

Reptes dels viatges espacials (tripulats i interplanetaris)

Vicenç Companys

15/11/2018

Algunes fites de l'exploració espacial



1944	Coet A4 arriba a l'espai exterior (>100 km)
1957	Sputnik-1, primer satèl·lit artificial orbita la Terra
1961	Primer Astronauta en òrbita al voltant de la Terra
1959	Luna-1 passa per la Lluna
1962	Mariner-2 passa per Venus
1969	Els humans caminen sobre la Lluna
1971	Estació orbital Saljut-1
1973	Estació orbital Skylab
1976	Sondes Viking aterren amb èxit a Mart
1986	Estació orbital Mir
1998	Estació Orbital Internacional (ISS)
2022	Estació Gateway a la Lluna



Alguns reptes dels vols tripulats:



Els astronautes necessiten espai físic suficient ($75 \text{ m}^3/\text{astronauta}$).

Compartiments pressuritzats, control dels components de l'atmosfera, temperatures i humitat adequades. Eliminació de tòxics.

Temperatura entre 18-27 graus. Humitat entre 25% i 70%.

Limitació de radiació. Refugi per tempestes.

Protecció contra impacte de meteorits.

Equipament per facilitar activitats humanes essencials. Menjar, beure, dormir, higiene, exercici físic, activitats socials, comunicació, espai privat...

Els astronautes estan sotmesos a carregues dinàmiques, acústiques, etc.

Efectes de gravetat 0: problemes cardiovasculars, reducció de massa muscular, matèria gris.

Consumibles: aliments, 10 l aigua/dia, 1 kg O₂/dia... Reciclatge es obligatori.

Equipament tècnic pel manteniment de la nau (rescloses, ports, ancoratges, vestits pressuritzats, guies de seguretat).

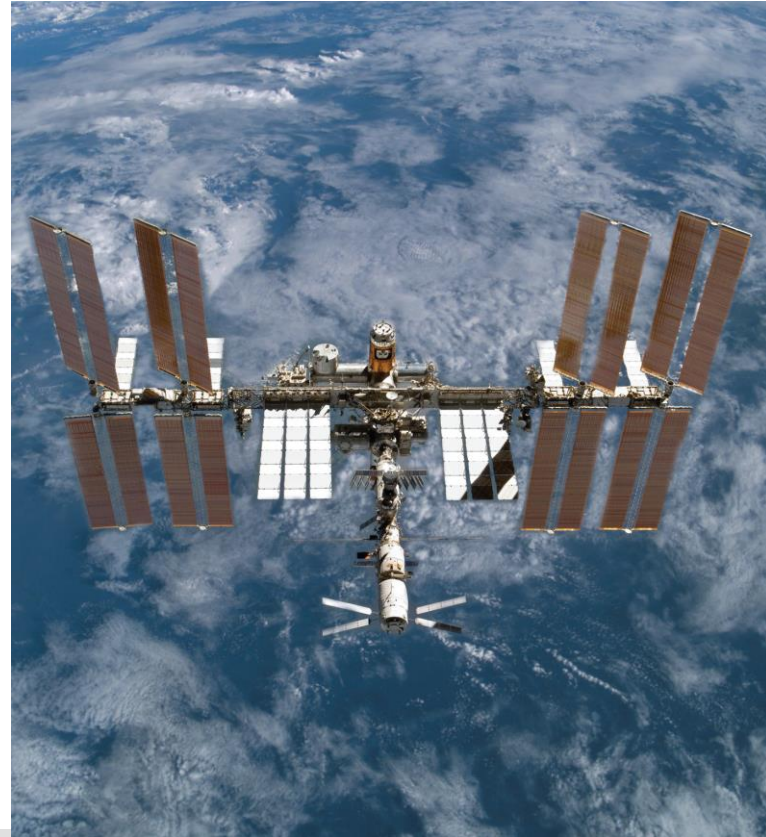


Estació Espacial Internacional (algunes dades)



Infraestructura en òrbita a la Terra tripulada permanent amb una capacitat per 6 astronautes.

Massa:	450 t
Dimensions [m]:	108x74x45
Volum:	1200 m ³
Alçada orbital:	320-400 km
Integració:	~40 llançaments
Potència el.:	120 kW
Cost:	150 G\$



Reptes dels viatges interplanetaris:

Trajectòries de llarga durada. Anar i tornar a Mart 500-1000 dies.

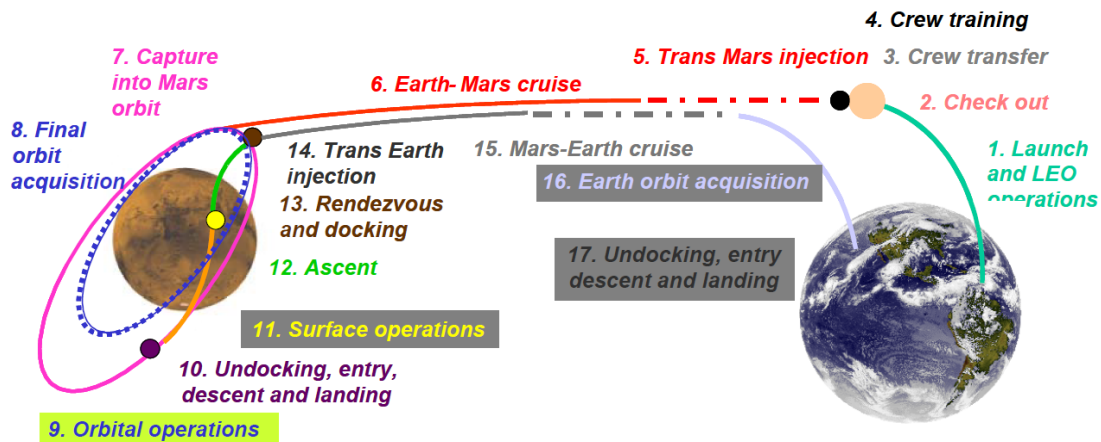
Maniobres grans. Requeriments importants pels sistemes de propulsió.

Comunicacions retardades, requerint grans antenes.

Control tèrmic i generació elèctrica compatible amb distàncies variables al Sol.

En general els viatges no es poden interrompre per retorn a la Terra.

No és possible o és complicat enviar subministres.



Viatge tripulat a Mart:

Viatge possible en determinades finestres.

Ja hi ha experiència ampla en vols no tripulats:

- però registre de fallades és molt elevat.

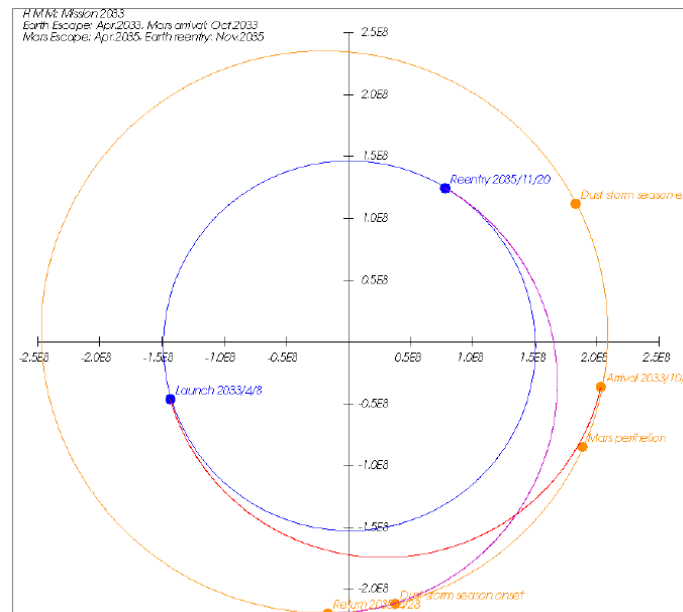
Es necessita aterrar una massa important per poder tornar (petit coet, almenys 45 t).

Per tant descens i aterratge a Mart són crítics:

- Escut protector de grans dimensions,
- o frenada per coet.

Estació de tempestes imposa restriccions.

Contaminació biològica! (en els dos sentits)



Mission	Max. TMI [km/s]	Max. MOI [km/s]	E→M cost [km/s]	Max. TEI [km/s]	Total Δv [km/s]	Max. V _{arr} [km/s]	E→M dur. [d]	Mars dur. [d]	M→E dur. [d]	Tot. dur. [d]
2028	3.637	0.975	4.585	1.977	6.562	5.793	306	423	256	971
2031	3.717	1.310	4.946	1.969	6.915	4.255	285	490	225	996
2033	3.639	1147	4.786	2.254	7.040	3.052	200	571	207	962
2035	3.696	0.794	4.450	2.595	7.045	3.736	204	560	271	1033
2037	4.005	0.918	4.797	2.366	7.163	2.926	360	390	287	997
2039	3.810	0.745	4.492	2.159	6.651	3.091	342	362	306	992
2041	3.658	0.707	4.365	2.053	6.418	4.151	323	372	334	1022
2043	3.619	0.877	4.495	1.955	6.450	5.525	311	405	337	1041

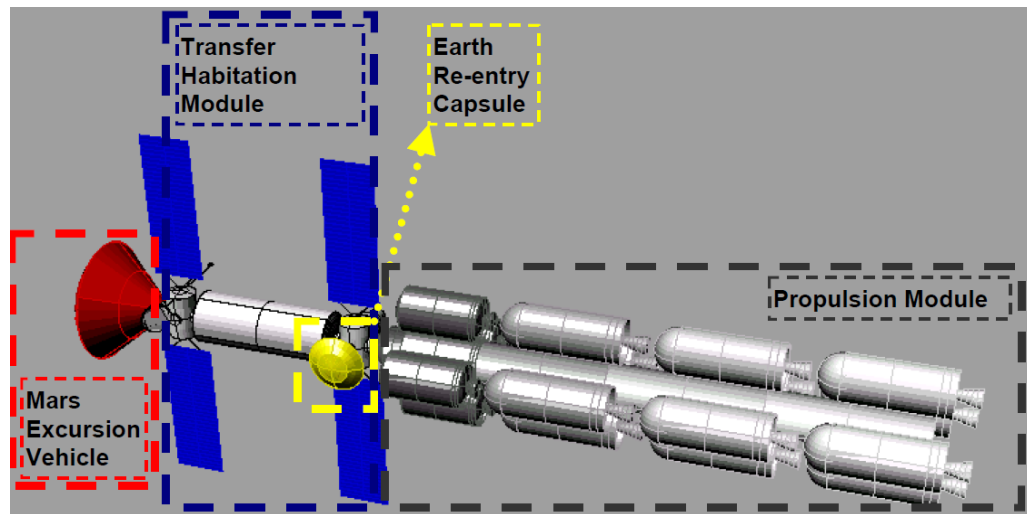


Table 2-2: Comparison of Characteristics for Opportunities 2028 Through 2043

Viatge tripulat a Mart:

De moment només és plausible amb propulsió convencional.
Propulsió iònica no viable per naus grans i viatges “curts”.
Múltiples etapes de propulsió, per eliminar massa no necessària.
Combustibles criogènics o conservables en temperatura ambient.

Naus de grans dimensions i massa.
Integració de la nau en òrbita propera a la Terra.



Algunes consideracions



Els vols tripulats interplanetaris presenten grans reptes tecnològics.

El risc i impacte pels astronautes és molt alt.

Els impactes mediambientals i de consum de recursos de la Terra són enormes.

El cost econòmic és enorme.

Però els projectes espacials catalitzen la capacitat dels humans per aconseguir grans avanços.

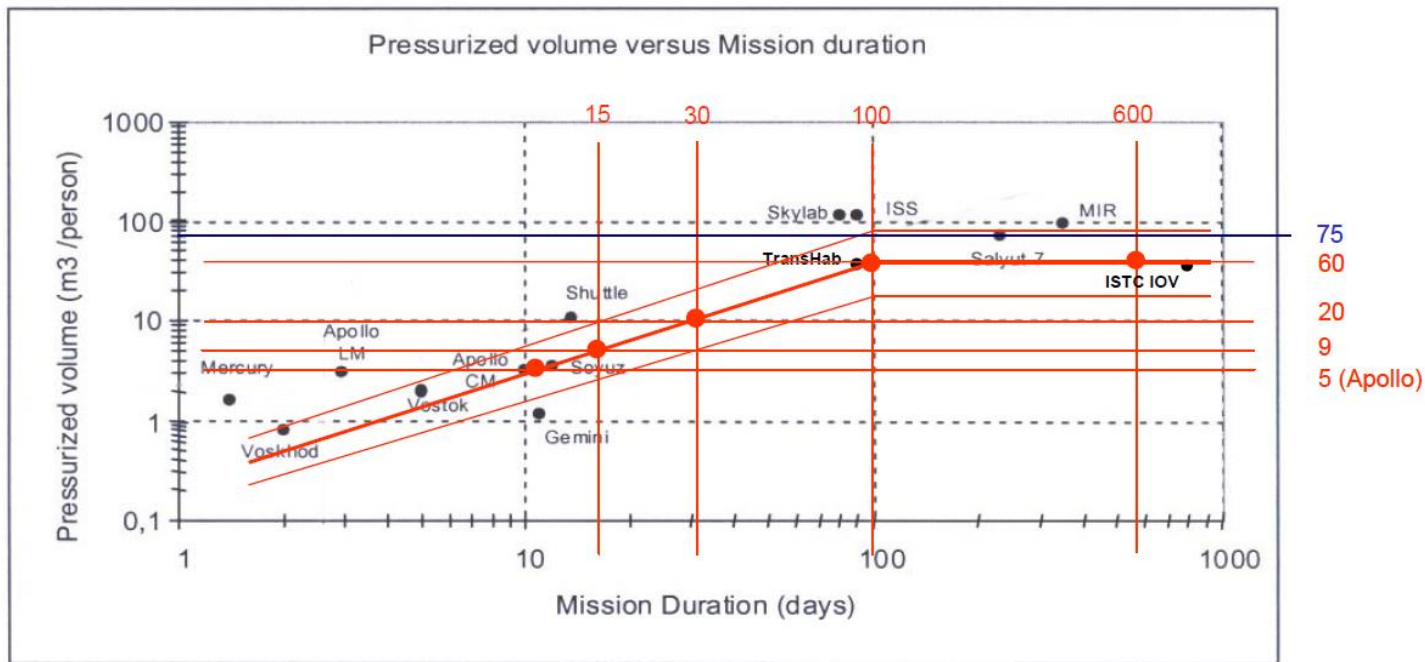
Cal fer una anàlisi raonada i serena dels beneficis i costos dels viatges espacials



Material adicional

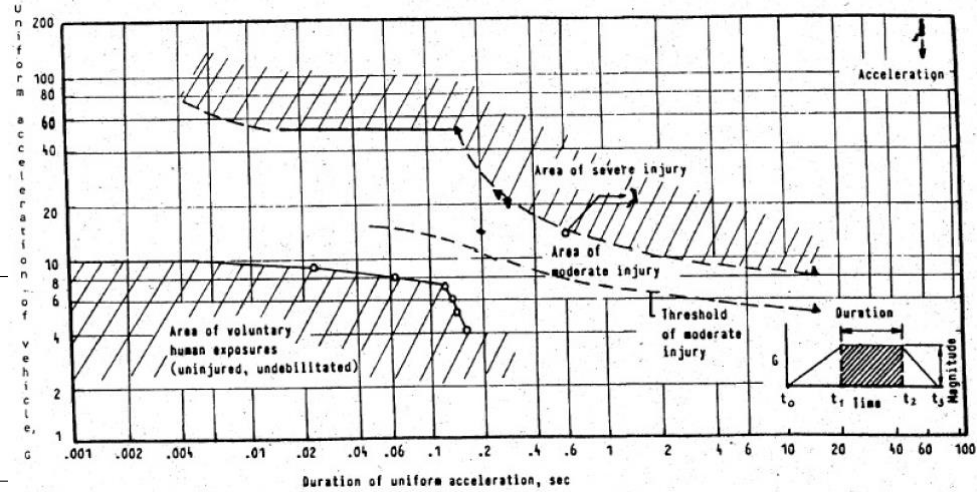
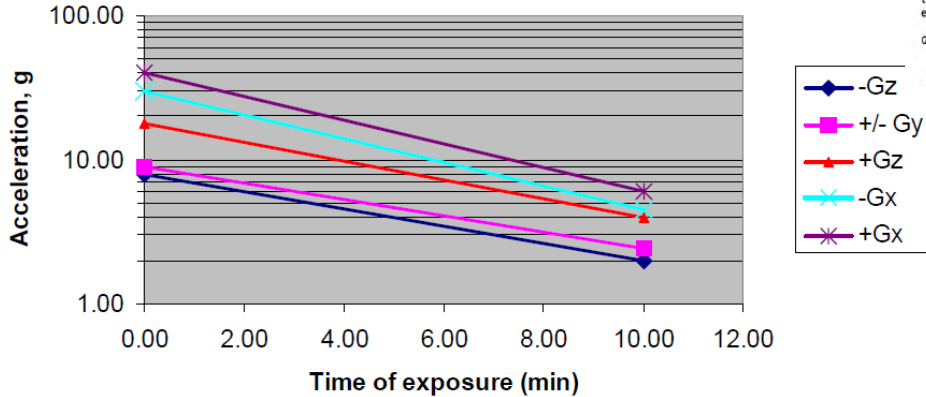


Espai pressuritzat disponible:

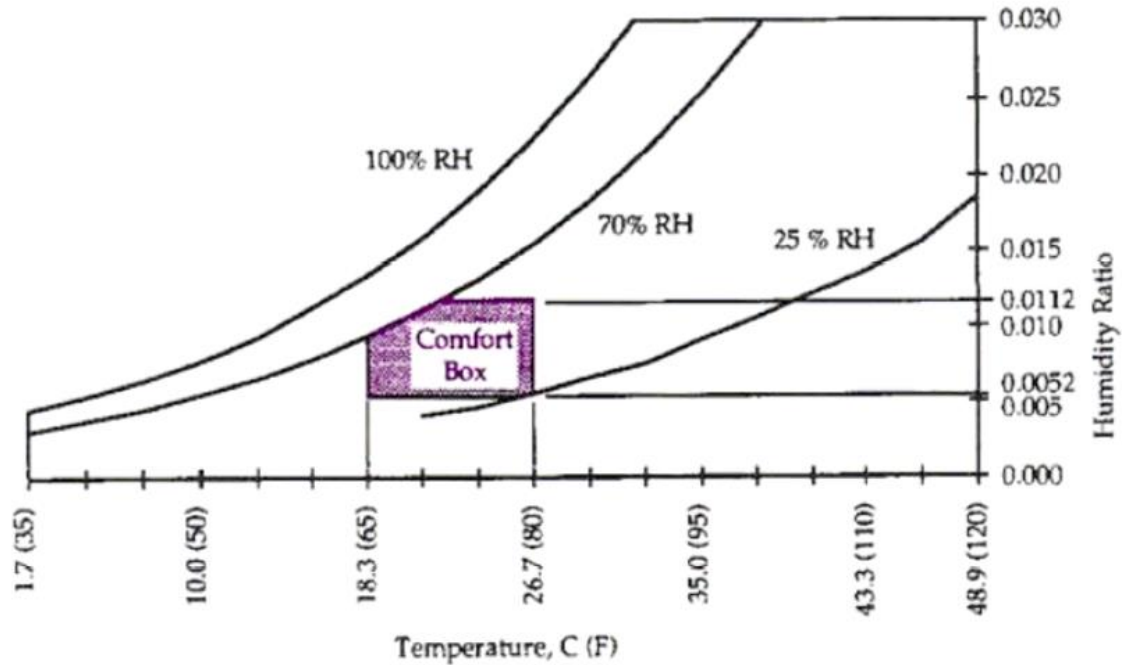


Carregues màximes d'acceleració:

Limits on Linear Acceleration for Unconditioned, Properly Restrained Crew



Nivells de temperatura i humitat:



Necessitats biològiques:

	Per day	Per mission
Total metabolic needs		
Energy consumption (W*h)	18 053	17 385 078
Energy consumption (MJ)	65.0	62 587
Oxygen consumption (m ³)	3	3120
Oxygen consumption (kg)	5	4458
Drinking water (m ³)	0	16
Drinking water (kg)	17	16424
Dry food (kg)	4	3894
Total waste production		
Faeces (kg)	0	428
Carbon dioxide production (m ³)	3	2570
Metabolic water production (kg)	2	1842
Urine production (kg)	9	8902
Faecal liquids (kg)	0	462
Insensible water (kg)	9	8902
Additional informtion		
Hygiene water (kg)	24	23112
Nitrogen (kg)		91

Table 3-12: Metabolic needs and products of the crew

6 member crew

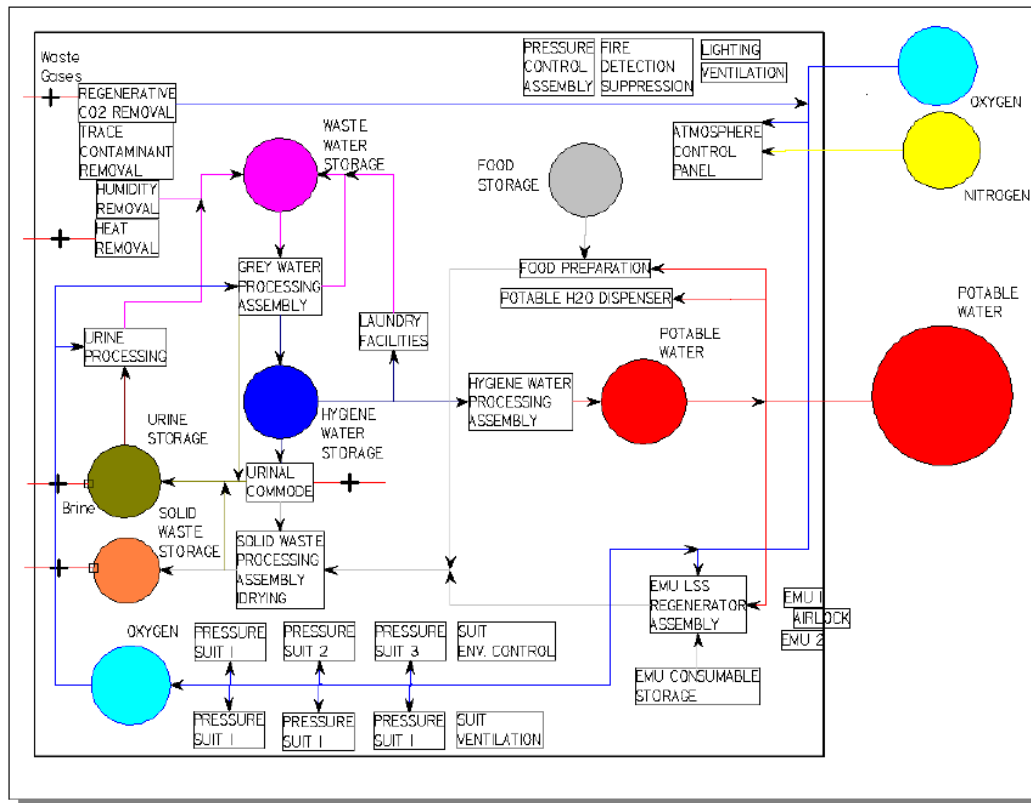


Figure 3-31: Mars THM LSS design

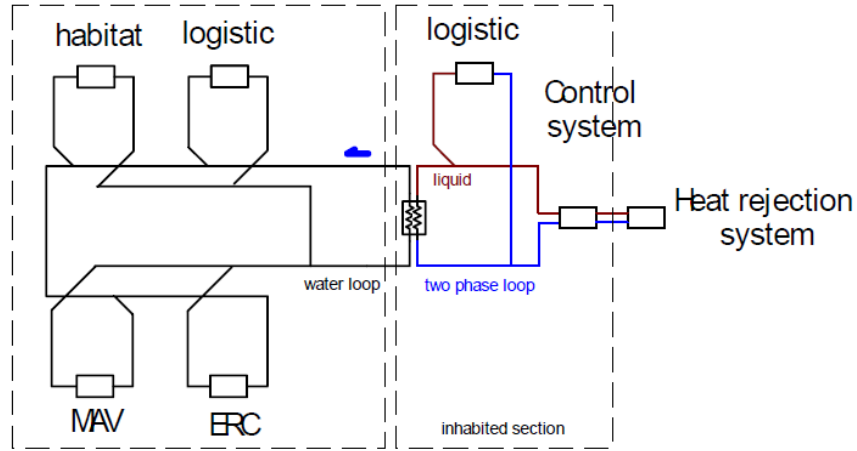


Figure 3-32: Thermal bus (primary and secondary loop)

6 member crew