SIGMA
LABORATORIO

Universidad Nacional de Quilmes

Introducción a la computación cuántica

Un nuevo paradigma para informática

Laboratorio SIGMA - 2026

Ing. Martín Enríquez

SIGMA
LABORATORIO

Universidad
Nacional
de Quilmes

Del BIT al QUBIT

Del Bit al QUBIT

CPU vs. QPU

Universidad Nacional de Quilmes

SIGMA LABORATORIO

Modelo Clásico

- Todo programa, lenguaje o arquitectura que conocen termina en bits físicos:

  0, 1.

  Transistor.

Modelo Cuántico

- ¿Qué pasaría si el estado más básico de información no es un valor binario?
- Es un VECTOR DE ESTADO, dentro de una esfera
-

$$|0\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

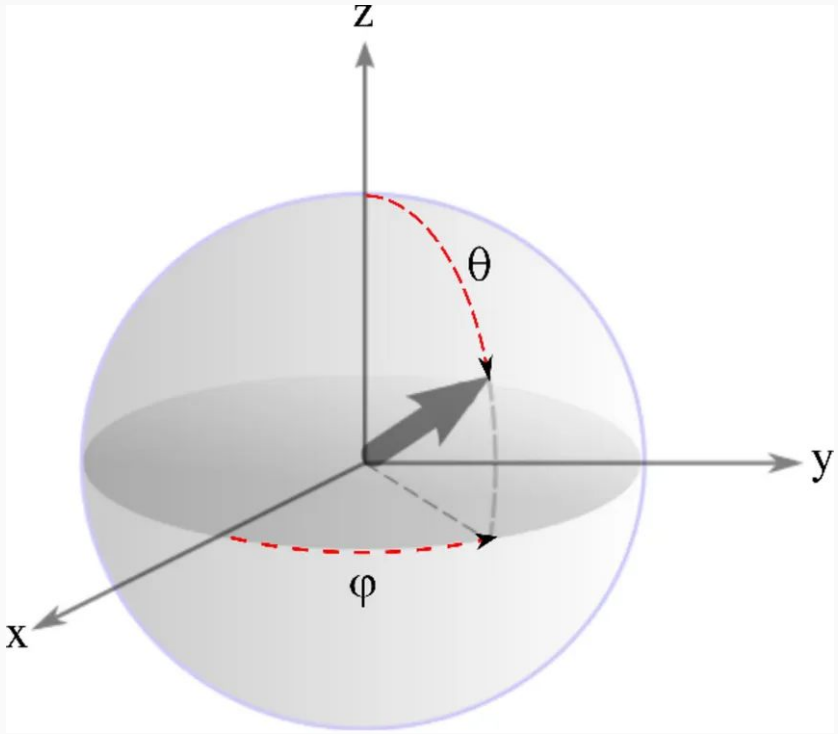
$$|1\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Del Bit al QUBIT

Universidad Nacional de Quilmes

Esfera de Bloch

- Representación gráfica del estado de un qubit



SIGMA LABORATORIO

SIGMA
LABORATORIO

Universidad
Nacional
de Quilmes

Las 3 Primitivas de la cuántica

Las 3 Primitivas de la cuántica

Universidad Nacional de Quilmes

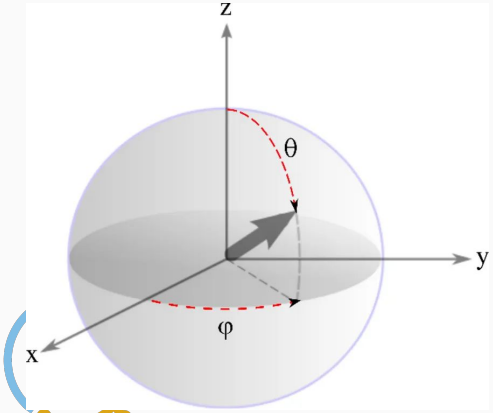
- Superposición
- Entrelazamiento
- Colapso

SIGMA LABORATORIO

Las 3 Primitivas de la cuántica

Universidad Nacional de Quilmes

- Superposición
- Entrelazamiento
- Colapso



El estado de un qubit no es “0” o “1”. Es una *combinación lineal* de ambos:

$$|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$$

Analogía : es como un registro que mantiene múltiples estados simultáneamente, hasta que ejecutemos una instrucción de lectura.

SIGMA LABORATORIO

Las 3 Primitivas de la cuántica

Universidad Nacional de Quilmes

- Superposición
- **Entrelazamiento**
- Colapso

Dos qubits entrelazados dejan de ser variables independientes; el estado de uno determina instantáneamente el del otro, sin transferencia de datos explícita.

$$|\Phi^+\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|00\rangle + |11\rangle)$$

Analogía : dos variables distribuidas cuya correlación está garantizada a nivel del hardware (cuántico).

SIGMA LABORATORIO

Las 3 Primitivas de la cuántica

Universidad Nacional de Quilmes

- Superposición
- Entrelazamiento
- **Colapso**

Al medir/leer la información, la superposición se destruye.
Obtenemos un valor clásico (0 ó 1) con cierta probabilidad.

$$|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle \Rightarrow \begin{cases} p_{|0\rangle} = |\alpha|^2 \\ p_{|1\rangle} = |\beta|^2 \end{cases}$$

Analogía : ejecutar un `print()` modifica destructivamente el estado de la variable que muestra.

SIGMA LABORATORIO

SIGMA
LABORATORIO

Universidad Nacional de Quilmes

El salto algorítmico

El salto algorítmico

Universidad Nacional de Quilmes

La cantidad de estados posibles crece exponencialmente

- N bits clásicos pueden representar un entero desde 0 hasta $2^N - 1$
- N qubits entrelazados pueden representar esa cantidad de estados **simultáneamente**

¡Con sólo 300 qubits entrelazados hay más estados simultáneos que átomos en el universo observable!

SIGMA LABORATORIO

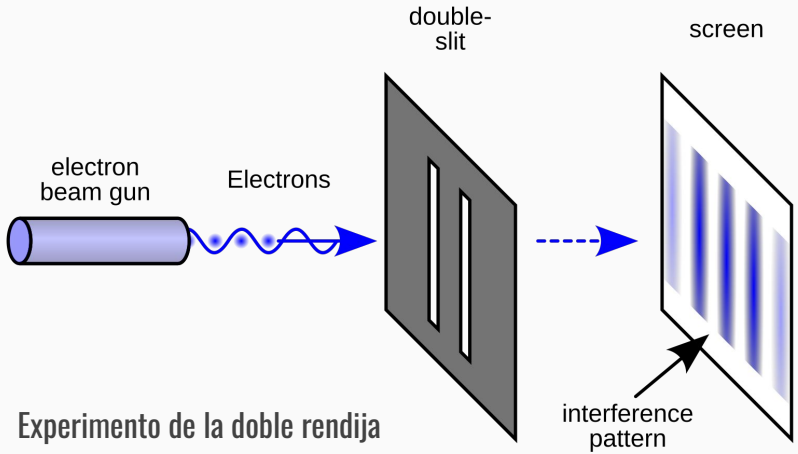
El salto algorítmico

Universidad Nacional de Quilmes

El truco de los algoritmos: *interferencia cuántica*

- Si al medir vuelvo a los clásicos 0 y 1 ¿de qué sirve la superposición?
- Utilizar la *interferencia* a nuestro favor para amplificar la probabilidad de obtener el resultado correcto.

Interferencia: las amplitudes de probabilidad de un sistema se combinan, reforzándose (constructiva) o anulándose (destructiva).



Experimento de la doble rendija

SIGMA LABORATORIO

SIGMA
LABORATORIO

Universidad Nacional de Quilmes

Puerta de entrada a la computación cuántica

Línea de investigación: abierta

Universidad Nacional de Quilmes

- ★ Desarrollo de algoritmos cuánticos
- ★ Simulación de circuitos
- ★ Criptografía cuántica/post cuántica
- ★ Optimización combinatoria
- ★ ...entre otras!

SIGMA LABORATORIO

Computadora cuántica: ¿para qué se necesita?

Universidad Nacional de Quilmes

1. Factorización de Grandes Números

Algoritmo de Shor (ej. N = 1000 dígitos)

- **Computadora Clásica:** ~ varios miles de millones de años
- **Computadora Cuántica:** ~ 20 minutos

2. Búsqueda en Bases de Datos

Algoritmo de Grover (base de datos no ordenada)

- **Computadora Clásica:** N/2 intentos en promedio
- **Computadora Cuántica:** √N intentos (raíz cuadrada)

3. Comunicación Instantánea

Basado en el **entrelazamiento cuántico (EPR)** y el **Teorema de Bell**, permitiendo la transferencia e intercambio de información cuántica.

4. Criptografía Segura

Basada en el **principio de incertidumbre** de las leyes físicas, garantizando protección y privacidad impenetrable.

SIGMA LABORATORIO

Puerta de entrada a la computación cuántica

Universidad Nacional de Quilmes

¿Requerimos una QPU de decenas de miles de dólares?

- No se necesita hardware cuántico para investigar
  - Qiskit (IBM)
  - Brakett (Amazon)
  - Cirq (Google)
  - ...Otros
- Ejecutar en simuladores locales, o en la nube (QPU REALES)

¡Librerías soportadas por Python!

SIGMA LABORATORIO

SIGMA
LABORATORIO

Universidad Nacional de Quilmes

DEMO: Qiskit

Colab