



BOLETÍN INFORMATIVO Y DE ANÁLISIS N° 15 / 2025

Santiago, 14 de mayo de 2025

SATÉLITES CUÁNTICOS DE CHINA

Por Álvaro Aguirre. 10 Min. de lectura

La comunicación cuántica se basa en los principios de la mecánica cuántica para transmitir información de manera absolutamente segura.

A diferencia de los métodos tradicionales, que pueden ser vulnerables a interceptaciones, la QKD (Distribución de claves cuánticas) utiliza propiedades cuánticas de las partículas, como los fotones, para garantizar que cualquier intento de espionaje sea detectable.

Esto se debe al teorema de no clonación, que establece que es imposible copiar un estado cuántico desconocido sin alterarlo, asegurando así la integridad de la comunicación.

El entrelazamiento cuántico es una propiedad especial descrita por la física de partículas y ocurre cuando dos partículas, como fotones (partículas individuales de luz), quedan vinculadas de tal manera que sus propiedades permanecen conectadas independientemente de la distancia que las separa.

Al medir el estado de una partícula entrelazada, automáticamente se determina el estado de su pareja, aunque esté ubicada a miles de kilómetros de distancia. Esta conexión instantánea permite transmitir información segura mediante un método llamado Distribución Cuántica de Claves (QKD), que solo se utiliza para producir y distribuir una clave, no para transmitir ningún dato.

La QKD aprovecha precisamente la propiedad del entrelazamiento para generar claves criptográficas en tiempo real. Las claves generadas se utilizan posteriormente para cifrar información con un sistema conocido como "*one-time pad*", considerado imposible de romper.

Debido a las leyes fundamentales de la física cuántica, cualquier intento de interceptar o medir estas partículas entrelazadas altera inmediatamente su estado cuántico, revelando así cualquier intento de espionaje.

Los satélites cuánticos son satélites de comunicaciones que utilizan principios de la física cuántica, como el entrelazamiento cuántico, para mejorar la seguridad y eficiencia de las comunicaciones.

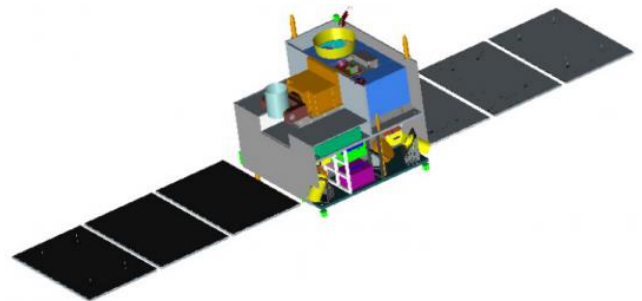
En lugar de transmitir datos convencionales, estos satélites transmiten información utilizando estados cuánticos, como fotones, que son más difíciles de interceptar y más seguros.

China se encuentra desarrollando una red global de satélites cuánticos para comunicaciones seguras, con el objetivo de lograr un servicio global en 2027. China ya ha lanzado satélites como Mozi y Jinan-1 para probar la distribución de claves cuánticas y la comunicación a grandes distancias.

Misión Mozi.

Lanzado el 15 de agosto de 2016, el satélite científico QSS (Quantum Science Satellite) Mozi (también conocido como Micius) fue pionero en la demostración de la distribución de claves cuánticas a través del espacio.

Este satélite, fue la primera nave espacial en establecer comunicaciones cuánticas entre el espacio y la Tierra mediante la creación de pares de fotones entrelazados a grandes distancias (1.203 km.) y probando los principios de la teletransportación cuántica.



Satélite QSS (CAS).

Uno de los principales objetivos de la misión, fue establecer una distribución de clave cuántica desde el satélite hasta la tierra, creando un canal cuántico de ultra largo alcance entre la tierra y el satélite con la ayuda de un sistema de adquisición, seguimiento y apuntamiento de alta precisión, implementando una QKD entre el satélite y las estaciones terrestres, y llevar a cabo experimentos de comunicación cuántica seguros e incondicionales.

La misión también generó una red de comunicación cuántica a escala global, estableciendo una red real de área amplia para la comunicación cuántica utilizando el repetidor de satélite y dos estaciones terrestres cuánticas arbitrarias y sus redes cuánticas auxiliares de fibra de área local.

Asimismo, probó la distribución de entrelazamiento cuántico desde el satélite a dos estaciones terrestres en China y en Europa, creando una red de área amplia real para la comunicación cuántica utilizando el repetidor de satélite y dos estaciones terrestres cuánticas arbitrarias y sus redes cuánticas auxiliares de fibra de área local.

La Academia Austriaca de Ciencias proporcionó los receptores ópticos para las estaciones terrestres europeas. Finalmente, el QSS logró la teletransportación cuántica desde la tierra hasta el satélite como una forma totalmente nueva de comunicación, la teletransportación cuántica es el proceso fundamental de las redes cuánticas y la computación cuántica.

Se construyó una fuente de entrelazamiento cuántico de alta calidad en tierra para lograr experimentos de teletransportación tierra-satélite basados en el entrelazamiento de fotones.

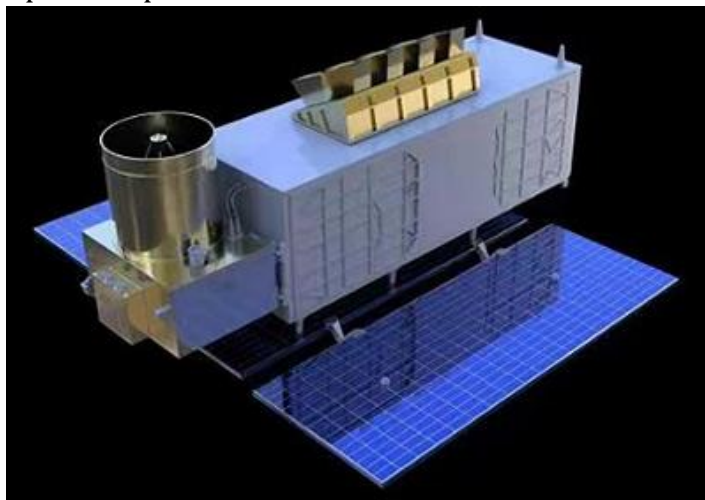
El satélite Micius ha verificado la viabilidad de las comunicaciones cuánticas por satélite; Sin embargo, la ampliación de las constelaciones de satélites cuánticos es un reto, ya que requiere satélites pequeños y ligeros, estaciones terrestres portátiles y un intercambio seguro de claves en tiempo real.

El Satélite de Ciencia Cuántica consta de varios subsistemas diferentes: el subsistema de control de actitud, el subsistema de energía, el subsistema de

control térmico, el subsistema de telemetría y comando, el subsistema de comunicaciones, el subsistema de estructura y el subsistema de limpieza.

Microsatélite Jinan-1.

El microsatélite, denominado Jinan-1, fue lanzado al espacio el 27 de julio de 2022 y ha establecido enlaces ópticos con estaciones en diversas ciudades de China y en Stellenbosch, Sudáfrica. Durante cada pasada del satélite, el sistema generó hasta 1 Mbit de claves seguras, demostrando la viabilidad de utilizar satélites como relés confiables para compartir claves y comunicaciones cifradas entre ciudades separadas por miles de kilómetros.



Jinan-1 Fuente: Chinese Academy of Sciences (CAS).

Durante los experimentos, Jinan-1 estableció enlaces ópticos con múltiples estaciones terrestres ópticas en Jinan, Hefei, Nanshan, Wuhan, Pekín, Shanghái (China) y Stellenbosch (Sudáfrica).

El satélite transmitió aproximadamente 250 millones de fotones cuánticos por segundo. Utilizando el satélite como repetidor de confianza, el equipo demostró con éxito el intercambio seguro de claves y la comunicación cifrada entre Pekín y Stellenbosch, dos ciudades separadas por 12.900 km.

Red de comunicaciones cuánticas.

China está trabajando en una red de comunicaciones cuánticas global que combine satélites con redes

terrestres, buscando una cobertura completa y comunicaciones ultraseguras, con el objetivo de lograr una red de comunicación cuántica global completamente operativa con satélites de órbita alta que puedan operar durante todo el día.

China, también está construyendo estaciones terrestres compactas para la red cuántica, lo que ha permitido realizar demostraciones de comunicación entre el satélite Mozi y diversas ciudades.

Conclusión.

La comunicación cuántica ha emergido como una tecnología fundamental para garantizar la seguridad de la información en la era digital.

Se sienta una base sólida para el despliegue de una constelación de microsatélites cuánticos, brindando un apoyo técnico crucial para las redes de comunicación cuántica a gran escala y representando una enorme promesa para el despliegue global de la Internet cuántica.

Este avance permite a futuro cercano el despliegue de una constelación de microsatélites cuánticos, lo que permitiría una cobertura global de comunicaciones seguras.

La capacidad de desplegar estaciones terrestres compactas y móviles, con un peso inferior a 100 kg, facilita una implementación rápida y flexible en diversas ubicaciones, aumentando la practicidad de esta tecnología.

La integración de la comunicación cuántica en la infraestructura global representa un paso significativo hacia la protección de la información en un mundo cada vez más interconectado.

La capacidad de transmitir datos de manera segura a través de satélites compactos y estaciones terrestres móviles no solo mejora la seguridad nacional, sino que también tiene aplicaciones en sectores como las finanzas, la salud y las comunicaciones personales.

A medida que la tecnología avance y se desplieguen más satélites, es probable que la comunicación cuántica se convierta en un estándar para la

transmisión de información sensible a nivel mundial.

La comunicación cuántica segura fundamental para la seguridad de la información nacional y el desarrollo socioeconómico. La QKD, un método de comunicación con una seguridad incondicional comprobada, mejora significativamente la seguridad de la transmisión de datos.

Si bien las redes de QKD basadas en fibra se han implementado a nivel regional, su aplicación práctica a largas distancias sigue limitada por la pérdida de señal y la cobertura limitada.

Los sistemas satelitales representan una solución viable mediante la comunicación en espacio libre, lo que podría permitir la QKD a escala global

China está colaborando con otros países en proyectos de comunicaciones cuánticas, como en el caso de la conexión satelital cuántica más larga del mundo con Sudáfrica.



Diagrama esquemático del funcionamiento de Jinan-1 en órbita.

Fuente de la imagen: Salón Mozi.

AAW, con información de fuentes abiertas, internet,
<https://phys.org/news/2025-03-world-quantum-microsatellite-communication-multiple.html>
<https://spacenews.com/china-is-developing-a-quantum-communications-satellite-network/>
Sudáfrica y China logran una conexión cuántica satelital récord de casi 13.000 kilómetros
<https://phys.org/news/2025-03-world-quantum-microsatellite-communication-multiple.html>