

**Comisión sobre la Utilización del Espacio
Ultraterrestre con Fines Pacíficos****Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos****59° período de sesiones**

Viena, 7 a 18 de febrero de 2022

Tema 8 del programa provisional*

Desechos espaciales**Investigaciones sobre los desechos espaciales, la seguridad de los objetos espaciales con fuentes de energía nuclear a bordo y los problemas relativos a la colisión de esos objetos con desechos espaciales****Nota de la Secretaría****I. Introducción**

1. En su 58° período de sesiones, la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos convino que se siguiera invitando a los Estados Miembros y a las organizaciones internacionales reconocidas como observadores permanentes ante la Comisión a presentar informes acerca de investigaciones sobre los desechos espaciales, la seguridad de los objetos espaciales con fuentes de energía nuclear a bordo, los problemas relativos a la colisión de esos objetos con desechos espaciales, y el modo en que se estaban aplicando las directrices para la reducción de desechos espaciales ([A/AC.105/1240](#), párr. 109). En consecuencia, se envió una comunicación de fecha 11 de agosto de 2021 a los Estados Miembros y a las organizaciones internacionales reconocidas como observadores permanentes en que se los invitaba a presentar sus informes a más tardar el 11 de noviembre de 2021, para que su contenido pudiera ponerse a disposición de la Subcomisión en su 59° período de sesiones.

2. La Secretaría ha preparado el presente documento sobre la base de la información recibida de cinco Estados Miembros, a saber, Alemania, Austria, el Brasil, la India y el Japón, así como del Organismo Internacional de Energía Atómica y CANEUS International. La información adicional presentada por el Japón y CANEUS International, que contiene cifras relativas a los desechos espaciales, se distribuirá como documento de sesión en el 59° período de sesiones de la Subcomisión.

* [A/AC.105/C.1/L.392](#).



II. Respuestas recibidas de los Estados Miembros

Alemania

[Original: inglés]
[28 de octubre de 2021]

Alemania realiza actividades de investigación sobre cuestiones relativas a los desechos espaciales en todas las esferas pertinentes. Entre ellas cabe mencionar la modelización del entorno de desechos espaciales, la observación de desechos espaciales, el desarrollo de la tecnología de observación, estudios de los efectos del impacto a hipervelocidad en los vehículos espaciales, la protección de los sistemas espaciales contra los impactos de micrometeoroides y desechos espaciales, y el diseño de tecnologías de eliminación. Los expertos alemanes participan activamente en foros internacionales que se ocupan de las investigaciones relativas a los desechos espaciales y la seguridad en el espacio, como el Comité Interinstitucional de Coordinación en materia de Desechos Espaciales y la Academia Internacional de Astronáutica, así como en actividades internacionales de normalización en el ámbito de los desechos espaciales y, más recientemente, en relación con aspectos de la coordinación del tráfico espacial. La industria y los círculos académicos alemanes también participan en el desarrollo tecnológico orientado a la utilización sostenible a largo plazo del espacio ultraterrestre y la protección de la Tierra.

Recientemente, la Agencia Espacial Alemana del Centro Aeroespacial Alemán (DLR) puso en marcha una iniciativa dirigida a seguir trabajando en el mejoramiento de la reducción de desechos espaciales en los proyectos de satélites pequeños que se ejecutan en universidades e institutos de investigación con apoyo del DLR. Con la introducción de cambios en los procesos internos de la Agencia Espacial Alemana se garantiza la aplicación obligatoria de los requisitos relativos a la reducción de desechos espaciales para conceder subsidios a las investigaciones vinculadas con las misiones espaciales. Además, se ha establecido un diálogo ininterrumpido con la iniciativa de satélites pequeños de las universidades alemanas. Ese diálogo tiene por objetivo mantener un elevado nivel de sostenibilidad del creciente número de actividades espaciales en las universidades y apoyar el intercambio de conocimientos y mejores prácticas en el ámbito universitario. La Agencia Espacial Alemana brinda apoyo a proyectos en curso, ha ofrecido cursos prácticos en línea para expertos en temas relacionados con la reducción de desechos espaciales y ha iniciado en las universidades de Alemania una encuesta sobre las misiones espaciales. Se prevé que los primeros resultados de la encuesta estén listos a finales de 2021.

Mediciones

Es necesario fomentar la capacidad de generar y utilizar datos obtenidos mediante sensores a fin de establecer una competencia nacional de vigilancia espacial, por ejemplo, para elaborar un catálogo de objetos espaciales y determinar órbitas. Un catálogo de esa naturaleza constituiría la piedra angular de las operaciones relativas al conocimiento de la situación en el medio espacial. Por consiguiente, la Agencia Espacial Alemana, en el marco de su programa nacional financiado por el Ministerio Federal de Economía y Energía de Alemania, comenzó la construcción del radar experimental alemán de vigilancia y seguimiento espaciales (GESTRA). El sistema fue creado por el Instituto Fraunhofer de Física de Alta Frecuencia y Técnicas de Radar. Se trata de un sistema experimental para estudiar los objetos espaciales residentes de la órbita terrestre baja y precisar su información orbital. En 2020 se transportaron hasta su emplazamiento y se habilitaron las dos estructuras de protección de los radares, tras lo cual se han realizado otras actividades de integración, ensayos y comprobación. El Centro Alemán para el Conocimiento de la Situación en el Medio Espacial (GSSAC) podrá controlar totalmente el sistema a distancia. También se prevé que GESTRA sirva de plataforma experimental para el funcionamiento de radares biestáticos y multiestáticos y proporcione datos a las instituciones de investigación de Alemania para continuar las investigaciones en ese ámbito.

Se ha creado una base de datos que el GSSAC aloja y gestiona desde 2019 para reunir y compartir mediciones realizadas por el consorcio Vigilancia y Seguimiento Espacial de la Unión Europea (EU SST), la cual constituye la principal plataforma de intercambio de datos del EU SST. Como segundo paso, y tomando como punto de partida esa base de datos, se ha comenzado a preparar un catálogo precursor europeo.

Se han estudiado múltiples opciones para mejorar los resultados obtenidos con las mediciones de desechos espaciales a partir de los radares de vigilancia terrestres. Una de ellas consiste en utilizar múltiples radares de vigilancia en distintos emplazamientos con configuraciones biestáticas y multiestáticas. Cabe suponer que una red de radares de ese tipo podría no solo aumentar el tamaño del área de observación, sino también mejorar las mediciones de cada objeto. Actualmente se está llevando a cabo un estudio para analizar más a fondo estas modalidades operativas en el marco de la colaboración entre dos institutos Fraunhofer.

Existe una red de telescopios ópticos, llamada Small-Aperture Robotic Telescope Network (red de telescopios robóticos de pequeña apertura) (SMARTnet), que consta actualmente de cinco estaciones de telescopios. Esas estaciones se encuentran en Suiza, los Estados Unidos, España, Sudáfrica y Australia, y el DLR se encarga del funcionamiento de estas dos últimas. El DLR se ocupa de organizar la red en estrecha cooperación con el Instituto de Astronomía de la Universidad de Berna (Suiza). Las estaciones constan de varios telescopios con aperturas que oscilan entre 14 cm y 80 cm. La red permite vigilar la región geostacionaria y las órbitas conexas para contribuir a las investigaciones sobre las formas de evitar colisiones y otros temas científicos, para lo cual aportan datos de objetos de tamaño superior a los 30 cm aproximadamente en órbitas geosíncronas. Ya se ha podido detectar objetos con una luminosidad inferior a magnitud 18,5, medir su posición y calcular sus órbitas. También han quedado resueltos con total claridad los conglomerados de satélites.

Por otra parte, el DLR está creando un sistema de información con el catálogo básico de información relacional sobre desechos (Backbone Catalogue of Relational Debris Information), una base de datos orbitales de objetos en órbita terrestre que resulta fundamental para este proyecto. En la actualidad se encuentran completamente activadas funciones clave, como la correlación de objetos mediante observaciones de distintos sensores (por ejemplo, SMARTnet), que aporta los datos de observación iniciales que procesará el sistema, la determinación de órbitas y la propagación orbital. El sistema puede procesar distintos tipos de mediciones, como las de telemetría radárica, óptica y satelital por láser (SLR). También es posible fusionar y combinar los distintos datos de entrada relativos a los objetos a fin de lograr resultados de mejor calidad en la determinación de órbitas. Además, se está creando todo un algoritmo de observación para detectar aproximaciones cercanas entre objetos. Todos los algoritmos se programan de manera que puedan procesarse en tiempo real los datos de observación de hasta 100.000 objetos. Entre los temas de investigación actuales cabe citar la comparación de la exactitud de diferentes propagadores orbitales, por ejemplo, numéricos y seminuméricos, así como las formas de lograr una planificación óptima a partir de la base de datos para que los sensores puedan captar todos los objetos dentro de un margen de exactitud especificado.

En el marco de otro proyecto, en la Universidad Técnica de Braunschweig, se evaluarán los campos funcionales básicos de un sistema de conocimiento de la situación en el medio espacial. El proyecto tiene como principal objetivo profundizar en el conocimiento de la sostenibilidad de métodos de determinación de órbitas específicos. A ese fin, se establecen criterios de calidad para el catálogo de datos orbitales. Se realizará un gran número de simulaciones para estudiar la calidad del catálogo generado.

El DLR ha instalado en el sur de Alemania un gran telescopio Ritchey-Chrétien de 1,75 m de diámetro para observar y analizar pequeños objetos de desecho espacial con pocos centímetros de tamaño. El telescopio está dotado de cuatro focos Nasmyth y una trayectoria de luz Coudé. Además, puede utilizarse como transmisor láser o receptor fotónico en el marco de campañas de telemetría por láser biestáticas. En general, el telescopio sirve de plataforma para crear nuevas e innovadoras tecnologías ópticas por láser con miras a su aplicación en la seguridad espacial de todas las órbitas terrestres,

en particular en el rango de altitud de la órbita terrestre muy baja. La tecnología láser aplicada se centrará en el intervalo de longitudes de onda láser seguras para los ojos.

El DLR ha concebido un sistema de telemetría de satélites por láser muy compacto que funciona automáticamente y permite obtener resultados de telemetría por láser con una precisión de hasta unos pocos centímetros en los datos de posición a partir de satélites provistos de retroreflectores. Esos datos tienen numerosas aplicaciones en geodesia, la observación de la Tierra, la explotación de satélites o la vigilancia de satélites puestos fuera de servicio. Se ha creado el correspondiente componente en órbita basado en un diseño de retroreflector cerámico atómico que puede ser utilizado por las entidades explotadoras de satélites como solución para la vigilancia por láser del tráfico espacial.

En lo que respecta a las partículas de desechos muy pequeñas, el Instituto Fraunhofer de Dinámicas de Alta Velocidad, Instituto Ernst-Mach (Fraunhofer EMI) está estudiando un concepto de detector de impactos integrado de pocos recursos para la Agencia Espacial Europea (ESA). Este concepto de detector *in situ* tiene el objetivo de reunir datos en órbita de desechos espaciales de menos de 0,1 mm, es decir, partículas cuyo impacto puede tener efectos importantes en los sistemas espaciales, pero que son difíciles de observar desde la Tierra.

Modelización y evaluación de riesgos en órbita y en tierra

El principal objetivo de un proyecto ejecutado en la Universidad Técnica de Braunschweig fue contribuir a la definición de un régimen de calificación del uso sostenible del medio espacial con referencia a las probabilidades cada vez mayores de colisión en las órbitas terrestres bajas. Esas investigaciones revisten particular importancia en la actualidad, ya que las actuales políticas de reducción de desechos no han sido concebidas de manera especial para hacer frente al número extraordinariamente alto de objetos que cabe esperar que exista debido a las nuevas megaconstelaciones.

Asimismo, Alemania contribuye apreciablemente, por conducto del Fraunhofer EMI, a las investigaciones sobre los efectos de las colisiones en órbita y los impactos de desechos espaciales. La simulación experimental de impactos a hipervelocidad se realiza utilizando aceleradores de gas ligero y diagnósticos de alta velocidad dentro de los límites actuales que imponen las pruebas en tierra. Recientemente se han sometido a prueba distintos componentes de vehículos espaciales, como estructuras de plástico reforzado con fibra de carbón, materiales transparentes, vasijas de presión y propelentes de motores de desorbitación, no solo para evaluar los posibles efectos destructivos y límites de diseño cuantitativos, sino también para elaborar modelos destinados a evaluar las consecuencias de los impactos de desechos espaciales a nivel de sistema. Los experimentos de impactos, que principalmente se llevan a cabo bajo contrato con la ESA, se complementan con simulaciones numéricas para ampliar el intervalo de parámetros de las condiciones de colisión y realizar experimentos numéricos a nivel de vehículo espacial. En el Fraunhofer EMI se elaboran y aplican hidrocódigos especializados y métodos de los elementos discretos para realizar simulaciones complejas de colisiones a hipervelocidad. Un ejemplo de esto último es el actual proyecto DEM-O, que recibe el apoyo de la Agencia Espacial Alemana. El proyecto demuestra la idoneidad de aplicar un método de los elementos discretos para simular impactos a hipervelocidad. La utilización de modelos de partículas permite simular con precisión posibles situaciones de impactos a hipervelocidad, en particular la fragmentación producida por dichos impactos. Debido a su naturaleza discreta, este método ofrece claras ventajas en comparación con los hidrocódigos tradicionales para la modelización de la fragmentación y desintegración de satélites en órbita. En la actualidad, la atención se concentra en mejorar la modelización de los impactos secundarios que se producen en el interior de un satélite inmediatamente después de un suceso de impacto a hipervelocidad.

Durante los últimos diez años ha aumentado considerablemente la preocupación por los riesgos en tierra que plantea la reentrada en la atmósfera de fragmentos de vehículos espaciales, lo que ha dado lugar a numerosas actividades de la comunidad de entidades del sector espacial, como la creación, el mejoramiento y la validación de

instrumentos de simulación de reentrada, y las investigaciones en el ámbito del diseño para la eliminación. El propósito del primer grupo de actividades es aumentar la confianza en las predicciones numéricas del riesgo de reentrada, mientras que el segundo tipo de actividades está dirigido a crear nuevas técnicas de diseño de vehículos espaciales que tengan probabilidades de mejorar considerablemente sus propiedades de desintegración.

Una de las principales deficiencias de los instrumentos de simulación de reentrada que se utilizan actualmente es que no se tiene en cuenta la fragmentación termomecánica, es decir, la desintegración de los objetos en la reentrada antes de que se produzcan las condiciones de fusión en las juntas estructurales. Esta cuestión fue el tema de una reciente actividad de investigación del Instituto de Sistemas Espaciales (IRS) de la Universidad de Stuttgart y la empresa Hypersonic Technology Göttingen GmbH (HTG) como parte de la cooperación entre el sector académico y la industria. La empresa HTG inventó y aplicó un novedoso modelo de fragmentación termomecánica destinado a los instrumentos de análisis de reentrada. En el IRS se inventó una configuración completamente nueva para realizar pruebas del túnel de viento de plasma con cargas mecánicas adicionales controladas. Esos nuevos experimentos fueron analizados utilizando las más recientes posibilidades de diagnóstico del IRS (fotogrametría, espectroscopía Echelle) a fin de comprender mejor los fenómenos de desintegración cuando se tienen en cuenta las cargas termomecánicas. El nuevo método de los elementos finitos creado por la empresa HTG puede sentar las bases para la utilización de un análisis termomecánico general en los códigos de análisis de reentrada. Los resultados de los casos de prueba demuestran que es preciso tener en cuenta la fuerte interacción entre las cargas mecánicas y térmicas para lograr simulaciones de reentrada fiables.

Otra actividad de investigación en la Universidad Técnica de Braunschweig se centra en el estudio de la capacidad de juicio científico de un análisis inicial de sucesos de fragmentación en la órbita terrestre poco después de su detección. Es especialmente importante el número de objetos liberados de una determinada clase de tamaño y la distribución de las partículas de desechos en otras órbitas. Esto aumenta el riesgo de colisión de los objetos activos en las regiones orbitales correspondientes, por lo que resultan de interés la evaluación de los riesgos y su evolución temporal, es decir, el tiempo de vida de las partículas de fragmentación. El proyecto tiene por objetivo elaborar una metodología para analizar científicamente todo nuevo suceso de fragmentación tan pronto se conozca que ha ocurrido y evaluar los riesgos asociados.

Austria

[Original: inglés]
[27 de octubre de 2021]

La estación de telemetría láser de satélites (SLR) del Instituto de Investigaciones Espaciales de la Academia de Ciencias de Austria es una de las estaciones pioneras en lo que respecta al rastreo de desechos espaciales. Con un láser 16 W, se puede detectar la reflexión difusa de satélites fuera de uso o cuerpos de cohetes y calcular su distancia con una precisión de aproximadamente un metro. En las sesiones de telemetría de desechos espaciales por láser biestático y multiestático, la estación SLR de Graz dispara el láser persistentemente hacia los desechos espaciales y una o más estaciones SLR (pasivas) situadas en Europa detectan los fotones reflejados. Estas mediciones pueden mejorar aún más las predicciones orbitales. Durante los experimentos de observación estática y persecución óptica es posible detectar visualmente objetos espaciales con órbitas desconocidas, calcular una órbita a partir de las direcciones de puntería y medir la distancia hasta el objeto dentro de un mismo pase. Mientras se realiza la telemetría por láser de los desechos espaciales, se registran las distintas curvas de luz fotónica de la luz solar reflejada por los desechos espaciales. Sobre la base de la telemetría por láser de los desechos espaciales y los datos de las curvas de luz se puede llegar a importantes conclusiones sobre el eje de giro y el período de rotación. En 2020, la estación SLR de

Graz fue la primera en visualizar los objetos contra el fondo azul del cielo y medir satisfactoriamente la distancia de objetos de desechos espaciales a la luz del día.

Brasil

[Original: inglés]
[18 de octubre de 2021]

El 16 de agosto de 2021, el Brasil fue aceptado en calidad de observador ante el Comité Interinstitucional de Coordinación en materia de Desechos Espaciales (IADC), un foro en el que los miembros intercambian información sobre las actividades de investigación relativas a los desechos espaciales, facilitan oportunidades de cooperación en el ámbito de las investigaciones relativas a los desechos espaciales, pasan revista a los progresos realizados en las actividades de cooperación en curso y definen opciones para reducir los desechos espaciales. El país tuvo la oportunidad de asistir regularmente a las reuniones organizadas por dos grupos de trabajo del IADC (grupo de trabajo 2, sobre el medio ambiente y la base de datos, y el grupo de trabajo 4, sobre la reducción de desechos espaciales) por un período de dos años. Sin embargo, la Agencia Espacial Brasileña no ha presentado todavía la lista de nombres de los científicos/expertos del país designados para formar parte de esos grupos de trabajo, por lo que mantiene su condición de no miembro del IADC. La Agencia está todavía a tiempo de transmitir la lista a fin de garantizar la participación de los expertos en la próxima reunión de todos los miembros del IADC, que se celebrará del 6 al 10 de junio de 2022 en la República de Corea.

India

[Original: inglés]
[31 de octubre de 2021]

La Organización de Investigación Espacial de la India (ISRO) ha puesto en marcha proyectos destinados a establecer instalaciones de observación dedicadas específicamente al rastreo y vigilancia de objetos espaciales. En el marco de la Red para el Seguimiento y Análisis de Objetos Espaciales (NETRA) se emplazarán un radar y un telescopio óptico para rastrear objetos en la órbita terrestre baja y en la órbita terrestre geosíncrona, respectivamente. Las instalaciones existentes, como los radares de rastreo de múltiples objetos de Sriharikota y los telescopios previstos en el marco de la iniciativa de fotometría satelital, telemetría láser y comunicación óptica, se utilizarán también en la vigilancia de los desechos espaciales en la órbita terrestre baja y en la órbita terrestre geosíncrona, respectivamente.

La ISRO ha venido trabajando en investigaciones para mejorar la predicción de la reentrada de objetos espaciales en la atmósfera, así como en la modelización y el análisis de la fragmentación en la reentrada. También participa activamente en las campañas anuales de predicción de reentradas del Comité Interinstitucional de Coordinación en materia de Desechos Espaciales. En la actualidad se trabaja con el objetivo de seguir mejorando las actuales metodologías para evitar colisiones de bienes espaciales con desechos espaciales, a saber, el análisis de proximidad de los objetos espaciales y el análisis de evitación de colisiones en la fase de lanzamiento.

Se ha establecido un centro de control en el marco del proyecto de la NETRA para el tratamiento de las observaciones realizadas desde distintas instalaciones de observación a fin de crear un catálogo nacional de desechos espaciales. En dicho centro se prevé establecer instalaciones dedicadas específicamente a las investigaciones sobre los desechos espaciales.

En la actualidad la ISRO no tiene ningún objeto espacial propulsado con energía nuclear que pueda suponer una amenaza para la seguridad en el espacio ultraterrestre. En caso de que se planifique utilizar un objeto de ese tipo en cualquier misión futura, la ISRO tendrá en cuenta las cuestiones de seguridad, ciñéndose a las directrices aceptadas internacionalmente.

Japón

[Original: inglés]
[29 de octubre de 2021]

Sinopsis

En el presente informe se presentan las actividades relativas a los desechos espaciales realizadas principalmente por el Organismo de Exploración Aeroespacial del Japón (JAXA), de conformidad con la solicitud formulada por la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre.

El JAXA trabajó en las siguientes actividades relativas a los desechos espaciales en 2019 y 2020:

- a) obtención de resultados de las evaluaciones de conjunciones e investigación sobre tecnología esencial para conocer la situación en el medio espacial;
- b) investigaciones en el ámbito de la tecnología para observar objetos en la órbita terrestre baja y en la órbita terrestre geosíncrona y determinar sus órbitas;
- c) sistema de medición de microdesechos *in situ*;
- d) creación de un tanque de propulsante recubierto de material compuesto;
- e) remoción activa de desechos.

En las secciones siguientes se brinda más información.

Situación

Obtención de resultados de las evaluaciones de conjunciones e investigación sobre tecnología esencial para conocer la situación en el medio espacial

El JAXA recibe regularmente notificaciones de conjunciones del Centro Conjunto de Operaciones Espaciales. En 2020 el JAXA ejecutó dos maniobras para evitar colisiones de vehículos espaciales con desechos en la órbita terrestre baja. El número de maniobras para evitar colisiones con desechos ha disminuido en comparación con 2019 porque el Centro estableció nuevos criterios para reconocer los sucesos de alto riesgo. En su condición de entidad explotadora de satélites, el JAXA ha reconocido que el riesgo de conjunción que plantean los desechos espaciales sigue siendo elevado, ya que el medio espacial se deteriora año tras año.

Tecnología esencial para conocer la situación en el medio espacial

Con el actual sistema de análisis del Centro Espacial Tsukuba del JAXA es posible determinar la órbita de los objetos espaciales mediante un sensor radárico emplazado en el Centro de Vigilancia Espacial de Kamisaibara y sensores ópticos situados en el Centro de Vigilancia Espacial de Bisei, predecir aproximaciones cercanas utilizando las efemérides orbitales más reciente de los satélites del JAXA y calcular la probabilidad de colisión.

En la actualidad, en el Centro de Vigilancia Espacial de Kamisaibara se trabaja en el diseño de un nuevo radar que permitirá rastrear desechos espaciales más pequeños que los que podía rastrear el viejo radar. En particular, el nuevo radar abarcará altitudes que oscilarán entre los 500 km y los 800 km, que corresponden a aquellas en que están orbitando los satélites de órbita terrestre baja del JAXA. El JAXA también está renovando sus telescopios de 1 m y 0,5 m para mantener su actual capacidad de observación de objetos en la órbita terrestre geosíncrona. Además, el JAXA está creando un nuevo sistema de análisis que podrá procesar más datos que el actual y funcionar en gran medida a partir de procesos automatizados.

Téngase en cuenta que el antiguo radar del Centro de Vigilancia Espacial de Kamisaibara se puso fuera de funcionamiento en agosto de 2020 como parte de los preparativos para el nuevo radar. El nuevo sistema para el conocimiento de la situación

en el medio espacial, del que formará parte el nuevo radar del Centro de Vigilancia Espacial de Kamisaibara, entrará en funcionamiento en 2023.

El JAXA ha creado instrumentos que facilitan la planificación de maniobras de evitación de desechos tan pronto el Organismo recibe un mensaje de datos de conjunción del Centro Conjunto de Operaciones Espaciales. Sobre la base de la experiencia adquirida, se han simplificado todos los procedimientos de las maniobras de evitación de desechos y se ha reducido la carga de trabajo conexas. En el pasado mes de marzo, el JAXA presentó un nuevo instrumento de asistencia para la evitación de riesgos llamado RABBIT, el cual es gratuito para todas las entidades explotadoras de satélites.

Investigaciones en el ámbito de la tecnología para observar objetos en la órbita terrestre baja y en la órbita terrestre geosíncrona y determinar su órbita

En general, la observación de los objetos que se encuentran en la órbita terrestre baja se realiza principalmente con el sistema de radares; sin embargo, el JAXA ha estado trabajando en la creación de un sistema óptico a fin de reducir los gastos de construcción y explotación. Se ha inventado un sensor complementario de semiconductores de óxido metálico (CMOS) de gran tamaño para la observación de la órbita terrestre baja. El análisis de los datos de ese sensor usando tecnologías de procesamiento de imágenes basadas en una matriz de puertas lógicas programable *in situ* permite detectar objetos de 10 cm de tamaño o más pequeños en la órbita terrestre baja. A fin de aumentar las posibilidades de observar objetos en la órbita terrestre baja y en la órbita terrestre geosíncrona se estableció un centro de teleobservación en Australia, que se suma al observatorio de Monte Nyukasa en el Japón. Se dispone de un telescopio de 25 cm y cuatro telescopios de 18 cm con distintos objetivos. Se establecerá otro centro de teleobservación en Australia Occidental, lo que permitirá usar los datos obtenidos de ambos emplazamientos en Australia para realizar con precisión determinaciones de órbitas y estimaciones de altitud de objetos que se encuentren en la órbita terrestre baja.

Sistema de medición de microdesechos *in situ*

El dispositivo de vigilancia de desechos espaciales consiste en un sensor de microdesechos *in situ*, que se centra en los desechos cuyo tamaño se sitúa entre las micras y los milímetros y que orbitan a altitudes inferiores a 1.000 km. Recientemente se efectuó un vuelo usando el vehículo de transferencia H-II Kounotori-5 (HTV-5). La información basada en mediciones reales de esos desechos pequeños es indispensable para conocer correctamente la gran cantidad de desechos pequeños que orbitan cerca de la Tierra, ya que están convirtiéndose en uno de los principales factores de riesgo en órbita.

El carácter singular del dispositivo de vigilancia de desechos espaciales viene dado por su sencillo sistema de detección, que no necesita calibración especial antes del vuelo, y la posibilidad de colaborar fácilmente con otros sensores. Tiene una parte destinada a la detección de desechos y otras en las que se encuentran los circuitos. La parte destinada a la detección de desechos consiste en una película de polimida muy fina con una rejilla conductora formada por miles de líneas de 50 μm de ancho, capaces de detectar el diámetro de los desechos de entre 100 μm y algunos milímetros que chocan contra ella.

El JAXA colabora con la Oficina del Programa de Desechos Orbitales de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA) para crear un nuevo sistema de medición de microdesechos *in situ*, a fin de conocer la cantidad de desechos pequeños que orbitan a menos de 1.000 km.

Creación de un tanque de propulsante recubierto de material compuesto

Los tanques de propulsante normalmente se fabrican con aleaciones de titanio, que son mejores debido a su poco peso y su adecuada compatibilidad química con los propulsores. Sin embargo, el punto de fusión de dichas aleaciones es tan elevado que esos tanques no se desintegrarían durante su reentrada en la atmósfera y plantearían un riesgo las personas en la Tierra.

Durante años el JAXA realizó investigaciones para concebir un tanque revestido de aluminio y recubierto de un compuesto de carbono con una temperatura de fusión más baja. Para estudiar su viabilidad, el JAXA realizó pruebas elementales, por ejemplo, de compatibilidad del revestimiento de aluminio con el propulsante hidracina, y una prueba de calentamiento por arco.

Una vez construido y probado el modelo técnico de un tanque EM-1 más corto, el JAXA construyó un tanque EM-2 de tamaño normal. El tanque EM-2 tiene la misma forma del tanque de capacidad nominal, que tiene un dispositivo de control del propulsante. El EM-2 se sometió a ensayos de presión de prueba, de vibración (en condiciones húmedas y secas), de fugas externas, de ciclos de presión y de presión de estallido, todos ellos con buenos resultados. Posteriormente, concluyó con éxito el examen crítico del diseño.

Los tanques de propulsante recubiertos de material compuesto tienen un plazo de entrega más breve y cuestan menos que los de titanio. En la actualidad se lleva a cabo una evaluación experimental y analítica de su capacidad de desintegración durante su reentrada en la atmósfera.

Remoción activa de desechos

El JAXA ha organizado y estructurado un programa de investigación orientado hacia la realización de misiones de bajo costo para la remoción activa de desechos. La investigación y el desarrollo de tecnología clave para la remoción activa de desechos se centran en tres cuestiones principales: los encuentros espaciales con blancos no cooperativos, la tecnología para capturar blancos no cooperativos y la tecnología para retirar de órbita desechos espaciales intactos de gran tamaño. En la actualidad el JAXA coopera con empresas privadas japonesas para encontrar soluciones comerciales de bajo costo para la remoción activa de desechos y a ese fin trabaja para proporcionar las tecnologías indispensables.

Además, el JAXA encabeza el programa de demostración de sistemas comerciales de remoción de desechos. El programa consta de dos fases y tiene por objetivo realizar por primera vez en el mundo una misión de remoción activa de desechos en asociación con empresas privadas. En la primera fase del programa y dentro del ejercicio económico japonés de 2022, se prevé la demostración de las tecnologías clave, como los encuentros espaciales con blancos no cooperativos, la operación de proximidad y la inspección de la segunda etapa del vehículo H-IIA. En la segunda fase se prevé, para después del ejercicio económico japonés de 2025, la demostración de la remoción activa de desechos y la reentrada de la segunda etapa del H-IIA. Mediante una licitación celebrada en febrero de 2020 se seleccionó a Astroscale Japan Inc. como empresa asociada en la primera fase.

III. Respuestas recibidas de organizaciones internacionales

Organismo Internacional de Energía Atómica

[Original: inglés]
[1 de noviembre de 2021]

El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) presta apoyo al Grupo de Trabajo sobre la Utilización de Fuentes de Energía Nuclear en el Espacio Ultraterrestre de la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos para facilitar la aplicación del Marco de Seguridad relativo a las Aplicaciones de Fuentes de Energía Nuclear en el Espacio Ultraterrestre, elaborado conjuntamente por el OIEA y el Grupo de Trabajo.

Para hacer frente a posibles colisiones con vehículos espaciales portadores de fuentes de energía nuclear, como resultado de las cuales podría producirse la reentrada de esas fuentes en la atmósfera terrestre, el OIEA tiene un intenso programa relativo a la preparación para emergencias nucleares y radiológicas y la respuesta a ellas.

El OIEA mantiene el marco internacional de preparación y respuesta para casos de emergencia, que facilita el establecimiento y mantenimiento de capacidades y disposiciones de preparación y respuesta en casos de emergencia nuclear o radiológica y se basa en instrumentos jurídicos internacionales.

Por conducto del Comité Interinstitucional sobre Emergencias Radiológicas y Nucleares, el OIEA y la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre, junto con otras organizaciones, mantienen el Plan Conjunto de las Organizaciones Internacionales para la Gestión de Emergencias Radiológicas, que es un mecanismo de coordinación y aclara las funciones y capacidades de las organizaciones internacionales participantes. Ese plan refleja el entendimiento común de la forma en que actúa cada organización para aplicar medidas de respuesta y de preparación ante una emergencia nuclear o radiológica.

CANEUS International

[Original: inglés]
[29 de octubre de 2021]

Sinopsis

CANEUS propone a la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos que inicie estudios de sistemas para abordar el problema que plantea la influencia de las constelaciones de múltiples satélites en la órbita terrestre baja para la realización de tareas tradicionales tanto en el espacio ultraterrestre como desde el espacio (dentro del mandato de la Comisión).

Sobre la base de los resultados de esos estudios, que convendría realizar, se podría ofrecer a las principales potencias espaciales a nivel nacional medidas efectivas destinadas a eliminar o mitigar los efectos de la interferencia física y energética creada por las megaconstelaciones en los sistemas espaciales tradicionales.

A corto plazo, ese tipo de medidas podría vincularse a diversas iniciativas por parte de las entidades explotadoras de constelaciones de microsátélites, nanosatélites y picosatélites en órbitas bajas, como por ejemplo el oscurecimiento de la superficie de los satélites, la adición de parasoles y la no utilización de materiales reflectantes no rígidos en las partes de los satélites pequeños orientadas hacia el nadir para reducir el resplandor; el cambio de la orientación de los vehículos espaciales pequeños a fin de evitar que se proyecte el reflejo de luz procedente del equipo a bordo y al mismo tiempo garantizar la disponibilidad general de información de las efemérides con la mayor precisión posible.

A largo plazo, en los órganos y grupos de trabajo de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos podrían concebirse y proponerse otras medidas orientadas a eliminar o mitigar los efectos de la interferencia física y energética de los megagrupos en los sistemas espaciales tradicionales, así como a reducir el riesgo de colisión en órbita y de formación de desechos espaciales.

Medidas de mitigación a corto plazo

1. En cuanto a las entidades explotadoras de satélites:
 - a) eclipse de superficie;
 - b) parasol;
 - c) ajuste de la altitud para evitar las proyecciones de resplandor hacia los grandes observatorios en tierra;
 - d) vigilancia del control satelital dentro de las limitaciones de potencia a fin de garantizar la debida reflectancia y la máxima predicción de las superficies especulares orientadas hacia el nadir en dirección a los observatorios en tierra.

2. En cuanto a los observatorios:
 - a) tratamiento posterior de imágenes con el propósito de encontrar, modelar, extraer y enmascarar píxeles afectados a causa de la estela del satélite;
 - b) mantener efemérides precisas de conjuntos de constelaciones enteras y, para las instalaciones en que pueda resultar práctico, cerrar los obturadores de los telescopios en tierra durante los segundos alrededor de la hora prevista del paso del satélite;
 - c) control de la orientación para evitar colisiones cuando sea posible.

Antecedentes

Durante los últimos años, distintas empresas privadas y gubernamentales de los Estados Unidos de América, Gran Bretaña, el Canadá, China y otros países han sido las principales entidades que han trabajado activamente en la creación y el despliegue de varias constelaciones de múltiples satélites en la órbita terrestre baja.

Como ejemplos concretos cabe mencionar las ampliamente conocidas constelaciones de satélites pequeños comerciales para las comunicaciones de banda ancha e Internet espacial (Starlink y OneWeb), la teleobservación de la Tierra (Flock), Internet de las cosas (SpaceBEE) y los sistemas automatizados de identificación de vehículos (Lemur-2).

Las grandes empresas están colocando satélites en órbita con una frecuencia sin precedentes con el objetivo de crear “megaconstelaciones” de satélites de comunicaciones en la órbita terrestre baja. Según algunas estimaciones, en 2030 podría haber más de 100.000 satélites en órbita alrededor del planeta.

En un artículo publicado recientemente en los informes científicos en línea de *Nature*, Aaron C. Boley y Michael Byers caracterizaron, en términos generales, la situación actual relativa a la “densidad de población” de las órbitas terrestres bajas. Sus conclusiones indican que en dos años (al 30 de marzo de 2021) el número de satélites, tanto activos como fuera de funcionamiento, había aumentado en más del 50 %, es decir, hasta unos 5.000.

Solo SpaceX está en vías de agregar otros 11.000 satélites como parte de su megaconstelación Starlink y ya ha solicitado a la Comisión Federal de Comunicaciones las licencias correspondientes para otros 30.000 satélites. Otras entidades tienen planes similares, como la empresa estatal china Guowang con 13.000 satélites, OneWeb (6.372), Amazon (3.236) y Telesat (red Lightspeed: 298). Aunque está cambiando lentamente, el actual sistema de gobernanza (control) de la órbita terrestre baja no está en condiciones de hacer frente a los sistemas espaciales de múltiples satélites.

En poco tiempo, el proceso no hará más que crecer. Así es como en los últimos dos años han venido apareciendo, como las setas después de la lluvia, las citadas constelaciones orbitales destinadas a Internet de banda ancha, Internet de las cosas, la teleobservación de la Tierra y los sistemas automatizados de identificación.

De acuerdo con una ponencia presentada por el Canadá durante el 58º período de sesiones de la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos sobre mediciones fotométricas espaciales de la constelación orbital Starlink reunidas mediante la misión del Satélite de vigilancia de los objetos cercanos a la Tierra, se prevé que en los próximos diez años haya en órbita hasta 10.000 satélites pequeños (es decir, microsátélites, nanosatélites, picosatélites y femtosatélites).

Cuestiones clave

El surgimiento de nuevas amenazas y riesgos relacionados directa o indirectamente con el problema de los desechos espaciales plantea dificultades en dos dimensiones diferentes.

La primera dimensión se refiere a la interferencia (de información) energética que crean las constelaciones de múltiples satélites en órbitas bajas para las actividades

espaciales ordinarias (cotidianas), la cual se relaciona con el funcionamiento de los sistemas satelitales que garantizan la estabilidad estratégica y la seguridad internacional.

Se trata, ante todo, de sistemas nacionales (de China, Rusia y los Estados Unidos) e internacionales (de la Unión Europea) de retransmisión de datos y de comunicaciones de banda ancha en órbitas altas, los componentes de información de los sistemas de alerta de ataque con misiles y de defensa antimisiles, así como el control del espacio cercano a la Tierra, los sistemas de inteligencia estratégica de baja altitud (para el control del cumplimiento de tratados) y las comunicaciones especiales de interés para los departamentos militares y paramilitares.

La interferencia en las observaciones astronómicas es generada desde la Tierra y guarda relación directa con las alertas de ataque con misiles, los sistemas de defensa antimisiles y de control espacial, ya que las instalaciones ópticas en tierra contribuyen a la realización de las tareas de defensa.

Por consiguiente, es imposible no tener en cuenta la interferencia radial que crea el funcionamiento ininterrumpido de las comunicaciones satelitales militares y civiles en los rangos de frecuencia Ka, Ku (a partir de 22 GHz) y V (60 GHz). Además, todas las ya mencionadas constelaciones de múltiples satélites están creando una amenaza mundial escasamente controlada para la seguridad física y de la información, y ello no se limita a las telecomunicaciones.

La segunda dimensión se refiere a la amenaza generada por el crecimiento en cascada de la población de desechos espaciales asociado con la intensificación observada en la utilización de satélites pequeños (microsatélites) y ultrapequeños (nanosatélites, picosatélites y femtosatélites) en el contexto de los controles automatizados que se utilizan con dichos satélites a partir de microtecnologías, nanotecnologías y tecnologías de inteligencia artificial.

Los encuentros potencialmente peligrosos entre esos pequeños vehículos espaciales como parte de las constelaciones “enjambre” a distancias críticas y la amenaza de posibles colisiones como resultado de errores de control o de la pérdida de control obligarán (y ya han obligado) a las entidades explotadoras de objetos espaciales grandes en órbitas bajas (como los singulares y costosos satélites de reconocimiento estratégico o la Estación Espacial Internacional) a recurrir a frecuentes maniobras defensivas, con todas las consecuencias que de ellas puedan derivarse, como por ejemplo la interrupción de tareas previstas o el consumo de los recursos energéticos de la misión.

Iniciativas conexas

En el 58º período de sesiones de la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos, algunas delegaciones expresaron su grave preocupación por el emplazamiento de grandes constelaciones y megaconstelaciones de satélites y sus consecuencias y, a ese respecto, expresaron la opinión de que la Subcomisión debía tratar ese tema con carácter prioritario, con miras a reducir la generación de desechos espaciales ([A/AC.105/1240](#), para. 98).

Si tenemos en cuenta que el problema de los desechos espaciales ha sido objeto de examen por la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos durante muchos años, en particular con intentos por regular el nivel de desechos en la órbita terrestre baja con la adopción de medidas especiales en los planos nacional e internacional, parece poco probable que se puedan obtener resultados constructivos con la introducción de normas recomendadas y la creación de instituciones especializadas de las Naciones Unidas para resolver el problema de la interferencia y las amenazas a largo plazo a las actividades espaciales cotidianas como resultado del surgimiento de constelaciones de múltiples satélites en órbitas bajas.

Modificaciones sugeridas

Como otra posibilidad, en el mandato tradicional vigente en relación con el tema 8 del programa de la Subcomisión (con arreglo a la resolución [75/92](#) de la Asamblea

General), que se refiere a las investigaciones sobre el problema de los desechos espaciales, la seguridad de los objetos espaciales con fuentes de energía nuclear a bordo y los problemas relativos a su colisión con objetos de origen artificial, en particular, debería sustituirse la frase “con fuentes de energía nuclear a bordo” con la frase “constelaciones de múltiples satélites en órbitas bajas” o agregarse esta última al mandato.

Fundamentación de las modificaciones propuestas

En primer lugar, al menos durante los dos últimos años no se han lanzado objetos espaciales con fuentes de energía nuclear a bordo. La excepción fueron las fuentes de energía radioisotópica que se utilizaron en misiones espaciales de larga duración (casi todas interplanetarias).

A corto plazo, esos objetos no parecen plantear una amenaza tan obvia como las constelaciones de múltiples satélites en órbitas bajas, ya sea desde el punto de vista de las colisiones en órbita como en lo que se refiere a las consecuencias de esas colisiones para la ecología de la Tierra y el espacio.

En segundo lugar, en la Subcomisión no se planteó el problema que representaba la influencia de las constelaciones de múltiples satélites en órbitas bajas tanto para la eficacia de las observaciones astronómicas como de las actividades espaciales cotidianas en sus distintos aspectos, especialmente a los fines de garantizar la estabilidad estratégica y la seguridad internacional.

En cuanto al primer aspecto, recientemente la Sociedad Astronáutica de los Estados Unidos realizó estudios en ese país con el apoyo de la Fundación Nacional de las Ciencias (seminarios prácticos SATCON1 y SATCON2, celebrados en julio de 2020 y julio de 2021) sobre las maneras de reducir los efectos negativos de las constelaciones de satélites en la astronomía y el cielo nocturno; sin embargo, en las investigaciones realizadas por los analistas se pasó por alto el segundo aspecto.

Si se han propuesto medidas específicas para impartir orientación a los observatorios y las entidades explotadoras de satélites en el presente y en el futuro (cuando la comunidad internacional llegue a comprender más detalladamente los efectos de las constelaciones de múltiples satélites en órbitas bajas en las observaciones astronómicas y las maneras de mitigar esos efectos), entonces en lo que se refiere a la influencia de las constelaciones de múltiples satélites en órbitas bajas en la estabilización de las actividades espaciales (comunicaciones mundiales, retransmisión de datos, reconocimiento desde el espacio, escalones espaciales de sistemas de defensa antimisiles y de alerta temprana y conocimiento de la situación en el medio espacial) esas medidas no se han examinado en un formato abierto. Es más, el uso predominante que algunos países hacen de determinadas regiones orbitales podría también dar por resultado una exclusión de otros actores en dichas regiones, lo cual constituiría una violación del Tratado sobre los Principios que Deben Regir las Actividades de los Estados en la Exploración y Utilización del Espacio Ultraterrestre, incluso la Luna y Otros Cuerpos Celestes.

Recomendaciones propuestas

Todas las cuestiones y problemas ya mencionados podrían abordarse de manera coordinada en el marco de procesos normativos multilaterales únicamente, ya sean las Naciones Unidas, el Comité Interinstitucional de Coordinación en materia de Desechos Espaciales (IADC) o un proceso *ad hoc*, y no de manera descoordinada a través de diferentes legislaciones nacionales.

Sin embargo, no existen normas internacionales vinculantes sobre otros aspectos de las megaconstelaciones. El IADC, que en la actualidad representa a 13 organismos espaciales, indicó en 2007 que se prefería la reentrada directa al final de la vida útil del satélite, pero solo recomendó la desorbitación de satélites en un plazo de 25 años. Esta es una pauta inaceptable para las megaconstelaciones constituidas por miles de satélites con ciclos cortos de vida útil. También pasa por alto el problema del emplazamiento, ya

que las probabilidades de colisión de los satélites a gran altitud son relativamente elevadas cuando su salida de órbita se planifica con plazos demasiado largos.

Independientemente del foro normativo, las megaconstelaciones exigen un cambio de perspectiva y de políticas: dejar de mirar a los satélites individualmente para pasar a evaluar sistemas de miles de satélites y hacerlo teniendo en cuenta las limitaciones del medio ambiente de la Tierra, en particular sus órbitas.

Por consiguiente, sobre la base de todo lo anterior, CANEUS propone a la Subcomisión que inicie estudios de sistemas para abordar el problema que plantea la influencia de las constelaciones de múltiples satélites en la órbita terrestre baja para la solución de problemas tradicionales tanto en el espacio ultraterrestre como desde el espacio ultraterrestre.
