



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38°- Anno10 – N° 3 - 1/09/2018

EDITORIALE.

Le difficoltà e le gioie del volontariato.

Nella vita di chiunque c'è un periodo della giornata, più o meno lungo, in cui hai del tempo libero da spendere come vuoi. Ciò che fai in quel lasso di tempo lo fai perché ti piace. Anche un galeotto va a prendersi la sua ora d'aria perché gli piace! Certo sognerebbe di spenderlo meglio il suo tempo ma non può. Una persona che "lavora" (inteso come una attività che procura reddito), dopo aver impegnato buona parte del resto della giornata alla famiglia o ai suoi affetti, spende questo tempo praticando il suo hobby. Io lo dedicavo in buona parte a coltivare la mia sete di risposte sul tema di astrofisica e astronautica. Pensavo dentro di me che qualora fossi andato in pensione avrei avuto un sacco di tempo in più da dedicare a questa mia sete di sapere. Sbagliato!

È successo che, forse per paura di annoiarmi visto la vita che facevo, ho preso solidi impegni in diverse associazioni (oltre ad aver fondato questa) per cui ora mi trovo che ciò che prima era un piacevole hobby è diventato un lavoro sempre piacevole ma decisamente impegnativo, mentre ciò che prima era un lavoro (la meccatronica, la robotica e l'elettronica) è diventato un hobby.

Un hobby che però richiederebbe molto tempo che invece non ho più, perché il vecchio hobby (che ora è un lavoro non retribuito), mi lascia pochissimo tempo. La ragione di questo grosso impegno deriva dal fatto che prima le risposte che cercavo dovevano soddisfare solo me, mentre ora le uso per soddisfare anche i nostri follower, il che significa preparare letteratura adeguata che accompagni le conferenze ed i corsi a tema.

Mi diverto ugualmente, ovvio, altrimenti avrei già lasciato perdere. Ma soprattutto trovo beneficio anche intellettualmente perché scopro che prima avevo solo le mie lacune oggi invece devo colmare anche quelle altrui, che mi stimolano ad impegnarmi sempre di più.

Conclusione di questo goffo aspetto della mia vita, ma penso anche della vita di molti altri:

sono tornato sui banchi di scuola!

Una scuola virtuale dove le fonti principali della cultura sono: i libri che si trovano su Amazon e che arrivano fin davanti all'uscio di casa; le conferenze in zona, quelle su youtube, e infine

quella enorme fonte di letteratura "on demand" che è la rete.

È vero, non ci sono prof. che valutano l'apprendimento, ma c'è una marea di follower che ascoltano, commentano ed interagiscono su tutto ciò che pubblichiamo o diciamo nelle nostre attività e nei nostri eventi.

Quindi dieci anni di duro lavoro, retribuito dalla sola soddisfazione di aver dato delle risposte alle nostre e vostre domande. Fin che ci sarete voi, ci saremo anche noi.



Logo coniato per il nostro decimo anniversario.
Il presidente.

Luigi Borghi (borghiluigi23@gmail.com)

In Breve

Astronautica. Di Davide Borghi.....Pag.	3
Il Programma Spaziale Sovietico dopo Korolev.	
Astronautica. Di Luigi Borghi	
Come funziona un razzo?	
Terza parte: razzi elettrici.....Pag.	15
Biomedicina. Di Fiammetta Trallo.....Pag.	25
Biosensori fra le stelle per le analisi a distanza.	
Storie incredibili. Di Ciro Sacchetti...Pag.	28
Ivan Ivanovich	
Storie incredibili. Di Leonardo Avella..Pag.	30
Elon Musk e la nascita di SpaceX.	



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38° - Anno10 – N° 3 - 1/09/2018

STORIE INCREDIBILI

In questo numero, **Ciro Sacchetti e Leonardo Avella** inaugurano una nuova rubrica:

STORIE INCREDIBILI.

l'intento è quello di raccontare avvenimenti accaduti nel mondo della scienza, nell'esplorazione dello spazio, ecc., che si

caratterizzano per aspetti o aneddoti poco conosciuti o ignoti ai più che rendono talvolta assurde queste vicende per come si sono svolte; ma per quanto possano sembrare strane, a volte **Incredibili**, sono fatti realmente accaduti, che riteniamo giusto raccontarvi.



Troverete gli articoli sempre nelle ultime pagine.



Programma Lunare Sovietico dopo Korolev

di Davide Borghi.

Il Programma Spaziale Sovietico, asse portante dell'esplorazione spaziale nel XX secolo, si può idealmente dividere in due parti: prima e dopo Korolev, il suo principale ideatore e ispiratore, anche dopo la sua morte, avvenuta il 14 Gennaio 1966. Due numeri fa, abbiamo coperto la prima parte e ora ci accingiamo a coprire la seconda.

Korolev come sappiamo, non raggiunge Mosca, dove era stato convocato per dare spiegazioni sui 10 flop consecutivi. Ma subito dopo la sua scomparsa, arrivano i successi.

Il **Luna 9**, progettato dal **Lavochkin**, parte il 31 Gennaio 1966 e due giorni dopo alluna coi suoi 2 airbags.

La capsula da 100Kg si ferma, 4 petali si



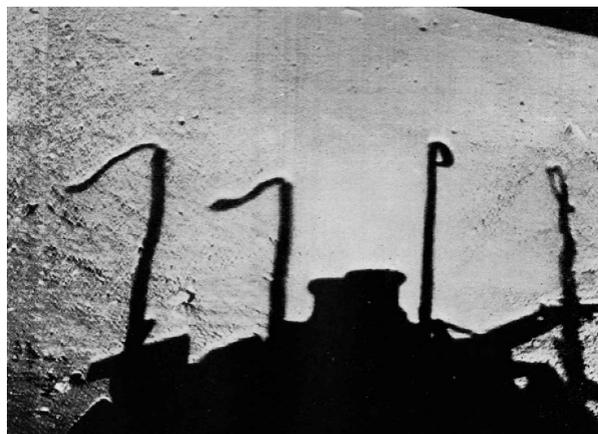
aprono, 4 lunghi minuti dopo inizia la trasmissione verso Terra. **E' il primo soft landing lunare** a trasmettere direttamente verso Terra! Le immagini dell'Oceano delle Tempeste (segnale tipo "fax") vengono catturate anche



dall'antenna della **Jodrell Bank di Manchester**, che **pubblica le immagini... prima dei russi**.

Il **Luna 13**, con braccio estensibile progettato da Kemurzhian, lo segue nel Dicembre 1966.

- **Luna 10** diviene il **primo satellite artificiale lunare** nel Marzo 1966. Lo fa giusto durante l'apertura del Congresso del PCUS. Trasmette live le **note dell'Internazionale**, col rumore di elettricità statica in sottofondo. I membri del partito hanno ragione ad applaudire entusiasti. Dopo il 1991 verrà rivelato che la musica era **stata registrata** alcuni giorni prima, sempre dal Luna 10, per non rischiare figuracce...



- **Luna 11** nell'Agosto 1966 **trasmette foto fra due frequenze diverse**, per evitare intercettazioni... Ma non si orienta bene e **fotografa lo spazio**.

- **Luna 12** nell'Ottobre 1966 **scannerizza le foto asciugate**, e rivela altri dettagli della superficie lunare.

- **Luna 14** mappa le **MasCons** nell'Aprile 1968.

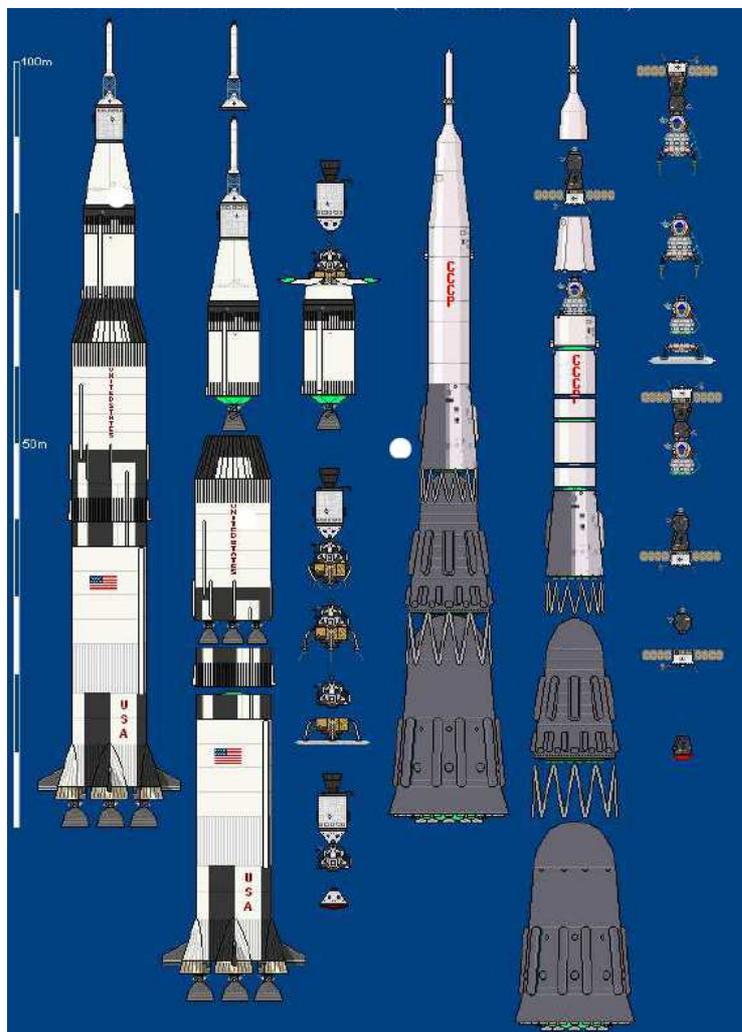
Poi arriva il possente e impressionante vettore N-1.

Nositel-1 (carrier, **trasporto**) viene proposto da OKB-1 il 14 Settembre 1956, come trasporto di carichi pesanti, generici, per avere il supporto dei militari.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo." - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38° - Anno10 - N° 3 - 1/09/2018



E' approvato nel 1960, ma risulta ben presto **troppo piccolo per una missione lunare.**

Per i motori del primo stadio Korolev si rivolge prima a Glushko (che propone solo motori a idrazina) e poi a **Kuznetsov** che progetta gli **NK-33** (Nikolai Kuznetsov-33), **NK-34** per il II stadio (uguale ma con nozzle maggiorato) e **NK-31** per III stadio.

Infine il **IV stadio sarebbe stato usato ben 3 volte**: lunar orbit insertion, orbit adjustment, moon descent.

Korolev all'inizio pensa a **2 lanci N-1 con EOR**, per poi passare a **singolo lancio con LOR.**

Ha ben **30 motori solo nel I stadio!** I serbatoi sono enormi e non possono essere trasportati via ferrovia (come tutti gli altri razzi sovietici con diametro <4.1m): sono **fabbricati in loco.**

Il progetto finale e' firmato e **congelato da Korolev il 25 Dicembre 1964.** Lancia 2 cosmonauti in orbita lunare e (**forse**) **1 sulla Luna.**

Per la fretta, si **testano i motori solo individualmente.** Il sistema e' tollerante allo **spegnimento di 4 motori nel I stadio** e 2 nel II.

Il 30 Dicembre 1964 si decide di costruirne ben 16.

Il **primo mock-up** di un N-1 arriva sulla rampa il 25 Novembre 1967, ed e' **fotografato da un satellite spia CORONA** solo 2 settimane dopo.

Il primo N-1 e' sulla rampa il 7 Maggio 1968. Il piano punta ad uno **sbarco lunare nel Settembre 1968.**

Per un **crack nei serbatoi** il lancio e' rimandato.

Il confronto con il Saturn V sara' impietoso: **4 lanci falliti su 4 per N-1, 13 su 13 riusciti per Saturn V.**

Il principale vantaggio degli americani consisteva nell'uso di idrogeno e nei ground tests esaustivi.

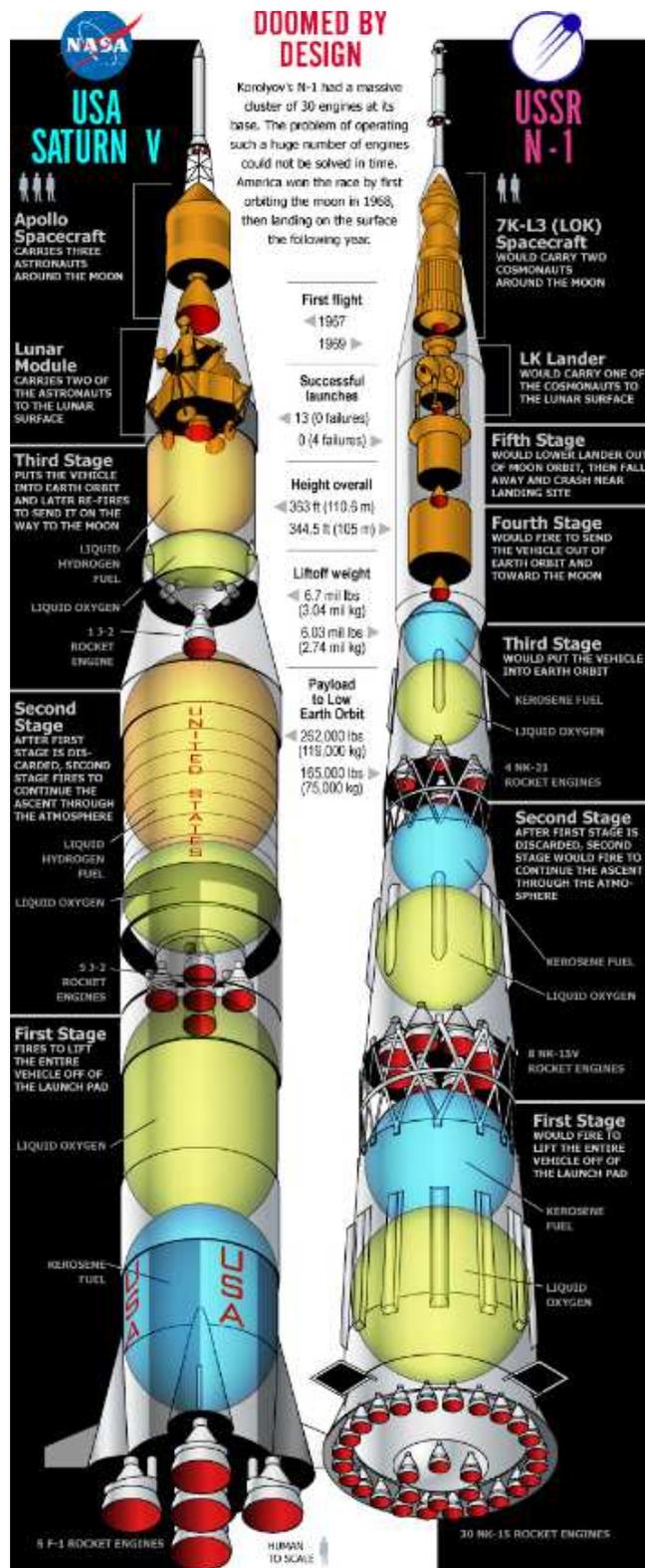
La capsula **LOK** (e LK) di **Korolev** (OKB-1), lanciabile da un **N-1**, compete con la capsula **L-1 (Zond)** di **Chelomei** (OKB-52) per orbita circumlunare con un **Proton UR-500K.** Diversi lanci Proton (1967-68) con L-1 Zond avranno problemi al vettore o alla capsula.

- **21 Febbraio 1969** il primo N-1

E' sulla rampa. Ci sono **-41C.**

Parte alle 00:18. **Dopo 5s una conduttura si rompe**, e scatena un incendio. Viene fatto esplodere a 27Km d'altezza. Ricade a 50Km. L'esplosione frantuma le finestre. **I tecnici del Lavochkin** devono continuare a lavorare con un freddo polare...

- **3 Luglio 1969, 23:18.** Ancora in rampa, **un pezzo d'acciaio entra in una pompa incendiandola**, e spegnendo 4 motori. La rampa adiacente col suo N-1 rimane intatta!



- 27 Giugno 1971. Dopo 7s rolla sul proprio asse. A 40s si spacca. Gli yankees hanno già esso sulla Luna 6 persone, sono pianificate le Apollo 15, 16, 17, e il piano sovietico di un solo cosmonauta per poche ore e' inadeguato...
 - 23 Novembre 1972. IV e ultimo lancio. Anch'esso fallisce.

Un aspetto poco conosciuto e ancora meno apprezzato della corsa allo spazio, e' la tecnologia elettronica sovietica (già la frase sembra una contraddizione in termini... un ossimoro).

- Il EOR sarebbe stato completamente automatico, gestito sulla L-1 da uno dei primi computer russi: il **Argon, di 34Kg.**
- Il controllo della sonda era affidato invece al computer **Alfa con 4096 words** di memoria e 64 comandi.
- Il computer di navigazione era il **S-330**, che è collegato alla piattaforma inerziale coi 3 giroscopi.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38° - Anno10 - N° 3 - 1/09/2018

- Il **N-1** è guidato dal computer **S-530**, che trasmette dati presi da **13 mila sensori**, su 320 mila canali su ben 14 frequenze!



Quando la CIA riceve queste foto, mentre si sta preparando anche l'Apollo XI, a qualcuno a Washington deve essere quasi venuto un infarto: i sovietici non sono fuori dai giochi.



Foto della CIA dopo l'esplosione
Sono tutti sviluppati nella "**Silicon Valley Sovietica**", assistiti da **2 ingegneri americani**, comunisti e amici dei Rosenberg: Alfred Sarant

e Joel Barr, sotto mentite spoglie di Philip Staros e Josef Berg, che fondano lo **Special Design Bureau 2 (SKB-2)** per lo sviluppo di minicomputers.



Joel Barr e Alfred Sarant, New York, 1944.

Il programma spaziale continua e viene pianificato il test della capsula (poi gloriosa Soyuz).

Per **testare EOR** vengono pianificati **due lanci Soyuz** a distanza di 24h. Nonostante 3 tentativi falliti, non abitati, il **23 Aprile 1967 viene preparato il primo lancio doppio con a bordo stavolta Vladimir Komarov**. La missione ha diversi gravi problemi da subito, viene abortita, ma anche il rientro ha problemi (coi paracaduti) e **la Soyuz si schianta nella steppa**.



Joseph Berg (aka Joel Barr) alla destra di Krushchev, con gli occhiali

Lo stesso Gagarin rimuove i resti di Komarov dalla capsula. Yuri avrebbe dovuto volare sulla missione Soyuz successiva...



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38° - Anno10 – N° 3 - 1/09/2018



Yuri Gagarin e Vladimir Komarov

Il **LOK** (Lunij Orbitalny Korabl) e' comparabile col Command and Service Module dell'Apollo, ma per 2 persone. Il suo landing and return module e' il LK, da una sola persona. Effettuerebbero un **LOR**. Il trasferimento del cosmonauta verso il LOK avverrebbe **all'esterno** (con sullo sfondo l'immensa Luna: uno spettacolo mozzafiato!).

E' lungo **10m**, pesa 10ton all'arrivo in orbita lunare, e 2.8ton al ritorno.

Il command module LOK (fatto per il N-1), **non volera' mai**.

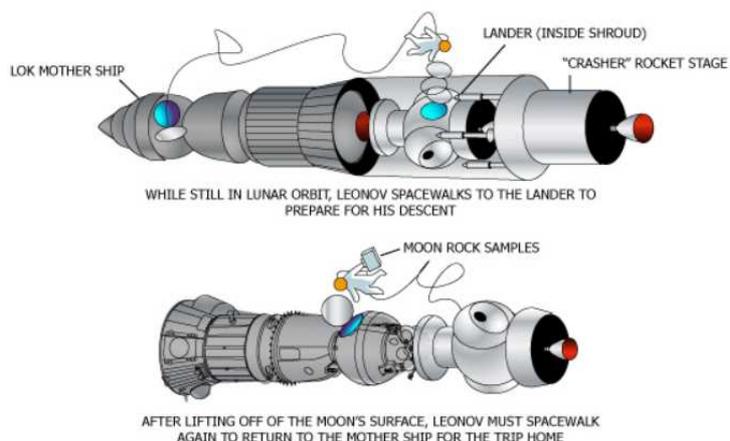


La sonda di Komarov schiantata al suolo dopo l'incendio che ne e' seguito.



I resti di Komarov

Il **LK** (Lunij Korabl) avrebbe fatto una **ripida discesa** (20 gradi), da 16Km a 110m dal suolo selenico, poi il cosmonauta avrebbe preso il controllo. Avrebbe avuto **solo 3s per trovare un sito o abortire**.



Il **LOK** (Lunij Orbitalny Korabl)



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38° - Anno10 - N° 3 - 1/09/2018

Il motore 11D411 a idrazina é progettato da Mickhail **Yangel** dell'OKB-586 (morirà all'improvviso a 60 anni durante la sua festa di compleanno). **Serve sia alla discesa che alla risalita** (il LM ne ha invece 2 distinti).

Porta un solo cosmonauta e pochissima strumentazione scientifica.

Sarebbe stato sulla Luna un massimo di **48h**.

Il primo LK e' lanciato il **24 Novembre 1970** (Cosmos 379), compie tutte le manovre e viene lasciato in orbita terrestre alta. **Bruciera' in atmosfera nel Settembre 1983**. Altri due tests orbitali vengono compiuti, portandolo a piena maturita', come il LM americano.



Il LK (Luniy Korabl)



Il LK sovietico e il LEM americano, nella stessa scala.

La **tuta spaziale Kretchet**, e' **semi-rigida one-size-fits-all**, al contrario di quella americana. Pesa ben 105Kg sulla Terra. E' preparata per una autonomia di 4h. Ha ben **10 strati** di protezione.



Il LK é lungo 5m e pesa 5ton (contro i 7m e 16ton del LM)

Ha una sorta di bizzarro **anello hula-hoop** attorno alla vita, per permettere al cosmonauta di rimbalzare nel caso di caduta.

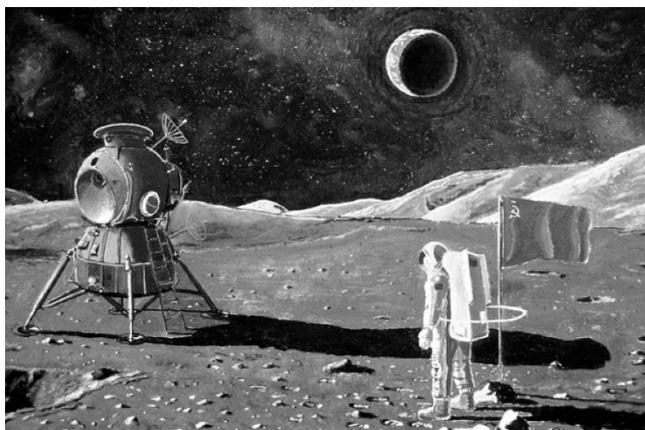
Ne vengono costruite e testate **25 esemplari**. L'attivitá sul suolo lunare sarebbe consistita nel piantare la bandiera sovietica, raccogliere campioni e fotografare.

Ci sarebbe probabilmente stato anche un **micro-rover guidato via cavo**, per essere operato anche dopo il ritorno del cosmonauta.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo." - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38° - Anno10 - N° 3 - 1/09/2018



Alexei Leonov

Fra i cosmonauti candidati allo sbarco lunare vi erano Yuri **Gagarin**, Gherman **Titov** (secondo nello spazio) e Alexei **Leonov** (prima camminata spaziale). Gagarin morirà (27 Marzo 1968) durante il programma lunare. A causa di possibili attriti fra le forti personalità, viene selezionato un secondo (più anziani) e poi un terzo gruppo (giovani). Nel 1968 cinque equipaggi per le sonde translunari L-1 Zond sono formati. La prima missione è di **Leonov e Makarov**. In un test a **14g** a Star Town, a Leonov viene diagnosticata un'emorragia interna in alcuni organi soggetti a tremenda compressione.

Lo stesso equipaggio era pensato per round-the-moon (L-1) e per allunaggio (LK e LOK). Il training è fatto su elicotteri **Mil-4** con bruschi atterraggi. Le moonwalks sono provate in **Kamchatka**.

Come abbiamo visto, Leonov era stato il primo nel 1965 a compiere una passeggiata spaziale. Leonov è espansivo, chiaccherone, e sa l'inglese. Nel 1971 viene lasciato a Terra all'ultimo momento per la **seconda missione alla Salyut**. L'equipaggio morirà nel rientro a causa di una **valvola difettosa**.

Nel 1975 ospiterà gli americani nella Soyuz durante la **Soyuz-Apollo** mission.

Scriverà anche un libro nel 2016 con **David Scott** dell'Apollo 15.

Nel Settembre 1968 i sovietici avevano già lanciato attorno alla Luna, e recuperato la Zond 5, con a bordo vermi, 2 tartarughe e altre forme di vita. Il rientro è seguito dalla USS McMorris americana. Segue la decisione NASA di lanciare un equipaggio attorno alla Luna prima della fine del 1968. E ora anche i sovietici iniziano ad avere fretta...

Il **25 Ottobre 1968** (3 giorni dopo il rientro di Apollo VII) la **Soyuz 3** lancia con a bordo Georgi Beregovoi, il **docking in LEO con la Soyuz 2 fallisce** più volte, e lui rientra.

Poche settimane dopo fa lo stesso percorso anche **Zond 6**. Al rientro **rimbalza sull'atmosfera**, poi una valvola depressurizza la cabina ancora nello spazio, poi un difetto elettrico fa eiettare il paracadute ancora in orbita. La sonda si schianta al suolo, e avrebbe ucciso eventuali cosmonauti.

Apollo VIII è il vero Climax della corsa alla Luna. **I sovietici sarebbero potuti riuscire a battere gli americani nel volo umano attorno alla Luna. La loro finestra di lancio si apre il 7 Dicembre 1968. Ma il fallimento della Zond 6 sfuma questa possibilità**. Anche il Proton non è ancora considerato sicuro. Ma gli americani non lo sanno, e navi da guerra USA entrano nel Mar Nero per tenere sotto controllo Yevpatoria, e Baikonur è sotto controllo giornaliero dai satelliti spia CORONA. **I sovietici considerano Apollo VIII una enorme scommessa da parte USA**. Dopo il suo successo, si diffonde ammirazione per la missione.

La convinzione sovietica di poter ora sorpassare gli americani inizia a calare. L'8 Gennaio 1969 una riunione congiunta del Partito Comunista e dei Ministri decide di continuare con L-1, LK e N-



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo." - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38° - Anno10 - N° 3 - 1/09/2018

1 (anche se ormai entrambi surclassati dal programma Apollo), **accelerare le missioni automatiche verso Marte e Venere, e la stazione spaziale.**

Nel Gennaio 1969 viene anche approvato il programma Lunokhod, progettati dai laboratory **Lavochkin**, sotto la guida di **Oleg Ivanovsky**. Lo scopo originale e' di fargli preparare la strada per lo sbarco umano. Lo stesso bureau Lavochkin progetta anche le Lunar Sample Return. Un **primo tentativo di lancio di un Lunokhod avviene il 23 Febbraio 1969, ma il Proton esplose** dopo 50s dal lancio. Per giorni viene cercato il **Polonio** radioattivo che avrebbe tenuto caldo il Lunokhod. Verra' trovato da soldati locali, che ignari del pericolo, lo usano per scaldarsi durante l'inverno. L'intero rover viene trovato incredibilmente quasi intatto.



Il **13 Luglio 1969** (pochi giorni prima di Apollo XI) il Proton lancia **Luna 15** (lunar sample return) con successo. Arriva in un'orbita lunare sbagliata, poi viene corretta, il 21 Luglio (quando Armstrong mette piede sulla Luna) prova a scendere non lontano dal **Mare della Tranquillita'**, e vengono persi i contatti (segnalato in diretta dal punto d'ascolto inglese di Jodrell Bank.)

Le Soyuz 4 e 5 si agganciano per la prima volta in orbita terrestre nel **Gennaio 1969, simulando l'aggancio di LOK e LK in LOR**. I cosmonauti Khrunov e Yeliseyev escono dalla 5 ed entrano

nella 4, dove c'e' Shatalov, per poi prepararsi al rientro (Volynov rimane nella 5). La Soyuz si orienta pero' dal lato sbagliato, per diversi minuti. A terra molti si preparano al peggio. Poco dopo la sonda si gira, per poi **rientrare in una zona remota (a -38C), con un percorso troppo ripido (9g)**. Si rompono i denti all'impatto. Quando l'elicottero trova la sonda, mancano i cosmonauti, che vengono rintracciati grazie alle tracce di sangue. Rientrati a Mosca, un **attentatore (a Breznev) sbaglia mira** e spara all'auto dei cosmonauti, uccidendo l'autista. Leonov abbassa la testa di Valentina Tereshkova... L'attentatore verra' catturato.

Zond 7 e' l'unica missione veramente di successo del **Lunar Module L1, lanciato con un Proton, per compiere il moon flyby**. Le prime foto (a colori) arrivano il 9 Agosto e il 11 compie il flyby. Poi ritorna sulla Terra il 14 Agosto e atterra correttamente in Kazakhstan.



La sonda Soyuz in orbita.

Si apre la strada alla Zond 8, abitata, per un viaggio attorno alla Luna per Dicembre 1969, per il centenario della nascita di Lenin. La discussione si protrae per un po', ma poi la decisione politica e' di non farla, siccome:

- Era gia' stato fatto dagli americani
- Le possibilita' che qualcosa vada storto sono molto elevate

Zond 8 volera' poi nel **Dicembre 1970**, ma con tartarughe, mosche, cipolle, grano e microbi. Al



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38° - Anno10 - N° 3 - 1/09/2018

ritorno tutto e' OK, solo qualche danno da radiazione al grano, e le tartarughe affamate...

15 Maggio 1972: il piano e' mettere **3 cosmonauti sulla Luna per ben 1 mese!**

Un **primo N-1** metterebbe un **descent stage** in orbita lunare.

Un **secondo N-1** metterebbe un **return spacecraft e lunar lander**, che unito al descent stage, scenderebbero sulla Luna (senza alcun CM in orbita). Il piano e' costruire la prima base lunare. I militari pensano perfino di usarla come primo avamposto extraterrestre.

Il N-1-F e' modificato con uno stadio superiore KVD-1 a idrogeno, il primo sovietico di questo tipo (rivelato dopo il 1991). Il KVD-1 deve frenare per l'immissione in orbita lunare. E' progettato dal Alexei **Isayev** del OKB-2 KM KhimMach.

Il LK avrebbe avuto un motore a **perossido di idrogeno*** (RD-150) monopropellente progettato dal OKB-486 di Glushko. Il **23 Novembre 1972** avviene il lancio, con un dummy LK e un LOK. **A 90s un motore esplose, il LOK viene eiettato salvando un'eventuale equipaggio. Stavolta i dati digitali aiutano.** 6 nuovi N-1 sono ordinati.



L'incredibile spettacolo dei due N-1 sulle rispettive rampe a Baikonur.

Nel Maggio 1974, mentre si trova in ospedale, i rivali agiscono alle spalle di Vasili **Mishin**, l'artefice del programma lunare sovietico, e convincono Breznev a **sostituirlo** con Valentin **Glushko**, il quale **sospende subito il programma N-1**, e orienta il programma sovietico verso il vettore **Energia**, la **MIR**, e lo shuttle **Buran**.

Forma il piu' grande Bureau di tutti i tempi: il Energiya, fondendo OKB-456 e OKB-1. Ma alla sua morte, nel 1989, si divide di nuovo nel RKK Energiya e il Energomash.

Nel 1976 il N-1 viene definitivamente cancellato e viene dato ordine di distruggere tutti i prototipi e i progetti.

- 1946-66 Sergei Korolev
- 1966-74 Vasili Mishin

1974-89 Valentin Glushko

Poi, il Luna 16.

Lanciato il 12 Settembre 1970 da un Proton.

Alluna dolcemente a 2.5m/s il 20 Settembre (il **Settembre Nero** dei 3 aerei presi in ostaggio dai fedayeen palestinesi, distoglie l'attenzione occidentale).

Il **braccio orientabile si conficca** nel terreno, lo fora per 35cm, preleva materiale lunare e lo deposita nella sonda. Poi lascia il Mare della Fertilita' e torna sulla Terra, nel Kazakhstan.

Il suolo lunare viene subito portato al Vernadsky Institute dove viene analizzato da Valeri Barsukov.

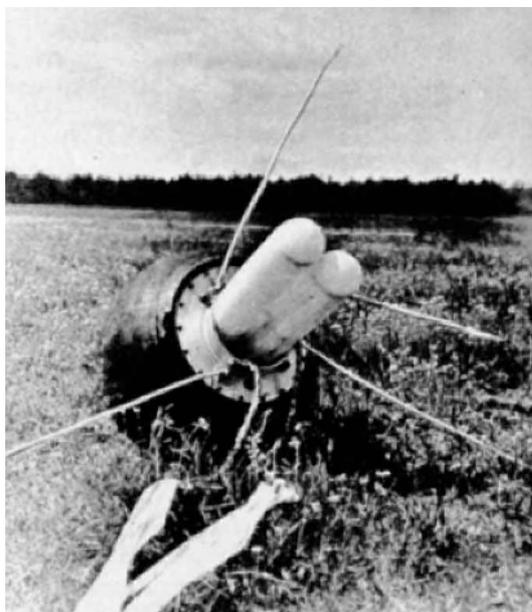
Si tratta di basalto.

I risultati dell'analisi sono pubblicati e **3gr di materiale selenico sono scambiati con 3gr dalle Apollo.**



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38° - Anno10 – N° 3 - 1/09/2018



Lunokhod 1 (Luna 17) rappresenta un grande successo sovietico, poco conosciuto in Occidente.

I primi studi sono fatti dal OKB-1, ma poi passano alla **fabbrica di carri armati Transmash, e poi al Lavochkin**, dove sono guidati dal genio di Alexander **Kemurdzhian** e Georgi **Babakin** (morirà nell'Agosto 1971 all'apice del successo). Il rover era inizialmente pensato per il cosmonauta sulla Luna per andare da un LK all'altro nel caso di problemi. E' testato fra i vulcani della **Kamchatka**. E' riscaldato da 11Kg di **Polonio-210**. Ha 8 motori elettrici e nel caso di problemi ad una ruota, può essere **fatta saltare** con una carica esplosiva. Il top e' un pannello solare e radiatore. Viene anche costruito un **lunardrome in Crimea** dove provarlo.

17 Novembre **1970**. Il rover scende sul **Sea of Rains**. Al centro di controllo in Crimea l'entusiasmo e' alle stelle! **I francesi e I russi dalla Crimea gli mandano un segnale laser, correttamente** riflesso, con cui viene misurata la posizione.

Si incastra in un cratere il 10 Dicembre ma e' liberato dopo 9h. La trasmissione delle immagini (20s) e' troppo lenta e la guida e' difficoltosa.

Il 9 Febbraio sopravvive a **un'eclisse** in cui la temperatura passa in 3h da +150C a -100C e di

nuovo a +136C. Il **4 Ottobre 1971 il cuore di Polonio cede, la temperature crolla e muore**. Ha viaggiato per **11Km**. **E' il piu' grande successo sovietico sulla Luna**.

Il 8 Gennaio 1973, quando il secondo Lunokhod (**Lunokhod 2 – Luna 21**) parte per la Luna, le missioni Apollo sono terminate, e i sovietici sanno di avere la Luna tutta per loro...

Alluna a Taurus Mountains il 16 Gennaio, a solo **180Km da dove sono arrivati gli americani con Apollo 17 poche settimane prima**. Trasmette immagini **ogni 3s** stavolta e viaggia per ben **37Km** fino a Maggio, quando si incastra in un cratere.



Alexander Kemurdzhian

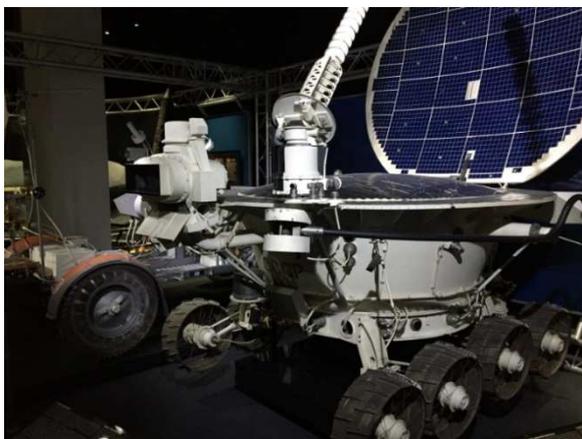
Associazione Culturale "Il C.O.S.MO." (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena); C.F.:94144450361 **pag: 12 di 35**

Questa rivista, le copie arretrate, i suoi articoli e le sue rubriche, non possono essere duplicati e commercializzati. È vietata ogni forma di riproduzione, anche parziale, senza l'autorizzazione scritta del circolo "Il C.O.S.Mo". La loro diffusione all'esterno del circolo e' vietata. Può essere utilizzata solo dai soci per scopi didattici. - **Costo**: Gratuito sul WEB per i soci - **Arretrati**: Disponibili e gratuiti sul WEB per i soci.

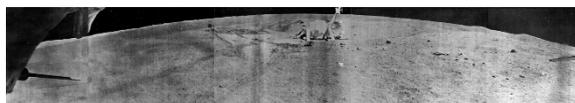
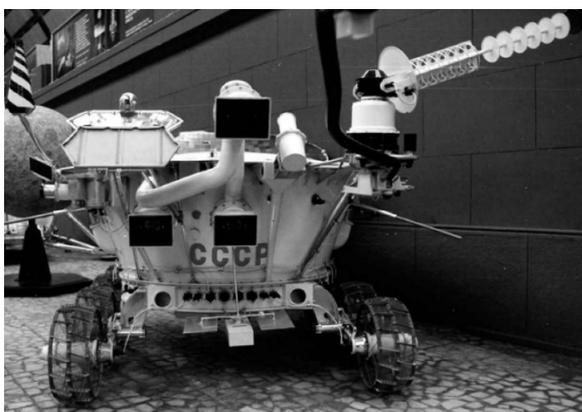


Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo." - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38° - Anno10 – N° 3 - 1/09/2018



Una riproduzione fedele del Lunokhod sovietico e del Lunar Rover americano. Mostra NASA, Milano 2017.



I progetti sovietici mirano ora a superare gli americani dopo lo sbarco yankee sul suolo selenico. Compito non facile: devono sorprendere con qualcosa di ancora piu' ardit e spettacolare.

Si pensa ad una base lunare permanente: Moon Base Galaktika.

Approvato dal governo nel Novembre 1967.

Doveva ospitare **da 4 a 12 cosmonauti**, fino a 12 mesi consecutivi ognuno, nel bordo occidentale dell'**Ocean of Storms**. Prevede 9 moduli per **52ton**.

Le proposte:

- Galaktika, Kolumb (1968, vettore Vulkan da progettare)
- Zvezda (1974, vettore Energia)

Studi successivi puntano ad utilizzare **strutture gonfiabili (che poi si solidificano) dentro a crateri lunari pre-esistenti (gia' identificati da missioni americane)**.

Alla fine della corsa alla Luna, comunque i sovietici avevano sviluppato la tecnologia e le capacita' per raggiungere la Luna anche con missioni abitate. Ma non hanno mai fatto l'ultimo passo, piu' che altro per ragioni politiche e di budget: sarebbero comunque arrivati secondi in una corsa a due.

Ecco un riassunto dei risultati tecnologici sovietici:

- **Zond 7 e 8:** possibile mandare cosmonauti sulla Luna e ritomarli a Terra
- Il **LK** viene testato con successo da Cosmos 379, 398, 434
- **Soyuz** continua a volare oggi dopo diverse centinaia di missioni...
- Un sofisticato programma lunare automatico viene completato: sample-return-missions Luna 16, 20, 24, **Lunokhod** 1, 2, e gli orbiters Luna 19, 20.
- La **tuta** spaziale viene testata con successo

Associazione Culturale "Il C.O.S.MO." (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena); C.F.:94144450361 pag: 13 di 35

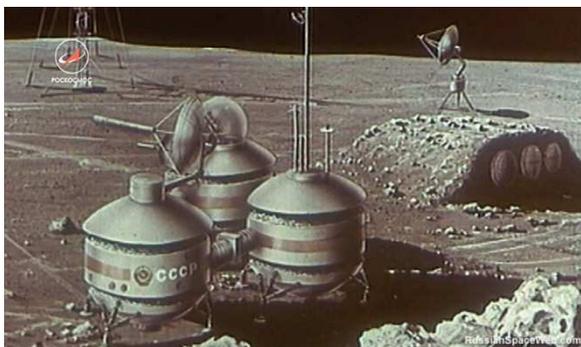
Questa rivista, le copie arretrate, i suoi articoli e le sue rubriche, non possono essere duplicati e commercializzati. È vietata ogni forma di riproduzione, anche parziale, senza l'autorizzazione scritta del circolo "Il C.O.S.Mo.". La loro diffusione all'esterno del circolo e' vietata. Può essere utilizzata solo dai soci per scopi didattici. - Costo: Gratuito sul WEB per i soci - Arretrati: Disponibili e gratuiti sul WEB per i soci.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo." - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38° - Anno10 – N° 3 - 1/09/2018

- La rete terrestre e marina di punti di ascolto e' pronta



Nel 1974 i sovietici avrebbero avuto buone chances di fare il primo lancio riuscito di un N-1. Il fallimento e' politico/organizzativo, non tecnico:

- 26 Bureau mal-coordinati
- 500 aziende statali
- Solo 5BLN \$ vs. 24BLN \$ USA
- Partiti tardi (1964) vs. 1962 USA
- No ground-testing

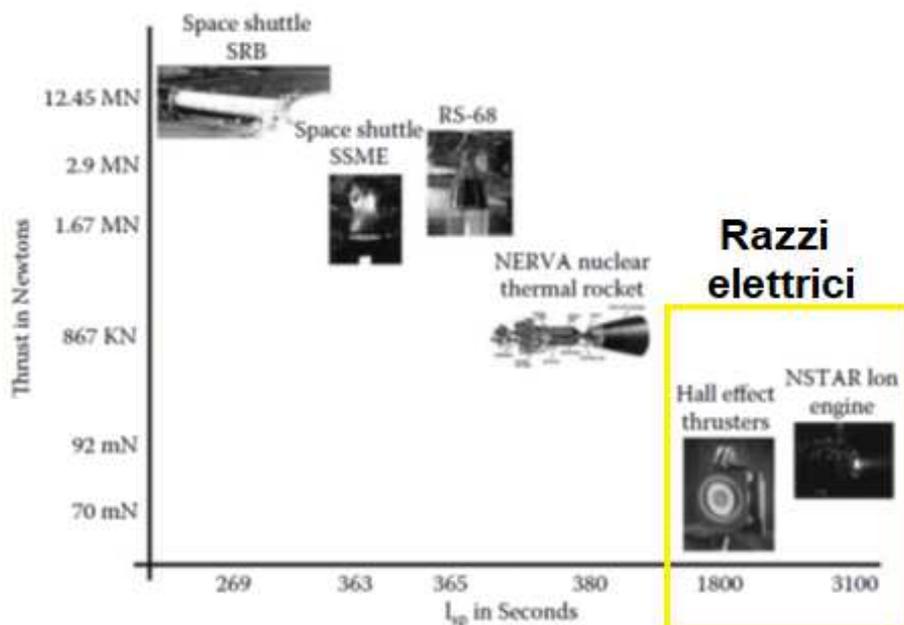
Bibliografia:

[1] Soviet and Russian Lunar Exploration.
Autore: Brian Harvey.
Editore: Springer.
<http://www.springer.com/us/book/9780387218960>

Come funziona un razzo? Terza parte: razzi elettrici. Di Luigi Borghi.

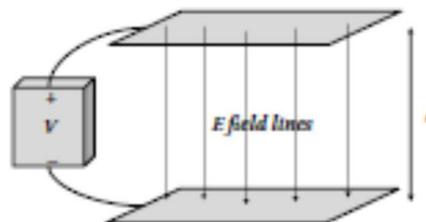
Motori elettrostatici.

I razzi "chimici", come abbiamo visto nelle precedenti rubriche, hanno caratteristiche di spinta che li rendono, per ora, gli unici in grado di sollevare un peso da Terra e portarlo in orbita, ma hanno bisogno di combustibile per generare energia e propellente, da far fluire dal getto di scarico, per generare spinta. Abbiamo anche visto che il combustibile è anche di fatto il propellente, quindi una combinazione sinergica ma resta il fatto che il loro impulso specifico resta ancora molto basso. Se ricordate l'impulso specifico (Isp; cioè per quanti secondi una unità di massa di carburante genererà una unità di massa di spinta) è un po' la pagella di qualità di un sistema a razzo.



Dal grafico qui sopra emerge chiaramente che i razzi elettrici (Hall effect e lone engine), dal punto di vista effuicenziale, sono decisamente migliori. Purtroppo però, con questa tecnologia, non riusciamo a produrre che qualche manciata di gammi di spinta, anziche le centinaia di tonnellate di un promo stadio chimico. Ma i razzi elettrici hanno altri grandissimi vantaggi oltre all'elevato rendimento, rispetto ai chimici: possono restare accesi anche per mesi (e non solo per un paio di minuti) e non hanno bisogno di

carburante (ma solo di energia). Ma proviamo ad entrare vnel dettaglio.



Le Inee di campo elettrico tra le due placche conduttrici separate da una distanza d e collegate ad una sorgente di tensione V .

I motori a razzo elettrostatici fanno uso di campi elettrici per accelerare particelle di propellente ionizzato. La legge fisica che governa questa tecnica è la forza elettrostatica attraverso la legge di Coulomb. Se mettiamo delle particelle cariche, come per esempio degli ioni di idrogeno o di un altro gas, all'interno di questo campo, esse verranno accelerate in funzione della tensione V , della distanza d e del peso dello ione.

Consideriamo ora lo schema mostrato nella pagina successiva. Questo è lo schema di un propulsore ionico.

Le particelle di gas sono trasportate in una camera dove vengono bombardate con un flusso di elettroni.

Il gas viene quindi ionizzato e un mix di plasma di elettroni e ioni riempiono la camera. Il plasma viene quindi passato attraverso uno schermo, che è la piastra caricata positivamente di una coppia di piastre parallele.

Una distanza, d , da quello schermo c'è un secondo schermo, che è caricato negativamente.



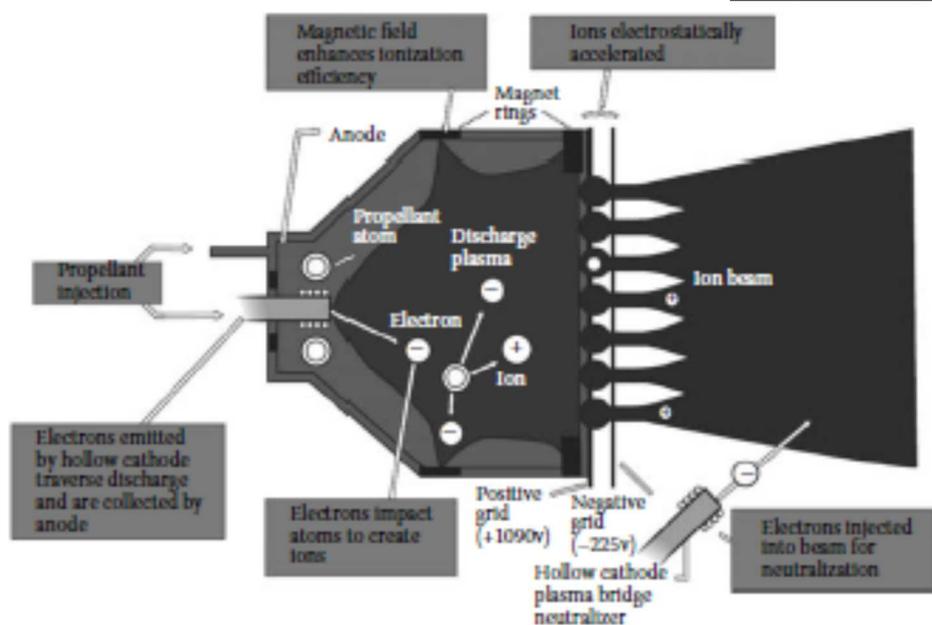
Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo." - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38° - Anno10 - N° 3 - 1/09/2018

Il potenziale tra i due schermi è V e viene mantenuto collegando un alto alimentatore di tensione a loro come mostrato nella figura. L'equazione 5.11 ci dice la velocità di uscita degli ioni mentre lasciano il sistema. Dobbiamo anche posizionare un cannone elettronico appena fuori dal sistema per sparare elettroni nello scarico ionico flusso o l'intero sistema avrà alla fine una carica negativa netta.

Questo è la descrizione di un propulsore ionico.

Sotto: schema del propulsore ionico DS-1. Le griglie positive e negative mostrate rappresentano le "placche" del campo elettrostatico. (Immagine per gentile concessione della NASA.)



Deep Space Probe DS1 della NASA ha utilizzato un motore a ioni NSTAR come mostrato in figura. Le griglie dell'acceleratore avevano una differenza di potenziale di alta tensione di circa 1.000 V ed il gas xeno usato per propellente. Questo motore ha generato una spinta di circa un decimo di Newton per 20 mesi, con un Impulso specifico di 3.910. Gli ioni xeno sono accelerati tra le placche (schermi), tuttavia alcuni di questi ioni, non

riescono a uscire dal propulsore. Lo schermo caricato negativamente vicino all'uscita del

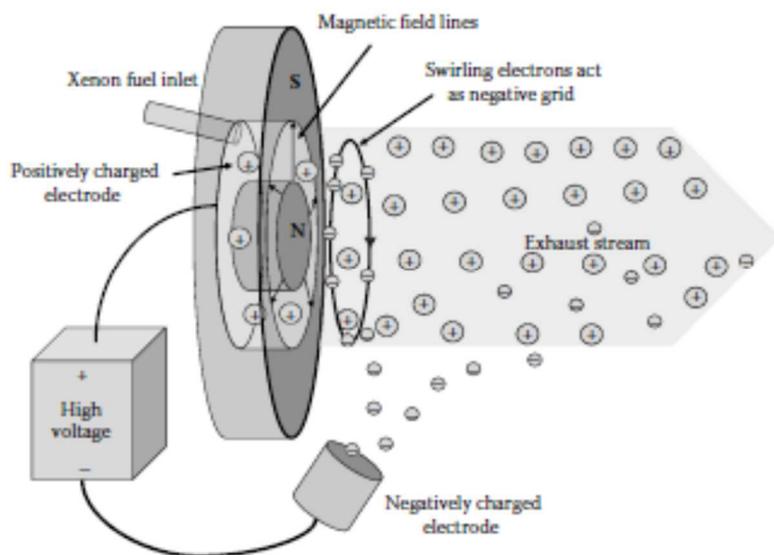


Sopra: il motore a ioni NSTAR della sonda Deep Space Probe. (Image courtesy of NASA.)

propulsore cattura alcuni degli ioni con carica positiva. Un esame della foto sopra mostra che c'è una porzione significativa dell'ugello di uscita bloccata dal materiale dello schermo. Questa è la ragione principale della perdita di endimento.

Gli ioni che colpiscono gli schermi di molibdeno risultano essere la forza più dannosa su questo tipo di propulsore e questo è chiamato **erosione dello schermo**. Tuttavia, il motore NSTAR ha funzionato per più di un anno e mezzo con poca degradazione nelle prestazioni. **Un altro tipo di propulsore elettrostatico è il propulsore Hall**, che utilizza anche un campo elettrostatico per accelerare gli ioni xenon ad alte velocità di scarico.

Motore ad effetto Hall.



La figura sopra mostra un tipico schema del propulsore Hall.



Immagine di un propulsore Hall effect da 2 kW in funzione.

Come si vede non vengono utilizzate griglie.

UN

un forte campo magnetico, fornito da elettromagneti posti all'uscita del motore,

intrappola gli elettroni. ed agisce come una specie di carica virtuale negativamente.

Questo schermo di elettroni vorticanti (Swirling) attorno all'asse del propulsore è causato dall'interazione della loro carica, dal campo magnetico radiale e dal campo elettrico.

Gli elettroni che turbinano sono importanti per l'aspetto di spinta del Propulsore di Hall che agiscono come uno schermo con carica negativa con cui accelerare gli ioni. Gli elettroni vorticanti sono anche molto importanti perché utilizzati per la neutralizzazione della carica in quanto si ricombinano con alcuni ioni in uscita dal getto, come sono spinti fuori dal motore attraverso l'area ad alta densità.

Gli ioni di xeno sono accelerati a causa del potenziale elettrico attraverso l'anodo e lo schermo di elettroni vorticanti, fondamentalmente nello stesso modo e per la stessa ragione del propulsore ionico discusso in precedenza.

C'è anche un catodo appena fuori dallo schermo di elettroni che si aggiunge a questo effetto e viene anche utilizzato per la carica di neutralizzazione.

Sebbene gli ioni abbiano un movimento a spirale impartito a loro dal campo magnetico, è molto meno dominante per loro come lo è il campo elettrico semplicemente perché la massa degli ioni è molto più grande della massa degli elettroni. Pertanto, gli ioni non sono intrappolati dal campo magnetico e sono accelerati attraverso il vortice di elettroni verso l'esterno dal motore. Gli ioni accelerati rapidamente trascinano via alcuni elettroni insieme a loro riducendo pertanto la necessità di molta neutralizzazione della carica.

C'è il neutralizzatore del catodo a tenere conto di eventuali differenze di potenziale che possono verificarsi a causa del cambio netto. **La carica del sistema deve essere zero.**

Un tipico propulsore Hall può erogare 80 mN di spinta con un impulso specifico di oltre 1.500 sec e utilizza pochi kilowatt di

energia.

Nella figura a sinistra di un motore da 2 kw, si nota la luminosità del plasma all'interno dell'anello dell'anodo e del neutralizzatore del catodo.

Motore FEFP

Un'altra forma di propulsione elettrostatica è la **field emission electric propulsion (FEFP)**.

Sono propulsori essenzialmente uguali a quelli di cui sopra (propulsore ionico) salvo che gli ioni sono forniti da una fonte di metallo liquido, come il cesio.

I propulsori FEFP forniscono una spinta molto bassa dell'ordine dei micro-Newton (mN).

Un propulsore colloidale (**colloid thruster**) funziona come un propulsore ionico, ma come propellente, viene usato uno spray liquido. Le goccioline liquide sono caricate e quindi accelerate da un campo elettrostatico.

Come i FEFP, questo tipo di propulsore è un micro-Motore di classe Newton e buono solo per regolazione fine, mantenimento della stazione, e controllo dell'attitudine.

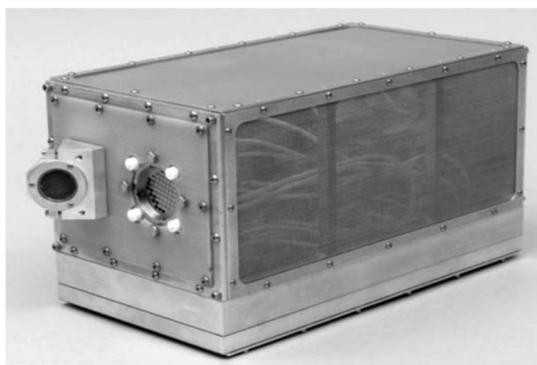
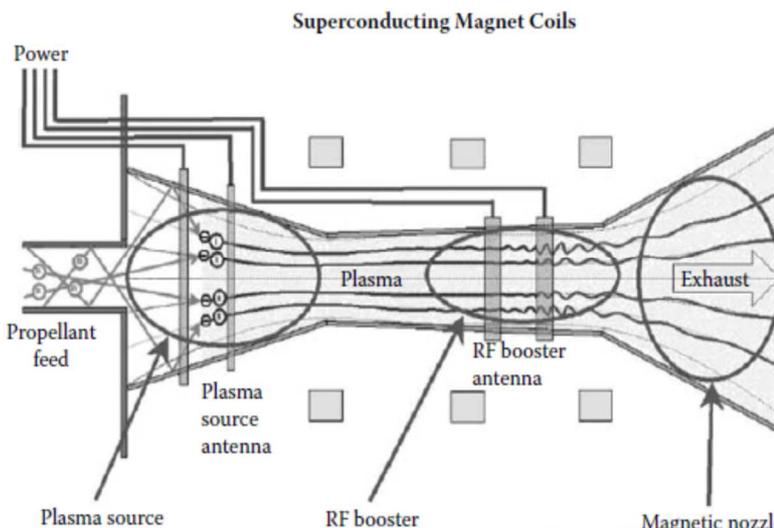


Immagine di un colloid thruster da 20 μ N. (Image courtesy of NASA.)

Motori elettrotermici

I motori elettrotermici usano campi elettrici e magnetici per migliorare la prestazione di un propellente. Questo viene fatto aumentando l'energia termica del sistema trasformando il

propellente in un plasma caldo facendo circolare un flusso di corrente elettrica attraverso di esso, ionizzandolo con microonde, o ionizzandolo con le onde radio. Il motore elettrotermico potrebbe anche fare uso dei campi elettromagnetici per accelerare i propellenti ionizzati.



Nella figura sopra vediamo uno schema di concetto a blocchi del VASIMR e sotto una foto del prototipo.



Un tipico esempio di un motore elettrotermico è quello ad impulso specifico variabile (variable specific impulse magnetoplasma rocket (**VASIMR**)) inventato dall'astronauta Franklin Chang-Diaz di cui abbiamo già parlato sulle pagine di questa rivista.



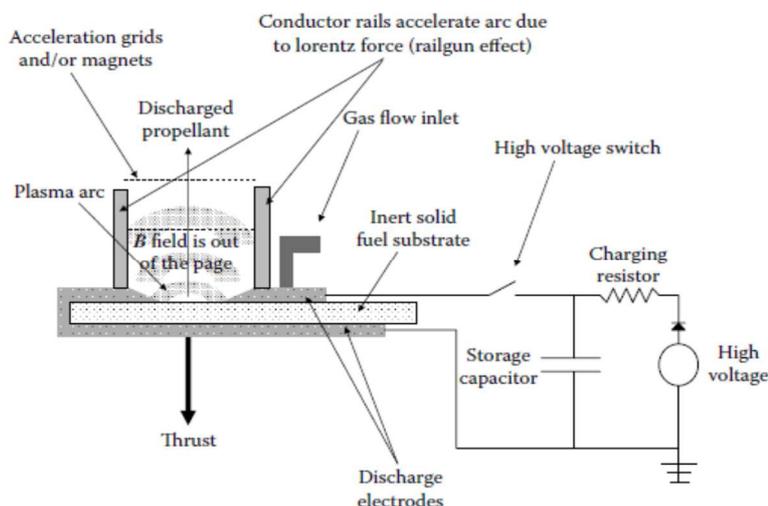
Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38° - Anno10 – N° 3 - 1/09/2018

Il motore è costituito da cellule magnetiche superconduttive, un plasma sorgente, un amplificatore a radiofrequenza (RF) e linee di campo magnetico modellate per agire come un ugello.

Un gas neutro viene iniettato in una camera di ionizzazione dove l'energia del plasma è potenziata dalle onde elettromagnetiche RF. Il plasma ionizzato è accelerato dall'ugello magnetico per generare spinta.

Il VASIMR può generare impulsi specifici in un ampio intervallo tra 3.000 e 30.000 secondi con spingere fino a mezzo Newton.



Motori elettromagnetici

I motori elettromagnetici funzionano principalmente attraverso l'interazione della forza di Lorentz tra particelle cariche e campi elettrici e magnetici. Il più facile da capire il motore di questo tipo è il propulsore al **plasma pulsato (PPT)**.

La **forza di Lorentz** è la forza che si esercita su un oggetto elettricamente carico per effetto di un campo elettromagnetico.

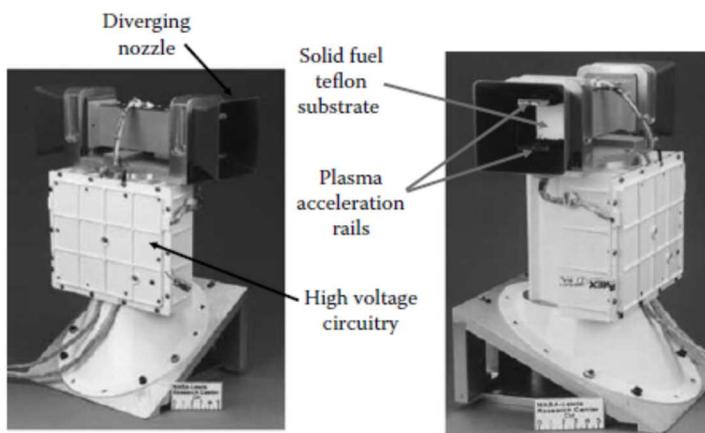
Si tratta della forza subita da una carica che si muove **in un campo magnetico e in un campo elettrico**.

Le basi del PPT non sono affatto diverse da un cannone elettromagnetico (*rail gun*). In effetti, la funzione è praticamente identica. La figura in alto a destra mostra lo schema di base per un motore elettromagnetico.

Un alimentatore ad alta tensione è collegato attraverso gli elettrodi ad un condensatore per caricarlo. Il condensatore è collegato tramite un interruttore alle guide (rail) dell'elettrodo come mostrato in figura.

Quando l'interruttore è chiuso il condensatore si scarica rapidamente consentendo un flusso di corrente tra le guide o attraverso un pezzo fisico di conduttore, come una barra di metallo o un plasma arco che può essere avviato in un gas propellente. Il loop corrente creato dal circuito completato genera un campo magnetico vettoriale forte, B , fuori dal piano del circuito nella direzione z negativa, come mostrato nella figura.

In molti PPT, il propellente è un materiale solido come Teflon™ che viene vaporizzato durante l'inizio dell'arco tra le rotaie. Il *m-dot* del propulsore si basa sulla velocità con cui il condensatore può essere ricaricato e sparato di nuovo su quanta superficie di Teflon viene bruciata con ciascun arco.



L'immagine sopra mostra il motore PPT Earth Observer 1 (EO-1) lanciato nel 2000 (Image courtesy of NASA.).

Il propulsore è stato sviluppato presso il NASA Glenn Research Center di Cleveland, Ohio, e **ha dimostrato 860 μN di spinta, una velocità di scarico di 13.700 m / sec,**



Il C.O.S.Mo. NEWS

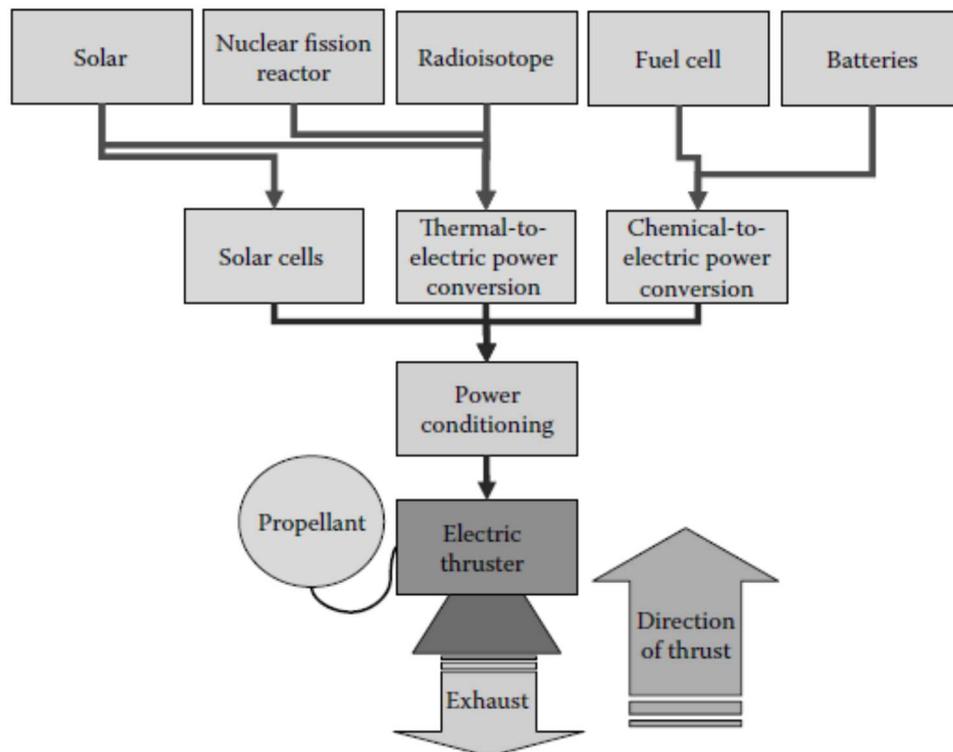
Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38°- Anno10 – N° 3 - 1/09/2018

un m-dot di $8,3 \times 10^8 \text{ kg / sec}$, e un Isp di circa 1.400 sec.

Altre configurazioni di questo tipo di propulsore implementano diverse variabili elettromagnetiche e configurazioni geometriche e con altri tipi di gas propellenti. gas. Ma la premessa dei propulsori

concetto, senza confondere questa fonte con la navigazione a vela solare che pur essendo soggetta alle stesse restrizioni che andiamo a disaccertare di seguito utilizza la conversione diretta dell'energia solare senza bisogno neanche del propellente. Quindi un generatore di

spinta ideale che non ha bisogno né di combustibile né di propellente. Basta non avere fretta! Ma ne parleremo dopo.



Nello schema a lato sono rappresentate le varie possibilità disponibili oggi per creare una spinta nel vuoto attraverso una sorgente di energia elettrica.

elettromagnetici è che implementano la forza di Lorentz in qualche modo. Altri propulsori di questo tipo vengono spesso chiamati:

magnetoplasmadynamic thrusters (MPDT), pulsed inductive thrusters (PIT), e anche electrodeless plasma thrusters (EPT).

Ognuno di questi include intelligente configurazioni di un campo elettromagnetico, ma in sostanza sono tutti ancora basati sulla legge di Lorentz.

Come si vede dallo schema una delle sorgenti di energia per questo tipo di motore è sicuramente quella solare. Ha l'enorme vantaggio che non ci si deve fare carico del combustibile perché è gratuita nello spazio. Vediamo di approfondire tale

Propulsione elettrica solare.

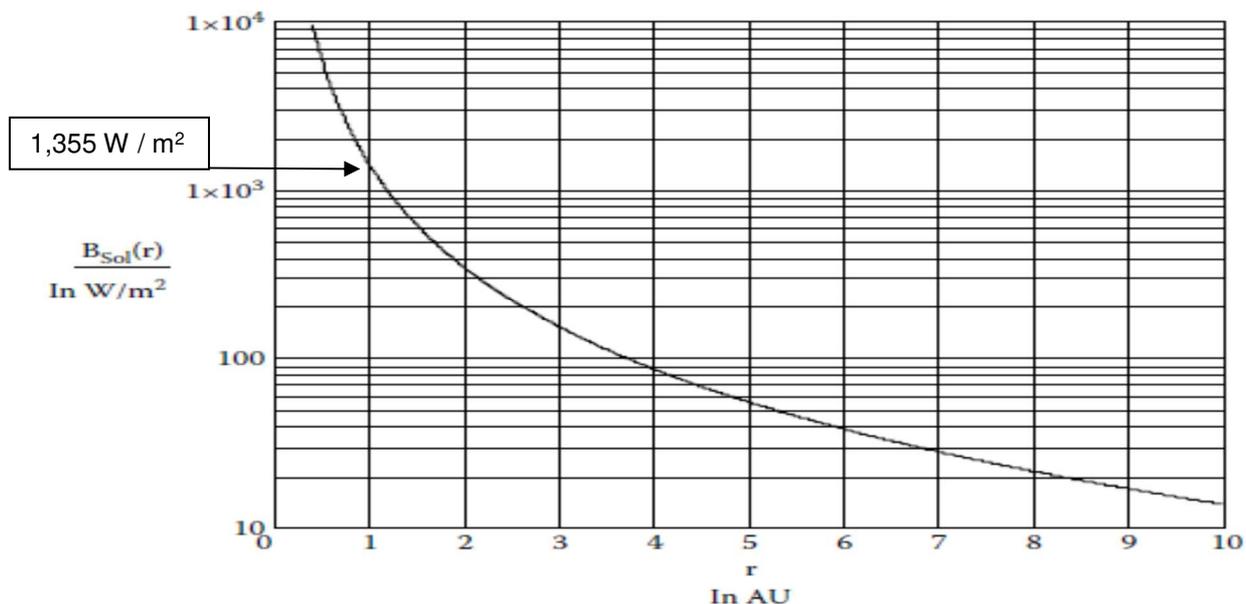
Nel caso della *solar electric propulsion* (SEP), la fonte di energia è in realtà il nostro Sole. Alla superficie del sole c'è una luminosità L_{sol} (o una potenza) di circa $3,86 \times 10^{26} \text{ W}$ che lascia la sua superficie. La luminosità per metro quadrato b_{sol} , (energia luminosa o irradianza) ad una data distanza, r , dal Sole è data da una semplice formula:

$$b_{sol} = \frac{L_{sol}}{4\pi r^2}.$$



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38°- Anno10 – N° 3 - 1/09/2018



Il grafico in alto mostra la luminosità in W/m² in funzione della distanza dal Sole.

Nota che a 1 UA (Unità astronomica, pari a circa 150 milioni di km) dal Sole la luminosità è circa 1,355 W / m². Ciò significa che per ogni metro quadrato di un aereo che vola al limite dell'atmosfera terrestre (1 AU dal Sole) c'è circa 1 kW di potenza luminosa continuamente su ogni metro quadrato perpendicolare al Sole.

I pannelli solari standard (fotovoltaici) hanno una efficienza nel convertire quella potenza luminosa in energia elettrica che va dall'8 al 15%.

Quindi un tipico pannello solare commerciale che è un quadrato di circa 1 m di lato può fornire circa 100 W mentre è esposto alla luce solare diretta, (ai tropici a mezzogiorno solare).

I pannelli solari su veicoli spaziali sono un po' più efficienti di quelli usati per alimentare case qui sulla Terra.

Per esempio, i pannelli solari sulla Stazione Spaziale Internazionale (**ISS**) come mostrato nella figura a fianco, coprono oltre 375 m² e forniscono circa 100 kW.

L'efficienza di questi pannelli rappresenta lo stato dell'arte ed è circa del 19%.

La ISS (in alto a destra) tuttavia non usa l'energia solare per la propulsione. Il **Deep Space Probe DS1** (a destra in basso), invece è stato in realtà una dimostrazione di successo di questo concetto. Il DS1 utilizzava i pannelli solari

per alimentare sia la strumentazione di bordo che il motore elettrico del propulsore ionico NSTAR.



La ISS.



Deep Space Probe DS1



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38° - Anno10 – N° 3 - 1/09/2018

Propulsione ionica (Motori basati su fotoni)

La propulsione ionica non ha nulla a che fare con la propulsione elettrica ma sotto alcuni aspetti è legata, come nel caso delle vele solari, alla radiazione solare che abbiamo appena esaminato.

Questo capitolo in realtà non sarebbe completo senza discutere della spinta che può essere raggiunta dal **trasferimento della quantità di moto** dalle particelle di luce.

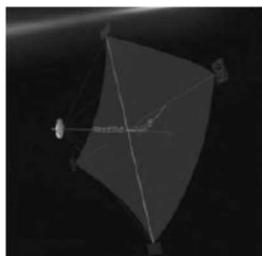
Possiamo descrivere la luce come se fosse fatta di particelle chiamate fotoni. Sebbene questi fotoni non hanno una massa percepibile, hanno uno slancio dovuto a un'intrinseca proprietà dei fotoni chiamata **spin angular momentum**. Ulteriori discussioni sulle proprietà meccaniche quantistiche dei fotoni non rientrano nell'ambito di questo articolo, ma basti dire che un singolo fotone ha un impulso che è calcolato come:

$$p = n \frac{h}{\lambda}$$

dove **p** è la quantità di moto, **h** è la costante di Planck, 6.626×10^{-34} joule, e **λ** è la lunghezza d'onda della luce che costituisce i fotoni (ad es. la luce giallo-verde del Sole è di circa 575 nm), ed **n** il numero di fotoni.

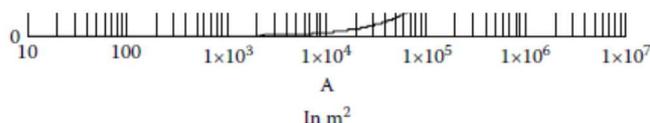
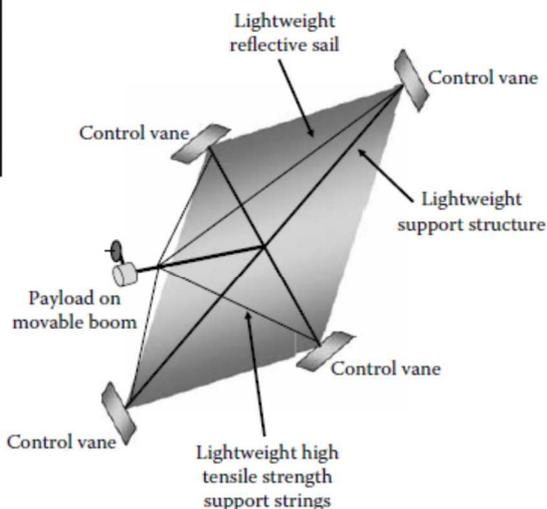
Nel grafico a destra, si evidenzia la energia in Joule in funzione del numero di fotoni che colpiscono la "vela solare".

Per essere più chiari nell'apprezzare questo tipo "gratuito" di spinta, senza esagerare nelle formule, nel grafico che segue mettiamo in relazione **l'area di una vela solare riflettente, ad una distanza di 1 UA dal Sole, (cioè in orbita terrestre) con la spinta relativa che ne consegue:**



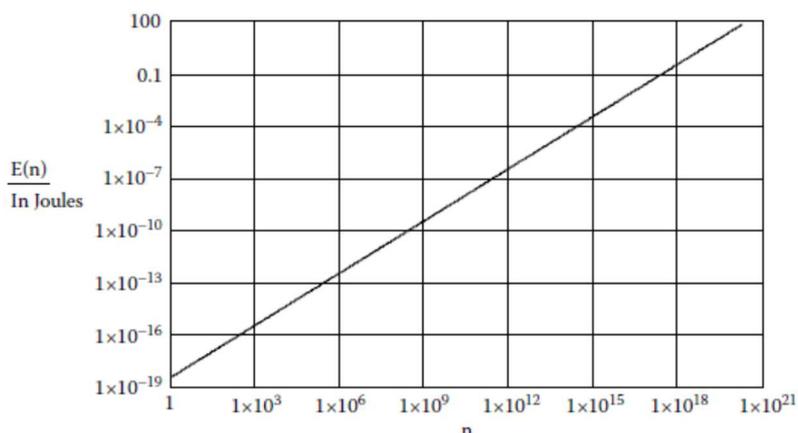
Halley's Comet rendezvous solar sail design considered by NASA in 1977. Courtesy NASA

Note: Halley's Comet rendezvous design did not use movable boom.



Da cui emerge che per avere la spinta di 10 Newton (circa un kg) serve una vela di 1000 x 1000 metri (10^6 m²).

Non è un gran che! Se poi aggiungiamo che allontanandoci dal sole questa spinta cala con il quadrato della distanza, rimaniamo proprio a secco.



Ma è GRATIS ed è continua, anche per anni. Non devo portarmi dietro nulla... a parte una vela di qualche decina di km quadrati.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38° - Anno10 – N° 3 - 1/09/2018

Se la vela a specchio fosse molto più vicino al Sole, tuttavia, potremmo ottenere molto più spinta o utilizzare un'area più piccola. Richiamo al grafico di pagina 21, dove abbiamo mostrato che la radiazione solare diminuisce con l'inverso quadrato della distanza.

Se guardiamo molto lontano dal sole (diciamo, 5 UA o giù di lì), la luminosità del sole è molto più piccola. Servirebbe una vela sproprzionata (centinaia di km²) per avere pochi kg di spinta. **Improbabile!**

Possiamo comunque concludere che una vela solare (o specchio solare) può essere valutato come un motore a razzo che usa una leggera pressione esterna per generare spinta.

Forse è meglio considerarli come propulsori fotonici, mentre il grande specchio (chiamato vela per lo stesso motivo di una vela su una barca a vela) agisce come l'ugello del razzo e reindirizza i fotoni per impartire una spinta alla nave spaziale. L'idea della vela solare è in circolazione da molto tempo e la fisica della vela solare è abbastanza buona anche se nessun veicolo spaziale a vela solare ha ancora volato, se non qualche esperimento di validazione della teoria. L'illustrazione in alto mostra lo schema di un tipico disegno a vela solare (notare che il disegno mostrato è più simile al progetto Rendezvous della Cometa di Halley considerato dalla NASA nel 1977). La vela utilizza vele più piccole chiamate pale sulla periferia per la generazione di vettori fuori asse per sterzare proprio come una barca a vela muove un timone contro l'acqua o inclina una vela nel vento.

Il carico utile può essere al centro della pressione oppure può essere spostato (come mostrato nella figura) per posizionare il centro di massa in una posizione diversa rispetto al centro di pressione. Questo è un altro metodo di governare la vela solare. Si noti che il concetto di braccio mobile non faceva parte del design Rendezvous della cometa di Halley.

Ci sono stati diversi sforzi di sviluppo tecnologico per far volare le vele solari sia attraverso i governi e le imprese private, ma nessuno ha ancora volato.

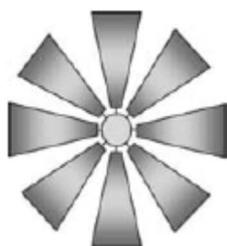
Le illustrazioni che seguono mostrano diverse configurazioni di design delle vele solari che sono state proposte nel corso degli anni.

Tra il 1997 e il 2004, la NASA ha avuto un significativo progetto di propulsione solare a vela, ma cambiamenti nell'amministrazione spaziale politica e budget hanno forzato la cancellazione del programma.

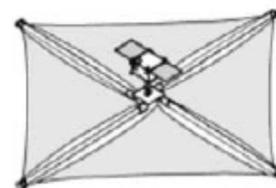
Dovremmo anche notare qui che la vela non deve necessariamente essere guidata dalla luce del sole.

Molti studi tecnici hanno dimostrato che pure i laser di grandi dimensioni potrebbero spingere il veicolo spaziale.

La fisica rimane fondamentalmente la stessa eccetto che, invece del sole, i laser sono usati per i fotoni incidenti. In ogni caso, l'idea è sempre quella di un motore fotonico in cui una vela viene usata per reindirizzare i fotoni per generare spinta per un veicolo spaziale.



Steerable fan blade solar sail with payload at center (Cosmos 1 design used by The Planetary Society)



Square sail supported by booms only and movable boom for steering the center of mass. Courtesy NASA.

Nel prossimo futuro le vele solari sembrano essere l'unica tecnologia disponibile (salvo l'invenzione di qualche nuova tecnologia come i motori a curvatura della fantascienza o comunque motori senza propellente in netto contrasto con le leggi della termodinamica) che potrebbe spingere un veicolo spaziale nello spazio realmente profondo e forse persino verso la stella più vicina. Molti studi sono stati eseguiti per dimostrare che con vele solari molto grandi, molto leggere, ci si può avvicinare ad un centesimo o anche un decimo la velocità della luce.

Naturalmente con carichi utili conseguentemente ridotti.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38°- Anno10 – N° 3 - 1/09/2018

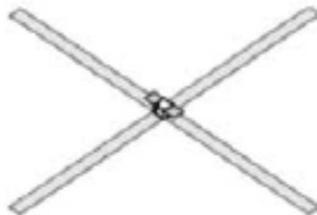
Però, per schierare strutture così grandi nello spazio profondo, ci sono alcuni ostacoli tecnologici coinvolti nello sviluppo, nella produzione, ancora fuori dalla nostra portata.

Una soluzione tecnicamente fattibile tra pochi anni potrebbe essere il piano del compianto e grandissimo scienziato Stephen Hawking per esplorare lo Spazio (con Mark Zuckerberg).

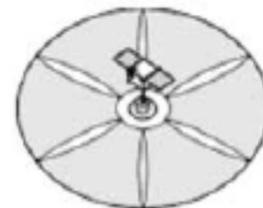
Hawking e il filantropo Yuri Milner hanno annunciato un piano ambizioso per raggiungere Proxima centauri. Grazie a un investimento di 100 milioni di dollari vogliono sviluppare un sistema di propulsione basato su nanosonde spinte da piccole vele solari accelerate da un potentissimo raggio laser. Il viaggio si compirebbe in tempi compatibili con la vita umana.

Il progetto è stato chiamato **Breakthrough Starshot**,

Ma 100 milioni sono ancora pochissimi. Ne servono ancora tanti e non so se verranno



Spin stabilized heliogyro sail uses centrifugal force to maintain sail rigidity.
Courtesy NASA.



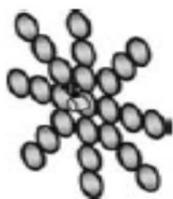
Spin stabilized disk sail uses centrifugal force to maintain sail rigidity.
Courtesy NASA.

investiti da qualche magnate o da qualche governo. Ne dubito fortemente



Hoop supported sail with hoop control vanes and payload suspended on a web.

***Nella prossima parleremo dei razzi a propulsione nucleare.
A presto.***



Multiple miniature hoop supported sail array.



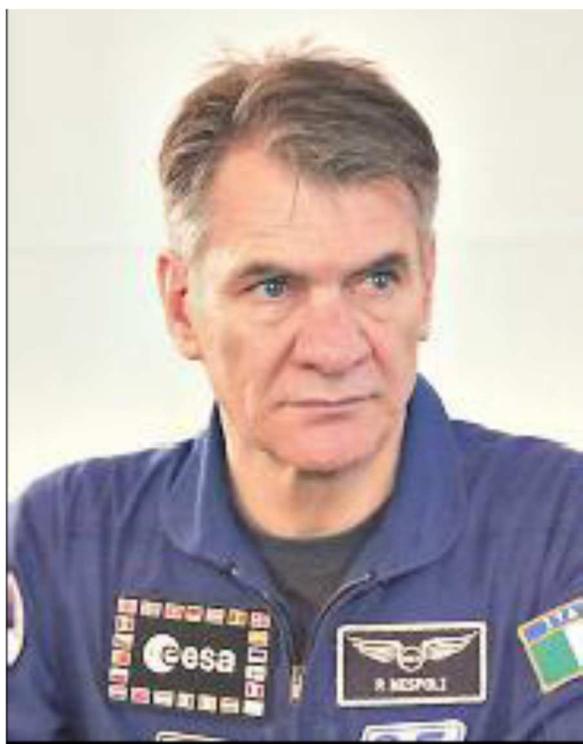
Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38°- Anno10 – N° 3 - 1/09/2018

Biosensori fra le stelle per le analisi a distanza.

di FIAMMETTA TRALLO.

La missione vita. Un team dell'Università di Bologna ha progettato l'esperimento portato a termine da Paolo Nespoli (nella foto sotto). I risultati della ricerca svolta sulla Stazione spaziale.



LA RICERCA, DALLO SPAZIO alla terra è stato il tema dell'affascinante conferenza di **Paolo Nespoli** all'Accademia delle Scienze di Bologna. L'astronauta ha parlato della sua recente missione VITA a bordo della Stazione Spaziale Internazionale (Iss) e dell'importanza di fare ricerca scientifica nello spazio sia per migliorare le attuali conoscenze biomediche sulla salute degli astronauti durante le missioni sia per acquisirne altre da utilizzare anche sulla terra. La tappa di Nespoli all'Alma Mater Studiorum è stata l'occasione per commentare i positivi risultati dell'esperimento «In Situ-Bioanalysis», progettato dal team di ricercatori del gruppo di chimica analitica e bioanalitica diretto dal Prof. Aldo Roda. «I risultati degli esperimenti biomedici

condotti in condizioni estreme come quelle della microgravità

potrebbero in un prossimo futuro essere applicati anche in situazioni critiche sulla Terra.

Ed è proprio questo – ha spiegato Roda - il fine del nostro esperimento. **Abbiamo ideato e costruito un piccolo biosensore portatile**, semplice ma ipersensibile, in grado di analizzare parametri biologici dei membri dell'equipaggio a bordo dell'ISS.

La novità è che il biosensore analizza la saliva e invia i risultati a terra in tempo reale tramite un lettore portatile collegato ai computer della Iss. Questa modalità permette di poter fare diagnosi precoce di eventuali disturbi che possono insorgere durante la permanenza nello spazio consentendo agli astronauti, le cui missioni durano spesso alcuni mesi, di ricevere in modo tempestivo gli opportuni consigli medici.

Inoltre, permette di studiare come alcuni parametri biomedici possono alterarsi in condizioni di microgravità».

«Il dispositivo è stato pensato per lo spazio – aggiunge Roda – **ma potrà poi essere utilizzato anche sulla terra per fare analisi in tempo reale, al letto del paziente, in ambulanza e in tutta la medicina d'urgenza anche nei Paesi in via di sviluppo o in zone remote o isolate come l'Antartide**».

«Abbiamo messo a punto un sistema di analisi in grado di funzionare in condizioni di microgravità. In questa missione – commenta Mara Mirasoli – Nespoli ha utilizzato in prima persona il biosensore per monitorare i valori del cortisolo, un biomarcatore dello stress.

I risultati sono stati positivi e il dispositivo ha funzionato in tutte le cinque volte che è stato usato.

Stiamo già lavorando per migliorare la performance del biosensore sia per allargare il possibile ventaglio di analisi sia per utilizzare altri materiali biologici come urine e sangue.

In poche parole, pensiamo di poter arrivare a mettere a punto un vero e proprio laboratorio tascabile».

«LA RIUSCITA del progetto – spiega Martina Zangheri – è anche merito dell'attiva



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo." - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38° - Anno10 - N° 3 - 1/09/2018

collaborazione con **Altec SpA** di Torino, che si è occupata degli aspetti tecnici e logistici, e **Kayser Italia** di Livorno che ha gestito i contatti con la NASA per le problematiche legate alla sicurezza e alla documentazione relativa alla spedizione della strumentazione nello spazio. Proprio per questo protocollo difficoltoso, il bionsensore è rimasto dentro l'Iss, pronto ad essere riutilizzato nelle nuove missioni per indagare le modifiche dei parametri biologici a migliaia di chilometri dalla terra.

Abbiamo già progettato uno strumento più piccolo e maneggevole che può inviare i risultati ad uno smartphone».

© RIPRODUZIONE RISERVATA

L'Iss sempre in orbita attorno alla terra, è il grande laboratorio che assicura la continua presenza umana nello spazio per condurre svariati esperimenti di ricerca scientifica e tecnologica in vari campi: chimica, biologia, medicina e fisiologia. La missione VITA, acronimo di **Vitality, Innovation, Technology, Ability**, si è svolta da luglio a dicembre 2017.

Obiettivo: **verificare gli effetti biologici sull'uomo di lunghe permanenze nello spazio anche in vista di futuri viaggi verso Marte.**

«Grande soddisfazione per il nostro Ateneo - spiega il Rettore Francesco Ubertini - aver potuto partecipare ad uno degli esperimenti della missione VITA. Le missioni spaziali sono laboratori di innovazioni continue che hanno importanti ricadute concrete in vari ambiti, dalla medicina alla sicurezza.

L'Università di Bologna ha 14 dipartimenti impegnati nella ricerca in campo spaziale, 80 progetti finanziati e 5 spin-off attivi». In Situ Bioanalysis, coordinato dal prof. Aldo Roda e finanziato dall'Agenzia Spaziale Italiana, sia per l'originalità che per la sua reale utilità ha ricevuto il più alto punteggio di valutazione tra gli 11 esperimenti biomedici e tecnologici approvati per la missione. © RIPRODUZIONE RISERVATA

Il dispositivo portatile utilizza la saliva e potrà diventare un piccolo laboratorio tascabile.



Da un articolo di FIAMMETTA TRALLO su QN. DOMENICA 13 MAGGIO 2018.

**ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA**

**PAOLO NESPOLI@ALMA MATER
LA RICERCA DALLO SPAZIO ALLA TERRA**

3 maggio 2018

Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna, Palazzo Poggi, Sala Ulisse, via Zamboni 31

10.30 Saluto del Magnifico Rettore dell'Alma Mater Studiorum - Università di Bologna **Francesco Ubertini**

10.40 Ricerca scientifica nello spazio. La missione VITA. **Paolo Nespoli**

11.40 Come si progetta uno strumento per lo spazio.
Il progetto IN SITU Bioanalysis eseguito nella missione VITA, coordinato da Aldo Roda, Dipartimento di Chimica "Giacomo Ciamician", Università di Bologna

Dall'idea alla realizzazione del prototipo. **Aldo Roda, Mara Mirasoli**, Università di Bologna

Il Centro di Controllo e la gestione con NASA degli esperimenti sulla Stazione Spaziale Internazionale (ISS). **Elisa Carrubba, Gianluca Neri**, Kayser Italia

Filmato: L'esperimento IN SITU sulla ISS. **Aldo Roda**

L'esecuzione dell'esperimento IN SITU Bioanalysis: la mia esperienza. **Paolo Nespoli**

12.15 Tavola rotonda

Vita nello spazio e salute dell'Astronauta: come garantirlo e intervenire nelle missioni a lungo termine. La ricerca nello spazio e le ricadute sulla vita di tutti i giorni

Moderatori: **Aldo Roda** (Università di Bologna), **Claudio Soffazzo** e **Giovanni Valentini** (Agenzia Spaziale Italiana)

Paolo Nespoli a confronto con medici, ingegneri, astrochimici e astrofisici, intervengono:

Sandro Mattioli, Chirurgo, Università di Bologna, Policlinico S. Orsola-Malpighi
Dario Modenini, Ingegnere, Università di Bologna
Cristina Puzzarini, Chimico, Università di Bologna
Roberto Rotini, Ortopedico, Istituto Ortopedico Rizzoli, Bologna
Costantino Schiavi, Oftalmologo, Università di Bologna
Dino Vaira, Medico Internista, Università di Bologna, Policlinico S. Orsola-Malpighi
Antonio Zoccolì, Fisico, Università di Bologna

13.15 Consegna a **Paolo Nespoli** della Pergamena di Membro Corrispondente dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna da parte del Presidente **Ferruccio Trifirò**.

DEPARTAMENTO DI CHIMICA "GIACOMO CIAMICIAN"

agenzia spaziale italiana

ALTEC

KAYSER ITALIA

NASA

La Stazione Spaziale Internazionale (ISS) rappresenta ad oggi il più grande progetto tecnologico internazionale che ha coinvolto e collaborano ancora oggi le agenzie spaziali di Stati Uniti (NASA), Russia (RKA), Canada

Associazione Culturale "Il C.O.S.MO." (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena); C.F.:94144450361 pag: 26 di 35

Questa rivista, le copie arretrate, i suoi articoli e le sue rubriche, non possono essere duplicati e commercializzati. È vietata ogni forma di riproduzione, anche parziale, senza l'autorizzazione scritta del circolo "Il C.O.S.Mo.". La loro diffusione all'esterno del circolo è vietata.

Può essere utilizzata solo dai soci per scopi didattici. - **Costo:** Gratuito sul WEB per i soci - **Arretrati:** Disponibili e gratuiti sul WEB per i soci.

(CSA-ASC), Giappone (JAXA) ed Europa (ESA), con una forte presenza dell'agenzia italiana (ASI).

Viaggia ad una **velocità** media di 27.600 km/h, completando 15,5 orbite al giorno e viene mantenuta in **orbita** ad un'**altitudine** compresa tra 330 e 410 km dal livello del mare.

Il mantenimento orbitale avviene attraverso i razzi delle navicelle cargo o passeggeri che si avvicinano alla stazione. La ISS, pur navigando a quella altezza, perde circa 2 km al mese di quota dovuta all'attrito con le poche particelle di aria che vi trova nel suo percorso.

Fin dal 2 novembre 2000 è abitata continuamente da un equipaggio variabile tra 2 e 6 **astronauti** (o **cosmonauti**). Vi sono stati fino a picchi di 12 quando si avvicinavano gli equipaggi attraverso lo Space Shuttle.

La costruzione della ISS è iniziata a partire dal 1998, ed era stato previsto il completamento entro il 2017; dovrebbe restare in funzione fino al 2024, data prevista per il raggiungimento degli

obiettivi scientifici, per poi essere smantellata, distrutta o riutilizzata parzialmente entro il 2028. Il costo totale è stato stimato dall'ESA in 100 miliardi di euro in 30 anni.

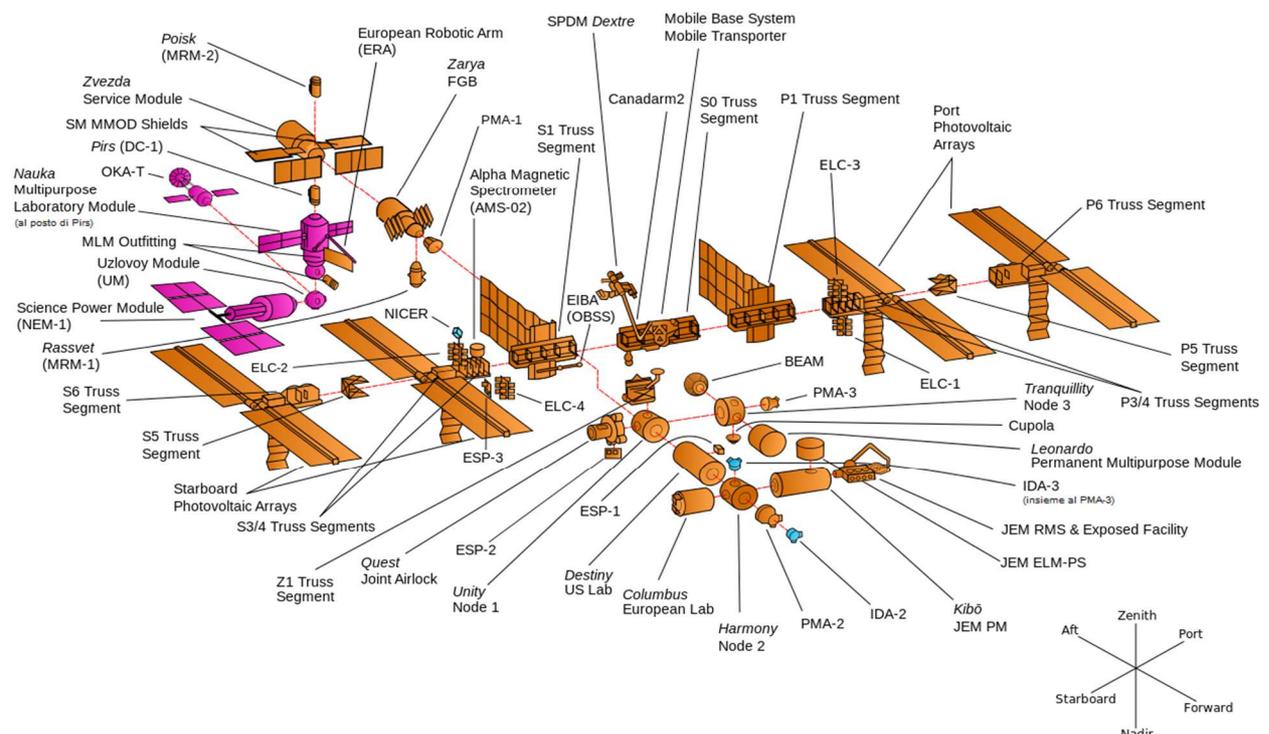
Massa 420 t; Volume abitabile 425 m³; Lung. 72,8 m; Alt. 20 m; Larg. 108,5 m;

Pressione interna: 101,3 kPa; Ossigeno 21,6%; CO₂ 0,6%; Temperatura ~24,8 °C



Configurazione ISS

Ad aprile 2016



Associazione Culturale "Il C.O.S.MO." (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena); C.F.:94144450361 pag: 27 di 35

Questa rivista, le copie arretrate, i suoi articoli e le sue rubriche, non possono essere duplicati e commercializzati. È vietata ogni forma di riproduzione, anche parziale, senza l'autorizzazione scritta del circolo "Il C.O.S.Mo.". La loro diffusione all'esterno del circolo è vietata. Può essere utilizzata solo dai soci per scopi didattici. - **Costo:** Gratuito sul WEB per i soci - **Arretrati:** Disponibili e gratuiti sul WEB per i soci.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38° - Anno10 – N° 3 - 1/09/2018

Storie Incredibili: Ivan Ivanovich.

Di **Ciro Sacchetti**.

Apro questa nuova rubrica "Storie Incredibili" parlandovi di un personaggio sconosciuto o poco conosciuto a tutti quelli che si avvicinano al mondo dell'Astronautica anzi in questo caso della Cosmonautica.

Ivan Ivanovich è uno dei protagonisti della corsa allo spazio da parte dell'Unione Sovietica, lui sarà impiegato in ben due lanci sperimentali sulle Korabl'-Sputnik impiegate nel programma Vostok, per poi sparire diventando di fatto uno dei fantomatici "Cosmonauti Fantasma". Personaggi che fino a questo momento erano esistiti solo nell'immaginazione dei negazionisti, complottisti ecc...

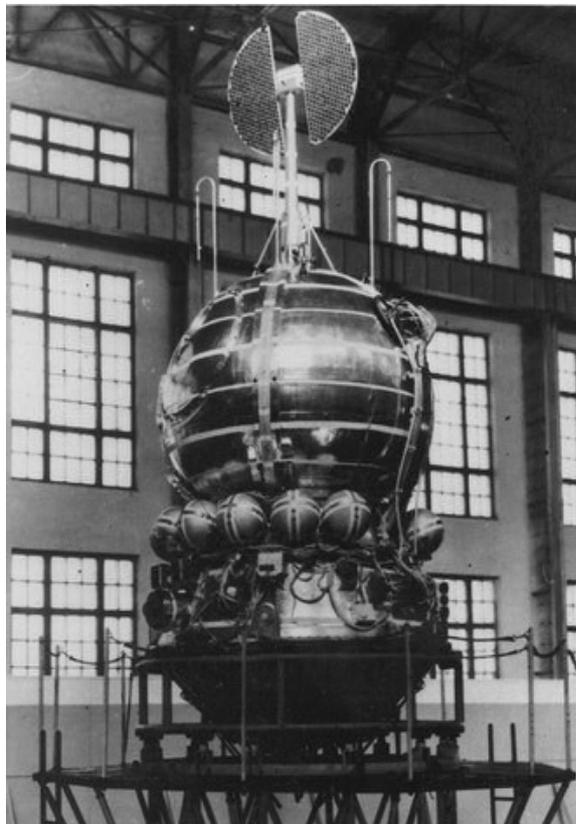
Ebbene sì! Anche io devo capitolare, è veramente esistito un Cosmonauta segretamente impiegato in voli sperimentali la cui identità è stata tenuta nascosta a tutti! Ma andiamo a conoscerlo da vicino.

Sguardo impassibile, occhi gelidi, espressione che non lascia trasparire un sentimento, insomma Ivan è il perfetto "Right Stuff" per missioni rischiose, il perfetto prodotto del regime Comunista, fedele al Partito in tutto e per tutto!



Di Ivan Ivanovich abbiamo notizie certe fino al secondo volo dopo il quale sparisce per rispuntare dal nulla in una asta dove viene acquistato dal Miliardario Ross Perot.

Come?! Siete sbalorditi dal potere del denaro? Come può essere comprato un essere umano??? Ecco la verità, Ivan Ivanovich era semplicemente un manichino!!!



Facciamo però un passo indietro, siamo alla fine degli anni cinquanta che coincidono con l'inizio della corsa allo spazio.

L'Unione Sovietica si disputa un testa a testa per il raggiungimento di questo obiettivo con il suo nuovo nemico: gli Stati Uniti.

Il programma spaziale russo prendeva forma nella più totale segretezza non solo nei confronti dell'occidente, ma anche dei propri connazionali i quali ignoravano cosa si stesse costruendo nelle varie industrie impiegate nello sviluppo e ricerca in campo missilistico.

In quegli anni si stava sperimentando il veicolo Korabl'-Sputnik, antesignana della capsula Vostok, ma ben presto ci si rese conto che era necessario provare il veicolo simulando la presenza di un cosmonauta. Da questo l'idea di creare una copia, un manichino che avesse fattezze umane. Ci riuscirono talmente bene che in tuta spaziale, la stessa che indosseranno i futuri Cosmonauti, sembrava proprio un uomo in carne ed ossa! Solo da vicino ci si accorgeva dell'artefatto.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38° - Anno10 - N° 3 - 1/09/2018

Viso e pelle erano impressionanti tanto parevano verosimili. Il peso era bilanciato a quello di un uomo, era inoltre provvisto di articolazioni simili a quelle umane. All'interno del busto e delle gambe era provvisto di spazi per alloggiare capsule contenenti piccoli animali o tessuti biologici da testare nello spazio.

I tecnici gli dettero anche un soprannome "Ivan Ivanovich", in russo rivolgersi ad una persona chiamandola per nome e *patronimico* (un modo di indicare, nei dati anagrafici, il vincolo con il proprio padre) è una forma di rispetto, per cui suonava come "Spettabile Signor Ivan".

Si rende ora necessaria una piccola digressione. Fin dalla metà degli anni cinquanta, l'URSS veniva costantemente sorvolata dagli aerei spia Statunitensi U2. Questi volavano ad oltre venti chilometri di altitudine, una quota inaccessibile ai velivoli Sovietici e irraggiungibile per i missili impiegati nella difesa aerea. Tutto questo fino al maggio 1960 dove grazie al nuovo razzo S75 un U2 venne abbattuto, a bordo il pilota Francis Gary Powell venne catturato ed imprigionato. Tutta la popolazione Sovietica venne allertata, chiunque avesse avvistato un pilota scendere con un paracadute doveva contattare le autorità, in quanto si trattava certamente di una spia Americana.

Il 9 marzo 1961, Ivan venne imbarcato assieme alla cagnetta Chernushka nella missione Sputnik 9 (Korabl'-Sputnik 4). Era un volo per compiere un'unica orbita dove al rientro l'occupante, ad una quota di quattromila metri circa, doveva essere eiettato per testare il rientro a terra in tutta sicurezza. Procedura che sarebbe stata utilizzata dai futuri Cosmonauti, ed è ciò che avvenne. Ma mentre Ivan scendeva dolcemente appeso al suo paracadute e la cagnetta Chernushka rimasta a bordo prendeva terra sana e salva, alcuni contadini lo intravidero e per come penzolavano le articolazioni lo credettero privo di sensi o addirittura morto. Vennero avvisate le autorità le quali si trovarono di fronte al muro di gomma della cortina di ferro eretta dal governo. Il programma era top secret quindi non si poteva dare nessuna informazione di carattere ufficiale, ma ai tecnici di Baykonur suonò un campanello d'allarme, Ivan era troppo verosimile quasi

indistinguibile da un vero essere umano, questo avrebbe alimentato leggende di Cosmonauti fantasma che perdevano la vita durante una missione segreta.

Venne escogitato uno stratagemma, sulla tuta all'altezza del petto venne posta una scritta che recava la parola "Maket" (Manichino).



La stessa scritta era stata impressa in una striscia di plastica applicata al posto del viso danneggiato durante un test a terra. Ora si aveva qualche speranza che alla vista di queste scritte chiunque avesse osservato Ivan Ivanovich avrebbe capito che si trattava di un fantoccio.

Siamo al volo finale di Ivan Ivanovich, il 25 marzo 1961 venne imbarcato per la missione Sputnik 10 (Korabl'-Sputnik 5). Anche qui, in compagnia di un altro amico a quattro zampe, la cagnetta Zvezdochka. Se questo volo si svolgerà senza intoppi la volta successiva toccherà ad un essere umano.

Il volo ed il rientro sia del Manichino Ivan che della cagnetta sono un successo. Gli intoppi hanno inizio durante la discesa con il paracadute dove viene scorto da alcuni abitanti di un villaggio Kazaco i quali come era avvenuto nel volo precedente, lo scambiano per un pilota-spia Americano. Quindi accorrono verso il punto in cui prende terra, qui vedono la squadra di recupero che trascina nella neve in malo modo quello che secondo loro, anche se acerrimo nemico, è un inerme essere umano.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38° - Anno10 – N° 3 - 1/09/2018

La compassione e la profonda umanità ha la meglio è una ventina di persone affrontano forconi alla mano alcuni membri della squadra di recupero, i quali si sono affannati non poco a spiegare che si trattava solo di un fantoccio ovviamente senza essere minimamente creduti. Quando gli animi furono un po' più propensi ad ascoltare, temendo forti ripercussioni in quanto si trattava pur sempre di un progetto "Top-Secret", venne chiesto solo ad un gruppo di tre persone di ispezionare Ivan. Così mentre i restanti continuavano amichevolmente ad intrattenere la squadra di recupero con i loro forconi, tre villici vennero portati al cospetto del famigerato Ivan Ivanovich riverso sulla neve a qualche centinaio di metri, e qui dovettero ammettere che era un fantoccio è tutto finì per il meglio.

Il volo successivo fu quello che incantò tutto il mondo...

Il 12 aprile 1961, Jurij Alekseevič Gagarin a bordo della Vostok 1 decolla dalla base di Baykonur alla volta delle stelle diventando il primo uomo nello spazio.

Come detto all'inizio Ivan Ivanovich viene venduto all'asta a New York e acquistato dal milionario Americano Ross Perot per la somma di duecentomila dollari, lo stesso Perot lo affitterà al National Air and Space Museum di Washington D.C. Oggi è esposto al pubblico con addosso la tuta spaziale originale, la stessa che indossò Gagarin.



E qui finisce l'incredibile storia di Ivan Ivanovich, diventato il Cosmonauta fantasma "non umano" che ha destato un incredibile spirito umanitario per chi lo ha soltanto...intravisto...

Storie Incredibili: Elon Musk e la nascita di SpaceX.

Di Leonardo Avella

Molti conoscono Elon Musk per i suoi attuali successi con Tesla e SpaceX; forse non tutti sanno che le sue aziende hanno rischiato di fallire più volte.

Oggi vi vorrei raccontare la storia di uno di questi momenti, che risale agli albori di SpaceX.

Nel giugno 2002 con una parte dei soldi derivanti dalla vendita di Paypal, Elon Musk fonda SpaceX. Elon è un rischiatutto: oltre a

mettere a disposizione di SpaceX 100 milioni di \$ investe tutte le sue restanti finanze personali in Tesla e SolarCity.

All'inizio in SpaceX sono solo una decina di pazzi visionari che credono nel progetto di poter costruire completamente da zero un razzo e mandarlo in orbita con successo. Praticamente una follia dato che chiunque privato ci avesse provato prima era fallito miseramente ...

Associazione Culturale "Il C.O.S.MO." (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena); C.F.:94144450361 pag: 30 di 35

Questa rivista, le copie arretrate, i suoi articoli e le sue rubriche, non possono essere duplicati e commercializzati. È vietata ogni forma di riproduzione, anche parziale, senza l'autorizzazione scritta del circolo "Il C.O.S.Mo". La loro diffusione all'esterno del circolo è vietata.

Può essere utilizzata solo dai soci per scopi didattici. - Costo: Gratuito sul WEB per i soci - Arretrati: Disponibili e gratuiti sul WEB per i soci.



II C.O.S.MO. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38° - Anno10 - N° 3 - 1/09/2018

Tra i tentativi andati male ricordiamo Beal Aerospace.

https://en.wikipedia.org/wiki/Beal_Aerospace



Beal Aerospace fu fondata nel febbraio 1997 e chiuse i battenti nel 2000 quando il suo fondatore si rese conto che ci sarebbero voluti almeno 300 milioni di dollari per progettare, costruire e lanciare in orbita il primo razzo (nota bene: 300M\$ è il triplo dei fondi di SpaceX).

Dopo il fallimento, il sito di test di Beal Aerospace fu comprato da SpaceX (situato a McGregor in Texas).

Ma torniamo alla nostra banda di pazzi scatenati, qui ripresi in una foto del 2002.



Musk lo sappiamo è un ottimista. Stima che con 100 milioni di dollari si hanno 3 tentativi per riuscirci (Beal Aerospace, lo ripeto, con il triplo dei soldi aveva gettato la spugna).

Inizialmente Elon pensa di mandare nello spazio il primo satellite, TacSat-1, nella prima metà del 2004. I dipendenti lavorano 24 ore al giorno sette giorni alla settimana; ciò nonostante le previsioni di Musk si rivelano ottimistiche: solo nel maggio 2005 sono pronti per trasportare il primo razzo nel sito di lancio.

Vorrebbero usare Vandenberg, a due passi dalla sede di Los Angeles, ma la Lockheed e Boeing, che mandano in orbita satelliti per miliardi di dollari, non sono molto contente di ospitare l'ultimo arrivato.



Devono dunque trovare un sito alternativo ed individuano le isole Kwajalein, un atollo sperduto nell'oceano pacifico.

Nel giugno 2005 cominciano a caricare i containers che trasporteranno via mare tutto il necessario per assemblare e far partire il primo razzo. Vengono utilizzate strutture preesistenti, ma devono essere disboscate

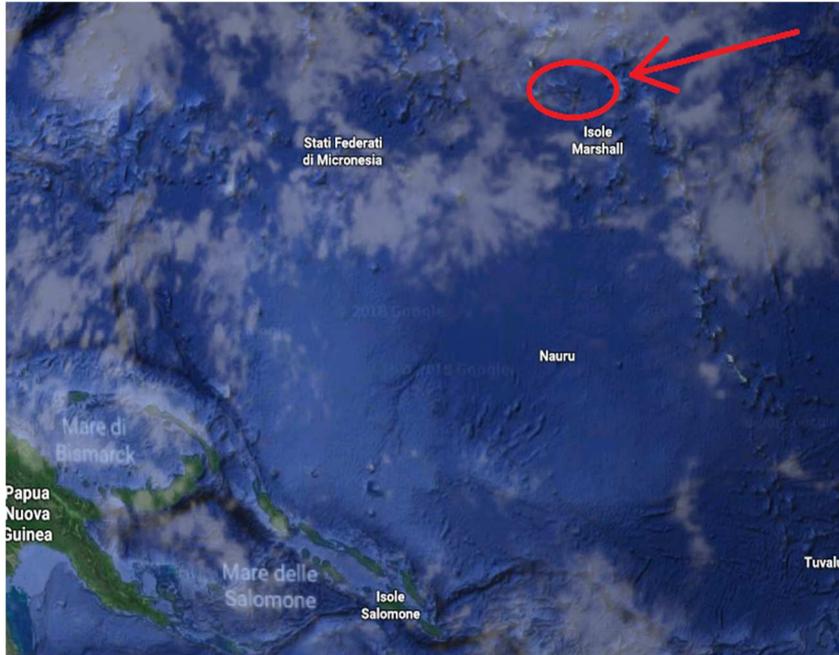
ettari di terreno e costruiti nuovi edifici per permettere allo staff di lavorare in piena efficienza,

Inoltre, l'atollo è in mezzo all'oceano ed i viaggi in nave possono durare settimane.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo." - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38° - Anno10 - N° 3 - 1/09/2018



Per darvi un'idea di quanto è sperduto il posto, ecco la sua posizione.

Elon Musk stesso si occupa insieme al fratello di inviare beni di prima necessità tra cui docce, scorte alimentari, un grande frigorifero, un enorme grill, una scorta di DVD, viene utilizzato a volte anche il jet privato.

La vita sull'isola ha ritmi molto serrati, sveglia prima delle sette, ora in cui sorge il sole, che segna l'inizio dei lavori per il team di SpaceX. Una serie di riunioni stabilisce l'ordine delle operazioni da svolgere e cerca di risolvere i problemi riscontrati il giorno precedente. Nell'hangar di fortuna allestito a seicento metri circa dalla rampa di lancio, passano ore a saldare i componenti del Falcon1. Jeremy Hollman giovane progettista impegnato a testare il motore Merlin racconta, "c'era sempre qualcosa da fare. Se il motore si comportava bene, allora c'era un problema di avionica o di software..."

Alle sette di sera smettevano di lavorare, due a turno cucinavano per tutti, bistecche alla griglia, patate e pasta asciutta, mentre gli altri si rilassavano pescando dal molo o guardando un DVD. Alcuni nell'arco della permanenza hanno

conseguito il patentino per immersione, venivano inoltre organizzati seminari sui motori o altri temi inerenti all'astronautica, insomma un ambiente molto stimolante.....

Primo lancio:

Nel novembre del 2005, dopo aver messo in verticale il razzo un'infinità di volte, Trasferendolo dall'hangar alla rampa di lancio addirittura facendolo strisciare su tronchi come gli antichi egizi per mancanza di una strada asfaltata e scoprendo sempre problemi nuovi, si sentono finalmente pronti!

Il 26 novembre 2005 alle 3 di mattina il razzo viene riempito con ossigeno liquido. Ricevono dai militari l'ok per il lancio e

tutto sembra procedere regolarmente fino a quando non si accorgono che una valvola di un serbatoio non si chiude correttamente e devono rinunciare perché non riescono a risolvere il problema all'interno della finestra temporale di lancio accordata loro dai militari.

Il primo tentativo viene posticipato a metà dicembre (il tempo tecnico necessario a far arrivare altro ossigeno liquido).

Poco prima del nuovo tentativo di lancio (era un sabato sera) alcuni tecnici si accorgono che il sistema di controllo elettronico ha dei problemi: servono dei condensatori nuovi. Domenica mattina il razzo viene adagiato e aperto in modo che un tecnico possa entrare e rimuovere i circuiti elettronici. Viene individuato un negozio di elettronica aperto di domenica in Minnesota. Uno dei dipendenti prende un aereo e vola là, dopodiché il lunedì l'elettronica ed i condensatori di ricambio sono in sede a Los Angeles per tutti i test di vibrazione, calore, etc... In meno di 80 ore dal guasto, l'elettronica è ok e rimontata sul razzo... Roba impensabile per qualunque compagnia aerospaziale sana di mente!

Finalmente il 24 marzo 2006 tutto è pronto: il razzo viene acceso e lanciato in orbita. Dopo



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo." - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38° - Anno10 - N° 3 - 1/09/2018

circa 25 secondi però il razzo prende fuoco e cade rovinosamente nell'oceano a poche centinaia di metri dal sito di lancio.



La colpa? un pezzo come questo:



Si chiama "b-nut" ed è un semplicissimo raccordo. Si ruppe quasi certamente a causa dei mesi a contatto con l'aria salmastra.

Secondo lancio:

Ormai temprati dalla prima esperienza, il secondo tentativo avviene a meno di un anno dal primo. Il 15 marzo 2007 abbiamo lo static fire test, il 21 marzo 2007 il lancio vero e proprio.

Tutto sembra andare bene, a tre minuti dal lancio il primo stadio si separa ed il secondo stadio inizia a spingere il payload in orbita. Ma ad un certo punto il secondo stadio inizia a roteare sempre più forte fino a distruggersi.



Cosa era successo? semplicemente non erano state previste delle alette che impedissero al carburante di sciabordare da una parte all'altra del serbatoio destabilizzando il razzo.

Nel momento in cui il motore succhiò solo ossigeno liquido senza carburante, avvenne l'esplosione.

Terzo lancio:

E' l'ultima chance per la startup di Elon, deve poter dimostrare al mondo ed agli investitori di essere in grado di mandare razzi nello spazio.

Aprile 2008: vengono spediti via nave i pezzi del razzo.

30 luglio 2008: test fire successful.

2 agosto 2008: lancio abortito a T-0 secondi. Dopo alcuni controlli viene dato il go ed il 2 agosto il razzo parte. E' il 3° tentativo. Il decollo del Falcon1 fu spettacolare, i dipendenti di Space X assistono dalla California attraverso un webcast, tutti riuniti con gli occhi su quel razzo che lentamente si libra verso il cielo, tutti esultano e applaudono qualcuno abbraccia il collega al suo fianco, ma quando sembra andare tutto per il meglio qualcosa va storto...

Stavolta il malfunzionamento avviene al momento della separazione tra primo e secondo stadio. I nuovi motori danno potenza erroneamente nel momento della separazione tra primo e secondo stadio.

Il fallimento ha lasciato tutti sbigottiti, sgomenti come dopo aver ricevuto un pugno allo stomaco. Dolly Singh selezionatrice del personale per Space X racconta: "fu sconvolgente vedere il



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38° - Anno10 - N° 3 - 1/09/2018

repentino cambio d'umore in quella stanza nel giro di trenta secondi" e rincara "è stato il giorno più brutto della nostra vita. Non capita spesso di veder piangere degli adulti, ma quel giorno piangevano! Eravamo stanchi e sconfortati".

Elon Musk si rivolse subito ai suoi collaboratori e disse "sentite, c'è la faremo! Non abbiate paura". Al termine del suo breve intervento la Singh ricorda: "ebbe l'effetto di una magia. Tutti si rilassarono e iniziarono ad indagare sulle cause del problema è a cercare una possibile soluzione. Si passò dalla disperazione alla speranza è alla concentrazione..."



Ma finita la "magia", la dura realtà presenta il suo conto....

I soldi stanno per finire e non si sa nemmeno se il problema del secondo lancio è stato risolto. Musk trova i fondi per assemblare il quarto razzo, ma ha poco tempo: se non trova altri fondi entro la fine del 2008 non potrà pagare costi ricorrenti (stipendi, affitti, etc...)

Quarto lancio:

Non avendo più tempo Musk decide che il Falcon 1 verrà inviato all'atollo non più in barca (al momento dell'arrivo in nave l'azienda sarebbe già fallita), ma per via aerea.

Noleggia un aereo cargo militare per volare da Los Angeles alle Hawaii a Kwaj. Grande idea, se non fosse che il corpo del primo stadio è un sottilissimo strato metallico e nel momento in cui l'aereo ha cominciato la discesa, dalla cabina

quelli di SpaceX hanno cominciato a sentire inquietanti rumori metallici.

Uno dei tecnici si gira indietro e vede il metallo del primo stadio che inizia ad accartocciarsi a causa dell'aumento di pressione atmosferica, come questa lattina di coca cola.



Viene detto al pilota di risalire per guadagnare tempo. Devono immediatamente escogitare una soluzione: hanno solo 30 minuti prima che il carburante finisca.

Tirano fuori i coltellini svizzeri, tagliano l'involucro protettivo in plastica e usando un kit di manutenzione sull'aereo, svitano alcuni bulloni in modo che l'aria possa entrare anche all'interno del razzo compensando la pressione esterna.

Atterrati, erano le 3 di notte a Los Angeles, avvisano Elon Musk del problema. l'esterno del missile è ammaccato in più punti, le paratie del serbatoio rotte. In una azienda normale ci sarebbero voluti mesi per riparare il razzo. Musk invece manda una task force di ingegneri con le parti di ricambio per riparare il razzo al più presto. Due settimane dopo era tutto a posto.

Il quarto e probabilmente ultimo lancio avvenne il 28 settembre 2008. Tutti avevano lavorato giorno e notte, nel tardo pomeriggio un Falcon1 viene eretto per la quarta volta sulla rampa di lancio, il personale sull'isola e i dipendenti di Space X sanno che questo è probabilmente l'ultima occasione per poter proseguire questa avventura. Se questo lancio fallisce la possibilità di accedere ai grandi appalti della NASA svanisce per sempre, in gioco c'è di più dell'orgoglio degli operai, progettisti ed ingegneri, c'è la vita stessa della Space X.

Il webcast è stato migliorato, l'evento era diventato spettacolare per dipendenti e uno



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 38° - Anno10 – N° 3 - 1/09/2018

show per il pubblico, due marketing manager dell'azienda con il ruolo di commentatori avevano illustrato per venti minuti i vari aspetti tecnici, questa volta il Falcon1 non portava un carico vero e proprio, nessun contractor voleva perdere un altro satellite, quindi il payload consisteva solo in 163 chilogrammi di zavorra.

Elon Musk per smorzare l'enorme stress del momento provò un po' di distrazione portando, assieme al fratello Kimbal, i propri figli a Disneyland arrivando al camper che fungeva da Mission Control solo due minuti prima del lancio. La tensione è alle stelle, James McLaury, metrology manager di SpaceX ricorda: "le persone che ci guardavano dalla fabbrica si sforzavano di non vomitare...", in conto alla rovescia scorreva inesorabile mentre i due commentatori seguivano scandendo i secondi a ritroso, a T. 00.00, il LIFT-OFF!!!

Il motore Merlin inizia a rombare e lentamente il razzo spicca il volo, decollo avvenuto!!!

Presso la Space X si levarono grida di giubilo che riempirono il webcast, Jeremy Hollman si emoziona non poco nel vedere il motore Merlin funzionare a dovere dopo averlo visto esplodere decine di volte nei test definendole eufemisticamente "smontaggi rapidi non previsti", novanta secondi più tardi si separa il primo stadio e il motore Krestel con un lampo rosso entra in azione per sei minuti, il webcast si riempie delle grida di visibilio dei dipendenti mentre i commentatori esclamano:"perfetto". McLaury ricorda: "quando si staccò il secondo stadio riuscii finalmente a respirare di nuovo e le ginocchia smisero finalmente di tremarmi".

La carenatura si distacca ricadendo verso terra, e dopo nove minuti di volo praticamente perfetti, il Falcon 1 spegne i motori entrando in orbita e diventando il primo lanciatore costruito da un privato, a compiere questa impresa.

Kimbal racconta: "quando il lancio è andato bene al Mission Control tutti sono scoppiati a piangere, è stata una delle esperienze più emozionanti della mia vita".

Elon Musk uscì dalla sala controllo missione ed entrò in fabbrica dove fu accolto come una Rock Star, "beh, è stato fantastico, molte persone pensavano che non ci saremmo riusciti, proprio

tante, ma come si suol dire, il quarto tentativo è la volta buona....."

Sei anni (quattro e mezzo in più del previsto), cinquecento persone, tre lanci falliti (la NASA ne conta molti di più con i suoi razzi Atlas e Redstone), conti spesso in rosso e tanti mal di pancia, nonostante tutto questo la Space X e Elon Musk hanno vinto, questa ardua sfida....

Tutto è andato per il meglio e grazie a questo lancio il 23 dicembre 2008 la NASA decide di finanziare con 1,6 miliardi di dollari SpaceX per 12 missioni di rifornimento alla ISS.

Con questa iniezione di denaro SpaceX supera le difficoltà e diviene la grande Azienda di oggi.

Incredibile, non è vero?



Elon Musk