

Una mirada a la ingeniería mecánica en aplicaciones espaciales

Introducción

La *ingeniería mecánica*¹ está presente en muchos aspectos de la vida cotidiana y de los sectores tecnológicos más avanzados de la sociedad, particularmente en los llamados reactores nucleares de potencia. Estos generan electricidad y la entregan al Sistema Interconectado Nacional, trabajando a altas presiones y temperaturas. De la ingeniería mecánica depende el diseño de sus componentes principales, tales como el recipiente del reactor, las bombas de circulación de agua y las cañerías de distribución. El exigente ambiente de trabajo requiere de componentes y dispositivos fabricados con altos estándares de seguridad, diseño, cálculo, fabricación, ensayos previos y operación. Esto también es aplicable a otras instalaciones nucleares, como los reactores de investigación y las plantas radioquímicas de procesamiento. El desarrollo durante años de estas capacidades en la CNEA permitió que sus principios sean aplicados también a otras áreas del desarrollo tecnológico², en particular la que nos interesa en esta Hojita, el *área espacial*.

El desafío

Comparativamente podríamos decir que en el área nuclear se necesitan componentes pesados, con altos coeficientes de seguridad, altos requerimientos de calidad y la utilización de materiales (básicamente hormigón y aceros) ampliamente conocidos y de calidad certificada, acompañado de planes de mantenimiento rigurosamente establecidos. En cambio, el área espacial requiere de componentes esencialmente livianos (debido al alto costo de su traslado al espacio), estructuralmente fuertes (por eso se emplean materiales como fibra de carbono, aleaciones especiales de aluminio, titanio e invar³, entre otros) y de operación absolutamente libre de mantenimiento mecánico durante toda su vida útil (por imposibilidad de acceso a partir de su puesta en órbita). Entre los dispositivos nucleares y espaciales varían las condiciones ambientales, los materiales y las aplicaciones, pero los principios físicos y mecánicos de diseño, cálculo y verificación mecánica son los mismos. Los conocimientos previos y el espíritu de emprender nuevos desafíos permitió que en



Autor

Horacio Quiroz

Ingeniero Mecánico (UTN-FRH)

Jefe de Configuración General
 del proyecto Antena de Radar
 de Apertura Sintética (CNEA)

Jefe de División Mecánica y
 Procesos (Gerencia de
 Reactores y Centrales
 Nucleares / CNEA)

la CNEA se pudiera desarrollar la *estructura* y los *mecanismos* de la Antena SAR de los satélites artificiales gemelos SAOCOM-1A y SAOCOM-1B; ambas misiones de la CONAE actualmente en órbita y satisfactoriamente operativos.



Fig. 1 - Antena SAR del satélite SAOCOM-1B durante los ensayos mecánicos en el Laboratorio de Integración y Ensayos del Centro Espacial Teófilo Tabanera, en la provincia de Córdoba. (Fuente Prensa CONAE)

Diseño novedoso

El proyecto comenzó con el reto de llevar adelante el desarrollo de una *estructura* que debía soportar una antena electrónica plana⁴ (plegada inicialmente para reducir su superficie externa) y todos los mecanismos necesarios para su despliegue en órbita. La antena operativa final debía estar montada sobre una estructura fija de 10 m de largo y 4 m de alto (Fig. 1), compuesta por siete paneles plegados entre sí durante su montaje al cuerpo del satélite, su traslado en Tierra y el lanzamiento mediante un cohete hasta su órbita; pero que al llegar a su lugar programado en el espacio debía poder desplegarse por orden telecomandada, panel por panel, en forma sencilla, segura y eficaz. El trabajo de

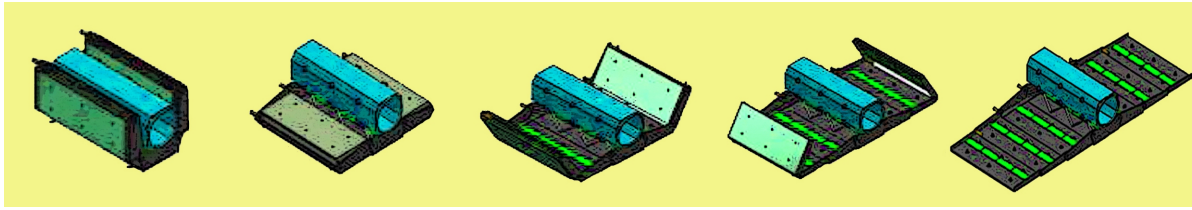


Fig. 2 - Secuencia de apertura en espiral de la antena de los satélites artificiales SAOCOM-1A y SAOCOM-1B.

especialistas en áreas tecnológicas distintas permitió una visión amplia del proyecto en su conjunto, y generó un diseño destacado y novedoso, en cuanto a despliegues de antenas en el espacio. En lugar de un despliegue standard tipo “abanico” usado en la mayoría de los satélites ya en órbita, la estructura de la antena de los satélites SAOCOM se despliega desenrollándose hacia afuera en forma de “espiral” (Fig. 2), una a cada lado del cuerpo del satélite. La misma requirió de dos vigas “en voladizo”, simétricas a ambos lados de la estructura, unidas a la base del satélite. Cada viga es de sección decreciente, desde la base del satélite hacia sus extremos, y con la rigidez suficiente para mantener la planitud requerida para el buen funcionamiento de la antena en el espacio. El panel central es fijo. Del lado externo de la estructura se instalaron los 1.120 elementos que electrónicamente irradian y reciben el rebote (como un radar que mira hacia la Tierra), y en el lado interno (mirando hacia el espacio) se instalaron la electrónica y el cableado necesarios para su funcionamiento. También se requirieron otros importantes desarrollos, como los mecanismos de traba para mantener la estructura de la antena plegada (a pesar de los altos esfuerzos y vibraciones generados durante el lanzamiento), los mecanismos de despliegue (habiendo ya alcanzado el satélite su órbita), y las trabas para mantener los paneles planos y fijos (una vez que la antena estuviera operativa en el espacio). Para estos mecanismos se pensaron muchas alternativas, desde sistemas de resortes, poleas y tensores, hasta sistemas con amortiguadores. Del análisis de las distintas alternativas para el despliegue de la antena en órbita, se llegó al diseño final, que empleó seis motores eléctricos controlados desde Tierra, actuando sobre los ejes rotulados⁵ de cada panel a desplegar. Posteriormente a

cada despliegue, trabas tipo trinquete (Fig. 3) aseguran la planitud y continuidad estructural definitiva, evitando el repliegue.

Resultado

El doble proyecto cumplió con su objetivo de contar con dos antenas SAR exitosamente operativas al día de hoy en el espacio, superando los requerimientos de rigidez y planitud solicitados. En este proyecto nació una idea conceptual novedosa para el área espacial, que permitió combinar las capacidades de personal experimentado de CNEA con la de estudiantes avanzados de ingeniería que se incorporaron al proyecto, y que hoy conforman un grupo multidisciplinario, adiestrado en el diseño y uso de materiales compuestos⁶ y aleaciones especiales, tanto para uso espacial y nuclear como para la industria en general.

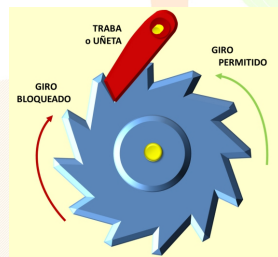


Fig. 3 - Traba trinquete.

HOJITA RELACIONADA

- Una Mirada a la estructura de una antena desplegable para satélites artificiales.

ABREVIATURAS

CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica
 CONAE: Comisión Nacional de Actividades Espaciales
 FRH: Facultad Regional Haedo
 SAOCOM: Satélite Argentino de Observación Con Microondas
 SAR: Synthetic Aperture Radar (Radar de apertura sintética). La antena SAR es un sistema de radar que procesa por medio de algoritmos la información

capturada por la antena en varios barridos, generando una imagen virtual equivalente a la obtenida por una antena mucho más grande.
 UTN: Universidad Tecnológica Nacional

REFERENCIAS

- 1 Según la UTN-FRH, el Ingeniero Mecánico posee las habilidades para proyectar, diseñar, instalar, operar y mantener en forma adecuada sistemas mecánicos, térmicos, estructurales, eléctricos, hidráulicos y neumáticos, así como también optimizar el aprovechamiento de energía y los recursos naturales no renovables, valiéndose de las herramientas técnicas e informáticas adquiridas.
- 2 Ver también la Hojita “Una mirada a las tecnologías derivadas de la Actividad Nuclear en Argentina”.
- 3 Aleación níquel-hierro muy especial, también llamada “invariable” porque prácticamente no se expande, ni se contrae, por cambios de temperatura.
- 4 Como toda superficie plana, puede tener desniveles; el “requerimiento de planitud” exigido para que esta antena funcione adecuadamente es menor que 2,3 cm, en cualquier punto de su superficie.
- 5 Son ejes articulados entre sí mediante una articulación mecánica de forma esférica (tipo rótula) que permite solo movimientos rotatorios.
- 6 Ver también la Hojita “Una mirada a los materiales compuestos”.