

PROYECTO: IDIFEDER/2017/1

EQUIPAMIENTO PARA LA INVESTIGACIÓN EN COMPONENTES DE COMUNICACIONES ESPACIALES EN BANDAS Q/V

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Los circuitos y componentes de los futuros sistemas de comunicación espacial deberán soportar nuevas aplicaciones y servicios multimedia con mayores exigencias en cuanto a potencia transmitida y número de portadoras. Dichos requerimientos facilitan la generación de posibles efectos indeseados, tales como los denominados de ruptura o descarga (en inglés, multipactor y corona) y los de intermodulación pasiva (Passive Inter-Modulation o PIM, en inglés), que pueden llegar a destruir los circuitos y componentes pasivos de alta frecuencia presentes en los satélites.

Estos efectos han de ser estudiados en todas las bandas de frecuencia en las que se transmite información desde los satélites, siendo el objetivo del presente proyecto el estudio de las bandas de frecuencias Q/V (33 GHz – 50 GHz). Los componentes de comunicaciones de los satélites a estudiar, así como los materiales con los que están realizados, pertenecen al enlace descendente donde se transmite con mayor potencia, en concreto cables de alta potencia, conectores, filtros selectores de canal, diplexores y multiplexores, aisladores, sistemas radiantes y redes de alimentación asociadas, etc.

Este proyecto de investigación es altamente innovador ya que las bandas de frecuencias Q/V están siendo reconocidas en la actualidad por la comunidad científica e industrial como una alternativa para ampliar el ancho de banda que se puede transmitir desde los más modernos satélites, a fin de alcanzar velocidades del orden del Terabit. Con seguridad, las próximas generaciones de satélites de comunicaciones trabajarán con estas bandas de frecuencias. Todas estas necesidades espectrales conducen a que actualmente ya se esté operando en la banda Ka, y se explore la posibilidad de usar frecuencias más altas como las bandas Q y V (33/50 GHz) -tal y como ya se experimenta en el satélite Alphasat de la ESA-. Es previsible que las próximas generaciones de satélites incorporen enlaces de comunicaciones en las citadas bandas Ka y Q/V. La correcta operación de estos nuevos servicios en frecuencias altas (por encima de los 20 GHz) implica numerosos desafíos tecnológicos en el diseño de las futuras cargas útiles de los satélites; pues a dichas frecuencias, las pérdidas (por propagación atmosférica y efecto Joule) son muy elevadas, lo que exigirá transmitir señales con niveles de potencia de 500 W por canal.



Laboratorios conjuntos de la Agencia Espacial Europea y el Consorcio Espacial Valenciano

La Agencia Espacial Europea está muy interesada en el estudio de estas bandas de frecuencias. Como prueba de ello, ha realizado una inversión de medio millón de euros en un amplificador de alta potencia en bandas Q/V que destinará a los laboratorios conjuntos con el Consorcio Espacial Valenciano. Se trata de investigación de excelencia en la frontera del conocimiento, una apuesta avalada por la propia Agencia Espacial Europea, decidida y altamente novedosa, estando en estos momentos todos los estudios en fase inicial para el desarrollo de nuevas tecnologías que sean capaces de explotar las prestaciones que estas bandas de frecuencias pueden proporcionar.

2. OBJETIVOS PREVISTOS

Los objetivos científicos del proyecto se enmarcan en potenciar las siguientes líneas de investigación y desarrollo:

1. Análisis y diseño eficiente de circuitos pasivos de alta frecuencia en bandas Q/V:

- Esta línea se centra en el desarrollo de nuevos métodos que permiten el análisis y diseño optimizado de circuitos pasivos de alta frecuencia a emplear en sistemas de telecomunicación (especialmente en cargas útiles de satélites, pero también en comunicaciones móviles e inalámbricas). Investiga el uso de tecnologías avanzadas que ofrecen mayores prestaciones (por ejemplo soluciones más compactas de los circuitos a desarrollar), o de materiales y componentes con propiedades sintonizables a emplear en nuevos dispositivos reconfigurables.
- En el ámbito del análisis electromagnético riguroso, se investigan novedosas técnicas que permiten considerar geometrías cada vez más complejas con menores esfuerzos computacionales. Estas técnicas de análisis se combinan posteriormente con algoritmos de síntesis circuital y métodos de optimización para facilitar el diseño práctico de circuitos y componentes pasivos, a emplear en múltiples aplicaciones espaciales de gran interés práctico.
- Se investiga en nuevos componentes y subsistemas pasivos de alta frecuencia (hasta 50 GHz) para aplicaciones espaciales, con especial énfasis en las propiedades electromagnéticas (parámetros S) de los citados dispositivos, su comportamiento frente a efectos causados por la alta potencia, tales como descarga de RF (multipactor y corona) y no lineales (PIM), los efectos multipactor y corona tanto en conducido como en radiado, efectos multipactor y corona en sistemas multiportadora (multicarrier) y con señales moduladas digitalmente, así como estudios sobre otras tecnologías (planar, coaxial, etc.).

2. Caracterización y modelado del canal radio en bandas de frecuencias Q/V:

- Una buena caracterización del canal radio es la base para el desarrollo óptimo de todo sistema de comunicaciones inalámbricas. Esta línea de investigación tiene como objetivo la caracterización y modelado de los efectos de selectividad en tiempo y frecuencia que introduce el canal radio espacial. Como resultado, se desarrollan modelos semi-deterministas y estocásticos que permiten analizar el impacto del canal sobre el sistema de comunicaciones espaciales.

3. Desarrollo de nuevos sistemas de radiocomunicación por satélite, tales como satélites de órbita baja para comunicación de datos, sistemas SAR con procesado a bordo, nuevo sistema europeo de navegación por satélite GALILEO, y sistemas de comunicaciones móviles por satélite:

- Con esta línea de investigación se avanza en el desarrollo de nuevas aplicaciones útiles para la sociedad tales como la gestión eficiente del tráfico y del transporte de mercancías y personas (sistemas de navegación), así como la monitorización de cultivos y utilización de recursos hídricos y la evaluación y prevención de desastres por causas naturales o humanas (teledetección). Se trata de una línea de investigación altamente multidisciplinar.
- Se emplean sistemas de comunicaciones espaciales, europeos o incluso nacionales actualmente operativos, para la monitorización global del planeta y aspectos de seguridad internacional. En concreto, se investiga en la generación de herramientas avanzadas para el procesado de datos (con diferentes niveles de resolución) procedente de radares de apertura sintética embarcados en satélite. La cantidad de datos que se generan desde los instrumentos científicos embarcados en los satélites es muy grande, siendo necesario un ancho de banda cada vez mayor para poder transmitirlos. Las bandas Q/V pueden ser una solución a este cuello de botella.

4. Diseño y utilización de plataformas espaciales de masa reducida:

- Mediante esta línea de investigación, se desarrolla de forma conjunta y en colaboración con otras entidades de investigación valencianas y europeas como la Agencia Espacial Europea, el diseño e implementación de futuras plataformas espaciales de masa reducida (por ejemplo pico- y nano-satélites).
- Estas misiones espaciales tienen carácter científico (experimentos en vuelo para aplicaciones médicas, biológicas, farmacéuticas y alimenticias) y tecnológico (validación de componentes y equipos informáticos, componentes electrónicos, así como dispositivos de RF y ópticos a embarcar en los próximos satélites), siendo también altamente multidisciplinarios.
- Para aprovechar todas las prestaciones de las bandas de frecuencias Q/V será necesario el despliegue de constelaciones de satélites cuya composición óptima está bajo estudio.

5. Caracterización y medida experimental de materiales con propiedades avanzadas:

- La fabricación de componentes empleados en bandas de frecuencias Q/V que operan en condiciones de alta potencia y ultra-alto vacío requiere un estudio particular de las superficies de dichos materiales. Este tipo de componentes, normalmente usados en sistemas de comunicaciones espaciales y en aceleradores de partículas, pueden sufrir un fenómeno indeseado de tipo no-lineal llamado RF breakdown. El origen de este fenómeno es muy complejo, y se fundamenta en la emisión de electrones por las superficies cuando están sometidas a campos eléctricos muy intensos.
- Dentro de este escenario se caracteriza las superficies de materiales (metales y dieléctricos) con técnicas normalmente usadas en física de superficies, como microscopía electrónica, XPS/UPS, medida de emisión secundaria de electrones, medidas de conductividad eléctrica y térmica, etc. Otro fenómeno que se estudia experimentalmente es la emisión de gases de un componente cuando está en un ambiente de alto vacío (outgassing). A su vez, también se investiga en el desarrollo de sistemas completos para la detección no destructiva y sin contacto de algunas características de materiales.

3. RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación, se detalla el equipamiento científico-técnico adquirido:

Detector de gases POLYTRON C3000



Figura 1. Detector de gases POLYTRON C3000

Bomba de vacío Scrollvac 10 plus 1-ph



Figura 2. Bomba de vacío Scrollvac 10 plus 1-ph

Medidor de potencia Rohde & Schwarz NRP50S



Figura 3. Medidor de potencia Rohde & Schwarz NRP50S

Sistema de agua refrigerada para sala limpia ISO7/8



Figura 4a. Sistema de agua refrigerada para sala limpia ISO7/8 - Enfridora de agua con bomba de calor



Figura 4b. Sistema de agua refrigerada para sala limpia ISO7/8 - Sistema de transferencia de energía

Sistema de alimentación ininterrumpida - SAI Salicru SLC 3/6 ADAPT120



Figura 5. Sistema de alimentación ininterrumpida - SAI Salicru SLC 3/6 ADAPT120

Baño térmico XT-208 Lauda Integral



Figura 6. Baño térmico XT-208 Lauda Integral

Contador de partículas IsoAir 310P



Figura 7. Contador de partículas IsoAir 310P

Mezclador de señales de radiofrecuencia Keysight M1970W



Figura 8. Mezclador de señales de radiofrecuencia en guía de onda

Banco de ensayos de radiofrecuencia de alta potencia en bandas Q/V

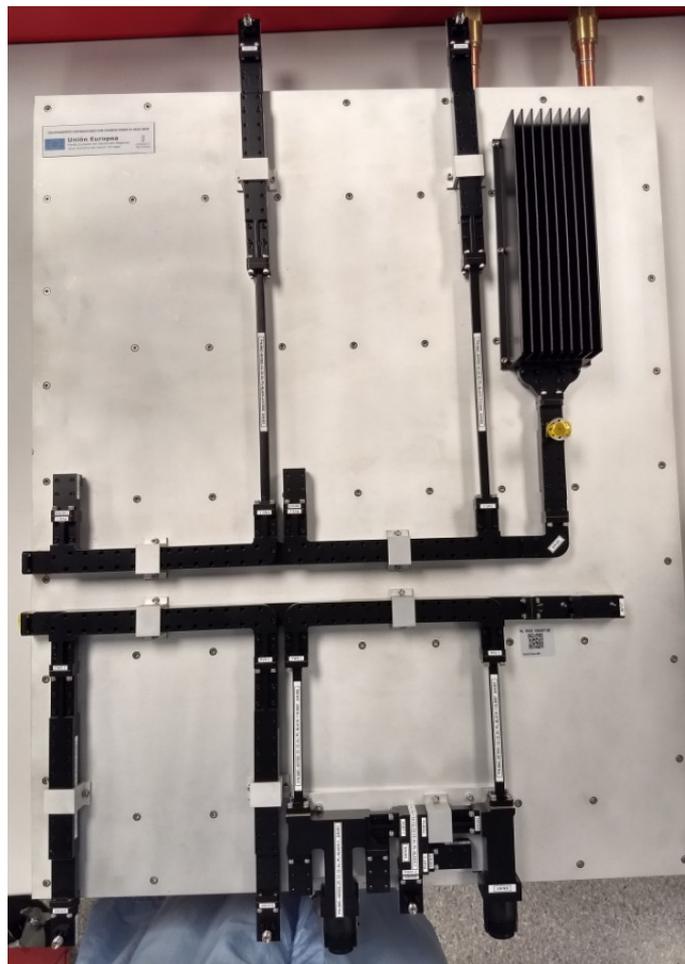


Figura 9. Banco de ensayos de radiofrecuencia de alta potencia en bandas Q/V