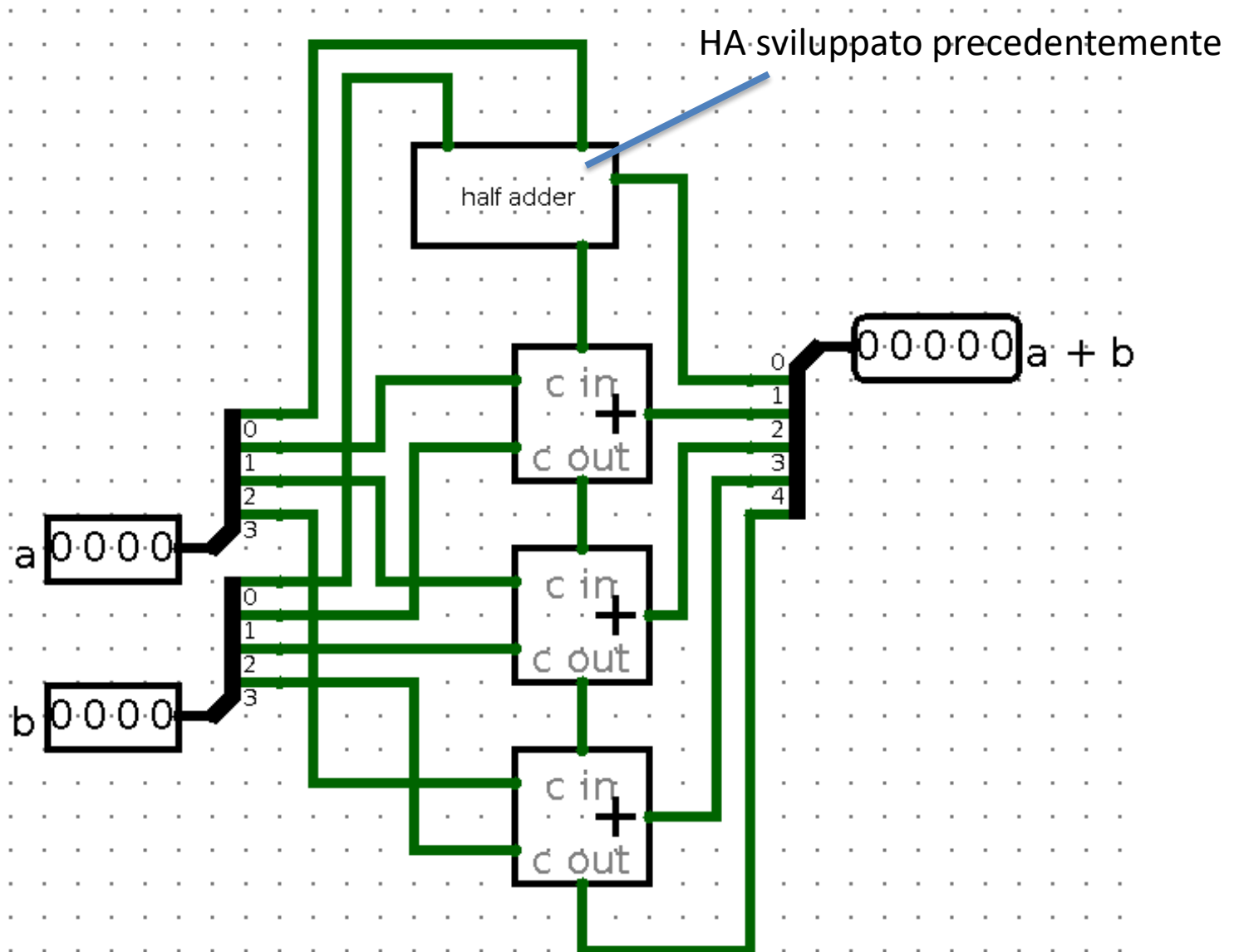


- Lo splitter permette di suddividere o raggruppare un bus in gruppi distinti di bit
- Il tipo di raggruppamento si definisce scegliendo il numero di linee del bus in ingresso ed il numero di bus in uscita (4 in questo caso)

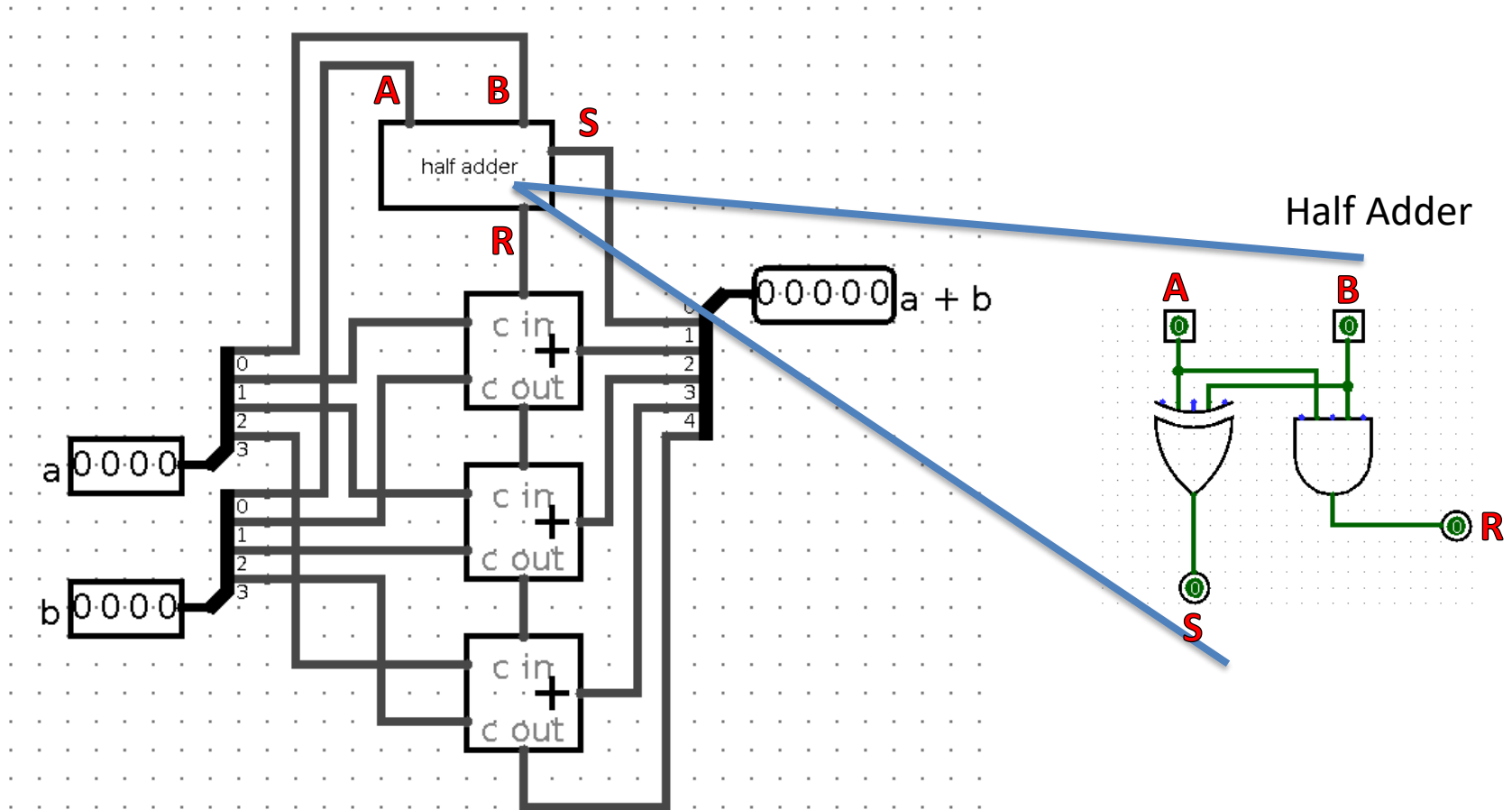
# Esercizio 4

- Si utilizzino il circuito Half Adder precedentemente sviluppato e il modulo Adder per realizzare un addizionatore a 4 bit in Logisim
- Si analizzi il cammino critico del circuito così implementato (per l'uscita somma e per l'uscita riporto)

# Esercizio 4

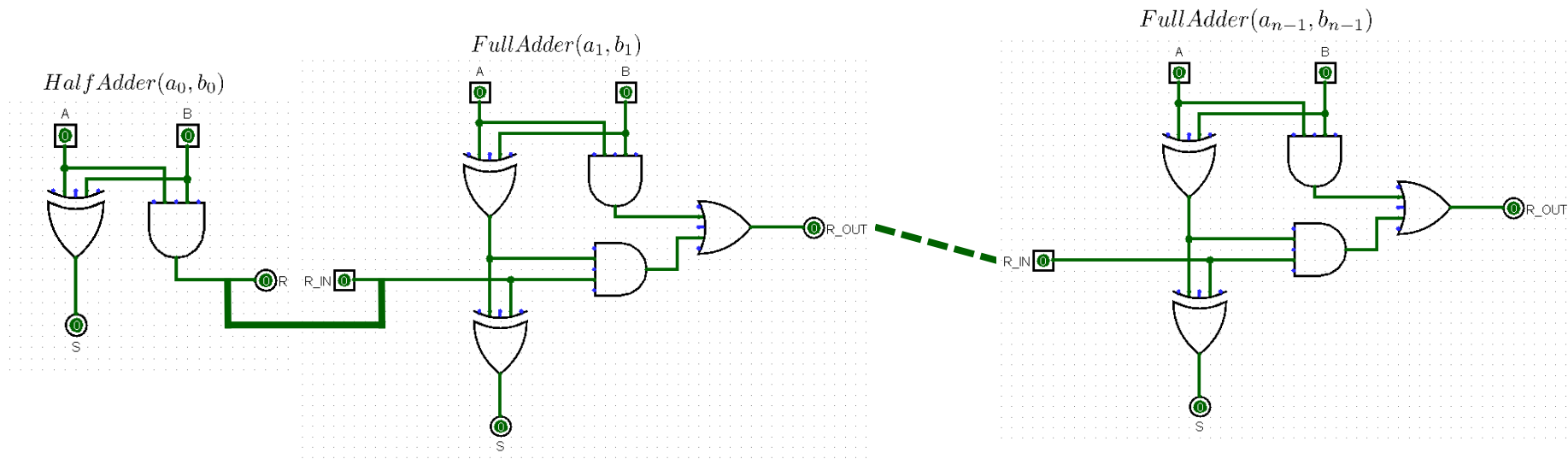


# Esercizio 4



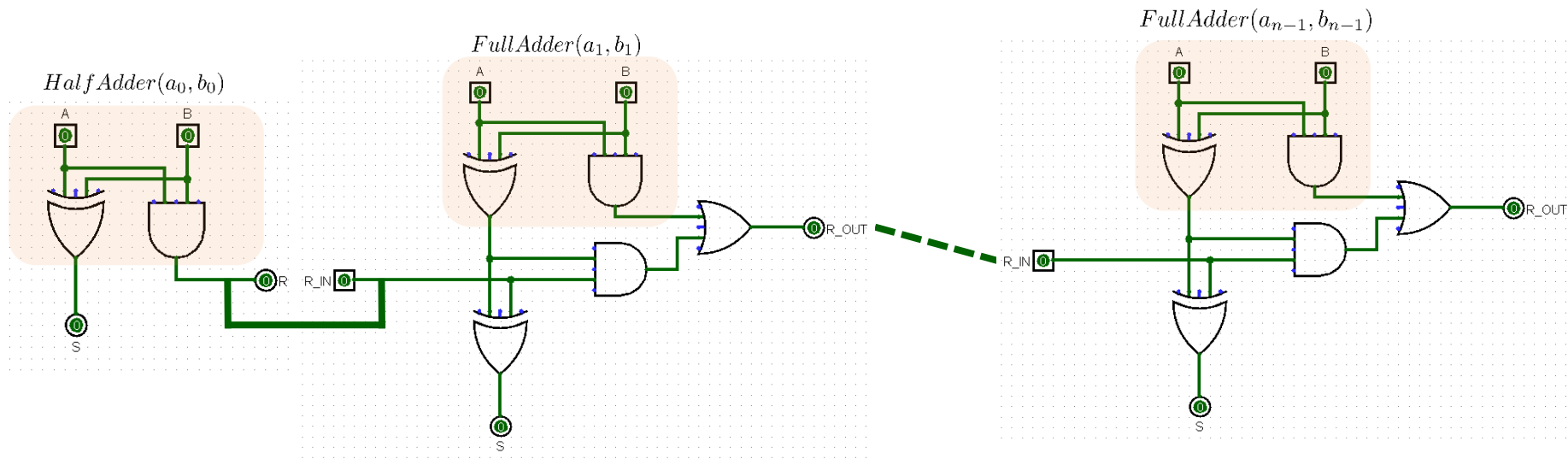
# Esercizio 4

- Cammino critico  $\otimes$  = segnale disponibile dopo x hop



# Esercizio 4

- Cammino critico  $\otimes$  = segnale disponibile dopo x hop

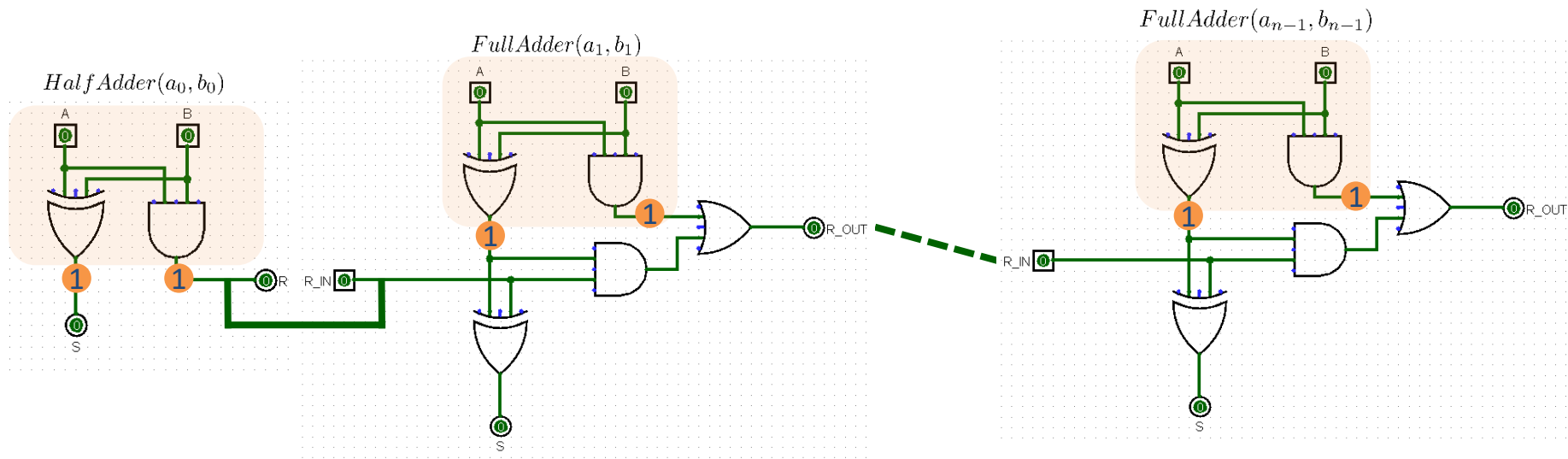


- 1° livello di porte (e 1° riporto) (1) ①



# Esercizio 4

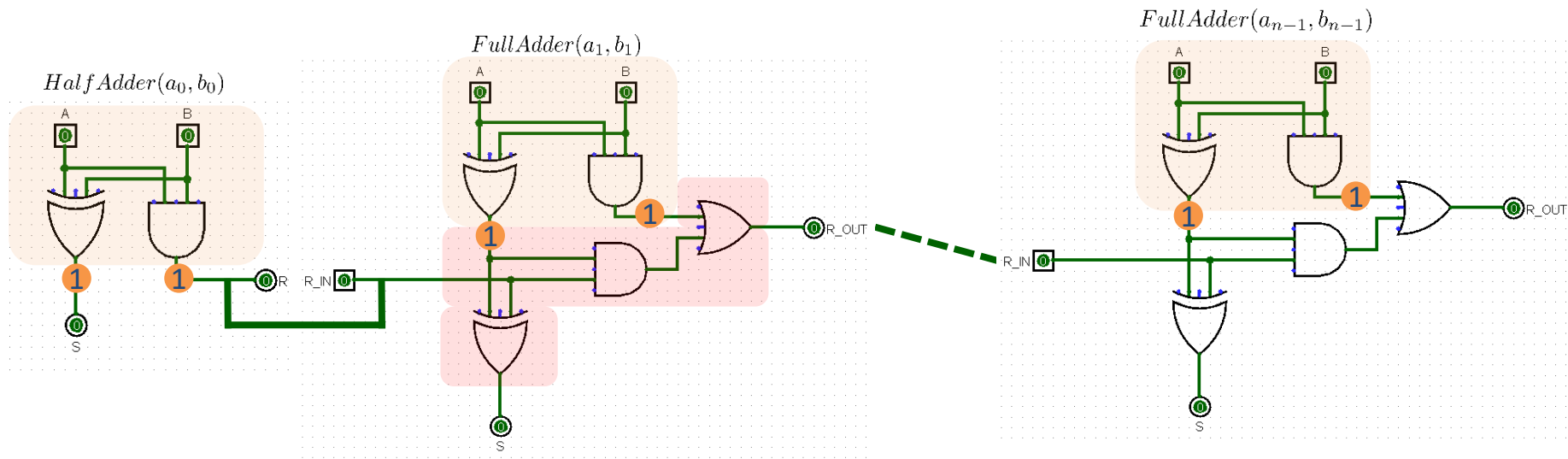
- Cammino critico  $\otimes_x$  = segnale disponibile dopo x hop



- 1° livello di porte (e 1° riporto) (1) 1

# Esercizio 4

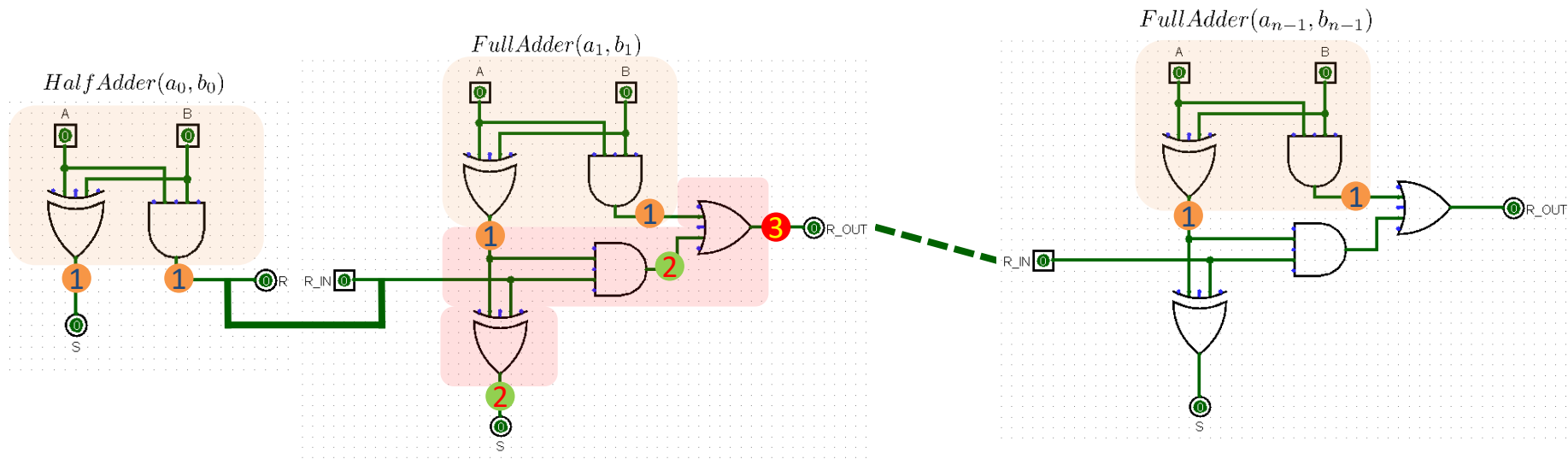
- Cammino critico  $\otimes$  = segnale disponibile dopo x hop



- 1° livello di porte (e 1° riporto) (1) 1
- 2° riporto (+2) 2 3

# Esercizio 4

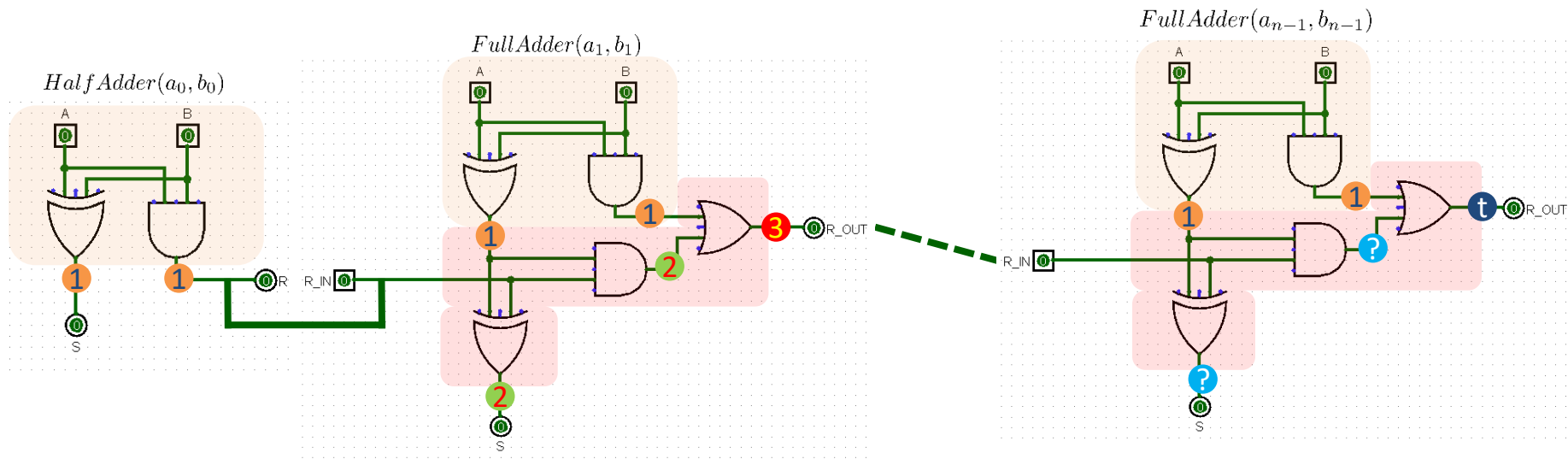
- Cammino critico  $\otimes$  = segnale disponibile dopo x hop



- 1° livello di porte (e 1° riporto) (1) 1
- 2° riporto (+2) 2 3

# Esercizio 4

- Cammino critico  $\otimes$  = segnale disponibile dopo x hop

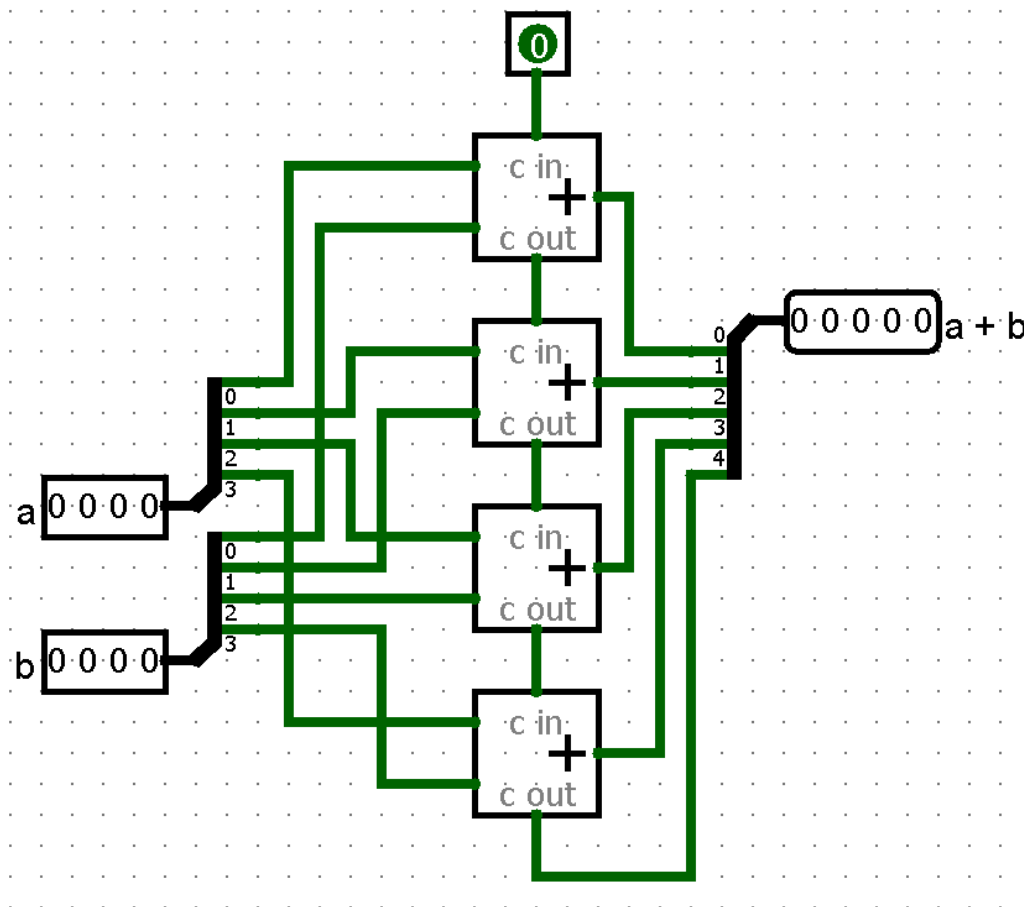


- 1° livello di porte (e 1° riporto) (1) ①
- 2° riporto (+2) ② ③
- ...
- n° riporto (+2)

Totale:  $c=1+ 2(n-1)$  ④

# Esercizio 4

- Utilizzando solo moduli Adder



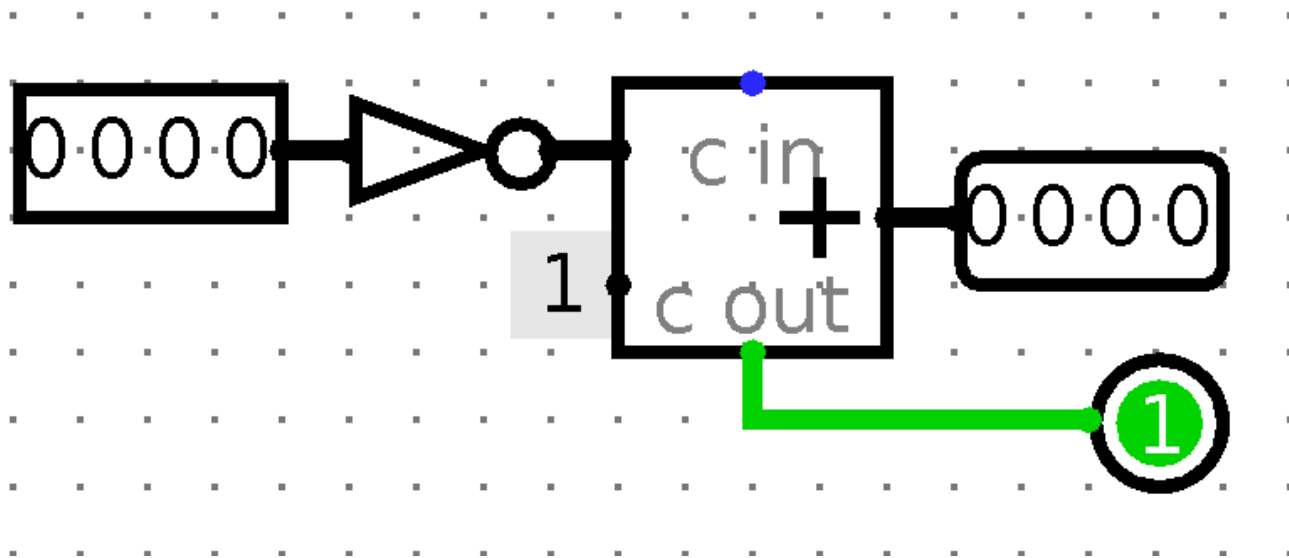
Cammino critico in questo caso?  $1+2n$   
( $n=4$  è numero di bit)

# Esercizio 5

- Si realizzi il circuito che, a partire da un numero  $X$  positivo in formato binario standard a 4 bit, fornisca in uscita il numero  $-X$  in complemento a 2

# Esercizio 5

- Si realizzi il circuito che, a partire da un numero  $X$  positivo in formato binario standard a 4 bit, fornisca in uscita il numero  $-X$  in complemento a 2



- Per quali valori il circuito funziona correttamente?

# Esercizio 5

- Il circuito funziona correttamente per numeri in ingresso  $X$  compresi tra 0 e 8 (0000 e 1000), in quanto la corrispondente rappresentazione binaria  $-X$  in  $ca2$  ricade all'interno del range di valori rappresentabili correttamente con 4 bit in  $ca2[-2^{N-1}; 2^{N-1} - 1] \rightarrow [-8; 7]$
- Per numeri al di fuori del range il numero risultante non è codificabile in complemento a due con 4 bit



# Esercizio 6

- Si realizzi un circuito che operi la somma e la differenza di due numeri A e B a 4 bit, utilizzando un bit di selezione dell'operazione S

# Esercizio 6

- Si realizzi un circuito che operi la somma e la differenza di due numeri A e B a 4 bit, utilizzando un bit di selezione dell'operazione S
- Sommo A e B in C2, convertendo B in  $-B$  se  $S=1$

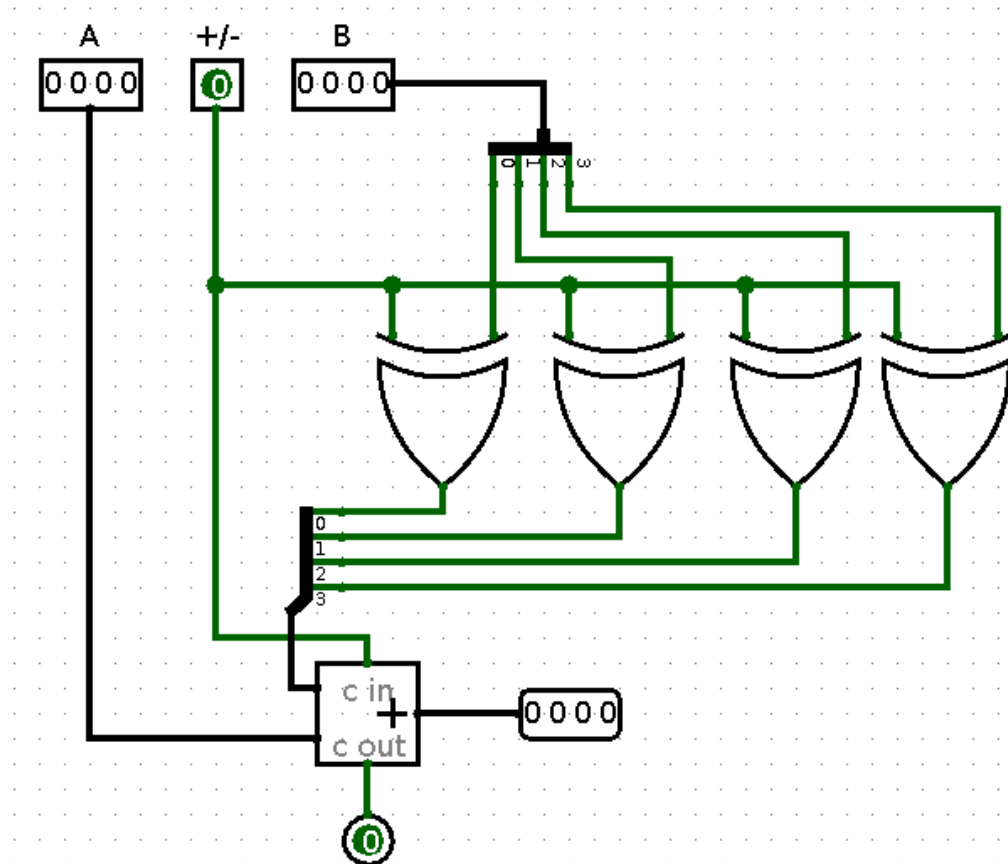
$S$	$b_i$	$output$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Se  $S=1$  devo invertire tutti i bit di B  
(posso usare delle porte XOR)

- La somma di 1 può essere gestita interpretando S come il riporto in ingresso

# Esercizio 6

- Si realizzi un circuito che operi la somma e la differenza di due numeri A e B a 4 bit, utilizzando un bit di selezione dell'operazione S



# Esercizio 7

- Si modifichi il circuito realizzato all'esercizio precedente in modo che rilevi la presenza di un overflow
- Si calcoli il cammino critico del circuito

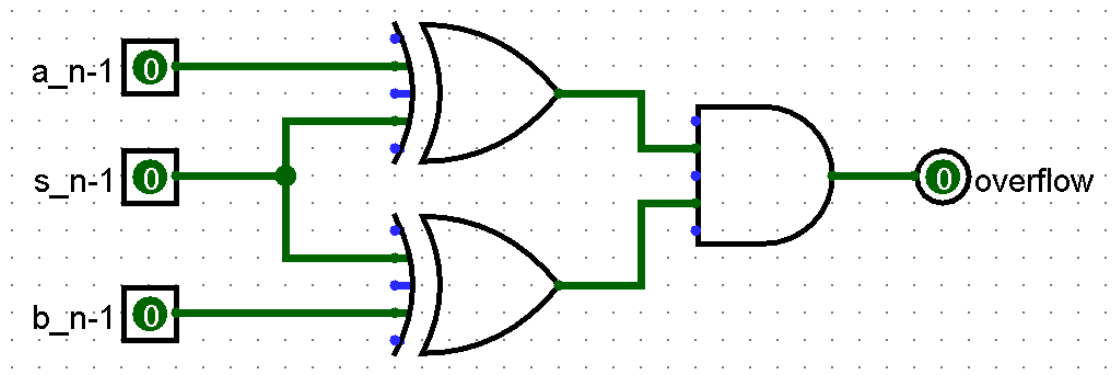
# Esercizio 7

- Quando si verifica l'overflow se si somma in C2?
  1. A e B sono positivi e il segno del risultato è negativo
  2. A e B sono negativi e il segno del risultato è positivo

# Esercizio 7

- Quando si verifica l'overflow se si somma in C2?
- A e B sono positivi e il segno del risultato è negativo
  - A e B sono negativi e il segno del risultato è positivo

$s_{n-1}$	$a_{n-1}$	$b_{n-1}$	Overflow
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0



# Esercizio 7

A e B sono numeri in complemento a 2

