

Cronometraje lunar

## Estudio para lograr medir con precisión el paso del tiempo en la Luna

**L**a gravedad afecta el paso del tiempo. El tiempo no fluye de manera uniforme para todos. Por ejemplo en la Luna, donde la gravedad es más débil que en la Tierra, los relojes corren un poco más rápido.

Investigadores estadounidenses han desarrollado un plan para el cronometraje preciso en la Luna, allanando el camino para un sistema de navegación similar al GPS para la exploración lunar.

Durante décadas, la sutil atracción gravitatoria de la Luna ha planteado un desafío desconcertante: los relojes atómicos en su superficie marcarían más rápido que los de la Tierra en unos 56 microsegundos por día, según la investigación científica.

Esta diferencia extremadamente pequeña no parece gran cosa, pero podría alterar la precisión de los tiempos necesaria para actividades importantes como los aterrizajes de naves espaciales y la comunicación con la Tierra.

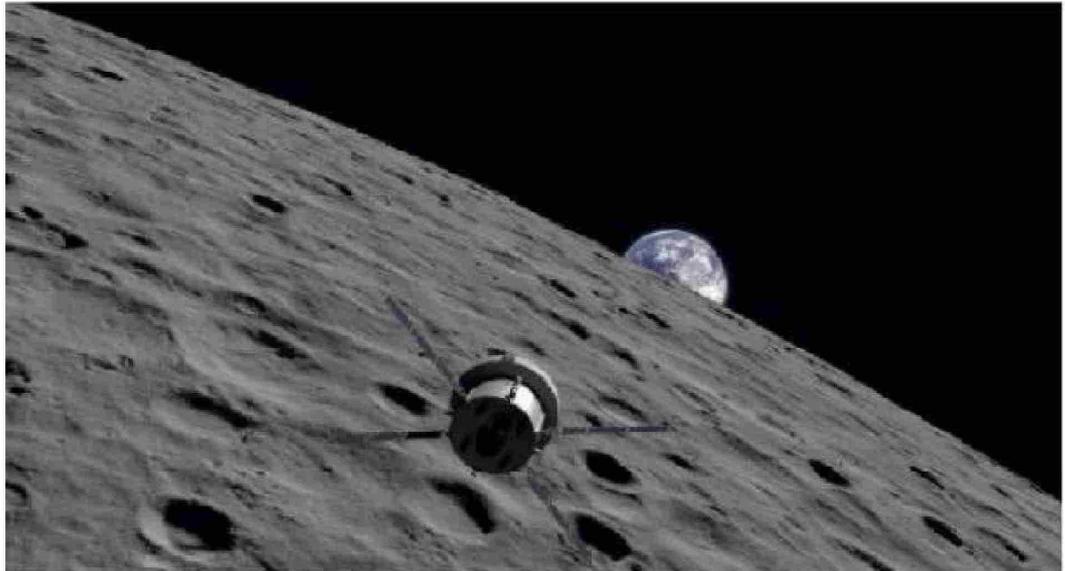
Ahora, los investigadores del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) publican en The Astronomical Journal un estudio que se centra en definir un marco teórico y modelos matemáticos necesarios para crear un sistema de coordenadas de tiempo lunar.

Esta innovación es crucial para el programa Artemis de la Nasa, que tiene como objetivo establecer una presencia humana sostenida en la Luna y puede ser un paso importante para la exploración del cosmos.

El GPS en la Tierra depende en gran medida del cronometraje preciso. Cada satélite de la constelación GPS lleva relojes atómicos que están sincronizados con una referencia de tiempo común. Al medir el tiempo que tardan las señales de varios satélites en llegar a un receptor, el GPS puede determinar la posición y la hora del receptor. Sin embargo, implementar un sistema similar en la Luna y relacionarlo con precisión con el sistema de la Tierra presenta desafíos únicos debido a los efectos de la relatividad.

La teoría de la relatividad de Einstein establece que la gravedad afecta el paso del tiempo. El tiempo no fluye de manera uniforme para todos. Por ejemplo, en la Luna, donde la gravedad es más débil que en la Tierra, los relojes funcionan un poco más rápido.

Además, un observador en la Tierra mide el tiempo de manera ligeramente diferente a un



observador en la Luna debido a una serie de efectos relacionados con la gravedad, incluida la órbita de la Luna alrededor de la Tierra y la órbita de la Tierra alrededor del Sol. Estos efectos pueden afectar significativamente la navegación y la comunicación precisas a lo largo del tiempo.

Para abordar este problema, los investigadores del NIST han creado un sistema para establecer e implementar la hora lunar que tiene en cuenta el entorno gravitacional único de la Luna. Este sistema establece una nueva "hora lunar" maestra que sirve como referencia de crono-

metraje específicamente para toda la superficie lunar, de manera similar a cómo funciona el Tiempo Universal Coordinado (UTC) en la Tierra.

Una "zona horaria" para la Luna

"Es como tener toda la luna sincronizada con una 'zona horaria' ajustada a la gravedad de la luna, en lugar de tener relojes que gradualmente se desincronizan con el tiempo de la Tierra", dijo en un comunicado el físico del NIST Bijunath Patla.

"Este trabajo sienta las bases para adoptar un sistema de navegación y cronometraje similar al GPS, que serviría a los

usuarios cercanos a la Tierra y a los usuarios que se encuentran en la Tierra, para la exploración lunar", dijo el físico del NIST Neil Ashby.

El sistema propuesto sería el primer paso en el desarrollo de un "sistema de posicionamiento lunar" que incluiría una red de relojes de alta precisión en lugares específicos de la superficie de la luna y en órbitas lunares. Estos relojes atómicos precisos en la órbita lunar funcionarían como los "satélites" de la red GPS lunar, proporcionando señales de cronometraje precisas para la navegación.

La navegación y el posicio-

namiento precisos en la luna podrían conducir a aterrizajes más precisos y una exploración más eficiente de los recursos lunares. Sin este "GPS lunar", aterrizar y operar en la Luna sería como intentar navegar en la Tierra sin ningún sistema de posicionamiento: solo tendría una idea aproximada de su ubicación, lo que dificulta enormemente realizar operaciones complejas o viajar largas distancias con precisión.

"El objetivo es garantizar que las naves espaciales puedan aterrizar a unos pocos metros de su destino previsto", dijo Patla.