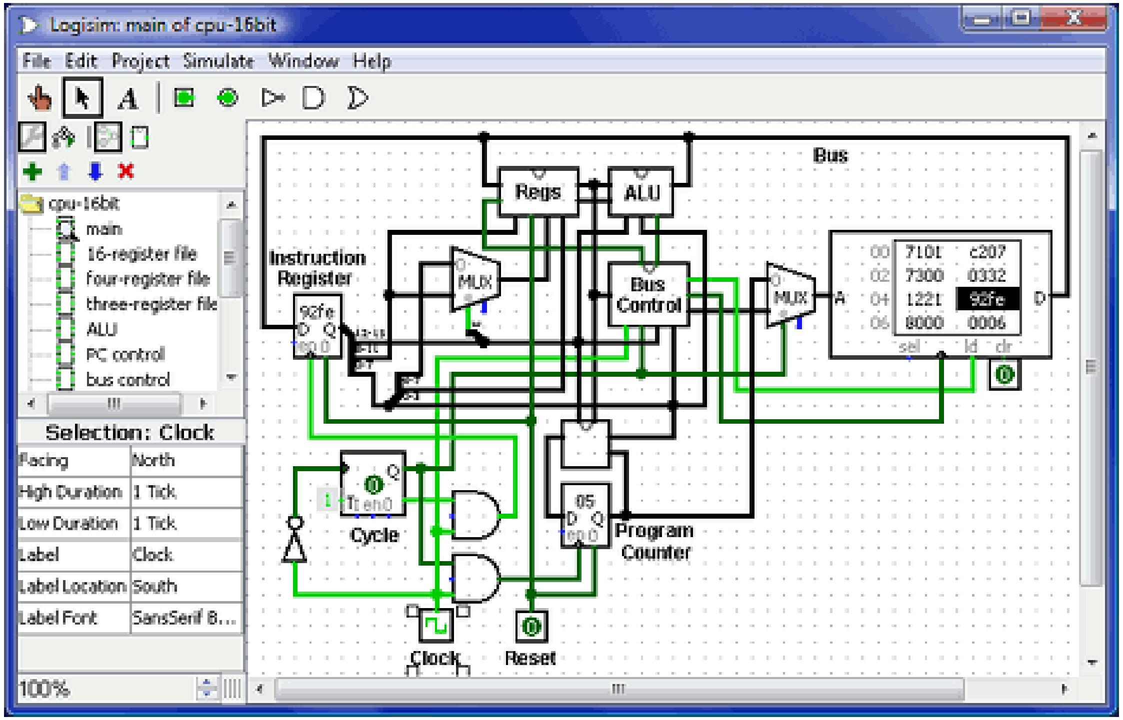
*Laboratorio di Architetture degli Elaboratori I*
*Corso di Laurea in Informatica, A.A. 2024-2025*
*Università degli Studi di Milano*

# Introduzione a Logisim

# Logisim

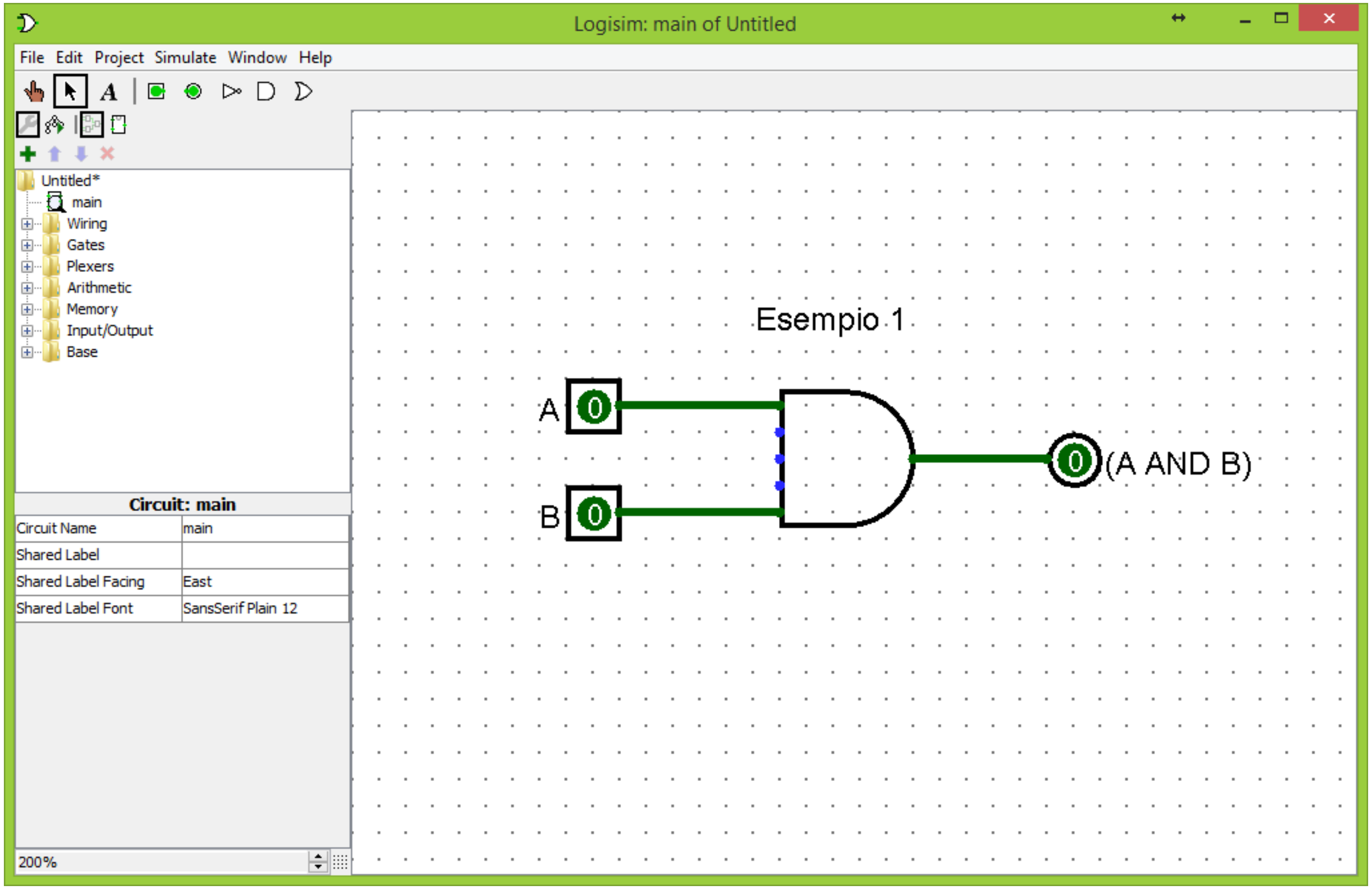
http://www.cburch.com/logisim/



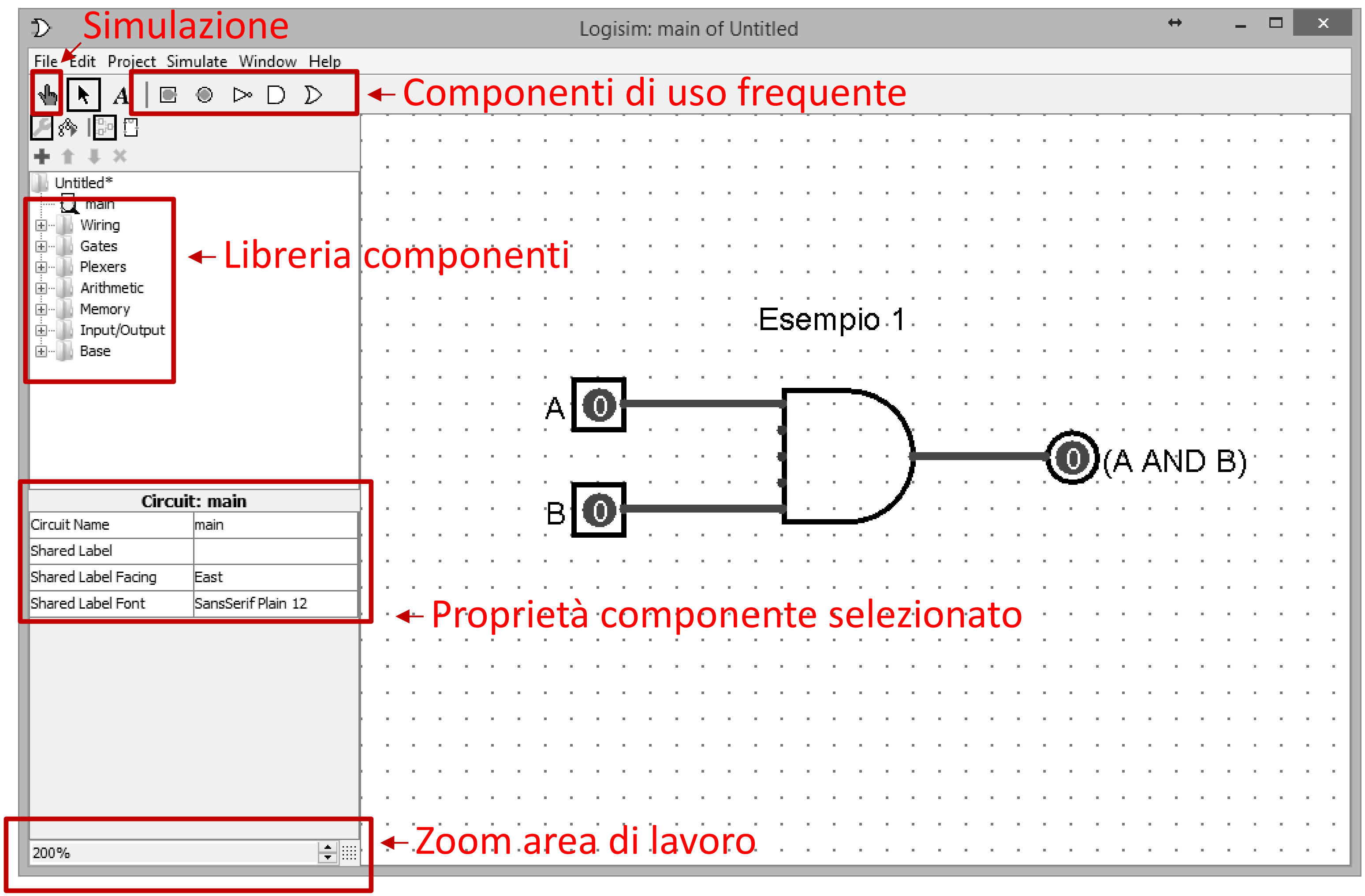

- Strumento software che permette di progettare e simulare circuiti logici digitali
- Y:\Logisim

# Esempio

Realizziamo un semplice circuito che, dati due segnali in ingresso A e B, calcoli `(A AND B)`



# Esempio


Simulazione
Logisim: main of Untitled
File Edit Project Simulate Window Help
Componenti di uso frequente
Untitled*
main
Wiring
Gates
Plexers
Arithmetic
Memory
Input/Output
Base
Libreria componenti
Esempio 1
A
B
0
(A AND B)
Circuit: main
Circuit Name main
Shared Label
Shared Label Facing East
Shared Label Font SansSerif Plain 12
Proprietà componente selezionato
200%
Zoom area di lavoro

# Operatori logici e proprietà

| | |
|---|---|
| NOT | $\neg$ |
| AND | $\wedge$ |
| OR | $\vee$ |

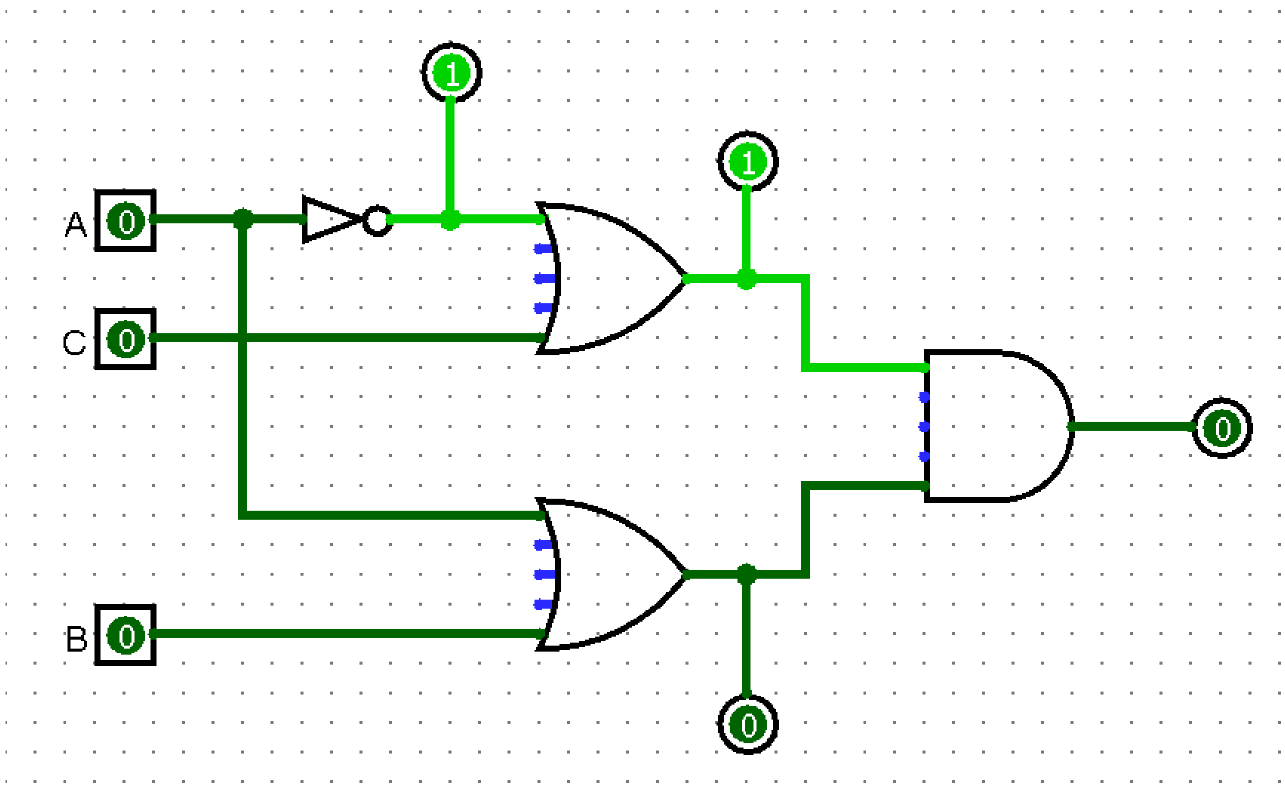
$\downarrow$ Ordine di precedenza in assenza di parentesi

Richiamo delle proprietà fondamentali

| | AND | OR |
|---|---|---|
| Identità | $1 \wedge X = X$ | $0 \vee X = X$ |
| Elemento nullo | $0 \wedge X = 0$ | $1 \vee X = 1$ |
| Idempotenza | $X \wedge X = X$ | $X \vee X = X$ |
| Inverso | $X \wedge \neg X = 0$ | $X \vee \neg X = 1$ |
| Commutativa | $X \wedge Y = Y \wedge X$ | $X \vee Y = Y \vee X$ |
| Associativa | $(X \wedge Y) \wedge Z = X \wedge (Y \wedge Z)$ | $(X \vee Y) \vee Z = X \vee (Y \vee Z)$ |
| Distributiva | (di AND risp. ad OR) $X \wedge (Y \vee Z) = X \wedge Y \vee X \wedge Z$ | (di OR risp. ad AND) $X \vee (Y \wedge Z) = (X \vee Y) \wedge (X \vee Z)$ |
| Assorbimento I | $X \wedge (X \vee Y) = X$ | $X \vee (X \wedge Y) = X$ |
| Assorbimento II | $X \wedge (\neg X \vee Y) = X \wedge Y$ | $X \vee (\neg X \wedge Y) = X \vee Y$ |
| De Morgan | $\neg(X \wedge Y) = \neg X \vee \neg Y$ | $\neg(X \vee Y) = \neg X \wedge \neg Y$ |

# Esercizio 1

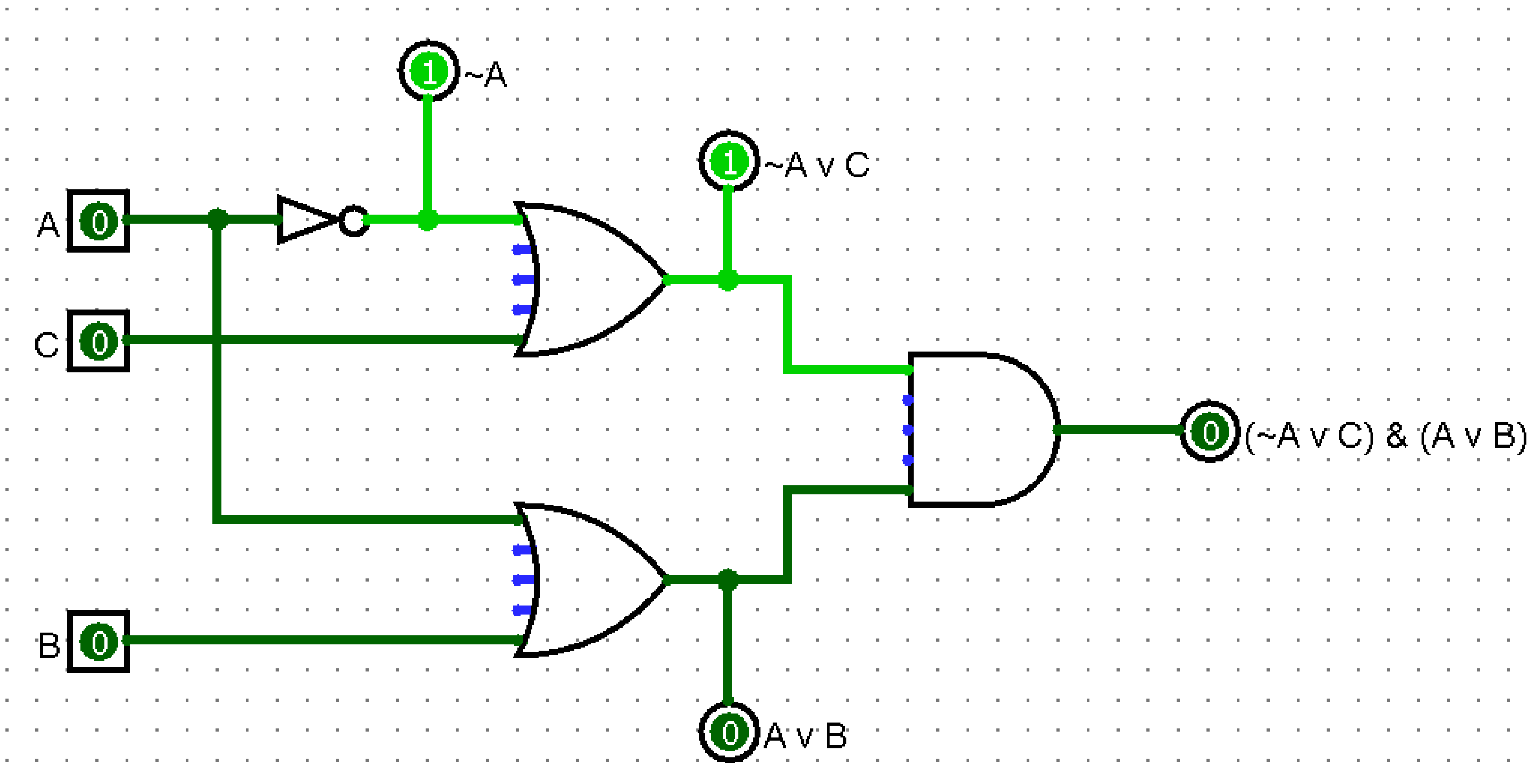
1. Si riproduca in Logisim il seguente circuito:




2. Si determini l'espressione logica di tutte le uscite (intermedie e finale)
3. Si scriva la tabella di verità del circuito

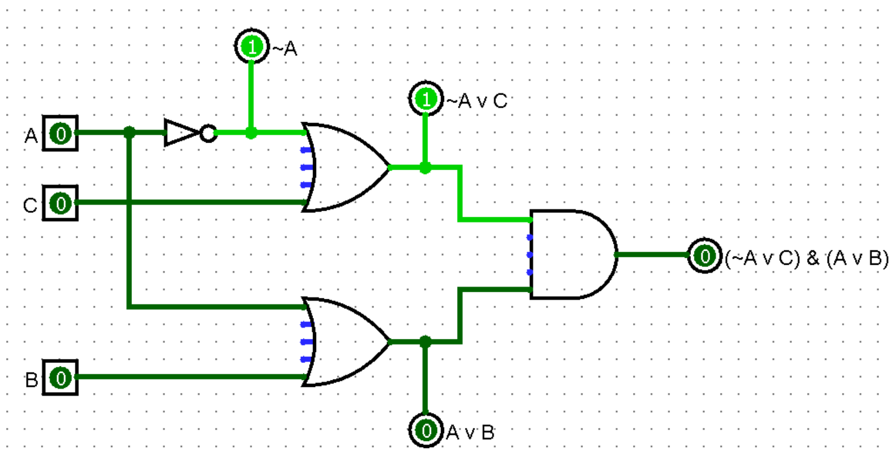
# Esercizio 1

Label sui segnali (intermedi e finale)



# Esercizio 1

Tabella di verità




| $A$ | $B$ | $C$ | $(\neg A \vee C) \wedge (A \vee B)$ |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

# Esercizio 2

1. Dati due segnali A e B, si implementi un circuito che calcoli A XNOR B senza usare porte composte (NAND, NOR, XOR, XNOR)

2. Si derivi la tabella di verità e si osservi la funzione logica risultante

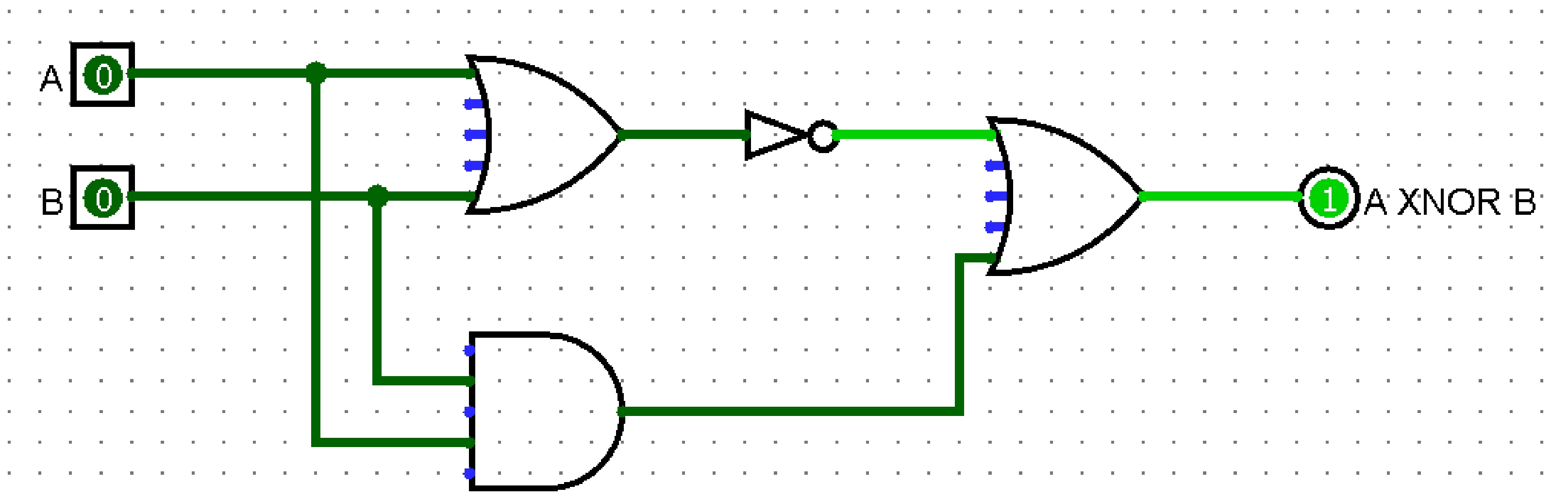
# Esercizio 2

1. Dati due segnali A e B, si implementi un circuito che calcoli A XNOR B senza usare porte composte (NAND, NOR, XOR, XNOR)

2. Si derivi la tabella di verità e si osservi la funzione logica risultante

Suggerimento: $A\ XNOR\ B = \neg(A \vee B) \vee (A \wedge B)$

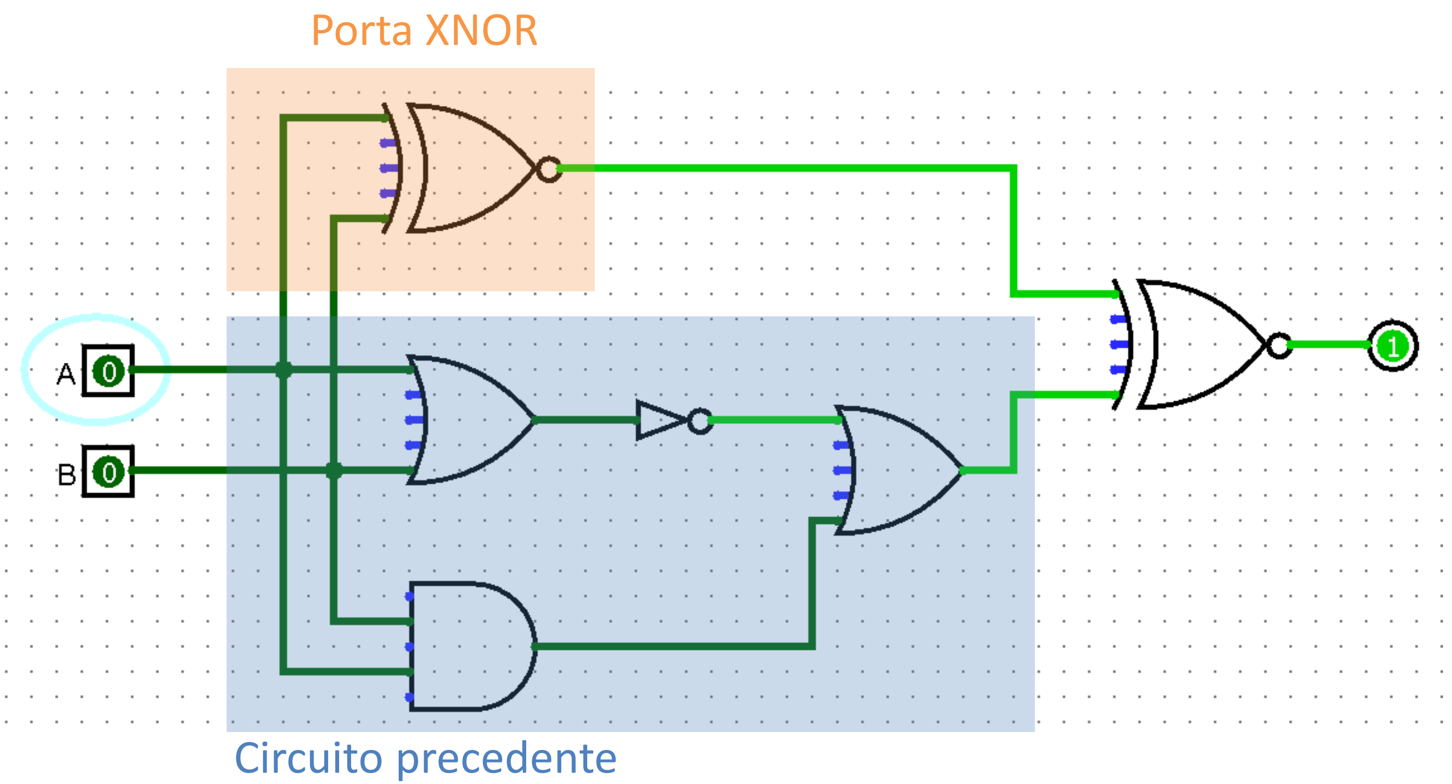
# Esercizio 2




| $A$ | $B$ | $\neg(A \vee B) \vee (A \wedge B)$ |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

# Esercizio 2

Confronto il circuito prodotto precedentemente con la singola porta XNOR utilizzando un'ulteriore porta XNOR:



# Esercizio 3

Sia data la seguente espressione logica:

$$X = \neg A \vee \neg(B \vee \neg C)$$

1. Si derivi la tabella di verità (si indichino anche alcune sotto-espressioni)

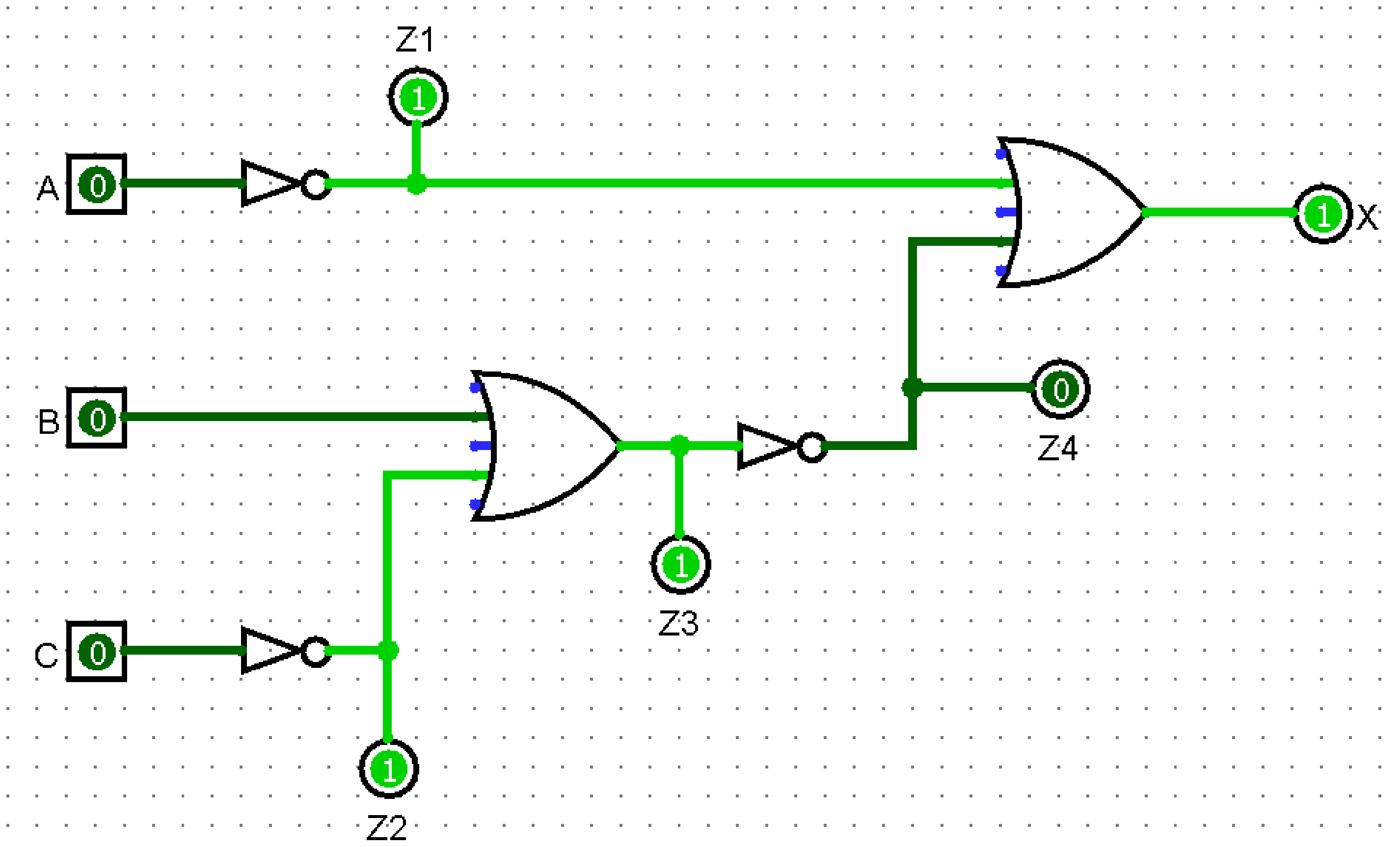
2. Si realizzi il circuito corrispondente e si verifichi la correttezza della tabella

# Esercizio 3

Circuito:

$$X = \neg A \vee \neg(B \vee \neg C)$$

$$Z_1 = \neg A \mid Z_2 = \neg C \mid Z_3 = (B \vee Z_2) \mid Z_4 = \neg Z_3 \mid X = Z_1 \vee Z_4$$



# Esercizio 4

Dimostrare tramite manipolazioni algebriche (specificando le proprietà usate) che:

$E_1 = E_2$

dove:

$$E_1 = \neg(\neg A \wedge B \wedge \neg C \vee A \wedge B \wedge \neg C) \wedge A$$

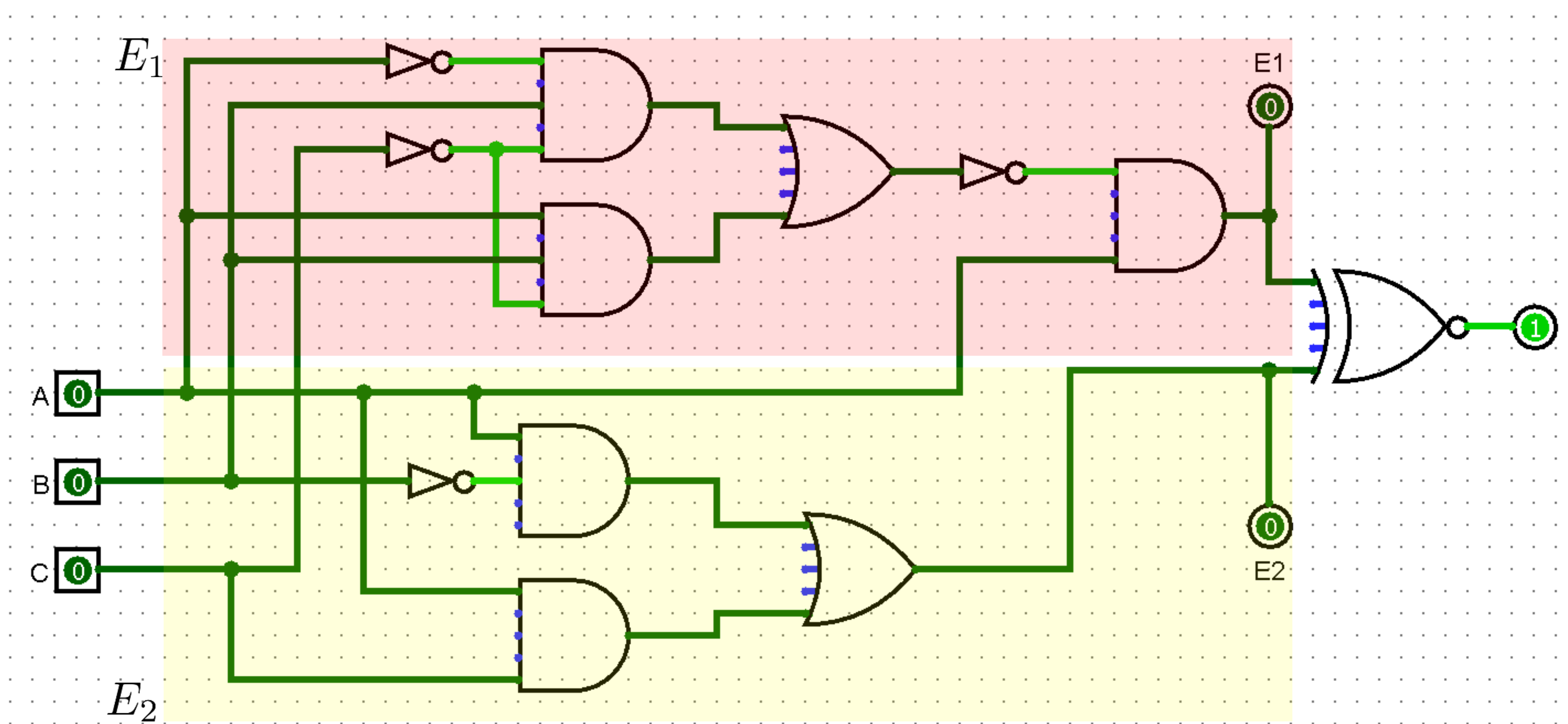
$$E_2 = (\neg B \wedge A) \vee (A \wedge C)$$

Si implementino i circuiti di $E_1$ e $E_2$ e si verifichi l'equivalenza tramite la porta XNOR

# Esercizio 4

$$E_1 = \neg(\neg A \land B \land \neg C \lor A \land B \land \neg C) \land A$$

$$E_2 = (\neg B \land A) \lor (A \land C)$$



# Esercizio 5

Si consideri la seguente espressione:

$$E_1 = (A\ NOR\ B) \wedge (C \vee \neg B)$$

1. Si implementi il circuito corrispondente usando la sola porta NAND
2. Si mostri, con passaggi algebrici e confronto tra circuiti, che è equivalente a

$$E_2 = \neg A \wedge \neg B$$

| $A$ | $B$ | $A\ NAND\ B$ |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

# Esercizio 5

$$E_1 = (A\ NOR\ B) \wedge (C \vee \neg B)$$