Computación cuántica

David Felipe Mora Ramirez

Mayo 25, 2022

El bit es la unidad básica de información de los computadores convencionales de la misma forma que el *qbit* es la unidad básica de información para los computadores cuánticos. Ambos cuentan con los dos estados convencionales 0 y 1($|0\rangle$ y $|1\rangle$ en el caso cuántico), sin embargo los *qbits* también pueden estar en un estado de *superposición* $|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$ que es básicamente una combinación lineal de los estados $|0\rangle$ y $|1\rangle$. Geométricamente se puede interpretar el estado de un *qbit* como un vector unitario en el plano de los números complejos, sin embargo también se puede representar como un punto en la esfera unitaria definido por θ y ϕ en la formula$|\psi\rangle = \cos\frac{\theta}{2}|0\rangle + e^{i\phi}\sin\frac{\theta}{2}|1\rangle$. Por otro lado, en el caso de los bits es posible consultar el estado actual del mismo, para los *qbits* no es el posible, ya que cuando se "observa" un *qbit* su estado cambia obligatoriamente a $|0\rangle$ o $|1\rangle$, por lo cual no es posible conocer los parámetros α y β.

Al igual que en la computación clásica existen compuertas lógicas para transformar la información en los circuitos, en la cuántica existen compuertas que cumplen un rol análogo. Como en general el estado de un *qbit* se puede representar como un vector, las compuertas cuánticas resultan ser transformaciones lineales de estos vectores. Las matrices asociadas a estar transformaciones deben tener ciertas propiedades para que el vector transformado sea un *qbit*, en particular es necesario que para el vector transformado $|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$, lo cual es cierto si nos restringimos a matrices unitarias. Un ejemplo de una compuerta unaria(que opera un solo *qbit*) es la compuerta de *Hadamard*, la cual se representa mediante la matriz:

$$H \equiv \frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$$

Esta compuerta también es conocida como la raíz cuadrada de la negación y convierte a el estado $|0\rangle$ en $(|0\rangle + |1\rangle)/\sqrt{2}$ y al estado $|1\rangle$ en $(|0\rangle - |1\rangle)/\sqrt{2}$. Esta compuerta es muy útil porque representa unas rotaciones en la esfera mencionada en el párrafo anterior, específicamente rota la esfera 90 grados entorno al eje y, y después rota 180 grados respecto al eje x.

A continuación, se presentan unas imágenes de simple programa hecho a través de la plataforma *IBM Quantum*:

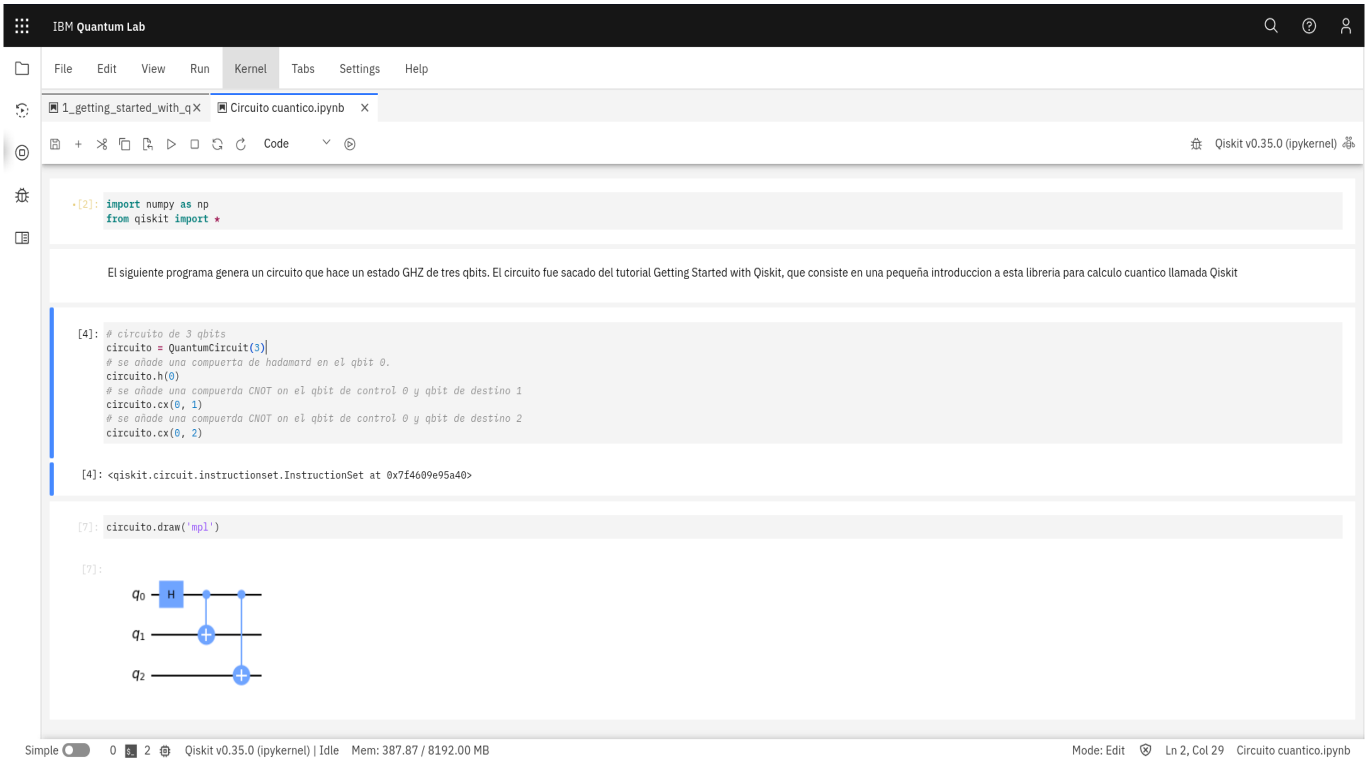

Figura 1: Captura de pantalla del entorno de programación de IBM Quantum

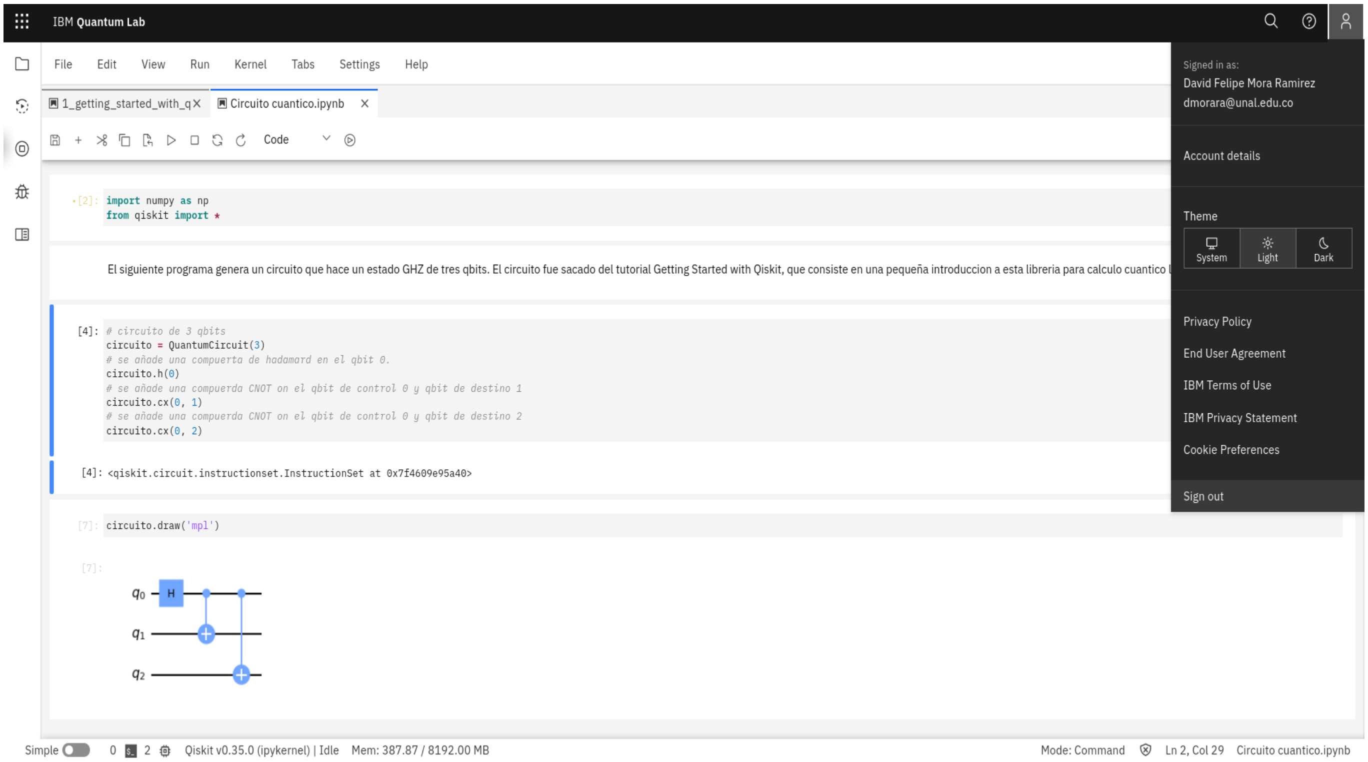

Figura 2: Captura de pantalla del entorno de programación de IBM Quantum

Referencias

[1] M. Nielsen. I. Chaung. Quantum Computation and Quantum information: 10th aniversary edition.2010. Cambridge University Press

[2] IBM. *IBM Quantum Computing*. `https://quantum-computing.ibm.com/`.

[3] Curso Computación cuántica. *Instituto de matemáticas de la UNAM*. `https://www.youtube.com/watch?v=KKwjeJzKezw&t=431s&ab_channel=InstitutodeMatem%C3%A1ticasdelaUNAM`.