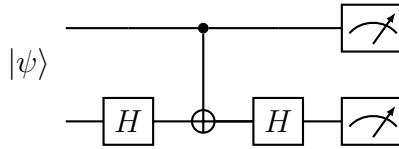


# QUANTUM COMPUTING

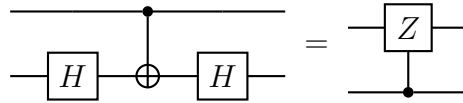
## Tema 1

Termen limită: 21 decembrie 2021

- (30 puncte) Creați un circuit care transformă starea de 3-qubiți  $|x\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|111\rangle + |100\rangle)$  la starea  $|\tilde{x}\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|010\rangle + |001\rangle)$ , utilizând doar porți Pauli cuantice de 1-qubit:  $I, X, Y, Z$ . Implementați circuitul în Qiskit.
- (40 puncte) Se consideră următorul circuit cuantic



- Implementați în Qiskit circuitul de mai sus, pentru starea de intrare  $|\psi\rangle = |00\rangle$ . Ce rezultat obțineți? Reprezentați histograma corespunzătoare pentru o mai bună vizualizare a rezultatelor.
- Dar dacă starea de input ar fi  $|\psi\rangle = |+\rangle \otimes |0\rangle$ , ce rezultate ați obține?
- Arătați, utilizând Qiskit, că următoarele circuite sunt echivalente



Rulați ambele circuite utilizând simulatorul local din Qiskit, `'qasm_simulator'` (`nr_de_rulari = 1024`), și afișați rezultatele.

Afișați matricile unitare asociate pentru ambele circuite și verificați ca acestea sunt egale (construind o funcție care testează egalitatea a două matrici).

Pentru a verifica dacă două numere complexe  $z_1$  și  $z_2$  sunt egale, nu veți folosi  $z_1 == z_2$ , ci veți arăta că  $\text{abs}(z_1 - z_2) < \varepsilon$ , unde  $\varepsilon$  este precizia mașină din Python.

- (30 puncte) Proiectați un circuit cuantic care clonează stările  $|+\rangle$  și  $|-\rangle$ . Altfel spus, găsiți circuitul  $U$  ce are următoarea acțiune

$$\begin{aligned} U |+\rangle \otimes |0\rangle &= |+\rangle \otimes |+\rangle \\ U |-\rangle \otimes |0\rangle &= |-\rangle \otimes |-\rangle \end{aligned}$$

Aplicați acest circuit, stări  $|00\rangle$ , respectiv  $|10\rangle$  și măsurați. Interpretați rezultatele.