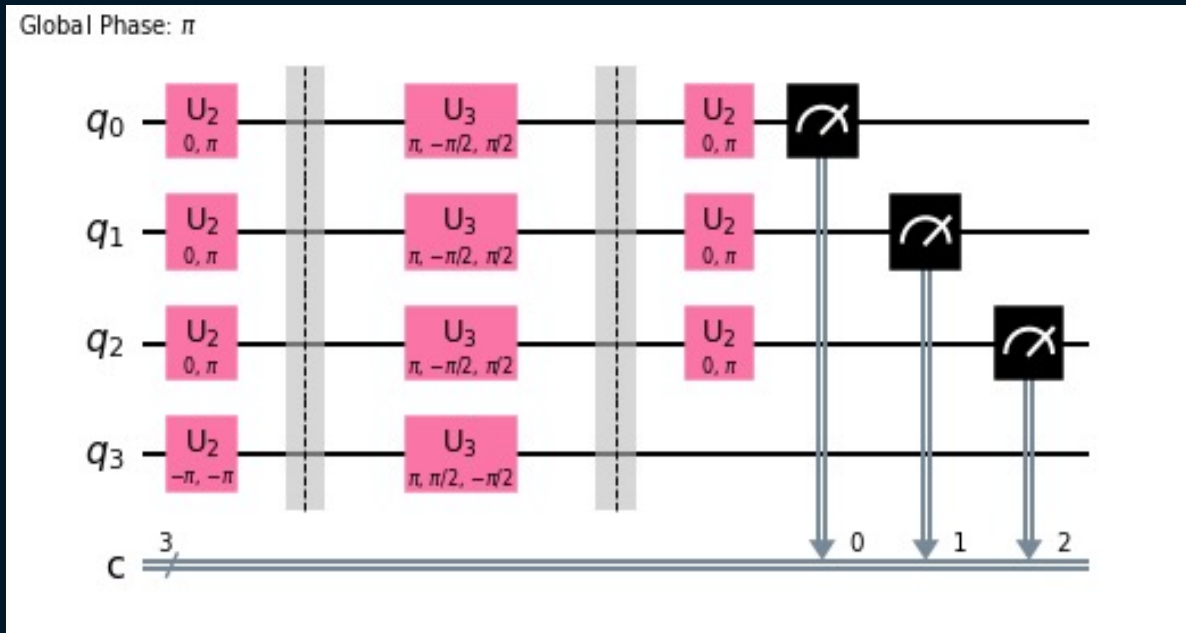


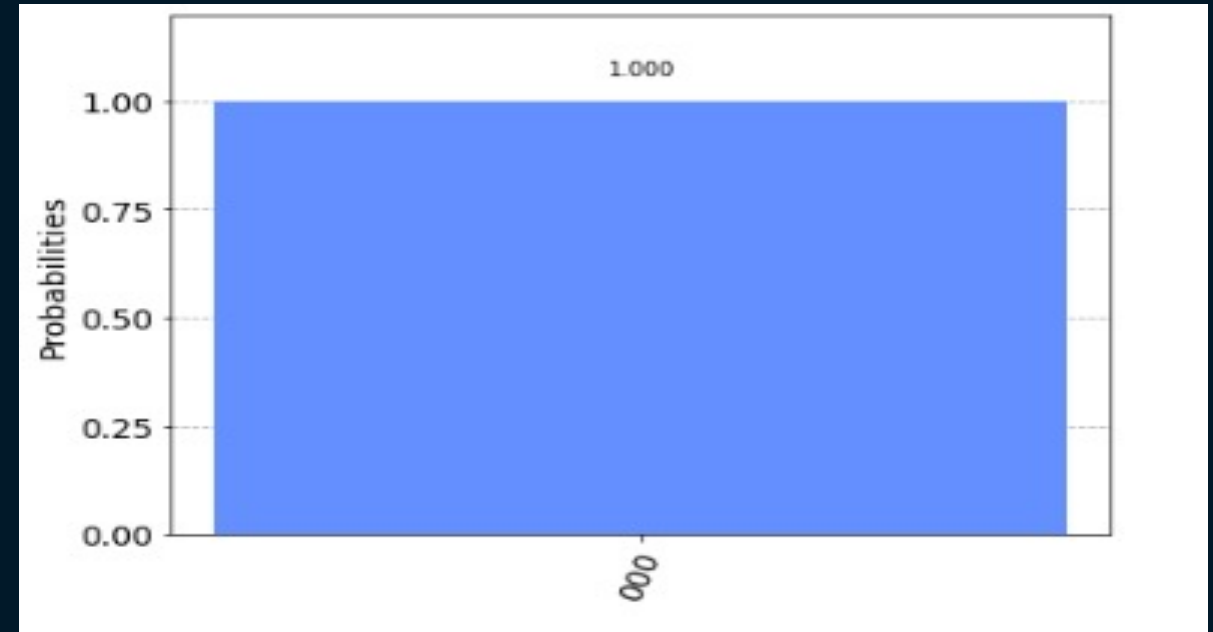
Quantum algorithm. Practical results

Algoritmo Deutsch-Jozsa

Se desarrolló un código de programación en “Qiskit” para crear los circuitos cuánticos que ejecutaran el algoritmo en una computadora cuántica, obteniendo lo siguiente:



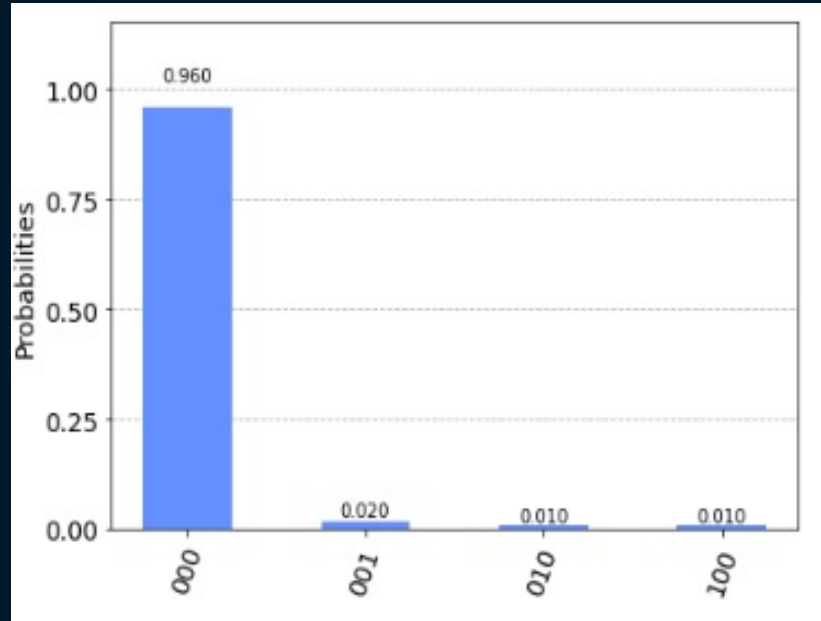
**Circuito Deutsch-Jozsa “Constante”
(transpilado a las compuertas de
IBM)**



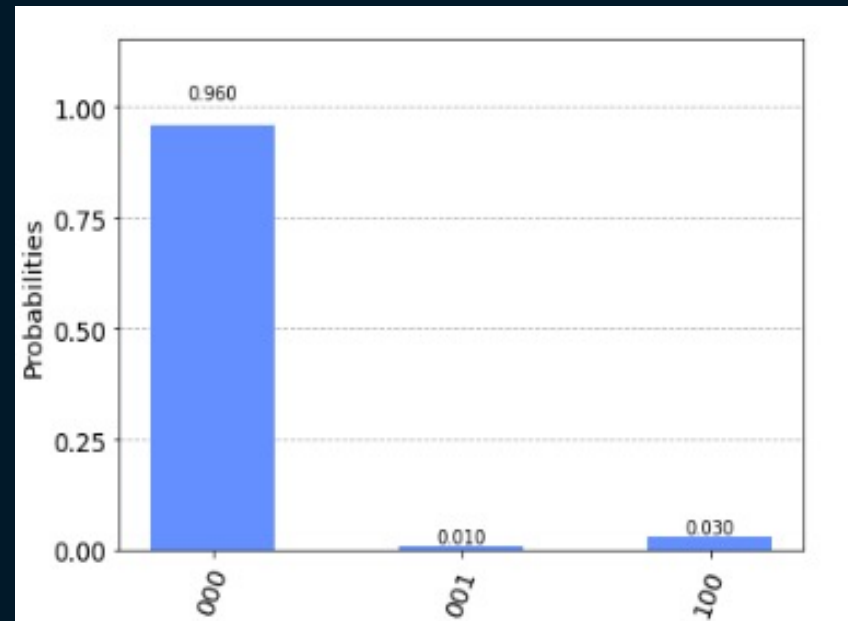
**Estadísticas de posibilidades
(simulado con “aer_simulator”) en
“Qiskit”**

Algoritmo Deutsch-Jozsa

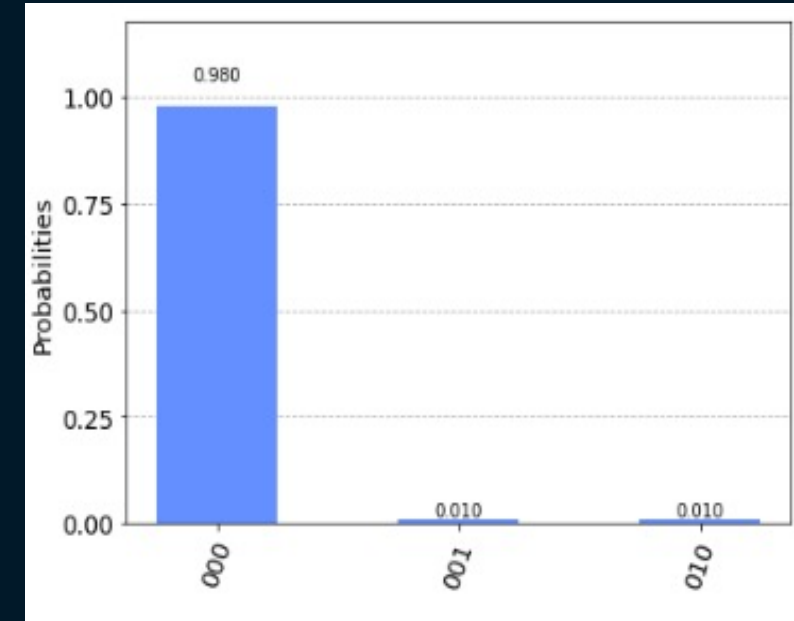
Después se ejecutaron el **circuito cuántico constante**, en las computadoras cuánticas de IBM en distintos procesadores para obtener distintas mediciones en cuanto a los resultados:



Procesador-Lima



Procesador-Quito

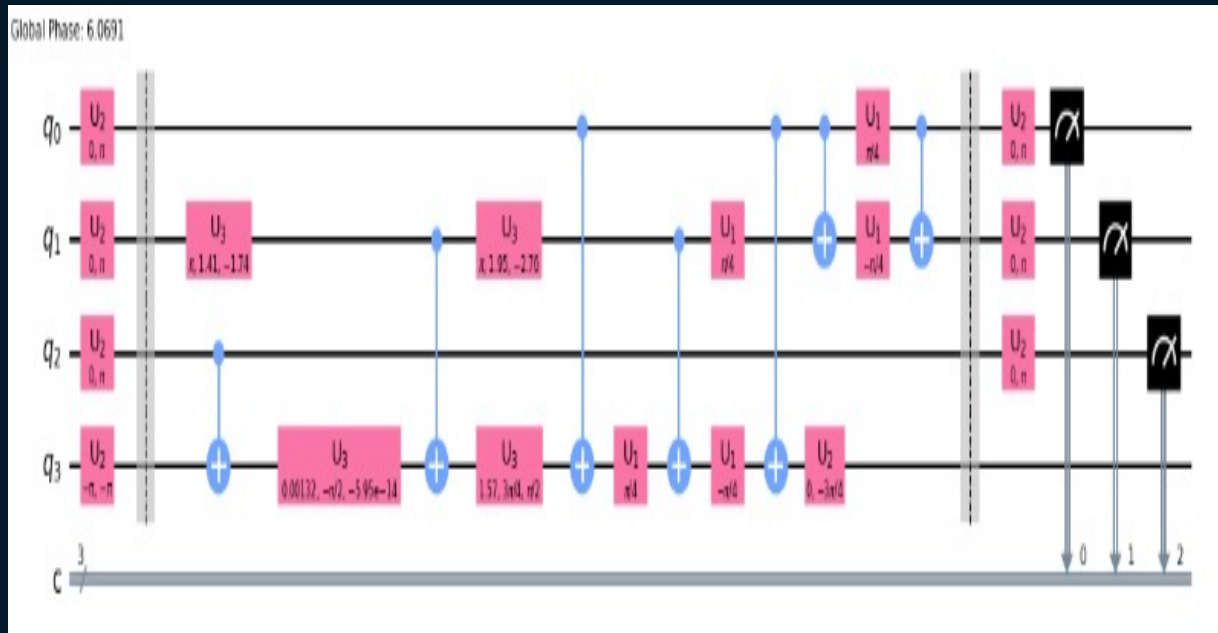


Procesador-Santiago

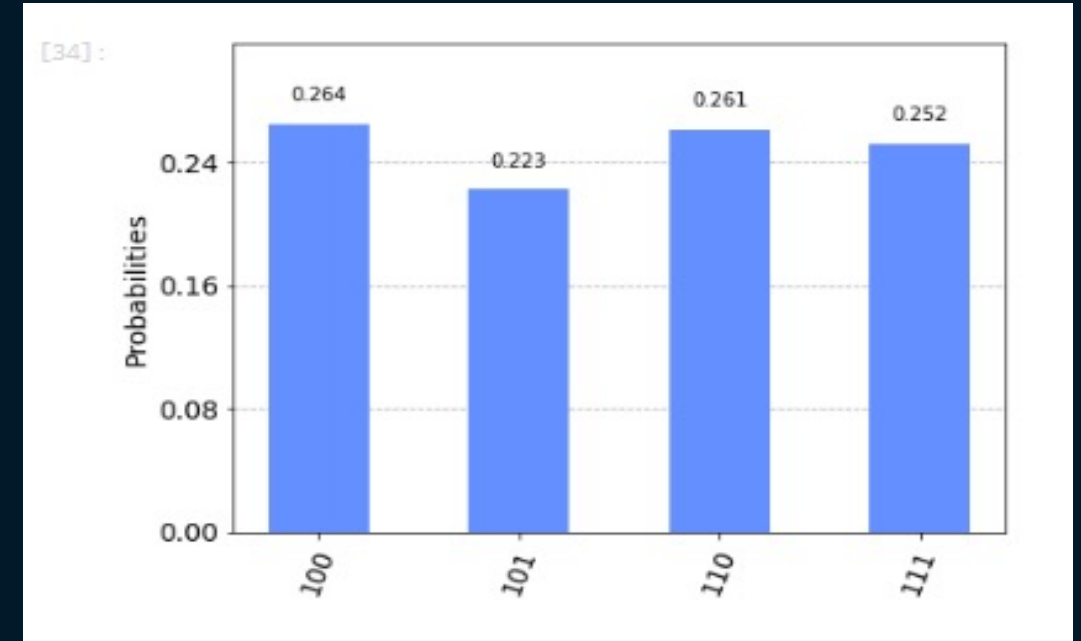
Observación: A la hora de ejecutar el circuito, el procesador Santiago se tardó una gran cantidad de tiempo, para ejecutarlo, debido a la fila de espera para usarlo. Por otra parte se nota una diferencia entre los resultados obtenidos y la simulación original, por la variación estadística debido al ruido.

Algoritmo Deutsch-Jozsa

Se desarrolló un código de programación en “Qiskit” para crear los circuitos cuánticos que ejecutaran el algoritmo en una computadora cuántica, obteniendo lo siguiente:



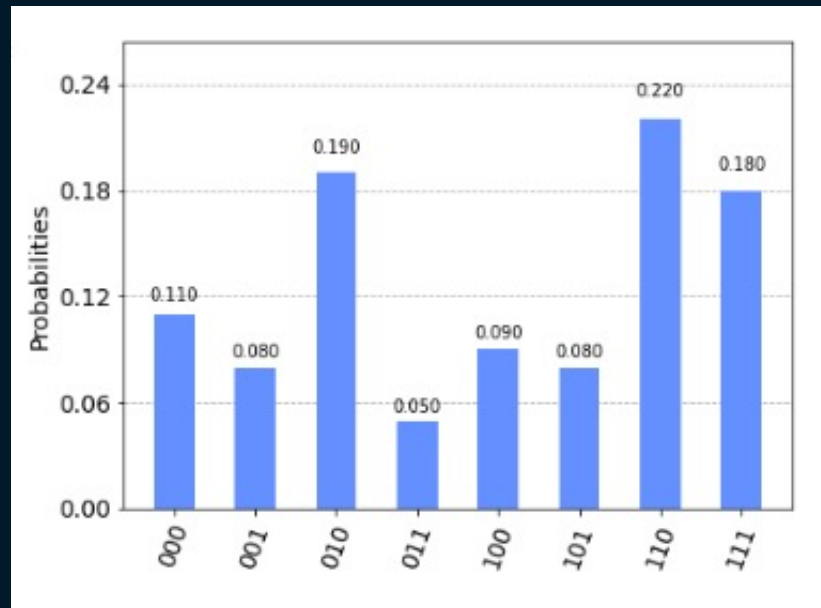
**Circuito Deutsch-Jozsa “Balanceado”
(transpilado a las compuertas de
IBM)**



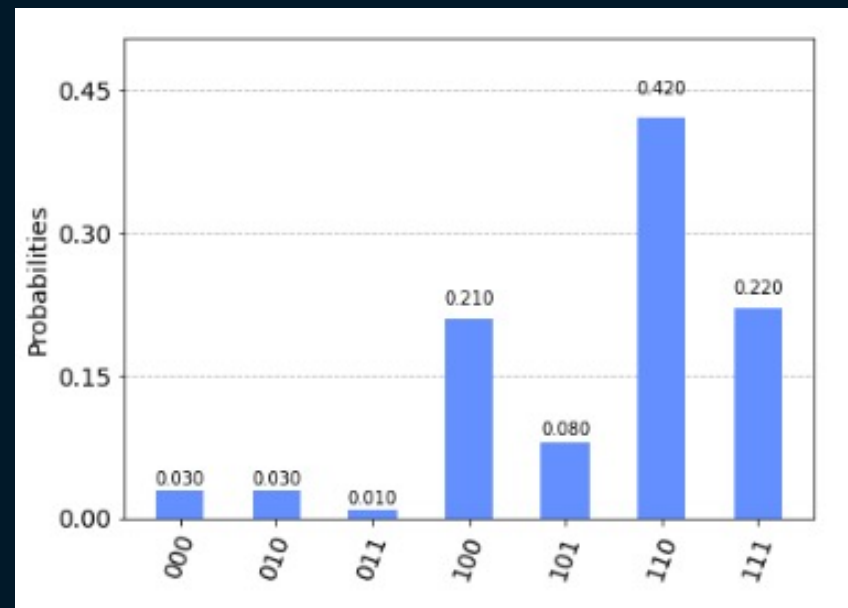
**Estadísticas de posibilidades
(simulado con “aer_simulator”) en
“Qiskit”**

Algoritmo Deutsch-Jozsa

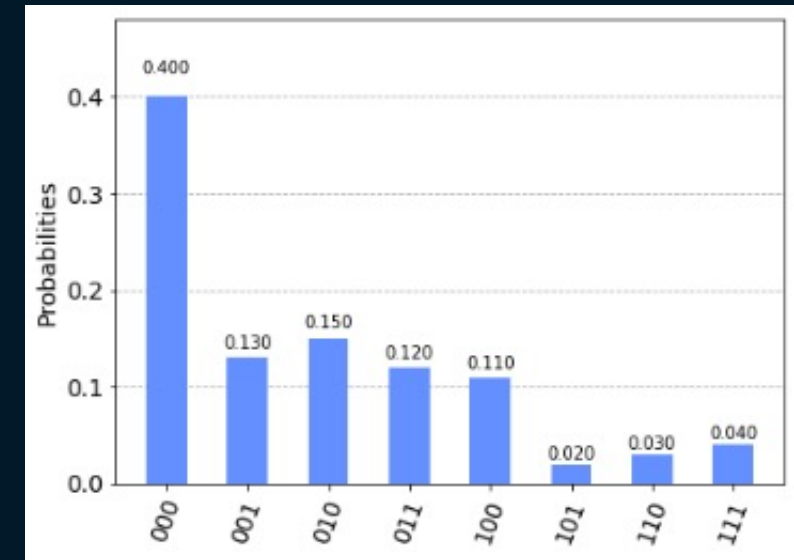
Después se ejecutaron el **circuito cuántico balanceado**, en las computadoras cuánticas de IBM en distintos procesadores para obtener distintas mediciones en cuanto a los resultados:



Procesador-Lima



Procesador-Quito

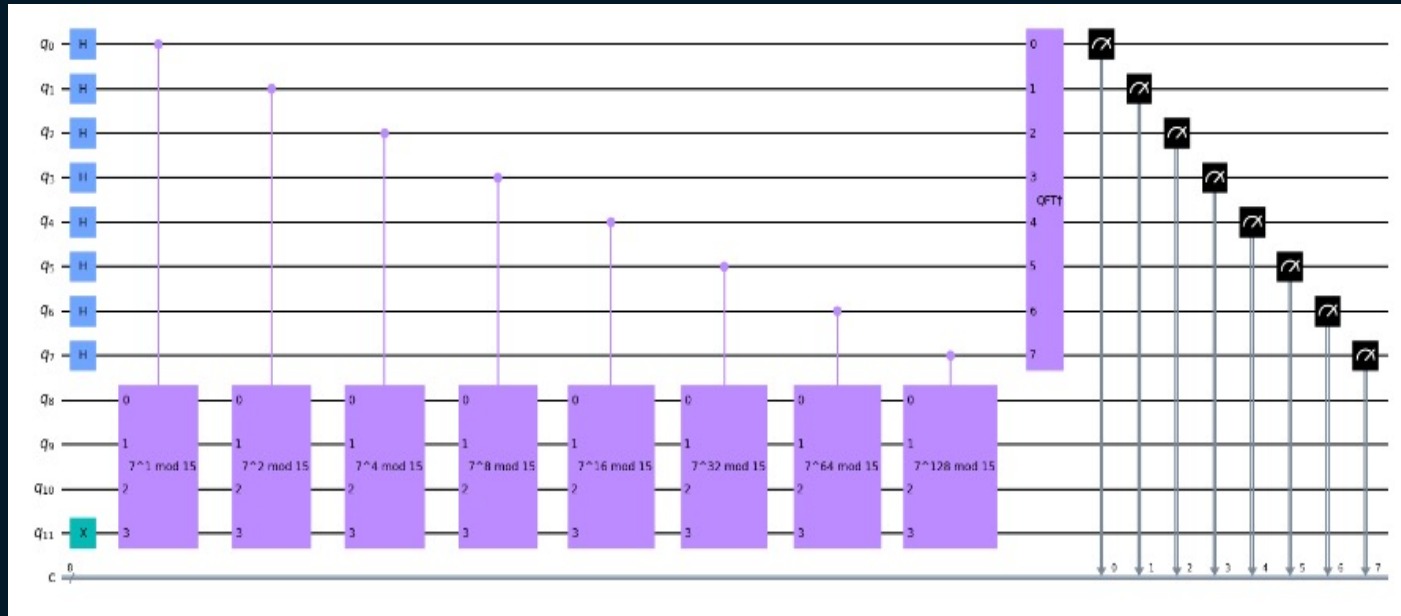


Procesador-Santiago

Observación: Al igual que el anterior circuito con el procesador Santiago, tardó cierta cantidad de tiempo al ejecutarlo. Y se puede ver una gran variación respecto a la simulación original debido al ruido producido por el circuito.

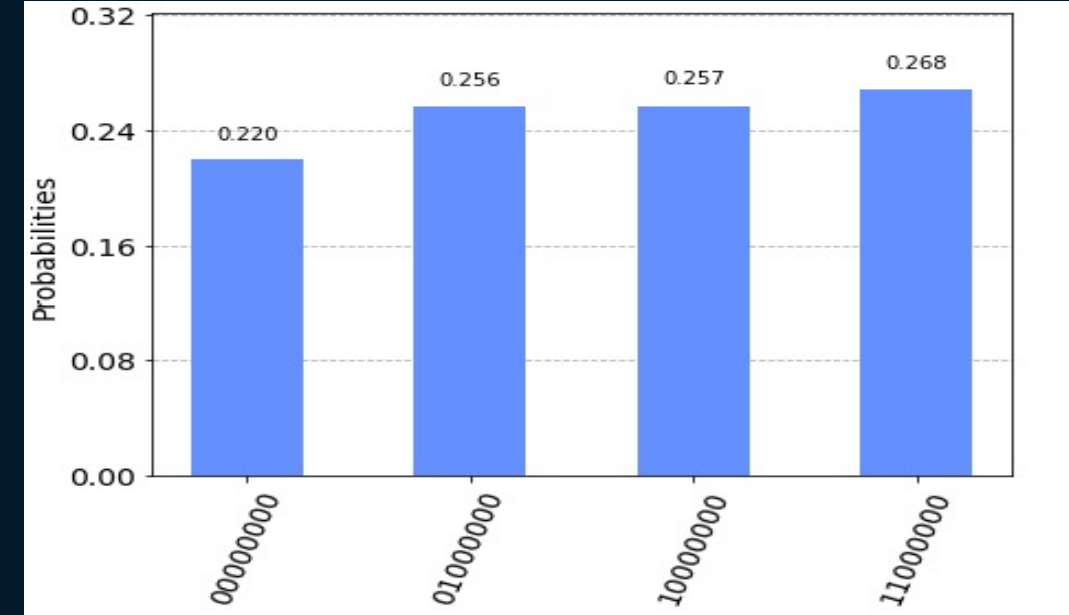
Algoritmo de Shor

La teoría del algoritmo de Shor se complementa con su ejecución práctica en Qiskit, para ejecutar con el algoritmo la factorización del número 15, es lo que veremos a continuación:



Circuito del Algoritmo de Shor para factorizar el número 15

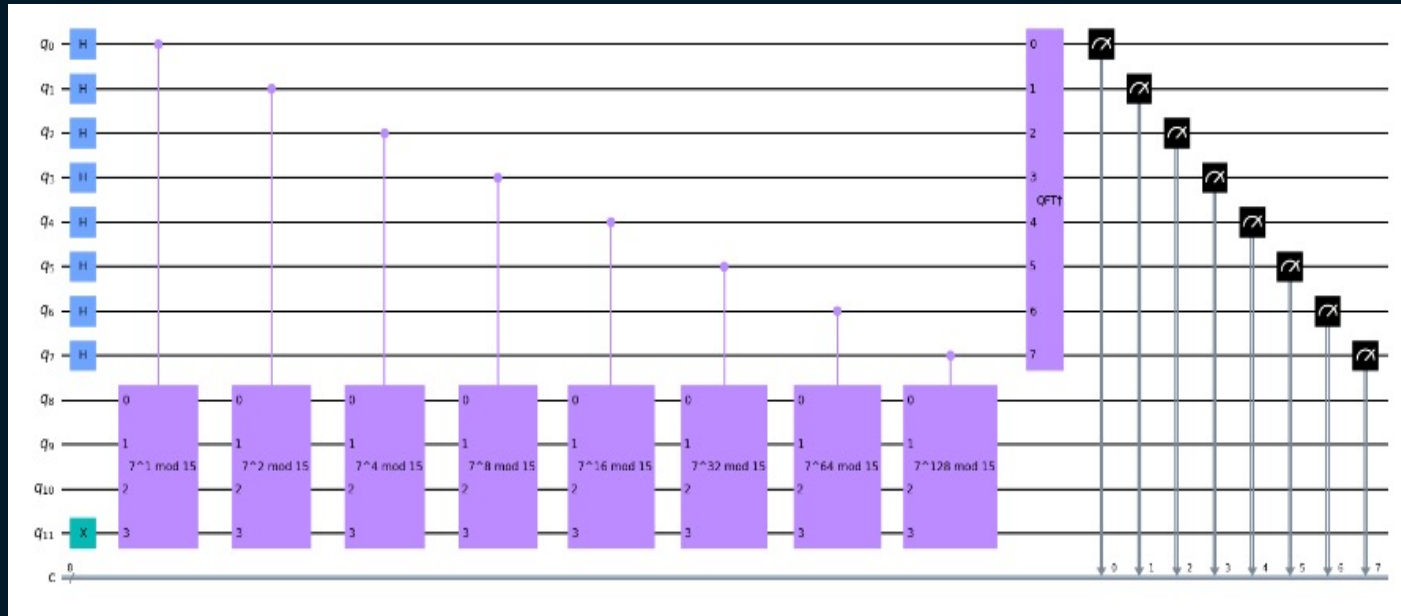
La descripción de este algoritmo consta de, 12 qubits necesarios para su ejecución y distintas compuertas que representan su funcionalidad para factorizar el número dado. Pero no se puede ejecutar en las computadoras cuánticas de IBM ya que éstas tiene como límite de uso 7 qubits.



Estadísticas del circuito (simulado con "aer_simulator") en "Qiskit"

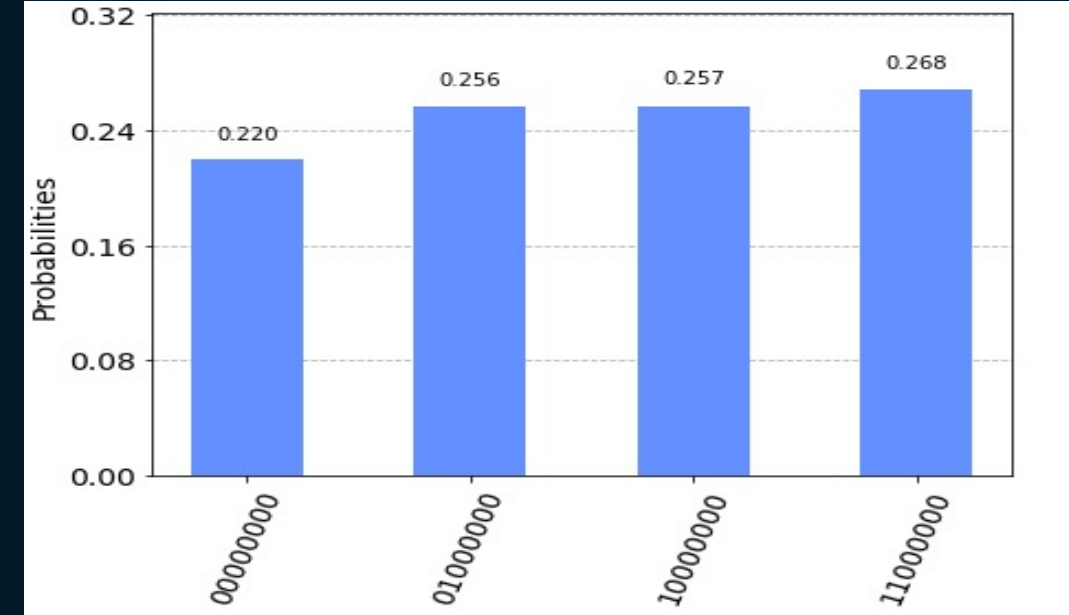
Algoritmo de Shor

La teoría del algoritmo de Shor se complementa con su ejecución práctica en Qiskit, para ejecutar con el algoritmo la factorización del número 15, es lo que veremos a continuación:



Circuito del Algoritmo de Shor para factorizar el número 15

La descripción de este algoritmo consta de, 12 qubits necesarios para su ejecución y distintas compuertas que representan su funcionalidad para factorizar el número dado. Pero no se puede ejecutar en las computadoras cuánticas de IBM ya que éstas tiene como límite de uso 7 qubits.

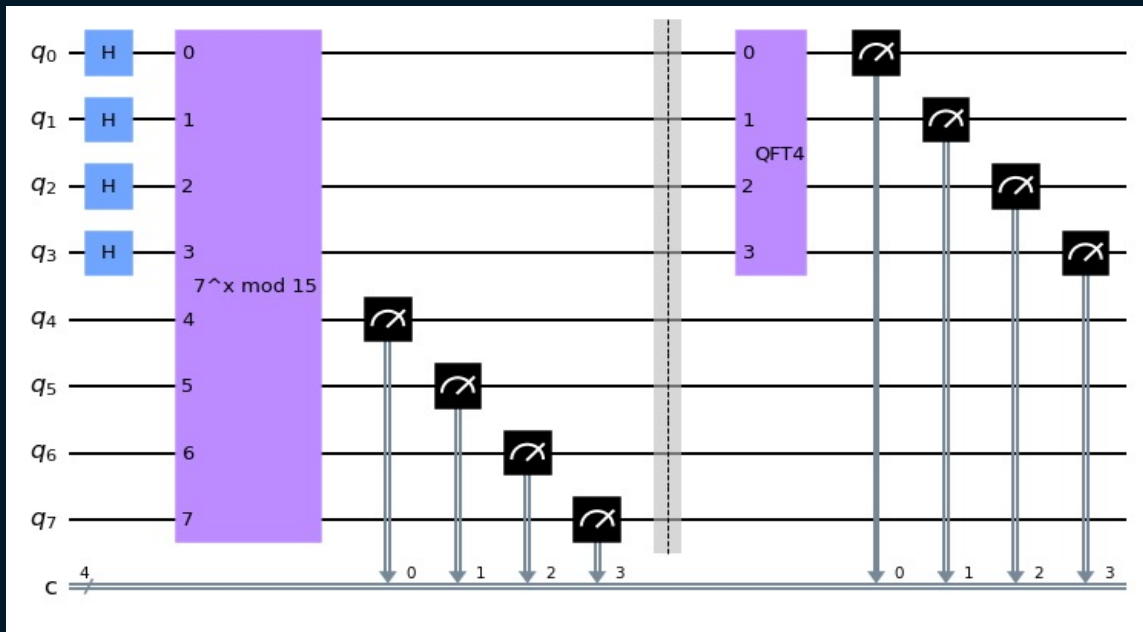


Estadísticas del circuito (simulado con "aer_simulator") en "Qiskit"

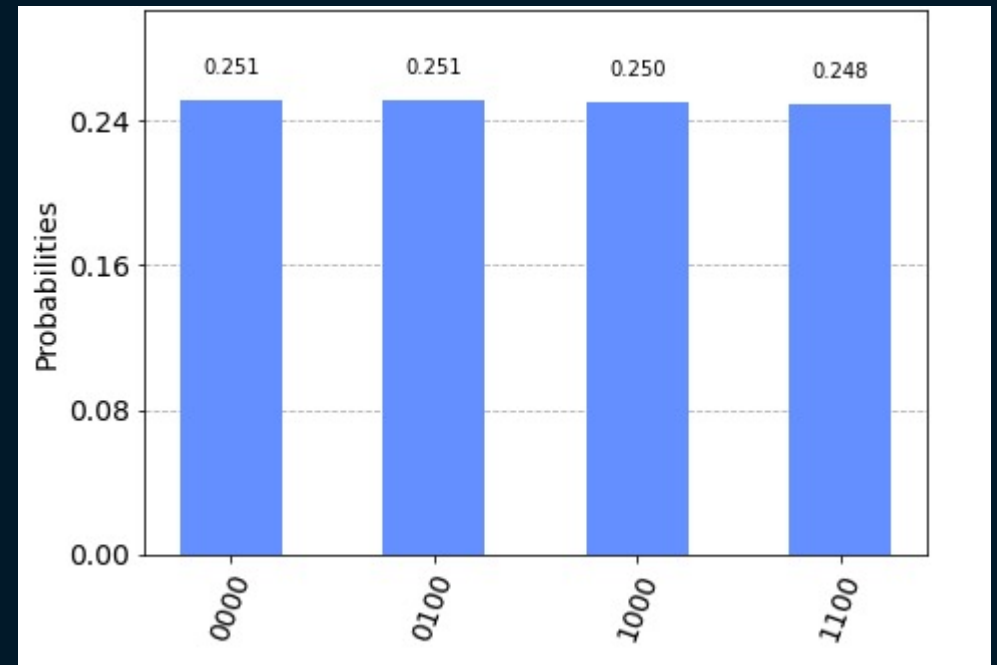
Algoritmo de Shor

A continuación se muestra una variante del algoritmo de Shor para factorizar el número 15, pero aún así sobrepasa el límite de qubits de las computadoras de IBM (ya que el circuito requiere 8 qubits), queda el siguiente circuito para factorizar el número:

Circuito del Algoritmo de Shor para factorizar el número 15 (Variante): sin transpilar

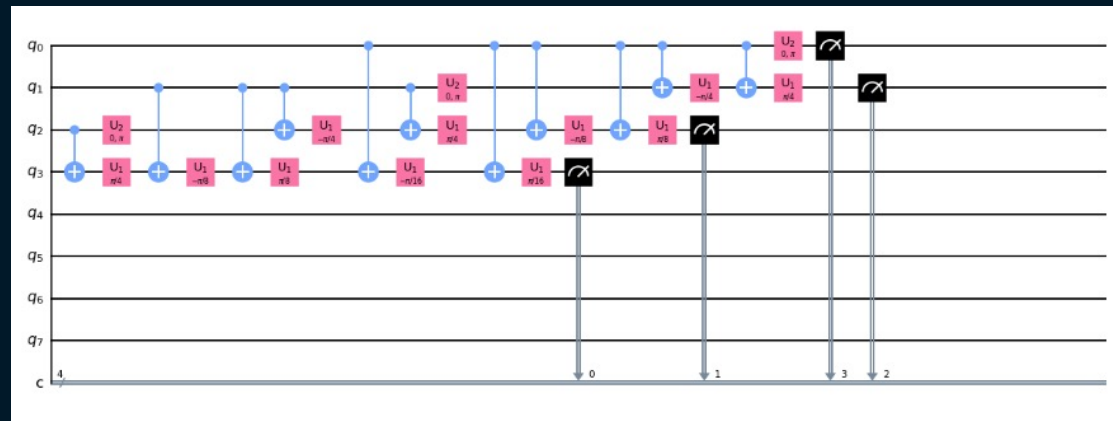
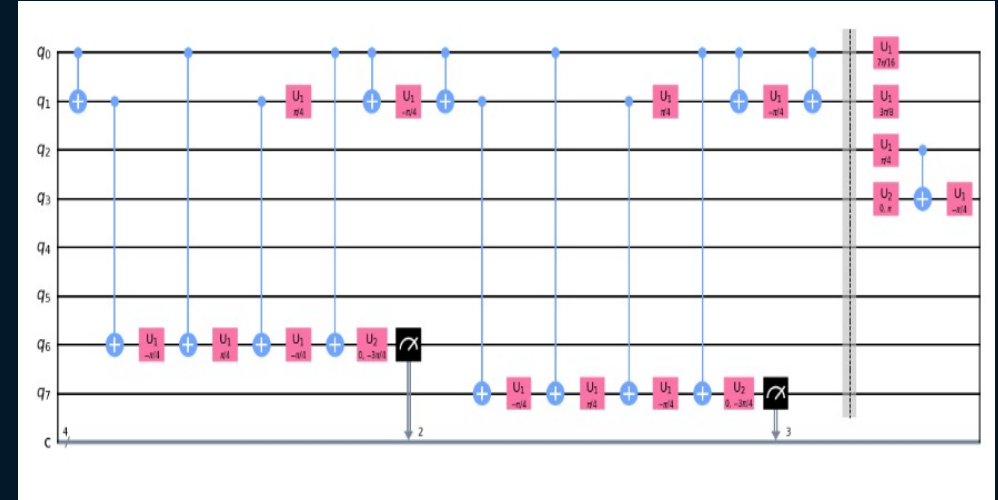
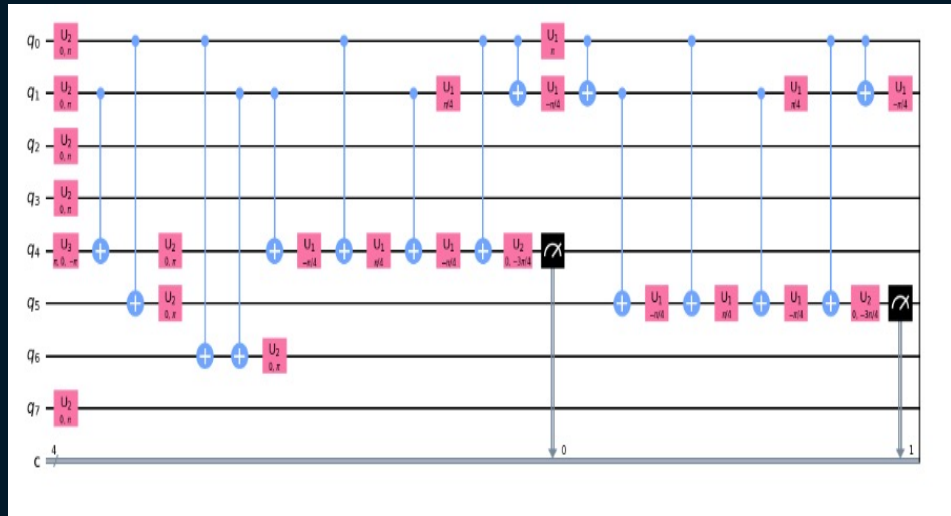


Estadísticas de posibilidades (simulado con “aer_simulator”) en “Qiskit”



Algoritmo de Shor

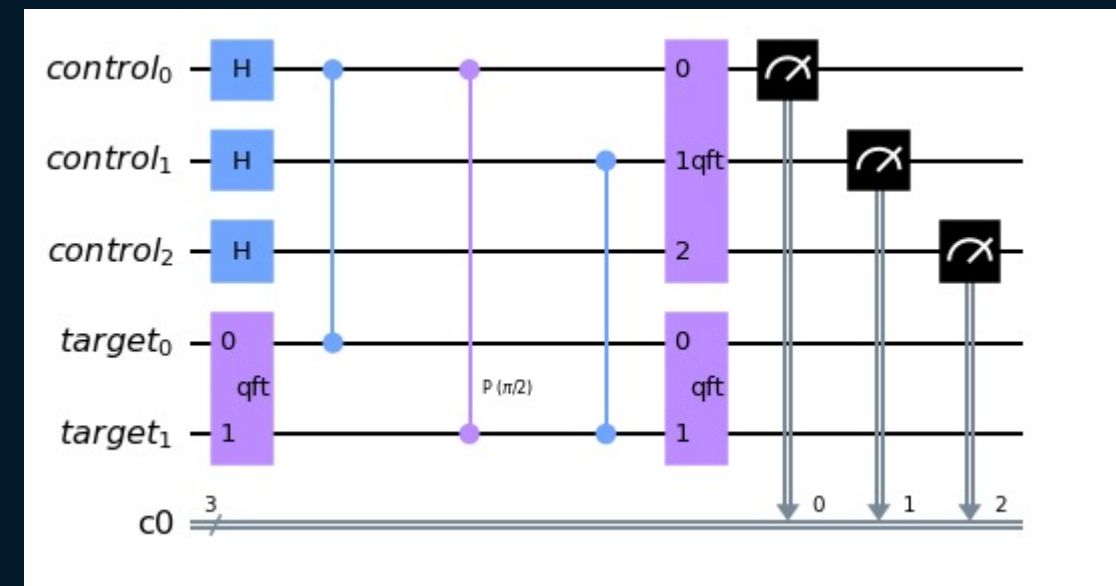
Al transpilarlas da como resultado tres distintas estructuras del circuito, a ejecutarse en la computadora cuántica , esto nos indica principalmente la extensión del circuito cuántico:



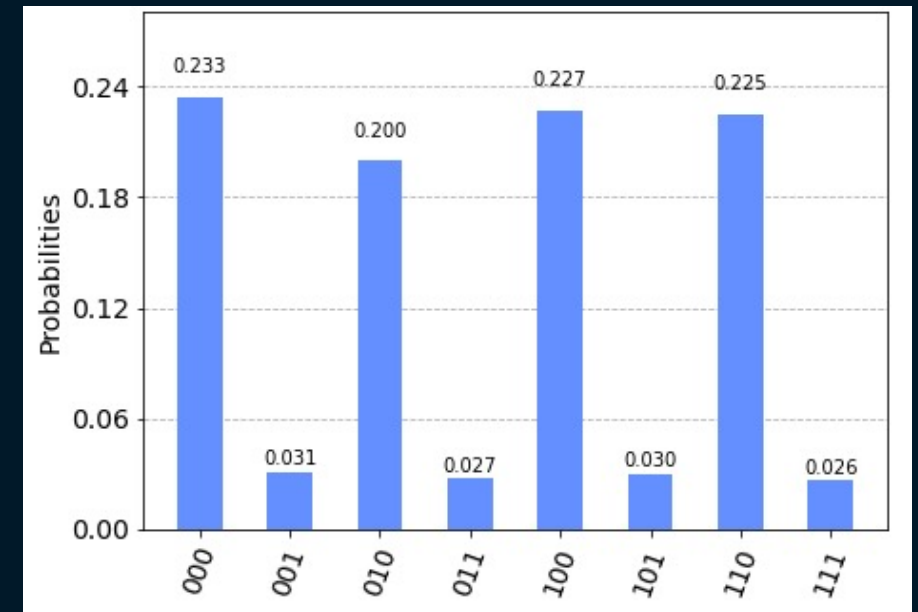
Algoritmo de Shor

Para poder desarrollar la factorización del número 15 mediante el algoritmo de Shor en una de las computadoras de IBM, utilizamos como recurso el siguiente código del “Challenge del 2021 de IBM de Qiskit ” (véase abajao); con el fin de poder factorizar el algoritmo en una computadora cuántica.

Circuito del Algoritmo de Shor para factorizar el número 15 (Variante Optimizada para 5 qubits



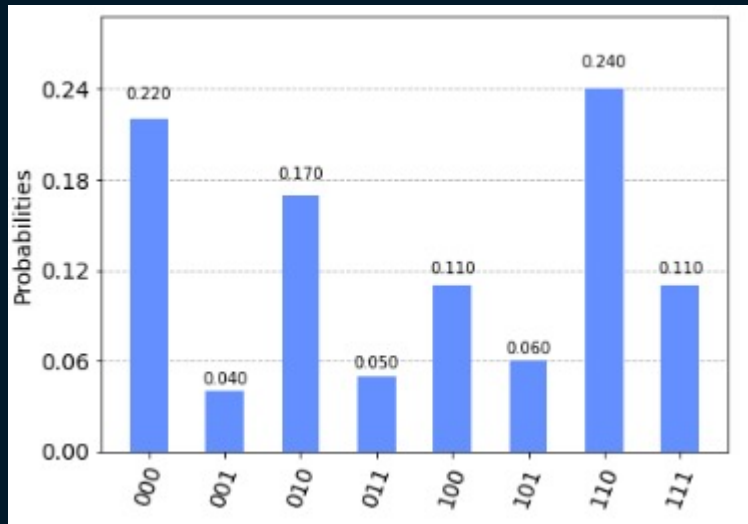
Estadísticas de posibilidades simuladas



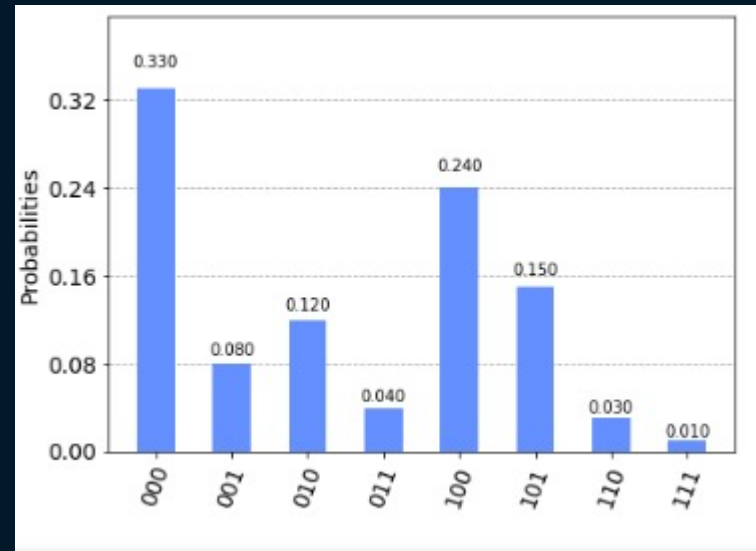
<https://github.com/qiskit-community/ibm-quantum-challenge-2021/blob/main/solutions%20by%20authors/ex2/ex2-solution.ipynb>

Algoritmo de Shor

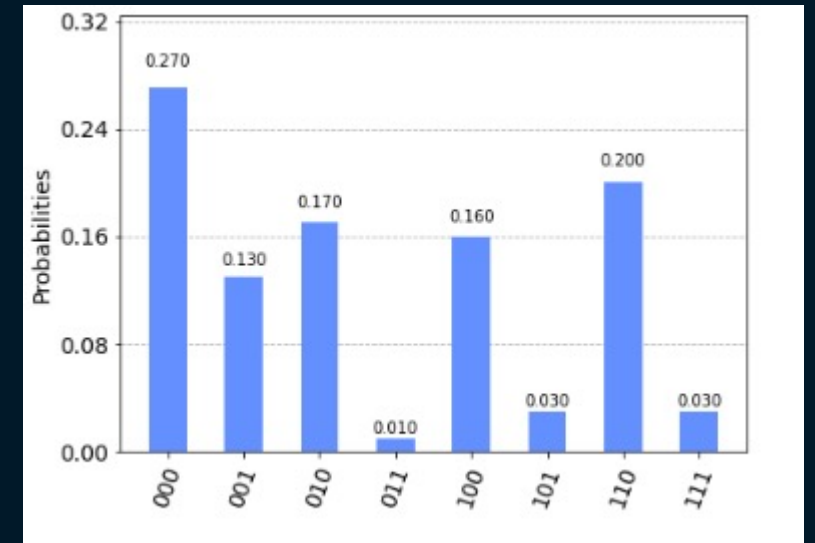
A continuación se presentan los resultados del circuito ejecutado en la computadora cuántica de IBM, en tres distintos procesadores, con el fin de ver la diferencia entre éstos y sus variaciones debido al ruido:



Procesador-Lima



Procesador-Quito



Procesador-Santiago

Observación: se pueden ver distintas variaciones para expresar los resultados , debido al ruido producido a la hora de ejecutar el circuito.