



Qiskit | Fall Fest

Desafío cuántico Qiskit Fall Fest Venezuela 2022

A continuación se presentan los dos desafíos de Qiskit Fall Fest Venezuela 2022. Debes elegir al menos 1 desafío y presentarlo bajo las indicaciones expuestas en este documento. Puedes escoger resolver uno o los dos, pero se valorará la calidad de la solución por encima de la cantidad.

Desafío 1: calibración de un qubit

Cada compuerta cuántica debe implementarse en un hardware de una computadora cuántica, esto quiere decir que se debe comunicar una serie de instrucciones a los dispositivos de control (clásico) para que tenga un efecto sobre el sistema cuántico que compone el qubit.

Cada arquitectura de computador cuántico puede realizar de manera natural una serie de operaciones cuánticas que pueden ser traducidas a compuertas cuánticas canónicas usando un “transpilador”. Posteriormente, uno puede asociar una serie de pulsos eléctricos al hardware de control clásico que debe realizar para poder implementar dichas compuertas. Sin embargo, estos pulsos eléctricos no son únicos, no solo para cada qubit sino para la compuerta que se quiere aplicar sobre dicho qubit. Esto es porque en la práctica, cada qubit es ligeramente distinto a otro, por ello, cada señal o forma de onda debe ser calibrada y asignada para cada compuerta en cada qubit.

Se pueden realizar distintos experimentos para la calibración de los qubits y de las compuertas.

El desafío está formado por dos partes:

- 1) **Optimizar las calibraciones realizadas en [este notebook](#):**

https://qiskit.org/textbook/ch-quantum-hardware/calibrating-qubits-pulse.html#det_co

- 2) **Utilizar pulsos cuadrados (*constants*) en lugar de pulsos compuestos por funciones gaussianas y obtener la mejor optimización.**

Desafío 2: calibración de un circuito

Actualmente, las bases de datos digitales más grandes del mundo pueden contener decenas de millones de elementos. Algoritmos de alta eficiencia son necesarios para poder permitir a los usuarios encontrar los elementos útiles. En 1996, Lov Grover desarrolló un algoritmo de



Qiskit | Fall Fest

búsqueda cuántica [1] que es mucho más eficiente que los algoritmos actuales. Usando las propiedades de superposición y coherencia cuántica, demostró que su algoritmo tiene una aceleración cuadrática con respecto a los algoritmos clásicos, ya que N qubits representan 2^N posibles estados en comparación con N bits clásicos.

En este desafío cuántico deberán reconstruir el algoritmo de Grover [2] usando Qiskit Pulse [3-5]. Pueden comenzar primero con el algoritmo de Bernstein-Vazirani [6] simplificado usando solo dos qubits y luego pasar al de Grover con 3 o más.

Deben construir las compuertas cuánticas necesarias calibrando pulsos. Deben entregar un código en Python, usando Qiskit Pulse, con suficientes comentarios o documentación adicional que demuestre sus resultados y cómo utilizarlo. Todas las ejecuciones de tu algoritmo deben ser ejecutadas en el simulador FakeOpenPulse2Q y FakeOpenPulse3Q. Puedes comenzar primero con FakeManila, calibrado según el procesador cuántico Manila de IBM, para entrenarse.

Puedes usar este código para definir los simuladores:

```
from qiskit.providers.fake_provider import FakeOpenPulse2Q
from qiskit.providers.fake_provider import FakeOpenPulse3Q
from qiskit.providers.fake_provider import FakeManila
```

Condiciones de los desafíos

Tu proyecto será evaluado bajo los siguientes criterios:

- Número de qubits (mientras más qubits en el algoritmo mejor, desafío 2)
- Tiempo de cómputo
- Fidelidad del estado final
- Número de pulsos (menos es mejor)
- Claridad de la documentación

Puedes trabajar tu proyecto en equipo, con un máximo de 5 personas por equipo.

La documentación puede estar escrita en inglés o en español (les recomendamos el uso del inglés para aplicaciones futuras). Puede contener imágenes, video, documentos de texto, código, notebooks, presentaciones con diapositivas o cualquier otro formato digital.

No es necesaria una solución perfecta, los proyectos serán evaluados en comparación con el resto de los proyectos.

Sus códigos pueden utilizar otros lenguajes de programación pero el proyecto deberá contener el uso de Qiskit y Qiskit Pulse.

Los proyectos ganadores serán publicados en un repositorio de github público.



Qiskit | Fall Fest

Los proyectos con la mejor puntuación podrán ser recompensados (hasta máximo 5 personas). Las condiciones dependen de Qiskit IBM. COF Alumni USB solo se compromete a poner a los ganadores en contacto con Qiskit IBM.

Las soluciones del reto se aceptarán hasta las 11.59PM del 4 de octubre del 2022. Los proyectos deben ser enviados por correo electrónico a la dirección de cof.alumni.usb@gmail.com

Referencias

- [1] Grover, Lov K. "A fast quantum mechanical algorithm for database search." *Proceedings of the twenty-eighth annual ACM symposium on Theory of computing*. 1996.
- [2] Qiskit Textbook: [Grover's Algorithm](#)
- [3] Alexander, Thomas, et al. "Qiskit pulse: Programming quantum computers through the cloud with pulses." *Quantum Science and Technology* 5.4 (2020): 044006. <https://arxiv.org/abs/2004.06755>
- [4] Qiskit Textbook: [Investigating Quantum Hardware Using Microwave Pulses](#)
- [5] Qiskit Documentation: [Building Pulse Schedules](#)
- [6] Qiskit Textbook: [Bernstein-Varzirani Algorithm](#)