

INTEGRACIÓN DE LOS PANELES DE VUELO DEL SATÉLITE CUBEBUG-1*

C.G. Bolzi¹, C. Bruno¹, P. Cabot¹, E. Carela⁴, J. Di Santo¹, J. Durán¹, J. Fernández Vázquez¹
E. Godfrin¹, V. Goldbeck³, L. Gonzalez¹, A. Moglioni⁴, S. Muñoz¹, J. Olima¹, J. Plá^{1,2},
J.I. Pérez¹, D. Raggio¹, H. Socolovsky¹, M. Tamasi^{1,2}

¹Dpto. Energía solar-Gerencia Investigación y Aplicaciones - Centro Atómico Constituyentes - CNEA

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³Departamento de Materiales - Centro Atómico Constituyentes - CNEA

⁴Departamento de Ensayos No Destructivos y Estructurales - Centro Atómico Constituyentes - CNEA

Av. General Paz 1499 - (1650) San Martín - Argentina

Tel. (011) 6772-7132 – Fax (011) 6772-7121 – e-mail: bolzi@tandar.cnea.gov.ar

Recibido: 13/08/12; Aceptado: 04/10/12

RESUMEN: Se describe la integración de los paneles de vuelo de la misión satelital CUBEBUG-1. Éstos se integraron a partir de un convenio firmado entre la CNEA y la empresa DISARMISTA SRL para la integración de 6 módulos solares de esta misión satelital. Los paneles están constituidos por 3 módulos con 2 subcadenas conectadas en serie y 3 módulos de una subcadena cada uno. Estos módulos se realizaron con celdas de triple juntura (ATJ) marca EMCORE de descarte. Se presentan los parámetros eléctricos más relevantes de las celdas utilizadas y las verificaciones funcionales que se realizaron luego de la integración de los paneles.

Palabras clave: energía solar, paneles espaciales, nanosatélites.

INTRODUCCIÓN

Debido a la gran diversidad en dimensiones y objetivos de proyectos espaciales se hace necesaria una clasificación de los sistemas y aunque no existe unanimidad en los intervalos considerados el siguiente criterio es aceptado en general:

- los grandes satélites superan en peso los 1000 kg,
- los denominados minisatélites se encuentran entre 100 y 1000 kg,
- los microsateélites entre 10 y 100 kg,
- los nanosatélites entre 1 y 10 kg.

Estos satélites pequeños comenzaron a desarrollarse masivamente en los años 90, aunque cabe destacar que el Vanguard I pesaba tan solo 1,4 kg debido a limitaciones del lanzador. El avance de las tecnologías utilizadas, en particular en electrónica ha permitido disminuir la masa de los sistemas y aumentar su funcionalidad. En la actualidad la utilización de estos satélites pequeños es atractiva tanto para las principales agencias espaciales como para acceder al espacio a grupos de investigación de universidades y centros de investigación.

En Argentina existen antecedentes de satélites pequeños tales como la misión MU-SAT o también llamado Víctor 1 que fue puesto en órbita el 29 de Agosto de 1996 (Torresan, 1999). El PEHUENSAT lanzado el 10 de enero del 2007, desde la República de la India, y con 6 kg fue un satélite educativo realizado por profesores y estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue, la Asociación Argentina de Tecnología Espacial (AATE), y AMSAT Argentina (<http://www.aate.org/pehuensat.html>).

El CUBEBUG-1 es un tipo de satélite en forma de paralelepípedo con una base de aproximadamente 10 cm x 10 cm y una altura de 20 cm, dado su peso se lo puede denominar nanosatélite.

Estos nanosatélites, a pesar de su tamaño, ofrecen funciones completas, lo que significa que portan sistemas de guiado, navegación y control, tienen control de orientación y propulsión, y ofrecen un alto ancho de banda y complejas funciones de comunicaciones. En conjunto, cada uno de los nanosatélites actúa como vehículo y no como elemento individual.

Al igual que la mayoría de los satélites de mayor envergadura, los nanosatélites dependen de la energía solar para recargar sus baterías utilizando paneles solares diseñados para su uso en el espacio y en el futuro, se espera que los nanosatélites realicen algunas o todas las funciones de los satélites de mayor tamaño.

En el caso del CUBEBUG-1, los paneles solares son fijos y van montados formando parte de la estructura en las 6 caras del paralelepípedo.

* Trabajo financiado fundamentalmente por la CNEA y la empresa DISARMISTA S.R.L.

INTEGRACIÓN DE LOS PANELES

Para la integración de los paneles solares del CUBEBUG-1 se utilizaron celdas solares de triple juntura (ATJ) marca EMCORE de descarte tipo MV (con defectos mecánicos o visuales) de aproximadamente $76 \times 37 \text{ mm}^2$ con diodo de paso de silicio en cada celda.

Debido a que se utilizaron celdas de descarte, se realizó una clasificación inicial por inspección visual y características eléctricas. Las celdas aceptadas fueron integradas siguiendo los procedimientos desarrollados por el Dpto. Energía Solar para la integración de paneles para uso espacial (Alurralde et al. 2010) en subadenas de 2 celdas conectadas en serie.

Los sustratos donde se integraron las celdas son placas de fibra de vidrio cobreadas (similares a los circuitos impresos) calificados para vuelo (Figura 1). El conexionado se realiza a partir de pistas impresas en las placas.

El sistema fotovoltaico del CUBEBUG-1 se divide en 3 paneles a los que se le integraron 2 subcadenas en cada uno que a su vez se conectaban en serie y 3 paneles con 1 subcadena (Figura 2).

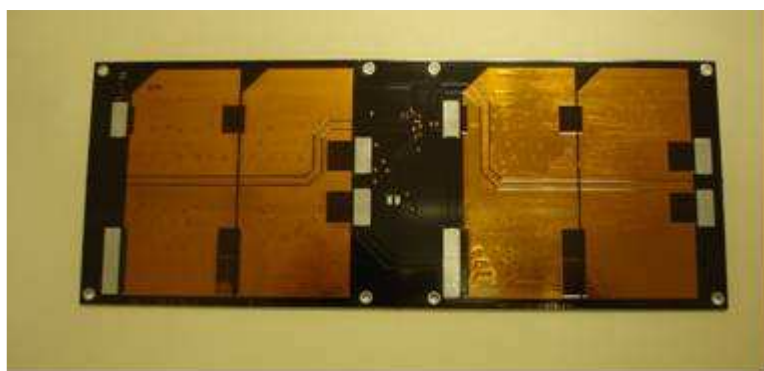


Figura 1: Sustrato de fibra de vidrio con pistas de cobre para la interconexión de las celdas.

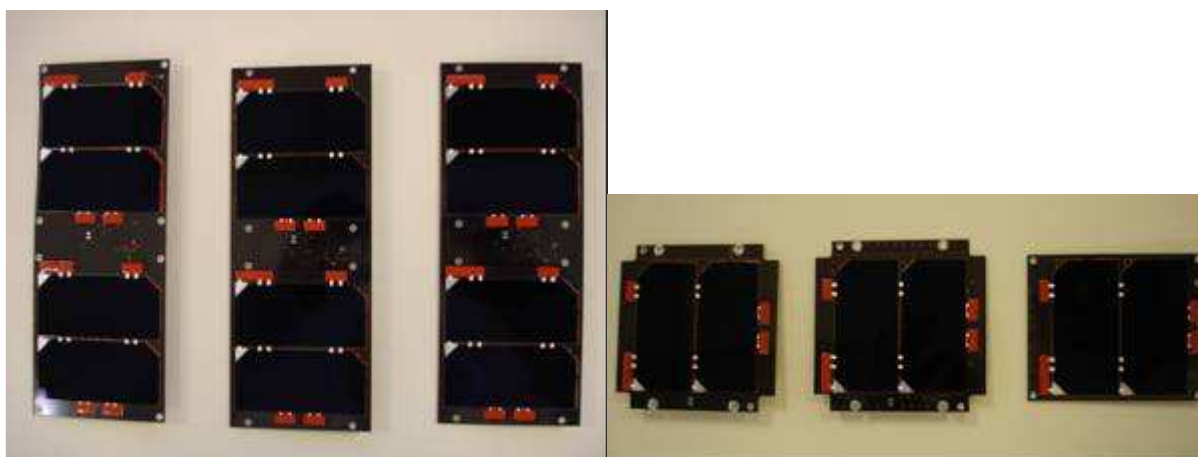


Figura 2: Paneles solares del CUBEBUG-1.

PARÁMETROS ELÉCTRICOS

Las curvas I-V de cada celda solar fueron medidas en condiciones estándar utilizando un simulador solar “AM0 close match”. A continuación, en la Tabla 1, se presentan los resultados de los parámetros más relevantes de las celdas utilizadas para la integración de los paneles solares de la misión CUBEBUG-1. Estos son la tensión de circuito abierto (V_{ca}), la corriente de corto circuito (I_{cc}) y el punto de máxima potencia (Pot).

Celdas del Módulo PCB-877	V_{ca} (V)	I_{cc} (A)	Pot (W)
312692103A	2,621	0,480	1,073
312649511B	2,605	0,479	1,061
Celdas del Módulo PCB-883			
312571917B	2,636	0,482	1,083
312539615A	2,642	0,484	1,073

Celdas del Módulo PCB-885	V_{ca} (V)	I_{cc} (A)	Pot (W)
312692103B	2,613	0,477	1,067
312539909A	2,647	0,484	1,068
Celdas del Módulo PCB-879			
312538613B	2,586	0,477	1,065
312538905B	2,615	0,483	1,068
312538523B	2,615	0,481	1,070
312688319B	2,606	0,469	1,068
Celdas del Módulo PCB-881-101587			
312666705B	2,621	0,477	1,085
312538503A	2,605	0,480	1,083
312538709A	2,604	0,480	1,079
312571925A	2,642	0,482	1,084
Celdas del Módulo PCB-881-101588			
312580915A	2,652	0,482	1,087
312628613B	2,609	0,479	1,073
312537823A	2,635	0,479	1,071
312628603B	2,621	0,475	1,080

Tabla 1: Parámetros eléctricos de las celdas utilizadas para la integración de los módulos solares del CUBEBUG-1 agrupadas según cada panel. El código alfanumérico corresponde a la denominación de cada celda.

Una vez integrados los paneles, se realizó una verificación funcional con luz pulsada obteniéndose las curvas que se muestran a continuación en las Figuras 3 y 4 y en la Tabla 2 se muestran los parámetros eléctricos de los paneles.

Módulo	I_{cc} (A)	V_{ca} (V)
Panel PCB-883	0,494	5,287
Panel PCB-885	0,518	5,322
Panel PCB-877	0,486	5,245
Panel PCB-879	0,494	10,700
Panel PCB-881-101587	0,493	10,701
Panel PCB-881-101588	0,487	10,658

Tabla 2: Parámetros eléctricos de los paneles solares del CUBEBUG-1.

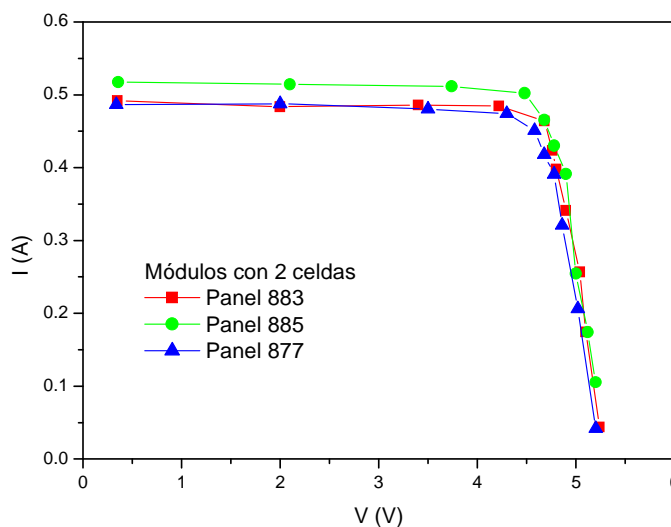


Figura 3: Curvas IV de los sustratos con 2 celdas

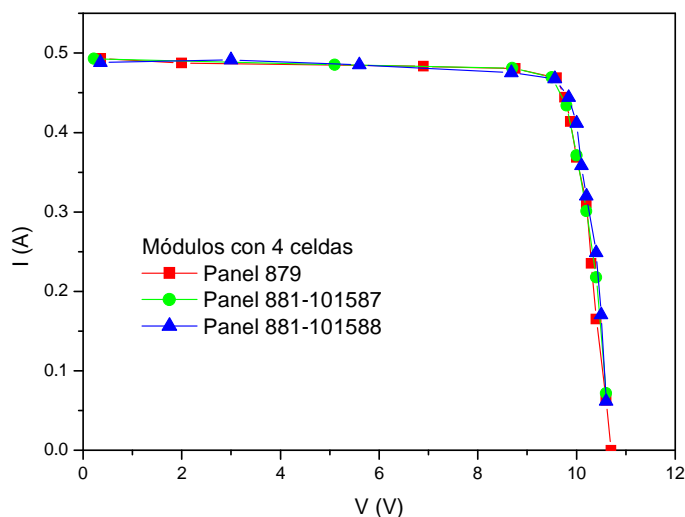


Figura 3: Curvas IV de los sustratos con 4 celdas

CONCLUSIONES

El desarrollo y experiencia alcanzado con la misión satelital SAC-D por el Dpto. Energía Solar y demás grupos participantes de la CNEA, permitió la rápida respuesta necesaria para este proyecto.

Las mediciones de los paneles integrados son compatibles con las mediciones de las celdas. Los procesos utilizados en la integración de los paneles fueron realizados bajo un estricto control de calidad aunque no fueron realizados ensayos y pasaron los criterios de aceptación tanto para verificación funcional como la inspección visual.

REFERENCIAS

M. A. Alurralde; M. Barrera; C.G. Bolzi; C.J. Bruno; P. Cabot; E. Carella; J. Di Santo; J. C. Duran; J. Fernández Vázquez; E.M. Godfrin; V. Goldbeck; L. Gonzalez; M. G. Martínez Bogado; E. Mezzabolta; A. Moglioni; S. Muñoz; J.M. Olima; Pla; M.C. Raffo Calderón; D. Raggio; C. Rinaldi; S.E. Rodríguez; H. P. Socolovsky; M. J. L. Tamasi. Integración y ensayos de los paneles solares de vuelo para la misión satelital Aquarius/SAC-D. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. 2010 Vol.14 N°. P449 - 455.

G. Torresán, R. J. Garay y E. S. Galián (1999), Desarrollo de paneles solares del microsátélite Victor. AVERMA 4.2

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen los esfuerzos y disposición del personal administrativo de la gerencia, en particular a G. Durán, para la concreción de este convenio que dio lugar a este trabajo y a M. Martínez Bogado por su colaboración.

ABSTRACT

The integration of flight solar panels of CUBEBUG-1 satellital mission is presented. This panels has been integrated from a agreement between CNEA and DISARMISTA SRL for the integration of 6 flight solar panels for CUBEBUG-1 satellital mission. The panels integration has been done using substrings of 2 solar cells connected in series, the cells used was from EMCORE advance triple junction (ATJ) non flight solar cells. The panels itself, are constituted for 3 modules with 2 substrings connected in series and 3 modules with one substring each one. The solar cells relevant electrical parameters and the curves of functional verifications after the integration are presented

Keywords: solar energy, space panels, nanosatellites.