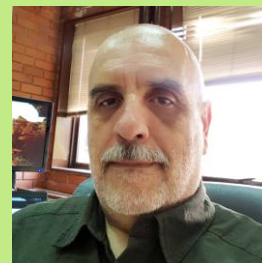


Una mirada al manual de supervivencia de un satélite artificial

¿Qué es un satélite artificial y para qué sirve?

Como mencioné en otra Hojita¹, un satélite es una computadora que corre un programa, ejecuta acciones de acuerdo a él, y eventualmente, consulta a su “amo y señor”, o sea, al control de la misión. Resumiendo, un satélite es un robot. ¿Y qué hacemos con ellos? Los enviamos al espacio exterior, donde no puede ir un ser humano o donde enviarlo resultaría muy costoso o riesgoso. ¿Qué ocurre allí? Lo primero que debo destacar es que no hay aire y nosotros estamos acostumbrados a respirar, y también a movernos en un ambiente donde cada centímetro cuadrado de nuestro cuerpo soporta un peso de un kilogramo, aunque no nos demos cuenta de ello. Una forma de entender el vacío es apoyar el extremo de un sorbete sobre la piel y aspirar por el otro extremo. Esto hace que disminuya la presión dentro del sorbete y vas a sentir que tu piel hinchada y enrojecida, quiere meterse dentro del mismo. Otra comparación útil es la siguiente: es normal para vos sacar una botella fría de la heladera y observar que enseguida se cubre de gotitas de agua, porque el vidrio, a menor temperatura que el ambiente, hace condensar la humedad del aire. Esto es un mecanismo de control de temperatura que no funciona en el espacio. El lado del satélite que está hacia el Sol se calienta mucho, mientras que el que apunta hacia el otro lado se muere de frío y, dependiendo de la órbita, puede llegar a soportar eclipses de media hora, cada noventa minutos (período orbital). Además está la radiación solar, con todo su espectro (no hay protector solar que sirva para un satélite) y las molestas partículas cargadas que ya te mencioné en la otra Hojita.

En conclusión, el espacio no es un paseo familiar y exige estar más preparado que para escalar el Everest. Como si esto fuera poco, la frase de Wall Street “time is money” (el tiempo es dinero) se



Autor **Martín Alurralde**

Doctor en Física (IB)
 Investigador en Daño por Radiación en Materiales y Dispositivos Electrónicos (CNEA)
 Profesor titular: Materiales Avanzados (IS)
 Gerente de Investigación y Aplicaciones (CNEA)

puede adaptar a la industria espacial como “el peso es dinero”, ya que cada kilogramo de un satélite de observación de la Tierra cuesta varias decenas de miles de dólares. En consecuencia, debemos armar un robot que soporte el vacío, los cambios bruscos y extremos de temperatura, las radiaciones frecuentes del Sol, los impactos y además que resulte lo más liviano posible. ¿Eso es todo? No. Falta además que pueda soportar incólume las altas aceleraciones y las sacudidas del lanzamiento, donde todo el equipo es movido más que una coctelera. Ahora sí contamos con todos los ingredientes.

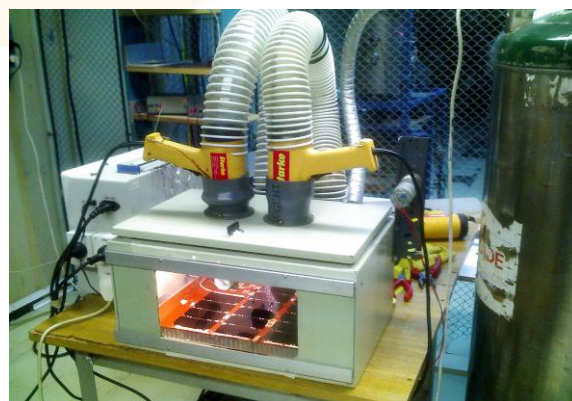


Fig. 1 Equipo diseñado y construido por el Dr. A. Filevich para el ciclado térmico acelerado de un pequeño panel solar.

¿Cómo se logra el éxito de la misión?

El éxito se obtiene realizando muchas pruebas previas para estudiar cómo se comportan los materiales y los dispositivos que componen el satélite artificial a

ser lanzado. Se construyen para ello modelos de cada parte del mismo y se los ensaya. Te comento a continuación algunos ejemplos. Para estudiar cómo lo afectarían las *vibraciones del lanzamiento*, se coloca una copia del satélite dentro de una plataforma que vibra de manera similar a la del cohete lanzador y se ve qué sucede. Para estudiar el *ciclado térmico*

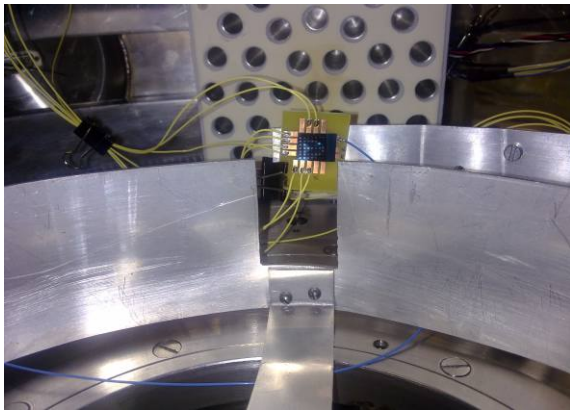


Fig. 2: Interior de la cámara de irradiación del acelerador Tandem preparado para proceder a irradiar un dispositivo semiconductor.

que sufrirán los componentes de un satélite, se mete un panel solar, de un tamaño razonable, en una cámara y se varía la temperatura interior entre -100 y +100 °C, simulando tantos eclipses como se estima habrá en la misión (alrededor de 8.000 ciclos), pero aceleradamente porque no puedo esperar años para saber si algo sirve o no. Por eso, cada ciclo de prueba dura menos de dos minutos en vez de 90 (Fig. 1). En cuanto al cuerpo del satélite, este estará cubierto por una manta térmica que actúa como aislante, suavizando los saltos de temperatura. Es ese film dorado que se ve en las fotos de los satélites artificiales. Para estudiar cómo afecta la *radiación* en los dispositivos electrónicos del satélite, la historia es más simple. Me debo olvidar del blindaje por su excesivo peso. ¿Qué se hace entonces? En el caso de pérdida de eficiencia de las celdas solares por daño solar acumulado, se la construye con un exceso de potencia inicial, considerando que al final de la misión (por ejemplo, 5 años) todavía debe tener potencia suficiente para posibilitar que el satélite opere. Para conocer cómo se

degrada la potencia de las celdas solares, las irradiamos con protones en el acelerador Tandem² hasta que reciban una dosis leve superior a la estimada. Para medir el posible daño causado en un chip (una memoria, un transistor, etc.) por un solo evento³, se lo irradia también en el Tandem con distintos iones y a distintas energías (Fig. 2), con el objeto de generar diferentes cantidades de carga y comprobar si el contenido del dispositivo digital es afectado (o sea, si un 1 se convierte en 0, o viceversa). Si resulta afectado en forma frecuente, se lo reemplaza por otro. Si es resistente, “ma non troppo”, se repite el circuito en tres lugares distintos del satélite y se decide el valor correcto por mayoría, porque la probabilidad de que dos dispositivos resulten afectados simultáneamente es despreciable. Resta todavía el problema del *impacto* del satélite, ya sea con basura espacial (tuercas, tornillos e incluso herramientas que se perdieron en misiones anteriores) o con meteoroides⁴. Cualquiera de ellos puede impactar al satélite a velocidades tales que para nosotros, una bala resulta una tortuga. Con respecto a lo primero, la NASA cuenta con una oficina que rastrea constantemente la basura espacial, gracias a sus informes se ubica el satélite en una zona del espacio con baja probabilidad de impacto. En cambio, para lo segundo, se estudia solo el impacto del satélite artificial con los micrometeoroides (de 0,1 a 5 mm de tamaño) porque son los casos más probables, ya que, a mayor tamaño, más raro es toparse con alguno y en tal caso solo resta cruzar los dedos.

ABREVIATURAS

IB: Instituto Balseiro (CNEA – Universidad Nacional de Cuyo)
 CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica
 IS: Instituto Sabato (CNEA - Universidad Nacional de San Martín)

REFERENCIAS

- 1 Ver Hojita “Una mirada a los efectos de las tormentas solares en los satélites artificiales”.
- 2 Ver Hojita “Una mirada al acelerador Tandem”.
- 3 Un solo ión, con la energía adecuada, impactando en el lugar y momento adecuado, puede modificar la información contenida por el dispositivo.
- 4 Fragmento de cuerpo celeste de tamaño menor a un asteroide, que se convierte en un meteorito luego de cruzar la atmósfera y llegar al suelo.



Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable
 Comisión Nacional de Energía Atómica

Tel: 011-4704-1485 www.cnea.gov.ar/leds
 Av. del Libertador 8250 (C1429BNP) C. A. de Buenos Aires - República Argentina
 Año de edición: 2019/1º ISBN: 978-987-1323-12-8

Publicación a cargo del Dr. Daniel Pasquevich y la Lic. Stella Maris Spurio.
 Comité Asesor: Ing. Hugo Luis Corso - Ing. José Luis Aprea.
 Responsable Científico: Dr. Gustavo Durfo.
 Versión digital en www.cab.cnea.gov.ar/leds
 Los contenidos de este fascículo son de responsabilidad exclusiva del autor.