

DTI – DOMAIN TELECOMMUNICATION ITALY

L'UTILIZZO DEI CUBESAT PER DIMOSTRAZIONI IN ORBITA ABILITANTI PER SISTEMI END-TO-END INNOVATIVI

Workshop “L'impegno italiano nel settore dei CubeSat: tecnologie e missioni future”
– 2° edizione
2-4 Luglio 2024



TABLE OF CONTENTS

L'utilizzo Dei Cubesat Per Dimostrazioni In Orbita Abilitanti Per Sistemi End-to-end Innovativi

1 Contesto e Necessità Individuate

2 Architettura di Sistema

3 Infrastruttura Satellitare | Ruolo dei CUBESAT

4 Internet Of Things (IoT) e Casi D'uso

5 CORAL- In Orbit Demonstration via CUBESAT

6 RE-CUBE - Opportunità Bando ASI "Tecnologie cubesat"

7 Roadmap - Missione a Banda Stretta

8 Conclusioni

CONTESTO E NECESSITÀ INDIVIDUATE

Crescita globale dell'uso dei sistemi TLC

/// Negli ultimi anni si sta verificando un'enorme **crescita globale** dell'utilizzo dei **sistemi di telecomunicazione**, guidata dalle esigenze commerciali, istituzionali e militari

/// **Scenari operativi** di interesse richiedono la disponibilità di una molteplicità di informazioni ottenibili in varie aree operative mediante strumenti di

- ! Comunicazione
- ! Monitoraggio e osservazione delle aree di intervento
- ! Gestione dell'informazione di tipo multi-missione

/// **Necessità di comunicazione da parte degli utenti finali**

- ! Connettività per scambio dati a **basso costo**, **bassa latenza**, **sicura** e **disponibile a livello globale**
- ! Comunicazioni in **aree remote e critiche** dove la **copertura della rete terrestre** risulta **irregolare e/o insufficiente**



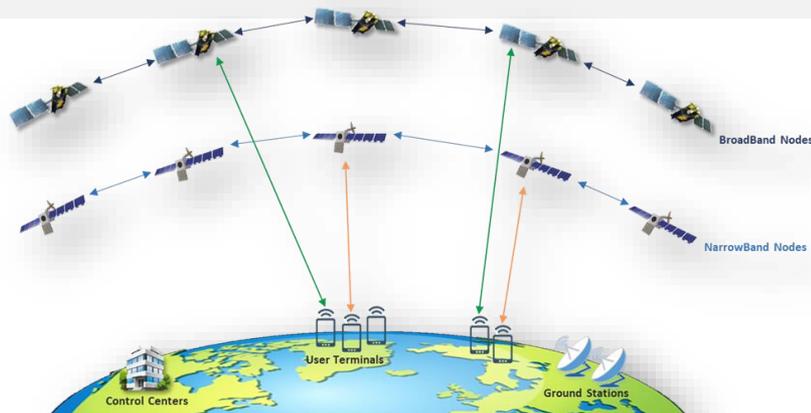
ARCHITETTURA DI SISTEMA

Thales Alenia Space Italia è attualmente coinvolta nello studio e nello sviluppo di **tecnologie innovative** da validare in orbita a bordo di **CubeSat**, con lo scopo di abilitare **nuovi servizi a banda stretta**, quali il monitoraggio e il controllo di **asset** e infrastrutture strategiche (oleodotti/elettrodotti/ponti/ferrovie), tramite sensori con accesso satellitare diretto.

Overview del Concetto Finale di Missione

/// Sistema ibrido, multi-dimensionale e multi-missione basato su una costellazione di satelliti di comunicazione di piccole dimensioni in orbita bassa (LEO) che integra tecnologie emergenti e mira a sostenere vari tipi di missione

- / Comunicazioni a Banda Larga per fornire connettività ad alto *bit-rate* agli utenti
- / Comunicazioni a Banda Stretta per il monitoraggio e controllo di **asset** e infrastrutture strategiche



INFRASTRUTTURA SATELLITARE | RUOLO DEI CUBESAT

Infrastrutture di comunicazione satellitare integrate con quelle terrestri esistenti

///Perchè i satelliti in Low Earth Orbits (LEO)

- / Garantisce la disponibilità su aree non raggiunte
- / Ripristinare la connessione wireless terrestre durante le fasi post-crisi
- / Servizio di broadcast
- / Lo sviluppo e l'opportunità dei satelliti di comunicazione in *Low-Earth Orbit* (LEO) vengono evidenziati come un sistema attraente rispetto ai satelliti GEO in quanto hanno maggiori vantaggi in termini di:
 - vantaggi in termini di *link budget* a favore di terminali meno performanti
 - servizi a bassa latenza grazie al ridotto ritardo di propagazione del segnale
 - copertura su aree scoperte da satelliti GEO (ad esempio copertura polare)
 - facilita il riutilizzo di tecnologie soluzioni terrestri
 - costo

///Perchè i CubeSat

- / Ruolo chiave per un'implementazione rapida e personalizzata del servizio, per colmare il gap verso la piena operatività della costellazione
- / Validazione tecnologica in orbita in tempi «brevi»
- / Soluzione a basso costo per l'implementazione iniziale delle funzionalità in orbita
- / Facilmente e rapidamente inseribile in un'architettura di sistema-di-sistemi in uno scenario multi-missione

Date : 20/06/2024

Ref : DTI

Rif. Modulo : 83230347-COM-TAS-HT-012

PROPRIETARY INFORMATION

Il presente documento non può essere in nessun modo riprodotto, modificato, adattato, pubblicato, tradotto, nella totalità o in parte, né divulgato a terzi senza previo accordo scritto di Thales Alenia Space.
© 2024 Thales Alenia Space Limited. All Rights Reserved.

THALES ALENIA SPACE LIMITED DISTRIBUTION

THALES ALENIA SPACE LIMITED DISTRIBUTION

ThalesAlenia
Space
Thales / Leonardo company

INTERNET OF THINGS (IOT) E CASI D'USO

**IoT come
infrastruttura
per una
connettività
ubiqua e
affidabile**

/// Una delle direzioni evolutive del settore delle telecomunicazioni è rappresentata dall'Internet of Things (IoT)

- /// Implica soluzioni dirompenti con crescita, impatto e capacità inconcepibili
- /// Apre il concetto di connessione tra tutti i dispositivi pseudo-intelligenti integrati negli oggetti ad uso quotidiano in una rete globale unica, al fine di consentirne l'accesso in qualunque momento

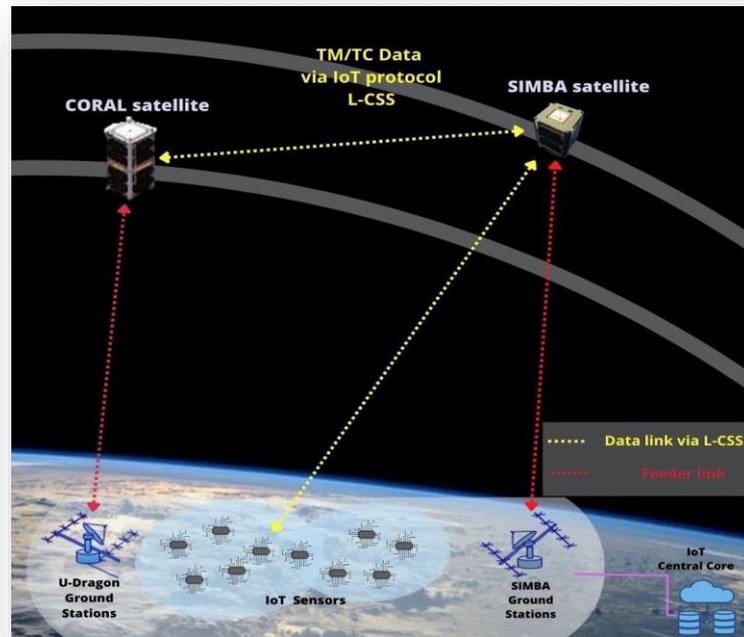
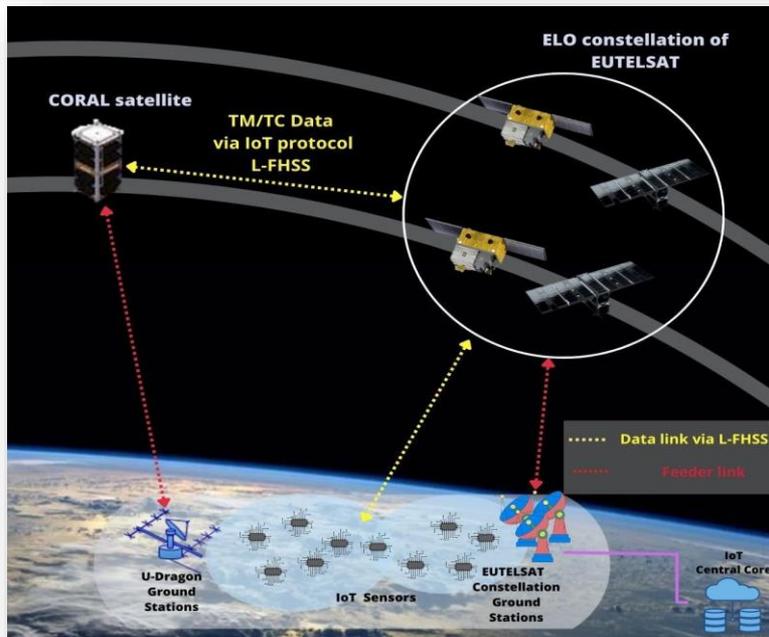
/// Casi D'uso

- /// Sorveglianza
- /// Infrastruttura Critica (Sensori, Attuatori E Terminali Personali)
- /// Smart Cities
- /// M2M (Comando E Controllo Del Sistema Senza Equipaggio)
- /// Comunicazione A Banda Stretta (Crisi O Emergenza)



CORAL - IN ORBIT DEMONSTRATION VIA CUBESAT (1/4)

Proof of Concept per testare il **protocollo IoT non standardizzato (LoRa)** tramite l'integrazione della **tecnologia SDR**, per dimostrare l'impiego di una costellazione di satelliti LEO per la connettività IoT. Più in dettaglio, l'obiettivo è sviluppare un **sistema di comunicazione di telemetrie e di controllo globale** a bassa latenza e indipendente dall'infrastruttura terrestre esistente, imbarcando i nodi IoT degli utenti a bordo di satelliti di terze parti.



CORAL - IN ORBIT DEMONSTRATION VIA CUBESAT (2/4)

Il CubeSat è strutturato in una configurazione 2-U:

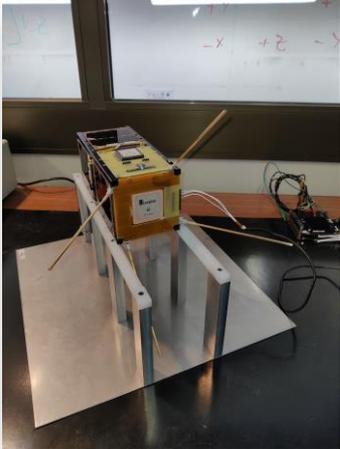
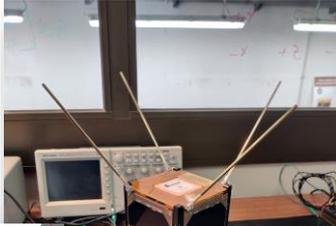
- Una unità è dedicata a bus e SDR
- L'altra unità è dedicata ai *Payload IoT*

Il payload di CORAL è composto da:

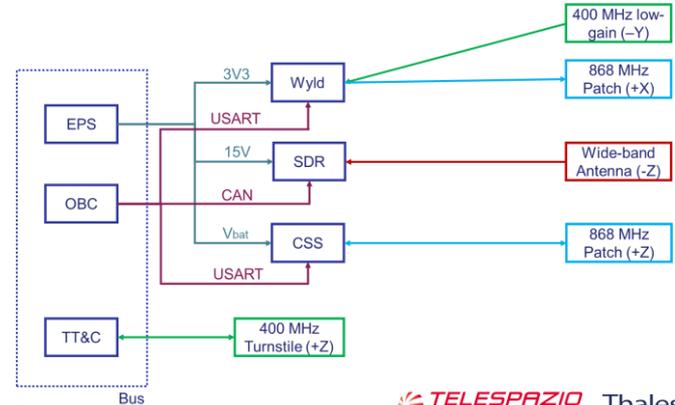
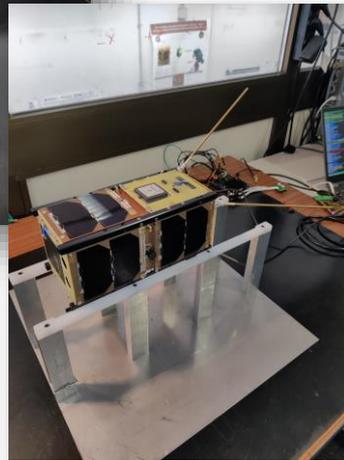
- Un transceiver LoRa CSS* nella banda ISM;
- Un terminale LoRa FHSS* nella banda ISM;
- Un *Software Defined Radio* connesso alle antenne patch a frequenze diverse.

Le antenne sono posizionate sui pannelli +Z and -Z del satellite che puntano attivamente il target.

*Note: CSS (*Chirp Spread Spectrum*), FHSS (*Frequency Hopping Spread Spectrum*)



**Lancio
Q1 2025**



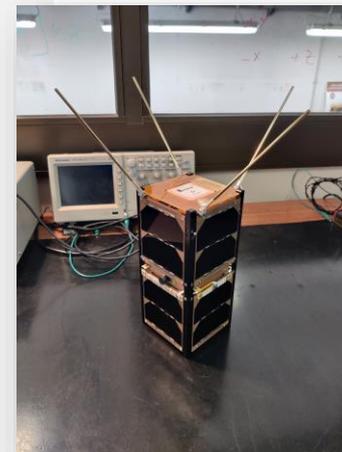
CORAL - IN ORBIT DEMONSTRATION VIA CUBESAT (3/4)

Obiettivi della dimostrazione in orbita e **potenzialità** della tecnologia **SDR** per future missioni

Obiettivi

/// Obiettivi

- /// Migliorare il know-how su AIV, Payload e CUBESAT per le future missioni IOD/IOV
- /// In Orbit Validation di terminali IoT COTS in spazio
- /// Validazione del protocollo terrestre IoT LoRa in orbita per comunicazioni a banda stretta realizzando ISL verso altri satelliti
- /// Opportunità di imbarcare un SDR (*Software Defined Radio*) al fine di testare la riconfigurabilità in volo



CORAL - IN ORBIT DEMONSTRATION VIA CUBESAT (4/4)



La tecnologia SDR verrà imbarcata e testata a bordo di CORAL per garantire la riconfigurabilità della missione

/// Per monitorare lo spettro per le bande di interesse (ELINT, SIGINT) consentendo una migliore selezione delle frequenze e aree operative tramite

- Un semplice aggiornamento del software di bordo, che viene sviluppato a terra e poi caricato a bordo
- Una antenna patch a larga banda sul pannello -Z per monitorare l'utilizzo delle bande di interesse connessa alla SDR



/// Possibilità di testare in volo missioni future caricando e compilando software a bordo tramite comandi da terra

/// Diversi programmi potranno essere memorizzati sulla SDR ed eseguiti in seguito alla ricezione di un telecomando da terra o dopo una prefissata cronologia interna



RE-CUBE - OPPORTUNITÀ BANDO ASI “TECNOLOGIE CUBESAT” (1/3)

Progettazione di una **soluzione integrata di payload** per l’analisi di segnali in radiofrequenza, che sia facilmente **riconfigurabile** e adattabile alle esigenze di una vasta gamma di utenti, nello **scenario IoT**.

Obiettivi principali

- Analisi dei **protocolli di comunicazione IoT standardizzati e non** (come NB-IoT, LoRa) e valutazione critica delle tecnologie innovative imbarcabili a bordo Cubesat
- Definizione dettagliata dell’architettura del dimostratore di *payload*
- Sviluppo e integrazione del dimostratore di *payload*
- Validazione e verifica del dimostratore includendo *breadboarding* del processore di bordo (OBP) con sviluppo di algoritmi su *hardware COTS*



RE-CUBE - OPPORTUNITÀ BANDO ASI “TECNOLOGIE CUBESAT” (2/3)

Missioni principali abilitate dall'utilizzo della tecnologia SDR che garantisce riconfigurabilità a bordo

/// Il sistema RE-CUBE ha un approccio general-purpose all'analisi dello spettro elettromagnetico, con l'obiettivo di garantire una **vasta gamma di servizi eterogenei all'utente**, riconfigurabile e adattabile a diversi ambiti, superando il paradigma di una missione dedicata delle soluzioni esistenti

! Telecomunicazione e IoT

! Individuazione, classificazione e localizzazione di sorgenti elettromagnetiche

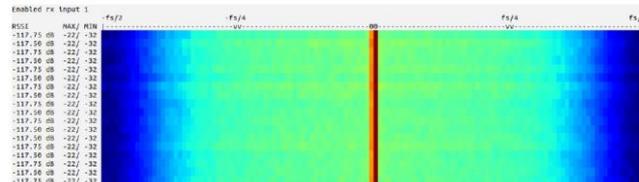
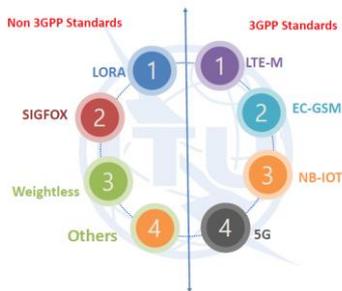
/// Macro-scenari di riferimento

! Ricezione ed analisi di segnali IoT, usando sia protocolli standardizzati che non standardizzati

- Bande: UHF, L, S

! Monitoraggio di sorgenti di segnale RF su ampia banda (ELINT)

- Bande: L, S, C, X da 1 GHz fino a circa 10 GHz



RE-CUBE - OPPORTUNITÀ BANDO ASI “TECNOLOGIE CUBESAT” (3/3)

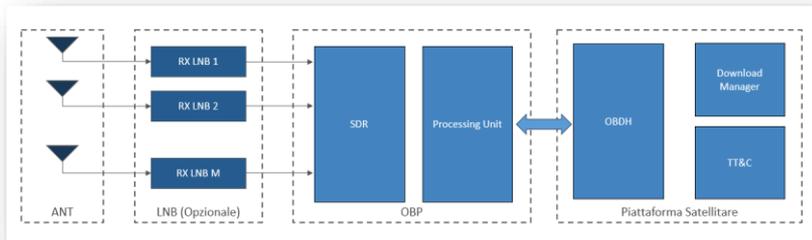
L'attività di **Bread Boarding** rappresenta un punto di partenza per la definizione di un **Proof of Concept (PoC)** sulle possibili **tecnologie innovative** da implementare a bordo di **piattaforme satellitari di piccola classe**

/// L'attività prevede una fase di validazione e verifica tramite una dimostratore (E2E e/o payload) per raggiungere un TRL target di 3÷4, comprendendo

- / Breadboarding dell'OBP con lo sviluppo di algoritmi su HW COTS
- / Programmazione in linea con la scelta del protocollo IoT che verrà definite a livello sistema

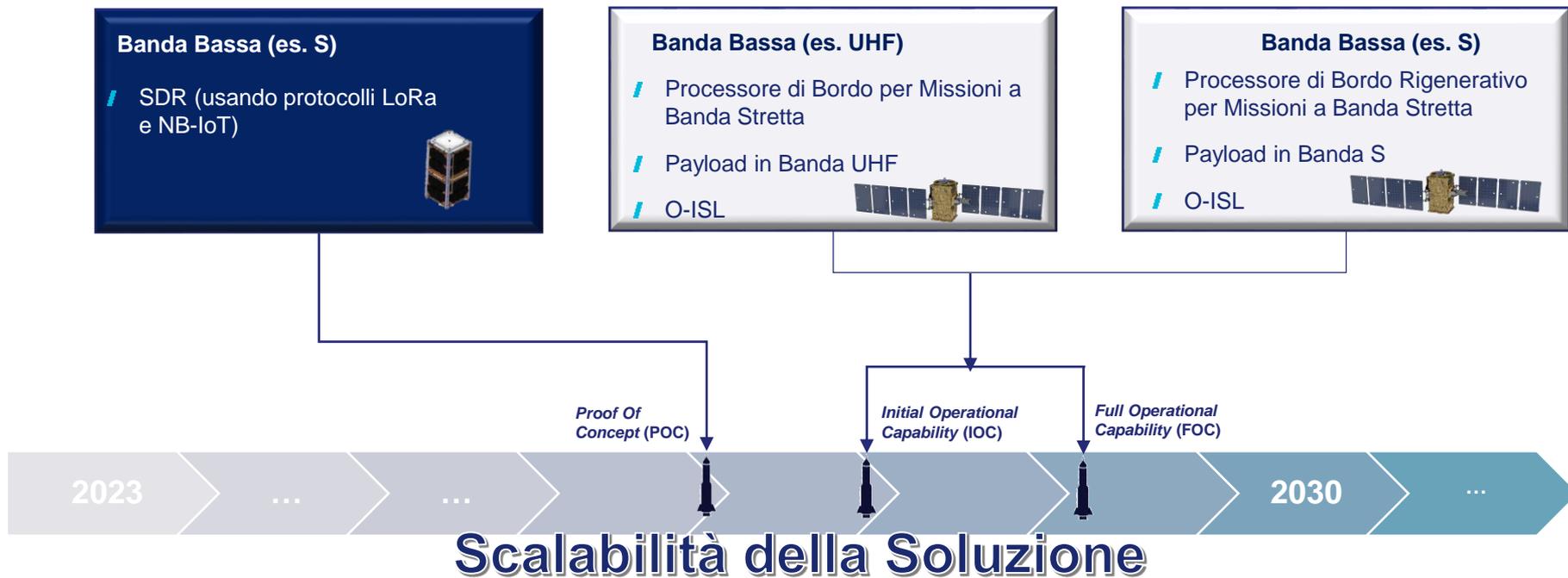
/// RE-CUBE prevede quattro sottosistemi:

- / **ANT (SIM)**: il modulo contenente le antenne realizzato come array di elementi radianti
- / **LNB (SIM)**: il modulo *Low Noise Block down-converter* (LNB) consente di elaborare i segnali in ingresso, effettuando le opportune trasformazioni necessarie per poter elaborare l'input
- / **OBP (HW e SW)**: il modulo OBP si occupa di elaborare i segnali in input, in base alle richieste dell'utente. Include una SDR per il campionamento e quantizzazione dei segnali in input e una Processing Unit per l'analisi e il processamento dei dati ricevuti
- / **Piattaforma (SIM)**: il modulo piattaforma consente di identificare i requisiti di interfaccia, meccanici ed elettrici, per il *payload*

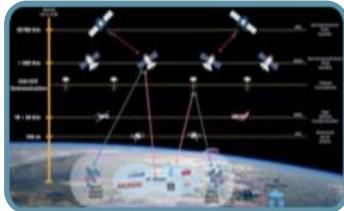


ROADMAP - MISSIONE A BANDA STRETTA

Possibile approccio per il dispiegamento della missione a banda stretta



CONCLUSIONI



I cubesat sono apri pista di concetti di **missione innovativi**, come l'utilizzo e adattamento di protocolli terrestri, abilitando concetti che verranno applicati alle complesse missioni future



I cubesat sono strumenti di **dimostrazione e qualifica tecnologica**



Potenziamento di **collaborazione tra diversi stakeholders**: mondo accademico, SME, Start-up nel contesto della nuova Space economy potenziando il **network** collaborativo delle sfide del futuro

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Domande?

PROPRIETARY INFORMATION

Il presente documento non può essere in nessun modo riprodotto, modificato, adattato, pubblicato, tradotto, nella totalità o in parte, né divulgato a terzi senza previo accordo scritto di Thales Alenia Space.
© 2024 Thales Alenia Space Limited. All Rights Reserved.

THALES ALENIA SPACE LIMITED DISTRIBUTION

THALES ALENIA SPACE LIMITED DISTRIBUTION