



# RES

Robust Entanglement Source



STEP 1 Bando Tecnologie Spaziali Innovative	Data Inizio 08/07/2024
TRL Target: 4	Durata 18 Mesi

## SINTESI PROGETTO

Robust Entanglement Source (RES) è un progetto ASI condotto da Thales Alenia Space Italia, in collaborazione con l'Università di Padova e la startup ThinkQuantum.

L'obiettivo del progetto è il design e la realizzazione di un prototipo di sorgente di coppie di fotoni entangled in polarizzazione alla base di protocolli di distribuzione quantistica di chiave (QKD) e che possa essere utilizzato in missioni satellitari, con una configurazione tecnologica alternativa a quelle attualmente proposte nel contesto internazionale. Il prototipo sarà orientato allo spazio, dovrà essere compatto e sfruttare prevalentemente componenti disponibili sul mercato (COTS, commercial off-the-shelf) già qualificati spazio e/o qualificabili. Tali caratteristiche mirano all'indipendenza tecnologica europea, se non nazionale, in un ambito di elevato interesse strategico quale quello della sicurezza nelle comunicazioni.

## PRINCIPALI ATTIVITÀ

Le attività del progetto prevedono principalmente lo studio, lo sviluppo e il test della sorgente fino a TRL4, oltre alla definizione di una roadmap per la qualificazione della sorgente entangled fino al TRL 9, con l'identificazione di scenari applicativi futuri per la tecnologia. In particolare, lo sviluppo della sorgente è organizzato nelle seguenti fasi:

- Studio preliminare:** attraverso uno studio preliminare vengono determinati i requisiti della sorgente di fotoni entangled, per applicazioni di comunicazioni quantistiche da satellite a ground-station, e, di conseguenza, la scelta della tipologia di sorgente, comparando diverse tipologie possibili. Lo studio è supportato da simulazioni della comunicazione quantistica in canali di comunicazione fra un satellite su orbita LEO e diverse ground-station dislocate sul territorio europeo. La scelta della tipologia di sorgente è condizionata, oltre ai requisiti prestazionali necessari per l'applicazione, da fattori di rischio che riguardano la complessità della messa in operazione, come la presenza di sottocomponenti spazializzabili e la necessità di calibrazione e allineamento delle ottiche, e la probabilità di failure dei sottocomponenti.
- Fase di design:** il design della sorgente di fotoni entangled selezionata viene sviluppato. Lo sviluppo prevede sia il confronto con soluzioni adottate in letteratura e precedenti missioni spaziali, sia la ricerca di fornitori e materiali con heritage spaziale. Il design mira a massimizzare la componentistica space-qualifiable e tecniche che semplificano il processo di spazializzazione, oltre a garantire ricercare parametri di SWaP-C in linea con i requisiti di satellite individuati. Infine, l'adeguatezza del design e la potenzialità nel raggiungere TRL più alti verrà confermata attraverso analisi termo-meccaniche e prestazionali, identificando possibili criticità prima della costruzione della sorgente.
- Fase di assemblaggio e test:** la sorgente di fotoni entangled viene realizzata utilizzando tecniche all'avanguardia per il montaggio della componentistica ottica. Inoltre, verrà sviluppato un sistema di controllo elettronico per la sorgente di fotoni entangled dimensionato per garantire le prestazioni nell'ambiente tipico di una missione spaziale. La sorgente verrà testata ed ottimizzata per garantire le alte prestazioni necessarie per il suo utilizzo nei protocolli "Entanglement-based" QKD satellitari. Questi test includeranno il test di Bell che certifica la generazione uno stato entangled, test di visibilità polarimetrica e la caratterizzazione di parametri essenziali come brillantezza della sorgente ed heralding efficiency. Infine, la sorgente verrà testata in un test bed sviluppato ad hoc, per permettere di valutare l'effettiva performance della sorgente nel contesto dei protocolli "Entanglement-based" QKD satellitari. Il testbed includerà un simulatore di propagazione atmosferica su banco ottico per emulare diverse caratteristiche del canale di comunicazione quantistico satellite-ground, e permetterà di simulare il profilo missione ed ottenere la SKR attesa tra le diverse stazioni terrestri identificate.

## AMBITI APPLICATIVI

La Distribuzione Quantistica di Chiave (QKD) consente a due utenti di generare una chiave crittografica simmetrica e sicura sfruttando i principi della meccanica quantistica. La QKD rende rilevabile qualsiasi tentativo di intercettazione di un attaccante, in quanto causa inevitabilmente errori nel protocollo. La QKD è cruciale per proteggere le comunicazioni e i dati dai calcolatori quantistici, che potrebbero compromettere gli attuali schemi crittografici. Le tecnologie spaziali sono fondamentali per la QKD su scala globale. Infatti, a differenza dei link QKD terrestri, i link ottici intra-satellitari o satellite-stazione terrestre offrono attenuazioni del segnale di singolo fotone su lunghe distanze compatibili con i requisiti di QKD. Inoltre, tra gli approcci esistenti alla QKD satellitare, la versione basata su fotoni entangled permette di raggiungere il più alto grado di sicurezza.

## TEAM

Il consorzio del progetto RES è composto da:

- **Thales Alenia Space Italia (prime):** website link: <https://www.thalesaleniaspace.com/it>
- **ThinkQuantum SRL (sub-co):** website link: <https://www.thinkquantum.com/>
- **Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione - Università degli Studi di Padova (sub-co):** website link: <https://quantumfuture.dei.unipd.it/>



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA



ThinkQUANTUM