

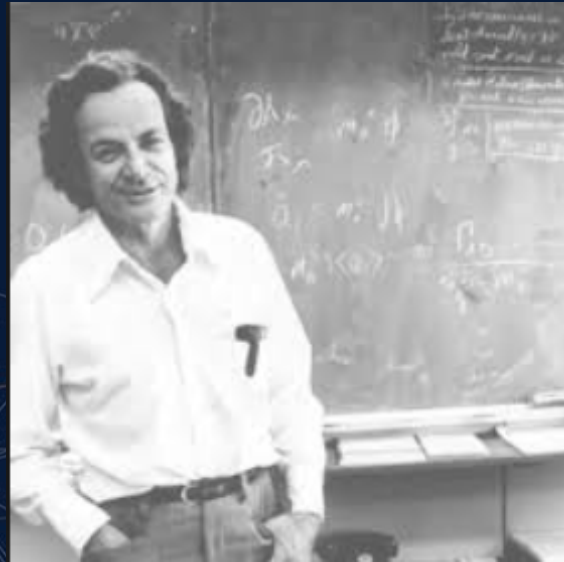
Quantum Computing

Breve Historia de la Computación Cuántica



Francisco J. Gálvez
IBM IT Specialist

Breve Historia de la Computación Cuántica



“...nature isn't classical, dammit, and if you want to make a simulation of nature, you'd better make it quantum mechanical...” –

Richard Feynman, [Simulating Physics with Computers](#)

“... la naturaleza no es clásica, maldita sea, y si quieren hacer una simulación de la naturaleza, será mejor que lo hagan con mecánica cuántica ...”



1935

La Paradoja EPD

Albert Einstein, Robert Podolsky and Nathan Rosen cuestionan que la función de onda ofrezca una descripción completa de la realidad física.



A. Einstein



B. Podolsky



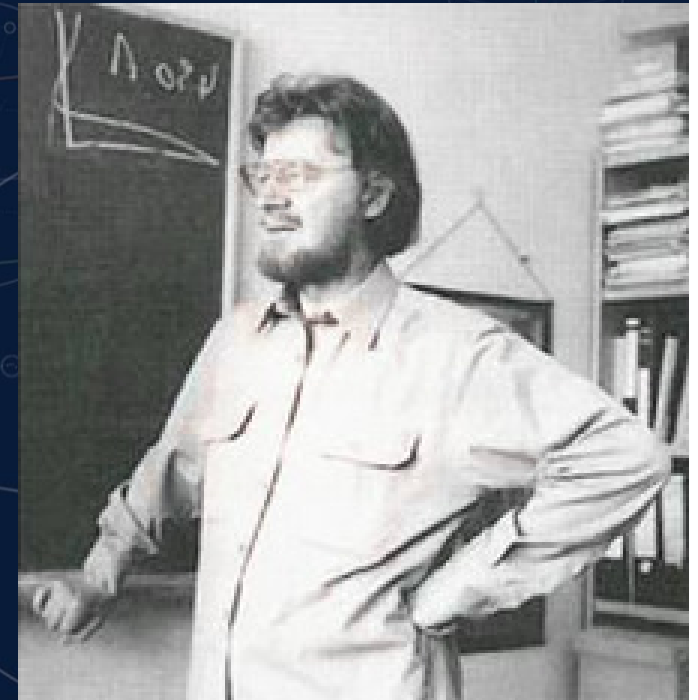
N. Rosen

1964

Las Desigualdades de Bell

John Bell demuestra que la mecánica cuántica conduce a efectos observables que son incompatibles con cualquier teoría realista local, tales como las de la física clásica.

Esta ideas se confirmarán posteriormente por varios grupos de investigación.



1970

El Nacimiento de la Teoría de la Información Cuántica

Las notas de Charlie Bennett cuando todavía era estudiante en Harvard contienen la fase “Teoría Cuántica de la Información” y la primera sugerencia de utilizar en entrelazado como un recurso para la comunicación. Dichas notas contienen ya el término “Superdense Coding”.

1981

Primera Conferencia sobre Física de la Computación

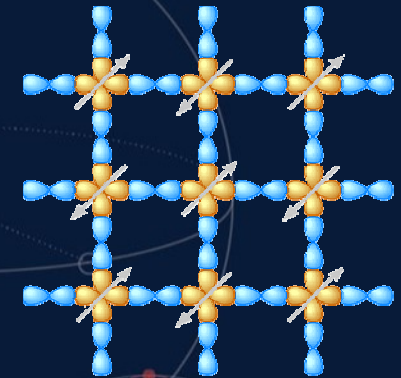
Esta primera conferencia tuvo lugar entre el MIT e IBM. Allí, el premio nobel Richard Feynman lanzó el desafío a los de desarrollar un nuevo tipo de ordenadores basados en los conceptos cuánticos.



1982

Descubrimiento del Orden Topológico Cuántico

- D. Tsui, H. Stormer y A. Gossard descubren el Efecto Hall Fraccionario lo cual les valió el premio Nobel de Física en 1998.
- A temperaturas muy bajas, la materia cuántica puede organizarse en estados altamente entrelazados que son macroscópicamente distintos, pero que a un observador local le parecen idénticos.
- Esta propiedad se conoce como Orden Topológico Cuántico y dará lugar a la teoría del Computador Cuántico Topológico



1984

Criptografía Cuántica



Charles Bennett y Giller Brassard proponen un cifrado basado en leyes fundamentales de la naturaleza (Mecánica Cuántica), en lugar de la técnica comúnmente adoptada y basada en la complejidad matemática.



010100100110000101010010111010101010101010010000111101010101001010101010010101010100100111101010111
00111101010101110100001000011111010100110001011101001010101000111101001010101010101001010100101001
00010100111010100010100010101001000101010100010111010100101010100001011101010101001010100010101010010

[illegible]

1985

Computador Cuántico Universal



David Deutsch, en la Universidad de Oxford describe el primer Computador Cuántico Universal

https://people.eecs.berkeley.edu/~christos/classics/Deutsch_quantum_theory.pdf

Quantum theory, the Church-Turing principle and the universal quantum computer

DAVID DEUTSCH*

Appeared in *Proceedings of the Royal Society of London A* **400**, pp. 97-117 (1985)[†]

(Communicated by R. Penrose, F.R.S. — Received 13 July 1984)

Abstract

It is argued that underlying the Church-Turing hypothesis there is an implicit physical assertion. Here, this assertion is presented explicitly as a physical principle: 'every finitely realizable physical system can be perfectly simulated by a universal model computing machine operating by finite means'. Classical physics and the universal Turing machine, because the former is continuous and the latter discrete, do not obey the principle, at least in the strong form above. A class of model computing machines that is the quantum generalization of the class of Turing machines is described, and it is shown that quantum theory and the 'universal

1993

Teleportación Cuántica

Charlie Bennet y Colaboradores demuestran que la información cuántica puede transmitirse entre dos puntos distantes utilizando tan solo el principio de entrelazado y un canal de comunicación clásico.



1994

Algoritmo de Factorización de Shor



Peter Shor muestra que es posible descomponer un número en sus factores primos de forma eficiente utilizando un computador cuántico.

El algoritmo de Shor fue la primera demostración de que los computadores cuánticos son en esencia más potentes que los computadores clásicos.

1995

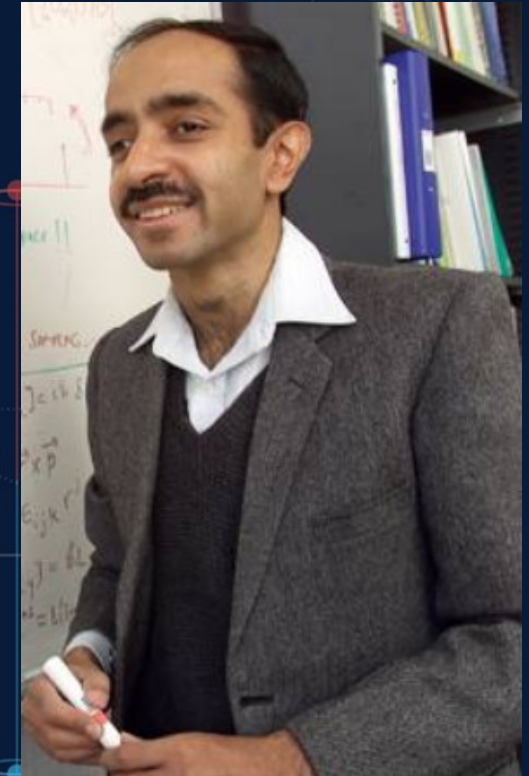
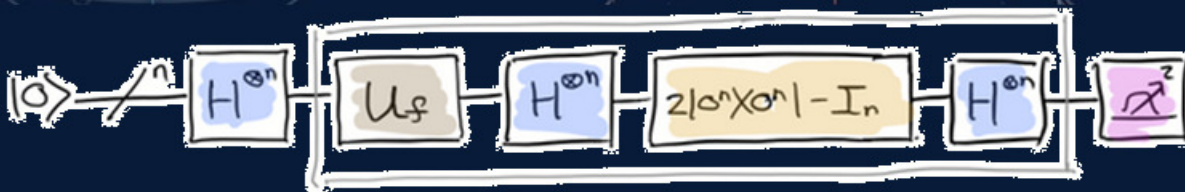
Corrección de Errores Cuánticos

- En 1995-1996 emerge simultáneamente desde varios grupos de investigación, la teoría de corrección de errores cuánticos.
- La teoría muestra que aunque no se puede copiar la información cuántica se puede utilizar una sutil redundancia para proteger la información del ruido ambiental.
- El estudio de la corrección de errores cuánticos hace que la construcción de un computador cuántico esté significativamente más próxima

1996

Algoritmo de Búsqueda de Grover

Haciendo uso de conceptos mecano-cuánticos, Lov Grover crea un algoritmo ultra-rápido para realizar búsquedas en bases de datos



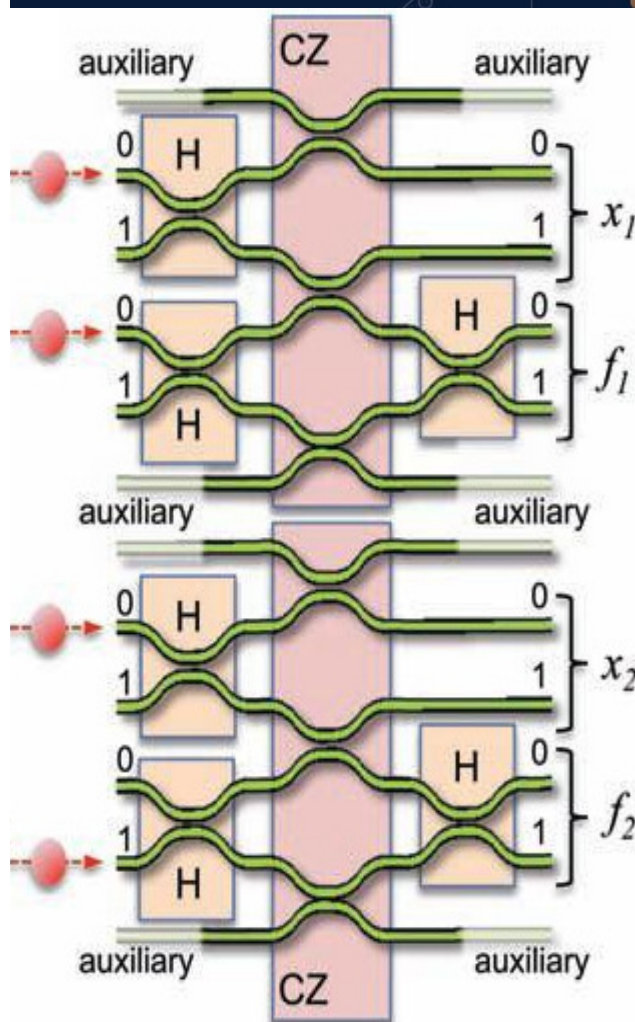
1997

Códigos Topológicos

- Los Códigos Topológicos son códigos de corrección de errores.
- Alexy Kitaev propone en 1997 el primer código topológico conocido como código de superficie y está considerado como la plataforma más esperanzadora para construir un computador cuántico escalable a prueba de fallos.

2001

Demostración Experimental del Código de Shor



Por primera vez se implementa el código de Shor en un experimentos de computación cuántica.

Se utilizó un procesamiento cuántico basado en spines nucleares para factorizar con éxito el número $15 = 3 \cdot 5$

2000

Di Vincenzo Criteria:

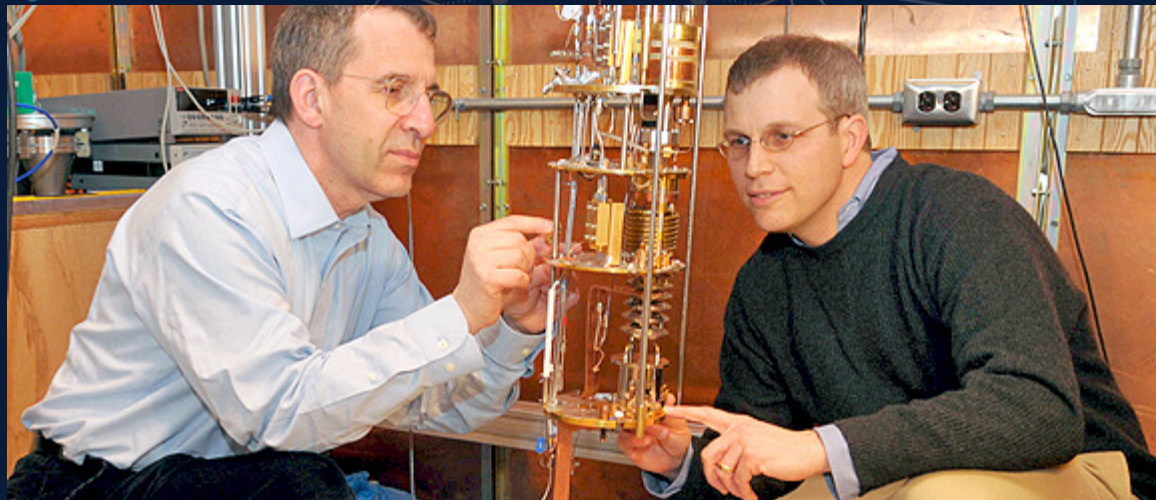


- Di Vincenzo publica una lista de condiciones necesarias para construir un computador cuántico
 1. El sistema ha de poder inicializarse, esto es, llevarse a un estado de partida conocido y controlado.
 2. Ha de ser posible hacer manipulaciones a los qubits de forma controlada, con un conjunto de operaciones que forme un conjunto de **Puertas Lógicas**
 3. El sistema ha de mantener su **Coherencia Cuántica** a lo largo del experimento.
 4. Ha de poder leerse el estado final del sistema, tras el cálculo.
 5. El sistema ha de ser escalable: tiene que haber una forma definida de aumentar el número de qubits, para tratar con problemas de mayor coste computacional.

2004

Los Circuitos basados en QED

Un qubit superconductor interacciona fuertemente con un único fotón en una cavidad de microondas. Esto muestra una interacción coherente de un átomo artificial con un fotón de microondas, todo ello en un chip. El esquema de acoplamiento del circuito QED se ha impuesto como el estándar ha dado lugar al desarrollo de numerosos circuitos QED.



2007

El Qubit Superconductor Transmon

- En la Universidad de Yale, Robert Schoelkopf y sus colaboradores, crean un qubit superconductor llamado transmon.
- Un transmon es un dispositivo superconductor con comportamiento totalmente cuántico que es muy poco sensible al ruido de carga, lo cual le proporciona un tiempo de coherencia largo. (30 - 40 μ s).
- El transmon ha sido aceptado y se está utilizando por mucho grupos de investigación en computación cuántica, en ellos IBM.

2012

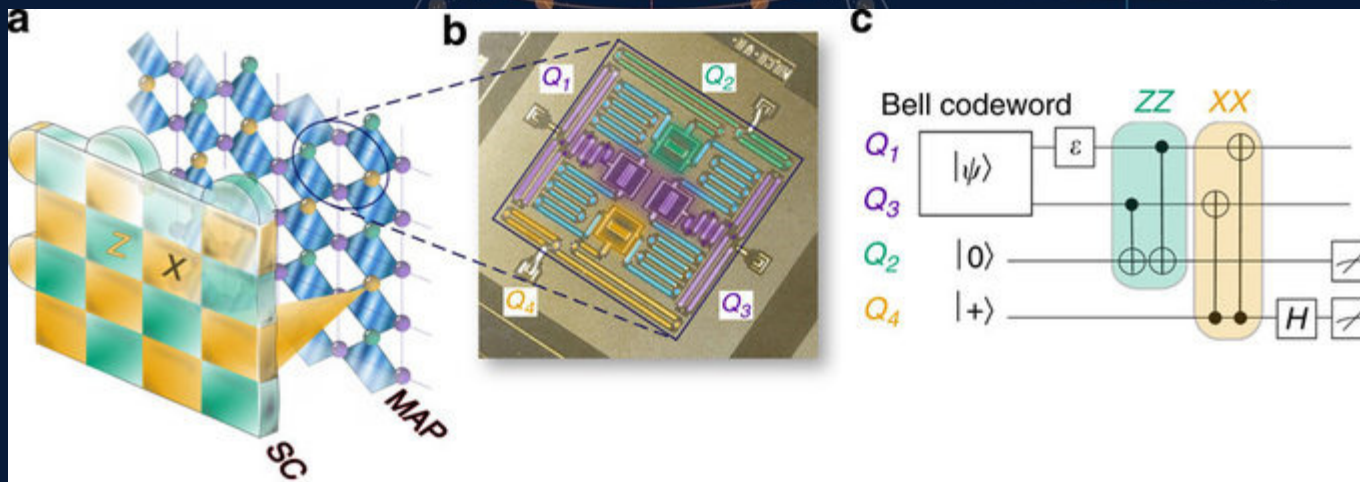
Mejora en los tiempos de Coherencia

Se mejoran muchos parámetros para el procesamiento de información cuántica con transmones. El tiempo de coherencia que es la cantidad de tiempo que el qubit retiene su estado cuántico se extiende hasta 100 microsegundos.

2015

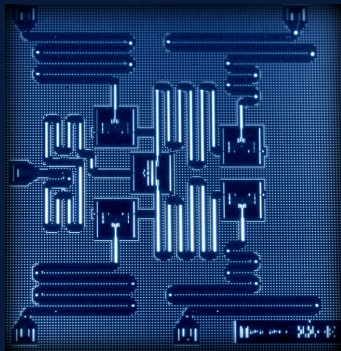
El Código $[[2,0,2]]$

IBM Presenta un protocolo de detección de errores cuánticos arbitrarios. Por primera vez se pueden detectar y medir de forma simultanea los dos tipos de errores que pueden tener lugar en una operación cuántica - Errores de salto de bit y errores de salto de fase.



2016

IBM pone la Computación Cuántica en el Cloud con el fin de acelerar la Innovación



Científicos de IBM han construido un procesador cuántico al que cualquier usuario puede acceder a través de la primera plataforma de computación cuántica disponible en el cloud. Esta plataforma, denominada IBM Quantum Experience permitira a sus usuarios ejecutar algoritmos y experimentos sobre el procesador cuántico de IBM, trabajar con qubit individuales y estudiar los tutoriales y simulaciones en relación a todo lo que puede hacerse con la computación cuántica.

2017

IBM anuncia su nueva línea de computadores cuánticos IBM Q



En Marzo de 2017, IBM anuncia que está construyendo un computador cuántico de 50 qubits y que ofrecerá servicios de computación cuántica en el cloud

Fin