

## Una mirada a los sensores para satélites artificiales

*Sabemos que la energía eléctrica de un satélite artificial está provista por sus paneles solares. Estos recargan las baterías que alimentan y dan vida a los instrumentos que lleva cada misión. Pero ¿cómo orientar estos paneles al Sol para aprovecharlo mejor? Para ello se utilizan los denominados sensores solares, una parte fundamental del sistema de control de actitud de un satélite.*

### ¿Qué es un sensor solar?

El *sensor solar* fabricado en CNEA básicamente es una pequeña celda solar, o sea un dispositivo electrónico que por efecto fotovoltaico<sup>1</sup> transforma la luz de Sol incidente en energía eléctrica. Así, estos sensores son muy buenos para "ver" la luz que les llega. En un satélite, estos dispositivos se denominan *sensores primarios* o *sensores gruesos de posición*. Cabe destacar que en tierra se utilizan sensores de este tipo en los radiómetros fotovoltaicos para medir radiación solar.

### ¿Cómo funcionan?

La intensidad de la corriente continua a ser generada por la celda solar será directamente proporcional a la intensidad de luz que esta reciba, y ella depende del coseno del ángulo entre la dirección del haz de luz y la vertical a la superficie del sensor. Por lo tanto, la intensidad de la luz que llega perpendicularmente tendrá el mayor valor, e irá variando según el ángulo de incidencia. Midiendo la intensidad de la corriente generada, permitirá llegar a conocer la dirección del haz incidente. Para poder captar la luz desde distintos ángulos, se disponen varios de ellos en ubicaciones estratégicas, en los paneles o en el cuerpo del satélite. Los resultados de las mediciones permiten calcular cuánto debe rotar el satélite artificial para lograr la mejor orientación de sus paneles respecto del Sol. De la actuación de los sensores dependerá la carga de las baterías a través de los paneles solares y gran parte del desempeño de las misiones.

### ¿Dónde se usaron?

Los primeros sensores fueron puestos en órbita en 1998, en el satélite científico SAC-A de la CONAE. Desde entonces hasta mediados de 2022, se contabilizaron más de



Autora Mariana Tamasi

Licenciada en Física (UBA)  
 Doctora en Ciencia y Tecnología -  
 Mención Física (IS-UNSAM)  
 Investigadora del Departamento  
 Energía Solar (CNEA)  
 Investigadora del CONICET  
 Miembro del Instituto de Nanociencia  
 y Nanotecnología (CNEA-CONICET)  
 Profesora de la carrera Ingeniería  
 en Energía (UNSAM)

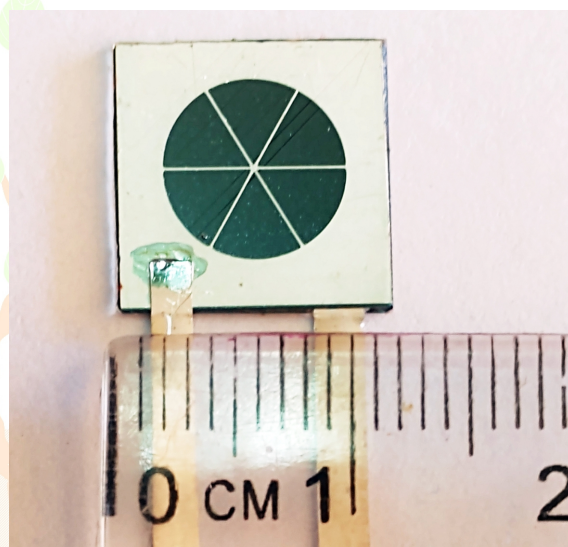


Fig. 1 - Celda solar que se usa como sensor.

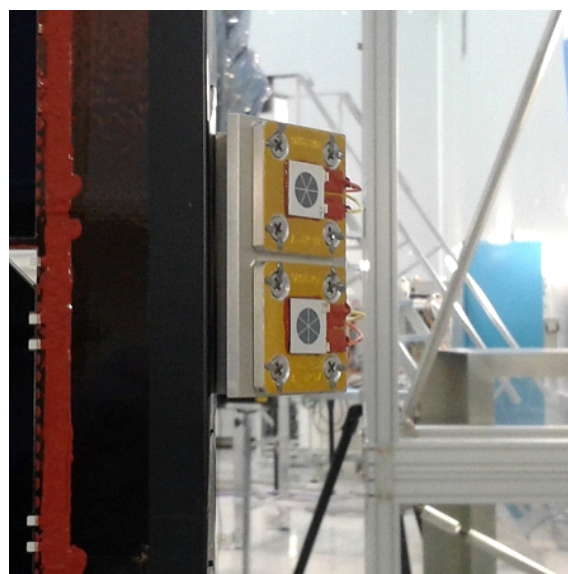


Fig. 2 - Dos de los sensores instalados en el cuerpo del satélite SAOCOM 1A.

1.100.000 horas de vuelo en el espacio, en las distintas misiones llevadas a cabo por la CONAE tales como: SAC-A, SAC-D, SAOCOM 1A y SAOCOM 1B. Para algunos de ellos ya se ha terminado su vida útil, pero es de destacar que en todas estas funcionaron o funcionan correctamente.

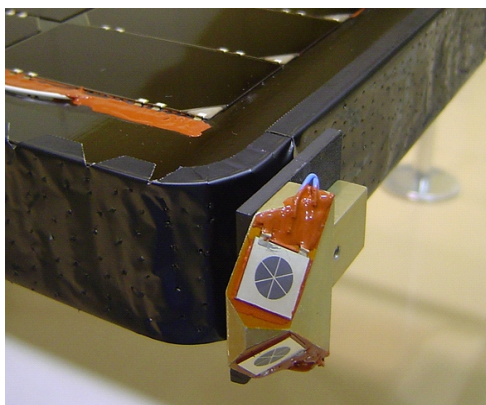


Fig. 3 - Sensor de la misión SAC-D.

### ¿Cómo se fabrican?

Estos sensores fueron desarrollados y fabricados en los laboratorios del Departamento Energía Solar (Centro Atómico Constituyentes) de la CNEA. Las ventajas de fabricarlos en el país son que su tamaño y características eléctricas se pueden adaptar a las necesidades de la misión que los requiera, y además resultan de mucho menor costo comparados con los importados. En la Fig. 1 se observa el sensor de forma cuadrada, cuyo lado mide apenas 12 mm. Estos dispositivos se fabrican a partir de una oblea de silicio comercial que es sometida a procesos químicos de limpieza y procesos térmicos, para formar la estructura electrónica que permitirá generar energía eléctrica. Para poder conectarlos eléctricamente, se deposita una fina capa de metales en su superficie, dejando una parte expuesta sin cubrir y otra donde se le soldará un interconector en la parte frontal y uno en la cara posterior para poder conectar el sensor eléctricamente a un cable y así al satélite. Luego, esta celdita solar con los interconectores se cubre con un vidrio protector y posteriormente el conjunto se pega en una base de aluminio, que será la que se monta sobre el satélite. Previo a su instalación, al sensor terminado se le realizan varios ensayos ambientales y mecánicos que simulan el hostil ambiente espacial, con el fin de comprobar su resistencia y confiabilidad, para asegurar su buena actuación durante toda la vida útil programada<sup>2</sup>.

### De Argentina al mundo

Como los trabajos para una misión satelital son de alto valor agregado en conocimiento, el desarrollo de instrumentos nacionales produce un impacto relevante en la evaluación y calificación de sus componentes y subsistemas. La experiencia adquirida

por nuestro equipo y los resultados comprobados en la industria espacial permitieron el reemplazo de componentes comerciales de muy alto costo por otros de tecnología nacional y más económicos. El desarrollo exitoso de estos dispositivos y la posibilidad de ofrecerlos en mercados internacionales permitió que en 2009 se fabricaran para la empresa INVAP S.E. un

conjunto de sensores solares gruesos que forman parte del denominado Proyecto Navigation, Control & Supervision System (SNCS), de un satélite brasileño de observación de la Tierra, el Amazonia-1, lanzado el 28 de febrero de 2021. La provisión de INVAP para Amazonia-1 resultó la primera exportación de componentes espaciales del país. En 2022 se fabricó un conjunto de sensores, que INVAP, junto a un desarrollo propio, vendió a Italia, llegando a ser la primera exportación de componentes espaciales al mercado europeo.

### Más sensores

La provisión de estos sensores también incluye a la industria privada. La CNEA fue proveedor de los sensores del microsatélite Cubebug-2 que puso en órbita la empresa Satellogic. Además, estudiantes de la UNSAM usaron sensores en el nanosatélite Pulljay 2 (Ver Fig. 3). Próximamente, la misión SABIA-Mar de la CONAE también contará con los sensores de posición y los paneles solares elaborados por nuestro equipo<sup>3</sup>.

#### REFERENCIAS

- 1 Al absorber los fotones de la luz, el material de la celda libera electrones, que se pueden convertir en una corriente eléctrica. Este efecto se produce solo en materiales semiconductores que en su red cristalina poseen ciertas impurezas. Estas impurezas crean un desequilibrio electrónico, que genera diferencia de potencial y así se genera corriente eléctrica.
- 2 Este tema está desarrollado en la Hojita "Una mirada al manual de supervivencia de un satélite artificial".
- 3 Ver también la Hojita "Una mirada a los paneles y sensores solares del satélite artificial SABIA-Mar 1".

#### SIGLAS EMPLEADAS

- CAC: Centro Atómico Constituyentes (San Martín, Provincia de Buenos Aires)
- CONAE: Comisión Nacional de Actividades Espaciales
- IS: Instituto Sábató (CNEA - UNSAM)
- UBA: Universidad de Buenos Aires
- UNSAM: Universidad Nacional de San Martín