

## **La red invisible - DSN - Explora el mañana**

Uno de nuestros mayores desafíos siempre será la capacidad, ¿verdad? Siempre existe el impulso para obtener tasas de datos más altas porque los instrumentos que colocan en las naves espaciales siempre arrojan más datos que el enlace de comunicación y el soporte. Continuaremos explorando el espacio, continuaremos lanzando más y más misiones y necesitaremos más y más aperturas. Tenemos que asegurarnos de tener la capacidad suficiente para respaldar no solo nuestra presencia sostenida en la luna, sino también los objetivos futuros de exploración a Marte. El futuro de la NASA es emocionante, está lleno de misiones científicas y de exploración de próxima generación. Deep Space Network brindará un apoyo fundamental a las misiones Artemis que buscan establecer una presencia humana sostenida en la Luna con miras a la exploración humana de Marte. Es una nueva era de exploración planetaria cruda en la que personas de todos los orígenes se convierten en la próxima generación de héroes espaciales. La red transmitirá las voces del próximo Neil Armstrong o Sally Ride mientras dan sus primeros pasos en el suelo lunar gris o el paisaje marciano rojo. La red del espacio profundo también potencia las misiones robóticas presentes y futuras, aventurándose audazmente a lugares distantes en todo nuestro sistema solar. Parker Solar Probe recientemente tocó el sol, confiando en los servicios de la red del espacio profundo mientras se precipitaba a través de la atmósfera solar. La NASA está planeando nuevas misiones robóticas a Venus, el gemelo más caliente de la Tierra, Urano, la versión de nuestro sistema solar de lo que podría ser el tipo de planeta más numeroso de la galaxia. Y Europa y Enceladus lunas jovianas que podrían albergar vida en vastos océanos. Todos estos se basarán en la red del espacio profundo. Pero el futuro de la NASA también está lleno de desafíos que superar. Hay tantas misiones en el espacio profundo y pocas antenas suficientes para respaldar las enormes cantidades de datos que recopilan para respaldar las misiones científicas de próxima generación y los viajes tripulados a la Luna, Marte y más allá. La red de espacio profundo de la NASA está adoptando nuevas tecnologías y capacidades mientras actualiza y mejora su infraestructura existente. El ejecutivo del programa de navegación y comunicaciones espaciales, Philip Baldwin, esta red espacial desempeñará un papel fundamental en el apoyo a las comunicaciones de Artemis y los vuelos espaciales tripulados. Entonces, estamos analizando lo que tenemos que hacer para actualizar la red para admitir eso. Y piensas en Apollo, estamos hablando de Kilobits, los megabits de gama alta. Ahora necesitamos gigabits. Entonces, debemos ver qué tipo de velocidades de datos necesitamos habilitar en la red para admitir eso. Cuando la mayoría de la gente piensa en tarifas de datos, piensan en su Internet de fibra óptica de alta velocidad o en su servicio celular 5G. Estos son servicios y capacidades que muchos dan por sentado. Las misiones de espacio profundo de la NASA no tienen ese lujo. Establecer enlaces con naves espaciales distantes presenta desafíos únicos que deben afrontarse con precisión.

Cuanto más lejos va una misión, más desafiante se vuelve. Afortunadamente, la red del espacio profundo es conocida por su innovación persistente. A medida que la agencia prepara misiones humanas y robóticas cada vez más audaces hasta los confines del sistema solar, artemis puede ser un campo de pruebas para nuevas tecnologías y capacidades. Pero ahora, cuando vamos a la luna, volvemos a la luna. Queremos asegurarnos de que tenemos el mismo tipo de conectividad cuando aterrizamos en la luna. Queremos ver el video. Entonces, queremos asegurarnos de que el público en general pueda ver este gran trabajo que estamos haciendo cuando aterrictemos en la luna y entreguemos ese video y recuperaremos esos datos científicos. En este episodio, nos sumergiremos en las innovaciones y los proyectos de infraestructura que aseguran la competencia y confiabilidad de Deep Space Network en el futuro. Nuevas antenas, comunicaciones láser, redes, innovación y más

nos guiarán cada vez más hacia el interior del sistema solar. Soy Danny Baird. Esta es la Red Invisible. Elegimos ir a la luna en este detenido en un momento. Hola de parte de los niños del planeta Tierra. Tres dos uno. Bueno. Jeff Berner, y mi título formal es ingeniero jefe de redes de espacio profundo dsn. Me preocupa interactuar con las misiones para garantizar que las nuevas capacidades y las capacidades existentes continúen cumpliendo con los requisitos para ayudar a desarrollar nuevos requisitos para nuevas capacidades. Preocúpese de cómo vamos a pagar por todo lo que estamos haciendo. Solo una especie de bola de cera completa, por así decirlo. Jeff tiene mucho de qué preocuparse. De muchas maneras. El éxito de Dsn significa el éxito de la misión científica y de descubrimiento de la NASA. Como nos recuerda la directora de Interplanetary Network, Suzanne Dodd, tenemos más de 50 misiones, ya sea que estamos apoyando o son misiones comprometidas para que las apoyemos. Y eso requiere que haya muchos activos. Muchos de esos activos son los que hemos mencionado anteriormente en esta temporada de 70 metros. Antenas con décadas de apoyo a la misión a sus espaldas, o en este caso, cojinetes hidrostáticos. Sin embargo, la red está construyendo nueva infraestructura para satisfacer las necesidades de exploración futura. Mi nombre es Amy Smith y soy la directora del proyecto Dsn Aperture Enhancement. Por lo tanto, el Proyecto de mejora de la apertura Dsn es en realidad un nombre elegante para construir más antenas en toda nuestra red. Entonces, el proyecto en general entregará seis nuevas antenas a la red Dsn en los tres complejos diferentes. Las últimas antenas que estábamos construyendo estaban en Madrid, así que pasé mucho tiempo yendo y viniendo entre aquí, California y Madrid. La próxima antena estará en las instalaciones de Goldstone, que está en nuestro patio trasero, a unas pocas horas del JPL. Y eventualmente terminaré construyendo en Canberra, aunque todavía no lo he hecho. Deep Space Network inauguró su antena más nueva en el Complejo de Madrid en marzo de 2022. La inauguración contó con la presencia de la NASA y el liderazgo del JPL. El rey de España estaba incluso allí. Fue un gran momento para Deep Space Network porque a medida que miramos hacia las proyecciones que tenemos de la NASA para futuras misiones, estaremos apoyando más y más misiones cada vez. Agregamos una antena completamente nueva a la red, que agrega más horas de seguimiento posibles y eso nos permite admitir más misiones, admitir más tiempo de seguimiento y traer más datos. No existe una relación de uno a uno entre las antenas construidas y las misiones que Deep Space Network puede soportar. Cada nueva antena puede soportar muchas misiones incluso a la vez. Entonces tenemos algo que llamamos múltiples naves espaciales por apertura, que es donde podemos rastrear más de una nave espacial. Podemos recopilar datos de más de una nave espacial con una sola antena.

Y luego, en desarrollo, tenemos lo contrario, donde podríamos enviar datos a múltiples naves espaciales con una sola antena. Las nuevas antenas que Amy está supervisando pueden soportar misiones heredadas, pero también están construidas pensando en la vanguardia. Por lo tanto, generalmente se conectan con todas las capacidades anteriores y, cuando es posible, integramos nuevas capacidades. Cosas como Kaband se están integrando en nuestras antenas ahora, y también estamos trabajando para agregar capacidades ópticas en el futuro. La banda Ka y la óptica nos permiten obtener más datos en la misma cantidad de tiempo, por lo que esencialmente aumenta el rendimiento al usar estas bandas de frecuencia más altas. Las comunicaciones ópticas fueron el foco de este podcast la temporada pasada, que destacó el lanzamiento de la Demostración de retransmisión de comunicaciones láser de la NASA, o LCRD. A diferencia de las comunicaciones por radiofrecuencia tradicionales, la comunicación óptica utiliza láseres infrarrojos. Al mover el espectro electromagnético de radio a infrarrojo, las redes de la NASA pueden ofrecer más ancho de banda y más datos. Siempre existe el impulso para obtener velocidades de datos más altas porque los instrumentos que colocan en las naves espaciales siempre arrojan más datos que el enlace de comunicación y el soporte. Para obtener una breve descripción general de cómo funcionan las

comunicaciones ópticas, recurrimos al gerente de proyectos de Deep Space Network, Brad Arnold. Fundamentalmente, un láser emite luz, que es radiación electromagnética a una frecuencia muy alta. Está en frecuencias ópticas. Un plato de RF, un plato de antena es básicamente un colector o un concentrador de energía. Si está tratando de hablar con un amigo al otro lado de la calle, es posible que tenga que taparse la boca con las manos cuando hable en voz alta o taparse los oídos con las manos para ayudar a recolectar la energía. El tamaño de esa colección, su capacidad de recolección está relacionada con la longitud de onda que te llega. Entonces, si la longitud de onda es muy larga, lo que corresponde a una frecuencia muy baja, el tamaño de esas copas debe ser más grande. Por lo tanto, las copas en las orejas o la copa alrededor de la boca deben ser más grandes. Una forma de pensar en ello es su altavoz. En casa, es posible que tenga un Woofer y un Tweeter en el rango medio. Esos son tres altavoces de tamaños muy diferentes, ¿verdad? El woofer suele ser un altavoz muy grande. De hecho, puedes verlo moverse, y eso es de muy baja frecuencia. Así que puedes pensar que nuestros grandes platos de 70 metros son como un woofer de antenas. La óptica es de una frecuencia mucho más alta, por lo que las aperturas, para enfocar exactamente la misma cantidad, son mucho más pequeñas. Y así se puede pensar en el Tweeter. ¿Exactamente qué tipos de estados de velocidad de datos pueden ofrecer las frecuencias más altas de las comunicaciones ópticas a las misiones? El ingeniero jefe de la Dirección de Redes Interplanetarias, Steve Lichten, explica que actualmente las tasas de datos de radiofrecuencia que obtenemos de Marte oscilan entre medio y seis megabits por segundo.

Podemos obtener tasas de datos mucho más altas para misiones que están más cerca, pero para Marte, esa es una distancia de espacio profundo. Esas son las tarifas que podemos ofrecer ahora. Pero en el futuro, con frecuencias mejoradas y más altas como Kevan, el Dsn podría admitir hasta 250 megabits por segundo desde Marte. Y eso es un gran aumento. Eso es como un factor de aumento de 40 sobre lo que normalmente hacemos hoy. También cuando agregamos las comunicaciones ópticas, estamos comenzando a construir ahora la primera antena en Goldstone que tendría capacidades de recepción óptica y de radio, todo en una sola antena. La apertura óptica sería el equivalente a unos 8 metros, y podría alcanzar hasta un gigabit por segundo desde Marte, que es un factor de unas 200 veces más de lo que podemos hacer en la actualidad. 200 veces más datos suena increíble, pero las comunicaciones ópticas no vienen sin desafíos. Uno de los problemas con la óptica es que puede tener que cancelar los pases si hay nubes, tiempo o lluvia. Es bastante sensible incluso a la presencia de nubes. Por lo tanto, poder cambiar a una antena de radio, incluso la misma antena y hacer tal vez una cantidad menor de enlace descendente de datos, pero aún así una cantidad significativa, es una gran ventaja. Y la programación también se puede integrar. Pero una de las grandes ventajas de colocar el sistema de recepción óptica dentro de una antena de radio DSN es el ahorro de costos. Debido a que una apertura óptica independiente cuesta tanto como un gran telescopio óptico, sabemos que esos costos son extremadamente caros. Mientras que cuando lo colocamos dentro de una antena Dsn existente, ya tenemos la estructura allí, no es tan costosa como la apertura óptica independiente que normalmente se encuentra dentro de una cúpula. El diseño de estos sistemas ópticos y de radio híbridos requiere un pensamiento innovador. El hardware de comunicaciones ópticas puede ser implacable. Los terminales ópticos suelen ser mucho más pequeños. En principio, deberían ser más fáciles de construir y enfocar. Pero a la inversa, necesitan ser mucho más precisos porque están trabajando en frecuencias ópticas en lugar de un plato, que podría ser un poco toscos y simplemente estampado en metal. Ahora estás hablando de un espejo que necesita ser fabricado con mucha más precisión. Mientras que la misión LCRD está demostrando las capacidades de comunicaciones ópticas para naves espaciales de órbita terrestre baja, la NASA se está preparando para mostrar la tecnología más allá de la Tierra con el Instrumento de Comunicaciones Ópticas del Espacio Profundo, o DSOC. Es literalmente un láser, un láser de alta

potencia que va a volar en la misión Psyche, y vamos a probar el rendimiento de ese láser a distancias de Marte y ver si podemos comunicarnos mediante comunicaciones ópticas. El láser apunta a los espejos en el suelo y los espejos enfocan la luz del láser. Psyche, actualmente en revisión, planea hacer un viaje de 280 000 000 millas a un asteroide de metal único que los científicos creen que nos ayudará a comprender mejor la formación de nuestro sistema solar. Si bien las comunicaciones ópticas mejoran las tasas de datos, otra innovación de redes en desarrollo puede ayudar a la red del espacio profundo a mejorar los retornos de datos. Puede que lo recuerdes del episodio 13 de este podcast cuando escuchamos al Dr. Vincent Serf, el principal evangelista de Internet de Google. Las redes tolerantes a la interrupción del retraso utilizan un protocolo de paquete de almacenamiento y reenvío para proporcionar servicios similares a Internet en el espacio profundo. Steve Lichten explica que la red interplanetaria ya se está convirtiendo en una especie de Internet, donde se realizan conexiones automáticamente. Ahora mismo, es mucho más manual con estas largas distancias sobre las que tenemos que formar estos vínculos. Pero hay un nuevo protocolo llamado red tolerante al retraso, o Dtn para abreviar, que permite que los enlaces interplanetarios funcionen de la misma manera que las conexiones terrestres de Internet. Pero los factores de redes tolerantes a los retrasos en los largos retrasos en el tiempo de viaje de la luz, que podrían ser de minutos a horas en todo el sistema solar. Así que ese es un tipo especial de Internet que debe mejorarse con respecto a lo que estamos acostumbrados en el terreno, donde esas demoras son mucho, mucho más cortas, quiero decir, tal vez fracciones de segundo. Entonces, en el sistema de red tolerante a demoras, la nave espacial o una estación terrestre pueden funcionar de manera muy similar a lo que actualmente usamos enrutadores de Internet. Para que puedan recopilar datos y enviarlos y almacenarlos, si es necesario, hasta que aparezca algo. Ese es un gran avance que permite que las cosas se manejen de una manera más automatizada.

No todos los proyectos de infraestructura y tecnología que preparan el Dsn para el futuro son tan glamorosos como las antenas nuevas, múltiples naves espaciales, por apertura, comunicaciones ópticas, Dtn e incluso las capacidades de arreglo de antenas que discutimos a principios de esta temporada. Son súper emocionantes. Pero incluso una nueva capa de pintura puede ser importante para el éxito de la misión. La red del espacio profundo es un recurso nacional vital que requiere un mantenimiento persistente para continuar capacitando a las naves espaciales con comunicaciones y servicios de navegación de misión crítica. Puede imaginarse después de 50 años la cantidad de infraestructura obsoleta que existe. Entonces, estamos tomando una iniciativa llamada Road to Green que analizará todas las tareas que tuvimos que aplazar, y estamos buscando traerlas al frente y financiar esas tareas. Estas son cosas de las que realmente no hablamos, no son gloriosas. Como fontanería. Necesitamos tener eso. Tenemos que tener líneas de agua, tenemos que tener instalaciones, energía, electricidad, todo eso es infraestructura que necesitamos actualizar. Y estamos tomando esta iniciativa camino a Green para actualizar su infraestructura para llevar nuestras instalaciones de nuevo a un nivel avanzado. Y seguirá siendo fiable durante otros 50 o 60 años en el futuro. Otra parte de la preparación para el futuro es mejorar las capacidades de la otra red de la NASA, la Red del Espacio Cercano, administrada por el Centro de Vuelo Espacial Goddard de la NASA en Greenbelt, Maryland. Mientras que Deep Space Network está diseñado para apoyar misiones lejanas, los servicios de Goddard Network generalmente se han centrado en misiones más cercanas a la Tierra. Ahora, Near Space Network está expandiendo el volumen de espacio que puede soportar, aprovechando una combinación de estaciones terrestres comerciales y gubernamentales en todo el mundo. No planea proporcionar comunicaciones tan lejos como la Red del Espacio Profundo. Pero Near Space Network está tratando de expandir su dominio a aproximadamente un millón de millas de distancia. Eso incluiría misiones lunares e incluso a los puntos de Lagrange, órbitas estables entre la Tierra y el sol o los observatorios científicos del parque de la NASA. Al

igual que el Telescopio Espacial James Webb, la Red del Espacio Profundo tiene una capacidad única para apoyar misiones en Marte y más allá. Las mejoras a la Red de Espacio Cercano permitirán que el Dsn se centre en misiones robóticas y rudimentarias en la alimentación del espacio profundo. Nuevos descubrimientos sobre nuestro sistema solar. La historia de la NASA es una historia de ambición. Es uno de evolución. Es una historia de maravillas y descubrimientos que se remonta a los primeros días del Laboratorio de Propulsión a Chorro y continuará en el futuro. El impulso de la humanidad para sondear el cosmos y la capacidad para hacerlo continúa creciendo. Mientras tanto, los profesionales de Deep Space Network trabajarán en segundo plano mejorando y ampliando los sistemas invisibles que hacen posible la exploración espacial. Continuaremos explorando el espacio, continuaremos lanzando más y más misiones y necesitaremos más y más aperturas, necesitaremos más capacidades, necesitaremos hacerlos más eficientes, vamos a necesitar hacerlos más pequeños, más rápidos, más baratos. Y creo que va a haber muchas oportunidades de desarrollo e innovación durante la próxima década o más.

Tenemos que asegurarnos de tener la capacidad suficiente para respaldar no solo nuestra presencia sostenida en la Luna, sino también los futuros objetivos de exploración a Marte. Gracias por escuchar. ¿Quieres conectarte con nosotros? El equipo de Invisible Network está recopilando preguntas sobre Deep Space Network de la NASA de oyentes como usted. Estamos reuniendo un panel de expertos de la NASA de toda la comunidad de navegación y comunicaciones espaciales para responder a sus preguntas. Si desea participar, navegue hasta NASA scan en Twitter o Facebook y haga sus preguntas usando el hashtag Ask scan. Eso es en nasascan NASA scan en las redes sociales con el hashtag Ask Scan ask scan. Esta temporada de la red invisible centrada en el espacio profundo debutó en el verano de 2022. Desarrollada por el Laboratorio de Propulsión a Chorro de la NASA en el sur de California. La Red de Espacio Profundo es administrada por JPL con financiamiento y supervisión estratégica del programa de Navegación y Comunicaciones Espaciales, o Exploración, en la sede de la NASA en Washington, DC. Este podcast es producido por Scan en el Goddard Space Flight Center de la NASA en Greenbelt, Maryland, con episodios escritos y grabados por mí. Danny Baird. Katherine Shower y JPL's brindan apoyo editorial. Lawrence FolkOne. Nuestra oficial de asuntos públicos es Laura Bleacher. Un agradecimiento especial a los pasantes de otoño de 2021 Julia Addie y Nate Thomas. Barbara Addy, Directora de Políticas y Comunicaciones Estratégicas de Scan y todos aquellos que han prestado su tiempo, talento y experiencia para hacer realidad la red Invisible. Asegúrese de calificar, revisar y seguir el programa dondequiera que obtenga sus podcasts. Para transcripciones de episodios, visite NASA. Gobierno invisible. Para obtener más información sobre el papel vital que desempeñan las comunicaciones espaciales en la misión de la NASA, visite NASA. Escaneo del gobierno. Para obtener más ofertas de podcasts de la NASA, visite NASA gov. Barra de podcasts. Allí se puede ver en una misión. El podcast oficial del Laboratorio de Propulsión a Chorro de la NASA.