Computación cuántica

Procesamiento de datos a gran escala

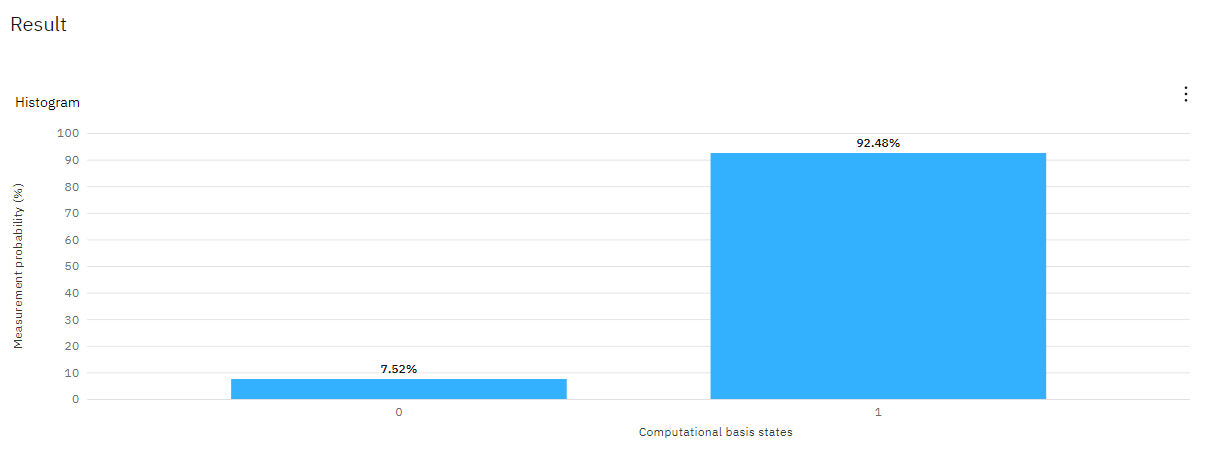
Alejandro Cabana Suárez y Óscar Gómez Borzdynski

MUCD20-21

# Puertas Cuánticas

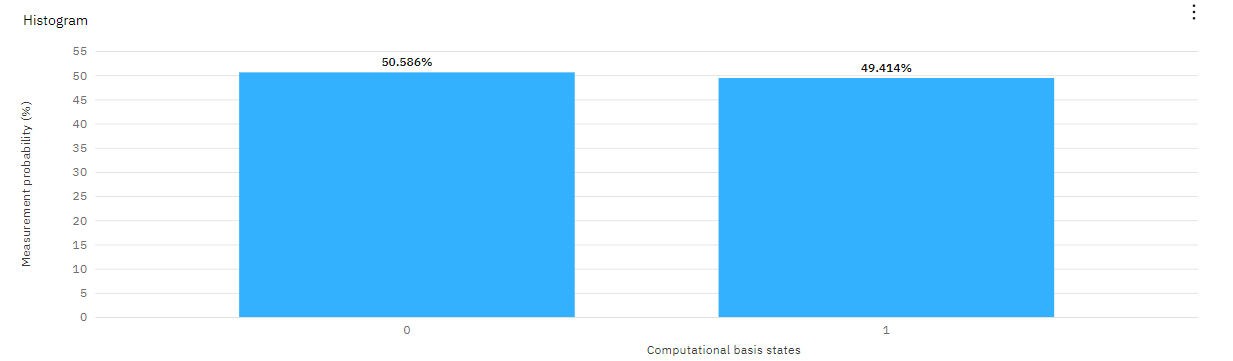
Como primeras puertas cuánticas a probar hemos elegido:

* **NOT:** Esta puerta intercambia las componentes |0〉 y |1〉. Hemos probado a aplicarla sobre un qubit inicializado en mínima energía (|0〉). Comprobamos que el resultado es el esperado con un pequeño margen de error.

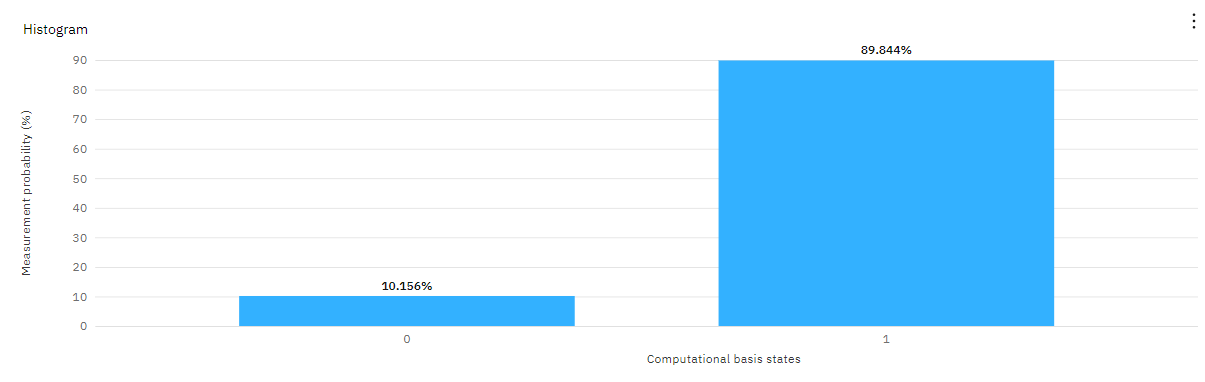
****

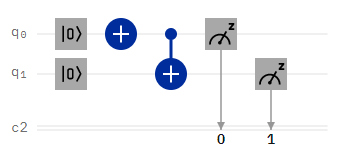
* **Hadamard:** Se usa para poner los qubits en estado de superposición. En caso de utilizarse sobre un qubit |0〉, devolverá el estado |+〉 = . En caso de aplicarse sobre un qubit |1〉, obtendremos el estado |〉 = .

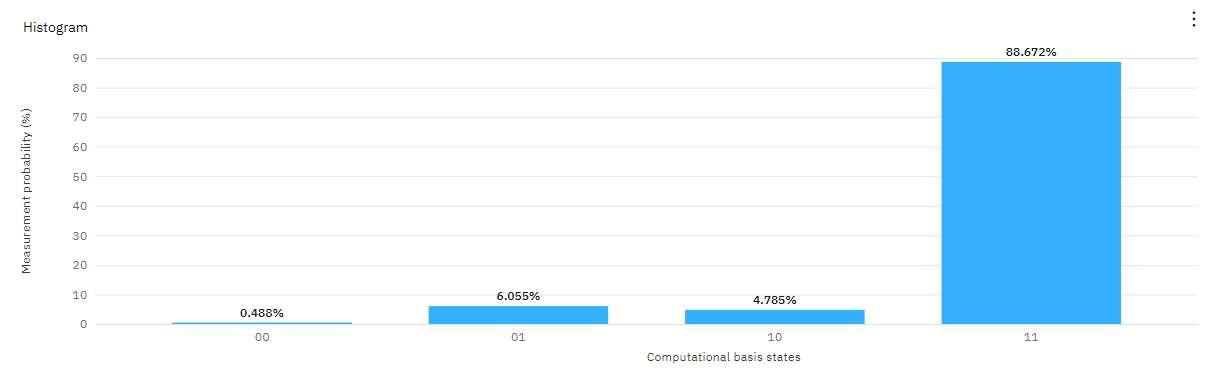
Al realizar mediciones en un computador cuántico, obtendremos equiprobabilidad entre el estado 0 y el 1.



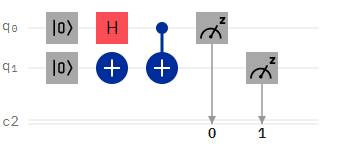
* **Z:** Esta puerta cambia el signo de la componente |1〉 del estado. Por tanto, al aplicarla sobre un |1〉 obtendremos -|1〉, que colapsa a 1 al ser observado.

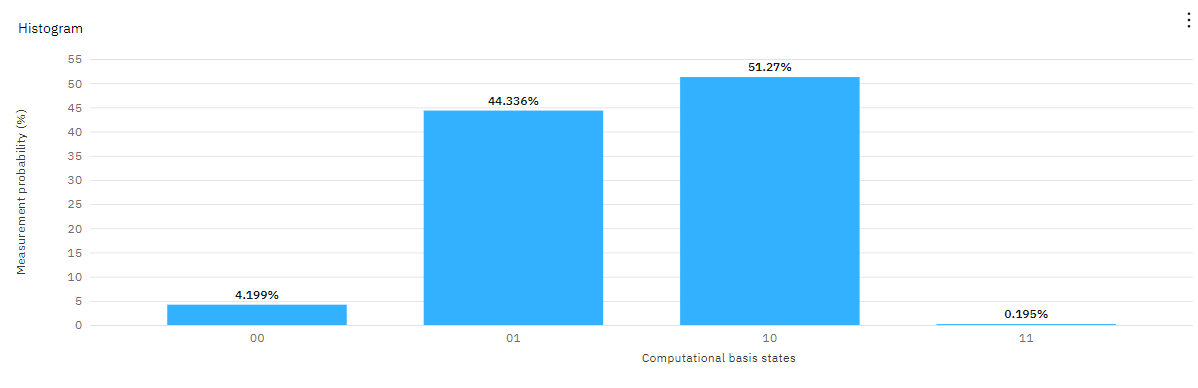


* **CNOT:** Controlled-NOT, se trata de una puerta de 2 qubits que aplica un NOT al qubit objetivo si el qubit de control toma valor |1〉.

****

Hemos probado a combinar algunas de las puertas anteriores en un mismo circuito:

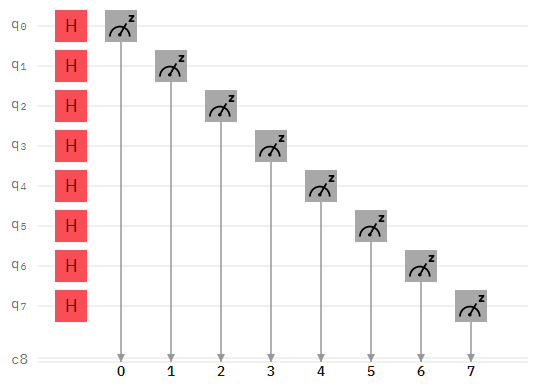




En este caso, el qubit de control está en superposición, pudiendo tomar los valores |0〉 y |1〉. Cuando al medir toma el valor 1, el qubit objetivo de la CNOT cambiará a |0〉. Al medir un 0, el objetivo de la CNOT no sufre ningún cambio, manteniéndose en |1〉.

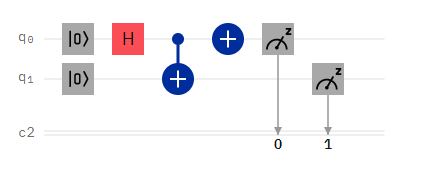
# Generación de números aleatorios con un Computador Cuántico

Para generar números aleatorios de 8 bits, lo más simple es utilizar 8 qubits en estado de superposición. Cada qubit individual colapsará a 0 o 1 con la misma probabilidad. Si los números de 8 bits obtenidos son realmente aleatorios, el histograma esperado después de 1024 ejecuciones tendrá valores parecidos para todas las opciones posibles de números de 8 bits. En este caso deberían estar en torno a 1024/256 = 4 apariciones de cada número.



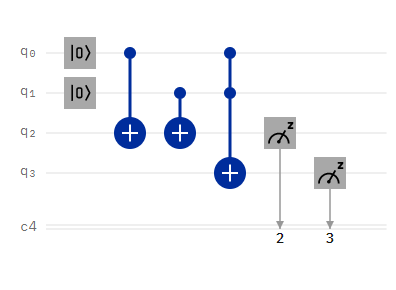
# Entrelazamiento

Dos qubits se encuentran entrelazados cuando el sistema toma valor . En mecánica cuántica dos partículas se encuentran entrelazadas cuando no pueden definirse como partículas individuales, sino que deben definirse como una única ecuación de onda para el sistema completo. Esto lleva a una relación en las mediciones realizadas en computación cuántica: si en uno de ellos medimos un 1 sabríamos con certeza que en el otro qubit mediríamos un 0 y viceversa. Dado que los qubits pueden estar separados espacialmente, este fenómeno se denomina teleportación cuántica y permite transmitir información de manera instantánea entre cualesquiera dos puntos.

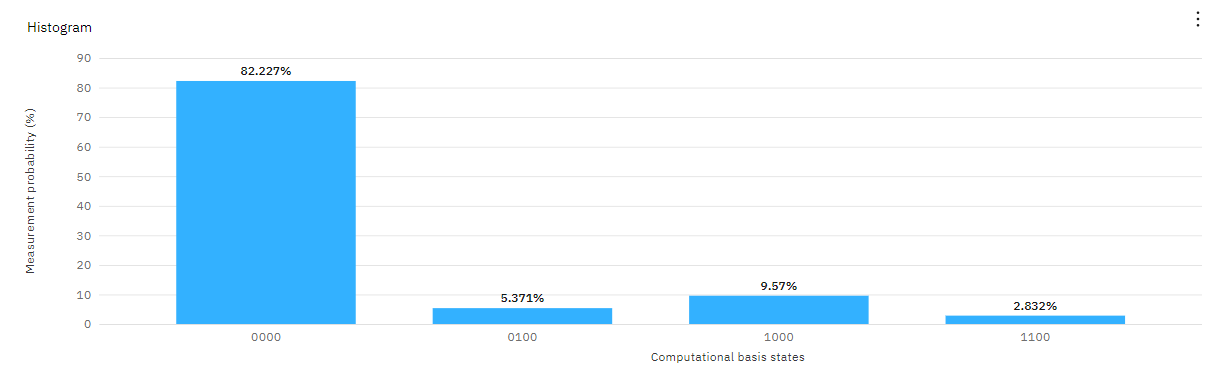


# Sumador de dos qubits

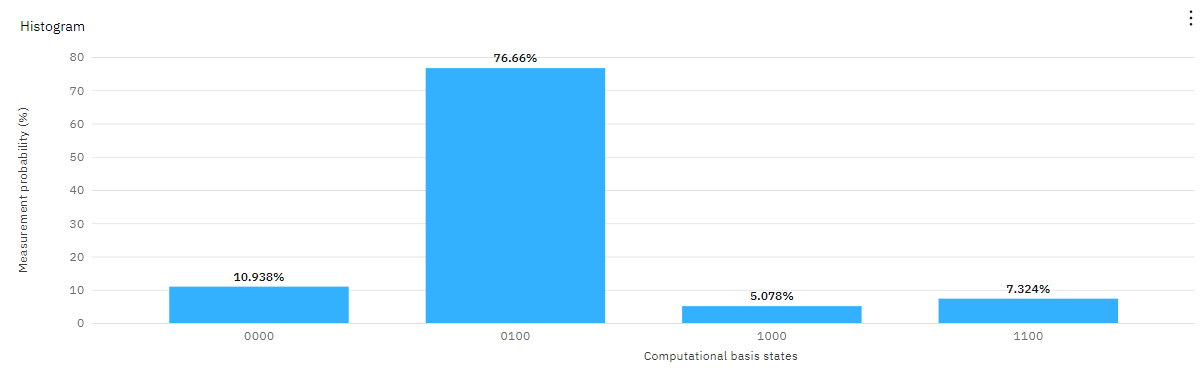
La operación suma entre dos qubits se define con el siguiente circuito:



En la imagen del circuito se colocan los qubits 0 y 1 a 0 y serán las entradas del sumador.



Podemos comprobar que la suma 0 + 0 es 0. Probando con otros valores de entrada obtenemos los resultados esperados en los qubits de salida. Por ejemplo, para 1 + 0 obtenemos el siguiente resultado:



# Algoritmos cuánticos