

# In viaggio sull'astronave a vela

LA STAMPA

## Tutto scienze

Settimanale di scienza e tecnologia

Anno 123 - Numero 104 - LA STAMPA - N. 11 - Mercoledì 19 Aprile 1989 - 362

Come funziona la navicella a pressione di radiazione

### Un raggio di Sole al posto del vento

ALLA distanza media della Terra dal Sole (una "unità astronomica", 149,6 milioni di chilometri) la potenza della radiazione solare è di circa 1,4 kilowatt per metro quadrato. Si conoscono diversi metodi per sfruttare tale potenza, ma tutti implicano il degrado della potenza fornita in calore, oppure l'energia potenziale di coppie «elettrone-buca» e la loro successiva conversione in elettricità (processo fotovoltaico). Ma a differenza dell'energia irradiata isotropicamente (cioè in tutte le direzioni) dalle particelle nucleari, l'energia solare è altamente direzionale. Sarebbe desiderabile poter impiegare questa energia senza doverla trasformare prima in elettricità e successivamente in energia cinetica di una sostanza propellente. La «vela solare» offre questa possibilità di impiego.

**Già avviati studi per costruire un veicolo spaziale che potrebbe esplorare i pianeti interni: Venere e Mercurio**

motorizzazione di veicoli che abbiano già raggiunto con i sistemi tradizionali (razzi chimici) l'orbita operativa. Tecnologicamente, la vela solare consiste in una superficie di alluminio spalmata di una delle facce mediante deposizione di uno strato di alluminio di

circa 0,0000001 chilogrammi per metro quadrato; questo valore raddoppia se tutta la luce viene riflessa dalla superficie illuminata. Poiché l'energia solare è direzionale, la propulsione a vela solare si effettua come nel caso delle imbarcazioni a vela, che sfruttano l'azione del vento sulle vele della barca. La vela solare offre perciò un modo di propulsione spaziale idoneo alla

di un veicolo in viaggio nel sistema solare può dunque utilizzare la pressione esercitata sulla vela dalla radiazione del Sole. Sebbene alla distanza della Terra dal Sole, sia molto piccola, la forza che la radiazione genera su di una vela sufficientemente ampia e in grado di accelerare un veicolo che, già in condizione di moto orbitale, non è soggetto a sensibile resistenza gassinamica.

La perplessità che il valore estremamente basso della pressione radiativa — e quindi della spinta ottenibile — fa sorgere, scompare se si tiene presente che la pressione della luce solare fa la causa principale che, nel 1962, fece deviare dall'orbita periterra il satellite americano «Echo», un pallone del

diametro di 30 metri e di piccola massa (64 chili) impiegato per le telecomunicazioni «passivo» perché si limitava a riflettere segnali radio sparsi dalla Terra.

Dal punto di vista delle prestazioni e della semplicità di progetto, il concetto della vela solare è interessante per alcuni tipi di missione. Ovviamente, non si può impiegare nella fase di lancio dalla Terra, tuttavia si può «spingere» per raggiungere la velocità di evasione dalla Terra e per trasferire l'impulso di leggera spinta al veicolo. Quest'ultimo potrebbe proporzionare la configurazione che, illustrata, indica come un veicolo a vela solare può raggiungere la velocità

di evasione dalla Terra spiegando ed ammannando la vela nelle posizioni opportune dell'orbita; la traiettoria che ne risulta è una spirale logaritmica.

Vari ricercatori hanno analizzato l'aspetto tecnologico di questo modo di propulsione, giungendo alla conclusione che il secondo è strettamente collegato con il primo. Si intuisce infatti, che per ottenere risultati interessanti occorre che la vela sia quanto più e possibile leggera rispetto al veicolo. Quest'ultimo potrebbe proporzionare la configurazione che, illustrata, indica come un veicolo a vela solare può raggiungere la velocità

di evasione dalla Terra spiegando ed ammannando la vela nelle posizioni opportune dell'orbita; la traiettoria che ne risulta è una spirale logaritmica.

Vari ricercatori hanno analizzato l'aspetto tecnologico di questo modo di propulsione, giungendo alla conclusione che il secondo è strettamente collegato con il primo. Si intuisce infatti, che per ottenere risultati interessanti occorre che la vela sia quanto più e possibile leggera rispetto al veicolo. Quest'ultimo potrebbe proporzionare la configurazione che, illustrata, indica come un veicolo a vela solare può raggiungere la velocità

di evasione dalla Terra spiegando ed ammannando la vela nelle posizioni opportune dell'orbita; la traiettoria che ne risulta è una spirale logaritmica.

Vari ricercatori hanno analizzato l'aspetto tecnologico di questo modo di propulsione, giungendo alla conclusione che il secondo è strettamente collegato con il primo. Si intuisce infatti, che per ottenere risultati interessanti occorre che la vela sia quanto più e possibile leggera rispetto al veicolo. Quest'ultimo potrebbe proporzionare la configurazione che, illustrata, indica come un veicolo a vela solare può raggiungere la velocità

di evasione dalla Terra spiegando ed ammannando la vela nelle posizioni opportune dell'orbita; la traiettoria che ne risulta è una spirale logaritmica.

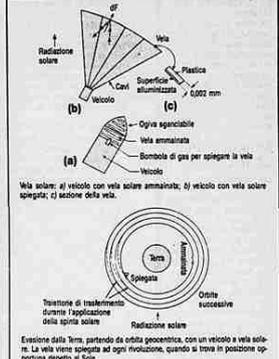
Vari ricercatori hanno analizzato l'aspetto tecnologico di questo modo di propulsione, giungendo alla conclusione che il secondo è strettamente collegato con il primo. Si intuisce infatti, che per ottenere risultati interessanti occorre che la vela sia quanto più e possibile leggera rispetto al veicolo. Quest'ultimo potrebbe proporzionare la configurazione che, illustrata, indica come un veicolo a vela solare può raggiungere la velocità

di evasione dalla Terra spiegando ed ammannando la vela nelle posizioni opportune dell'orbita; la traiettoria che ne risulta è una spirale logaritmica.

Vari ricercatori hanno analizzato l'aspetto tecnologico di questo modo di propulsione, giungendo alla conclusione che il secondo è strettamente collegato con il primo. Si intuisce infatti, che per ottenere risultati interessanti occorre che la vela sia quanto più e possibile leggera rispetto al veicolo. Quest'ultimo potrebbe proporzionare la configurazione che, illustrata, indica come un veicolo a vela solare può raggiungere la velocità

di evasione dalla Terra spiegando ed ammannando la vela nelle posizioni opportune dell'orbita; la traiettoria che ne risulta è una spirale logaritmica.

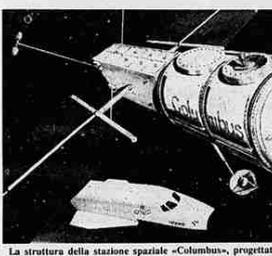
Vari ricercatori hanno analizzato l'aspetto tecnologico di questo modo di propulsione, giungendo alla conclusione che il secondo è strettamente collegato con il primo. Si intuisce infatti, che per ottenere risultati interessanti occorre che la vela sia quanto più e possibile leggera rispetto al veicolo. Quest'ultimo potrebbe proporzionare la configurazione che, illustrata, indica come un veicolo a vela solare può raggiungere la velocità



UN veicolo spaziale in orbita terrestre bassa compie il giro del globo in circa 90 minuti e affronta di continuo il passaggio dal sole all'ombra. L'esposizione diretta alle radiazioni solari e alla luce riflessa dalla Terra, sia nello spettro visibile sia nell'infrarosso, ne riscalda la superficie esterna fino a 150 gradi. La parte in orbita, invece, rimane a una temperatura di 150 gradi al sotto zero. Condizioni così estreme impongono accorgimenti particolari per proteggere le apparecchiature elettroniche e l'uomo, quando è presente, da sbalzi di temperatura.

### Il condizionamento termico di Columbus e Hermes

## Le stazioni spaziali tra gelo e canicola



La struttura della stazione spaziale «Columbus», progettata per ricerche in microgravità

capillare. Essi contengono una piccola quantità di un fluido che evapora dove la temperatura è più alta e va a condensarsi dove è minore, tornando poi indietro per azione capillare. Il fluido trasferisce così il calore da una zona all'altra con un sistema di circolazione privo di parti meccaniche in movimento.

Quando occorre smaltire grandi quantità di calore, bisogna ricorrere a impianti di controllo attivo della temperatura, con circuiti, pompe, scambiatori. È il caso del laboratorio orbitale Columbus, il cui controllo termico, attivo e passivo, è affidato al Gruppo sistemi spaziali dell'Aeritalia. L'azienda italiana, che ha realizzato il sistema di controllo termico

tenuto dalle pile a combustibile che forniscono l'energia elettrica agli apparati di bordo, mentre l'antenna vera portata in volo in appositi scomparti. Gli evaporatori saranno impiegati sia nelle fasi atmosferiche del volo sia in orbita, per smaltire i picchi di carico termico. L'acqua potrà essere adoperata al di sopra di 40 centimetri d'altezza, mentre per refrigerare la navetta al di sotto di questa quota entreranno in funzione gli evaporatori ad ammoniac.

Esiste poi il problema della protezione dalle alte temperature durante il rientro nell'atmosfera. L'Aeritalia potrebbe essere scelta anche per la realizzazione dello «scudo» termico di Hermes, che ripartirà le parti più esposte al riscaldamento atmosferico e che sarà composto da un rivestimento di «plastiche» in ceramica e da uno strato isolante (tmi, infatti, multistrato) in piane interposto tra le plastiche e la struttura portante del veicolo.

L'8mi sarà costituito da diversi strati di materiali metallici (inossidabile e piastre) per i fogli più interni e inframmezzati con feltro di quarzo e di allumina. Ciascun foglio di feltro è ricoperto da uno spessore complessivo tra i 5 e i 15 centimetri, per un totale di 10 centimetri.

Il sistema è diverso rispetto a quello impiegato sullo Shuttle. Sulla navetta americana, infatti, i pannelli radianti non potranno essere impiegati. Perciò il sistema di controllo termico della navetta comprenderà — in aggiunta — degli «evaporatori» capaci di dissipare il calore attraverso la vaporizzazione di acqua o di ammoniac.

L'acqua utilizzata sarà ot-

tenuto dalle pile a combustibile che forniscono l'energia elettrica agli apparati di bordo, mentre l'antenna vera portata in volo in appositi scomparti. Gli evaporatori saranno impiegati sia nelle fasi atmosferiche del volo sia in orbita, per smaltire i picchi di carico termico. L'acqua potrà essere adoperata al di sopra di 40 centimetri d'altezza, mentre per refrigerare la navetta al di sotto di questa quota entreranno in funzione gli evaporatori ad ammoniac.

Esiste poi il problema della protezione dalle alte temperature durante il rientro nell'atmosfera. L'Aeritalia potrebbe essere scelta anche per la realizzazione dello «scudo» termico di Hermes, che ripartirà le parti più esposte al riscaldamento atmosferico e che sarà composto da un rivestimento di «plastiche» in ceramica e da uno strato isolante (tmi, infatti, multistrato) in piane interposto tra le plastiche e la struttura portante del veicolo.

L'8mi sarà costituito da diversi strati di materiali metallici (inossidabile e piastre) per i fogli più interni e inframmezzati con feltro di quarzo e di allumina. Ciascun foglio di feltro è ricoperto da uno spessore complessivo tra i 5 e i 15 centimetri, per un totale di 10 centimetri.

Il sistema è diverso rispetto a quello impiegato sullo Shuttle. Sulla navetta americana, infatti, i pannelli radianti non potranno essere impiegati. Perciò il sistema di controllo termico della navetta comprenderà — in aggiunta — degli «evaporatori» capaci di dissipare il calore attraverso la vaporizzazione di acqua o di ammoniac.

L'acqua utilizzata sarà ot-

tenuto dalle pile a combustibile che forniscono l'energia elettrica agli apparati di bordo, mentre l'antenna vera portata in volo in appositi scomparti. Gli evaporatori saranno impiegati sia nelle fasi atmosferiche del volo sia in orbita, per smaltire i picchi di carico termico. L'acqua potrà essere adoperata al di sopra di 40 centimetri d'altezza, mentre per refrigerare la navetta al di sotto di questa quota entreranno in funzione gli evaporatori ad ammoniac.

Esiste poi il problema della protezione dalle alte temperature durante il rientro nell'atmosfera. L'Aeritalia potrebbe essere scelta anche per la realizzazione dello «scudo» termico di Hermes, che ripartirà le parti più esposte al riscaldamento atmosferico e che sarà composto da un rivestimento di «plastiche» in ceramica e da uno strato isolante (tmi, infatti, multistrato) in piane interposto tra le plastiche e la struttura portante del veicolo.

L'8mi sarà costituito da diversi strati di materiali metallici (inossidabile e piastre) per i fogli più interni e inframmezzati con feltro di quarzo e di allumina. Ciascun foglio di feltro è ricoperto da uno spessore complessivo tra i 5 e i 15 centimetri, per un totale di 10 centimetri.

Il sistema è diverso rispetto a quello impiegato sullo Shuttle. Sulla navetta americana, infatti, i pannelli radianti non potranno essere impiegati. Perciò il sistema di controllo termico della navetta comprenderà — in aggiunta — degli «evaporatori» capaci di dissipare il calore attraverso la vaporizzazione di acqua o di ammoniac.

L'acqua utilizzata sarà ot-

tenuto dalle pile a combustibile che forniscono l'energia elettrica agli apparati di bordo, mentre l'antenna vera portata in volo in appositi scomparti. Gli evaporatori saranno impiegati sia nelle fasi atmosferiche del volo sia in orbita, per smaltire i picchi di carico termico. L'acqua potrà essere adoperata al di sopra di 40 centimetri d'altezza, mentre per refrigerare la navetta al di sotto di questa quota entreranno in funzione gli evaporatori ad ammoniac.

Esiste poi il problema della protezione dalle alte temperature durante il rientro nell'atmosfera. L'Aeritalia potrebbe essere scelta anche per la realizzazione dello «scudo» termico di Hermes, che ripartirà le parti più esposte al riscaldamento atmosferico e che sarà composto da un rivestimento di «plastiche» in ceramica e da uno strato isolante (tmi, infatti, multistrato) in piane interposto tra le plastiche e la struttura portante del veicolo.

L'8mi sarà costituito da diversi strati di materiali metallici (inossidabile e piastre) per i fogli più interni e inframmezzati con feltro di quarzo e di allumina. Ciascun foglio di feltro è ricoperto da uno spessore complessivo tra i 5 e i 15 centimetri, per un totale di 10 centimetri.

Il sistema è diverso rispetto a quello impiegato sullo Shuttle. Sulla navetta americana, infatti, i pannelli radianti non potranno essere impiegati. Perciò il sistema di controllo termico della navetta comprenderà — in aggiunta — degli «evaporatori» capaci di dissipare il calore attraverso la vaporizzazione di acqua o di ammoniac.

L'acqua utilizzata sarà ot-

tenuto dalle pile a combustibile che forniscono l'energia elettrica agli apparati di bordo, mentre l'antenna vera portata in volo in appositi scomparti. Gli evaporatori saranno impiegati sia nelle fasi atmosferiche del volo sia in orbita, per smaltire i picchi di carico termico. L'acqua potrà essere adoperata al di sopra di 40 centimetri d'altezza, mentre per refrigerare la navetta al di sotto di questa quota entreranno in funzione gli evaporatori ad ammoniac.

Esiste poi il problema della protezione dalle alte temperature durante il rientro nell'atmosfera. L'Aeritalia potrebbe essere scelta anche per la realizzazione dello «scudo» termico di Hermes, che ripartirà le parti più esposte al riscaldamento atmosferico e che sarà composto da un rivestimento di «plastiche» in ceramica e da uno strato isolante (tmi, infatti, multistrato) in piane interposto tra le plastiche e la struttura portante del veicolo.

L'8mi sarà costituito da diversi strati di materiali metallici (inossidabile e piastre) per i fogli più interni e inframmezzati con feltro di quarzo e di allumina. Ciascun foglio di feltro è ricoperto da uno spessore complessivo tra i 5 e i 15 centimetri, per un totale di 10 centimetri.

Il sistema è diverso rispetto a quello impiegato sullo Shuttle. Sulla navetta americana, infatti, i pannelli radianti non potranno essere impiegati. Perciò il sistema di controllo termico della navetta comprenderà — in aggiunta — degli «evaporatori» capaci di dissipare il calore attraverso la vaporizzazione di acqua o di ammoniac.

L'acqua utilizzata sarà ot-

tenuto dalle pile a combustibile che forniscono l'energia elettrica agli apparati di bordo, mentre l'antenna vera portata in volo in appositi scomparti. Gli evaporatori saranno impiegati sia nelle fasi atmosferiche del volo sia in orbita, per smaltire i picchi di carico termico. L'acqua potrà essere adoperata al di sopra di 40 centimetri d'altezza, mentre per refrigerare la navetta al di sotto di questa quota entreranno in funzione gli evaporatori ad ammoniac.

Esiste poi il problema della protezione dalle alte temperature durante il rientro nell'atmosfera. L'Aeritalia potrebbe essere scelta anche per la realizzazione dello «scudo» termico di Hermes, che ripartirà le parti più esposte al riscaldamento atmosferico e che sarà composto da un rivestimento di «plastiche» in ceramica e da uno strato isolante (tmi, infatti, multistrato) in piane interposto tra le plastiche e la struttura portante del veicolo.

L'8mi sarà costituito da diversi strati di materiali metallici (inossidabile e piastre) per i fogli più interni e inframmezzati con feltro di quarzo e di allumina. Ciascun foglio di feltro è ricoperto da uno spessore complessivo tra i 5 e i 15 centimetri, per un totale di 10 centimetri.

Il sistema è diverso rispetto a quello impiegato sullo Shuttle. Sulla navetta americana, infatti, i pannelli radianti non potranno essere impiegati. Perciò il sistema di controllo termico della navetta comprenderà — in aggiunta — degli «evaporatori» capaci di dissipare il calore attraverso la vaporizzazione di acqua o di ammoniac.

L'acqua utilizzata sarà ot-

tenuto dalle pile a combustibile che forniscono l'energia elettrica agli apparati di bordo, mentre l'antenna vera portata in volo in appositi scomparti. Gli evaporatori saranno impiegati sia nelle fasi atmosferiche del volo sia in orbita, per smaltire i picchi di carico termico. L'acqua potrà essere adoperata al di sopra di 40 centimetri d'altezza, mentre per refrigerare la navetta al di sotto di questa quota entreranno in funzione gli evaporatori ad ammoniac.

Esiste poi il problema della protezione dalle alte temperature durante il rientro nell'atmosfera. L'Aeritalia potrebbe essere scelta anche per la realizzazione dello «scudo» termico di Hermes, che ripartirà le parti più esposte al riscaldamento atmosferico e che sarà composto da un rivestimento di «plastiche» in ceramica e da uno strato isolante (tmi, infatti, multistrato) in piane interposto tra le plastiche e la struttura portante del veicolo.

L'8mi sarà costituito da diversi strati di materiali metallici (inossidabile e piastre) per i fogli più interni e inframmezzati con feltro di quarzo e di allumina. Ciascun foglio di feltro è ricoperto da uno spessore complessivo tra i 5 e i 15 centimetri, per un totale di 10 centimetri.

Il sistema è diverso rispetto a quello impiegato sullo Shuttle. Sulla navetta americana, infatti, i pannelli radianti non potranno essere impiegati. Perciò il sistema di controllo termico della navetta comprenderà — in aggiunta — degli «evaporatori» capaci di dissipare il calore attraverso la vaporizzazione di acqua o di ammoniac.

L'acqua utilizzata sarà ot-

**Questa settimana**  
scopia, di Roberto Jona, Università di Torino /

**ASTRONAUTICA:** Si progetta una sonda spaziale spinta dalla radiazione del Sole, di Aurelio Robotti, Politecnico di Torino / **ENERGIA:** La fusione nucleare a freddo rievocata in discussione le basi della chimica, di Paolo Anglesio e Michele Mantegna, dipartimento di Energetica, Politecnico di Torino / **CHIMICA:** I coloranti usati in micro-

**ZOOLOGIA:** L'invasione dei castorini, dell'etologa Isabella Lattes Coifmann / **MEDICINA:** Effetti dell'alcol sui feti, di Ezio Giacobini, Università del Sud Illinois

**LA STAMPA**

**LA STAMPA**



SOME RIGHTS RESERVED