EVALUACIÓN 2 – CIRCUITO DE TELEPORTACIÓN

DANIEL GARCÍA GARCÍA

PROFESOR: JUAN GUILLERMO LALINDE PULIDO

COMPUTACIÓN CUÁNTICA

UNIVERSIDAD EAFIT

MEDELLÍN, ANTIOQUIA

2021 - 2

1. **Código para compartir**

   https://quantum-computing.ibm.com/composer/files/new?initial=N4IgdghgtgpiBcICyBPABAMwJYCcDOALmgMa7ECuWBIANCAI4R5QIgDyACgKIByAigEEAykjQAmAHQAGANwAdMFjDEANuQAmMNHIYwVWAEYBGCUuI75YBfRwwA5mnoBtAMwBdS8VsPiTox4UvezR1PwCrMAALRzDPAA8Y-xpnMXCDCBwcLBgcRLdkpyl8lPDiBOcigv9LaIrw2CZyWxiitABaAD4SQvqYRubnf3au0KLLcqdUywAvGKnaEE08LywABwIsAHswVgE0ACE9FTRCCAI4AF8gA

2. **Código QASM:**

```
OPENQASM 2.0;
include "qelib1.inc";

qreg q[3];
creg c[1];
creg d[1];

h q[1];
cx q[1],q[2];
barrier q[1],q[0],q[2];
cx q[0],q[1];
h q[0];
measure q[0] -> c[0];
measure q[1] -> d[0];
x q[2];
z q[2];
```

3. **Código Qiskit:**

```python
from qiskit import QuantumRegister, ClassicalRegister, QuantumCircuit
from numpy import pi

qreg_q = QuantumRegister(3, 'q')
creg_c = ClassicalRegister(1, 'c')
creg_d = ClassicalRegister(1, 'd')
circuit = QuantumCircuit(qreg_q, creg_c, creg_d)

circuit.h(qreg_q[1])
```

```
circuit.cx(qreg_q[1], qreg_q[2])
circuit.barrier(qreg_q[1], qreg_q[0], qreg_q[2])
circuit.cx(qreg_q[0], qreg_q[1])
circuit.h(qreg_q[0])
circuit.measure(qreg_q[0], creg_c[0])
circuit.measure(qreg_q[1], creg_d[0])
circuit.x(qreg_q[2])
circuit.z(qreg_q[2])
```

4. Explicación de los estados

Luego de analizar el circuito de teleportación tenemos la explicación de cada uno de los estados propuestos, para efectos de esta explicación tenemos que el sistema se encuentra en ciertos **estados representados por |q2q1q0>**, donde cada qi es un qubit del circuito, tenemos entonces:

|ψ0>: El sistema se encuentra en su estado inicial donde por defecto todos los qubits están en cero, quiere decir que el sistema está en |000>.

|ψ1>: Para este punto ya le hemos aplicado la compuerta de Hadamard al qubit 1, por lo que el qubit q1 se encuentra en superposición, está en 0 pero también en 1, mientras que los demás qubits se encuentran en su estado inicial, por lo que tenemos que el sistema está en |000> y |010> a la vez.

|ψ2>: Aplicamos la compuerta CNOT (NOT Controlado) de q1 a q2, donde q1 es el control y q2 es el target, quiere decir que si q1=1 negamos q2, de lo contrario q2 sigue con su estado. Debido a que para este punto tenemos que uno de los estados del sistema es |010> donde q1=0, entonces para ese estado vamos a negar q2 que está en 0 y el otro estado quedará como estaba. Tenemos entonces que ahora el sistema se encuentra en |000> y |110>.

|ψ3>: Para este punto replicamos el procedimiento del paso anterior, pero de q0 a q1, donde q0 es el control y q1 es el target, debido a que en este caso el q0=0 entonces no vamos a negar q1, por lo que el sistema sigue en |000> y |110>. Aparte de esto, pusimos una barrera en todos los qubits, que nos va permitir que todas las operaciones que hagamos de ahora en adelante sean a partir del estado actual del sistema y que no se vayan al lado más izquierdo de la gráfica, aplicando las operaciones en un momento de tiempo que ya pasamos.

|ψ4>: Tengamos presente que antes teníamos |000> y |110>, pero ahora le vamos a aplicar Hadamard a q0 por lo que tendremos los anteriores vectores de estado, pero con q0 superpuesto, quiere decir que q0 estará en 0 y en 1 a la vez, tenemos entonces que ahora el sistema se encuentra en |000>, |001>, |110> y |111>.

|ψ5>: Medimos el Sistema en un momento determinado, para hallar el estado básico más probable en el que se encuentra q0, según el resultado es 0, por lo que tenemos que ahora el sistema está donde q0=0, el sistema se encuentra entonces, solo en |000> y |110>.

|ψ6>: Después del paso anterior, medimos el Sistema de nuevo para encontrar el estado básico más probable en que se encuentra q1, según esto es 1, por lo que tenemos que ahora el sistema está donde q1=1, el sistema se encuentra entonces, únicamente en |110>.

|ψ7>: Le aplicamos la compuerta NOT a q2, que lo que hace es negar el estado en el que se encuentre el qubit, por lo que si está en 1 entonces lo cambia 0, y si está en 0 lo cambia a 1, en este caso q2=1, por lo que al negarlo tendremos que q2 ahora será igual a 0. El sistema se encuentra entonces en |010>.

|ψ8>: Le aplicamos la compuerta Z al qubit 2 (q2), esta compuerta lo que hace es aplicar identidad a |0> y cambiarle el signo a |1> por lo que tendríamos que Z|0> = 0 y Z|1> = -|1>. Como tenemos que q2=0 entonces Z|010> = |010> con ángulo de fase cero (0), Si q2 fuese igual a 1, el ángulo de fase sería π. El sistema se encuentra entonces en |010> con ángulo de fase cero.