



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE INGENIERÍA 2024-2

SISTEMAS OPERATIVOS
GRUPO: 06

REPORTE DE EXPOSICIÓN:
SISTEMAS OPERATIVOS EN COMPUTADORAS
CUÁNTICAS

PROFESOR:
GUNNAR EYAL WOLF ISZAEVICH

ALUMNO:
CHONG HERNÁNDEZ SAMUEL
319239504

CONTENIDO	página
Introducción	3
Fundamentos de la computación cuántica	4
Desafíos en los sistemas operativos para computadoras cuánticas	5
Investigación y desarrollo actual	7
Futuro para los sistemas operativos en computadoras cuánticas	9
Referencias	10

Introducción

En los últimos años, la computación cuántica ha emergido como un campo de investigación y desarrollo que promete revolucionar la forma en que procesamos y manipulamos la información, esto por medio de las computadoras cuánticas. Computadoras cuánticas, máquinas capaces de realizar cálculos a una escala y velocidad que no se pueden comparar con aquellos que realiza una computadora de uso cotidiano.

El hardware de una computadora cuántica es fundamentalmente diferente al de una computadora “clásica” podríamos llamar, la cual utiliza transistores y circuitos para manipular bits de información, donde existe un Sistema Operativo que actúa como el intermediario entre dicho hardware y los programas, gestionando los recursos de hardware y proporcionando un entorno en el que los usuarios y los programas puedan interactuar con la computadora de manera eficiente y segura. Mientras que la computadora cuántica utiliza principios de la mecánica cuántica para procesar y almacenar la información, necesitando así un Sistema Operativo que gestione los recursos y operaciones de la computadora pero que se adapte a dichas condiciones cuánticas.

Sin embargo, ¿Dónde nos encontramos? ¿Existe un Sistema Operativo en la actualidad que cumpla con dicho objetivo? ¿Hay Sistemas Operativos para las computadoras cuánticas? A continuación nos adentraremos en este tema, mirando los fundamentos de la computación cuántica y cómo un Sistema Operativo debería adaptarse a este mundo.

Fundamentos de la computación cuántica

Es esencial que entremos en contexto con la computación cuántica, mirando ¿De qué se trata? Y cómo funciona para darnos una idea de los desafíos a los que se debe enfrentar un Sistema Operativo específicamente para una computadora cuántica.

¿Qué es la computación cuántica?

Es un campo de la informática que se basa en los principios de la mecánica cuántica para procesar y manipular información. Información que a diferencia de la computación clásica que utiliza bits con valor igual a 0 o 1, la computación cuántica utiliza qubits, los cuales pueden tener un valor de 0, un 1 o cualquier proporción de 0 y 1.

¿Qué es un Qubit?

Retomando el último punto, la computación cuántica se basa en ciertas propiedades cuánticas, especialmente en la **superposición**:

- **Superposición.** Un sistema físico puede existir en más de una posición al mismo tiempo.
- **Entrelazamiento.** Dos partículas están tan conectadas que lo que le sucede a una, afecta de forma inmediata a la otra.
- **Interferencia cuántica.** Comportamiento intrínseco de un qubit, debido a la superposición, de influir en la probabilidad de que colapse de una u otra forma.

Sabiendo esto, podemos decir que un qubit se consta de dichas propiedades, es la unidad de cálculo más básica y pequeña de una computadora cuántica, son lo que es un bit para nuestras computadoras actuales. Gracias a los qubits y sus propiedades, es que hoy los algoritmos cuánticos pueden procesar información que incluso no podría representarse si hablamos de bits clásicos, ya que la información que un qubit puede representar aumenta de manera exponencial a comparación de un bit.

Actualmente nuestras computadoras utilizan circuitos integrados de silicio, forma en la que se implementan los bits, sin embargo la forma de implementar un qubit puede variar. Un qubit puede estar hecho de iones atrapados, fotones, átomos artificiales o reales, o cuasipartículas, hecho que implica que dichas implementaciones necesiten encontrarse a una temperatura cercana al cero absoluto.

¿Puertas lógicas cuánticas?

En la computación clásica manejamos la información almacenada en un conjunto de bits por medio de las puertas lógicas que se basan en el álgebra de Bool o lógica proposicional. Sin embargo, en la computación cuántica se utilizan las puertas lógicas cuánticas, operaciones unitarias en la mecánica cuántica que realizan transformaciones sobre el estado de un qubit o conjunto de qubits, aprovechando las propiedades antes vistas.

Desafíos en los Sistemas Operativos para computadoras cuánticas

Conociendo el contexto de la computación cuántica, podemos darnos una idea de los desafíos a los que se debe enfrentar un Sistema Operativo dedicado a una computadora cuántica. A continuación se mostrarán dichos desafíos por medio de comparaciones entre el papel que realiza un Sistema Operativo en una computadora clásica al que debe realizar en una computadora cuántica en diferentes campos.

Gestión de recursos.

- **Sistemas operativos clásicos:** Los sistemas operativos clásicos gestionan recursos como la memoria, el almacenamiento y el procesamiento de manera determinista. Utilizan algoritmos de planificación y asignación de recursos diseñados para arquitecturas de hardware clásico basadas en la ejecución secuencial de instrucciones.
- Un sistema operativo para computadora cuántica sería responsable de administrar los recursos de hardware cuántico, como los qubits, las puertas lógicas cuánticas y los canales de comunicación cuántica. Esto incluiría tareas como la asignación y liberación de recursos, el control de acceso y la resolución de conflictos de recursos.

Seguridad

- **Sistemas operativos clásicos:** La seguridad en los sistemas operativos clásicos se basa en técnicas como la criptografía clásica, el control de acceso y las políticas de seguridad. Los ataques cibernéticos pueden explotar vulnerabilidades en el software y las redes para acceder a información confidencial o interrumpir servicios.
- Los sistemas operativos en computadoras cuánticas pueden aprovechar las propiedades cuánticas únicas, como el entrelazamiento cuántico y la criptografía cuántica, para proporcionar niveles sin precedentes de seguridad y privacidad. La criptografía cuántica, por ejemplo, utiliza principios cuánticos para garantizar la seguridad de las comunicaciones y la protección de la información contra ataques cuánticos, como el factorización de números grandes.

Abstracción de software

- **Sistemas operativos clásicos:** El sistema operativo oculta los detalles específicos del hardware de la computadora y proporciona una interfaz estándar para interactuar con él. Esto permite que los programas de aplicación se ejecuten en una variedad de dispositivos de hardware sin necesidad de conocer los detalles de la implementación subyacente.
- El sistema operativo para una computadora cuántica proporcionaría una capa de abstracción sobre el hardware cuántico subyacente, permitiendo a los programadores y usuarios interactuar con la computadora cuántica de una manera más intuitiva y eficiente. Esto podría incluir funciones como la creación y gestión

de circuitos cuánticos, la ejecución de programas cuánticos y la supervisión del estado del sistema.

Planificación y programación de tareas

- **Sistemas operativos clásicos:** La planificación y programación de tareas es una función esencial de un sistema operativo que asegura una distribución eficiente de los recursos de la computadora para maximizar el rendimiento del sistema y la satisfacción del usuario.
- El sistema operativo en una computadora cuántica sería responsable de planificar y programar tareas en la computadora cuántica, teniendo en cuenta consideraciones como la disponibilidad de recursos, los requisitos de tiempo y las prioridades del usuario. Esto incluiría la gestión de la ejecución concurrente de múltiples programas cuánticos y la optimización del rendimiento del sistema.

Interfaz de usuario y herramientas de desarrollo

- **Sistemas operativos clásicos:** La interfaz de usuario y las herramientas de desarrollo son componentes esenciales de un sistema operativo que facilitan la interacción de los usuarios con la computadora y el desarrollo de software.
- El sistema operativo en una computadora cuántica proporcionaría una interfaz de usuario intuitiva y herramientas de desarrollo avanzadas para facilitar la programación, la depuración y la optimización de aplicaciones cuánticas.

En resumen, un Sistema Operativo en una computadora cuántica jugaría un papel fundamental, proporcionando una plataforma coherente y eficiente para la ejecución de aplicaciones cuánticas y la exploración de nuevas fronteras en la computación cuántica.

Investigación y desarrollo actual

En la década de los 60's las computadoras clásicas no contaban con Sistema Operativo, dichas usaban procesamiento por lotes, fue tiempo después que comenzaron a desarrollarse los primeros Sistemas Operativos.

La realidad es que hoy nos encontramos en un punto parecido, donde un ordenador clásico es requerido como intermediario para ejecutar un programa y se dé instrucciones a la computadora cuántica. Sin embargo, a pesar de que actualmente no existen Sistemas Operativos para una computadora cuántica, empezamos a tener una aproximación hacia ellos. Podemos verlo en los lenguajes de programación cuántica, diseñados específicamente para crear algoritmos y realizar operaciones en una computadora cuántica, manipulando qubits y puertas lógicas cuánticas; algunos ejemplos:

- **Qiskit:** Desarrollado por IBM, Qiskit es un lenguaje de programación cuántica de código abierto que permite a los usuarios escribir programas cuánticos utilizando Python.
- **Quipper:** Quipper es un lenguaje de programación cuántica desarrollado por Microsoft Research y la Universidad de Oxford. Está diseñado para escribir algoritmos cuánticos de manera modular y reutilizable, utilizando una combinación de notación de diagramas de circuitos y código imperativo.
- **Q#:** Desarrollado por Microsoft como parte de su kit de desarrollo cuántico, Q# es un lenguaje de programación cuántica diseñado específicamente para trabajar con el entorno de desarrollo integrado de Visual Studio. Permite a los programadores escribir algoritmos cuánticos y ejecutarlos en simuladores o en computadoras cuánticas reales.

En el último punto se mencionó que los programas del lenguaje de programación pueden ejecutarse en simuladores, y es que estos son otro paso hacia adelante en el desarrollo de los Sistemas Operativos para las computadoras cuánticas.

t|ket>

Es una plataforma de desarrollo de software cuántico desarrollada por Cambridge Quantum Computing. Está diseñada para permitir a los usuarios desarrollar, simular y ejecutar algoritmos cuánticos en una variedad de dispositivos de computación cuántica.

Entre sus características encontramos la optimización de hardware cuántico, reduciendo el número de compuertas cuánticas necesarias para implementar un algoritmo dado. Esto puede mejorar el rendimiento y la eficiencia de los algoritmos cuánticos, especialmente en dispositivos de hardware con limitaciones físicas; simulación de alto nivel, Esto permite a los usuarios probar y depurar algoritmos cuánticos antes de ejecutarlos en hardware cuántico real.

LIQUi 1>

Es un entorno de programación cuántica desarrollado por Microsoft. Proporciona un entorno de desarrollo integrado para escribir y simular algoritmos cuánticos en el lenguaje de programación Q#. Permite a los programadores trabajar con qubits, compuertas cuánticas y otros conceptos de computación cuántica de una manera intuitiva.

Entre sus características se encuentran las herramientas de depuración, herramientas integradas para identificar y corregir errores en los programas cuánticos; optimización de código, reduce la complejidad de los circuitos cuánticos y mejora su rendimiento; interfaz de usuario amigable, una interfaz de usuario intuitiva y herramientas de desarrollo integradas para facilitar la escritura, prueba y depuración de programas cuánticos.

LIQUi 1> permite tener una comunicación e interacción entre el hardware cuántico y las instrucciones que procesa; en conjunto con lo anteriormente mencionado, podemos decir que se aproxima a ser un Sistema Operativo.

Futuro para los sistemas operativos en computadoras cuánticas

Posibles aplicaciones y beneficios de los sistemas operativos cuánticos en la computación cuántica.

Los sistemas operativos en las computadoras cuánticas tienen el potencial de desempeñar un papel crucial en el desarrollo de la computación cuántica, esto debido a algunas posibles aplicaciones y beneficios que pueden traer:

Optimización de algoritmos cuánticos: La optimización de algoritmos cuánticos llevaría a un mejor rendimiento y eficiencia en una variedad de aplicaciones, como la factorización de números grandes, la optimización combinatoria y el aprendizaje automático cuántico.

Desarrollo de software cuántico: Los sistemas operativos en computadoras cuánticas podrían ofrecer entornos de desarrollo integrados y herramientas de programación que simplifiquen el proceso de escribir, depurar y ejecutar programas cuánticos. Esto aceleraría el desarrollo de nuevas aplicaciones y algoritmos cuánticos.

Gestión de recursos cuánticos: Proporcionar funciones para administrar eficientemente los recursos de hardware cuántico, como los qubits y las puertas lógicas cuánticas. Esto incluiría la asignación óptima de recursos para tareas específicas y la gestión de la comunicación entre diferentes componentes cuánticos.

Seguridad cuántica: Podrían habilitar protocolos de seguridad cuántica más robustos y eficientes, aprovechando las propiedades cuánticas, como el entrelazamiento cuántico y la criptografía cuántica, para proteger la información y las comunicaciones contra ataques cibernéticos.

Computación distribuida y en la nube cuántica: Es pronto para hablar, pero la integración de Sistemas Operativos en computadoras cuánticas podrían transformar la computación en la nube al permitir la integración de recursos cuánticos en infraestructuras de nube existentes. Esto daría lugar a la aparición de servicios y aplicaciones cuánticas en la nube, permitiendo a empresas y usuarios acceder a la potencia de cómputo cuántico de manera remota y a través de interfaces familiares.

Referencias

- [1] Estrada, J. (s. f.). *¿Qué sistema operativo usan las computadoras cuánticas?* Synchronik. Synchronik. <https://synchronik.com/que-sistema-operativo-usan-las-computadoras-cuanticas/>
- [2] Vos, J. (2022, 10 mayo). *El impacto de la computación cuántica en el desarrollo de software.* Oracle. Recuperado 12 de mayo de 2024, de <https://developer.oracle.com/es/learn/technical-articles/1481879245924-53-quantum-computing>
- [3] Agudo Ruano, O. (s. f.). Aplicación didáctica sobre criptografía y computación cuántica. En *Escuela Politécnica Superior*. Recuperado 12 de mayo de 2024, de [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/115991/1/Aplicacion didactica sobre Criptografia y Computacion cuan AGUDO RUANO OSCAR.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/115991/1/Aplicacion%20didactica%20sobre%20Criptografia%20y%20Computacion%20cuantica%20AGUDO%20RUANO%20OSCAR.pdf)
- [4] *¿Qué es un cúbit?* / Microsoft Azure. (s. f.). <https://azure.microsoft.com/es-es/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-a-qubit>
- [5] *¿Qué es quantum computing?* / IBM. (s. f.). <https://www.ibm.com/mx-es/topics/quantum-computing>
- [6] *¿En qué consiste la computación cuántica? - Explicación sobre la computación cuántica - AWS.* (s. f.). Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/es/what-is/quantum-computing/#:~:text=La%20investigaci%C3%B3n%20en%20computaci%C3%B3n%20cu%C3%A1ntica,optimizaci%C3%B3n%20y%20la%20simulaci%C3%B3n%20molecular>
- [7] *Qué es la computación cuántica* / Microsoft Azure. (s. f.). <https://azure.microsoft.com/es-es/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-quantum-computing>
- [8] *TKET.* (s. f.). <https://www.quantinuum.com/developers/tket>
- [9] SoniaLopezBravo. (2024, 13 enero). *Introducción a Q# & Quantum Development Kit - Azure Quantum.* Microsoft Learn. <https://learn.microsoft.com/es-es/azure/quantum/overview-what-is-qsharp-and-qdk>
- [10] *Qiskit* / IBM Quantum Computing. (s. f.). <https://www.ibm.com/quantum/qiskit>
- [11] *The quipper language.* (s. f.). <https://www.mathstat.dal.ca/~selinger/quipper/>
- [12] *Language-Integrated Quantum Operations: LIQUi>* - Microsoft Research. (2018, 2 noviembre). Microsoft Research. <https://www.microsoft.com/en-us/research/project/language-integrated-quantum-operations-liqui/>