



# Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo." - e-mail: [info@cosmo.net](mailto:info@cosmo.net) - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 34° - Anno 10 – N° 3 - 1/9/2017

## EDITORIALE

### La rete ignora la statistica ed il metodo scientifico.

Abbiamo cominciato nel numero di giugno la nostra campagna di demolizione del **complotto** legato soprattutto al progetto Apollo. Continueremo anche su questo numero con un approfondimento sui sistemi di guida di allora, in assenza di GPS, per sfatare una volta per tutte il fatto che, anche senza il sistema di controllo posizione satellitare, ci si muoveva tranquillamente, se opportunamente attrezzati.

Ma in questo editoriale voglio denunciare un altro problema insidioso che dilaga oggi, sfruttando la velocità di diffusione di notizie sulla rete, vere o fake, e la ingenuità (o la necessità) di molti utenti del web.

Parlo della facilità con cui si dà per scontato una cura o una soluzione di un qualsiasi problema, semplicemente perché *"me lo ha detto un mio amico che lo ha provato"* oppure *"su internet c'è un sito che dice..."* È un problema noto da tempo, quindi non sto dicendo novità, ma credo che l'unico modo di combatterlo sia quello di non smettere mai di parlarne, a tutti i livelli ed in tutti i contesti. A volte trovi gente disperata, per questioni di salute o altro, che è disposta a provare qualsiasi cosa pur di risolvere il suo problema. È disponibile a percorrere strade che, con stati d'animo meno drammatici, avrebbe ritenuto ridicole. E noi cosa ci possiamo fare? Poco! Ma la nostra missione è anche questo! Divulgare notizie verificate, denunciando le fake news nel campo scientifico e tecnologico.

Purtroppo non abbiamo il know how per fare la stessa cosa nel campo medico, dove in effetti ve ne sarebbe più bisogno. Nell'ambito della "salute" vi sono spesso situazioni molto fragili ed ideali per accettare di tutto pur di migliorare. Le aree su cui lavorare sono due: il ricevente la notizia ed il diffusore. Occorre capacità di critica del primo, ricordando che il caso di un amico che ha verificato un certo processo (cura o altro), non significa nulla dal punto di vista statistico e non necessariamente potrà essere ripetuto se non vi è stata una validazione con un "metodo scientifico", tanto caro al suo inventore Galileo Galilei. Occorre anche onestà e lucidità da parte del diffusore della notizia, che non sempre si rende conto del danno che può provocare. Infatti spesso lo fa a fin di bene. Posso solo concludere con un "stiamo in allerta tutti quanti e non esitiamo ad esprimere la

nostra opinione quando sentiamo "puzza di bruciato".

Utilizzate i social, ma con spirito critico, ascoltate gli amici, i parenti, tutti quanti, ma non affrettatevi a prendere per oro colato ciò che, sia pure in buona fede, vi suggeriscono. Informatevi da chi è addetto ai lavori e non ha nessun interesse particolare sull'oggetto della vostra indagine.

Ogni tanto verificate sul sito del

**CICAP** (<http://www.cicap.org/n/index.php>),

oppure il sito di un esperto del settore:

**Paolo Attivissimo** (<http://www.attivissimo.net/>) per capire se certe "news" non siano già state archiviate come "Bufale".

*Il presidente.*

*Luigi Borghi (borghiluigi23@gmail.com)*



## In Breve

<b>Astronautica. Di Luigi Borghi</b> .....Pag.	2
I sistemi di controllo posizione del progetto Apollo.	
<b>Astrofisica. Di Luigi Borghi</b> .....Pag.	16
Riusciremo mai a vedere un buco nero?	
<b>Astronautica. Di Ciro Sacchetti</b> .....Pag.	20
I moduli BEAM	
<b>Astronomia. Di Luigi Borghi</b> .....Pag.	23
Ci risiamo con il "WOW"	
<b>Astronomia. Di Luigi Borghi</b> .....Pag.	26
Il prossimo obiettivo di New Horizons si è fatto (NON) vedere.	



# IL C.O.S.MO. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: [info@cosmo.net](mailto:info@cosmo.net) - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 34° - Anno 9 – N° 3 - 1/9/2017

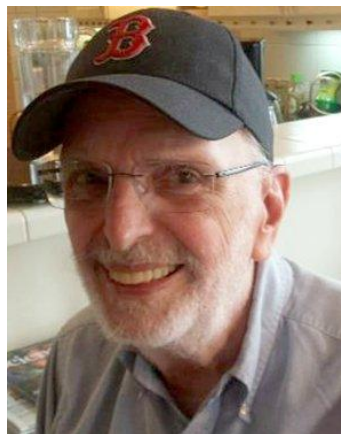
## I sistemi di controllo posizione del progetto "Apollo".

Di Luigi Borghi.

Nello scorso numero avevamo evidenziato che, già con il sistema di comunicazione S-band dell'"Apollo", era possibile una accurata misurazione della distanza tra trasmettitore e ricevitore. La stazione di terra generava una sequenza di rumore pseudocasuale (PN) a 994 kbit/s che veniva aggiunto al segnale in banda che andava al trasmettitore PM (Modulazione di fase). Il transponder rimandava questo segnale PN a terra sul downlink e, correlando le due versioni ricevuta e trasmessa in modo preciso, e considerando la velocità della luce, poteva essere determinata con estrema precisione (entro 15 metri) la distanza.

Quando però l'oggetto della misurazione non era l'astronauta o il LEM sulla Luna, ma una navicella che si muoveva a 40.000 km/h nello spazio, veniva usato un'altro sistema: **il puntamento stellare.**

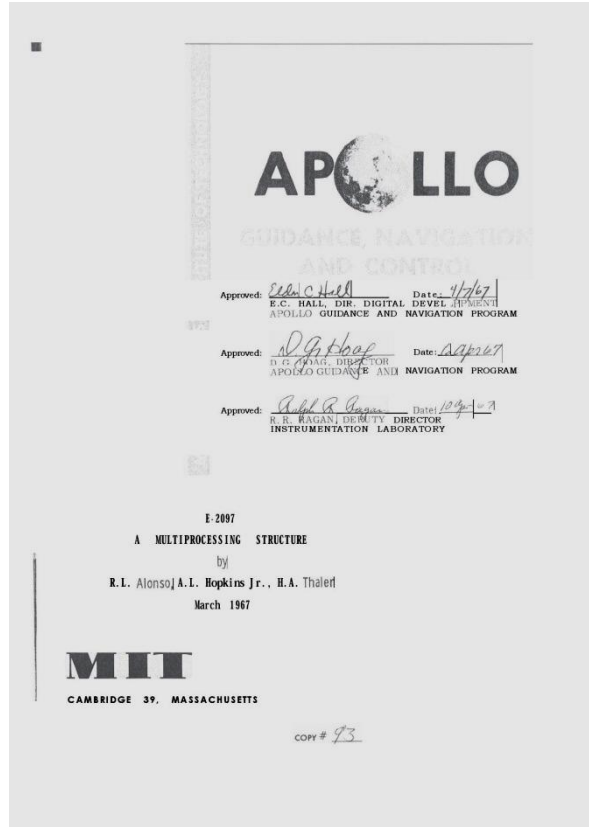
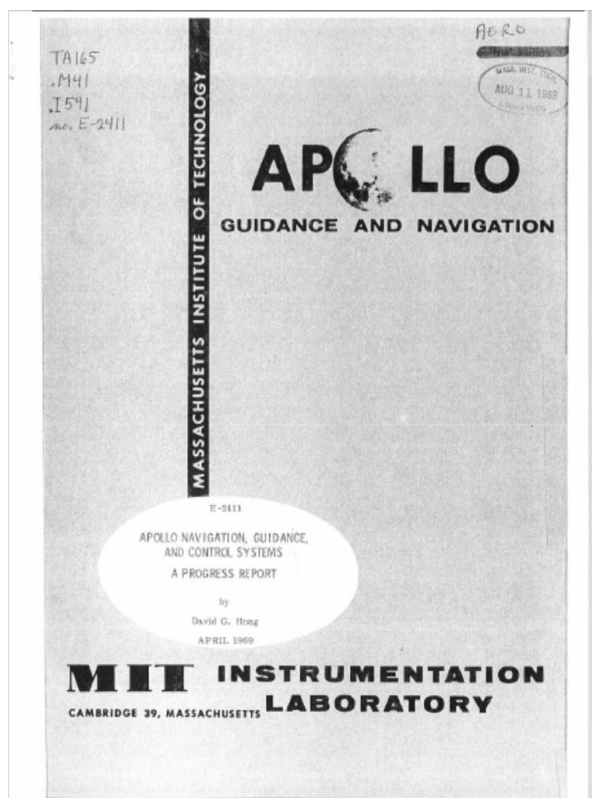
Gli elementi di questo approfondimento derivano da questo documento:



Scritto dal team del Prof. Albert Hopkins, capo progetto nel 1969, oltre che mio grande amico personale (nella foto già in pensione).. La storia di Albert si incrocia con la mia nel lontano 1976, quando lui, responsabile del progetto **imc3** per

conto di FIAT al J.S.Draper di Boston (la divisione elettronica del MIT) ed io, semplice esecutore, oltre che suo allievo di architettura e linguaggio assembler sui microprocessori 6800 della Motorola.

Il suo team, reduce dall'esperienza di sviluppo dei computer del progetto Apollo, ormai finito,





# Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: [info@cosmo.net](mailto:info@cosmo.net) - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 34° - Anno 9 – N° 3 - 1/9/2017

aveva preso questo contratto con FIAT per sviluppare un sistema programmabile di controllo automazione in rete locale. L'imc3 appunto, che aveva come obiettivo il controllo di una macchina utensile multistazione a tavola girevole realizzato da COMAU, dove appunto io ero progettista.

Fu proprio lì a Boston che cominciai a capire lo sforzo che le università americane, MIT in testa, avevano fatto per portare l'uomo sulla Luna. Quei computer contenuti in un blocco di alluminio non avevano nulla a che fare con quelli che conosciamo oggi. Ma fu anche in quei laboratori del Charles Stark Draper Laboratory, vicini al Charles River, che cominciai la mia passione per l'astronautica, perché ero in mezzo a vecchi professori e giovani studenti che avevano vissuto quella avventura straordinaria. Lo si percepiva dai loro discorsi, dal loro modo di lavorare in team ed anche dalla loro voglia di fare.

Partiamo da Charles Stark Draper (Windsor, 2 ottobre 1901 – Cambridge, 25 luglio 1987) che è stato uno scienziato e ingegnere statunitense.

È ricordato appunto come il **"padre dei sistemi di navigazione inerziali"**, perché fu il fondatore ed il direttore dell'Instrumentation Laboratory del Massachusetts Institute of Technology (MIT), poi ridenominato Charles Stark Draper Laboratory. Un laboratorio no-profit, che sotto la sua direzione progettò e costruì l'**Apollon Guidance Computer (AGC) per la NASA**, sistema che permise agli americani di atterrare sulla Luna.

Prima di entrare nel progetto devo parlarvi anche del mio amico Albert, che purtroppo ci ha lasciati il 17 maggio 2016.

**Albert L. Hopkins Jr.** ha ricevuto un dottorato di ricerca dall'Università di Harvard sotto Howard Aiken, poi si è unito al MIT Instrumentation Lab (oggi noto come **Draper Lab**) dove è stato Assistente Direttore.

Insieme a Ramon Alonso e Hugh Blair-Smith è stato poi membro del gruppo che ha progettato il computer (AGC), identico nel Command Module (CM) e nel Lunar Module (LM) per il sistema di orientamento, di navigazione e di controllo di Apollo.

Dopo quel periodo di circa un anno e mezzo, tra il '76 ed il '77, nel quale, sviluppando il sistema imc3 per COMAU ebbi occasione di essere più volte suo ospite in USA e viceversa in Italia, lo imparai a conoscere anche come uomo. Diventammo amici, ci tenemmo in contatto e ci frequentammo più volte, insieme a sua moglie Lynne e mia moglie Ombretta, fino alla sua

morte. Una persona fantastica! Fuori dal laboratorio amava divertirsi, suonare la chitarra, giocare a golf e produrre vasi di terracotta. Infatti dopo il suo ritiro dalla vita operativa acquistò una pottery nel New Hampshire, a South Danbury, e si mise a produrre ed a vendere vasellame. Ne ho parecchi in casa mia.

Ultimamente lui e Lynne vivevano in Florida.

Qui trovate il suo necrologio che, come usa da quelle parti, è la storia della sua vita.

[http://www.chadwickfuneralservice.com/fh/obituaries/obituary.cfm?o\\_id=3724138&fh\\_id=12966](http://www.chadwickfuneralservice.com/fh/obituaries/obituary.cfm?o_id=3724138&fh_id=12966)



*In questa foto in una delle visite a Sout Dambury dopo il suo ritiro. Lui è a destra con il suo cane Ginger ed io a sinistra.*

**Ma ora veniamo al progetto, oggetto di questo articolo: Il sistema di guida dell'Apollon.**

Fu progettato in due forme, uno per il modulo di comando (che doveva rimanere in orbita e che accompagnò gli astronauti dalla Terra alla Luna e ritorno), ed un altro per il modulo lunare, che doveva fare da punto di riferimento sulla Luna, ma fermo sul suolo lunare.

I due sistemi dovevano quindi soddisfare situazioni ambientali completamente diverse.

La versione CM (Command Module) comprendeva un sistema ottico dotato di telescopio di scansione integrato e sestante per il



# Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: [info@cosmo.net](mailto:info@cosmo.net) - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 34° - Anno 9 – N° 3 - 1/9/2017

controllo e la correzione della piattaforma inerziale.

L'AGC era un computer a 15 bit più il bit di parità, con un clock da 1 MHz. Oggi, con macchine a 128 bit e CPU che viaggiano 3000 volte più forte, sembra ridicolo, ma stiamo parlando di sessant'anni fa! Se proviamo a sviluppare la legge di Moore, all'indietro scopriamo che era una macchina all'avanguardia.

Era circa un piede cubico in volume e pesava circa 80 libbre. Doveva essere un computer molto robusto, fault tolerant e la sicurezza era stata affidata a dei gate NOR su circuiti integrati, due su ogni package.

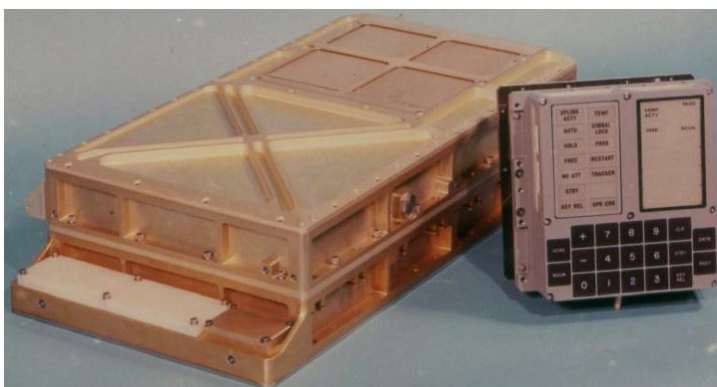
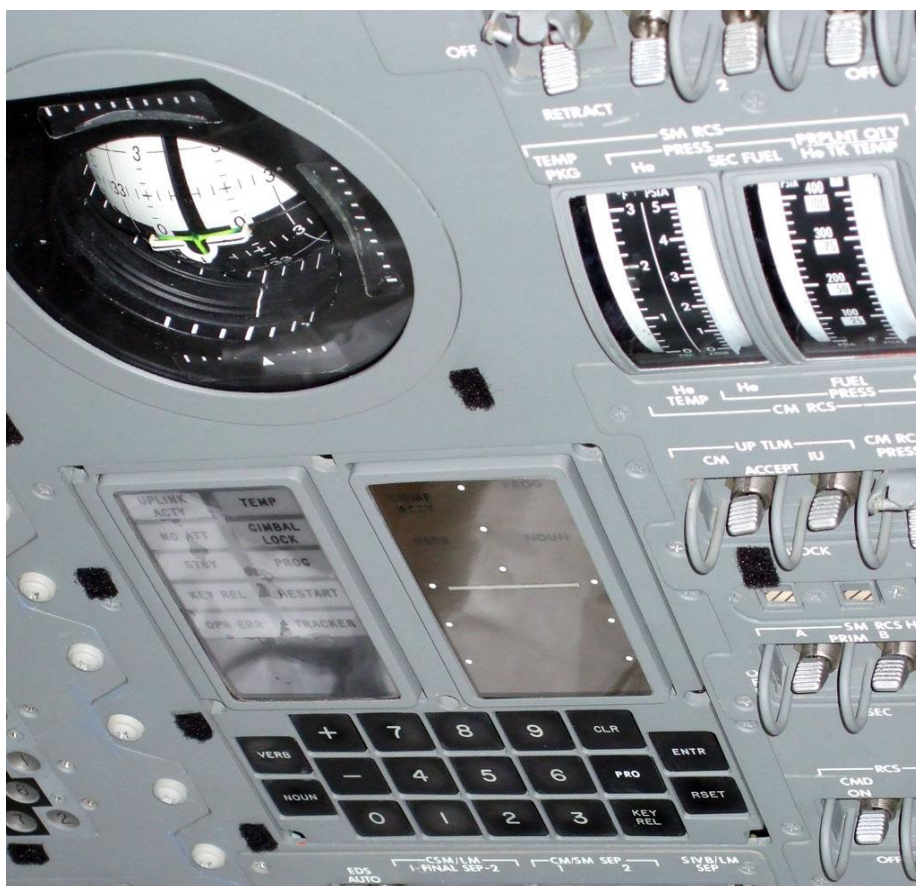
Non erano ancora stati sviluppati dispositivi RAM e ROM integrati. Venivano utilizzati per tale scopo le memorie a "core" (microscopici nuclei magnetici assemblati ed "infilati" da tre fili ognuno. Un paio per l'indirizzamento a matrice ed un altro per il "sense"). Le memorie così fatte erano di tipo RAM ritentivo, senza bisogno di batterie in tampone ed avevano una capacità di 2.000 parole (da 16 bit) di lettura e scrittura del nucleo in ferrite magnetico (il core) e quasi 24 mila parole di memoria di sola lettura sotto forma di corde magnetiche. (foto a pagina 5).

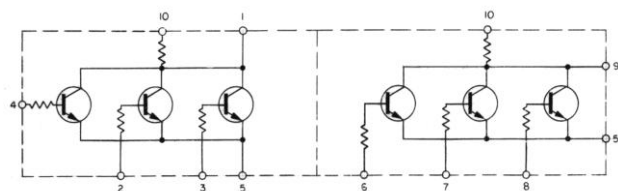
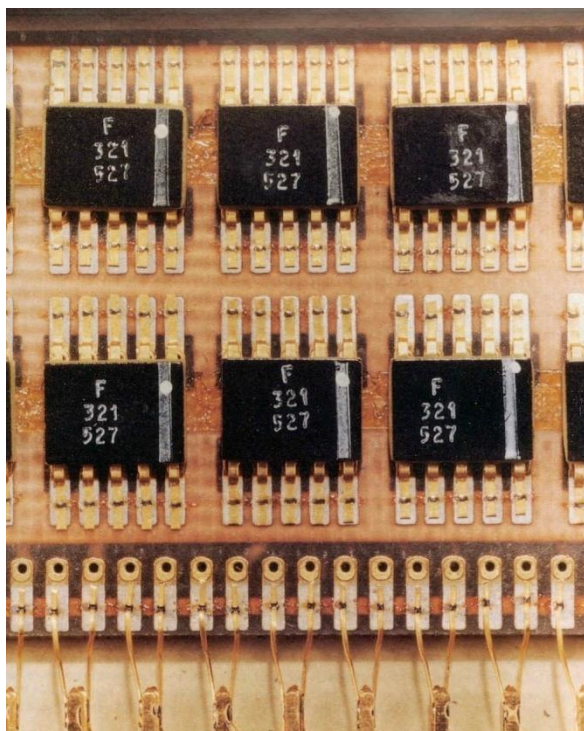
Con tali risorse di calcolo limitate, il software doveva essere scritto in modo estremamente ridotto quindi direttamente in assembler.

Chi di voi lettori ha avuto a che fare con questo linguaggio, come ho dovuto fare io, capisce perfettamente che si ha a disposizione una flessibilità ed una potenza di linguaggio enorme, ma sa anche che gli strumenti diagnostici e di sviluppo sono poverissimi e soprattutto che la possibilità di fare errori madornali e difficili da *debuggare* è altissima. @@@

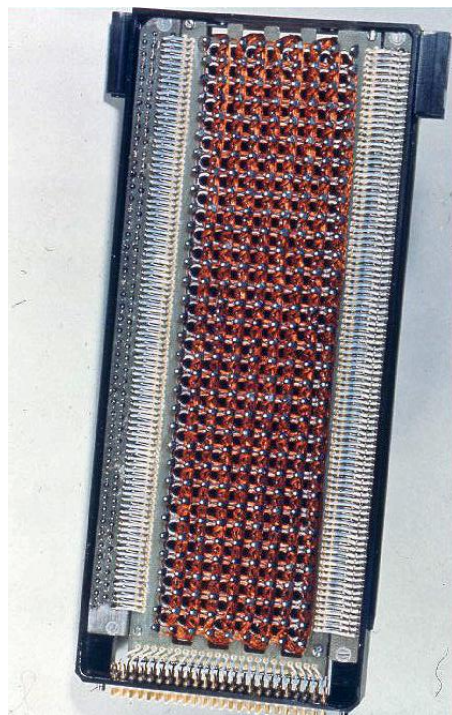
Di questi computer ne sono stati prodotti

tanti. Cinquanta furono costruiti da Raytheon, e nessuno fallì durante diversi anni di vita. **L'interfaccia umana era una tastiera con tasti a dieci cifre e alcune chiavi ausiliarie per "+" e "-" e "enter", e un display con tre numeri di cifre decimali / ottali, un numero di programma a due cifre. Gli astronauti lo hanno usato per tutte le fasi di comando (vedi tastiera nella foto sotto inserita nel cockpit del CM e sotto "stand alone" con anche il package del computer).**



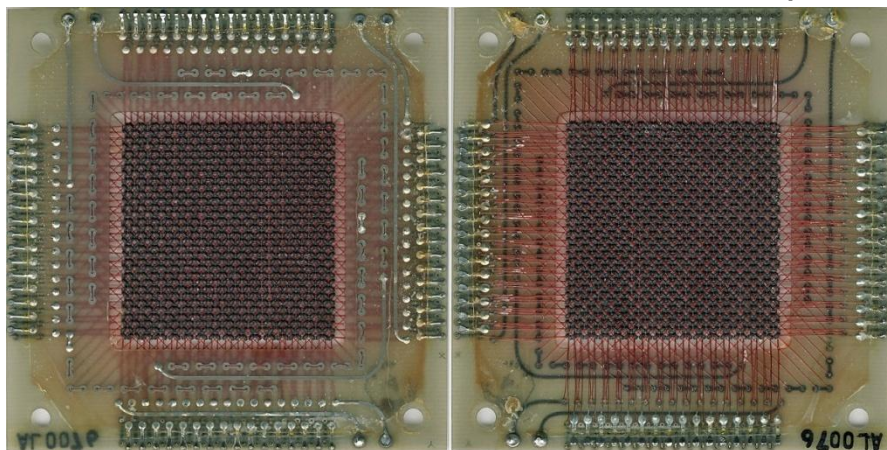


**Sopra, i circuiti integrati NOR utilizzati da Albert sul AGC e sotto le RAM a core da 1024 bit.**

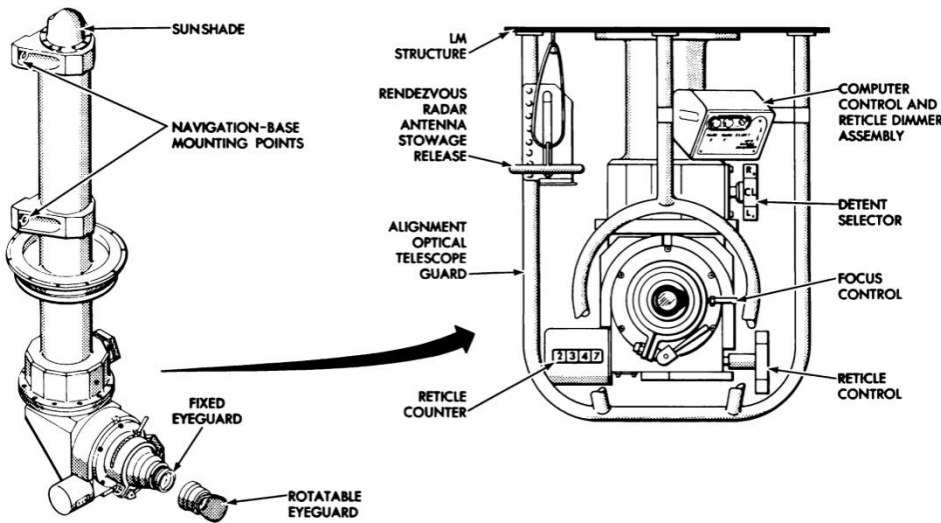


**AGC core rope memory (ROM), dove risiedeva il sistema operativo scritto in assembler, dove ogni bit era prezioso.**

Ma tutto questo riguarda il computer di bordo, indispensabile per garantire il controllo di assetto dei sistemi CM e LM, ma non sufficiente. Occorrevano anche dei sensori come input al sistema.



Infatti l'AGC del modulo di comando (CM) era al centro del sistema di orientamento, navigazione e controllo (GNC) di questa navicella spaziale. L'AGC nel Modulo Lunare (LM) gestiva il suo Apollo PGNCS (sistema di orientamento, navigazione e controllo primario), con l'acronimo pronunciato come "**ping**". Il PGNCS includeva un telescopio per l'allineamento ottico, montato sulla base di



navigazione per fornire un allineamento meccanico e un riferimento comune tra il telescopio e l'unità di misura inerziale. Era un dispositivo con unità di potenza, periscopio e con un campo di vista conico.

Era gestito manualmente dagli astronauti, quando dovevano riallineare il sistema inerziale che, anche se preciso, aveva come tutti i sistemi basati su accelerometri e giroscopi una piccola deriva. Questa andava corretta periodicamente attraverso sistemi assoluti, come appunto una stella di riferimento. Il telescopio usato come puntatore, aveva un asse albero mobile (parallelo all'asse X del LM) monitorato dal computer con dei *syncroresolvers* per la posizione, e una linea di vista di circa 45 gradi rispetto all'asse X nel piano Y-Z.

La linea di visione (line-of-sight) del telescopio

era fissa in altezza e mobile in azimuth con sei posizioni di arresto. Queste posizioni venivano selezionate ruotando una manopola del telescopio ed erano viste dal computer come input.

L'ottica era costituita da due sezioni: ottica dell'albero e ottica degli oculari.

**Le stelle apparivano bianche;** I riscaldatori impedivano la nebbia dello specchio a causa dell'umidità e delle

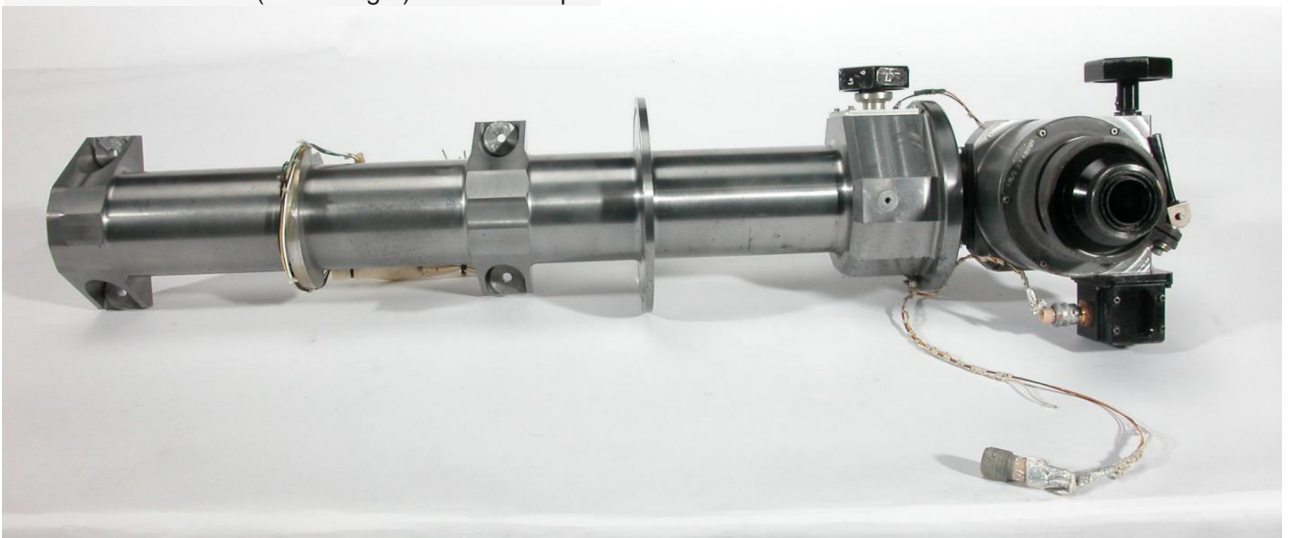
basse temperature durante la missione.

Un controllo di reticolo consentiva la sua rotazione manuale per l'utilizzo in allineamenti della superficie lunare.

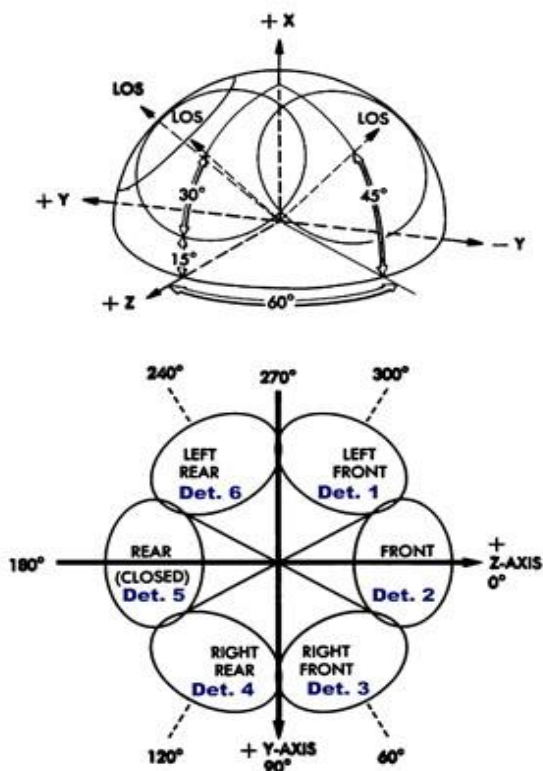
Un contatore sul lato sinistro dell'unità forniva la lettura angolare della rotazione del reticolo.

Il contatore si leggeva in gradi entro  $\pm 0,02''$  o  $\pm 72$  secondi. La lettura massima è di 359,88 gradi, quindi il contatore tornava a 0 gradi. L'interpolazione era possibile entro  $\pm 0,01$  gradi.

Un adattatore rotante (eyeguard) è fissato sull'oculare. L'eyeguard è regolabile assialmente per la posizione della testa. Veniva utilizzato quando l'astronauta faceva osservazioni senza casco per poi rimuoverlo quando l'astronauta le effettuava con la sua tuta e casco.



Un obiettivo filtrante ad alta densità, fornito come apparecchio ausiliario, evitava danni agli occhi degli astronauti a causa della visione diretta del sole o se l'astronauta sceglieva di utilizzare il sole come riferimento.



**Detentori e campo visivo.**

Il telescopio ottico di allineamento veniva utilizzato per gli avvistamenti sia in volo che lunari.

Per gli avvistamenti in volo, il telescopio poteva essere posizionato in una delle posizioni di arresto utilizzabili. Tuttavia, quando il LM era collegato al CSM, veniva utilizzata solo la posizione in avanti.

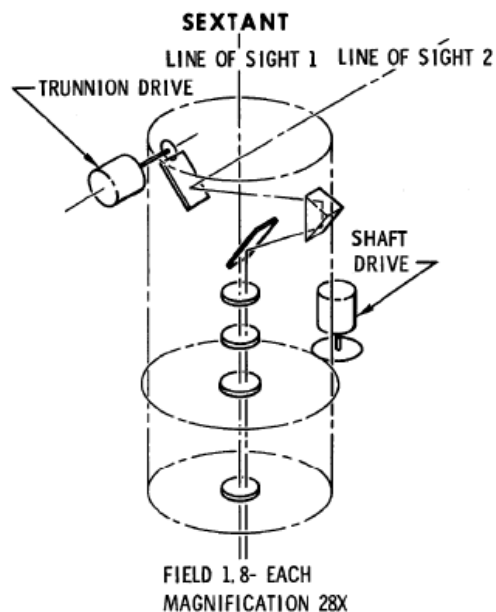
L'astronauta selezionava un detettore e la particolare stella che desidera utilizzare. Manovrava quindi la LM in modo che la stella selezionata rientrasse nel campo di vista del telescopio.

La posizione specifica di arresto e un codice associato alla stella selezionata venivano poi inseriti nel computer di guida dall'astronauta utilizzando il DSKY (Display Keyboard).

CSM Optical Subsystem fonte:

<https://tranquillitybase.wordpress.com/tag/pgnacs/>

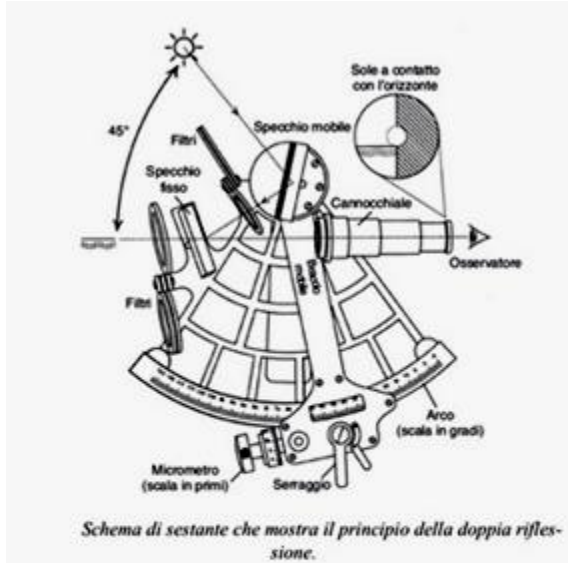
## CSM Optical Subsystem



Il sestante è uno strumento utilizzato per misurare l'angolo di elevazione di un oggetto celeste sopra l'orizzonte. Tecnicamente sulla Terra, la misura si effettua facendo collimare l'oggetto con l'orizzonte. La data e l'angolo di misura sono utilizzati per calcolare una specifica posizione su una mappa nautica o aeronautica e si usa per esempio traguardando a mezzogiorno il sole per individuare la latitudine.

Il sestante sfrutta il principio della **doppia riflessione**: se un raggio luminoso subisce una doppia riflessione sullo stesso piano, l'angolo di deviazione è il doppio dell'angolo formato dalle

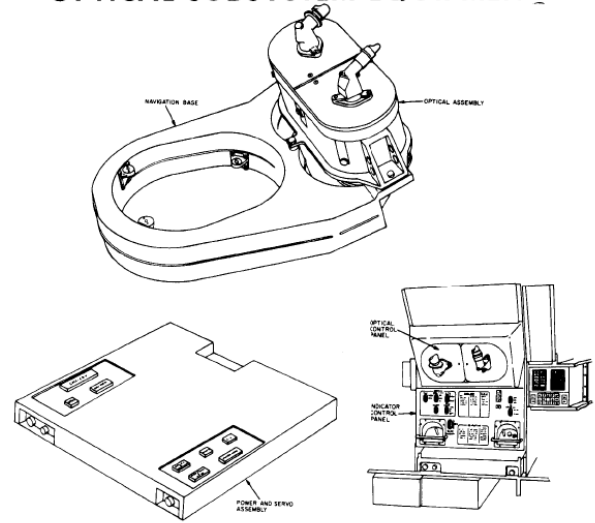
superfici riflettenti. Fu **Sir Isaac Newton** l'inventore del principio della doppia riflessione negli strumenti di navigazione, ma queste ricerche non furono mai pubblicate. Successivamente due uomini, indipendentemente l'uno dall'altro, riscoprono il sestante attorno al 1730: **John Hadley**, matematico inglese, e **Thomas Godfrey**, inventore americano.



Questo strumento sfrutta il principio della doppia riflessione per consentire all'utilizzatore di osservare allo stesso tempo l'orizzonte e un dato corpo celeste, e di misurare la distanza angolare tra loro con estrema precisione. Il suo pregio principale è di unire i due elementi in un'unica immagine fissa che non viene influenzata dal movimento dell'osservatore

Il sestante sostituì l'astrolabio, fino a quel tempo il principale strumento di navigazione. **Anche l'Apollo aveva il suo sestante** e la sua funzione era quella di determinare la posizione dell'Apollo, consentendo la navigazione indipendente della capsula e la periodica attività di riallineamento della IMU (che come abbiamo visto aveva la tendenza a disallinearsi). L'unità ottica sul **CM** era costituito da **due strumenti distinti**, il **sestante** vero e proprio e un **telescopio**. I due erano montati sulla stessa Navigation Base dove si trovava anche la IMU. Questa struttura metallica manteneva rigidamente connessi ed allineati l'OSS e la IMU (nel LM anche il rendezvous radar era montato su una struttura simile).

## OPTICAL SUBSYSTEM EQUIPMENT

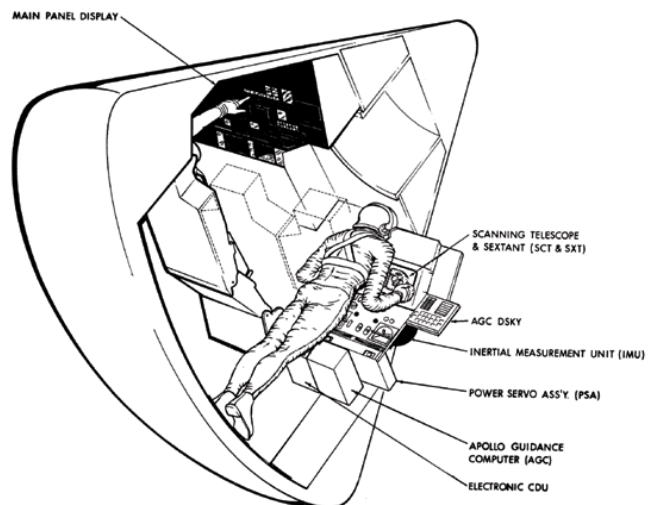


### Lo schema dell'Optical Subsystem

Montare questi componenti in aree diverse della capsula avrebbe potuto influenzare negativamente sul loro delicato orientamento a causa di leggere deformazioni fisiche dovute a stress meccanici e/o termici.

Integrarle insieme invece garantiva il massimo livello di accuratezza nel loro mutuo allineamento, fondamentale poiché anche minime variazioni potevano introdurre errori apprezzabili di misura.

L'accesso agli strumenti si trovava nella **Lower Equipment Bay (LEB)**, un'area del CM che si trovava *'sul pavimento'* in prossimità del tunnel di collegamento tra CM ed LM.



### La LEB





# Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: [info@cosmo.net](mailto:info@cosmo.net) - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 34° - Anno 9 - N° 3 - 1/9/2017

Il sestante e il telescopio accedevano all'esterno tramite finestre ricavate nello scafo del CM, nella parte alta della capsula e dalla parte opposta rispetto al portello di accesso principale.

Nella loro posizione di riposo ('zeroed position'), i due strumenti puntavano in una direzione perpendicolare allo scafo. Come un qualsiasi sestante nautico, quello dell'OSS aveva **due linee di visuale**. La prima, allineata con l'asse principale del sestante, era nota come la **LLOS (Landmark Line Of Sight)** ed era fissa, sempre perpendicolare allo scafo.

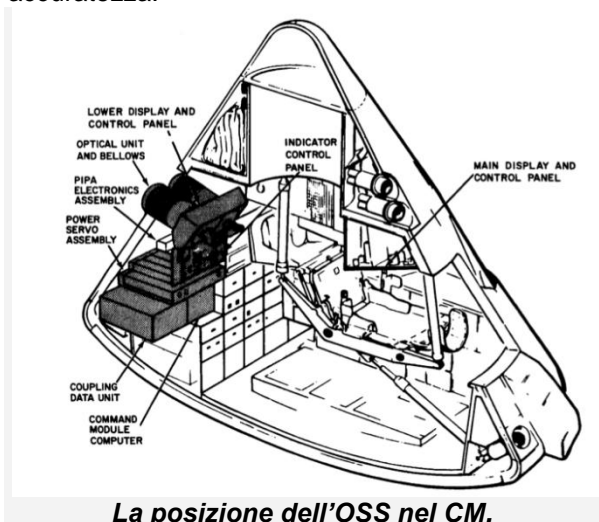
La seconda linea attraverso il sestante era chiamata **SLOS (Star Line Of Sight)** e poteva essere orientata manualmente o utilizzando comandi provenienti dall'AGC.

**Manovrando la SLOS, era possibile osservare nell'oculare due oggetti distinti fino a farli collimare.**

Al posto della scala graduata del sestante, una serie di ingranaggi e resolver misuravano la differenza tra le due linee di visuale con **una accuratezza fino a 10 secondi d'arco**.

**Il telescopio non forniva nessun ingrandimento (1x), aveva un ampio raggio visivo (60 gradi)** ed era quindi utilizzato come un 'finder telescope' (un 'cercatore').

**Il sestante invece forniva un ingrandimento potente pari a 28x ma un campo visivo molto più ristretto (1.68 gradi)** che forniva la richiesta accuratezza.



**La posizione dell'OSS nel CM.**

Per effettuare l'allineamento il CMP utilizzava il **programma P52 dell'AGC**. Usando 2 stelle (oppure una stella ed un pianeta o un punto caratteristico della superficie), il P52 poteva determinare l'orientamento dell'intero universo intorno alla capsula. Con la capsula saldamente

immobile con un orientamento noto, la linea di visuale mobile del sestante veniva orientata verso una specifica stella. Ovviamente si trattava di un orientamento di massima, il 'best guess'. Diversi fattori, non ultimo ovviamente il disallineamento della IMU, potevano far sì che la stella non fosse esattamente allineata al centro del reticolo presente al centro del sestante. Utilizzando l'**Optics Hand Controller (OHC)**, un piccolo joystick montato accanto all'oculare, il CMP centrava la stella nel reticolo del sestante. Quando la stella era bene al centro del reticolo, il pulsante **MARK** del computer veniva premuto per registrare la posizione apparente della stella rispetto alla piattaforma disallineata (venivano letti i dati dai resolver e registrata l'ora della misurazione). L'operazione veniva ripetuta per una seconda stella. Il computer, ora a conoscenza di dove le stelle dovevano essere (in base all'allineamento della IMU) e dove realmente si trovavano (sulla base delle misurazioni al sestante), poteva procedere al calcolo di quanto la piattaforma fosse disallineata; **gli angoli erano sempre piccoli, solitamente dell'ordine dei millesimi di grado**. Questi valori calcolati indicavano di quanto andava ruotata (*torqued*) la piattaforma inerziale per il riallineamento.

Come spesso accadeva anche questa attività scatenava la **competitività degli astronauti**: i CMP cercavano di ottenere la massima precisione e i risultati del P52 restituiva una misura della loro accuratezza.



**Jim Lovell lavora nella Lower Bay**

**L'obiettivo era un 'all balls'** (ovvero una indicazione sul DSKY di 00000, 5 zeri) come misura della differenza in centesimi di grado tra gli angoli reali che separavano le due stelle.



# Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: [info@cosmo.net](mailto:info@cosmo.net) - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 34° - Anno 9 - N° 3 - 1/9/2017

Più il CMP era bravo e più si avvicinava a questo valore (anche se in realtà forse entrava in gioco più l'allineamento della piattaforma).

Il sestante veniva **utilizzato anche per osservazioni precise su obiettivi 'non celesti'**. Ad esempio veniva utilizzato per tracciare un punto particolare sulla superficie lunare per permettere l'osservazione da parte dell'equipaggio attraverso l'oculare (e magari scattare qualche foto sfruttando il forte ingrandimento).

Ad esempio era molto utile per individuare l'esatto punto di allunaggio del LM. Più che per confermare l'esatta posizione dell'allunaggio, questa osservazione permetteva ai Mission Planners di preparare il piano ottimale per le EVA dal punto di vista geologico.

Durante la manovra di rendezvous, il CMP utilizzava il sestante per localizzare il prima possibile e tracciare l'Ascend Stage del LM di ritorno dalla superficie.

Era possibile effettuare più calibrazioni su una o entrambe le stelle per migliorare l'accuratezza dei riferimenti.

Non posso dire che fosse una procedura molto "friendly" considerando anche che veniva effettuata da uomini che per la prima volta affrontavano un viaggio sulla Luna, con il 50% di probabilità di non tornare. Ma erano uomini super addestrati. Queste procedure mi ricordano quelle che faccio io per allineare un telescopio amatoriale con il puntamento automatico.

Di solito desisto e vado a mano. Ma io non sono un astronauta e soprattutto non ho la vita legata a queste procedure, altrimenti forse sembrerebbero facili anche a me.

Che fatica però! Tutte queste procedure oggi su una moderna navicella come la Orion della Nasa o la Dragon della SpaceX sono automatiche e assolutamente trasparenti per gli astronauti.

## Il famoso allarme 1201.

**PGNCS ha generato avvertimenti imprevisti durante la discesa lunare di Apollo 11, con l'AGC che mostra un allarme 1201 "Executive overflow - no vacant areas" e un allarme 1202 ("Executive overflow - no core sets").**

**Un allarme che fece il giro del mondo e che mise a rischio di infarto il mitico direttore di missione Eugene Francis Kranz, oltre che ovviamente gli astronauti Buzz e Neil.**

**La causa fu un rapido e costante flusso di dati spuri del radar di rendezvous,**

**intenzionalmente lasciato in attesa durante la discesa nel caso fosse stato necessario per un aborto missione.**

Non si era pensato che avrebbe saturato il computer di bordo con i messaggi che, ovviamente, avrebbe inviato nella fase di discesa quando davanti al radar si presentava un mondo in movimento (la superficie della Luna). Durante questa parte dell'approccio, la CPU del computer di bordo era normalmente caricata quasi all'85%. Gli altri 6.400 cicli al secondo rubati dal radar hanno aggiunto l'equivalente del carico del 13% (quindi un totale di 98%), lasciando appena il tempo sufficiente per tutte le attività pianificate per completare la missione.

A cinque minuti dall'arrivo sulla superficie, nella fase di discesa, **Buzz Aldrin ha dato al computer il comando 1668 che lo ha incaricato di calcolare e visualizzare DELTAH** (la differenza tra l'altitudine rilevata dal radar e l'altitudine calcolata).

**Questo ha aggiunto un ulteriore 10% al carico di lavoro del processore, provocando quindi "overflow" esecutivo e un allarme 1202.**

Dopo aver ricevuto il "GO" da Houston (**che non arrivò immediatamente ma fu preceduto dal più rapido "debugging" della storia dello sviluppo software**), Aldrin entrò nuovamente nel 1668 e si verificò un altro allarme di 1202.

Quando segnalò il secondo allarme, Aldrin, desideroso di risolvere il problema, aggiunse il commento *"Sembra venire quando abbiamo un 1668 in su"*. In realtà fu forviante, perché il problema non era in quelle righe software di quel comando 1668, ma nella saturazione del tempo di CPU, che poteva avvenire con qualsiasi altro comando. **Il problema era il radar aperto!!**

**Fortunatamente per Apollo 11, il software AGC era stato progettato con una pianificazione prioritaria.**

Proprio per questo, il computer si ripristinò automaticamente, eliminando le attività di priorità inferiori, tra cui la visualizzazione 1668, per permettere alla CPU di seguire in sicurezza la guida ed il controllo, che avevano priorità più alta. Infatti gli astronauti avrebbero solo cancellato l'allarme 1202 e non resettato il sistema, che già aveva provveduto automaticamente a ripristinarsi.

Il controllore **Steve Bales** e il suo team di supporto che hanno incluso Jack Garman (cioè quelli del record mondiale di velocità nel debugging) hanno risposto a numerose chiamate

# Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: [info@cosmo.net](mailto:info@cosmo.net) - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 34° - Anno 9 - N° 3 - 1/9/2017

di Kranz con un "GO" e l'atterraggio ha avuto successo.

**Per il suo ruolo, Bales ha ricevuto la medaglia presidenziale americana di libertà per conto dell'intera squadra del centro di controllo e dei tre astronauti di Apollo.**

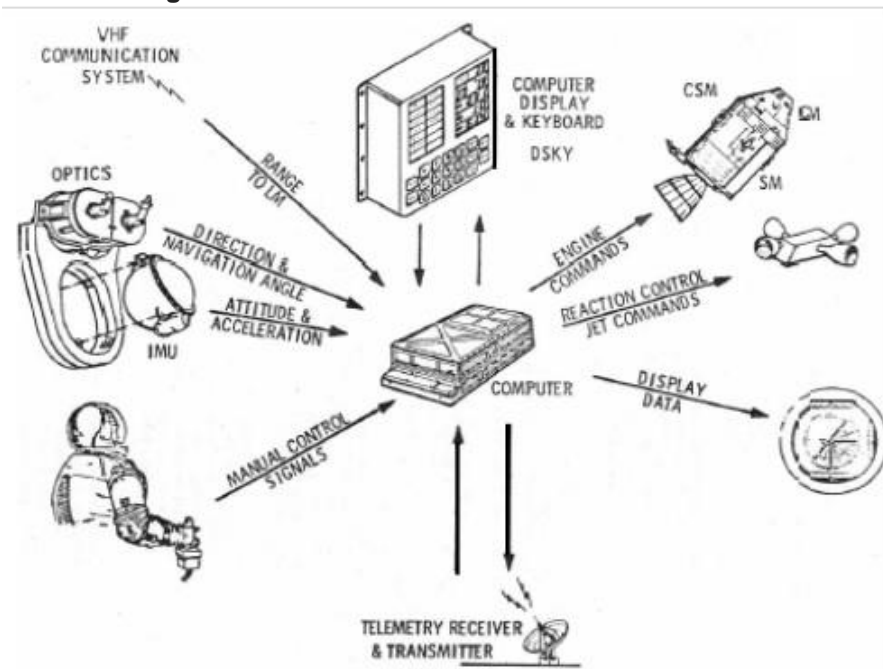
Il problema non era quindi un errore di programmazione nel AGC, né era un errore pilota. **Era un bug periferico di progettazione hardware legato al radar in standby, già noto e documentato dagli ingegneri di Apollo 5.**

Durante quei test il problema era avvenuto solo una volta, quindi il team di Apollo 5 concluse che era più sicuro volare con l'hardware esistente che avevano già testato, piuttosto che volare con un nuovo sistema radar, ma in gran parte non testato. Nell'hardware reale, la posizione del radar rendezvous è stata codificata con sincrosolvers eccitati da una diversa fonte di 800 Hz AC rispetto a quella utilizzata dal computer come riferimento di temporizzazione.

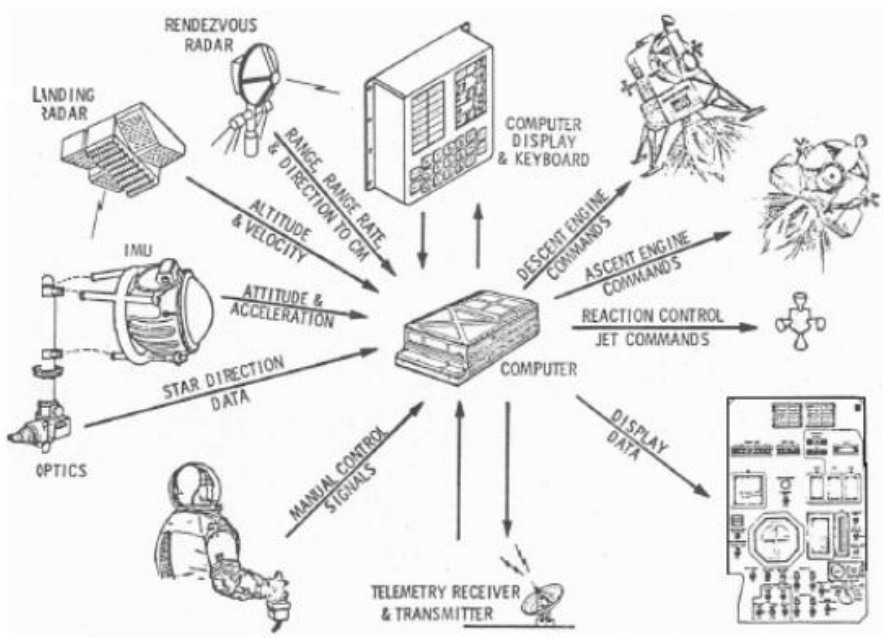
Le due fonti a 800 Hz erano bloccate in frequenza, **ma non bloccate da fase**, e le piccole varianti di fase casuali (dovute alle retroazione del PLL n.d.r.) hanno fatto apparire come se l'antenna fosse rapidamente "puntata" in posizione, anche se era completamente stazionaria. Questi movimenti fantasma generarono la rapida serie di falsi cicli. Il software e il design del computer hanno salvato la missione di atterraggio Apollo 11.

Se non fosse stato per la gestione prioritaria, forse Oltre al puntamento stellare, il PGNCs aveva anche una sua unità interna denominata:

l'atterraggio sarebbe stato abortito per mancanza di un computer di guida stabile.



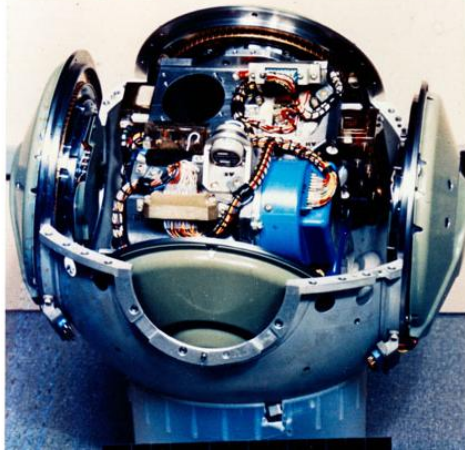
*Input ed output del computer di bordo sul Command Module (CM).*



*In alto, Input ed output del computer di bordo sul Lunar Module (LM)*

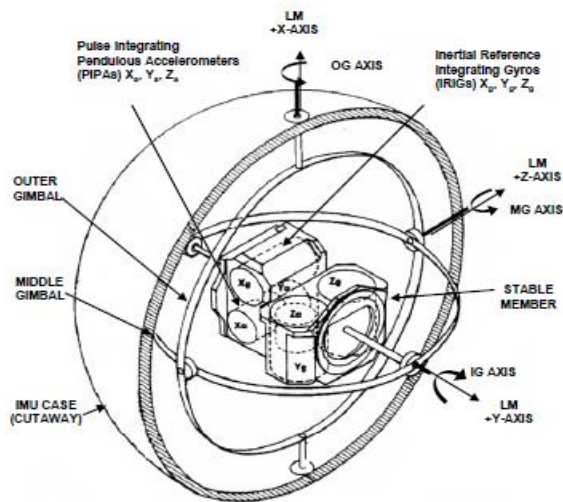
S-65-3973

APOLLO  
INNER, MIDDLE & OUTER GIMBAL ASSEMBLIES  
IMU-5 FOR APOLLO G&N EQUIPMENT



Nella foto sopra il sistema IMU assemblato.

## Inertial Subsystem



Inertial Measurement Unit (IMU)

L'IMU è stato progettato su tre assi. L'interno più stabile, un cubo di berillio da 6 pollici, aveva tre giroscopi e tre accelerometri montati in esso. I circuiti di feedback compresi i resolver hanno utilizzato i segnali dai giroscopi per controllare i motori di ogni asse. L'IMU è derivato dal sistema di guida sviluppato sempre dal J.S.Draper per il missile Polaris.

I sistemi di guida inerziale non sono perfetti e quello montato su Apollo aggiungeva circa un milliradiante all'ora. Pochissimo ma nell'arco di tempo della missione, sarebbe stato disastroso. Così era necessario "riallineare" la piattaforma inerziale periodicamente attraverso il puntamento stellare.

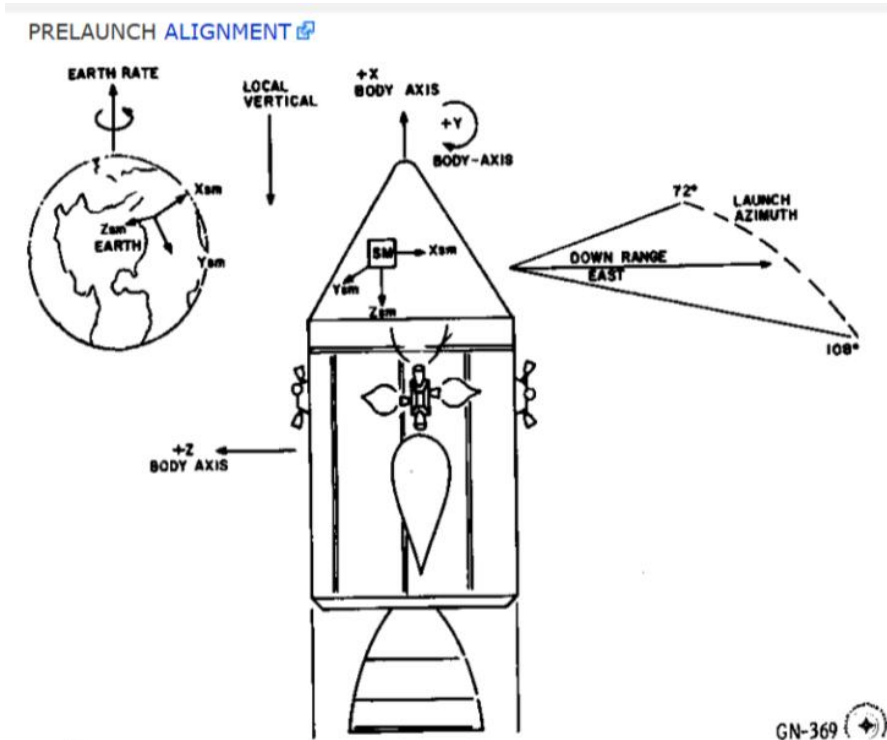
Il preset del IMU veniva fatto quindi alla partenza secondo lo schema che si può vedere nella illustrazione a fianco, quindi relazionata con riferimenti stellari e mantenuta tale periodicamente e manualmente per eliminare la deriva.

*Sotto, l'unità di misura inerziale e il sistema ottico (telescopio di scansione e sestante) montati sulla base di navigazione di precisione che mantiene un orientamento angolare preciso tra i due sottosistemi. Il sistema ottico viene utilizzato per allineare il sistema inerziale e per la navigazione in orbita, orbita lunare e nello spazio cislunare. L'unità di misura inerziale viene utilizzata come riferimento di atteggiamento primario e viene utilizzata per scopi di guida durante tutte le manovre e durante il rientro.*

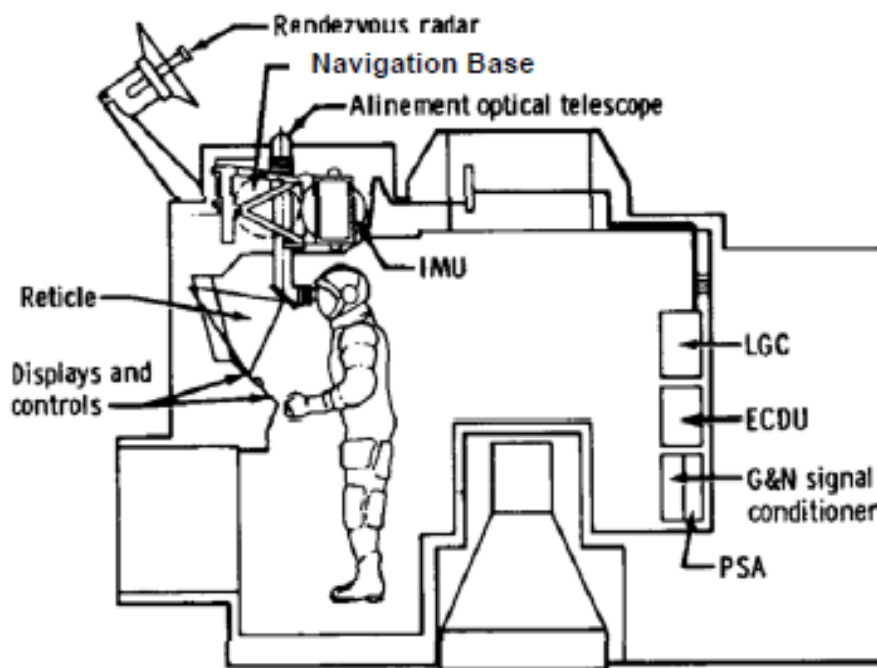


Credit:  
<http://www.jetsonhacks.com/2015/04/22/inertial-measurement-unit-imu-part-i/>

**Sotto, lo schema di allineamento rispetto alla Terra.**

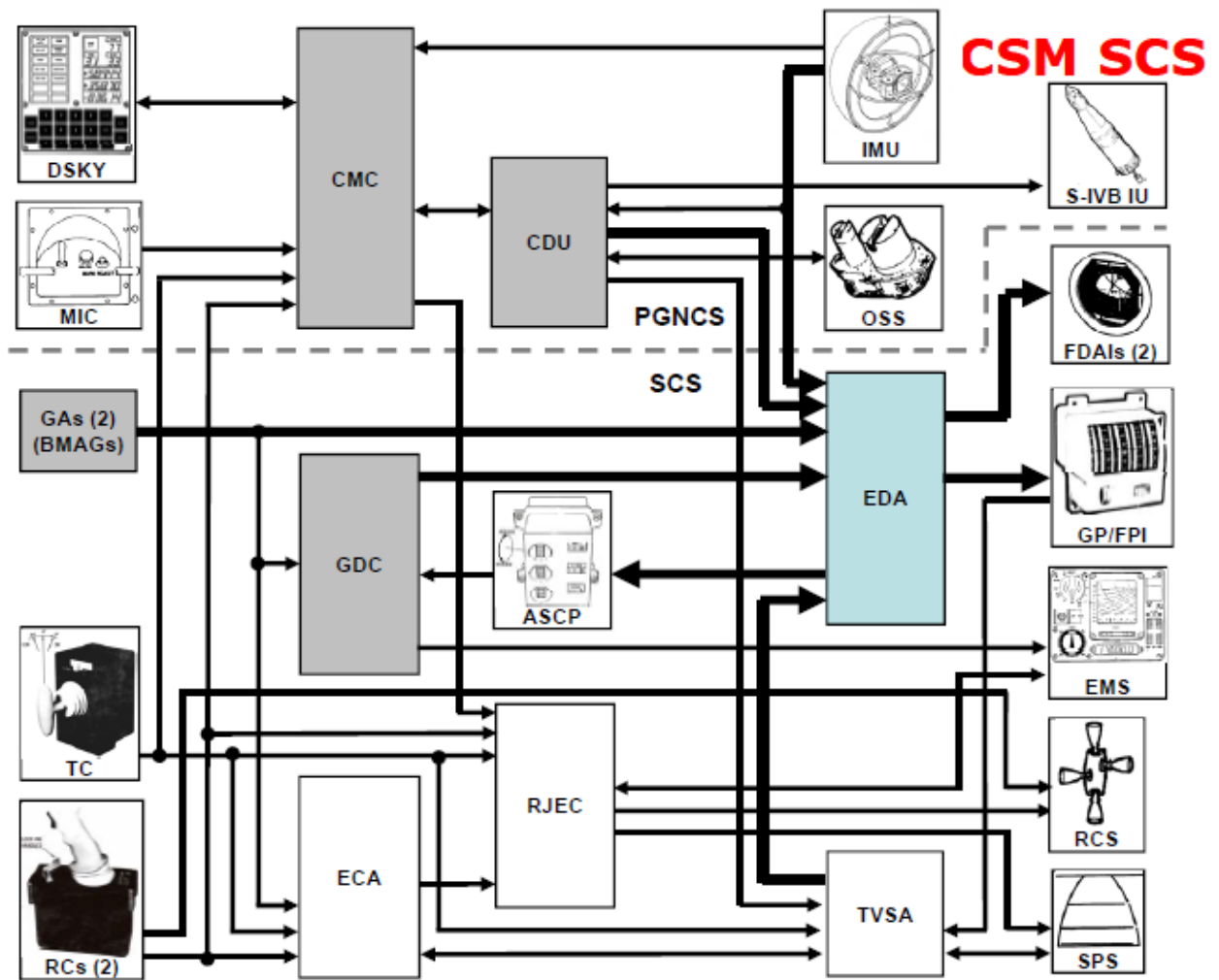


La tecnologia del controllo di volo inerziale era già stata sperimentata ma per voli molto più brevi. La novità stava appunto nel lungo periodo di volo in cui, senza un sistema GPS o altri riferimenti “triangolabili” o “trilaterabili” la posizione e l’assetto, dovevano comunque essere garantiti in fretta e con precisione. Ho detto in fretta, perché ancora oggi nonostante i GPS, sugli aerei sono ancora presenti sistemi di questo genere, perché i tempi di risposta a fronte di una sollecitazione esterna od interna sono immediati. Capisco che anche questo sistema meriterebbe qualche approfondimento. Vi prometto che prima o poi lo faremo in una prossima puntata.



**A sinistra la dislocazione dei dispositivi a bordo del LEM**

Voglio concludere questa analisi con alcuni diagrammi ed illustrazioni, prese sempre da documenti originali della NASA (<https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20090016290.pdf>) con uno schema generale di tutto il sistema di controllo del CSM SCS Hardware, (pagina seguente) e la posizione dei dispositivi all’interno del modulo di ascesa del LEM (a sinistra)



**schema generale di tutto il sistema di controllo del CSM SCS Hardware**

Infine uno schema (sopra) di aiuto per capire il sistema di orientamento e puntamento del modulo di ascesa del LEM per il rendezvous di aggancio con il modulo orbitante CM prima del rientro sulla Terra. Come si vede, anziché prevedere un sistema di controllo posizione in assoluto (come fa un GPS sulla Terra), che porterebbe ad errori ingestibili, già allora, dopo averlo collaudato sulle missioni Gemini, si realizzò un sistema di posizionamento relativo (tra inseguitore e nave madre). L'unico ad oggi in grado di garantire un'ottima precisione e tempi di risposta soddisfacenti. È lo stesso sistema che usano oggi le navette che potano riferimenti alla stazione spaziale internazionale ISS.

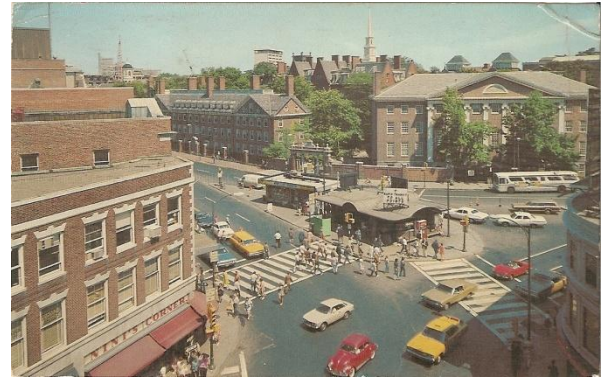
Bene, è stato un po' faticoso redigere questo articolo ma lo meritava. Sono partito da Albert Hopkins, perché lui era il "Prof." per tutti gli addetti ai lavori (nell'ambito del Draper e del MIT), ma non vorrei essere frainteso: questo non è il frutto del lavoro di una o due o 10 persone. Sul progetto Apollo hanno lavorato decine di migliaia di persone distribuite in centinaia di aziende sparse per tutti gli States e non solo. Tutte queste attività sono state il vero miracolo tecnologico ed organizzativo, a partire dai *brainstorming* sulle idee e sugli approcci giusti della missione, passando alle specifiche di prodotto e di collaudo delle varie componenti (decine di migliaia), alla schedulazione assolutamente dettagliata di tutto il progetto, dall'idea al ritorno sulla Terra dell'ultimo astronauta di Apollo 17.

Non si trattava di progettare un grattacielo o un ponte o un nuovo aereo che, anche se avveniristici, sarebbero stati comunque basati su tecnologie note. Apollo è stato un progetto con tecnologie innovative utilizzate spesso sul “campo” per la prima volta (come il LEM e la ripartenza dalla Luna) per arrivare ad un obiettivo, la Luna, dove nessuno aveva mai messo piede, con persone preparate al punto di rischiare la loro vita per il successo della missione.

Questo per me (che sono un progettista, non certo di questa roba, ma comunque di sistemi complessi, sapendo quindi cosa si nasconde dietro ad un nuovo progetto, l'errore, l'imprevisto), è stato il vero grande risultato, ancora di più di essere arrivati per primi sulla Luna.

Adesso dovrei fare un lungo elenco di tutte le fonti utilizzate per redigere questo articolo, ma dovrei impegnare un paio di pagine che non leggerebbe nessuno, pertanto mi limito a ringraziare tutte le fonti a partire da Wikipedia (dove ho trovato molti dati) a Google (dove ho trovato molti documenti, di cui ringrazio fonti e

redattori), ma soprattutto l'amicizia con il professor Albert Hopkins ed il suo staff, che mi ha fornito sensazioni che sui documenti non troverete mai.  
Grazie a tutti.



*Dalla finestra del mio albergo ad Harvard Square a Boston nel settembre del 1976 , a pochi passi dal J.S Draper di Hopkins.*

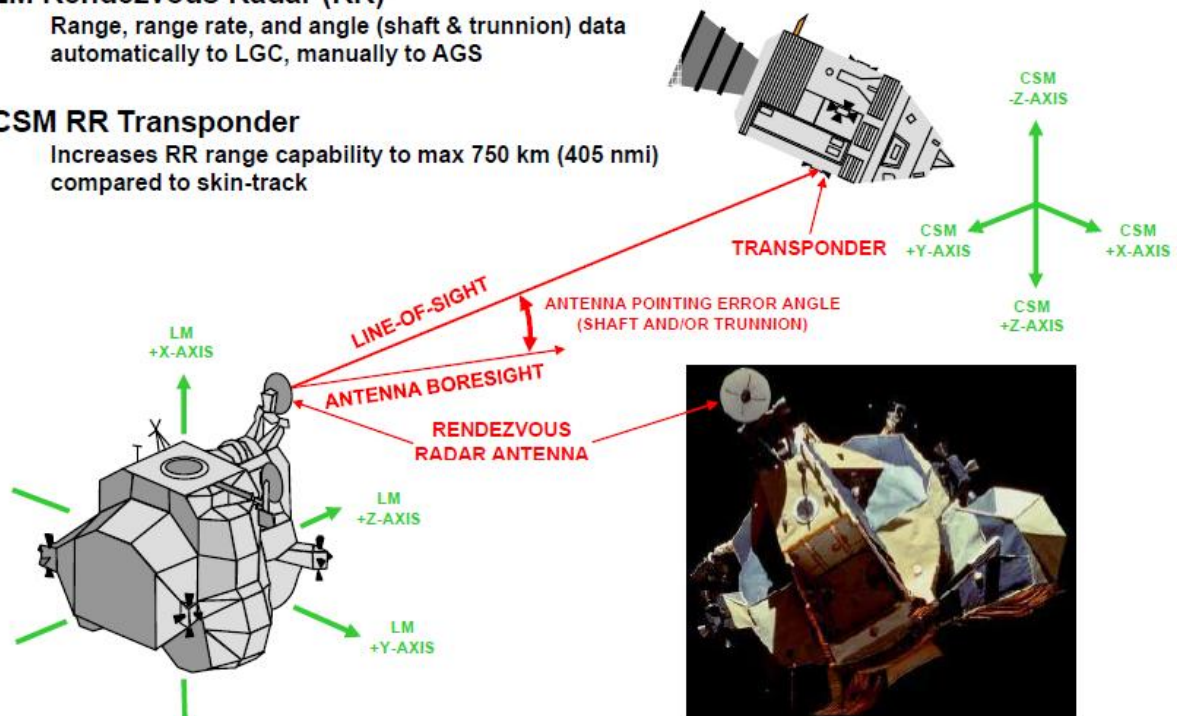
## LM Radar Subsystem Hardware

### LM Rendezvous Radar (RR)

Range, range rate, and angle (shaft & trunnion) data automatically to LGC, manually to AGS

### CSM RR Transponder

Increases RR range capability to max 750 km (405 nmi) compared to skin-track





# Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: [info@cosmo.net](mailto:info@cosmo.net) - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 34° - Anno 9 - N° 3 - 1/9/2017

## Riusciremo mai a vedere un buco nero?

Di Luigi Borghi.

Questa domanda mi suona un po' come: *riusciremo mai a vedere il buio?*

Beh... di sera basterebbe spegnere la luce, ma un buco nero la luce la spegne da solo, come ben sapete.

Scherzi a parte, questi mostruosi oggetti non li ha effettivamente mai visti nessuno.

Ci sono quelli che nascono dal collasso finale di stelle molto pesanti o, come nel caso dei buchi neri supermassicci che dominano il centro di galassie (come anche la nostra), che si sono formati divorando nubi di gas, stelle e quant'altro che son o arrivati a masse equivalenti che superano il miliardo di Soli.

In particolare questi ultimi sono stati tracciati attraverso l'enorme effetto che la loro spaventosa gravità provoca nell'ambiente circostante attraverso il suo "orizzonte degli eventi" (Event Horizon) ma, nonostante la mole di questo orizzonte che arriva ad avere diametri pari al nostro sistema solare, non li ha mai visti nessuno. Ma vi sto dicendo delle cose note: i buchi neri hanno una gravità tale da impedire alla luce di uscire dall'orizzonte degli eventi ed a quei fotoni che passano vicino o tangenti ad esso, vengono fortemente deviati.

Ecco questo è il punto su cui molti stanno lavorando per poterlo vedere: cioè vedere il "buco" che fa nella immagine reale che ci si aspetta.

Per capire meglio come si stanno muovendo gli scienziati a tal proposito, vi propongo, commentato, un articolo di Marco Di Lorenzo che ho letto su:

<http://aliveuniverse.today/rubriche/approfondimenti/2893-event-horizon-telescope-sara-davvero-foto-del-secolo>

### Event Horizon Telescope: sarà davvero foto del secolo?

Nelle ultime settimane si è fatto un gran parlare del progetto internazionale per fotografare direttamente due buchi neri supermassicci. Vediamo di chiarire di che si tratta e cosa dobbiamo realmente aspettarci (anche per evitare cocenti delusioni!).

Quello che molti media hanno dimenticato di dire è che le osservazioni non saranno effettuate usando la luce visibile ma onde radio ad altissima frequenza (micro-onde); inoltre, lo strumento

utilizzato non è uno ma ben 8 osservatori radioastronomici sparsi nel mondo e scelti per la qualità eccezionale dei siti in cui si trovano.

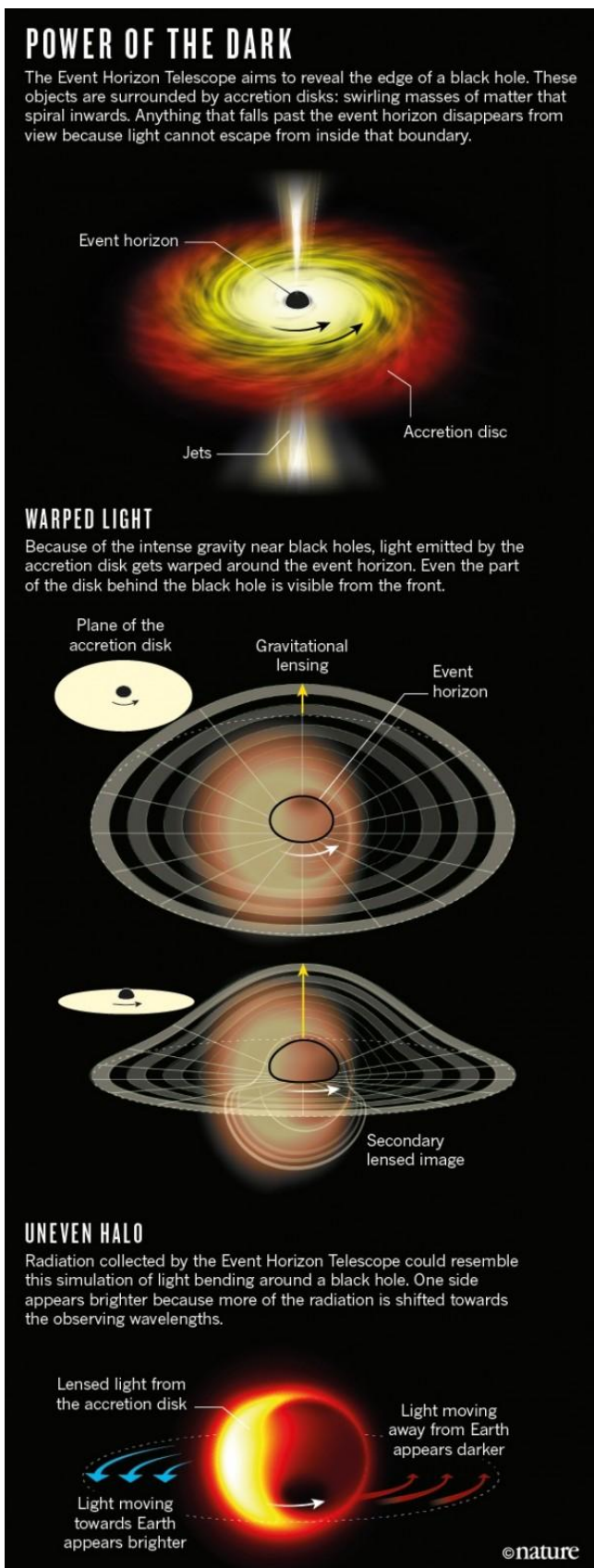


*In alto, il nucleo e il jet di M87 ripresi da Hubble.*

*Al centro, Sgr-A (la zona della via Lattea dove risiede il buco nero supermassiccio) nelle bande infrarossa e X.*

*In basso, una simulazione di come dovrebbe apparire quest'ultimo buco nero supermassiccio tramite EHT.. Crediti: HST/Chandra/NASA/ESA - C. Goddi, F. Roeloff, M. Moscibrodzka.*





Di conseguenza, la "fotografia del secolo" non sarà affatto una fotografia, bensì il risultato di una combinazione "a posteriori" dei dati radio raccolti nell'arco di diversi giorni e, anche se meno suggestiva, la definizione andrebbe corretta come "immagine del secolo".

Inoltre, l'immagine probabilmente non sarà né spettacolare né di facile interpretazione e il suo valore sarà evidente solo per gli astrofisici, non certo per il grande pubblico che si aspetta invece di vedere qualcosa di simile al "Gargantua" del film "Interstellar".

*A sinistra: infografica tratta da Nature che illustra, in alto, gli effetti di curvatura e ingrandimento del disco di accrescimento con due diverse inclinazioni rispetto alla linea di vista; in basso è illustrato l'effetto Doppler dovuto alla rotazione del disco, con amplificazione della sua luminosità quando si muove verso la Terra. - Crediti: Nature*

Il progetto, chiamato Event Horizon Telescope (EHT), si propone di ritrarre per la prima volta l'orizzonte degli eventi di due buchi neri, uno al centro della Via Lattea (chiamato **Sagittarius-A**, **SgrA** per gli amici), l'altro al centro di **M87**, una enorme e famosa galassia ellittica attiva al centro dell'ammasso della Vergine. Sulla base delle attuali conoscenze, questi due buchi neri dovrebbero essere i più grandi visti da Terra ma, come vedremo, le loro dimensioni apparenti sono comunque talmente ridotte da costituire una formidabile sfida tecnologica.

Ma andiamo per ordine.

**L'orizzonte degli eventi definisce il bordo di un buco nero perché si trova esattamente alla distanza in cui la "velocità di fuga" dalla massa che lo costituisce eguaglia la velocità della luce**, motivo per cui neanche le onde elettromagnetiche riescono a sfuggire dall'interno di questo immaginario guscio. Il bello è che per calcolare le dimensioni dell'orizzonte degli eventi non è necessario ricorrere alle equazioni di campo di Einstein, con complicati calcoli tensoriali; basta applicare la fisica classica di Newton e in particolare la Legge di Gravitazione Universale che tutti ricorderanno:

$$F = G m_1 m_2 / r^2$$

Da essa, integrando, si trova che l'energia potenziale gravitazionale di una massa  $m$  posta a una distanza  $r$  da una massa  $M$  più grande è:

$$E_p = G m M / r$$



# Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: [info@cosmo.net](mailto:info@cosmo.net) - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 34° - Anno 9 – N° 3 - 1/9/2017

Ora, se uguagliamo questa energia potenziale a quella cinetica, possiamo ottenere la velocità minima che un corpo deve avere per allontanarsi all'infinito, sfuggendo definitivamente alla gravità di M:

$$v = \sqrt{(2GM/r)}$$

Questa è appunto la **velocità di fuga** e, nel caso dell'orizzonte degli eventi, la possiamo porre uguale a c per ottenere il raggio:

$$R = 2GM/c^2$$

che è appunto il raggio dell'orizzonte, detto anche **raggio di Schwarzschild**.

Ricordandoci che  $c \approx 2,998 \cdot 10^8$  m/s,  $G \approx 6,674 \cdot 10^{-11}$  N m<sup>2</sup> / kg<sup>2</sup>, e che, nel caso del Sole,  $M \approx 1,989 \cdot 10^{30}$  kg, troviamo che  $R \approx 2,95$  km.

Si tratta di un raggio minuscolo per un oggetto astronomico: se già facciamo fatica a intravedere il disco di una stella, figuriamoci di un oggetto che è centinaia di migliaia di volte più piccolo!

Per fortuna, però, ci sono vari "aiutini" a facilitarci la vita; essi vengono dalla tendenza dei buchi neri a unirsi e formarne di più grandi, dal fenomeno della interferenza e anche dalla relatività generale.

Per iniziare, si è scoperto che nel centro di molte galassie (forse tutte) c'è un buco nero supermassiccio; **nel caso di SgrA, oltre quattro milioni di masse solari mentre per M87 arriviamo a 6 miliardi di masse solari!** Utilizzando l'ultima formula riportata sopra,  $R$  e  $M$  sono tra loro direttamente proporzionali e questo significa che i **suddetti buchi neri hanno raggi di circa 12 milioni di km (Sgr-A) e quasi 18 miliardi di km per M87.**

Dunque, la situazione migliora nettamente: per "risolvere" il diametro dei due buchi neri, posti a distanze rispettivamente di circa 26000 anni luce e 53 milioni di anni luce, basterebbe poter apprezzare angoli pari a 20 e 14 micro-secondi d'arco, rispettivamente.

Peccato che nessuno strumento, in qualsiasi lunghezza d'onda, sia in grado di arrivare a risolvere dettagli così minuti, pari alle dimensioni apparenti di un pompelmo sulla Luna!

A questo punto è necessario fare riferimento alle leggi dell'ottica ondulatoria e al fenomeno della diffrazione delle onde elettromagnetiche, che

limita appunto il **potere risolutivo** di uno strumento.

Questa risoluzione può essere migliorata riducendo la lunghezza d'onda  $\lambda$  e aumentando le dimensioni  $D$  dell'obiettivo, secondo la formula:

$$\alpha \approx 250000 \lambda / D$$

( $\alpha$  è la risoluzione in secondi d'arco e il suo valore esatto dipende dalla particolare forma dell'apertura dello strumento).

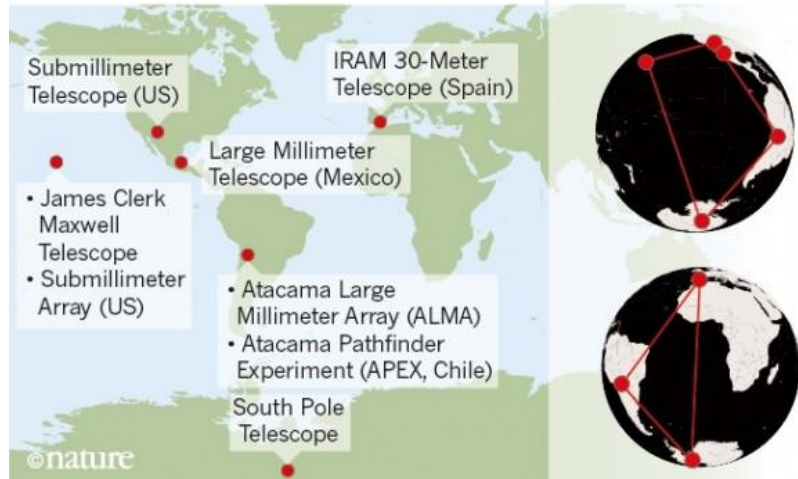
Per questo motivo, il progetto EHT utilizza lunghezze d'onda radio più corte del solito, precisamente 1,3 e 0,87 mm (di fatto si tratta di micro-onde sui 300 GHz, al limite tra onde radio e infrarosso) e lo fa sfruttando antenne lontanissime tra loro, in modo da simulare un telescopio con apertura  $D$  pari a svariate migliaia di km.

***Nell'immagine qui sotto, è possibile vedere la loro distribuzione sul globo, così come apparirebbe se osservata da Sgr-A (la distribuzione delle antenne è fondamentale per la qualità delle osservazioni interferometriche).***

**Crediti: Nature**

## GLOBAL EFFORT

The Event Horizon Telescope combines signals from eight radio observatories on four continents and Hawaii.



The observatories, when combined, have a resolving power equivalent to a telescope almost the size of Earth.

Per fare questo, è necessario ricorrere alla tecnica interferometrica a lunghissima base (VLBI) che combina i segnali registrati contemporaneamente dalle varie antenne come se fossero le "fenditure" attraverso cui passa l'onda, generando una figura di interferenza che,



# Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: [info@cosmo.net](mailto:info@cosmo.net) - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 34° - Anno 9 - N° 3 - 1/9/2017

se opportunamente elaborata, permette di ricostruire l'aspetto della sorgente.

Utilizzando la formula per l'angolo di diffrazione, dato che D sarà vicino ai 10000 km, possiamo dedurre che le osservazioni avranno una risoluzione di circa 25 micro-secondi d'arco (25  $\mu$ s).

Dunque, apparentemente, saremmo ancora un po' alti per riuscire a vedere i due orizzonti degli eventi...

E' qui che interviene un ultimo aiuto dalla relatività generale: Einstein ha previsto che lo spazio-tempo (e quindi anche la luce) viene deviato dai campi gravitazionali e, nel caso di un buco nero, questo genera una enorme lente in grado di ingrandirne l'immagine di svariate volte. Nel caso di Sgr-A, si stima che il diametro apparente dell'orizzonte degli eventi raggiunga i 50 micro-secondi d'arco, quindi risolvibile da EHT.

Anche se la tecnica VLBI viene usata da decenni, qui viene portata all'estremo e si capisce che questo richiede una tecnologia decisamente avanzata per raccogliere ed elaborare l'enorme mole di informazioni (**si parla di qualcosa come 2 petabytes di dati grezzi**), tanto più che le osservazioni, da poco iniziate, si protrarranno per svariati giorni per poter raggiungere la sensibilità richiesta; **si parla di 4 giorni in tutto**, due per ciascuna sorgente.

I dati verranno registrati su batterie di capienti hard disk e poi combinato tra loro in due diversi centri di elaborazione, dove **l'analisi richiederà almeno 6 mesi**. Perciò, a meno di indiscrezioni o colpi di scena, bisognerà avere pazienza perché **non vedremo nulla prima del 2018**.

La piccola lunghezza d'onda impiegata impone il ricorso ad antenne situate in località particolarmente secche ed elevate, dove l'assorbimento dovuto al vapore d'acqua è minimo.

Gli 8 strumenti utilizzati sono all'avanguardia, a cominciare dal celebre radiointerferometro **Alma** in Cile; ci sarà anche un radiotelescopio in antartide e uno in Spagna.

Alla fine, come illustrato nella simulazione in basso nell'immagine di apertura (ingrandita a fianco), dovremmo riuscire a vedere una specie di mezzaluna che è l'immagine di

una parte del disco di accrescimento (quella che si avvicina a noi), deformata ed ingrandita dalla gravità. Ma non è escluso che l'immagine reale ci riservi delle sorprese!



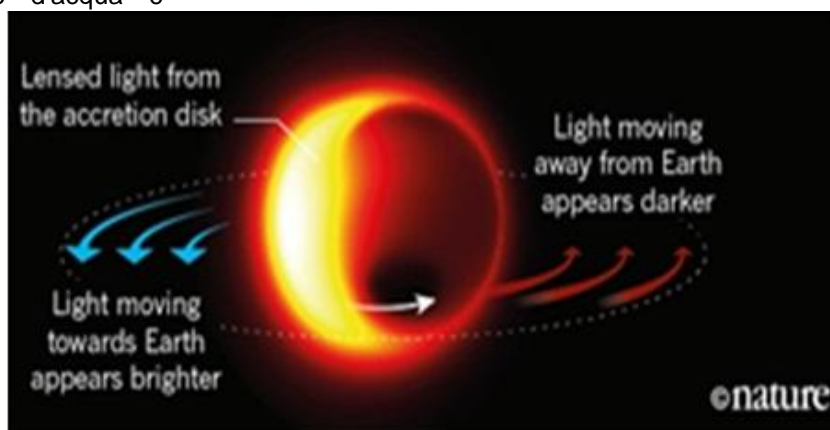
*L'immagine illustra una simulazione numerica relativa al moto del gas magnetizzato che ruota attorno al buco nero emettendo onde radio in banda millimetrica. Si nota anche come viene piegata e assorbita la luce dal buco nero. Crediti: M. Moscibrodzka, T. Bronzwaar & H. Falcke*

Riferimenti:

- <http://www.media.inaf.it/2017/03/24/mission-impossible-per-levent-horizon-telescope/>
- <http://www.nature.com/news/how-to-hunt-for-a-black-hole-with-a-telescope-the-size-of-earth-1.21693>

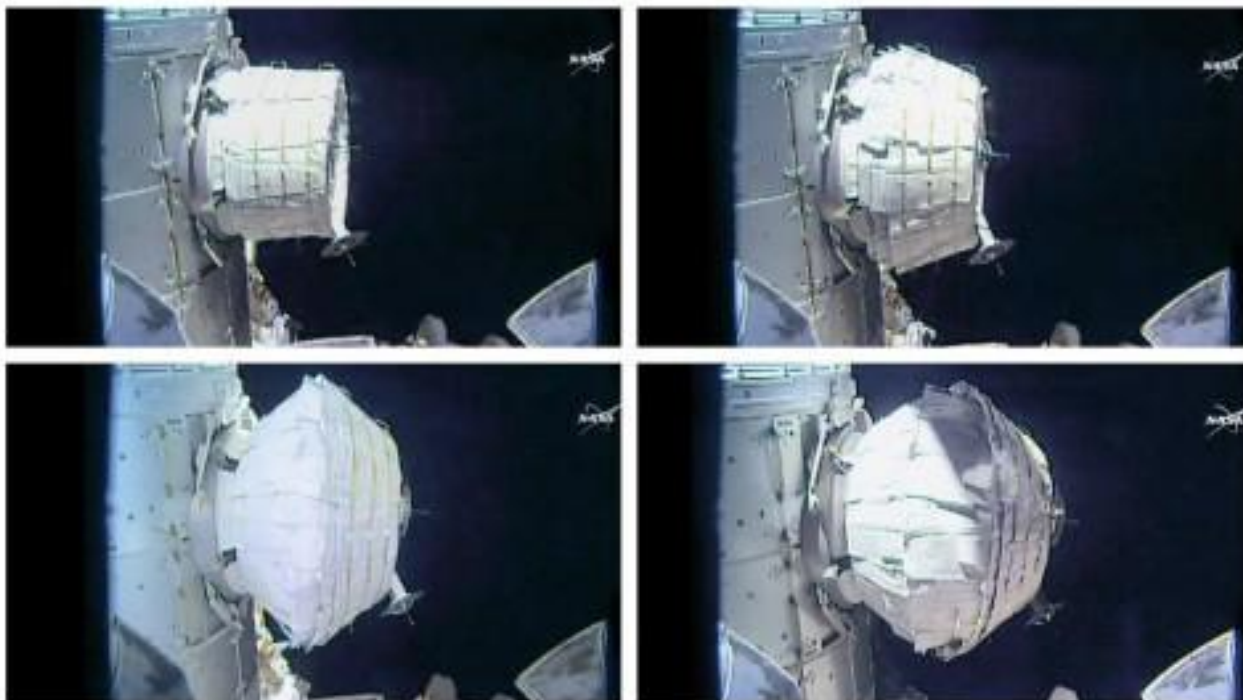
Fonte:

<http://aliveuniverse.today/rubriche/approfondimenti/2893-event-horizon-telescope-sara-davvero-foto-del-secolo>



## Modulo BEAM

Di **Ciro sacchetti.**



Le novità in campo astronautico sono tante, ma quella che è passata, a mio avviso un po' in sordina è l'impiego sulla I.S.S. di un modulo aggiunto di recente che presenta caratteristiche che lo rendono senza dubbio particolare; si tratta di un **modulo gonfiabile!!!**

Il modulo BEAM (Bigelow Expandable Aerospace Module) è stato lanciato a bordo dell'ottava missione di rifornimento da parte della SpaceX e attraccato alla ISS grazie al braccio robotico della Canadian l'8 aprile 2016.

Portato successivamente alle dimensioni di utilizzo il 28 maggio e infine pressurizzato, sarà testato per ben due anni. Se i risultati saranno quelli sperati, la Bigelow Aerospace, produttrice di questo singolare modulo, e NASA utilizzeranno questo sistema per futuri progetti.

I vantaggi di questo singolare modulo sono molti. Principalmente le ridotte dimensioni iniziali che lo rendono, un carico utile piuttosto basso a fronte delle dimensioni che andrà a raggiungere, che gli permettono di occupare poco spazio all'interno di un razzo lanciatore,

Alcuni astronauti hanno avuto accesso per ben otto volte, anche se per brevi periodi.

Allo stato attuale siamo poco oltre la metà del periodo di sperimentazione, ed entriamo nella fase in cui si sta verificando, con l'impiego di apparecchiature REM (Radiation Environment Monitor) e sensori passivi RAM (Radiation Area Monitor), il livello di radiazioni al suo interno. Sulla carta i moduli BEAM dovrebbero garantire una maggior protezione sia dalle radiazioni solari e cosmiche che dai detriti spaziali.

I tecnici al Johnson SPACE Center possono così raccogliere in tempo reale i livelli di radiazioni che al momento sono simili, anche se di poco inferiori, a quelle registrate nei moduli rigidi.

Proprio in questi giorni si sta compiendo un monitoraggio più accurato con l'impiego di scudi antiradiazioni, realizzati sulla ISS grazie





# Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: [info@cosmo.net](mailto:info@cosmo.net) - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 34° - Anno 9 – N° 3 - 1/9/2017



all'impiego di stampanti a 3D.

Se questi forniranno una maggiore protezione rispetto ai dati finora raccolti, oltre ad aver coronato gli obiettivi che alla Bigelow si erano prefissi, potrebbero dare il via a progetti che vedono l'impiego dei moduli BEAM di dimensioni maggiori. Per esempio missioni su Marte, dove sarebbe possibile costruire una stazione spaziale permanente in orbita al pianeta rosso.

Questa permetterebbe di gestire droni sulla superficie in tempo reale colmando il ritardo della distanza Terra Marte. Oppure un sistema di più habitat da utilizzare come traghetto per i trasferimenti Terra-Marte. Quindi le insidie dello spazio all'esterno della magnetosfera terrestre non sarebbero più una preoccupazione per un

eventuale equipaggio.

Un'altra buona notizia per il BEAM arriva dal Team che si occupa del monitoraggio termico, contrariamente a quello che si aspettavano la temperatura interna rilevata dall'Astronauta Jeff Williams al suo ingresso nel modulo, è risultata più bassa.

Steve Munday responsabile del progetto presso il Johnson Space Center, afferma che è una ottima notizia, e fa ben sperare per gli impieghi futuri di questi particolarissimi moduli.

Proviamo a guardarlo meglio questo modulo BEAM.

Viene costruito dalla Bigelow Aerospace con sede a North

Las Vegas fondata da Robert Bigelow nel 1998 finanziata in gran parte dai fondi ricavati dalla sua catena di Hotel (Budget Suites of America) pioniera nei moduli spaziali espandibili.

Al momento del lancio le sue dimensioni sono di 2136 cm. di diametro per un'altezza di 2360 cm. con un peso complessivo di 1413 Kg. Una volta gonfiato le misure diventano di 4 metri di lunghezza per 3,2 di diametro per 16 metri cubi di capienza, il volume di una tenda da campeggio per quattro persone.

Il modulo è formato da due paratie in metallo, una struttura in alluminio ed un rivestimento multistrato in Kevlar alternato ad un tessuto vinilico a celle chiuse. Esso conosciuto come "Whipple Shield", già in uso come protezione dalle

radiazioni per il personale

sanitario nei laboratori di analisi, con una parete che risulta essere spesso ben 46 cm.

Ma la Bigelow ha nel cassetto anche altri due progetti, quello di una stazione spaziale in orbita lunare è una base permanente sul suolo lunare. Tutto è





# Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale “Il C.O.S.Mo” - e-mail: [info@cosmo.net](mailto:info@cosmo.net) - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 34° - Anno 9 – N° 3 - 1/9/2017

subordinato dai risultati che da adesso fino alla seconda metà del 2018 verranno raccolti.

Questa partnership NASA-BIGELOW aiuta lo sviluppo dei programmi futuri NASA realizzando habitat innovativi ed economici sia nella realizzazione che nella messa in opera.

Saranno uno strumento molto importante per l'esplorazione del sistema solare, oltre a promuovere ulteriormente lo sviluppo di enti non governativi in campo Aerospaziale.

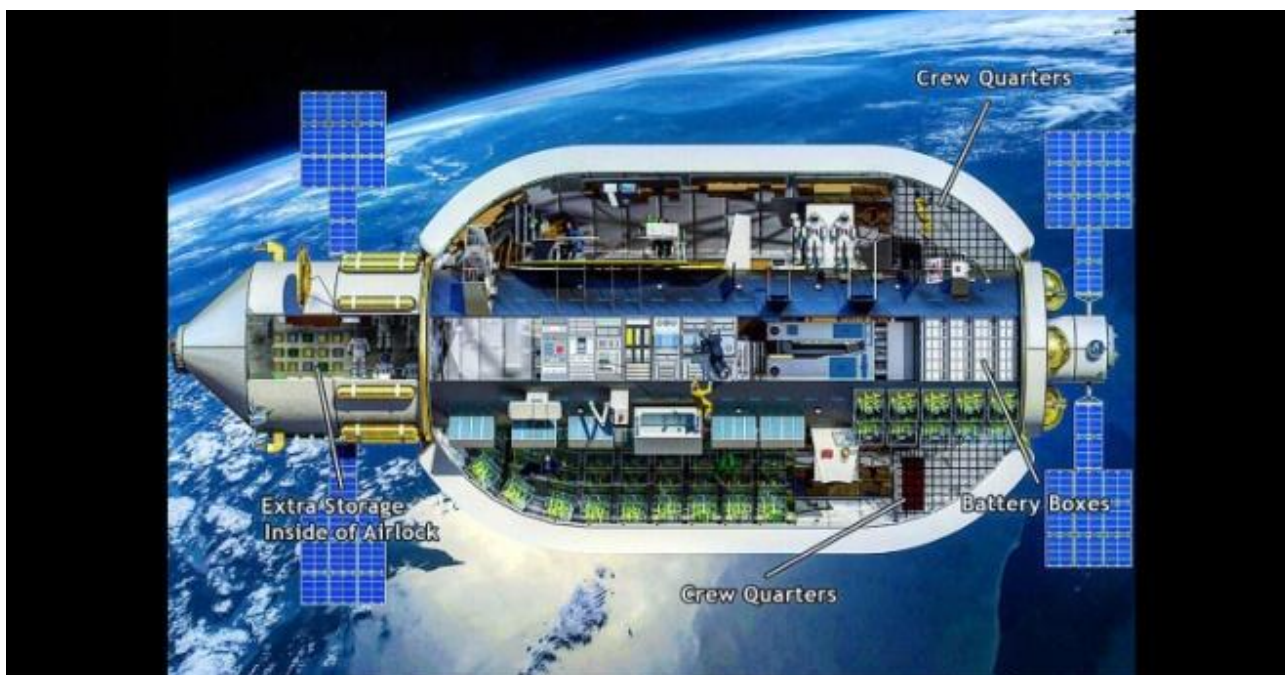
## Riferimenti:

<https://www.astronautinews.it/2016/11/22/primi-risultati-dai-dati-del-modulo-beam/>

<https://www.astronautinews.it/2017/02/18/46569/>

<http://www.focus.it/scienza/spazio/come-funziona-beam-il-modulo-gonfiabile-per-la-iss>

<http://www.meteoweb.eu/2017/02/stazione-spaziale-nuovi-test-per-beam-il-modulo-espandibile/848587/>





# Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo." - e-mail: [info@cosmo.net](mailto:info@cosmo.net) - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 34° - Anno 9 - N° 3 - 1/9/2017

## Ci risiamo con il "WOW!"

Certo che per chi è convinto dell'esistenza di altre civiltà intelligenti la fuori nello spazio profondo, gli alieni insomma, deve prendere dei tranquillanti, perché in questi giorni c'è stato un avvicinarsi di conferme, smentite e smentite delle smentite.

Per fortuna che io sono un tipo tranquillo e concreto, quindi penso che quando questo succederà ce ne accorgeremo tutti e non solo pochi intimi. Ma veniamo ai fatti.

Tutti voi sapete del mitico segnale radio che Jerry Ehman, nel lontano 1977, battezzò con "WOW" sul tabulato del computer, il quale aveva appena stampato un codice "6EQUJ5".

Questa sequenza di caratteri stava a significare l'ampiezza del segnale (su una scala di 35 livelli che andava da 1 a 9 e poi proseguiva con le lettere dalla A alla Z) ricevuto dal suo computer sulla frequenza di 1,42 GHz con una banda molto stretta di soli 10 KHz.

Il segnale proveniva dalla costellazione del Sagittario e rimase agganciato per ben 72 secondi, poi più nulla fino ad oggi. Questo nonostante il puntamento in quel punto di buona parte dei più potenti radiotelescopi del mondo. Nulla! Più nulla,

Dopo quella volta di Jerry al Ohio State University (OSU), nessun segnale ricevuto dallo spazio fu mai così vicino alle caratteristiche di un segnale intelligente: larghezza di banda stretta; frequenza di 1420 MHz (ritenuta ideale per le trasmissioni interstellari); ampiezza di 30 volte superiore al rumore.

Qualche mese fa la smentita (ne abbiamo parlato sulle nostre Flash News). Antonio Paris, professore di astronomia al S.Petersburg College in Florida, ritiene ed ha dimostrato che quel segnale del '77 fu in realtà provocato da una cometa, la 266/P Christensen che a quel tempo non si conosceva e si trovava proprio in quel punto dello spazio. La sua coda di idrogeno (la cui frequenza è proprio 1.42 GHz) ha generato questo segnale.

Fine di una speranza! Nooo! Oggi leggo su Scienze un articolo di Paolo Attivissimo che parla appunto di questo e conclude che lo stesso Jerry Ehman e gli scienziati che

## Di Luigi Borghi

lavorano all'osservatorio OSU smentiscono la tesi di Paris perché sostengono che: il segnale della cometa citata non era in quella posizione nel '77; non esistono precedenti da altre comete e che se fosse stata la cometa avremmo ricevuto il segnale WOW per ben più di 72 secondi. Che dire, ragionevole deduzione.

Quindi siamo, per quanto riguarda WOW, quasi al punto di partenza.

**Scrivo questo articolo perché qualche settimana fa uscì un articolo su *aliveuniverse*, che segnalava un altro "WOW" questa volta dal grande radiotelescopio di Arecibo. Ma pochi giorni dopo (il 23/7/2017), sullo stesso sito web, la smentita ufficiale!**

Insomma una sequenza di conferme e smentite da far allarmare anche il mio cardiologo.

Sarà perché Arecibo è in crisi perché ha perso il primato di radiotelescopio più grande del mondo, a favore di quello cinese di 500 metri di diametro, il FAST (Five-hundred-meter Aperture Spherical Telescope), Forse questo WOW gli ha dato un po di visibilità. Temo che chi aspetta la salvezza dagli alieni debba aspettare ancora un po'.

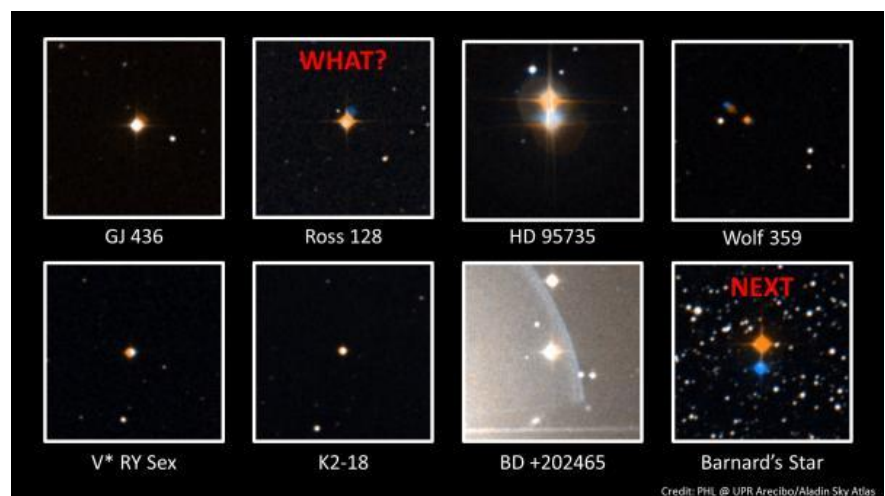
Ora vi propongo entrambi gli articoli di *aliveuniverse* con miei commenti (*in corsivo*).

Mercoledì, 19 Luglio 2017 di Elisabetta Bonora

**Un altro segnale radio alieno tiene occupati gli scienziati.**

Fonte <http://aliveuniverse.today/flash-news/spazio-astronomia/3035-wow-un-altro-segnale-radio-alieno-tiene-occupati-gli-scienziati>

**Sotto, Le stelle esaminate nella campagna guidata dal prof. Abel Mendez.**





# Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: [info@cosmo.net](mailto:info@cosmo.net) - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 34° - Anno 9 – N° 3 - 1/9/2017

**Mentre ancora si discute sul famoso WOW! rilevato nel 1977, gli scienziati dell'Osservatorio di Arcibo hanno annunciato di aver ricevuto un altro misterioso segnale radio proveniente dal sistema della nana rossa Ross 128 (GJ 447), una stella che si trova nella costellazione della Vergine a soli 11 anni luce dalla Terra, troppo debole per essere osservata ad occhio nudo.**

La scoperta è avvenuta nell'ambito di una campagna guidata dal professor **Abel Méndez**, direttore del Planetary Habitability Laboratory (PHL) di Peurto Rico, e **Jorge Zuluaga** dell'Università di Antioquia, Colombia.

Misurando le emissioni radio naturali, gli astronomi stavano studiando la radiazione e l'ambiente magnetico attorno ad alcune stelle, dove piccole variazioni potrebbero anche indicare la presenza di pianeti in orbita.

I dati sono stati raccolti nella **banda C** (da 4 a 5 GHz) **tra aprile e maggio 2017** su Gliese 436, **Ross 128**, Wolf 359, HD 95735, BD +202465, V\* RY Sex e K2-18 e le successive analisi hanno

mostrato qualcosa di molto interessante.

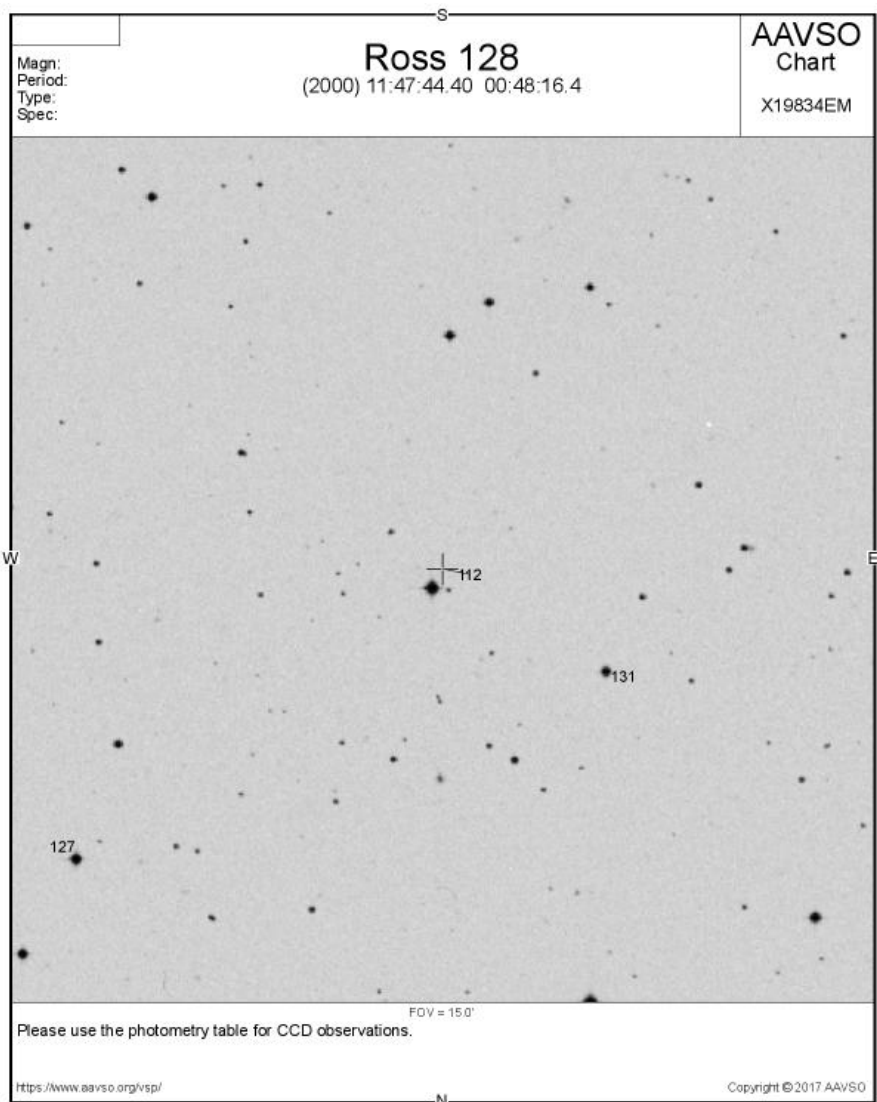
Si legge sul sito del SETI:

**Quello che gli astronomi portoricani hanno trovato era un segnale a banda larga. Questo segnale non solo era ripetuto nel tempo ma è anche slittato giù in frequenza, un po' come uno strumento musicale che passa da una nota alta ad una più bassa.**

Si sospettavano già allora tre possibile cause per la bizzarra scoperta:

- 1. flare stellari**
- 2. sorgente astronomica più lontana**
- 3. interferenze terrestri**

il team ha subito dato il via alle osservazioni di follow-up con l'Allen Telescope Array del SETI e NRAO Green Bank Telescope del National Radio



**Vista del campo stellato attorno a Ross 128 (vicino al centro). La mappa è stata condivisa anche su Twitter. Per gentile concession del prof. Abel Méndez.**

Astronomy Observatory. I segnali sono, invece, probabilmente troppo deboli per gli altri radiotelescopi terrestri e FAST (quello cinese) è attualmente in calibrazione.

Seppur la vita intelligente è stata presa in esame ma come ultima ipotesi della lista, tutte e tre le spiegazioni scientifiche sembravano avere dei punti deboli:

1. i flare solari di tipo II si verificano a frequenze molto inferiori e la dispersione suggerisce una sorgente molto più lontana o un campo elettrico denso





# Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: [info@cosmo.net](mailto:info@cosmo.net) - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 34° - Anno 9 - N° 3 - 1/9/2017

2. non ci sono molti altri oggetti nel campo di vista di Ross 128
3. non sono noti satelliti terrestri in grado di generare interferenze come questa (e qui è stato fatto l'errore n.d.r.)

I segnali sono stati rilevati la prima volta il **13 maggio 2017 alle 00:53:55 UTC** e così li ha descritti Mendez sul blog del sito PHL:

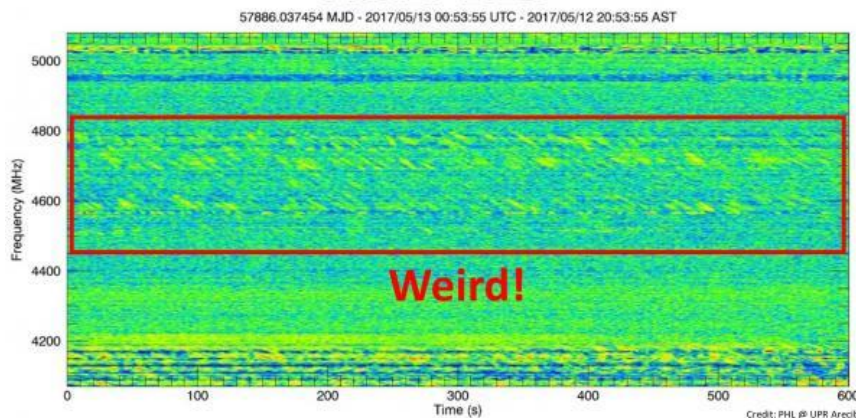
*I segnali consistevano in impulsi non polarizzati quasi-periodici a banda larga con caratteristiche molto dispersive.*

*Crediamo che non siano interferenze in radiofrequenze locali (RFI) in quanto sono uniche di Ross 128 e le osservazioni di altre stelle immediatamente prima e dopo non hanno mostrato nulla di simile.*

**INVECE, Domenica, 23 Luglio 2017 dalla stessa stessa fonte: Risolto il misterioso segnale "proveniente" da Ross 128.**

Per il primo contatto bisognerà aspettare ancora: dopo un'attenta analisi, gli astronomi hanno determinato che il "misterioso" segnale ricevuto della stella Ross 128, è in realtà poco alieno e molto terrestre!

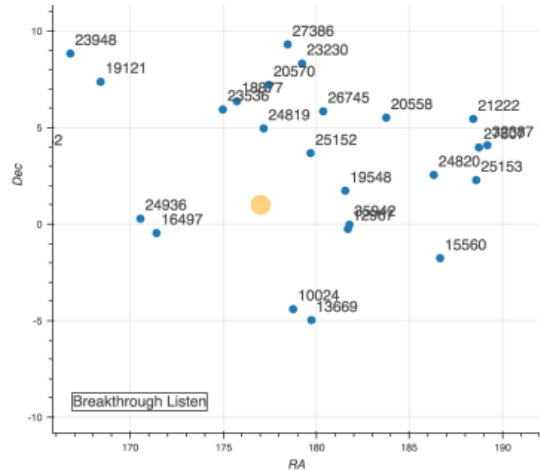
## Ross 128



**Circondato in rosso, il segnale radio proveniente da Ross 128 rilevato a maggio 2017. Il grafico mostra uno slot di 10 minuti di osservazione.**

La possibilità, statisticamente molto bassa, che potesse trattarsi di una comunicazione extraterrestre è generalmente di gran lunga l'interpretazione preferita, piuttosto che spiegazioni naturali o tecniche, come potrebbero essere le interferenze terrestri o gli errori di rilevazione.

Ad ogni modo, il team, guidato dal professor **Abel Méndez** e da **Jorge Zuluaga**, ha subito messo in moto le procedure di follow-up di quello che ora



**Satelliti geostazionari operanti tra i 4 e gli 8 GHz nella stessa regione della stella Ross 128**  
Crediti: Enriquez et al. (SETI Berkeley), <http://seti.berkeley.edu/ross128.pdf>

viene chiamato **"Weird! Signal"** ("Strano! Segnale"), in collaborazione con il SETI Berkeley Research Center dell'Università della California e del SETI Institute.

**I nuovi dati hanno mostrato, come spiegazione più probabile, che il misterioso segnale provenga da uno o più satelliti in orbita geostazionaria terrestre.**

Ciò spiegherebbe perché i segnali erano all'interno delle frequenze satellitari e persistevano solo per Ross 128. Questa stella, infatti, è vicina all'equatore terrestre

dove si trovano molti satelliti geostazionari. Tuttavia, non tutto è risolto:

**gli astronomi ancora non riescono a spiegare le forti caratteristiche di dispersione del segnale** (le linee diagonali nella figura) forse causate da molteplici riflessioni ma questo dato richiederà ancora del tempo per essere analizzato.

**In sostanza invece di due "WOW" ci troviamo due "Weird", come dire gli alieni possono aspettare!**



# Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: [info@cosmo.net](mailto:info@cosmo.net) - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 34° - Anno 9 - N° 3 - 1/9/2017

## Il prossimo obiettivo di New Horizons si è fatto (non) vedere. Di Luigi Borghi.

L'osservazione astronomica ci ha insegnato che esistono tantissimi modi per constatare la presenza di qualche cosa nello spazio. Si va dalla luce visibile (il metodo più diffuso e facile), agli infrarossi, ultravioletti, raggi X per restare nel campo delle onde elettromagnetiche. Ma abbiamo anche le onde gravitazionali, i neutrini ed i raggi cosmici. In tutti i casi, quando si rileva qualche fonte, qualche oggetto, qualunque sia il metodo utilizzato, si usa sempre il termine "visto", nel senso che, per esempio, nel caso dei due buchi neri che si sono fusi assieme in ben due casi rilevati dagli osservatori LIGO negli USA, si è utilizzato il verbo "vedere" anche se normalmente questo termine serve per distinguere ciò che viene percepito dall'occhio umano e non da altri sensi.

Ma oggi proponiamo in questo articolo apparso su *Aliveuniverse*, che anche il NON vedere è, tutto sommato, un vedere (non è certo una novità). È il caso degli oggetti trans nettuniani i quali, essendo molto distanti dal Sole, non riescono a riflettere abbastanza luce per essere visti dai nostri strumenti. Quindi avvertiamo la loro presenza, nelle profondità dello spazio, solo quando passano con la loro mole orbitante attorno al Sole, davanti ad un'altra stella, sulla nostra linea di vista.

Ne abbiamo parlato sulla nostra pagina web il 24 di luglio a proposito del pianeta nove, che purtroppo non abbiamo ancora ne visto ne Non visto in occultamento ad una stella.

Sono 51 gli **ETNO (Extreme Trans Neptunian Objects)** conosciuti ed alcuni di loro sarebbero la miglior prova dell'esistenza del **Nono Pianeta**, il mondo ancora sconosciuto che orbiterebbe a circa 700 Unità Astronomiche dal Sole (o forse più).

Gli ETNO sono una classe di oggetti che orbita attorno alla nostra stella ad una distanza maggiore di quella di Nettuno, ad oltre 150 Unità Astronomiche, che è davvero molto lontano! La Terra orbita attorno al Sole ad una distanza media di 1 Unità Astronomica (UA), che corrisponde a 150 milioni di chilometri; Plutone è a circa 40 UA ma questi corpi si trovano ad una distanza ancora maggiore, ricevono poca luce dal Sole e quindi sono difficili da trovare e studiare. L'unico ad essere stato studiato

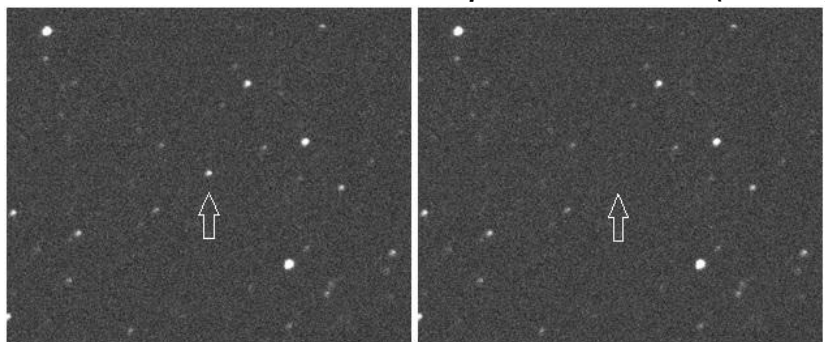
spettroscopicamente, fino ad oggi, è stato **Sedna**, un grande planetoido ghiacciato con un'orbita particolarmente eccentrica di circa 11.400 anni che lo avvicina al Sistema Solare esterno in prossimità del perielio e lo allontana fino ad oltre 5 giorni luce dal Sole all'afelio, considerato il primo elemento rilevato della Nube di Oort interna (l'ipotetica nube sferica che avvolge il Sistema Solare fino a 100.000 UA, pensata per essere la culla delle comete).

**2014-MU69 è l'obiettivo di New Horizons e si trova propria tra questi fantasmi del nostro sistema solare.**

Bisogna dire che MU69 ha un vantaggio rispetto al pianeta 9: si conosce già la sua orbita (altrimenti sarebbe impossibile per New Horizons raggiungerlo) a seguito di diversi occultamenti. Del pianeta nove invece si sa (quasi) dove dovrebbe essere il piano della sua orbita, ma non dove si trova lui. Infatti la NASA è pure disponibile a far visionare milioni di dettagliatissime fotografie del cielo stellato a comuni cittadini Purché siano disponibili ad esaminarli per trovare degli occultamenti. Un occultamento equivale ad avere la posizione esatta nel cielo, proprio come averlo visto, manca solo la distanza che si ottiene però attraverso il calcolo dell'orbita.

**La squadra di telescopi schierata dal team New Horizons della NASA ha avuto nuovamente successo ed alle 12:50 ora locale del 17 luglio. È riuscita ad osservare il piccolo oggetto della fascia di Kuiper 2014 MU69 mentre transitava davanti ad una stella. L'evento fornirà nuove importanti informazioni agli scienziati prima dell'incontro con la sonda nel 2019.**

*Nei due frame sopra l'occultamento (a destra)*



**durato meno di un secondo. Crediti: NASA/JHUAPL/SwRI**

La fugace ombra di 2014 MU69 "è stata inchiodata" con maestria e grande soddisfazione,



# Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo." - e-mail: [info@cosmo.net](mailto:info@cosmo.net) - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 34° - Anno 9 - N° 3 - 1/9/2017

come ha commentato entusiasta **Amanda Zangari**, co-ricercatrice New Horizons presso il Southwest Research Institute (SwRI).

"E' stata una occultazione storica vista dalla Terra", ha commentato **Jim Green** direttore del programma di scienze planetarie della NASA.

"La pianificazione di questo complesso dispiegamento astronomico è iniziata solo pochi mesi fa e sebbene le probabilità sembravano scoraggianti,

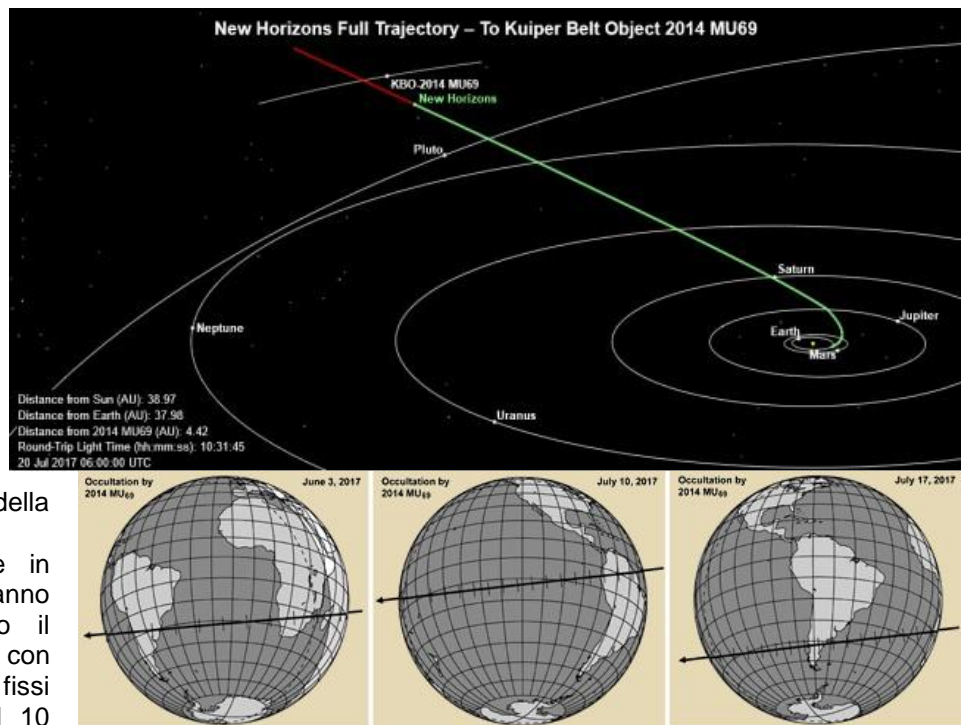
come trovare un ago in un pagliaio, la squadra ce l'ha fatta con l'aiuto di istituzioni come CONAE (Argentina's National Commission on Space Activities) e tutta la buona volontà del popolo argentino", ha dichiarato **Adriana Ocampo**, direttrice del programma New Horizons.

Questa è stata la terza di tre occultazioni seguite finora a sostegno della missione.

Il 3 giugno le squadre in Argentina e Sudafrica hanno osservato con successo il passaggio di 2014 MU69 con una dozzina di telescopi fissi e 22 telescopi portatili; il 10 luglio, per studiare l'ambiente circostante, è stato utilizzato l'aeromobile stratosferico SOFIA (Stratospheric Observatory for Infrared Astronomy), posizionato al centro dell'ombra

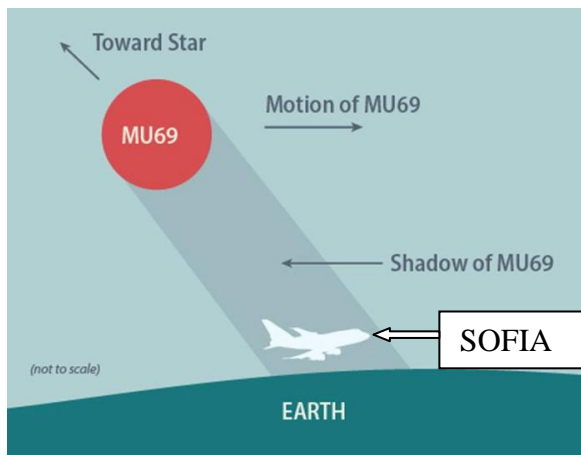
**We were in the right place at the right time** cioè nell'esatto punto predetto dal telescopio spaziale Hubble e dalla sonda europea Gaia.

Questi dati aiuteranno la squadra New Horizons a definire meglio le caratteristiche dell'oggetto e a scoprire eventuali pericoli per la sonda (come la presenza di detriti o altri piccoli corpi) prima dell'incontro.



**Sopra: New Horizons si trova ora a 37,98 Unità Astronomiche (UA), ovvero 5h 30' luce dalla Terra e a 4;42 UA da 2014 MU69.**

**Sotto: I percorsi delle 3 occultazioni da parte di MU69. I traccati confrontabile con le dimensioni del KBO, dato che la sorgente di luce è praticamente a distanza "infinita". - Credit: Richard Binzel**



creata dall'occultazione mentre era in volo sull'Oceano Pacifico.

Fonte: <http://aliveuniverse.today/flash-news/spazio-astronomia/3037-2014-mu69-altra-occultazione>