Architetture innovative per telecomunicazioni nello spazio profondo

I mercati emergenti dell'esplorazione spaziale e dell'estrazione ed utilizzazione delle risorse spaziali promettono nei prossimi anni un rapido aumento del numero di missioni interplanetarie. Tali missioni richiederanno l'aumento della capacità di comunicazione dati tra le sonde nello spazio profondo e la Terra, sia in termini di continuità temporale che di velocità di trasmissione. Il *concept* TESLA si prefigge di offrire una soluzione tramite l'utilizzo di uno o più satelliti di *data relay* operanti nelle frequenze radio nel range 20-90 GHz o nelle frequenze ottiche. Grazie all'esperienza maturata nel progetto TESLA, il CIRI Aerospace è in grado di offrire competenze nella progettazione dei link di comunicazione tra sonde interplanetarie e la Terra, sia nelle frequenze radio che ottiche.

"Più dati scientifici per tutti!"

Laboratorio	CIRI AEROSPAZIO
Area di specializzazione	Digitale, Meccatronica e Materiali
Referenti	Dario Modenini, Paolo Tortora
Keyword	NEW SPACE, MISSIONI INTERPLANETARIE, DATA RELAY, RADIO/OPTICAL COMMUNICATION

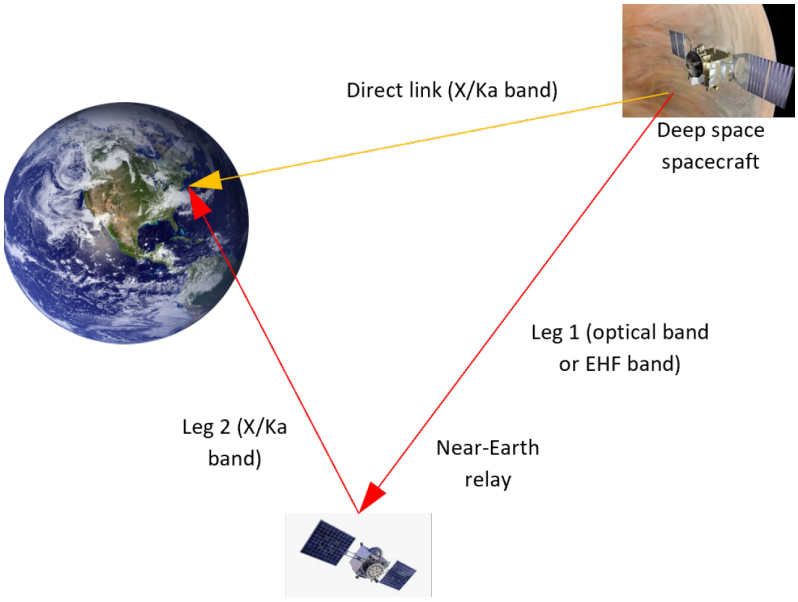


Fig. 1: Architettura di un link a due segmenti di comunicazione per missioni interplanetarie



Fig. 2: Esempio di un satellite di data relay per comunicazioni da orbite terrestri

Descrizione

Le attuali e future missioni interplanetarie richiedono capacità di telecomunicazione verso Terra sempre maggiori. L'uso delle frequenze radio estremamente elevate (EHF) o delle frequenze ottiche nei sistemi di comunicazione digitale wireless può potenzialmente consentire velocità di trasmissione dati più elevate rispetto a sistemi più classici nelle bande X e Ka. Tali bande di frequenza estremamente elevate sono, tuttavia, raramente impiegate in collegamenti diretti spazio profondo-Terra a causa della loro vulnerabilità ai disturbi atmosferici. Possono, invece, offrire diversi vantaggi se accoppiate all'utilizzo di uno o più satelliti di *data relay*. Il servizio offerto riguarda la progettazione di architetture innovative per telecomunicazioni deep-space.

Aspetti innovativi

Gli aspetti innovativi sono principalmente due ovvero:
• l'utilizzo di un'architettura a doppio link con data relay;
• l'utilizzo di comunicazione a frequenze ottiche.
Entrambe le tecnologie sono utilizzate per satelliti in orbita terrestre, ma ad oggi praticamente inesplorate per missioni di esplorazione e allo spazio profondo.

Applicazioni

• Aumento del ritorno scientifico di missioni interplanetarie
• Progettazione e ottimizzazione dei link di comunicazione radio
• Progettazione e ottimizzazione dei link di comunicazione ottica
• Design preliminare del sottosistema telecom per sonde interplanetarie

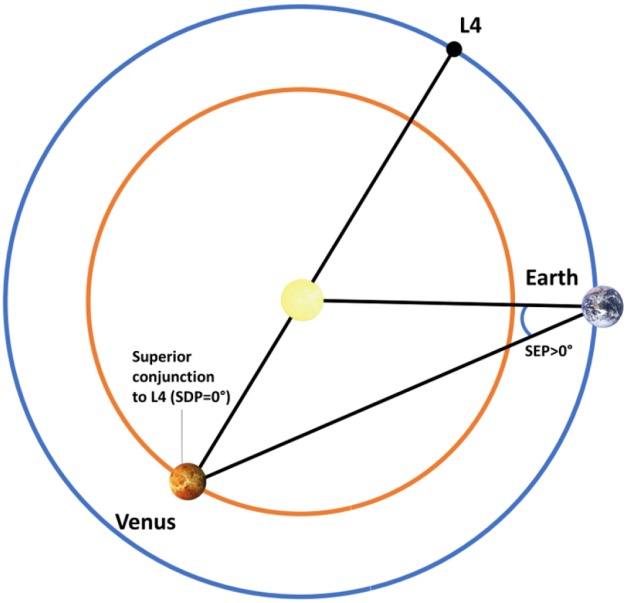


Fig. 3: Esempio di architettura di telecomunicazione "two-leg" con satellite relay posizionato in un punto lagrangiano del sistema Terra-Sole.

Partner coinvolti	Agenzia Spaziale Europea
Tempi di realizzazione	24 mesi/persona
Livello di maturità tecnologica	TRL 2 - concept tecnologico formulato
Valorizzazione applicazione	Questa attività necessita di partner aziendali per innalzare il TRL e farla diventare un prodotto fruibile per missioni spaziali di spazio profondo.

Esempio di applicazione

TESLA (Two-leg dEep Space reLAy) è il *concept* di un servizio di telecomunicazioni per missioni interplanetarie sviluppato dal CIRI aerospace nell'ambito di un contratto finanziato dall'Agenzia Spaziale Europea. Per far fronte alle necessità di trasmissione dell'enorme mole di dati provenienti dalle future missioni spaziali nel sistema solare, TESLA propone di sfruttare la tecnica del *data relaying*, consentendo in questo modo link di comunicazione altamente performanti e a frequenza estremamente elevata (radio o ottica).

L'architettura di sistema consiste in un satellite in orbita attorno alla Terra (o in un punto lagrangiano del sistema Terra-Sole), detto *relay*, che riceve i dati da una sonda interplanetaria e li ritrasmette alla stazione di terra. Il collegamento tra la sonda interplanetaria ed il satellite *relay*, non influenzato dall'atmosfera terrestre, può sfruttare una banda di frequenze estremamente elevate, ad esempio frequenze comprese tra quelle delle bande Ka e Q/V fino a 75 GHz, o banda ottica, mentre il secondo collegamento può utilizzare una banda RF più classica, come la banda X/Ka, beneficiando della distanza limitata con la stazione di terra.
Il progetto ha evidenziato che i sistemi di *data relay* per lo spazio profondo possono fornire vantaggi rispetto ai sistemi con link diretto, a condizione che vengano supportati valori specifici dei parametri di sistema, in particolare relativamente all'accuratezza di puntamento, nel caso di terminale ottico, e alle dimensioni dell'antenna di ricezione del relay, nel caso di link a radiofrequenza.

CIRI AEROSPAZIO

Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale Aeropazio-Aerospace



Il CIRI Aerospace promuove lo sviluppo di conoscenze e servizi per le aziende e gli enti di ricerca operanti nei settori dell'aeronautica, spazio, sistemi energetici, materiali avanzati e sistemi meccanici, sensoristica, ingegneria navale e trasporti.
I servizi proposti coprono una vasta gamma, dalle consulenze progettuali alla costruzione di prototipi, incluse le fasi di analisi di fattibilità, progettazione preliminare e di dettaglio. L'organizzazione strutturata del centro di ricerca permette di sviluppare progetti interdisciplinari, utilizzando know-how consolidati per nuove applicazioni.
Il CIRI Aerospace ha una consolidata esperienza e vanta collaborazioni con numerosi enti di ricerca sia privati che pubblici, piccole e medie imprese, grandi imprese e agenzie governative italiane ed estere.

Sito web	https://centri.unibo.it/aerospace/en
Direttore	Paolo Tortora
Data pubblicazione	31/12/2021