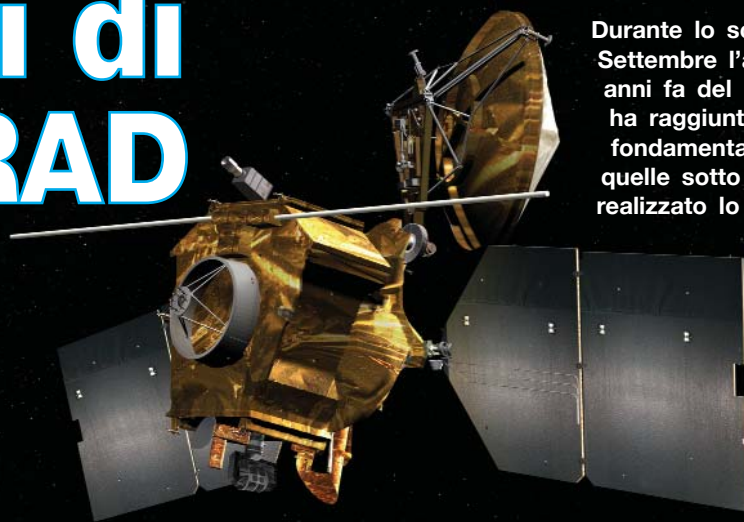


Le ali di SHARAD



Durante lo scorso mese di Settembre l'avventura iniziata alcuni anni fa del radar italiano SHARAD ha raggiunto una tappa fondamentale, la più critica tra quelle sotto il controllo di chi a realizzato lo strumento. Il fallimento dell'obiettivo di questa tappa avrebbe decretato la fine, prematura, degli sforzi di un manipolo di persone e delle quattro Aziende coinvolte nel progetto.

di Fabrizio Bernardini

SHARAD e la sua antenna (Image courtesy of NASA/JPL)

SHARAD (SHallow RADar) è un radar, finanziato dall'Agenzia Spaziale Italiana e gestito dal Dipartimento Infocom dell'Università "La Sapienza" di Roma, per l'esplorazione degli strati di terreno al di sotto della superficie di Marte. SHARAD è stato realizzato dall'Alcatel Alenia Space (AAS) ed è parte dell'insieme di strumenti della sonda statunitense MRO, Mars Reconnaissance Orbiter, lanciata il 12 agosto dello scorso anno e che dal marzo 2006 orbita intorno al *pianeta rosso*. SHARAD è in grado di operare fino alla profondità di alcune centinaia di metri ed è un *cugino* di MARSIS, l'altro radar italiano dello stesso tipo che, operando a bordo della sonda europea Mars Express, può esplorare

gli strati sotto la superficie fino ad una profondità di alcuni chilometri.

Da quando è entrata in orbita intorno a Marte fino alla fine di agosto, la sonda MRO ha modificato la sua orbita con un processo denominato *aerobraking* mediante il quale, con ripetuti passaggi frenanti nell'alta atmosfera del pianeta, ha conseguito un'orbita circolare, requisito per l'inizio della fase di esplorazione scientifica.

Con il mese di Settembre ha allora avuto inizio una serie di attività preparatorie alla fase scientifica. Tra queste attività era compresa l'apertura dell'antenna di SHARAD e il primo collaudo completo dello strumento rimasto in parte inattivo sin dai collaudi pre-lancio.

L'antenna di SHARAD

Sebbene ogni parte di SHARAD sia di per sé stessa critica, l'antenna lo è maggiormente perché, date le sue dimensioni (5 metri per parte per un totale di 10 metri) ha viaggiato ripiegata e chiusa in un contenitore che l'ha protetta dal riscaldamento prodotto dalle manovre di *aerobraking*. Infatti SHARAD, per esigenze tecniche, è montato sul piano inferiore di MRO (vedi illustrazione), vicino ai motori principali, e non sul piano dove è allocata la maggior parte degli strumenti scientifici.

L'antenna, realizzata con un semplice filo conduttore racchiuso in un tubo di un particolare materiale plastico, era ripiegata diverse volte su



sé stessa, un po' come un metro snodato ma senza dei giunti flessibili. Una volta rilasciata, per l'azione elastica del materiale plastico, l'antenna avrebbe assunto l'estensione originale. Il progetto, semplice ed efficace, è caratterizzato anche dal bassissimo peso dell'intera struttura che può operare correttamente solo in assenza di peso.

Per far dispiegare l'antenna occorre, in sequenza, far aprire il contenitore che l'ha protetta durante il viaggio e rilasciare i fermi che tengono i bracci ripiegati.

La fase di deployment

L'apertura (o *deployment*) dell'antenna è stato un evento speciale per l'intera missione, e ad esso sono stati dedicati giorni di preparazioni e simulazioni. È caratteristica generale delle missioni spaziali che le attività in cui ci sono organi meccanici in movimento siano sempre fonte di preoccupazione, anche se nulla è mai lasciato al caso. Tra i vari spettri che infestano la memoria delle missioni di spazio profondo va ricordato quello della sonda Galileo, la cui grande antenna principale non si dispiegò forzando l'intera missione ad usare per le comunicazioni Giove-Terra, con molti inconvenienti, un'antenna di piccole dimensioni.

Con l'avvicinarsi della fatidica data, tutti gli sforzi della sala di controllo di MRO presso il Jet Propulsion Laboratory della NASA (a Pasadena, California) si sono concentrati sul *deployment* dell'antenna. Dopo una serie di attività preliminari, SHARAD è stato acceso per effettuare una misura di rumore usando il ricevitore del radar, mentre l'antenna era ancora ripiegata. Poi sono stati accesi dei riscaldatori per portare tutte le parti

mobili alla temperatura desiderata dopo mesi di gelo spaziale. Infine, posta l'intera sonda MRO in una configurazione autonoma e stabile, nella quale *l'intelligenza di bordo* sarebbe stata in grado di perdere e riacquisire autonomamente il collegamento con la Terra, è stato dato il via ad un blocco di comandi che al momento stabilito avrebbero dato luogo ad una serie di eventi *pirotecnici* per provocare dapprima l'apertura della scatola e, dopo pochi secondi, il rilascio in sequenza dei due bracci dell'antenna.

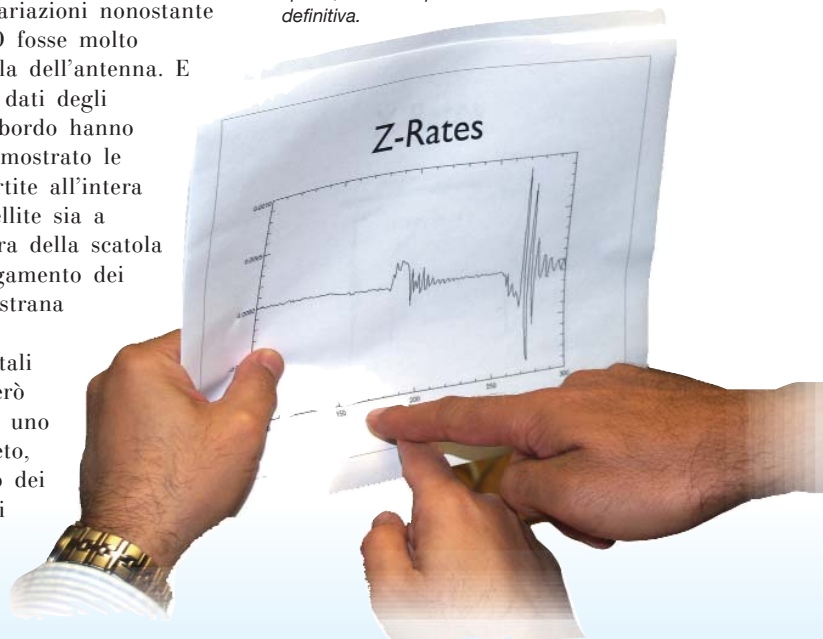
La tensione nel gruppo presente nella sala di controllo di MRO all'alba del 16 settembre era già alta, ma durante quella ventina di minuti trascorsi tra la reale esecuzione delle attività di rilascio e la ricezione dei dati relativi a Terra (ritardo dovuto alla grande distanza di Marte dalla Terra in quel momento) la *suspense* era quasi insostenibile.

Verso la fine dell'attesa tutti gli occhi erano puntati su una serie di schermi che mostravano i moti di rotazione della sonda. Ci si aspettava di vedere delle variazioni nonostante la massa di MRO fosse molto maggiore di quella dell'antenna. E fortunatamente i dati degli accelerometri di bordo hanno immediatamente mostrato le oscillazioni impartite all'intera struttura del satellite sia a causa dall'apertura della scatola che per il dispiegamento dei due bracci. Una strana incongruenza nell'ampiezza di tali oscillazioni ha però fatto immaginare uno scenario inconsueto, quello in cui uno dei due bracci non si fosse aperto

completamente. Ci sono volute altre 12 ore, dopo la ricezione di dati più fitti (nel tempo) e la loro pronta elaborazione, per scongiurare la possibilità negativa confermata anche da un'immagine presa, nello spettro degli infrarossi, dallo strumento MCS che era riuscito a visualizzare l'estremità sospetta del braccio di antenna.

L'antenna di SHARAD era dunque aperta, ma per poterla dichiarare funzionante la parola spettava al radar stesso. In breve, con una seconda misura di rumore subito confrontata con quella effettuata prima del *deployment*, si è potuto determinare che il fruscio di fondo ricevuto dal radar era effettivamente aumentato più della quantità prevista coi calcoli teorici stando ad indicare che l'antenna, aperta, funzionava a dovere, con grande sollievo non solo del team italiano, ma di tutti i partecipanti alla missione di MRO.

Le oscillazioni intorno all'asse Z, amplificate dai pannelli solari della sonda che si sono messi a vibrare per "simpatia". L'antenna si è decisamente aperta, si cerca però la conferma definitiva.



Prime eco

Dopo una giornata di meritato riposo, tra l'altro coincidente con una domenica, la suspense è ricominciata per la seconda parte dell'attività: il test di trasmissione e la prima osservazione scientifica. Prima dell'apertura dell'antenna l'intera *catena trasmittente* di SHARAD non era mai stata collaudata sin dai giorni precedenti al lancio (questo per l'impossibilità di usare in trasmissione l'antenna ripiegata e, anche, per la mancanza della superficie del pianeta da cui ricavare un eco). Un'altra grande paura che assilla tutte le missioni di spazio profondo è sempre questa: dopo mesi di inattività, funzionerà ancora tutto a dovere? La storia delle missioni spaziali di questo tipo insegna che non si deve essere ottimisti in questi casi, ma essere convinti di non aver trascurato nulla negli anni di progetto e realizzazione della missione.

Un primo breve test del trasmettitore ha permesso di verificare che la lunga inattività non aveva provocato conseguenze e che non c'erano motivi per non proseguire con

un test più impegnativo. Ecco dunque che SHARAD è stato *autorizzato* ad eseguire una sequenza più lunga a *caccia* della superficie di Marte. I dati, ricevuti a Terra dopo una serie di passaggi e di elaborazioni, hanno mostrato che lo strumento aveva ricevuto correttamente delle eco dalla superficie del pianeta esattamente secondo le aspettative dei tecnici dello strumento. Il semplice test aveva dunque dimostrato che tutta la teoria alla base del funzionamento di SHARAD, uno strumento originale ed innovativo, era valida.

Ma il test più spettacolare doveva ancora avvenire e ciò è potuto accadere il giorno dopo, a seguito della programmazione del radar per un'osservazione non solo ingegneristica, ma anche di tipo scientifico, di una determinata zona di Marte. Infatti MRO si trovava a sorvolare in quei giorni una zona del pianeta nota come *Medusa Fossae*, già osservata da MARSIS il quale aveva rivelato possibile strutture sotto la superficie. Era il posto ideale per una prova complessiva delle capacità dello strumento.

Le osservazioni scientifiche di

SHARAD producono grandi quantità di dati (una caratteristica intrinseca dello strumento) e la durata della *suspense* per il risultato ha in questo caso sofferto anche del tempo necessario per riassemblare i dati originali a terra e per elaborarli. Due gruppi di tecnici separati hanno operato sui dati ed in poche, frenetiche, ore i rispettivi risultati hanno coinciso con quanto sperato, e meritato, dopo anni di lavoro: SHARAD ha funzionato bene ed ha osservato correttamente le caratteristiche della zona *Medusa Fossae*. L'eccitazione è salita alle stelle e in breve tempo è stata organizzata una presentazione interna per celebrare l'avvenimento. Era il 19 Settembre: parafrasando Neil Armstrong, "SHARAD ha le ali" e vola!

Un ringraziamento speciale va a tutti coloro che hanno lavorato alla realizzazione di SHARAD e che, guidati dall'esempio di Enrico Zampolini, capo progetto per Alcatel Alenia Space, hanno nel corso degli anni contribuito, offrendo spesso più del dovuto, al successo di questo importante esperimento italiano.

DIDASCALIE FOTO

1 Enrico Flamini (SHARAD Program Manager/ASI) e Roberto Seu (SHARAD Team Leader/Univ. di Roma "La Sapienza") molto più rilassati poco dopo la prima conferma dell'apertura dell'antenna.

2 Richard Zureck (MRO Project Scientist), Jim Graf (MRO Project Leader) ed Enrico Flamini (ASI), discutono con Eric Schmitz (Lockheed Martin), le ipotesi derivate dalle osservazioni effettuate sui dati di assetto della sonda.

3 Joe Witte e Jose Carbajal (Lockheed Martin), gestiscono le operazioni di SHARAD. Entrambi indossano, come diversi altri presenti quel giorno, una maglietta della Nazionale italiana per "spirito di corpo".

4 Joe Witte (LM) discute diverse possibilità sull'apertura dell'antenna con un manager di Astro (azienda costruttrice dell'antenna). Insieme a lui Jose Carbajal (LM) e Tracy Drain (JPL).

5 "Successful deployment"!

6 "Roberto Seu (Univ. di Roma) e Roger Phillips (Washington University, St. Louis) discutono sui primi risultati da test di trasmissione."

7 Roberto Seu (Univ. di Roma) commenta con soddisfazione i risultati della prima osservazione scientifica di SHARAD. Lo strumento funziona!

8 Parte dello "SHARAD Team" al JPL: stanchi ma soddisfatti. R. Mecozzi e F. Fois (AAS), E. Flamini (ASI), R. Croci e M. Guelfi (AAS), e R. Seu (Univ. di Roma).

9 Renato Croci (AAS) autorizza lo spegnimento di SHARAD e la fine di un'intensa settimana di lavoro. Ali Safaeinili (JPL) collabora.

"Tutte le foto sono proprietà dell'Autore e la loro pubblicazione è stata autorizzata da NASA/JPL ed ASI".





Logo della missione MRO, ispirato all'opera del pittore Mirò (Image courtesy of NASA/JPL)

Mars Reconnaissance Orbiter è una sonda della NASA gestita dal Jet Propulsion Laboratory (JPL) e realizzata dalla Lockheed Martin Space Systems di Denver (Colorado). Il veicolo è di nuova concezione e di dimensioni maggiori rispetto ai suoi illustri predecessori. Entrato in orbita intorno a Marte il marzo scorso, MRO ha raggiunto le sonde Mars Global Surveyor e Mars Odyssey (NASA) e Mars Express (ESA) in orbita intorno al Pianeta Rosso ormai da anni, assieme ai due *rovers* Spirit ed Opportunity (NASA) che stanno operando sulla superficie. Dopo la Terra, Marte è decisamente il pianeta più studiato del Sistema Solare.

MRO reca a bordo il radar italiano SHARAD ed una serie di strumenti scientifici capeggiati dalla camera ad alta risoluzione HIRISE (*High Resolution Imaging Science Experiment*) che ha già dimostrato immagini con risoluzione sub-metrica. HIRISE è il più grande strumento di questo tipo che abbia mai *volato* in una missione interplanetaria. Tra gli altri strumenti troviamo CRISM (*Compact Reconnaissance Imaging Spectrometer for Mars*) uno spettrometro per l'identificazione di minerali, CTX (*Context Camera*) per immagini del contesto osservato da HIRISE e CRISM, MARCI (*Mars Color Imager*) per l'osservazione di nuvole e tempeste di sabbia e MCS (*Mars Climate Sounder*) un radiometro per l'analisi dell'atmosfera del pianeta.

A questi strumenti si aggiunge ELECTRA, un sistema di comunicazioni che permetterà ad MRO di agire da ponte ripetitore verso la Terra per i *rovers* che lavorano sulla superficie e per future missioni analoghe.

Gli strumenti di MRO permetteranno di aumentare le nostre conoscenze di Marte in modo drastico e gran parte delle indagini saranno concentrate sul mistero dell'acqua di Marte e su dov'era, dove è andata e ce n'è ancora? I dati prodotti da MRO supereranno in volume quelli prodotti da tutte le altre missioni che hanno osservato il pianeta rosso nei primi 50 anni di esplorazione del sistema solare. Tali dati terranno gli scienziati occupati per anni offrendo allo stesso tempo informazioni utili per la pianificazione delle prossime missioni.

Autore

FABRIZIO BERNARDINI
fb@aec2000.eu

Nascono le nuove perle del SAPERERE

