



**UNA VISIONE STRATEGICA  
PER LE RETI QUANTISTICHE  
IN AMERICA**

**Prodotto da: LA CASA BIANCA**

**UFFICIO COORDINAMENTO  
QUANTISTICO NAZIONALE  
Febbraio 2020**

# **A STRATEGIC VISION FOR AMERICA'S QUANTUM NETWORKS**

*Product of*

**THE WHITE HOUSE**

**NATIONAL QUANTUM COORDINATION OFFICE**

**February 2020**

Traduzione automatica.

## **UNA VISIONE STRATEGICA PER LE RETI QUANTISTICHE IN AMERICA**

**Prodotto da: LA CASA BIANCA**

**UFFICIO COORDINAMENTO QUANTISTICO NAZIONALE**

**Febbraio 2020**

### **INTRODUZIONE**

L'amministrazione Trump è impegnata nella leadership americana nella scienza dell'informazione quantistica (QIS) e nel liberare il suo incredibile potenziale per la crescita economica, il progresso tecnologico e la sicurezza nazionale degli Stati Uniti. Per coordinare uno sforzo di ricerca nazionale che comprenda agenzie federali, comunità accademica e leader del settore già in corso, l'ufficio nazionale di coordinamento quantistico della Casa Bianca ha rilasciato *A Strategic Vision for America's Quantum Networks*.

Esplorare come costruire l'Internet quantistica, una vasta rete di computer quantistici e altri dispositivi quantistici, catalizzerà le nuove tecnologie che accelerano l'Internet odierna, miglioreranno la sicurezza delle nostre comunicazioni e consentiranno notevoli progressi nell'informatica. Aprendo la strada al networking quantistico, l'America è pronta a rivoluzionare la sicurezza nazionale e finanziaria, la privacy dei pazienti, la scoperta di farmaci e la progettazione e produzione di nuovi materiali, aumentando al contempo la nostra comprensione scientifica dell'universo.

Il calcolo quantistico e le tecnologie di rete sono ancora in una fase iniziale di ricerca e sviluppo (R&S). La visione strategica concentra gli sforzi di ricerca e sviluppo dell'America per far avanzare lo sviluppo di basi per l'Internet quantistico. Stabilisce gli obiettivi della comunità QIS per il networking quantistico e raccomanda sei aree tecniche specifiche per un'attività di ricerca mirata.

Questa visione strategica è guidata dal National Quantum Initiative Act (NQIA), firmato in legge dal presidente Trump nel dicembre 2018, per accelerare la ricerca e lo sviluppo del QIS attraverso maggiori investimenti e coordinamento federali. La strategia è stata sviluppata attraverso gli organi di coordinamento della NQIA, l'Ufficio nazionale di coordinamento quantistico (NQCO) e il Sottocomitato per la scienza dell'informazione quantistica (SCQIS) del Consiglio nazionale della scienza e della tecnologia e riflette il profondo contributo della comunità dalla richiesta SCQIS di risposte informative del 2018-2019 e da seminari recenti ospitati da agenzie federali <sup>1,2</sup>.

Nell'ultimo anno, come richiesto dall'NQIA, la Casa Bianca ha istituito l'Ufficio nazionale di coordinamento quantistico per unificare le attività federali di ricerca e sviluppo in tutto il governo e il Comitato consultivo dell'iniziativa quantistica nazionale per garantire che le prospettive della comunità quantistica informino gli sforzi federali. Inoltre, per implementare l'NQIA, la National Science Foundation ha annunciato la sollecitazione del Quantum Leap Challenge Institutes <sup>3</sup> per esplorare la scienza e la tecnologia quantistica di base e il Dipartimento dell'Energia (DOE) ha annunciato il finanziamento per la creazione di nuovi centri di ricerca QIS <sup>4</sup> in cui i ricercatori del DOE National Labs si unirà ad esperti del mondo accademico e del settore privato per promuovere la R&S. Ciò si basa sui solidi programmi di ricerca QIS, centri e consorzi presso altre agenzie tra cui il National Institute for Standards and Technology, il Dipartimento della Difesa, la National Security Agency e la NASA.

Nel 1969, l'Agenzia per i progetti di ricerca avanzata del Dipartimento della difesa ha dimostrato la prima rete (ARPANET) che ha portato a Internet che conosciamo oggi. Allora, non si poteva immaginare che sarebbe diventato il motore più potente del mondo per la crescita economica e la qualità della vita.

Come dimostrato una volta da ARPANET e ora da *A Strategic Vision for America's Quantum Networks* e NQIA, il governo federale ha un ruolo fondamentale da svolgere nel guidare la ricerca QIS nella fase

iniziale e fornire la direzione agli sforzi nazionali di ricerca e sviluppo. Sotto la guida dell'amministrazione Trump, gli Stati Uniti saranno i pionieri dell'Internet quantistico e garantiranno la scoperta e l'innovazione QIS a vantaggio di tutti gli americani.

<sup>1</sup> [Workshop NSF 2019 sulle interconnessioni quantistiche](https://arxiv.org/abs/1912.06642), <https://arxiv.org/abs/1912.06642>

<sup>2</sup> [Seminario DOE 2018 sulle reti quantistiche](https://info.ornl.gov/sites/publications/Files/Pub124247.pdf), <https://info.ornl.gov/sites/publications/Files/Pub124247.pdf>

<sup>3</sup> [NSF Quantum Leap Istituti](https://www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=505634): [https://www.nsf.gov/funding/pgm\\_summ.jsp?pims\\_id=505634](https://www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=505634)

<sup>4</sup> [DOE Quantum Centers](https://www.energy.gov/articles/department-energy-announces-625-million-new-quantum-centri) <https://www.energy.gov/articles/department-energy-announces-625-million-new-quantum-centri>

## **COSTRUIRE LE BASI PER IL COLLEGAMENTO IN RETE DI DISPOSITIVI QUANTISTICI**

Il networking quantistico utilizza le proprietà quantistiche della luce e delle informazioni per consentire una comunicazione sicura, nuove modalità di rilevamento e un calcolo quantistico avanzato. La ricerca in questo settore garantirà continui progressi nella scienza fondamentale e consentirà applicazioni innovative di dispositivi quantistici per migliorare l'economia e la sicurezza della nazione. Le prospettive a lungo termine per le reti quantistiche dipendono dalla nostra capacità di sperimentare piattaforme che collegano in modo affidabile dispositivi quantistici e di sviluppare applicazioni che sfruttano le modalità di sicurezza, rilevamento e calcolo abilitate per il quantum. Facendo uno sforzo concertato e sostenuto per sviluppare queste prospettive, saranno poste le basi per un Internet quantistico per migliorare il futuro dell'America.

Due obiettivi specifici focalizzeranno gli sforzi in questa direzione:

- Nei prossimi cinque anni, aziende e laboratori negli Stati Uniti dimostreranno la scienza fondamentale e le tecnologie chiave per abilitare le reti quantistiche, dalle interconnessioni quantistiche, i ripetitori quantistici e le memorie quantistiche ai canali quantistici ad alto rendimento e all'esplorazione dell'entanglement spaziale distribuzione su distanze intercontinentali. Allo stesso tempo, il potenziale impatto e il miglioramento delle applicazioni di tali sistemi saranno identificati per vantaggi commerciali, scientifici, sanitari e di sicurezza nazionale.
- Nei prossimi vent'anni, i collegamenti Internet quantistici faranno leva sui dispositivi quantistici in rete per abilitare nuove funzionalità non possibili con la tecnologia classica, migliorando al contempo la nostra comprensione del ruolo svolto dall'entanglement.

Pur perseguendo questi obiettivi, le opportunità chiave per nuove direzioni e applicazioni spin-off saranno incoraggiate da un forte coordinamento e da una leadership lungimirante sotto gli auspici dei meccanismi di coordinamento della National Quantum Initiative. Ciò include sia il forte sostegno delle agenzie federali che svolgono attività di ricerca e sviluppo, sia una dedizione all'utilizzo delle nuove tecnologie e scoperte scientifiche per migliorare l'esecuzione delle missioni dell'agenzia.

Di conseguenza, il sottocomitato per la scienza dell'informazione quantistica del Consiglio nazionale della scienza e della tecnologia raccomanda di perseguire le seguenti attività, commisurate alla nostra crescente comprensione della loro rilevanza per il networking quantistico utile e altre tecnologie quantistiche:

- Sviluppo di tecnologie e piattaforme per componenti chiave, comprese sorgenti classiche, rilevatori quantistici limitati, interconnessioni a bassissima perdita, connessioni spazio-terra e protocolli di rete e sicurezza informatica classici e costi di ridimensionamento;
- Trasduzione di sorgenti e segnali quantistici da regimi ottici e di telecomunicazione a domini rilevanti per computer quantistici, comprese le microonde;
- generazione di stati entanglement e iper-entangled, trasmissione, controllo e misurazione di stati quantistici;

- Sviluppo di memorie quantistiche e computer quantistici su piccola scala compatibili con bit quantistici basati su fotoni nelle lunghezze d'onda ottiche o di telecomunicazione;
- Esplorazione di nuovi algoritmi e applicazioni per l'entanglement a lungo raggio tra processori quantistici su piccola e larga scala, compresa la correzione degli errori quantistici, protocolli di cloud computing quantistico e nuove modalità di rilevamento quantistico; e
- Esplorazione di tecniche per la distribuzione dell'entanglement sia terrestre che spaziale. 3

## **INFORMAZIONI SULL'UFFICIO DI COORDINAMENTO QUANTISTICO NAZIONALE DELLA CASA BIANCA**

Istituito dal National Quantum Initiative Act del 2018 per risiedere all'interno dell'Office of Science and Technology Policy della Casa Bianca, il National Quantum Coordination Office coordina la ricerca e lo sviluppo della scienza dell'informazione quantistica in tutto il governo federale. Fornendo un punto di contatto centrale per le parti interessate che lavorano sul campo, l'NQCO supporta i vari gruppi interagenziali e meccanismi di coordinamento per garantire un approccio coerente e sostenuto per la leadership americana nella scienza dell'informazione quantistica.

## **IL CONSIGLIO NAZIONALE DI SCIENZE E TECNOLOGIE**

Il National Science and Technology Council (NSTC) è il mezzo principale con cui il ramo esecutivo coordina la politica scientifica e tecnologica tra le diverse entità che compongono l'impresa federale di ricerca e sviluppo. Un obiettivo primario dell'NSTC è garantire che le decisioni e i programmi politici in materia di scienza e tecnologia siano coerenti con gli obiettivi dichiarati del Presidente. L'NSTC prepara strategie di ricerca e sviluppo coordinate tra le agenzie federali volte a raggiungere molteplici obiettivi nazionali. Il lavoro dell'NSTC è organizzato in comitati che sovrintendono a sottocomitati e gruppi di lavoro incentrati su diversi aspetti della scienza e della tecnologia. Ulteriori informazioni sono disponibili su <http://www.whitehouse.gov/ostp/nstc>.

## **INFORMAZIONI SUL SOTTOCOMITATO NSTC PER LA SCIENZA QUANTISTICA DELL'INFORMAZIONE**

Il sottocomitato NSTC per la scienza dell'informazione quantistica (SCQIS) coordina la ricerca e lo sviluppo (R&S) federale nella scienza dell'informazione quantistica e nelle tecnologie correlate sotto gli auspici del Comitato per la scienza dell'NSTC. Questa ricerca e sviluppo coordinata mira a garantire che la leadership degli Stati Uniti nella scienza dell'informazione quantistica e nelle sue applicazioni venga mantenuta e ampliata nel prossimo decennio. Lo SCQIS è co-presieduto dal Dipartimento dell'Energia, dal National Institute of Standards and Technology, dalla National Science Foundation e dall'Office of Science and Technology Policy della Casa Bianca. Altri membri includono il Dipartimento della Difesa, National Aeronautics and Space Administration, National Security Agency, Office of the Director of National Intelligence, Office of Management and Budget, United States Patent and Trademark Office e il Dipartimento di Stato.

## **INFORMAZIONI SUL COPYRIGHT**

Questo documento è un'opera del governo degli Stati Uniti ed è di dominio pubblico (vedere 17 USC §105). Fatte salve le disposizioni di seguito, può essere distribuito e copiato con riconoscimento all'NQCO. I diritti d'autore sulla grafica inclusa in questo documento sono riservati dai detentori del copyright originale o dai loro assegnatari e sono qui utilizzati su licenza del governo e su autorizzazione. Le richieste di utilizzare qualsiasi immagine devono essere presentate al fornitore identificato nei crediti dell'immagine o all'NQCO se non viene identificato alcun fornitore. Pubblicato negli Stati Uniti d'America, 2020.



# A STRATEGIC VISION FOR AMERICA'S QUANTUM NETWORKS

*Product of*

THE WHITE HOUSE

NATIONAL QUANTUM COORDINATION OFFICE

February 2020

### INTRODUCTION

The Trump Administration is committed to American leadership in quantum information science (QIS), and to unleashing its incredible potential for U.S. economic growth, technological advancement, and national security. To coordinate a national research effort encompassing Federal agencies, the academic community, and industry leaders already underway, The White House National Quantum Coordination Office has released *A Strategic Vision for America's Quantum Networks*.

Exploring how to build the quantum internet—a vast network of quantum computers and other quantum devices—will catalyze new technologies that accelerate today's internet, improve the security of our communications, and allow dramatic advances in computing. By leading the way in quantum networking, America is poised to revolutionize national and financial security, patient privacy, drug discovery, and the design and manufacturing of new materials, while increasing our scientific understanding of the universe.

Quantum computing and networking technologies are still at an early stage of research and development (R&D). The strategic vision focuses America's R&D efforts to advance the development of foundations for the quantum internet. It establishes QIS community goals for quantum networking, and recommends six specific technical areas for focused research activity.

This strategic vision is driven by the National Quantum Initiative Act (NQIA), signed into law by President Trump in December 2018, to accelerate QIS R&D through increased federal investment and coordination. The strategy was developed through the NQIA's coordinating bodies, the National Quantum Coordination Office (NQCO) and the National Science and Technology Council's Subcommittee on Quantum Information Science (SCQIS) and reflects deep community input from SCQIS request for information responses of 2018-2019 and from recent workshops hosted by Federal agencies<sup>1,2</sup>.

Over the past year, as called for by the NQIA, The White House established the National Quantum Coordination Office to unify Federal R&D activities across government, and the National Quantum Initiative Advisory Committee to ensure perspectives from the quantum community inform Federal efforts. Additionally, to implement the NQIA, the National Science Foundation announced the Quantum Leap Challenge Institutes<sup>3</sup> solicitation to explore foundational quantum science and technology, and the Department of Energy (DOE) announced funding for the creation of new QIS research centers<sup>4</sup> where researchers from DOE's National Labs will join with experts from academia and the private sector to advance R&D. This builds upon the robust QIS research programs, centers and consortia at other agencies including National Institute for Standards and Technology, the Department of Defense, the National Security Agency, and NASA.

In 1969, the Department of Defense's Advanced Research Projects Agency demonstrated the first network (ARPANET) that led to the internet we know today. Back then, one could hardly imagine that it would become the world's most powerful driver for economic growth and quality of life.

As demonstrated once by ARPANET and now by *A Strategic Vision for America's Quantum Networks* and the NQIA, the Federal government has a critical role to play in driving early-stage QIS research and providing direction to national R&D efforts. Under the Trump Administration's leadership, the United States will pioneer the quantum internet and ensure QIS discovery and innovation that benefits all Americans.

---

<sup>1</sup> 2019 NSF [workshop](https://arxiv.org/abs/1912.06642) on quantum Interconnects, <https://arxiv.org/abs/1912.06642>

<sup>2</sup> 2018 DOE [workshop](https://info.ornl.gov/sites/publications/Files/Pub124247.pdf) on quantum networks, <https://info.ornl.gov/sites/publications/Files/Pub124247.pdf>

<sup>3</sup> NSF Quantum Leap Institutes: [https://www.nsf.gov/funding/pgm\\_summ.jsp?pims\\_id=505634](https://www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=505634)

<sup>4</sup> DOE Quantum Centers <https://www.energy.gov/articles/department-energy-announces-625-million-new-quantum-centers>

## **BUILDING THE FOUNDATIONS FOR NETWORKING QUANTUM DEVICES**

Quantum networking uses the quantum properties of light and information to enable secure communication, new sensing modalities, and enhanced quantum computation. Research in this area will ensure continued advances in fundamental science and enable innovative applications of quantum devices to improve the Nation's economy and security. Long-term prospects for quantum networks hinge on our ability to pioneer platforms that reliably link together quantum devices, and to develop applications that leverage quantum-enabled security, sensing, and computation modalities. By making a concerted and sustained effort to develop these prospects, the foundations for a quantum internet will be in place to enhance America's future.

Two specific goals will focus efforts in this direction:

- Over the next five years, companies and laboratories in the United States will demonstrate the foundational science and key technologies to enable quantum networks, from quantum interconnects, quantum repeaters, and quantum memories to high-throughput quantum channels and exploration of space-based entanglement distribution across intercontinental distances. At the same time, the potential impact and improved applications of such systems will be identified for commercial, scientific, health and national security benefits.
- Over the next twenty years, quantum internet links will leverage networked quantum devices to enable new capabilities not possible with classical technology, while advancing our understanding of the role entanglement plays.

While pursuing these goals, key opportunities for new directions and spin-off applications will be encouraged by strong coordination and future-looking leadership under the auspices of the National Quantum Initiative's coordination mechanisms. This includes both the strong support of federal agencies performing the research and development and also a dedication to using the new technologies and scientific discoveries to enhance the execution of agency missions.

Accordingly, the National Science and Technology Council Subcommittee on Quantum Information Science recommends pursuing the following activities, commensurate with our growing understanding of their relevance to useful quantum networking and other quantum technology:

- Technology and platform development for key components including classical sources, quantum-limited detectors, ultra-low loss interconnects, space-to-ground connections, and classical networking and cybersecurity protocols and scaling costs;
- Transduction of quantum sources and signals from optical and telecom regimes to quantum computer-relevant domains, including microwaves;
- Entanglement and hyper-entangled state generation, and transmission, control, and measurement of quantum states;
- Development of quantum memories and small-scale quantum computers that are compatible with photon-based quantum bits in the optical or telecom wavelengths;
- Exploration of novel algorithms and applications for long-range entanglement between small-scale and large-scale quantum processors, including quantum error correction, quantum cloud computing protocols, and new quantum sensing modalities; and
- Exploration of techniques for both terrestrial and space-based entanglement distribution.

### **ABOUT THE WHITE HOUSE NATIONAL QUANTUM COORDINATION OFFICE**

Established by the National Quantum Initiative Act of 2018 to reside within the White House Office of Science and Technology Policy, the National Quantum Coordination Office coordinates quantum information science research and development across the Federal Government. Providing a central point of contact for stakeholders working in the field, the NQCO supports the various interagency groups and coordination mechanisms to ensure a cohesive and sustained approach for American leadership in quantum information science.

### **ABOUT THE NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL**

The National Science and Technology Council (NSTC) is the principal means by which the Executive Branch coordinates science and technology policy across the diverse entities that make up the Federal research and development enterprise. A primary objective of the NSTC is to ensure science and technology policy decisions and programs are consistent with the President's stated goals. The NSTC prepares research and development strategies that are coordinated across Federal agencies aimed at accomplishing multiple national goals. The work of the NSTC is organized under committees that oversee subcommittees and working groups focused on different aspects of science and technology. More information is available at <http://www.whitehouse.gov/ostp/nstc>.

### **ABOUT THE NSTC SUBCOMMITTEE ON QUANTUM INFORMATION SCIENCE**

The NSTC Subcommittee on Quantum Information Science (SCQIS) coordinates Federal research and development (R&D) in quantum information science and related technologies under the auspices of the NSTC's Committee on Science. This coordinated R&D aims to ensure that U.S. leadership in quantum information science and its applications is maintained and expanded over the next decade. The SCQIS is co-chaired by the Department of Energy, the National Institute of Standards and Technology, the National Science Foundation, and the White House Office of Science and Technology Policy. Additional members include the Department of Defense, National Aeronautics and Space Administration, National Security Agency, Office of the Director of National Intelligence, Office of Management and Budget, United States Patent and Trademark Office, and the Department of State.

### **COPYRIGHT INFORMATION**

This document is a work of the United States Government and is in the public domain (see 17 U.S.C. §105). Subject to the stipulations below, it may be distributed and copied with acknowledgment to the NQCO. Copyrights to graphics included in this document are reserved by the original copyright holders or their assignees and are used here under the Government's license and by permission. Requests to use any images must be made to the provider identified in the image credits or to NQCO if no provider is identified. Published in the United States of America, 2020.