

Kap. freg. NIKOLA SAFONOV
Zagreb

Let prema Marsu

Želja čoveka da što pre proдре u daleke i nepoznate predele Svemira nema granica. Problem leta na Mesec je za sada svakako dominantan, premda se ne može još ni približno definirati datum izvršenja takvog leta sa posadom. Obimne pripreme su u toku kako u SSSR, tako i u SAD. Rusi su po običaju ćutljivi, dok Amerikanci na veliko polemiziraju o svom projektu APOLLO. Broj raznih vozila bez posade ispaljenih prema Mesecu je do sada već prilično velik, a neka od njih su i stigla na Mesec uz uspešno ili neuspešno izvršenje postavljenih zadataka. Jedan od velikih uspeha na ovom polju bilo je fotografiranje površine Meseca pomoću vozila RANGER-VII (što je detaljnije opisano u »Naše More«, broj 6/64), a nedavno i sa RANGER-VIII.

No, pored našeg najbližeg suseda u Svemiru, tj. Meseca, vrše se pokušaji istraživanja i drugih nebeskih tela. Tako je Venera postala meta za automatska svemirska vozila bez posade. SSSR je lansirao 1 februara 1961. svoje vozilo VENUSNIK-1, koje je po proračunu trebalo da prođe na oko 100.000 km od Venere. Svi uređaji u vozilu su ispravno funkcionisali ali nakon 27 dana leta, kada je udaljenost vozila od Zemlje bila 4,800.000 kilometara veza se prekinula. Dalja sudbina vozila VENUSNIK-1 je nepoznata i, ukoliko se ono nije sudarilo sa nekim meteorom, ušlo je u orbitu oko Sunca. Amerikanci su imali do sada više uspeha i njihovo vozilo MARINER-2 je izvršilo zadatak u potpunosti; (MARINER 1, lansirano prema Veneri 21. jula 1962. nije uspeo izvršiti zadatak i uništen je na komandu sa Zemlje odmah posle starta). MARINER-2 lansirano je 27 augusta 1962., a prošao je mimo Venere na udaljenosti 34,750 km na dan 14. decembra 1962., posle čega je ušao u orbitu oko Sunca; vozilo je prevalilo put do Venere za 129 dana i prenelo je na Zemlju 65 miliona podataka merenja raznih instrumenata.

Premda Venera ostaje i dalje veoma interesantan objekt za istraživanja, jer se o njoj malo zna, čovečanstvo je krenulo dalje i već su izvršeni prvi pokušaji istraživanja Marsa.

Da bi se lakše shvatio problem leta prema Marsu potrebno je upoznati neke podatke iz Sunčevog sistema, koji se odnose na orbite Zemlje i Marsa, a to su:

— velika poluosa Zemljine orbite je duga 149,5 miliona kilometara, a Marsa 220,8 miliona kilometara,

vreme obilaska oko Sunca je za Zemlju 365,26 dana, a za Mars 686,98 dana,

— brzina u orbiti: za Zemlju 29,76 kilometara u sekundi, a za Mars 24,11 kilometara u sekundi.

Nejednake brzine kretanja Zemlje i Marsa dovode do toga da se međusobni položaj obaju planeta u Sunčevom sistemu neprekidno menja. Najmanja udaljenost između Zemlje i Marsa nastupa u momentu kada se Sunce, Zemlja i Mars nalaze na istom pravcu pri čemu je Zemlja između Sunca i Marsa. Međutim, iz slike 1 jasno je da i u ovim momentima može daljina između Zemlje i Marsa biti različita. U položaju T_1 — M_1 iznosi udaljenost Zemlja — Mars oko 56 miliona kilometara.

Zemlja i Mars dolaze u isti međusobni položaj svakih 2,14 godine. S obzirom da je ravan orbite Marsa nagnuta prema ravni orbite Zemlje (ekliptici) za oko 2° , to najveći razmak između obe ravni iznosi 7,25 miliona kilometara.

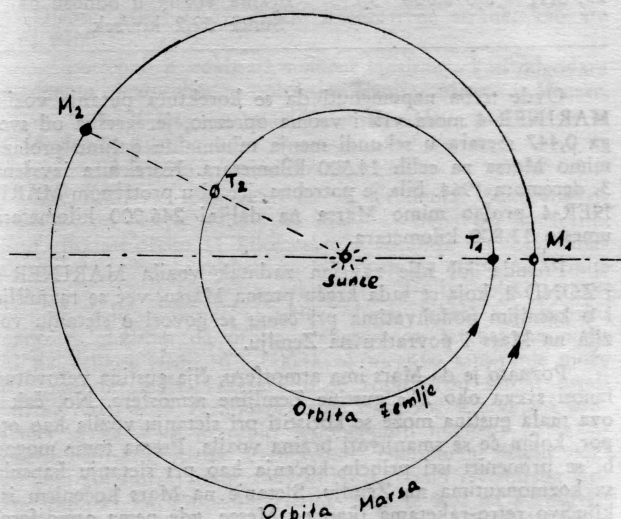
Let vozila sa Zemlje prema Marsu zasniva se na tome da mu se pomoću raketnih motora obezbedi brzina, potrebna najpre za savladavanje gravitacije Zemlje. To znači da na udaljenosti 930.000 km od Zemlje vozilo mora imati brzinu najmanje 0,9 km/sek; ovde počinje da prevladava gravitacija Sunca i vozilo će se kretati po eliptičnoj putanji oko Sunca. Da bi vozilo moglo izaći iz polja gde prevladava gravitacija Zemlje potrebno je da brzina prilikom lansiranja sa Zemlje bude bar 11 kilometara u sekundi, a na visini oko 200 kilometara.

Očigledno za postizanje tako velikih brzina potrebna je ogromna energija i na prvi pogled poželjno je odabrati takvu putanju po kojoj će se vozilo kretati uz najmanji utrošak energije. Međutim, pri izboru putanja ne sme se zaboraviti i na drugi važan faktor, a to je osetljivost putanje na greške, koje su neizbežne. Ovo se vidi iz sledećeg primera; ako se želi postići dolazak vozila na Mars u afelu, onda greška u brzini lansiranja od svega 1 metar u sekundi na visini oko 200 kilometara iznad Zemlje prouzrokuje odstupanje putanje vozila od Marsa za 70.000 kilometara. Greška veća ili manja od 0,2 posto od proračunate brzine lansiranja dovodi do toga da vozilo uopšte ne dolazi u sferu uticaja gravitacije Marsa. Greška u pravcu vektora brzine od svega 1 lučne minute dovodi do promašaja Marsa za 20.000 kilometara.

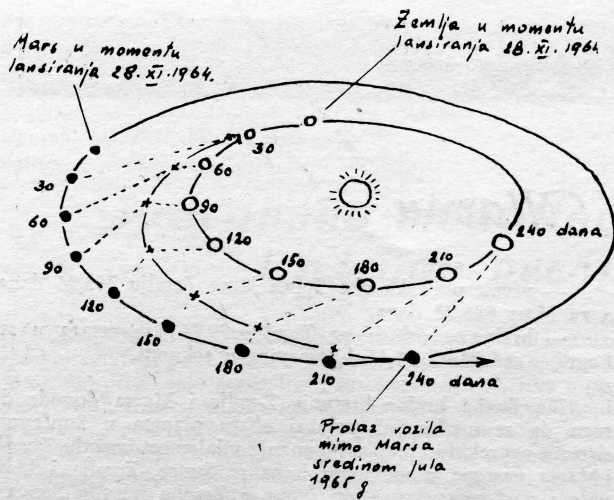
Pored uticaja ovih grešaka, koje potiču od nesavršenosti raketne tehnike, treba voditi računa i o greškama u fizičkim jedinicama, koje još nisu određene sa dovoljnom tačnošću, a to su udaljenosti između planeta i Sunca, gravitacije pojedinih nebeskih tela i slično. Na primer, takozvana »astronomska jedinica« (tj. srednja udaljenost između Sunca i Zemlje), koja se koristi za prikazivanje udaljenosti u Svemiru sadrži grešku od ± 50.000 kilometara. Prema tome čak kod veoma tačnih proučavanja putanje može vozilo znatno promašiti Mars. Ovo se može izbeći samo povremenim ispravljanjem putanje svemirskog vozila, što povećava njegovu težinu, jer zahteva ugradnju specijalnih mlaznica i tankova goriva. Svakako je važno da vozilo stigne na udaljenost manju od 580.000 kilometara od Marsa, gde počinje prevladavati njegova gravitacija u protivnom ono će proći mimo njega.

Pri izboru putanja poželjno je izabrati takvu putanju po kojoj će vozilo stići do Marsa u momentu kada ovaj planet bude po pravcu što dalje od Sunca. Ovim će se olakšati astronomska osmatranja i poboljšati radio-veza sa vozilom. Radio-veza je problem za sebe, jer se udaljenost Zemlja — Mars menja od 56 do 400 miliona kilometara, pa je zbog sigurnije veze poželjno da susret vozila sa Marsom usledi u vreme kada je udaljenost Zemlja — Mars što manja.

Pošto povoljni uslovi za let na Mars nastupaju u intervalu od 25 meseci, a upravo krajem 1962. godine su takvi uslovi bili, to je razumljivo da je SSSR iskoristio ovu priliku.



Sl. 1 — Orbite Zemlje i Marsa oko Sunca



Sl. 2 — Shematski prikaz leta vozila MARINER-4 sa Zemlje na Mars

1. novembra 1962. godine u SSSR lansirana je automatska međuplanetarna stanica MARS-1 prema Marsu. Susret ovog vozila sa Marsom očekivao se 19. juna 1963. godine, pri čemu bi MARS-1 morao proći mimo planetu na udaljenosti 193.000 kilometara, što se može smatrati veoma preciznim vođenjem. Pri prolazu mimo Marsa vozilo je trebalo da televizijskim putem prenese slike površine planeta na Zemlju. Udaljenost vozila od Zemlje u ovom momentu trebala je da bude 247.000.000 kilometara.

Međutim, vozilo MARS-1 izvršilo je zadatak samo delomično, jer se radio-veza sa njim prekinula i svi pokušaji ponovnog uspostavljanja veze ostali su bez uspeha. No, i ovde je postignut nov rekord daljine u održavanju veze, jer se veza sa vozilom MARS-1 održavala sve do daljine 98.863.000 kilometara, što je za 12.000.000 km više od rekorda MARINER-2 (upućenog prema Veneri).

Ponovni pogodan period za lansiranje vozila prema Marsu nastupio je krajem 1964. godine. Ovaj period iskoristili su i SSSR i SAD. Već 5. novembra 1964. godine lansirali su Amerikanci prema Marsu vozilo MARINER-3, ali ovaj pokušaj nije bio uspešan i veza sa njim je izgubljena već na 120.000 kilometara. Drugo uspešno — lansiranje bilo je 28. novembra kada je MARINER-4 krenuo prema predviđenoj putanji. Dva dana kasnije, t. j. 30. novembra 1964. u SSSR lansiran je u pravcu Marsa ZOND-2, koji je takođe uspešno startovao. Dolazak obaju vozila u blizinu Marsa očekuje se u julu odnosno augustu 1965. godine.

Na žalost o vozilu ZOND-2 ima veoma malo podataka. Poznato je samo da su nastupile neke teškoće u napajanju raznih uređaja električnom energijom. Slične teškoće bile su i sa vozilom MARS-1, koji je prema proračunu prošao mimo Marsa na daljini 9.000.000 kilometara.

O vozilu MARINER-4 objavljeno je veoma mnogo podataka. Ovo složeno vozilo težine 262 kg ima 138.000 sastavnih delova koji moraju raditi tokom 6500 sati. Tako je poznato da će ono prevaliti put od Zemlje do Marsa dug 660.000.000 kilometara u toku 8,5 meseci, odnosno tačnije 229 dana. Prenos njegovih završnih podataka biće izvršen radio-putem sa daljine oko 240.000.000 kilometara.

MARINER-4 izvršiće fotografiranje površine Marsa i slike će televizijskim putem preneti na Zemlju. Kvalitet slika treba da odgovara kvalitetu slika Meseca, snimljenih najboljim teleskopima sa Zemlje. Fotografiranje (ukupno 22 puta) će se vršiti počev od daljine 87.000 do 13.800 kilometara, koliko će iznositi minimalna daljina u momentu prolaza vozila MARINER-4 mimo Marsa na dan 14. jula 1965. godine. Za prenos jedne kompletne crno-bele slike na Zemlju, registrirane u vozilu na magnetnu traku, potrebno je 8,3 sata, a prenos slika može započeti 6 sati nakon zadnjeg snimanja Marsa.

MARINER-4 lansiran je pomoću rakete ATLAS-AGENA-D u orbitu oko Zemlje na visini 185 kilometara. Razlog ovakvog lansiranja objašnjen je na kraju ovog članka. Prvi stepen motora, t. j. ATLAS je odbačen i vozilo skupa sa drugim stepenom motora AGENA-D započelo je sa kruže-

njem oko Zemlje. U određenom momentu aktiviran je drugi stepen, čime je postignuta brzina 11,4 kilometara u sekundi potrebna za savladavanje gravitacije Zemlje. Nakon uvođenja u putanju prema Marsu drugi stepen motora AGENA-D odvojio se od vozila MARINER-4 koje je nastavilo svoj let.

Radi stabilizacije vozila u određenom položaju u prostoru postoje specijalni optički osetljivi instrumenti. Jedan od njih automatski se okrenuo u pravcu Sunca 13,6 minuta nakon ulaska u putanju i sprečavao valjanje vozila, jer čim bi se optička osa instrumenta otklonila od pravca Sunca automatski su se ukopčavale posebne mlaznice i zaokretale vozilo u prvobitni položaj. Na taj način su ćelije Sunčevih baterija na vozilu MARINER-4 okrenute uvek prema Suncu i napajanje električnom energijom ide iz njih. Hemijske baterije su u to vreme isključene i ukopčavaju se samo kod promene pravca leta vozila.

Radi potpune stabilizacije MARINER-4 ima još jedan optički instrument koji je pomoću komandi sa Zemlje trebao da bude usmeren na zvezdu Kanopus. Ovo usmeravanje trajalo je veoma dugo, jer je instrument omaškom hvatao i druge zvezde, a zvezdu Kanopus je nekoliko puta gubio. To je trajalo sve do 17. decembra 1964. kada se položaj vozila MARINER-4 na putanji definitivno stabilizirao i od tada svetlost Kanopusa stalno pada u instrument.

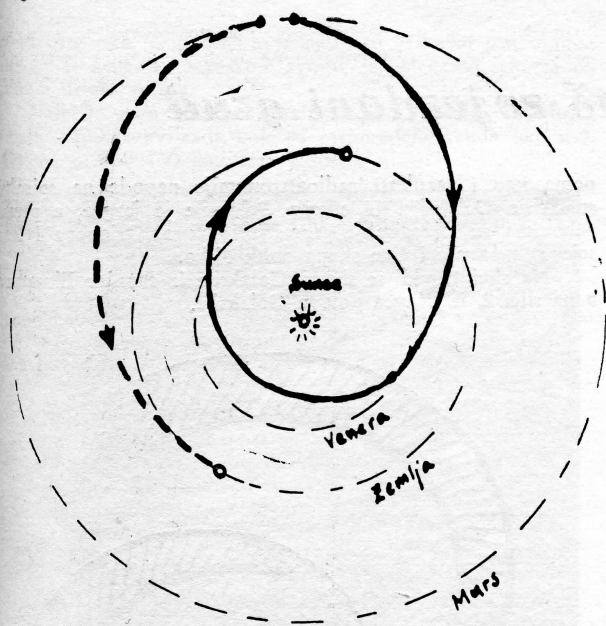
Sledeća tablica prikazuje niz karakterističnih događaja u prvih mesec dana leta MARINER-4:

Datum	Udaljenost od Zemlje u km	Relativna brzina vozila u odnosu na Zemlju u km/sek	Primedba
28. XI	0	0	Lansiranje
30. XI	610.000	3,29	Prva stabilizacija hvatanjem zvezde Kanopus
2. XII	1.240.000	3,19	
4. XII	1.740.000		Prva komanda za korekturu putanje vozila prema Marsu
5. XII	2.040.000	3,14	Završetak manevra za korekturu putanje vozila
11/12. XII			Prolaz vozila kroz roj meteorita Geminidi
17. XII			Završetak manevra stabilizacije vozila na putanji
20. XII	6.030.000	3,105	Prolaz vozila kroz roj meteorita Ursinide
27. XII	8.090.000	3,215	Brzina vozila u odnosu na Sunce 32,2 km/sek

Ovde treba napomenuti da se korektura putanje vozila MARINER-4 mora vršiti veoma oprezno, jer greška od svega 0,447 metara u sekundi menja minimalnu daljinu prolaza mimo Marsa za celih 14.500 kilometara. Korektura izvršena 3. decembra 1964. bila je potrebna, jer bi u protivnom MARINER-4 prošao mimo Marsa na daljini 246.000 kilometara umesto 13.800 kilometara.

Premda još nije završen zadatak vozila MARINER-4 i ZOND-2, koja se sada kreću prema Marsu, već se razmišlja i o kasnijim poduhvatima pri čemu se govori o sletanju vozila na Mars i povratku na Zemlju.

Poznato je da Mars ima atmosferu, čija gustina verovatno iznosi svega oko 2% gustine Zemljine atmosfere. No, čak i ova mala gustina može se koristiti pri sletanju vozila kao otpor, kojim će se smanjivati brzina vozila. Prema tome mogao bi se primeniti isti princip kočenja kao pri sletanju kapsula sa kozmonautima na Zemlju. Sletanje na Mars kočenjem isključivo retro-raketama (kao na Mesec, gde nema atmosfere) ima tu lošu stranu, jer vozilo mora nositi veću količinu goriva, što bi povećalo njegovu startnu težinu na Zemlji za najmanje dvostruko.



Sl. 3 — Povratak sa Marsa na Zemlju po direktnoj putanji i putanji oko Venere

Pri povratku na Zemlju ponovo je potrebno smanjenje brzine. Ovo bi se moglo postići na taj način da vozilo ne kreće direktno prema Zemlji, već zaobilazi Veneru (vidi sliku 3). Ulaženjem vozila u polje gravitacije Venere usporava se njegova brzina, a zavisno od položaja Venere prema Zemlji. Tako bi u 1975. godini, koja se može smatrati veoma nepovoljnom u pogledu međusobnog položaja planeta, bila brzina ulaska vozila u Zemljinu atmosferu oko 22 kilometra u sekundu, a ukoliko bi vozilo pre toga prošlo mimo Venere na udaljenosti 3300 kilometra bila bi brzina ulaska u Zemljinu atmosferu svega oko 15 kilometara u sekundu.

Prolaz vozila mimo Venere može se koristiti i pri letu sa Zemlje na Mars; u ovom slučaju Venera svojim gravitacionim efektom ubrzava vozilo, a to znači da je potrebna manja energija pri lansiranju sa Zemlje.

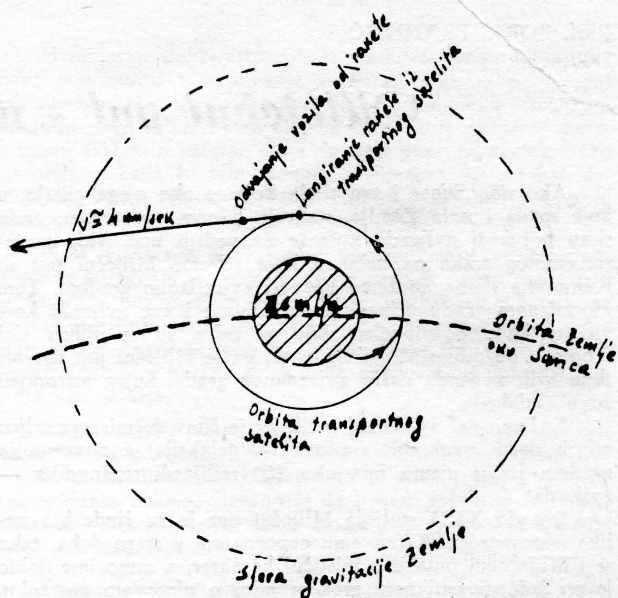
Let prema Marsu odnosno sa Marsa uz zaobilazanje Venere imao bi sledeće prednosti:

- »Uz put« bi se vršilo posmatranje Venere,
- olakšano je lansiranje sa Zemlje odnosno sa Marsa, jer se vozilu moraju dati manja ubrzanja,
- smanjuje se brzina približavanja vozila Zemlji odnosno Marsu.

Ujedno takvi letovi imaju i negativne strane, kao što je na primer:

- potrebno je odabrati moment lansiranja koji odgovara određenom međusobnom položaju Zemlje, Marsa i Venere,
- trajanje leta na relaciji Zemlja—Mars produžava se za 15 do 20 posto,
- zadatak je u celini nešto složeniji.

Već ranije je spomenuto da za let unutar Sunčevog sistema — pa prema tome i na Mars — treba pri lansiranju postići brzinu preko 11 kilometara u sekundi. Ovakav zadatak može se rešiti i razbijanjem lansiranja na etape. Sa Zemlje se pomoću rakete lansira u orbitu oko Zemlje veliki »transportni« satelit, u kome se nalazi druga raketa i svemirsko vozilo. S obzirom da orbita transportnog satelita ne mora biti na velikoj visini to i raketa za njegovo lansiranje može biti relativno mala. Nakon što se transportni satelit ustali u orbiti vrši se sa Zemlje praćenje njegovog kretanja i proračuna se kada će nastupiti najpogodniji moment za lansiranje svemirskog vozila. Prema tome transportni satelit služi kao neki »svemirski aerodrom« ili bolje rečeno »svemirska lansirna rampa« za lansiranje vozila. Ako se želi da svemirsko vozilo bude lansirano, tako da sa što manjim utroškom energije postigne brzinu dovoljnu za savladavanje gravitacije Zemlje, onda je najbolje da njegova raketa bude lansirana



Sl. 4 — Lansiranje svemirskog vozila iz transportnog satelita u orbitu oko Zemlje

tako da poleti u pravcu tangente na orbitu, a u smislu kretanja transportnog satelita (vidi sliku 4). Pošto vozilo mora postići brzinu najmanje 11,2 kilometara u sekundi, a već ima brzinu kruženja oko Zemlje u iznosu 7,8 kilometara u sekundi, onda snaga rakete mora biti tolika da prenese vozilu brzinu bar 3,4 kilometra u sekundu. Prema tome važno je i pravilno odabrati mesto lansiranja rakete za vreme njenog kruženja u transportnom satelitu kako bi vozilo krenulo po putanji prema izabranom nebeskom telu.

Lansiranje iz transportnog satelita ima još jednu važnu prednost. Svako lansiranje vozila u Svemir sadrži niz grešaka koje potiču od tehničkih nesavršenosti (greška u momentu gašenja motora, otpadanje startnih raketa i slično). Ove greške, premda male, u toku leta dovode do velikih odstupanja od cilja. Nakon ubacivanja transportnog satelita u orbitu oko Zemlje vrši se tačno određivanje elemenata njegove orbite, koja je rezultat proračunskih vrednosti i ujedno posledica grešaka lansiranja. Zatim se određuje moment i pravac lansiranja svemirskog vozila iz transportnog satelita. Na taj način eliminirane su greške u putanji koje su nastupile usled rada prvih stepena motora (za ubacivanje transportnog satelita u orbitu oko Zemlje) i eventualna nova greška je rezultat dejstva samo zadnjeg motora, t. j. onog kojim je vozilo izbačeno iz transportnog satelita.

Valovi

Veliki valovi čežnje i žedi
 Zapljuskuju noćas moju maštu
 I ne mogu da znam
 Otkuda želja za samoćom
 Valjda što more udara u obalu
 I zvuci dopiru
 Kroz veliki vidik ljeta
 Odlazim onda u uvalu
 I gledam plavu pustinju
 I kasne brodove u luci
 i ribare drage i mreže potamnjele
 Od žudnje i soli
 Toliko dugo gledam
 Da postajem mali dječak
 Pred snažnom stibijom života . . .

Vladimir PAVIĆ, Zadar