GABRIEL PANKOW

Láser en lugar de soluciones provisionales: "Hemos encontrado la solución para la basura espacial"

El espacio en órbita se está volviendo cada vez más limitado debido a la cantidad de residuos espaciales. Alguien debería inventar algo para prevenir futuras colisiones con satélites y estaciones espaciales. Wolfgang Riede quiere resolver este problema con los láseres. En principio, es muy sencillo.

Señor Riede, ¿cuál es la magnitud del problema en órbita?

Riede: Actualmente tiene un tamaño aproximado de una Torre Eiffel y media. Esta es la cantidad de basura no maniobrable que se encuentra permanentemente en órbita alrededor de la Tierra, es decir, unas 13 000 toneladas. Dado que la órbita se llena cada vez más y con mayor celeridad de satélites, esperamos que la masa total de basura y satélites se duplique o incluso se cuatriplique para 2030, Es decir, ¡en solo cinco años!

¿Qué es exactamente la basura espacial?

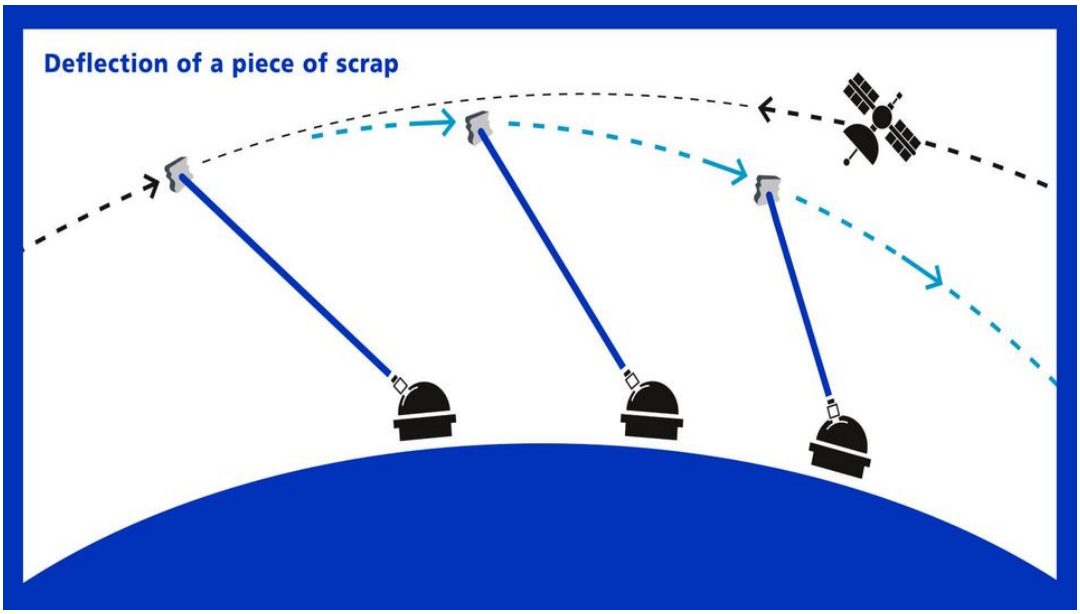
Riede: Su tamaño varía entre un grano de arena y piezas realmente grandes: n un primer momento, estará compuesto por unos 50 objetos de gran tamaño, como etapas de cohetes expulsadas de los 68 años de historia espacial, por ejemplo, el enorme satélite de observación terrestre Envisat de la Agencia Espacial Europea (ESA), que en 2012 dejó de funcionar por razones desconocidas. Luego hay numerosos pequeños satélites rotos. Además, hay aproximadamente 40 000 piezas pequeñas de más de diez centímetros que podemos rastrear desde la Tierra. Y hay millones y millones de piezas más pequeñas, la mayoría de las cuales ni siquiera sabemos dónde están.

La explicación sobre las etapas de cohetes y los satélites rotos tiene sentido. Pero ¿de dónde salen todas estas pequeñas piezas de residuos?

Riede: Proceden de colisiones controladas y no controladas: muchas tienen su origen en las llamadas pruebas antisatélite. Durante la Guerra Fría, los estadounidenses y los soviéticos querían demostrarse que podían derribar satélites con misiles. Y es algo que sigue pasando en la actualidad. En 2007, China derribó uno de sus satélites; en 2021, Rusia hizo lo mismo. Ambas explosiones dejaron enormes nubes de escombros en órbita.

Bueno, hay mucho espacio allí arriba...

Riede: Hay espacio, pero las piezas están en movimiento y giran alrededor de la Tierra a velocidades de hasta 28 000 kilómetros por hora. Para que nos hagamos una idea, ¡estamos hablando de casi ocho kilómetros por segundo! Cada pieza sigue su propia órbita, no vuelan sincronizadas una junto a otra, como se conoce de los anillos de Saturno, sino de forma desordenada. Además, las piezas giran y, por lo tanto, cambian ligeramente su órbita de manera constante. Esto hace que la Estación Espacial Internacional ISS o uno de los muchos satélites en funcionamiento entren en la trayectoria de colisión de un residuo espacial. Cuando chocan, se libera una inmensa cantidad de energía, que difícilmente podemos replicar en la Tierra. Los técnicos láser sabrán qué hacer con estos valores: una partícula con un diámetro de un milímetro, es decir, minúscula, genera en una colisión en órbita una energía de 70 julios por milímetro cuadrado, ¡una cantidad enorme! En resumen: esto atravesará los satélites alcanzados y se destrozarán por completo. Se generan pérdidas de millones de euros y se daña la infraestructura que utilizamos en la Tierra. Aquí está el problema.



ESCENARIO: un fragmento de residuos en órbita se encuentra en la trayectoria de colisión de un satélite y amenaza con dañarlo o destruirlo. Desde la Tierra, diez estaciones terrestres, conectadas en serie, irradian los residuos y desvían su trayectoria para evitar el impacto del satélite.

Vaya... ¿Y qué se puede hacer al respecto?

Riede: Hay dos posibilidades: si prevemos una colisión, el satélite debe evitarla. La ISS lo hace casi constantemente. Se reabastece de combustible, pero los satélites no. En el caso de los satélites, el número de maniobras evasivas es limitado y cada una de ellas reduce su vida útil total, por lo que supone un coste considerable. En segundo lugar, hay misiones espaciales de limpieza en las que se recogen piezas de residuos de tamaño medio con un brazo robótico y se lanzan, por así decirlo, a la atmósfera para que se quemen allí. Eso es caro y ni siquiera es una opción para la mayor parte de la basura. Como puede verse, ambos métodos son puras medidas provisionales. ¡Lo que necesitamos es una solución real!

¿Y ha encontrado la solución adecuada?

Riede: Creo que sí. La transferencia de impulso láser, a la que cariñosamente llamamos "empujón láser". Nuestro equipo del Centro Aeroespacial Alemán (DLR) ha elaborado un concepto sobre cómo funciona esto. Y el principio es realmente fácil de entender: los fotones de la luz láser ejercen presión, la llamada presión luminosa. Es baja. Pero con una pieza de residuos en órbita a gran velocidad, puede marcar la diferencia. Si la golpeamos de frente con un láser de alta potencia, la ralentizamos. Si la golpeamos por detrás, la empujamos hacia delante. El sentido es el siguiente: si se frenan, bajan. Si aceleran, suben. Y así podemos empujar los residuos fuera de la trayectoria de colisión con la Tierra.

¡Tiene que haber una trampa!

Riede: No necesitamos una estación láser, necesitamos diez. Distribuidas en todo el mundo.

¿Cuál es el motivo?

Riede: La presión luminosa es baja. Solo podemos cambiar la velocidad de los residuos en diez micrómetros por segundo. Esto implica que tenemos que mantener la cámara encendida durante mucho tiempo para lograr un efecto. Imagínese que el objetivo aparece en el horizonte. A una velocidad de vuelo de ocho kilómetros por segundo, tendremos contacto visual durante unos diez minutos, hasta que vuelva a desaparecer por el otro lado. Pero no podemos iluminarlo en cuanto aparece en el horizonte, porque entonces el ángulo es plano y el haz atravesaría mucho espacio aéreo. Solo podemos utilizar el espacio aéreo que está cerrado al tráfico civil, y eso significa un radio determinado alrededor de la estación terrestre. Así que esperamos hasta que se acerque. Luego debemos golpear el objeto ya sea desde adelante o desde atrás, porque queremos frenarlo o empujarlo hacia adelante. Esto hace que el tiempo se reduzca a la mitad y el contacto dura solo dos o tres minutos. No es tiempo suficiente para desviarlo realmente. El procedimiento solo funciona si se conectan diez estaciones terrestres en serie e irradian el objeto durante diez sobrevuelos. Un equipo de relevo láser, por así decirlo.

» **Si todo va bien, en cinco años presentaremos la prueba de funcionamiento.**

Wolfgang Riede, físico de láser y director del departamento de Sistemas Ópticos Activos del Instituto de Física Técnica del Centro Aeroespacial Alemán en Stuttgart.

Entiendo. Pero, ¿cómo pretende alcanzar esa pequeña cosa en órbita?

Riede: Eso no es problema Desde hace mucho tiempo trabajamos con métodos láser extremadamente precisos en esas distancias en los viajes espaciales. Por ejemplo, primero para detectar esas piezas de residuos. Es algo diferente, que aún resulta complicado.

¿Qué es lo que le frena?

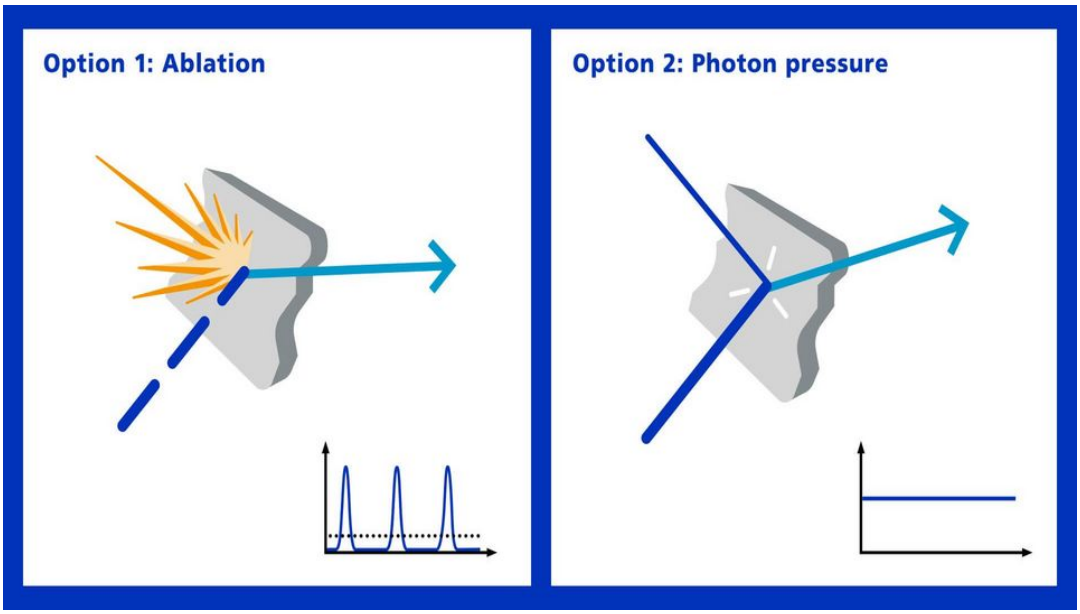
Riede: ¿Con cuánta antelación se puede predecir con precisión una colisión? No es fácil. Al igual que ocurre con el clima, cuanto más lejos se quiera mirar hacia el futuro, más difícil resulta. Nuestras estaciones necesitarían algunos días de anticipación. Estamos trabajando en este problema.

¿El empujón láser ha funcionado alguna vez?

Riede: Nunca lo hemos probado en la vida real, pero eso es algo normal en un proyecto espacial. Además de las estaciones terrestres, se necesitan dos satélites en constelación, es decir, que trabajen juntos, para medir el efecto durante la irradiación e informarnos. Estos satélites aún no existen.

Entonces todo es solo teoría...

Riede: ¡Para nada! Sinceramente, me sorprende cómo nuestro proyecto DLR está cobrando impulso. La ESA ha tomado las riendas y nos ha encargado el diseño de una estación terrestre. Hemos contratado a TRUMPF Scientific Lasers como socio para la fuente de rayo láser. Si todo va bien (financiación, construcción, selección de las estaciones terrestres), en cinco años presentaremos la prueba de funcionamiento básica. Probablemente no todo saldrá a la perfección. Pero todavía estamos hablando de un plazo manejable hasta su implementación.



Izquierda: un rayo láser pulsado incide con tanta fuerza sobre el objeto que genera una estela de plasma que lo desvía. Ventaja: basta con un solo paso del objeto, por lo que el tiempo de preparación es menor. Desventaja: existe el riesgo de que el objeto se rompa y una pieza de residuos peligrosa se convierta en varias.
Derecha: un rayo láser continuo utiliza la presión de los fotones para empujar suavemente el objeto fuera de su trayectoria. Ventaja: no hay riesgo de que el objeto se rompa. Desventaja: se necesitan hasta diez pasadas del objeto para que el efecto sea suficiente. Por lo tanto, el tiempo de anticipación es más largo.

¿Cómo explica el repentino aumento de interés en su proyecto?

Riede: Como dije: la humanidad ampliará enormemente la infraestructura en órbita, por ejemplo, con las fuentes de Internet móvil. Basta con ver la red de satélites Starlink. El problema de la basura se interpone en el camino y tiende a empeorar considerablemente, precisamente debido a la expansión, que a su vez genera nuevos residuos. Por lo tanto, se precisa una solución pronto.

¿Quién debe pagar por el empujón del láser?

Riede: Los países miembros de la ESA están dando el impulso inicial con sus contribuciones. Pero, al final, el plan es que pase a ser un servicio en el mercado: para empresas privadas, organizaciones o Estados que deseen proteger su infraestructura orbital. Si todos los actores comprenden los valores que están en juego, la financiación para implementar la tecnología debería ser el menor de los problemas. Por último, pero no menos importante, ahora tenemos por primera vez en Alemania un ministerio que lleva la palabra "espacio" en su nombre, por lo que también esperamos un impulso político a nivel nacional.

GABRIEL PANKOW
PORTAVOZ DE TECNOLOGÍA LÁSER