**Algoritmo de Deutsch y Deutsch-Jozsa**

**Juan Sebastian Buitrago Piñeros**

**Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito**

[**juan.buitrago-p@mail.escuelaing.edu.co**](mailto:juan.buitrago-p@mail.escuelaing.edu.co)

**21 noviembre de 2023**

*Este reporte se entrega para cumplir con los requisitos parciales del curso CNYT: Computación Cuántica- 2023-2*

# Tabla de contenidos

[Tabla de contenidos 1](#_Toc39509128)

[1 Introducción 1](#_Toc39509129)

[2 Algoritmo de Deutsch 2](#_Toc39509130)

[2.1 Problema 2](#_Toc39509131)

[2.2 Implementando las funciones en el computador cuántico 2](#_Toc39509132)

[2.3 Implementando el algoritmo de Deutsch en un computador cuántico 2](#_Toc39509133)

[3 Algoritmo de Deutsch-Jozsa 2](#_Toc39509134)

[3.1 Problema 2](#_Toc39509135)

[3.2 Implementando las funciones en el computador cuántico 2](#_Toc39509136)

[3.3 Implementando el algoritmo de Deutsch-Josza en un computador cuántico 2](#_Toc39509137)

[4 Conclusiones 2](#_Toc39509138)

[5 Bibliografía 2](#_Toc39509139)

# Introducción

# La computación cuántica tiene raíces en la materia de la mecánica cuántica. La teoría cuántica se basa en la probabilidad y la estadística, sus inicios generaron controversia debido al descubrimiento del principio de incertidumbre. El cual establece un límite a la precisión de ciertas mediciones como en el fenómeno del experimento de la doble rendija y la superposición cuántica, que no pueden explicarse mediante un sistema físico clásico. A pesar de esto Erwin Schrödinger, Werner Heisenberg, Max Planck y Paul Dirac introdujeron un nuevo modelo a la computación clásica. Este modelo aprovecha el uso de qubits y la superposición de bits, dando lugar a nuevas compuertas lógicas y algoritmos con el fin de resolver problemas de manera más eficiente.

# En este informe, se analizarán dos algoritmos el algoritmo de Deutsch y el algoritmo de Deutsch-Jozsa. La explicación e implementación de estos se hará en Python junto con las bibliotecas Qiskit y Matplotlib. Se realizarán pruebas de ejecución, se dará la representación gráfica de los circuitos y observaciones finales para evaluar el funcionamiento de ambos.

# Este documento se divide en cuatro partes. La primera será introducción, la segunda se centra en explicar el algoritmo de Deutsch. Esta sección se divide en tres partes: presentación del problema, implementación de las funciones aplicadas en el algoritmo y la implementación del algoritmo de Deutsch en un computador cuántico. La tercera parte expone el algoritmo de Deutsch-Jozsa, siguiendo los mismos pasos que en la segunda parte y finalmente, se presentaran conclusiones derivadas de los experimentos realizados.

# Algoritmo de Deutsch

Este algoritmo se centra en determinar si una función (representada como una caja negra) es balanceada (F(0) ≠ F(1)) o constante (F(0) = F(1))

## Problema

Busca determinar si la caja negra presente en el circuito es balanceada o constante. En total son cuatro cajas negras.

## Implementando las funciones en el computador cuántico

**La primera función implementada es:**

Imagen en blanco y negro

Descripción generada automáticamente con confianza baja

Esta función es balanceada porque F(0) = 0 y F(1) = 1, por lo tanto, F(0) ≠ F(1).

Texto

Descripción generada automáticamente con confianza baja

Circuito General: La ecuacion que representa este circuito es

Gráfico de cajas y bigotes

Descripción generada automáticamente

El dibujo para cada uno de los posibles estados son los siguientes:

Gráfico, Forma, Gráfico de rectángulos

Descripción generada automáticamenteDiagrama

Descripción generada automáticamente

Gráfico, Gráfico de rectángulos

Descripción generada automáticamente

Diagrama

Descripción generada automáticamente

Gráfico, Gráfico de rectángulos

Descripción generada automáticamenteDiagrama

Descripción generada automáticamente

Gráfico, Gráfico de rectángulos

Descripción generada automáticamenteDiagrama

Descripción generada automáticamente con confianza media

**La segunda función implementada es:**

Gráfico, Gráfico de líneas

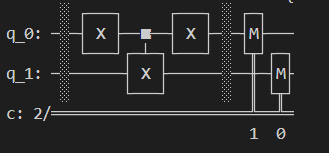
Descripción generada automáticamente

Esta función es balanceada porque F(0) = 1 y F(1) = 0, por lo tanto, F(0) ≠ F(1).

Texto

Descripción generada automáticamente con confianza baja

Circuito General: La ecuacion que representa este circuito es



El dibujo para cada uno de los posibles estados son los siguientes:

Gráfico, Gráfico de rectángulos

Descripción generada automáticamenteDiagrama

Descripción generada automáticamente

Gráfico, Gráfico de rectángulos

Descripción generada automáticamente

Imagen que contiene Diagrama

Descripción generada automáticamente

Gráfico, Gráfico de rectángulos

Descripción generada automáticamenteDiagrama

Descripción generada automáticamente con confianza media

Gráfico, Gráfico de rectángulos

Descripción generada automáticamente

Diagrama

Descripción generada automáticamente

**La tercera función implementada es:**

Gráfico, Gráfico de líneas

Descripción generada automáticamente

Esta función es balanceada porque F(0) = 0 y F(1) = 0, por lo tanto, F(0) = F(1). Texto

Descripción generada automáticamente con confianza media

Circuito General: La ecuacion que representa este circuito es

Diagrama

Descripción generada automáticamente

El dibujo para cada uno de los posibles estados son los siguientes:

Gráfico, Gráfico de rectángulos

Descripción generada automáticamenteDiagrama

Descripción generada automáticamente

Gráfico, Gráfico de rectángulos

Descripción generada automáticamenteDiagrama

Descripción generada automáticamente

Gráfico, Gráfico de rectángulos

Descripción generada automáticamenteDiagrama

Descripción generada automáticamente

Gráfico, Gráfico de rectángulos

Descripción generada automáticamenteDiagrama

Descripción generada automáticamente

**La cuarta función implementada es:**

Gráfico, Gráfico de líneas

Descripción generada automáticamente

Esta función es balanceada porque F(0) = 1 y F(1) = 1, por lo tanto, F(0) = F(1).

Imagen que contiene Interfaz de usuario gráfica

Descripción generada automáticamente

Circuito General: La ecuacion que representa este circuito es

Diagrama

Descripción generada automáticamente

El dibujo para cada uno de los posibles estados son los siguientes:

Gráfico, Gráfico de rectángulos

Descripción generada automáticamenteDiagrama

Descripción generada automáticamente

Gráfico, Gráfico de rectángulos

Descripción generada automáticamenteDiagrama

Descripción generada automáticamente

Gráfico, Gráfico de rectángulos

Descripción generada automáticamenteImagen que contiene Diagrama

Descripción generada automáticamente

Gráfico

Descripción generada automáticamenteDiagrama

Descripción generada automáticamente

## Implementando el algoritmo de Deutsch en un computador cuántico

Recordando las cuatro funciones descritas anteriormente, ahora se va a aplicar el algoritmo de Deutsch para determinar si la función ingresada es balanceada o constante.

**La primera función**

Gráfico, Gráfico de rectángulos

Descripción generada automáticamenteImagen que contiene Diagrama

Descripción generada automáticamente

En este caso al medir el estado del bit se obtiene |1>, por lo que, se puede concluir que la función es balanceada.

La ecuación que representa a este circuito es:

Gráfico, Gráfico de rectángulos

Descripción generada automáticamente**La segunda función**

Diagrama

Descripción generada automáticamente

En este caso al medir el estado del bit se obtiene |1>, por lo que, se puede concluir que la función es balanceada.

La ecuación que representa a este circuito es:

**La tercera función**

Gráfico, Gráfico de rectángulos

Descripción generada automáticamenteImagen que contiene Diagrama

Descripción generada automáticamente

En este caso al medir el estado del bit se obtiene |0> , por lo que, se puede concluir que la función es constante.

La ecuación que representa a este circuito es:

**La cuarta función**

Gráfico, Gráfico de rectángulos

Descripción generada automáticamenteImagen que contiene Forma

Descripción generada automáticamente

En este caso al medir el estado del bit se obtiene |0>, por lo que, se puede concluir que la función es constante.

La ecuación que representa a este circuito es:

# Algoritmo de Deutsch-Jozsa

Describa el experimento que va a realizar y lo que presentara en este capítulo. Explique al lector su comprensión del tema.

## Problema

Describa el problema que resuelve el algoritmo. Explique la naturaleza de estas funciones, ¿cuántas son?, ¿como se ven?

## Implementando las funciones en el computador cuántico

Explique la implementación de las funciones en el computador cuántico.

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

Explique sus gráficas y experimentos

# Conclusiones

Concluya. ¿Qué presentó?, ¿Qué entendió?, ¿Qué aprendió?, ¿Qué proyección le ve a lo aprendido? ¿Qué trabajos futuros propone?

# Bibliografía

- Quantum Computing for Computer Scientists, Noson S. Yanofsky, Mirco A. Mannucci