

SPAZIO

Il volo inaugurale di VEGA, il nuovo lanciatore dell'Agencia Spaziale Europea, è avvenuto la mattina del 13 febbraio scorso dalla Guyana Francese. Nel carico secondario del lancio c'era anche il satellite ALMASat-1, nato dal Laboratorio di Microsatelliti e Microsistemi Spaziali della Seconda Facoltà di Ingegneria dell'Alma Mater con sede a Forlì.

Intanto, il laboratorio forlivese è già al lavoro per il successore di ALMASat-1: si chiamerà ALMASat-EO e sarà dedicato all'osservazione della Terra dallo spazio. Qui di seguito il coordinatore del progetto presenta l'ALMASat-1 e descrive questo satellite

Con il lancio inaugurale del vettore VEGA un dimostratore tecnologico in orbita: ALMASat-1

■ Paolo Tortora

In Italia c'è un'importante tradizione nella costruzione di piccoli satelliti universitari a carattere scientifico; fin dall'inizio del programma San Marco, iniziato negli anni 60, l'Università Sapienza di Roma ha avuto un ruolo guida in questo tipo di progetti. L'ultimo satellite lanciato dalla piattaforma San Marco, il quinto di una serie lanciata con successo dalla omonima base in Kenya, è stato lanciato nel 1988. Questa tradizione è stata rinnovata negli ultimi anni con l'istituzione, in molti atenei italiani, di una serie di programmi per la costruzione di piccoli satelliti, un'attività che ha dato ottimi frutti sia sotto il profilo scientifico, sia come "palestra" per la formazione di un'intera generazione di ingegneri aerospaziali.

Sulla stessa scia è nato, presso la sede di Forlì della Seconda Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna (UniBO), il programma ALMASat (Alma MAter SA-

Tellite). Con questo programma si intende effettuare ricerca applicata, studiando e sperimentando la possibilità di impiego di tecnologie terrestri in ambito aerospaziale, effettuando prove in orbita di tecnologia allo stato dell'arte, con tempi di costruzione rapidi, ottenendo anche una considerevole riduzione dei costi. Si ha dunque la possibilità di effettuare missioni innovative, fornendo anche alla comunità scientifica uno strumento per effettuare piccoli esperimenti in orbita, e dando l'opportunità di sviluppare tecnologie in ambito aerospaziale alle Piccole e Medie Imprese. Allo stesso tempo il progetto è pensato per gli studenti, che hanno l'opportunità di migliorare la propria formazione partecipando ad un progetto concreto, in particolare nello svolgimento della tesi di laurea o della tesi di dottorato. Gli stretti contatti con l'industria aerospaziale facilitano anche l'ingresso dei giovani laureati nel mondo del lavoro.

Si è poi avuta la possibilità di istituire un laboratorio permanente di microtecnologie spaziali (il Laboratorio di Microsatelliti e Microsistemi Spaziali) e una sta-

■ Paolo Tortora

Università di Bologna, Seconda Facoltà di Ingegneria, Forlì

zione di terra per ricetrasmisione dati di satelliti in orbita bassa (AMGS – Alma Mater Ground Station), sempre presso la sede di Forlì della Seconda Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna (figura 1) realizzata con sistemi d'antenna facilmente reperibili sul mercato nazionale.



FIGURA 1 Stazione di terra AMGS (Alma Mater Ground Station) installata presso la sede di Forlì dell'Università di Bologna

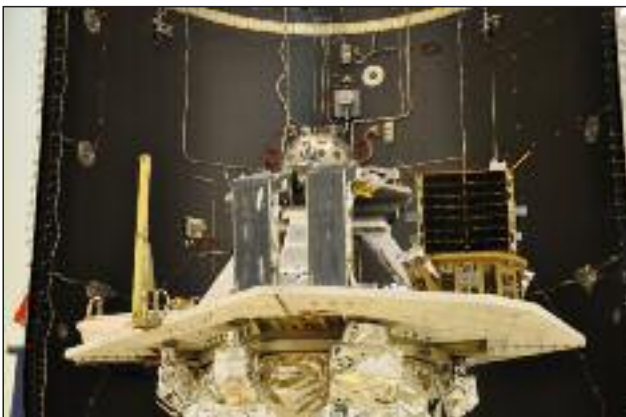


FIGURA 2 ALMASat-1 (a destra sul LARES system) prima della chiusura dei *fairings* di VEGA, in configurazione di lancio

Per il primo satellite ALMASat-1 (figura 2), lanciato lo scorso 13 febbraio 2012 dallo spazioporto europeo di Kourou (Guyana Francese), si è scelto di privilegiare gli aspetti tecnologici rispetto a quelli scientifici, per qualificare per il volo orbitale tutte le tecnologie sviluppate, e poterle riutilizzare per la costruzione di altri satelliti con esperimenti scientifici in futuro. Molti dei sottosistemi di ALMASat-1 sono stati assemblati impiegando tecnologie disponibili in commercio, garantendo in questo modo la capacità di allestire missioni *low-cost* e con rapida risposta.

Caratteristiche di ALMASat-1

Il microsatellite consiste in un prisma cubico, con una struttura modulare di cassette in alluminio e quattro pannelli laterali in nido d'ape di fibra di carbonio e Nomex. Il sistema di determinazione e controllo d'assetto fornisce una stabilizzazione a tre assi con puntamento verso il Nadir in modo da soddisfare la performance di puntamento tipica di *payload* equipaggiati con camere ottiche e sensori multispettrali. Il sistema di determinazione d'assetto è composto da quattro sensori di Sole (progettati e sviluppati da UniBO) e da due magnetometri. Il sistema di controllo d'assetto è invece composto da una ruota di momento in rotazione attorno all'asse di *pitch* e da tre coppie di bobine magnetiche tra loro ortogonali.

ALMASat-1 include anche un sistema di micropropulsione come *payload* tecnologico, anch'esso interamente progettato, sviluppato e assemblato presso UniBO, in collaborazione con Carlo Gavazzi Space, la quale ha prodotto i *micro-thruster*. Tale impianto impiega per la propulsione gas freddo inerte (azoto) ed è in grado di produrre una spinta prevista costante di 0,75 mN a una pressione costante di 0,1 MPa.

Il sistema di comunicazione è composto da tre blocchi principali che lavorano in diverse bande di frequenza: un sistema in banda VHF viene utilizzato come canale di up-link per dati e telecomandi dalla stazione di terra, mentre un secondo sistema in banda UHF costituisce il canale principale di down-link per le informazioni di telemetria del satellite. La missione ALMASat-1 ospita a bordo anche un sistema di comunicazione in banda S (sempre sviluppato da UniBO) con data-rate (fino a 38.400 bps).

Il sistema di alimentazione di ALMASat-1, infine, si

compone di tre parti principali: pannelli solari, batterie e una scheda dedicata alla gestione della potenza in gioco. Il sistema fotovoltaico del satellite è basato su celle solari a tripla giunzione (TJ). Il satellite possiede quattro pannelli in *honeycomb* di fibra di carbonio e *Nomex* con celle solari all'arseniuro di gallio posizionate sui lati. Sul coperchio superiore del satellite è posizionata una ulteriore serie di celle solari per un numero totale di celle pari a sedici. Per il sistema di immagazzinamento della potenza sono impiegate batterie agli ioni di litio: tre pacchi da 2.600 mAh sono connessi in parallelo per aumentare la ridondanza.

Il sistema di separazione di ALMASat-1 dal lanciatore (ADapter and Separation System – AD-SS) è stato progettato seguendo i requisiti del lanciatore VEGA, i requisiti generali di missione e di ulteriori requisiti specifici relativi alla geometria e le proprietà inerziali di ALMASat-1. In primo luogo, l'adattatore deve garantire il corretto posizionamento del satellite sullo stadio superiore del lanciatore durante le fasi iniziali di lancio, quando i carichi esterni dovuti allo shock dato dall'accensione dei diversi stadi del missile, alle vibrazioni ed alle accelerazioni del veicolo raggiungono i valori massimi.

L'AD-SS nella sua configurazione finale è basato sul tipico metodo di separazione a 2-*clamps*, frequentemente usato per micro-satelliti e nano-satelliti. L'adattatore è costituito da due perni mobili di spinta, che vincolano due angoli diagonalmente opposti della piastra di base del satellite ad un grande cilindro che supporta il satellite e che funge da interfaccia con il veicolo di lancio.

Da un punto di vista funzionale, il satellite viene fissato

al supporto cilindrico mediante precarico dei perni mobili che agiscono su superfici inclinate a 45° della piastra di fondo del satellite. Una coppia di molle per *clamp* garantisce la loro veloce estensione e contestualmente il rilascio del satellite, una volta che gli attuatori dei *clamp* rilasciano il precarico dei perni mobili di spinta. Una volta che i *clamp* sono estesi, quattro molle dotate di distanziatori in PTFE, spingono il satellite e lo separano dal lanciatore applicando una velocità relativa fissata ad 1 m/s. Come attuatori dei *clamps* sono stati selezionati gli attuatori non esplosivi ERM-E-2000 prodotti dalla TiNi Aerospace, che garantiscono bassi livelli di *shock* e non pongono problemi di sicurezza come gli attuatori pirotecnici (oltre ad essere riutilizzabili fino a 50 volte, facilitando lo svolgimento di numerose prove funzionali).

Il lancio

L'opportunità di lancio per ALMASat-1, identificata all'inizio del 2008 e concretizzatasi pochi mesi dopo, riguardava il lancio inaugurale del nuovissimo piccolo (per così dire, visto che misura 30 metri di altezza, 3 di diametro massimo e 137 tonnellate di peso) lanciatore VEGA, allora programmata per la fine del 2009. VEGA è stato ideato con l'obiettivo di rendere l'accesso allo spazio il più semplice possibile: si tratta infatti di un lanciatore per satelliti di piccole dimensioni, fino a 1.500 kg, che completa la famiglia di lanciatori europei (composta da "Ariane 5" per satelliti fino a 5 o 6 tonnellate e dalla "Soyuz" per satelliti fino a 3 tonnellate).

Nel suo primo volo, era stato stabilito che VEGA met-

FIGURA 3 Il modello di volo dell'adattatore e sistema di separazione di ALMASat-1





FIGURA 4 Il *lift-off* di VEGA, al suo volo inaugurale, il 13 febbraio 2012

tesse in orbita un carico utile principale italiano, fornito dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI), rappresentato dal satellite scientifico LARES (LAsEr RELativity Satellite) volto a misurare l'effetto relativistico Lense-Thirring con una precisione dell'1%, attraverso l'uso della tecnica del *laser ranging*. Insieme a LARES, il sistema comprendeva tre *dispenser* per nanosatelliti, per il rilascio in orbita di sette CubeSats forniti dall'ESA (Agenzia Spaziale Europea) a seguito di una *call for proposals* per la realizzazione di Cubesats rivolta ad università europee, ed il microsatellite ALMASat-1 dell'Università di Bologna.

Dopo vari rinvii, dovuti a questioni tecniche legate allo sviluppo del lanciatore e del suo sistema di supporto a terra, la data di lancio è stata fissata per il 13 febbraio, con lancio alle ore 7.00, ora locale di Kourou (11.00, in Italia).

Il lancio ha rappresentato un completo successo di questo attesissimo volo di qualifica: il primo stadio del vettore si è regolarmente separato a due minuti dal *lift-off*, il secondo dopo un altro minuto e mezzo e il terzo a sei minuti dal lancio. Il quarto stadio ha quindi continuato a volare per tre quarti d'ora circa, fino a raggiungere l'orbita prefissata a 1.450 km d'altezza

per il rilascio, in sequenza, di LARES (55 minuti esatti dal lancio) e, dopo una manciata di minuti, degli altri 8 esperimenti a bordo: ALMASat-1 e i sette CubeSats. Fondamentale il contributo italiano: con un investimento pari al 63% della spesa totale, il nostro Paese rappresenta il principale "azionista" del Programma, sviluppato dall'Agenzia Spaziale Europea e realizzato con il forte contributo dell'ASI e di industrie come ELV ed Avio.

Il futuro

A mettere le mani su ALMASat-1, assieme allo staff del Laboratorio di Microsatelliti e Microspaziali dell'Università di Bologna, sono stati gli studenti: ne sono passati una quarantina, nel corso dei sei anni di progettazione e costruzione, ognuno prendendosi carico di un piccolo sottosistema nel corso del loro tirocinio e/o tesi di laurea.

La conquista dello spazio dell'Università di Bologna però non si ferma. Il laboratorio di Microsatelliti è già al lavoro sul successore di ALMASat-1: si chiamerà ALMASat-EO e sarà un satellite dedicato all'osservazione della Terra dallo spazio. Finanziato dal Miur, il nuovo satellite segna anche l'avvio di ALMASpace, lo spin-off commerciale nato dal laboratorio di Microsatelliti. Al momento dà lavoro a nove persone, tutti laureati passati dal Laboratorio di Microsatelliti, con una forte esperienza "sul campo". Il nuovo satellite è già stato accettato per il secondo lancio del lanciatore VEGA (denominato VERTA-1), al momento previsto per i primi mesi del 2013.

E proprio per il volo VERTA-1, ALMASpace è stata investita da parte di ESA dell'importante responsabilità di realizzare gli adattatori ed i sistemi di separazione anche per gli altri due microsatelliti da 160 kg l'uno che, insieme ad ALMASat-EO, verranno immessi in orbita eliosincrona: PROBA-V, commissionato da ESA e realizzato dalla belga QinetiQ Space, e TechDemoSat, dimostratore tecnologico della inglese SSTL, pioniera dell'attività dei microsatelliti in Europa, sin dagli anni 90.