# USO COLABORATIVO DE FRECUENCIAS PARA IMPULSO DEL SECTOR ESPACIAL EN MÉXICO

COLOQUIO DEL ESPECTRO RADIO ELÉCTRICO.

SU USO CIENTÍFICO, EXPERIMENTAL E INDUSTRIAL EN EL SECTOR ESPACIAL



















# AGENDA DE LA PRESENTACIÓN

Necesidad de la regulación para el Sector Espacial

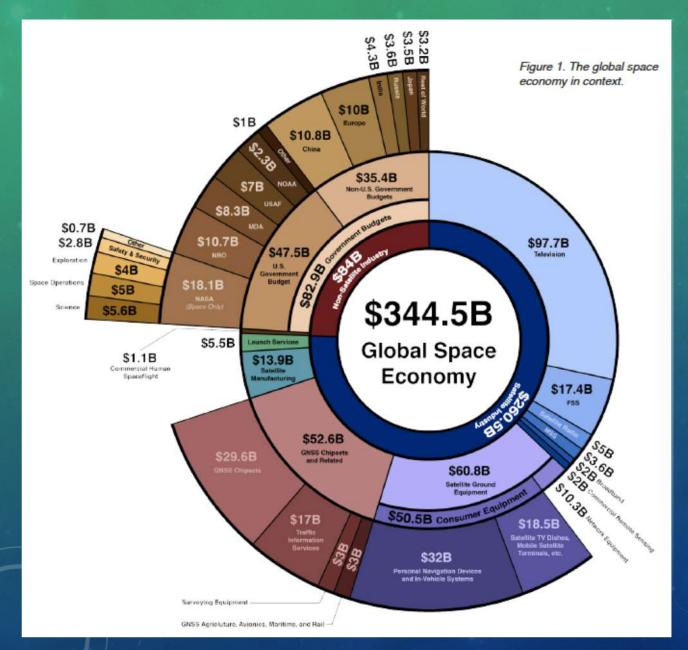
Visión de los fabricantes del New Space para el uso del espectro

Problemática para la regulación internacional de los pequeños satélites

Grupo de Estudio ITU-R WP7B

Iniciativas de la AEM para fomentar la regulación en el uso de las frecuencias

# ÁREAS DE OPORTUNIDAD PARA HACER NEGOCIO EN EL SECTOR ESPACIAL MEXICANO



- De acuerdo con el Reporte 2018 de la Federal Aviation Administration (FAA); el tamaño de la economía espacial mundial, que combina toda industria relacionada con los servicios satelitales y su equipo terrestre asociado, los presupuestos espaciales del gobierno y los servicios de los satélites de navegación global (GNSS), se estima de alrededor de \$345 mil millones de dólares.
- Tener procedimientos regulatorios claros y sencillos es una de las llaves de entrada para este ecosistema.



# RESUMEN DE HITOS PRESENTADOS EN EL PLAN DE ORBITA 2.0

## Hito 1:

• En 2035, México atiende las necesidades de los mercados públicos y privados convergentes, ligados al sector espacial y se posiciona entre los tres líderes mundiales en términos de *global share market*, con una participación de 40 por ciento de dichos mercados, incluyendo el uso de tecnologías espaciales para la atención de la población y el cambio climático.

## Hito 2:

• Para 2036, garantizar el acceso al espacio afianzando la capacidad de decisión para la preservación y ampliación de los recursos de órbitas y del espectro radioeléctrico correspondiente y el establecimiento de dos posiciones orbitales adicionales.

## Hito 3:

• Para 2026, se tendrá un papel reconocido en el desarrollo de componentes, productos y servicios, con una participación de aproximadamente 1 por ciento del mercado global — equivalente a 3 mil millones de dólares.

## Hito 4:

• Para 2026, desarrollar la infraestructura espacial necesaria para aumentar en 25 por ciento la cobertura de conectividad en América Latina.



# NUEVOS ESCENARIOS EN EL SECTOR SATELITAL

Nuevas convergencias aparecen en el sector: Desarrollo de MEMS y mayor capacidad de procesamiento, Aplicaciones Ka, Enlaces ópticos, Propulsión eléctrica, convergencia de TIC's

Fuerte crecimiento de la producción en serie de nanosatélites y microsatélites utilizando componentes OTS para el bus y con una disminución en los costos muy importante

Se está incrementando el lanzamiento de nano/micro satélites solos o en constelación para orbitas LEO

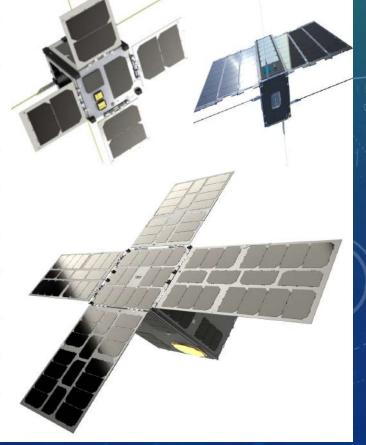
Empresas pequeñas y asociaciones universitarias con jóvenes emprendedores aceleran el ciclo de desarrollo y la necesidad de poner en órbita muchos satélites.



# ¿PERO Y LOS FABRICANTES HACIA DONDE VAN?

# CLYDE SPACE

	10	3U	6U	12U
Payload Volume	Up to 0.2U	Up to 1.6U	Up to 4.4U	Up to 10U
Power Generation	Up to 8W peak	Up to 50W peak	Up to 90W peak	Up to 150W peak
Payload Power	2W orbit average	>12W orbit average (typical)	>24W orbit average (typical)	>30W orbit average (typical)
Energy Storage	10 - 20Wh (typical)	40Wh (typical) / expandable to >100Wh	40Wh (typical) / expandable to >100Wh	80Wh (typical) / expandable to >200Wh
Pointing	<5° accuracy	<3.5 arcmin	<7 arcmin	<3 arcmin
Orbit Knowledge	<10m; <1m/s	<10m; <1m/s	<10m; <1m/s	<10m; <1m/s
Data Storage	4GB Flash NVM, expandable via microSD	4GB Flash NVM, expandable via microSD	4GB Flash NVM, expandable via microSD	4GB Flash NVM, expandable via microSD
Data Downlink	9.6kbps	Up to 100Mb/s	Up to 100Mb/s	Up to 100Mb/s
Frequency	V/UHF	V/UHF, S-Band, X-Band	V/UHF, S-Band, X-Band	V/UHF, S-Band, X-Band
Orbit Altitude/Lifetime	LEO/up to 5 years	LEO/up to 5 years	LEO/up to 5 years	LEO/up to 5 years



# ¿PERO Y LOS FABRICANTES HACIA DONDE VAN?



#### **Transmit**

DC Power 4 – 10 W (27 – 33 dBm)
Frequency 420 – 450 MHz RF
Power 27 – 33 dBm (3 dBm steps)
Channel Spacing 25 kHz
Spurious Responce < -65 dBc F
requency Deviation 3 kHz (FM)

Frequency Stability ± 50 ppm

#### Recieve

DC Power < 250 mW

Frequency 130 – 150 MHz

-120 dBm for 12 dB SINAD

Channel Spacing 25 kHz

Noise Figure < 1.5 dB

Spurious Responses < -65 dB

Dynamic Range -120 dBm to -70 dBm

Frequency Stability ± 50 ppm

#### MAIN FEATURES

Low Power consumption

Transmission data rates of up to 10 Mbps

Covers the (2.4 - 2.45 GHz) and commercial (2.2 - 2.3 GHz) frequency bands
Industry standard encoding and modulation techniques

Simple digital interfaces

Transmit output power adjustable from 24 dBm to 30 dBm, adjustable in 2 dB steps

#### PERFORMANCE METRICS

Temperature: -25°C to +61°C

Power Consumption: < 5 W

Mass: < 100 g

Dimensions: 96 mm x 90 mm

Voltage: 6 V - 12 V

Frequency: 2.2 GHz - 2.3 GHz (HSTXC)

Frequency: 2.4 GHz - 2.45 GHz (HSTX)

RF Power: 1 Watt (30 dBm)

Channel Spacing: 500 kHz

TX SNR: > 20 dB

Spurious Response: < -60 dBc

#### MAIN FEATURES

Low Power consumption

Transmission data rates of 3 to 50 Mbps Covers the 8.025 - 8.45 GHz frequency range and is user programmable within bands

Industry standard encoding and modulation techniques

Simple digital interfaces

Transmit output power adjustable from 24 dBm to 33 dBm

#### PERFORMANCE METRICS

Temperature: -25°C to +61°C

Power Consumption: < 10 W

Mass: < 150 g

Dimensions: 96 mm x 90 mm

Voltage: 4 V - 30 V

Frequency: 8.025 GHz - 8.45 GHz

RF Power: 2 Watt (33 dBm)

Channel Spacing: 1 MHz

TX SNR: > 20 dB

Spurious Response: < -60 dBc



# ¿PERO Y LOS FABRICANTES HACIA DONDE VAN?



ADD TO QUOTE REQUEST ☆

### Flexible and Miniaturised Transceiver

- · Highly miniaturised form-factor for integration in many classes of space missions
- . Modular design allows redundancy and flexible configurations of up- and downlink frequencies
- Common interfaces with check-out/test console (GOSH) and Cubesat Space Protocol (CSP) networking
- The AX100 can be fitted on top of a GomSpace NanoDock

### **Main Features**

#### **RF Features:**

- UHF and VHF versions available in the following frequency range versions:
  - o VHF: 140-150 MHz
  - o UHF low: 395-405 MHz
  - o UHF: 430-440 MHz
- Data rates from 0.1 kbps to 115.2 kbps
- Sensitivity down to -137 dBm
- Transmitter with 30 dBm output power at > 45 % PAE
- RF parameters are fully configurable on-orbit e.g. carrier frequency programmable in 1 Hz steps



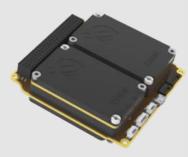
#### **Main Features**

#### System Overview:

- S-band radio firmware (cannot be modified) based on GomSpace Software Defined Radio
- Transceiver compatible with the GomSpace S-band patch antennae module(s)
- Flexible layer-3 bandwidth up to 1.25 Mbps (FDD)
- Fully configurable in-orbit
- Compliant with GomSpace CSP
- · Consist of:
  - NanoDock SDR
  - NanoCom TR600
  - NanoMind Z7000
  - S-band radio firmware

#### Radio System:

- High-speed QPSK transceiver for point-to-point S-band communications
- · Frequency and time division duplex support
- · Symbol rate 500 MBd to 2 MBd
- S-band operation (1980-2290 MHz)
- · Dual-modem support allows two simultaneous RF links
- · Adjustable output power
- PC104 form factor
- Interfaces: CAN, LVDS, I2C and SSMCX antenna connectors
- Operational temperature: -40°C to +85°C





# ¿PORQUE LOS PEQUEÑOS SATELITES REPRESENTAN UN RETO PARA LAS AUTORIDADES REGULATORIAS?

Oportunidades limitadas sobre el lanzamiento

- Poco o nulo control sobre los parámetros orbitales
- Retrasos no controlables sobre la misión

Poco o nulo control sobre su órbita

• Riesgo muy alto de colisión

Baja confiabilidad de sus componentes electrónicos

- Fuente de poder pequeña y poco fiable
- Tiempo de vida limitado

Tipos de Misión muy limitadas

- Pruebas de concepto
- Cargas experimentales y científicas

Certidumbre regulatoria limitada

- Tiempos muy prolongados para obtener una licencia
- Tiempos muy prolongados para la coordinación de frecuencias







# PROBLEMAS REGULATORIOS Y MITIGACIÓN BÁSICA DE RIESGOS

# Guía de orientación regulatoria para satélites pequeños no sujetos a coordinación



1

No existen los procedimientos regulatorios adecuados para los Satélites pequeños

•¿Pueden los actuales procesos de API ser utilizados para la obtención de permisos y coordinación de estos nuevos proyectos con satélites pequeños? 2

Definir unas frecuencias para T&C

•¿Cuales serán las frecuencias de servicio en órbita (T&C) para los satélites pequeños ? 3

Coordinar a nivel Nacional el uso del espectro

 Definir algunas frecuencias para Investigación Científica y para estudio de la Tierra

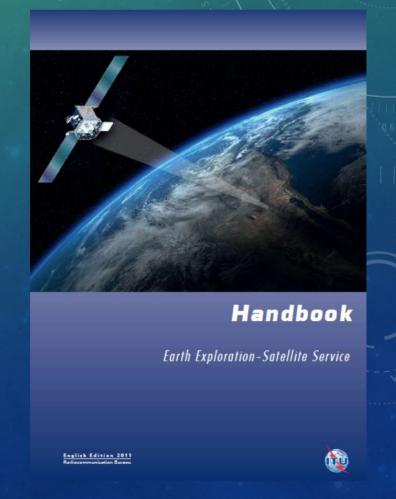


# MANUALES Y GUIAS DE AYUDA PARA ACTIVIDADES DE RADIO AFICIONADOS, CIENTÍFICAS Y DE ESTUDIO DE LA TIERRA











# LA ITU YA EMPEZÓ A TOMAR DECISIONES SOBRE LA REGULACION DE LOS PEQUEÑOS SATELITES



Small Satellite Symposium Santiago, Chile, 7-9 November 2016

# SMALL SATELLITE REGULATION WRC-15 OUTCOME AND RESULTS OF THE ITU-R WP7B STUDIES

Mr. Attila MATAS

matas@itu.int



Head, Space Publication and Registration division,

Space Services Department

ITU - Radiocommunication Bureau



Committed to connecting the world

Decisión #1: No se requiere un procedimiento regulatorio especial para facilitar el despliegue y operación de los nano y pico satélites. Se seguirá utilizando el procedimiento para los satélites NGSO con corta duración.

Studies to accommodate requirements in the space operation service for non-geostationary satellites with short duration missions

- resolves to invite WRC-19 (Al 1.7)
- to consider the results of ITU-R studies and take necessary action, as appropriate, provided that the results of the studies referred to in invites ITU-R below are complete and agreed by ITU-R study groups,
- invites ITU-R
- 1 to study the spectrum requirements for telemetry, tracking and command in the space operation service for the growing number of non-GSO satellites with short duration missions, taking into account RR No. 1.23 (space operation service);
- 2 to assess the suitability of existing allocations to the space operation service in the frequency range below 1 GHz, taking into account recognizing a) and current use;
- 3 if studies of the current allocations to the space operations service indicate that requirements cannot be met under invites ITU-R 1 and 2, to conduct sharing and compatibility studies, and study mitigation techniques to protect the incumbent services, both in-band as well as in adjacent bands, in order to consider possible new allocations or an upgrade of the existing allocations to the space operation service within the frequency ranges 150.05-174 MHz and 400.15-420 MHz



# LA ITU YA EMPEZÓ A TOMAR DECISIONES SOBRE LA REGULACION DE LOS PEQUEÑOS SATELITES

## WRC-19 AI 1.7 - WP7B Milestones 2



#### WP 7B 3rd meeting [Spring 2017]

- Continue to refine the preliminary sharing analyses performed for the 2nd meeting and if deemed appropriate conduct sharing analyses between the NGSO short duration missions using the SOS for TT&C and systems of other services within or adjacent to the frequency ranges 150.05-174 MHz and 400.15-420 MHz
- Liaise to contributing and interested WPs

#### WP 7B 4th meeting [Fall 2017]

- Completion of the WP 7B sharing studies, taking into account responses from the concerned and interested WPs
- Prepare draft CPM text including regulatory considerations
- > Final liaison to concerned and interested WPs

#### WP 7B 5th meeting [Spring 2018]

- Completion of all necessary Reports and Recommendations.
- Draft CPM-19 text agreed

## **WRC-19 AI 1.7 – WP7B studies 4**



For all contributions related WRC-19 AI 1.7 - **Resolution 659** (WRC-15) - Studies to accommodate requirements in the space operation service for nongeostationary satellites with short duration missions

see ITU-R WP7B website (TIES account required)
<a href="http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg7/rwp7b/">http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg7/rwp7b/</a>

16



# LA ITU YA EMPEZÓ A TOMAR DECISIONES SOBRE LA REGULACION DE LOS PEQUEÑOS SATELITES



# TRABAJOS PREVIOS DE LA AEM PARA DETECTAR LAS NECESIDADES DE ESPECTRO

En la tabla siguiente se resumen las frecuencias que se requieren para atender las instituciones proyectos educativas y centros de investigación sin fines de lucro y que serían deseables de impulsar desde la Agencia Espacial Mexicana.

Institución	Nombre Misión	Banda de Frecuencia Solicitada (MHZ)	Tipo de Concesión	
MXSPACE	Thumbsat	400.15 - 401		
INAOE	Ulises 1.0	437.35 – 437.45		
	Ulises 2.0	145 – 146 435 - 438		
		145 - 146		
UNAM		435 – 438		
	Condor Quetzal	2025 – 2110		
		2200 – 2290		
		8025 - 8400		
UPAEP	Aztechsat	144.5 – 146 (Espacio-Tierra HDuplex) (Tierra-Espacio HDuplex)		
	Proyectos Universitarios	(Espacio-Tierra) 144.5 – 146 * 400.15 – 401 ** (Tierra-Espacio) 144.5 – 146 *	Uso Público / Privado (sin fines de lucro)	
AEM	SIOTS	2025 - 2110 *** 2200 - 2290 **** 2483.5 - 2500 *#		
	ALERTA TEMPRANA	2025 - 2110 *** 2200 - 2290 **** 2483.5 - 2500 *# 8215 - 8400 **#		
	Futuras Aplicaciones (Banda ancha y Espacio lejano)	25500 - 27000 ***# 31800 - 32300 ****# 34200 - 34700 *&		

<sup>(\*):</sup> Frecuencia de aficionados por satélite a título primario (\*\*): Frecuencia de Investigación Espacial a título primario (Espacio-Tierra)

<sup>(\*\*\*):</sup> Frecuencia de Investigación Espacial a título primario (Tierra-espacio)(Espacio-Espacio)

<sup>(\*\*\*\*):</sup> Frecuencia de Investigación Espacial a título primario (Espacio-Tierra)(Espacio-Espacio)

<sup>(\*#):</sup> Frecuencia de Móvil por satélite a título primario (Espacio-Tierra)

<sup>(\*\*#):</sup> Frecuencia de Exploración de la Tierra por satélite a título primario (Espacio-Tierra) (\*\*\*#): Frecuencia de Investigación Espacial, Entre Satélites, Exploración de la Tierra por satélite (espacio-Tierra)

<sup>(\*\*\*\*#):</sup> Frecuencia de Investigación Espacial (espacio lejano)(Espacio-Tierra) (\*&): Frecuencia de Investigación Espacial (Espacio lejano)(Tierra-Espacio)

# ENCUESTA DE NECESIDADES AL SECTOR USUARIO DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO EN EL SECTOR ESPACIAL



#### FORMATO DE DESCRIPCIÓN DE LA MISIÓN Y USO DE ESPECTRO DE FRECUENCIAS

Nombre de la Empresa / Institución / Universidad / Persona:

Nombre del proyecto:		
Clase del proyecto: (Ejempio: Comercia), científico, pruebo de tecnología, gubernamental, militar)		
Tipo de satélite: (Femtosat, cubesat 1U, cubesat 3U, nanosat, microsat, minisat).		
Campo de aplicación del proyecto: (Ejempio: Telecomunicaciones, Observación de la Tierra, IoT, expioración del espocio, demostración científica, prueba de concepto, militar)		
Descripción breve de la misión espacial: (el resultantes del mismo)	pecifique los objetivos principales	s del proyecto y las aplicaciones
Descripción breve de la carga útil: (especifique describa sus características principales)	las objetivas principales de la car	rga útil y si utiliza radio enlaces
Descripción breve del subsistema de telen comerciales o diseñados específicamente para esta misión e inc antenas)		





Tipo de órbita: (LEO, MEO, GEO, HEO, SSO);(altitud, parámetros orbitales)	
7	
Tipo de estación terrena: (marca, modela, tipo de accesa, código de corrección de errores, otros que sean importa	
Describa las frecuencias que utilizará a fut	UFO: (para las futuras misiones)
Responsable técnico del proyecto: (nombre, correo y teléfono)	
(nombre, correo y teléfono) Responsable administrativo del	
(nombre, correo y teléfono)  Responsable administrativo del proyecto: (nombre, correo y teléfono)  Página del proyecto en internet: (liga donde	
(nombre, correo y teléfono)  Responsable administrativo del proyecto: (nombre, correo y teléfono)  Página del proyecto en internet: (liga donde se encuentre más información)	
(nombre, correo y teléfono) Responsable administrativo del proyecto: (nombre, correo y teléfono)	

Favor de enviar este formato con la mayor cantidad de información que se solicita a la Agencia Espacial Mexicana a la atención del Ing Javier Roch, Coordinador General de Desarrollo Industrial, Comercial y Competitividad del Sector Espacial; al correo roch.javier@aem.gob.mx, (tel (55) 3691 1310 ext 85177).

# GRACIAS POR SU ATENCIÓN

• Contacto: J. Francisco Romero Aguilar

• Email: <u>romero.jose@aem.gob.mx</u>

• <u>Tel Of</u>: 55 3691 1310 ext 85182