

IMPLEMENTACIÓN DE ALGORITMO DE DEUTSCH Y DEUTSCH-JOZSA

Andres Serrato Camero

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

andres.serrato-c@mail.escuelaing.edu.co

27/11/2022

*Este reporte se entrega para cumplir con los requisitos parciales del curso CNYT:
Computación Cuántica- 2022-2*

Tabla de contenidos

TABLA DE CONTENIDOS	1
1 INTRODUCCIÓN	2
2 ALGORITMO DE DEUTSCH	2
2.1 PROBLEMA.....	2
2.2 IMPLEMENTANDO LAS FUNCIONES EN EL COMPUTADOR CUÁNTICO	5
2.3 IMPLEMENTANDO EL ALGORITMO DE DEUTSCH EN UN COMPUTADOR CUÁNTICO	5
3 ALGORITMO DE DEUTSCH-JOZSA	5
3.1 PROBLEMA.....	8
3.2 IMPLEMENTANDO LAS FUNCIONES EN EL COMPUTADOR CUÁNTICO	8
3.3 IMPLEMENTANDO EL ALGORITMO DE DEUTSCH-JOZSA EN UN COMPUTADOR CUÁNTICO.....	8
4 CONCLUSIONES.....	11
5 BIBLIOGRAFÍA	11

1 Introducción

Nuestra sociedad actualmente presenta una creciente demanda tecnológica, la cual de manera constante a buscado una mayor velocidad de procesamiento.

Ante este problema en 1980 Paul Benioff propuso un modelo cuántico mecánico de la máquina de Turing, la cual consiste en un manejo especial de la información basándose en el uso de los qbits, que indican la cantidad de bits en superposición, esto produce que ante una cantidad mayor de qbits se permite una mayor cantidad de operaciones realizadas.

En la actualidad la computación cuántica se puede usar para el desarrollo de problemas simples de manera más eficaz de cómo se realizaría en un computador clásico.

En este trabajo veremos dos de las aplicaciones más básicas que se pueden tener, las cuales se trabajaran mediante el algoritmo de Deutsch y Deutsch-Jozsa.

2 Algoritmo de Deutsch

El experimento que se describirá a continuación gira en torno al algoritmo de Deutsch, de manera que se realizaran diferentes pruebas que logren comprobar que el algoritmo resuelve el problema (que se describirá en el 2.1) en las 4 funciones posibles.

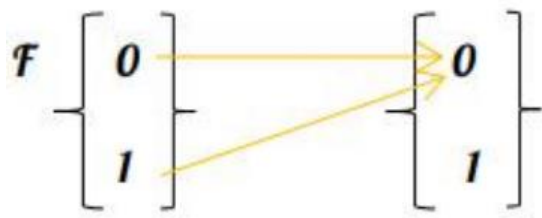
Para la ejecución de este algoritmo se utilizan compuertas cuánticas y lógicas como Hadamard y el CNOT.

2.1 Problema

valor binario y devuelve otro valor binario tiene que averiguar si esta función es balanceada o constante. El problema que busca resolver el algoritmo de Deutsch es dada una función que toma un

Las 4 funciones posibles son:

1ra.



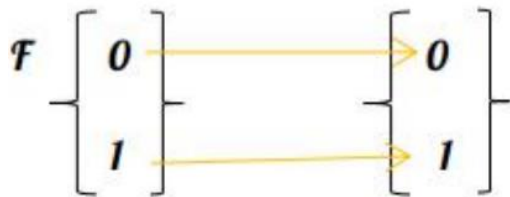
La función anterior obtenemos la siguiente tabla.

$ X $	$ Y $	$f(x)$	$\psi \circ f(x)$	$ x $	$ \psi \circ f(x) $
$ 0 $	$ 0 $	0	0	$ 0 $	$ 0 $
$ 0 $	$ 1 $	0	1	$ 0 $	$ 1 $
$ 1 $	$ 0 $	0	0	$ 1 $	$ 0 $
$ 1 $	$ 1 $	0	1	$ 1 $	$ 1 $

la matriz

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

2



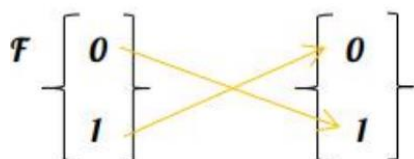
La tabla generada es

$ X $	$ Y $	$f(x)$	$\psi \circ f(x)$	$ x $	$ \psi \circ f(x) $
$ 0 $	$ 0 $	0	0	$ 0 $	$ 0 $
$ 0 $	$ 1 $	0	1	$ 0 $	$ 1 $
$ 1 $	$ 0 $	1	1	$ 1 $	$ 1 $
$ 1 $	$ 1 $	1	0	$ 1 $	$ 0 $

Y la matriz es

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

3



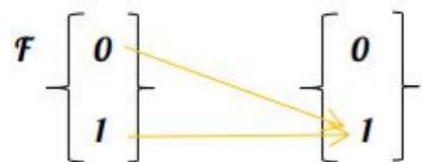
De la función anterior se obtiene la tabla

$ x $	$ y $	$f(x)$	$\psi \circ f(x)$	$ x $	$ \psi \circ f(x) $
$ 0 $	$ 0 $	1	1	$ 0 $	$ 1 $
$ 0 $	$ 1 $	1	0	$ 0 $	$ 0 $
$ 1 $	$ 0 $	0	0	$ 1 $	$ 0 $
$ 1 $	$ 1 $	0	1	$ 1 $	$ 1 $

Y la matriz

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

4



De la función anterior obtenemos la siguiente tabla

Y la matriz

$ x\rangle$	$ y\rangle$	$f(x)$	$y \oplus f(x)$	$ x\rangle$	$ y \oplus f(x)\rangle$
$ 0\rangle$	$ 0\rangle$	1	1	$ 0\rangle$	$ 1\rangle$
$ 0\rangle$	$ 1\rangle$	1	0	$ 0\rangle$	$ 0\rangle$
$ 1\rangle$	$ 0\rangle$	1	1	$ 1\rangle$	$ 1\rangle$
$ 1\rangle$	$ 1\rangle$	1	1	$ 1\rangle$	$ 0\rangle$

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

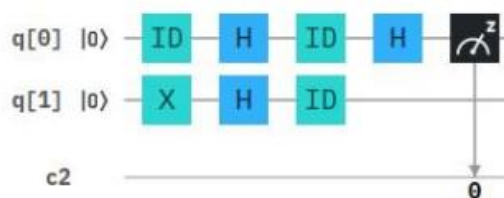
2.2 Implementando las funciones en el computador cuántico

Al obtener la matriz correspondiente de cada una de las funciones necesitamos encontrar una U_f es decir la función que se desconoce del circuito cuántico, esta es la que nos permite modificar nuestros qbits de entrada para que estos correspondan a los qbits de salida que conocemos gracias a la matriz de cada una de sus funciones

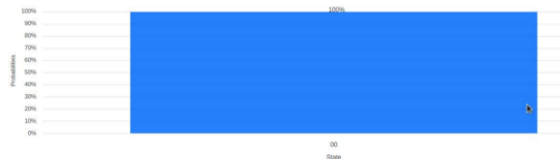
2.3 Implementando el algoritmo de Deutsch en un computador cuántico

Después de hallar el circuito relacionado a las funciones requeridas vemos que al realizar la simulación de las funciones evaluadas en el algoritmo de deutschs, comprobando así su correcto funcionamiento.

Circuito

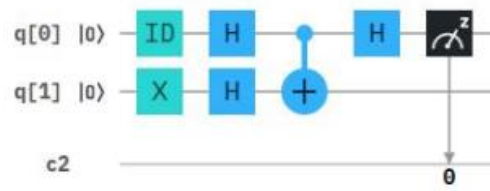


Resultados



Función 2

Circuito

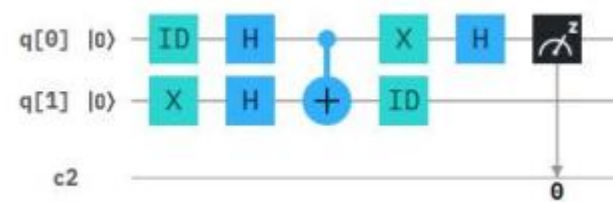


Resultados



función 3

Circuito

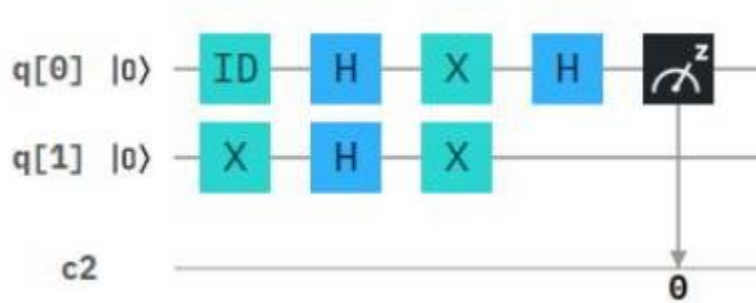


Resultados



Función 4

Circuito



Resultados



De lo anterior podemos afirmar que las funciones 1 y 4 son constantes mientras que las 2 y 3 esto debido a la teoría en el inciso 2.1

3 Algoritmo de Deutsch-Jozsa

El algoritmo de Deutsch-Jozsa, es un algoritmo parecido al algoritmo de Deutsch la única diferencia es que en vez de hacerlo con solo 2 qbits los hace con n qbits.

3.1 Problema

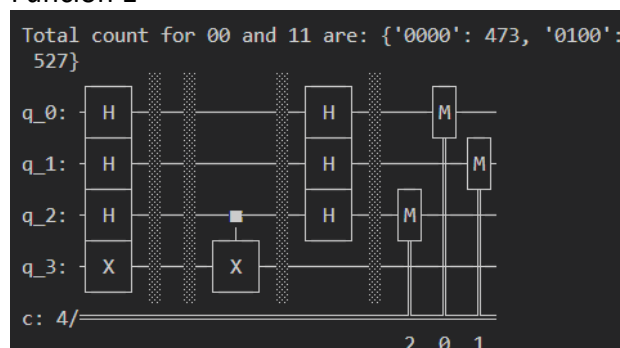
valor binario y devuelve otro valor binario tiene que averiguar si esta función es balanceada o constante. El problema que busca resolver el algoritmo de Deutsch es dada una función que toma un

se van a resolver 4 funciones

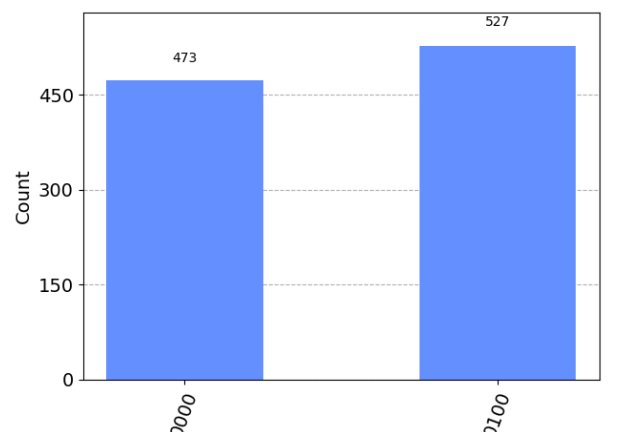
3.2 Implementando las funciones en el computador cuántico

3.3 Implementando el algoritmo de Deutsch-Josza en un computador cuántico

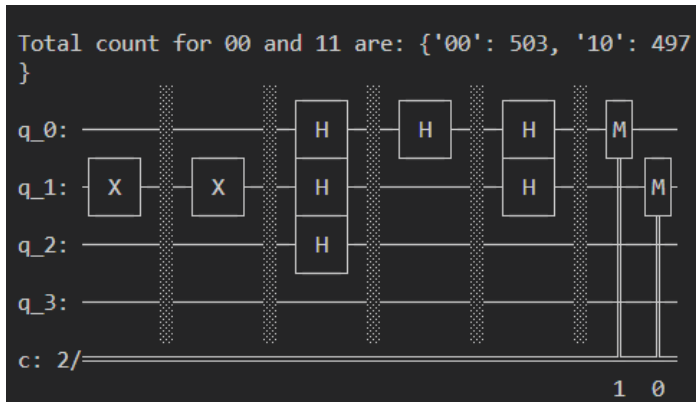
Función 1



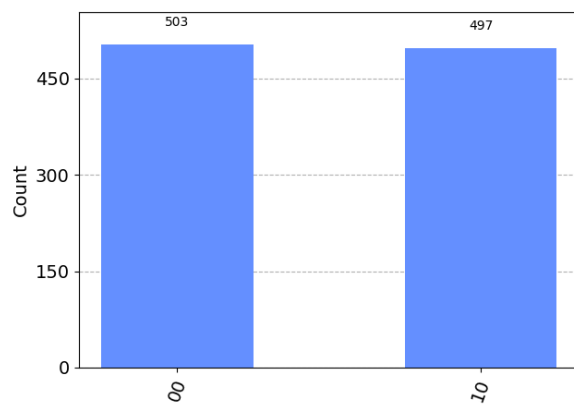
Resultados



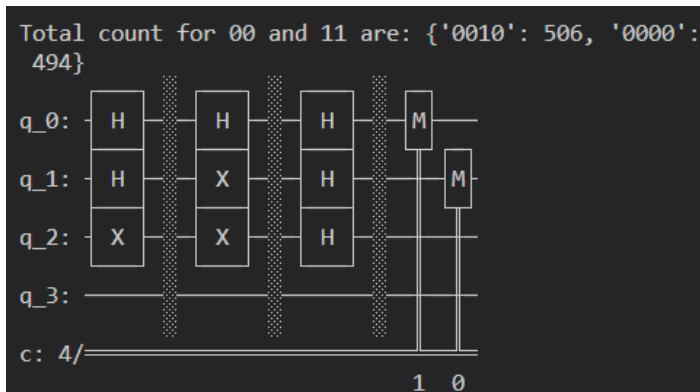
Función 2



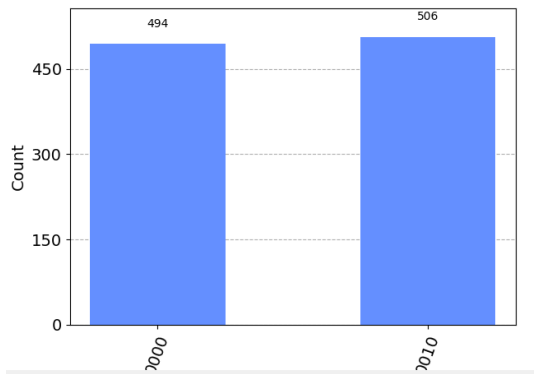
Resultados



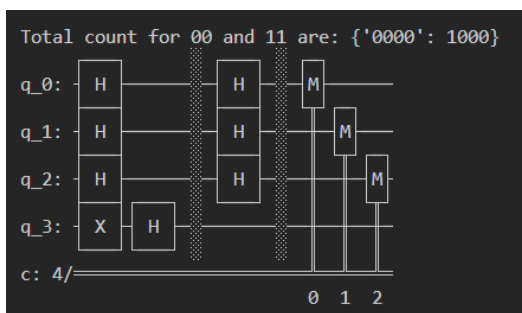
Función 3



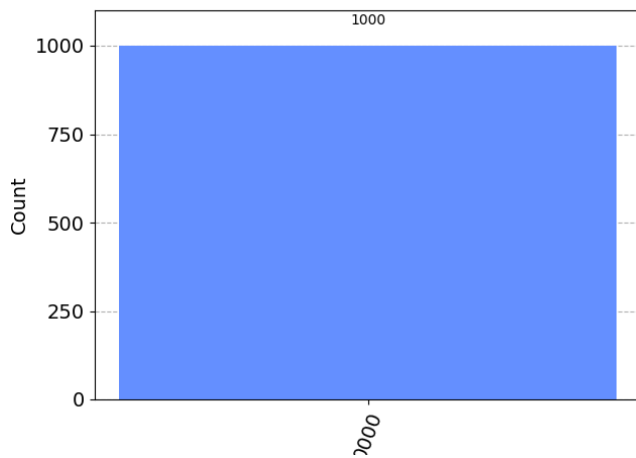
Resultados



Función 4



Resultados



De los resultados de las 4 anteriores funciones podemos concluir que las 3 primeras funciones son balanceadas pues aunque exactamente no se dividieron en dos resultados iguales esto lo podemos justificar por la cantidad de Qbits que se están manejando pues mientras mas aumente la cantidad de qbits usados mayor probabilidad de fallo existe, por otro lado podemos afirmar con toda seguridad que la función 4 es constante pues todos sus resultados dieron solo a un resultado

4 Conclusiones

- . El algoritmo de Deutsch es totalmente efectivo para realizar la comprobación de si una función es constante o balanceada.
2. El computador cuántico de IBM es más acorde a los cálculos reales, muestra leves desviaciones con probabilidades bajas, normales en computación cuántica.
3. Se pueden construir infinitas de funciones de orden $n > 2$ las cuales se puede saber si son balanceadas o constantes al pasar por el algoritmo de Deutsch-Jozsa.

5 Bibliografía

Franco, R. (2021). Deutsch-Jozsa Algorithm: a look at the power of quantum computing. *Reportes científicos de la FACEN*, 12(2), 83–87.

<https://doi.org/10.18004/rcfacen.2021.12.2.83>

quantum computing for computer scientists