GABRIEL PANKOW

Laser în loc de solu□ii de compromis: „Am g□sit rezolvarea problemei de□eurilor spa□iale"

Pe orbit□ e tot mai greu cu toate resturile spa□iale. □i cineva ar trebui s□ inventeze ceva pentru a evita coliziunile cu sateli□ii □i sta□iile spa□iale în viitor. Wolfgang Riede vrea s□ rezolve aceast□ problem□ cu ajutorul laserelor. Este destul de simplu, în principiu.

Dle Riede, cât de mare este problema pe orbit□?

Riede: În prezent, echivalentul a un turn Eiffel □i jum□tate. Aceasta este cantitatea de de□euri nemanevrabile care orbiteaz□ permanent în jurul P□mântului, □i anume aproximativ 13.000 de tone. Pe m□sur□ ce orbita continu□ s□ fie umplut□ cu infrastructur□ de sateli□i într-un ritm din ce în ce mai mare, ne a□tept□m ca masa total□ de de□euri □i sateli□i s□ creasc□ pân□ în 2030 - în doar cinci ani! - se va dubla sau chiar tripla.

Ce sunt , totu□i, de□eurile spa□iale?

Riede: Variaz□ de la dimensiunea unui fir de nisip la dimensiuni foarte mari: ini□ial, este vorba de aproximativ 50 de obiecte mari, cum ar fi etaje de rachete aruncate din 68 de ani de istorie a c□l□toriilor spa□iale, inclusiv uria□ul satelit de observare a P□mântului Envisat al Agen□iei Spa□iale Europene ESA, care pur □i simplu □i-a dat duhul în 2012 din motive necunoscute. Apoi exist□ numero□i sateli□i mici distru□i. Suplimentar, exist□ aproximativ 40.000 de piese mici, cu dimensiuni mai mari de zece centimetri, pe care le putem urm□ri de pe P□mânt. Plus milioane □i milioane de piese mai mici, dintre care majoritatea nici m□car nu □tim unde sunt.

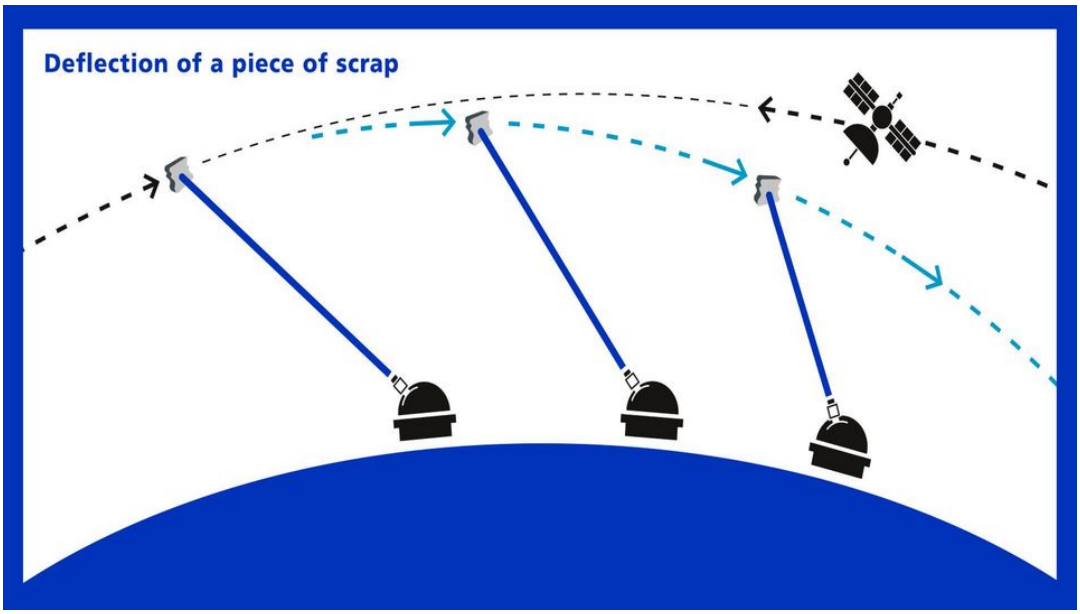
Acest lucru are sens, având în vedere treptele rachetei □i sateli□ii distru□i. Dar de unde provin toate piesele mici?

Riede: Cauzele sunt atât coliziuni necontrolate, cât □i controlate: multe provin din a□a-numitele teste anti-satelit. În timpul r□zboiului rece, americanii □i sovieticii doreau s□ î□i demonstreze reciproc c□ pot doborî sateli□i cu rachete. Acest lucru se întâmpl□ □i ast□zi. China a doborât unul dintre sateli□ii s□i în 2007, iar Rusia în 2021. Ambele explozii au l□sat pe orbit□ nori uria□i de resturi.

Ei bine, este destul spa□iu acolo sus ...

Riede: Este, dar piesele sunt în mi□care □i se deplaseaz□ în jurul P□mântului cu o vitez□ de pân□ la 28.000 de kilometri pe or□

- doar pentru a clarifica: asta înseamn□ aproape opt kilometri pe secund□! Fiecare pies□ se afl□ pe propria orbit□ □i nu zboar□ sincronizate una lâng□ alta, a□a cum □ti□i de la inelele lui Saturn, ci se amestec□ nebune□te. În plus, piesele se rotesc □i, prin urmare, î□i schimb□ mereu u□or orbita. Se întâmpl□ ca Sta□ia Spa□ial□ Interna□ional□ ISS sau unul dintre numero□ii sateli□i func□ionali s□ ajung□ în curs de coliziune cu o bucat□ de fier vechi. Atunci când acestea se ciocnesc, se elibereaz□ o cantitate imens□ de energie pe care cu greu o putem recrea pe P□mânt. Tehnicienii în domeniul laserului vor putea face ceva cu aceste valori: o particul□ cu diametrul de un milimetru - atât de mic□ - dezvolt□ o energie de 70 jouli pe milimetru p□trat în timpul unei coliziuni pe orbit□ - enorm! Pe scurt, sateli□ii care sunt lovi□i fie sunt perfora□i, fie se sparg complet. Se pierd milioane □i milioane de euro în valoare, iar infrastructura pe care o folosim pe P□mânt este afectat□. Aceasta este problema.



SCENARIU: un rebut aflat pe orbit□ se afl□ pe o traiectorie de coliziune cu un satelit □i amenin□□ s□ îl deterioreze sau s□ îl distrug□. De pe P□mânt, zece sta□ii terestre conectate în serie iradiaz□ piesa de fier vechi □i îi deviaz□ traiectoria, astfel încât satelitul este salvat.

□i ce se poate face în aceast□ privin□□?

Riede: Dou□ posibilit□□i: dac□ anticip□m o coliziune, satelitul trebuie s□ ia m□suri de evitare. ISS face acest lucru practic tot timpul. Âns□ ea este, de asemenea, realimentat□, iar sateli□ii nu. În cazul sateli□ilor, num□rul manevrelor de evitare este limitat, iar fiecare manevr□ este în detrimentul duratei generale de via□□, deci cost□ bani reali. În al doilea rând, exist□ întotdeauna misiuni spa□iale Reinemach, în care semirebuturi sunt prinse de bra□e robotice □i aruncate în atmosfer□, ca s□ spun a□a, pentru a arde acolo. Acest lucru este costisitor □i nu este o op□iune pentru majoritatea rebuturilor. Dup□ cum pute□i vedea: ambele proceduri sunt doar solu□ii de compromis. Ceea ce ne trebuie este o solu□ie real□!

□i a□i g□sit solu□ia potrivit□?

Riede: Cred c□ da. Laser Momentum Transfer, denumit afectuos de noi împingere cu laser. Echipa noastr□ de la Centrul aerospa□ial german, DLR, a dezvoltat un concept pentru modul în care func□ioneaz□ acest lucru. Iar principiul este foarte u□or de în□eles: fotonii din lumina laser exercit□ o presiune, cunoscut□ sub numele de presiunea luminii. Aceasta este sc□zut□. Dar în cazul unei buc□□i de fier vechi pe orbit□, aceasta poate face toat□ diferen□a. Dac□ îl lovim din fa□□ cu un laser de mare putere, îl încetinim. Dac□ îl lovim din spate, îl împingem. Aceasta are urm□torul în□eles: dac□ frâneaz□, se scufund□. Dac□ accelereaz□, se ridic□. Astfel, putem pur □i simplu s□ îl scoatem din traseul de coliziune, intervenind de pe P□mânt.

Dar toat□ povestea are o problem□!

Riede: Nu avem nevoie de o sta□ie laser, avem nevoie de zece. R□spândite pe tot globul.

Care este motivul?

Riede: Presiunea luminii este sc□zut□. Putem modifica viteza rebuturilor cu doar zece microni pe secund□. Acest lucru

înseamn□ c□ trebuie s□ îl □inem mult timp pentru a ob□ine un efect. Imagina□i-v□ c□ obiectul □int□ apare la orizont, apoi, la o vitez□ de survol de opt kilometri pe secund□, avem aproximativ zece minute de contact vizual pân□ când dispare din nou pe partea cealalt□. Dar nu îl putem ilumina imediat ce apare la orizont, deoarece atunci unghiul este plat □i raza ar trece prin mult spa□iu aerian. Dar avem voie s□ folosim doar spa□iul aerian care este închis traficului civil, iar acesta poate fi doar pe o anumit□ raz□ în jurul sta□iei terestre. A□a c□ a□tept□m pân□ se apropie. Apoi trebuie s□ lovim obiectul fie din fa□□, fie din spate, pentru c□ vrem fie s□ îl încetinim, fie s□ îl împingem. Acest lucru înjum□t□□e□te din nou intervalul de timp □i ajungem la un timp de contact de doar dou□ pân□ la trei minute. Nu este suficient pentru o deviere real□. Procedura func□ioneaz□ numai dac□ zece sta□ii terestre sunt conectate în serie □i iradiaz□ obiectul timp de zece survoluri. Un e□alon de lasere, ca s□ spun a□a.

Dac□ totul merge bine, vom furniza dovada func□ion□rii în cinci ani.

Wolfgang Riede, fizician specializat în laser □i □ef al Departamentului de sisteme optice active din cadrul Institutului de fizic□ tehnic□ al Centrului aerospa□ial german din Stuttgart

În□eleg. Dar cum ave□i de gând s□ lovi□i acest mic obiect pe orbit□?

Riede: Nu este o problem□. Lucr□m de foarte mult timp cu procedee laser extrem de precise pe astfel de distan□e în c□□toriile spa□iale. De exemplu, pentru a detecta în primul rând astfel de rebuturi. Este altceva care va fi complicat.

Care este problema cu care v□ confrunta□i?

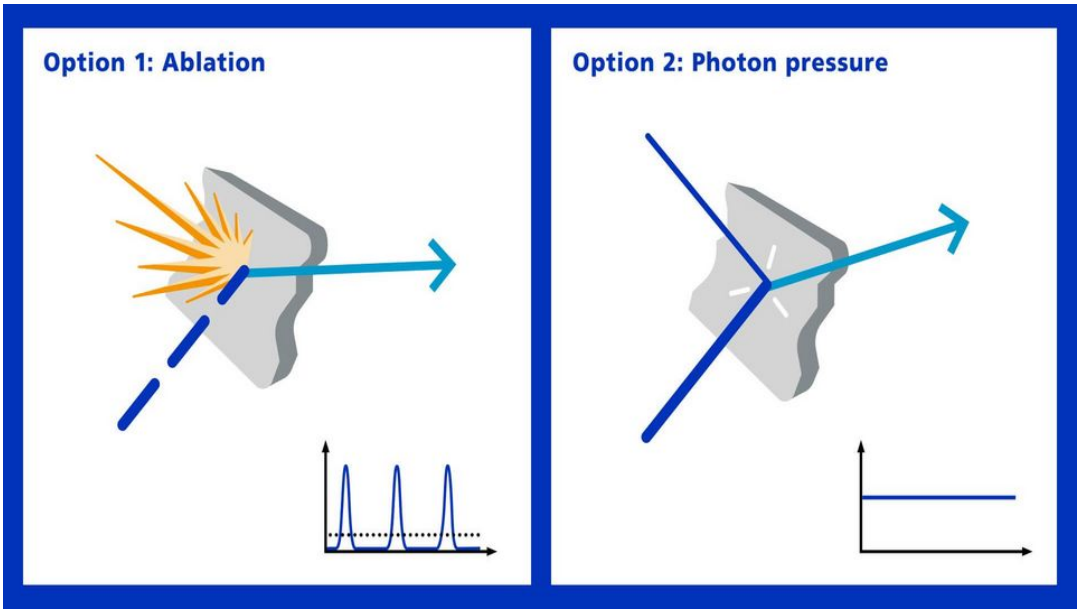
Riede: Cu cât timp în avans se poate prevedea cu exactitate o coliziune. Nu este deloc u□or. Ca □i în cazul vremii, devine mai dificil cu cât vrei s□ prive□ti mai departe în viitor. Cu toate acestea, sta□iile noastre ar avea nevoie de un timp de a□teptare de câteva zile. Lucr□m la aceast□ problem□.

A mai func□ionat vreodat□ împingerea cu laser?

Riede: Nu am încercat niciodat□ acest lucru în via□a real□, dar este normal pentru un proiect spa□ial. Vede□i, pe lâng□ sta□iile terestre, sunt necesari doi sateli□i în constela□ie - adic□ lucreaz□ împreun□ - pentru a m□sura efectul în timpul iradierii □i pentru a ni-l raporta. Ace□ti sateli□i nu exist□ înc□.

Atunci totul este doar teoretic ...

Riede: Chiar deloc! Sincer s□ fiu, sunt surprins de ritmul în care proiectul nostru DLR prinde vitez□. ESA a luat în considerare acest lucru □i ne-a ins□rcinat s□ proiect□m o sta□ie terestr□. Am ales TRUMPF Scientific Lasers ca partener pentru sursa de radia□ie laser. Dac□ totul decurge f□r□ probleme - finan□are, construc□ie, selectarea sta□iilor terestre - vom furniza dovada de principiu peste cinci ani. Ei bine, probabil c□ nu totul va merge perfect. Dar vorbim totu□i despre o perioad□ gestionabil□ pân□ la realizare.



Stânga: Un fascicul laser cu impulsuri love□te obiectul atât de puternic încât creeaz□ un val de plasm□ care îl deviaz□. Avantaj: Este suficient□ o singur□ trecere peste obiect, astfel încât timpul de execu□ie este mai scurt. Dezavantaj: exist□ riscul ca obiectul s□ se rup□ □i ca o singur□ bucat□ periculoas□ de rebut s□ devin□ mai multe.
Dreapta: Un fascicul laser continuu folose□te presiunea fotonilor pentru a împinge u□or obiectul din calea sa. Avantaj: nu exist□ riscul ca obiectul s□ se rup□. Dezavantaj: Este nevoie de pân□ la zece treceri ale obiectului pentru ca efectul s□ fie suficient. Prin urmare, termenul de execu□ie este mai lung.

Cum v□ explica□i cre□terea brusc□ a interesului pentru proiectul dumneavoastr□?

Riede: A□a cum am spus, omenirea va extinde masiv infrastructura de pe orbit□, de exemplu ca surs□ de internet mobil, vezi re□eaua de sateli□i Starlink. Problema de□eurilor st□ în calea acestui lucru □i tinde s□ se agraveze cu ordine de m□rime - tocmai din cauza extinderii, care, la rândul s□u, genereaz□ noi de□euri. Prin urmare, este nevoie de o solu□ie în curând.

Cine ar trebui s□ pl□teasc□ pentru împingerea cu laser?

Riede: Statele membre ESA dau acum un impuls prin contribu□iile lor. Aber am Ende ist es schon der Plan, den Laser Momentum Transfer als Dienstleistung auf dem Markt anzubieten: für private Firmen, Organisationen oder Staaten, die ihre orbitale Infrastruktur schützen möchten. Wenn alle Akteure begreifen, welche Werte auf dem Spiel stehen, sollte die Finanzierung zur Umsetzung der Technologie das geringste Problem sein. Nicht zuletzt haben wir in Deutschland nun erstmals ein Ministerium, das die Raumfahrt im Titel trägt, sodass wir auch national politischen Rückenwind erwarten.

GABRIEL PANKOW
PURT□TOR DE CUVÂNT TEHNOLOGIE LASER