

## Una mirada a las soldaduras especiales de antenas satelitales

### Las antenas satelitales

Las misiones satelitales SAOCOM de la CONAE poseen una *antena*<sup>1</sup> que emite y recibe señales, de 10 m x 3,51 m de superficie, compuesta por 140 módulos radiantes (Fig. 1). Para su armado, la CNEA desarrolló el proceso de *soldadura electrónica* de los circuitos impresos de sus módulos radiantes, acorde a los rigurosos estándares internacionales, específicamente a la norma ECSS-Q-70-08-C de la Agencia Espacial Europea. Esta norma detalla diversos aspectos a seguir para poder asegurar la confiabilidad de las soldaduras manuales de conexiones eléctricas, entre los que se destacan la limpieza y las condiciones ambientales de las instalaciones de trabajo, el estado de los equipos, la calidad de los insumos utilizados y la certificada habilidad de los operadores e inspectores involucrados. En este caso particular, las antenas también incluyeron soldaduras de distintos componentes que no correspondían a “casos de manual” descriptos por la norma, debido a lo cual fue necesaria una verificación extra mediante ensayos estructurales y térmicos de prototipos semejantes al producto final.

### La normativa como guía

De acuerdo con la citada norma, se acondicionó una sala de trabajo para alcanzar las condiciones de *sala limpia* clase ISO 8, que implica temperatura y humedad controladas y un nivel muy bajo de partículas en suspensión<sup>2</sup>. En segundo lugar, se seleccionaron los equipos y herramientas de trabajo utilizados. Se trataron principalmente de estaciones de soldadura dotadas de un aparato soldador del tipo lápiz, una pistola de aire caliente (ambos en un rango de temperatura regulable de 200 a 480 °C) y una lupa con aumento de hasta 40 veces. La potente lupa permite inspeccionar las soldaduras y detectar defectos no apreciables a simple vista, que podrían causar fallas en el espacio. En tercer lugar, se seleccionaron como material de aporte para las soldaduras dos aleaciones de estaño diferentes<sup>3</sup> y de distinto punto de fusión<sup>4</sup>, a ser aplicadas según los requerimientos. En cuarto lugar, y con seguridad la clave de cualquier desarrollo exitoso, se



Autor **Nicolás Belinco**

Licenciado en Ciencias de la Comunicación

Jefe del Departamento Tecnología de Materiales Compuestos (GDTyPE – GAlYANN – CNEA)

Técnico electrónico

Fue responsable del Grupo de Fabricación de Módulos Radiantes del Proyecto ARAS-SAOCOM

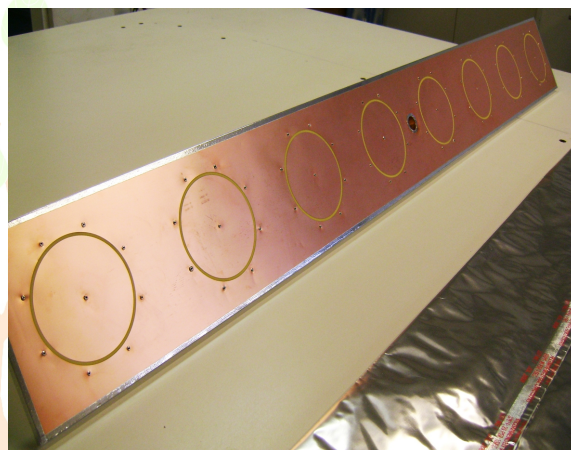


Fig. 1 - Uno de los módulos radiantes de los 140 que componen la antena del satélite SAOCOM 1A. Aquí se pueden observar ocho puntos de soldadura

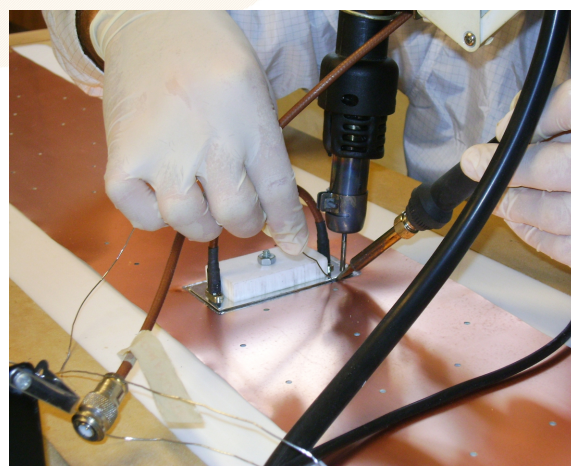


Fig. 2 - Soldando la parte de atrás de un módulo radiante.

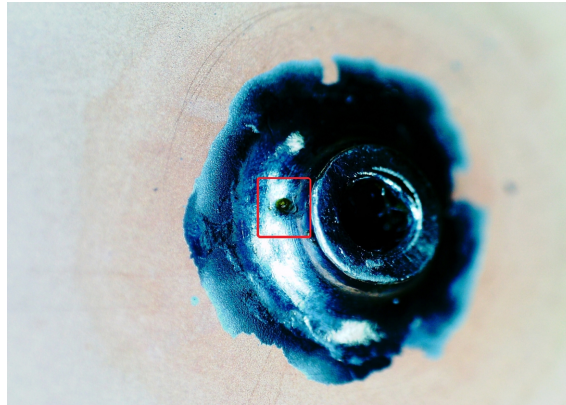
completó el entrenamiento y la certificación de los operadores y los inspectores involucrados en las soldaduras, en un centro de entrenamiento acreditado por la Agencia Espacial Europea, en instalaciones de la CONAE en la provincia de Córdoba.

### Soldaduras especiales y criterios de aceptación

Finalmente, una vez establecido el marco general de trabajo, fue necesaria una adaptación de los requerimientos conceptuales ilustrados en la norma, que incluyen: soldaduras de componentes electrónicos estándar, componentes, partes y circuitos impresos especiales involucrados en el armado de la antena. Para dichas soldaduras, la norma establece criterios generales de aceptación con el fin de garantizar la confiabilidad. Para ser aceptables, deben tener un cordón de soldadura con una superficie limpia, suave y brillante, además de no sobresalir de la superficie y estar uniformemente distribuido alrededor de todo el perímetro del componente soldado. Por otro lado, la presencia de cualquiera de los defectos enumerados a continuación es causa de rechazo de la soldadura: separación de las pistas de cobre de la placa de base; pistas reparadas o dañadas; quemaduras en los materiales; exceso o insuficiencia de material de aporte; presencia de resina u otras sustancias ajenas; hoyos, agujeros o vacíos, metal de base expuesto; soldaduras granuladas o malogradas; soldaduras fracturadas o agrietadas; proceso de fusión que no haya llegado a la temperatura adecuada. Bajo estos criterios, se desarrollaron distintos tipos de soldadura no convencionales, involucrando componentes que presentaban volúmenes y espesores diferentes entre sí. Por allí pasó el mayor desafío en este trabajo, ya que eso hacía que se calentaran a distintas velocidades y por ende, dificultaba que el material de aporte se fundiera de manera homogénea, para obtener el deseado cordón de soldadura suave y brillante.

### Verificación

Con el objetivo de verificar que una vez en el espacio estas antenas resistan apropiadamente, se fabricaron prototipos de soldaduras representativas de todas las formas involucradas, y se los sometió a ensayos de vibraciones y de ciclado térmico, según las exigencias ambientales y de esfuerzo requeridas. En cuanto a los esfuerzos, básicamente se simuló con cierto margen las vibraciones a sufrir durante el lanzamiento, cuando el equipo es sometido a las peores sacudidas. Respecto de las temperaturas, una vez en órbita el satélite deberá resistir una



En esta imagen podemos observar una impureza detectada en el cordón de la soldadura. Este defecto obliga a rehacerla.

gran amplitud térmica (de -100 °C a +100 °C) diariamente, durante toda su vida útil. Esto es representado previamente en tierra, para comprobarse que ninguno de sus componentes será afectado. Después de realizada la campaña de ensayos sobre los prototipos fabricados, se inspeccionaron todas las soldaduras con un aumento de 40x y se verificó que ninguna presentó daños, ni modificaciones.

### Conclusiones

Se calificaron los procedimientos de trabajo para la realización de soldaduras electrónicas de alta confiabilidad, para distintos tipos de componentes presentes en el armado de las antenas. Como lo ha demostrado este trabajo, y quizás como el principal logro de lo desarrollado, el grupo de trabajo con que cuenta CNEA es capaz de encarar y resolver satisfactoriamente desafíos novedosos, que involucren distintos tipos de soldaduras electrónicas, tanto convencionales como no convencionales.

### REFERENCIAS

- 1 Ver más detalles sobre la antena en la Hojita denominada "Una mirada a la estructura de una antena desplegable para satélites artificiales".
- 2 Partículas de polvo suspendidas en el aire pueden depositarse y contaminar la superficie de los circuitos impresos.
- 3 Una aleación de estaño 60% y plomo 40% (temperatura de fusión: entre 183 y 191 °C), y otra de estaño 62%, plomo 36% y plata 2% (temperatura de fusión: 179 °C).
- 4 Temperatura en la que el material pasa de estado sólido a estado líquido.

### SIGLAS EMPLEADAS

- ARAS: Antena Radar de Apertura Sintética
- CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica
- CONAE: Comisión Nacional de Actividades Espaciales
- GAlYANN: Gerencia de Área Investigación y Aplicaciones No Nucleares
- GDTyPE: Gerencia de Desarrollo Tecnológico y Proyectos Especiales