



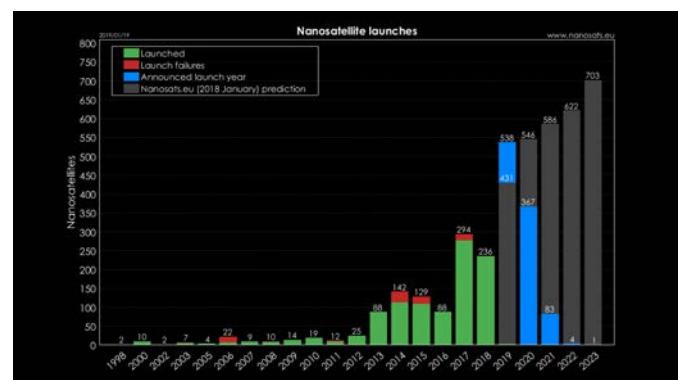
Soluciones de pruebas
avanzadas **para**
aplicaciones de
satélites pequeños

Los Satélites Pequeños Ofrecen Nuevas Oportunidades

Poner satélites en el espacio siempre ha sido un reto de ingeniería bastante complicado. Históricamente, siempre se ha tratado de la salvaguardia de gobiernos nacionales y grandes organizaciones. Los fabricantes tradicionales de satélites con la escala y los recursos suficientes para satisfacer estos retos siguen dominando el mercado pero existe una nueva gama de sistemas satélite que ofrece nuevas posibilidades para aplicaciones que no son críticas. Estas posibilidades están abiertas para todos y pueden incluir un aumento de mayores aplicaciones comerciales, la facilitación de actividades educativas y proyectos de investigación de bajo coste.

Por ejemplo, CubeSats, que se concibieron inicialmente en 1999, han salido del campo de la investigación universitaria para pasar al sector comercial. La referencia del diseño de CubeSat, basado en un cubo de 10 cm, ha sido facilitada por la miniaturización constante de la electrónica en máquina. La baja masa de CubeSat (menos de 1,33 kg) reduce significativamente los costes de lanzamiento y permite compartir un vehículo de lanzamiento con mayores satélites.

El CubeSat entra dentro de la clasificación Nanosatélite (de 1 kg a 10 kg); un subconjunto de la clasificación de satélites pequeños que cubre cualquier satélite con una masa inferior a 500 kg. Esto incluye siete clasificaciones de masa que van de Minisatélites (de 100 kg a 500 kg) a Zeptosatélites (de 0,1 g a 1 g). Según la base de datos en línea de los nanosatélites, nanosats.eu., más de 1800 CubeSats y nanosatélites han sido lanzados desde que se lanzó la tecnología, tal y como muestra la Imagen 1.



A pesar de empezar a ser desplegados en la exploración del espacio profundo, principalmente como complementos para los satélites tradicionales más grandes, los satélites pequeños normalmente se utilizan en órbitas terrestres bajas (OTB) para aplicaciones como experimentos científicos, aplicaciones de sensores remotos y telecomunicaciones. El gran crecimiento del IoT es quizás el único generador más significativo de la tendencia hacia el uso de satélites pequeños, con el gran apetito mundial por la conectividad y la banda ancha, lo cual atrae el capital de inversores al sector espacial. Dos organizaciones en particular están generando esta transformación, con SpaceX reduciendo los costes de lanzamiento, desarrollando cohetes reutilizables, Imagen 2, y OneWeb cambiando la economía de la producción y el despliegue de satélites. El posicionamiento agresivo en el mercado de SpaceX lo ha visto emerger como uno de los líderes del sector, trastocando un mercado ya maduro y generando competencia con actores existentes como la europea Arianespace y el proveedor de servicios de lanzamiento estadounidense, United Launch Alliance.

Una serie de desarrollos están transformando la economía de la producción y el lanzamiento de pequeños satélites, reduciendo de este modo el coste de acceso al espacio y haciendo que el uso de satélites sea viable para una amplia gama de nuevas aplicaciones.

Los Satélites Pequeños Ofrecen Nuevas Oportunidades

El aumento de la popularidad de los satélites pequeños, particularmente el nanosat (masa húmeda entre 1 y 10 kg) y el picosat (masa húmeda entre 0,1 y 1 kg), está dando...

...multiple opportunities for developers to quickly and cheaply implement satellite projects for a variety of applications, such as remote sensing and measurement and scientific experiments.

Las características de las misiones con satélites pequeños permiten la relajación de muchos de los principios de diseño y pruebas de los satélites tradicionales, pero las pruebas de integración y prelanzamiento siguen siendo esencial, en especial para la funcionalidad de las transmisiones satélite. La realización de pruebas en frecuencias satélite es algo complejo y requiere equipos costosos y, para muchos desarrolladores, no tiene mucho sentido comprar esos equipos, dada la infrecuencia de su uso al compararse al precio de compra y su impacto en el presupuesto general del proyecto.



Cohete reutilizable 9 Falcon de SpaceX

Las opciones de adquisición flexibles como las que ofrece Electro Rent, líder global del mercado de equipos de pruebas electrónicos, ofrecen modos rentables de adquirir equipo de test y medida de vanguardia sin tener que hacer una gran inversión.

Este estudio examina las dinámicas cambiantes del mercado de los satélites y las implicaciones y oportunidades que hay para los desarrolladores de aplicaciones con satélites pequeños.

Diseño para Entornos Hostiles

El espacio es un entorno muy hostil con muchos peligros para los componentes satélites. Durante el lanzamiento, la fuerza generada de la aceleración, además de los choques y vibraciones al ir separándose los cohetes, puede expulsar componentes y conectores. Una vez en órbita, el satélite estará expuesto a temperaturas extremas tanto bajas como altas, deberá operar en un vacío ultrabajo y estará expuesto a interferencias electromagnéticas y a radiación energética. Para mitigar el riesgo en estas condiciones, los diseños de los satélites tradicionales emplean técnicas como el uso de componentes resistentes y Mil-Spec, redundancia incorporada y procesos de pruebas exigentes y rigurosos.

Muchas de estas técnicas, sin embargo, no son prácticas para proyectos con satélites pequeños debido al espacio físico y a las limitaciones de presupuesto energético. Asimismo, los ciclos de implementación cortos y de bajo coste demandados por las aplicaciones con satélites pequeños no exigen los mismos niveles de pruebas exhaustivas.

La tabla 1 muestra cómo las misiones con satélites pueden caracterizarse por la tolerancia al riesgo y este análisis destaca una serie de factores que influyen en las especificaciones del diseño de satélites pequeños, que incluyen:

- La mayoría de misiones con satélites pequeños están en la órbita terrestre baja donde el entorno no es tan duro como en el espacio profundo.
- La mayoría de misiones también tienen una duración corta (de días o semanas) lo que reduce el efecto acumulativo de exposición a condiciones hostiles en el espacio.
- Muchas aplicaciones con satélites pequeños emplean constelaciones de múltiples satélites donde el fallo de uno o varios satélites no pone en peligro el éxito general de la misión.
- Unos costes de producción de satélite y de lanzamiento relativamente bajos hace que sea más factible reemplazar un satélite deteriorado.

Tolerancia al riesgo	Muy baja	Baja	Alta	Muy alta
Importancia de la misión	Seguridad nacional	Operativa Ciencia primaria	Experimental Demostraciones técnicas	Demos técnicas Sistemas de aprendizaje
Duración de la misión - LEO	+ 5 años	3 – 5 años	Meses	Días – Semanas
Duración de la misión – Espacio profundo	+ 10 años	+ 5 años	Meses	Días
Satélite individual	Misión operativa	Recopilación de datos	Experimento	Demo técnica
Constelación (>10) Satélites	Fallos de modo comunes descartados	Coste alto de la unidad	Múltiples vehículos de repuesto	Relanzamiento disponible de inmediato
Tiempo de desarrollo de vuelo	> 5 años			< 12 meses

Tabla 1: Análisis de perfil de riesgo de misión satélite

Diseño para Entornos Hostiles

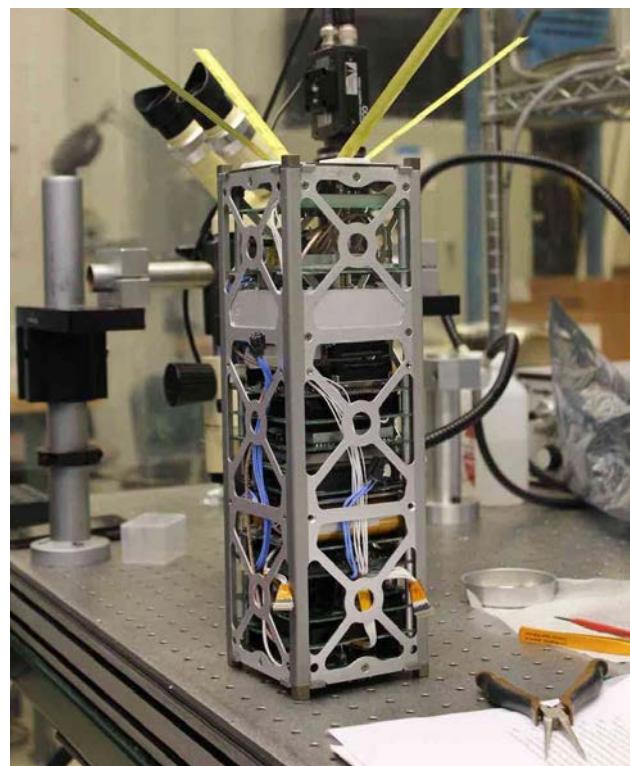
Estos factores hacen posible relajar las especificaciones sobre el diseño de las misiones con satélites pequeños, permitiendo así el uso de componentes comerciales prefabricados para uso no espacial (COTS). Este es uno de los principales motivos por los que los diseños de satélites pequeños pueden implementarse rápida y rentablemente y que han permitido la creación de muchos módulos funcionales estandarizados como sistemas energéticos, sistemas de comunicación, etc.

La instancia original de la clase de nanosatélite es el CubeSat, una arquitectura de fuente abierta basada en el tamaño 1U, (10cm x 10cm x 10cm) cúbica pero disponible en tamaños de 1U a 3U (Imagen 3). Los materiales permitidos para una estructura CubeSat son aleaciones de aluminio: 7075, 6061, 5005 y 5052, que deben ser anodizados para evitar el soldado en frío. Los componentes de CubeSat pueden clasificarse en seis principales subsistemas: estructura, comunicación, energía, control y determinación de actitud, gestión de datos y comando, y la carga útil.

CubeSat es en sí mismo una especificación en lugar de una pieza de hardware prefabricada por lo que el desarrollador de satélites pequeños tiene la opción de crear todo él mismo siguiendo la especificación de fuente abierta de CubeSat o comprar un kit prefabricado a organizaciones como Pumpkin o Interorbital Systems, (IOS). Un kit prefabricado ofrece todos los componentes principales del CubeSat, incluidos una antena, un transceptor de radio para vincular comandos o descargar datos, un ordenador en un chip como un Arduino o un Basic-X24, un sistema energético, generalmente células solares junto con una batería y un bus de potencia, además

de una variedad de sensores. Los kits también permitirán la inclusión del experimento o la aplicación del desarrollador y también están diseñados para ofrecer una plataforma para experimentos en órbita.

IOS también ofrece el TubeSat PicoSat Kit (Imagen 4), una alternativa al CubeSat con un 75 % de la masa pero con un volumen parecido al CubeSat. Un kit CubeSat de 1U de Pumpkin Inc empieza en los 7.500 USD, mientras que un kit TubeSat para aplicaciones académicas de IOS cuesta 8.000 USD e incluye costes de lanzamiento.

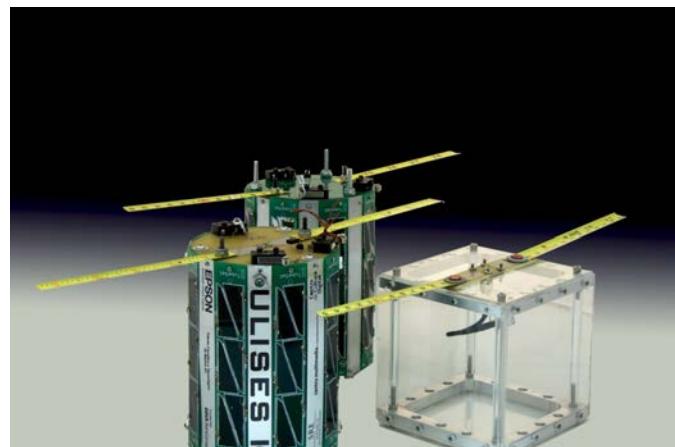


Pruebas para el Espacio

A pesar de que los satélites pequeños no son muy caros al compararse con los sistemas satélite tradicionales, unas pruebas adecuadas son todavía vital para garantizar que la inversión y el esfuerzo del desarrollo del prelanzamiento no se malgasten y que el satélite realice todas las funciones para las que fue diseñado. Al comprar un kit como los descritos anteriormente, los desarrolladores están consiguiendo acceso a un sistema satélite cuyas funciones principales han sido probadas previamente y que permiten que el esfuerzo del diseño, el desarrollo y las pruebas se centre en la funcionalidad de la aplicación en sí, así como las pruebas de integración del satélite final ensamblado. Los elementos clave del satélite a ser probado incluyen:

- Paneles solares
- Antenas
- Baterías
- Comprobaciones eléctricas
- Centro de gravedad y mediciones de masa
- Células energéticas
- Sistemas de transmisión de datos

Con pronósticos que predicen el lanzamiento de un gran número de satélites LEO, habrá un aumento significativo de los números de estaciones ascendentes y descendentes, generando la necesidad de técnicas de transmisión avanzadas, involucrando mayores frecuencias y modulaciones más complejas así como técnicas de espectro ensanchado. Los sistemas de transmisión satélite deben ser capaces de conseguir una alta productividad de datos a frecuencias de ondas milimétricas, con una alta fidelidad de señales y la capacidad de rechazar interferencias de RF de otros sistemas satélite.



Una amplia gama de equipos de test y medida de alto rendimiento, incluidos generador de señales vectoriales y análogas, analizador de espectros, osciloscopios, analizador de redes y más, está disponible en el mercado actual para respaldar las pruebas de todo el canal de RF, desde estaciones en tierra interconectadas, a comunicaciones intermodulares dentro del mismo satélite. La siguiente sección examina las ventajas ofrecidas por la amplia cartera de Electro Rent de soluciones y equipos de test y medida.

Los desarrolladores de satélites pequeños deben equilibrar los imperativos para probar exhaustivamente los sistemas de comunicación por RF de los satélites respecto a la necesidad de gestionar con cuidado los costes y el tiempo de pruebas.

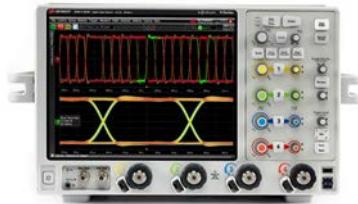
Soluciones para Equipos de Pruebas

Una serie de pruebas operativas y de integración es necesaria para caracterizar y validar por completo el rendimiento de los sistemas de RF satélite, tal y como se resume en la tabla 2.

Prueba	Descripción	Instrumentación
Linealidad del amplificador y transferencia de ganancia	Los transpondedores o componentes de satélites como los amplificadores de energía y los conversores de frecuencia se caracterizan por mediciones como la compresión de ganancia, AM/AM, AM/PM y distorsión NPR/ACLR	Generador de señales con Analizador de señales
Demora de grupo	La calidad de una ruta de transmisión en las comunicaciones satélite se caracteriza por distorsiones de fase, que se determina usando medidas de demora de grupo.	Generador de señales con Analizador de señales
Ratio de energía-ruido	Una prueba de carga útil RF importante. Las pruebas NPR implican la simulación de una distribución gaussiana similar al ruido de una carga útil de comunicaciones multicanal y se toman medidas NPR para probar la linealidad del transpondedor.	Generador de señales con Analizador de espectros/señales
Calidad de la señal	La calidad de los enlaces satélite durante la integración además de en funcionamiento en órbita se verifica utilizando mediciones de tasa de errores de bits (BER) y precisión de la modulación.	Analizador de espectros/señales
Emisiones espurias	Buscar emisiones espurias con analizador de espectros es una medida esencial al diseñar, verificar y fabricar dispositivos microondas y de RF.	Analizador de espectros
Pruebas de interfaz digital	Las comunicaciones de datos entre distintos sistemas y componentes dentro de un satélite es crucial para una misión y debe garantizarse en todas las condiciones	Osciloscopio
Pruebas de fuentes de alimentación	Abastecimiento de suficiente energía al subsistema eléctrico, minimizando el consumo de energía de baterías, garantizando la carga eficiente de las baterías.	Fuentes de alimentación especializadas

Table 2: Small Satellite Test Requirements

Test Equipment Solutions



Osciloscopios Keysight DSAV204A Infiniium S-Series

Tanto si tiene que depurar su último diseño o verificar el cumplimiento, es crucial que su osciloscopio muestre una representación veraz de su señal. Esto requiere una integridad de señales de primera calidad. Los osciloscopios Infiniium S-Series fueron diseñados teniendo esto en cuenta. La S-Series ofrece unos bloques superiores de tecnología ADC, frontal y basada en el tiempo. Esto ofrece a su plataforma 16 bits de resolución, bajo nivel de ruido, menor nivel de jitter y un alto ENOB, lo cual le permite ver el rendimiento real de su dispositivo.



Rohde & Schwarz FSW

El R&S FSW ofrece una gama de aplicaciones de medición específicas para las medidas más importantes, incluidas la tasa de energía de ruido y la demora de grupo. También es capaz de desmodular las señales de RF satélite de múltiples estándares, como DVB-S2X y OneWeb. Como la unidad puede actualizarse, con una banda ancha de análisis amplia de hasta 2 GHz internamente, puede satisfacer todas las nuevas demandas de unas bandas anchas de señales más amplias.



Analizador de señales Keysight N9020B

El N9020B MXA es un analizador de señales flexible con un rango de frecuencia de 10 Hz a 50 GHz y con una banda ancha de análisis de hasta 160 MHz. Ofrece unas medidas de energía aceleradas por hardware, actualizaciones rápidas de visualizaciones, búsquedas pico de marcadores, barridos rápidos y ayuda a capturar señales elusivas o transitorias con análisis de espectros en tiempo real y banda total. Esto le permite adaptarse rápidamente a los requisitos cambiantes de pruebas de los dispositivos inalámbricos y a reducir el tiempo de pruebas, lo cual permite unos ciclos de desarrollo más rápidos.



Este Analizador de Espectros portátil ofrece los mayores niveles de rendimiento RF disponible en un dispositivo portátil, con un excelente nivel de ruido medio mostrado (DANL) de -164dBm, además de una banda ancha de análisis de 100 MHz. Esto permite una identificación de interferencias más exhaustiva, lo que le facilita una búsqueda más precisa de señales fraudulentas y le ayuda a aclarar el espectro antes de que haya nuevos despliegues.

Test Equipment Solutions



Analizador de redes Keysight N5225B

En la investigación y el desarrollo, los PNA de Keysight ofrecen un alto nivel de integridad de medición, lo que le permite transformar un entendimiento más profundo en diseños mejores. A medida que la producción de satélites aumenta, la necesidad de reducir el coste y aumentar la fiabilidad de los componentes se convierte en algo crucial. Asimismo, al usar las herramientas más precisas en el proceso de diseño se reducen los costes más tarde en el ciclo de producción.



Generador de señales Rohde & Schwarz SMBV100B

El innovador SMBV100B de Rohde & Schwarz establece nuevos estándares de rendimiento en su clase. Puede equiparse con una multitud de opciones GNSS, transformando el instrumento en un simulador GNSS de alta fiabilidad. Esto permite a los usuarios simular situaciones GNSS complejas y realistas, que pueden repetirse fácilmente y que pueden llevarse a cabo en condiciones bajo control.



Software de pruebas de seguridad Spirent Testcentre

A medida que las amenazas de ciberataques cada vez son más peligrosas en las infraestructuras actuales conectadas, es más importante que nunca garantizar la seguridad de datos y contar con unas redes de pruebas de estrés adecuadas. Los paquetes de software Spirent Testcentre y Avalanche permiten la ejecución de amplias pruebas para una comunicación de redes segura, una evaluación de la vulnerabilidad, una generación de ataques y una autentificación del usuario, que incluye: IPSec, HTTPS/TLS (incluido TLSv1.3), 802.1x, Network Access Control (NAC), RADIUS y tráfico importado de usuario a medida en TLS.



Fuentes de alimentación Keysight E4360A

Estas fuentes de alimentación modulares están diseñadas para simular la curva I-V de los conjuntos de paneles solares usados en satélites en distintas condiciones ambientales, que incluyen eclipses, giros, rotación, antigüedad y temperatura. Estos dispositivos son pequeños y de alta potencia, lo que hace que sean ideales para el espacio limitado de los laboratorios modernos de satélites actuales.

Conclusión

Los instrumentos de test y medida capaces de operar a las frecuencias empleadas por los sistemas de comunicación satélite y con las sensibilidades requeridas son sistemas complejos y representan una inversión significativa para el desarrollador de satélites pequeños.

Con un inventario constantemente actualizado, Electro Rent cuenta con una inversión de más de mil millones de USD en inventario, la cual está gestionada por un equipo de 350 especialistas repartidos en 150 países. Este nivel de soporte excepcional está respaldado por unas opciones de abastecimiento flexibles.

Las soluciones de alquiler de Electro Rent ofrecen flexibilidad sin altos costes de propiedad y de mantenimiento de equipos. El alquiler ofrece un acceso en 24 horas a una amplia gama de equipos de los principales fabricantes, que incluyen Anritsu, EXFO, Fluke, Keysight Technologies, Rohde & Schwarz, Tektronix, Viavi, entre más de otros 300. El equipo está disponible para alquilar durante períodos que van de una semana hasta el plazo de tiempo que se requiera. Esta flexibilidad está diseñada para reducir el riesgo inherente asociado a los proyectos, como las demoras en la fase de diseño o problemas imprevistos en el campo de actuación. Con un soporte de por vida para toda su catálogo de equipos, los fabricantes y diseñadores tienen acceso a equipos mucho después de que estos dejen de ser suministrados al mercado principal.

Para situaciones donde la compra de una pieza de un equipo es esencial, una gran variedad de opciones de leasing y de alquiler con opción a compra puede repartir los costes de adquisición en el tiempo y evitar la necesidad de un gasto de capital considerable.

Los desarrollos en el sector espacial, incluidas la reducción de los costes de lanzamiento y la disponibilidad de satélites nano y pico usando componentes COTS, están abaratando el espacio

para una amplia gama de aplicaciones, incluidos experimentos científicos, control y sensor remoto, telecomunicaciones, etc. Esto aumentará, en lugar de reducir, la función de los sistemas tradicionales de satélites más grandes, lo que hace que el espacio sea más accesible para fabricantes existentes permitiendo a su vez la entrada de nuevos actores, para los que el coste, la complejidad y el tiempo de desarrollo anteriores no hubieran permitido su acceso.

Los kits prefabricados como la gama CubeSat de Pumpkin y el TubeSat de IOS simplifican la implementación de satélites pequeños, permitiendo al desarrollador centrarse en las especificaciones de la aplicación y reduciendo los plazos y costes de desarrollo. Los satélites pequeños integrados todavía requieren unas pruebas exhaustivas antes de lanzarse, sin embargo, y las pruebas de satélites requieren equipos de pruebas avanzados y caros. Cuando el coste de comprar equipo de tests esenciales es prohibitivo en relación al coste y duración del proyecto, especialmente para proyectos cortos o que vayan a cambiar rápidamente, el alquiler de equipos es la solución perfecta.

El amplio inventario de soluciones líderes del sector de Electro Rent, la capacidad de ofrecer asesoramiento experto independiente y una amplia gama de opciones de abastecimiento flexible permiten al desarrollador de satélites pequeños minimizar los gastos de capital, reduciendo a su vez los posibles riesgos.



Alquiler

⋮

Acceso sencillo a nuestro gran inventario global sin los altos costes que conlleva poseer equipos



Comprar Producto Nuevo

⋮

Más de 200 marcas de alta calidad de fabricantes de equipos líderes



Comprar Producto Seminuevo

⋮

Equipos de bajo coste y seminuevos de los que puede fiarse



Soluciones Financieras

⋮

Soluciones de equipos rentables según sus requisitos



Optimización De Inventario

⋮

Saque el mayor partido a sus equipos con nuestros servicios de gestión de inventario