



ACG171/10c: Reacreditación del Laboratorio singular Smart Wireless Technologies Lab

- Aprobado en la sesión ordinaria del Consejo de Gobierno de 23 de julio de 2021

Memoria de adaptación al reglamento de Laboratorios Singulares de la UGR por parte de laboratorios ya reconocidos (NCG163/3):

A continuación se presenta la memoria de adaptación al nuevo reglamento del Laboratorio Singular ya existente de tecnologías 5G “Laboratorio de Caracterización Electromagnética de dispositivos y antenas para microondas y milimétricas” que fue aprobado en Consejo de Gobierno del 19 de octubre de 2019 (ACG148/7) y que se encuentra situado en el Centro de Investigación en TIC de la Universidad de Granada (CITIC-UGR). La presente memoria recoge los distintos aspectos establecidos en el reglamento, en concreto en su artículo 3. Además, para su mejor proyección internacional, **se solicita el cambio formal del nombre del Laboratorio Singular**, con la siguiente denominación:

Laboratorio Singular: Smart Wireless Technologies Lab

Responsable Principal: Pablo Padilla de la Torre

Grupo de investigación que respalda y gestiona el laboratorio: Grupo TIC244, Smart Wireless Technologies and Applications (SWAT).

Unidad de excelencia vinculada al laboratorio: Unidad de Excelencia en Tecnologías Avanzadas de Telecomunicación.

Centro de ubicación: CITIC-UGR

Introducción

Los avances en los sistemas y tecnologías de comunicación están produciendo un impacto fundamental y profundo en la vida cotidiana y en las actividades sociales de la población. Esto ha impulsado una creciente demanda de dispositivos inteligentes que se fundamentan en la capacidad tecnológica de diseñar componentes y elementos de comunicación que satisfagan las necesidades de capacidad y flujo de datos bidireccional generado, y que se duplica año a año. Para hacer frente a estos retos de futuro cercano, las principales instituciones de investigación y los proveedores de servicios inalámbricos se han puesto en marcha para planificar el sistema de próxima generación, es decir, los sistemas inalámbricos de quinta generación (5G), cuyo despliegue comenzó en 2020. Así pues, debido a este crecimiento sin precedentes de la demanda de datos móviles, los limitados recursos de espectro disponibles en el espectro de sub-6-GHz ya no satisfacen las necesidades del sistema. En ese sentido, los desarrolladores e ingenieros de radiofrecuencia han fijado su objetivo en el uso del amplio espectro infrautilizado en el rango de los 6 a 300 GHz para los sistemas inalámbricos comerciales de las próximas generaciones (5G y más allá). Para desarrollar y medir dispositivos (electrónica, componentes, etc.) que permitan trabajar en esas frecuencias se ha creado el presente Laboratorio Singular

Esta infraestructura se ubica en el Centro de Investigación en Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones de la Universidad de Granada (CITIC-UGR), vinculado a la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Informática y de Telecomunicaciones (ETSIT) de la Universidad de Granada.



A- Descripción de la singularidad del Laboratorio y de la investigación llevada a cabo en él

El “*Smart Wireless Technologies Lab*” es un laboratorio puntero en España en la caracterización y medida de dispositivos de radiofrecuencia y de sistemas radiantes, principalmente enfocado a la banda de milimétricas, en la que reside el futuro de la investigación en el ámbito de las comunicaciones inalámbricas. El laboratorio tiene capacidad para hacer medidas de diferente tipo y para dar servicio tanto a los investigadores propios de la Universidad de Granada como al exterior (otros grupos de investigación tanto nacionales e internacionales, así como empresas del sector que deseen testear sus prototipos).

Las ventajas competitivas de este laboratorio frente a otros similares son:

- a) la infraestructura disponible en el laboratorio es única en España (posibilidad de hacer medidas de 4 puertos hasta 110 GHz, y de 2 puertos hasta 330 GHz, para medida de dispositivos radiantes y caracterización de entornos de propagación.
- b) el equipamiento de dicho laboratorio permite realizar medidas hasta los 330 GHz permitiendo validar tecnología para 5G y las siguientes generaciones de comunicaciones móviles.
- c) es un laboratorio multidisciplinar en torno a las tecnologías de la información y comunicaciones que agrupa investigadores de 6 áreas de conocimiento diferentes que utilizan de forma optimizada un equipamiento sensible y muy costoso.

El Laboratorio Singular permite el desarrollo de toda la parte experimental desarrollada por los grupos de investigación de la Universidad de Granada dedicados al ámbito de los sistemas de comunicación inalámbrico. En concreto, es la principal infraestructura de investigación del grupo de investigación TIC244, *Smart Wireless Technologies and Applications* (SWAT). Dicho grupo de investigación posee en la actualidad unas cifras de investigación anuales muy meritorias y en continuo crecimiento (en el último año más de una veintena de publicaciones en revistas de impacto, una patente de investigación, y 4 proyectos de investigación de convocatorias públicas competitivas nacionales o regionales), habiendo recibido sus miembros distinciones y reconocimientos por su investigación. Dicha investigación no podría estar desarrollándose sin la existencia del Laboratorio Singular.

B- Nivel Tecnológico en comparación con otras instalaciones similares a nivel andaluz o nacional

El laboratorio tiene capacidad para hacer medidas de radiofrecuencia de diferente tipo y para dar servicio tanto a la Universidad de Granada como al exterior (centros de investigación y empresas).

- Medidas de 4 puertos hasta 110 GHz, y de 2 puertos hasta 300 GHz, para caracterización de dispositivos radiantes y caracterización de entornos de propagación, permitiendo validar tecnología para 5G y las siguientes generaciones de comunicaciones móviles.
- Medida de Antenas: Ganancia, Diagrama de Radiación, Directividad, etc.
- Medida de entornos de propagación. Posibilidad de emulación de diferentes entornos de propagación mediante la configuración del entorno de medida, introducción de elementos dispersivos.
- Caracterización de dispositivos de RF. Medida de los parámetros de dispersión de dispositivos pasivos y activos de microondas.
- Caracterización de Materiales. Cálculo de la constante dieléctrica (ϵ_r') y de la tangente de pérdidas ($\tan \delta$) del material.



- Medida de Sección Transversal Radar (STR) de blancos, medida de absorción electromagnética de materiales, obtención de imágenes ISAR de blancos.

Este abanico de medidas disponible es el embrión de la potencial cartera de servicios de medida del laboratorio, para lo cual es de gran importancia la presencia de un profesional técnico de apoyo cualificado, que permita ofrecer un servicio eficiente y de calidad a los usuarios, tanto de ámbito científico como industrial y empresarial.

Las características del Equipamiento que conforma la infraestructura son:

- Cámara Anecoica de tamaño 5x3x3.5 para realizar diverso tipo de medidas de RF hasta el rango de 300GHz.
- Analizador de redes con el rango de frecuencia hasta 67 GHz.
- Cabezas extensoras de frecuencia: Actualmente tenemos 4 cabezas extensoras de frecuencia que permiten medir en 4 puertos hasta 110 GHz. Se encuentra en proceso de compra otras 4: 2 cabezas extensoras de frecuencias hasta 180GHz y otras dos que permiten realizar medidas hasta los 300 GHz.
- Múltiples posicionadores: se cuenta con posicionadores plano y cilíndrico para realizar caracterización de antenas y se está en trámites de adquirir dos posicionadores más (configuración cuasi-esférica):
 - Posicionador ultrapreciso. Para realizar las medidas es necesario tener una precisión en el posicionamiento de los sistemas de medida como mínimo del orden de 1/10 parte de la longitud de onda. Por ejemplo, si estamos trabajando a 300 GHz, la longitud de onda será 1 mm, por tanto tendremos que garantizar el posicionamiento de los sistemas en el orden de las 100 micras.
 - Posicionador móvil para realizar medidas de campo de propagación en distintos entornos.
- Sondas de medida: Conjunto de sondas para poder utilizar realizar medidas en todo el rango de frecuencias.
 - 4 sondas de medida tipo bocina (horn standard gain standard instrument), con salida WR10 para rango de frecuencias de 73.8GHz a 112GHz, VSWR de 1.2 máx. y ganancia nominal en mitad de la banda de 20 dBi.
 - 4 sondas de medida tipo bocina (horn standard gain standard instrument), con salida WR15 para rango de frecuencias de 49.9GHz a 75.8GHz, VSWR de 1.2 máx. y ganancia nominal en mitad de la banda de 20 dBi.
 - 4 transiciones de guía WR15 a salida conector coaxial de 1.85mm hembra.
 - 2 sondas de medida tipo bocina (horn standard gain standard instrument), con salida WR22 para rango de frecuencias de 33GHz a 50.1GHz, VSWR de 1.2:1 máx. y ganancia nominal en mitad de la banda de 20 dBi.
 - 2 transiciones de guía WR22 a salida conector coaxial de 2.4mm hembra.
 - 2 sondas de medida tipo bocina (horn standard gain standard instrument), con salida WR34 para rango de frecuencias de 21.7GHz a 33GHz, VSWR de 1.2 máx. y ganancia nominal en mitad de la banda de 20 dBi.
 - 2 transiciones de guía WR34 a salida conector coaxial de 2.4mm hembra.
 - 2 sondas de medida tipo bocina (horn standard gain standard instrument), con salida WR51 para rango de frecuencias de 14.5GHz a 22GHz, VSWR de 1.2 máx. y ganancia nominal en mitad de la banda de 20 dBi.
 - 2 transiciones de guía WR51 a salida conector coaxial SMA hembra.



- 2 sondas de medida tipo bocina (horn standard gain standard instrument), con salida WR75 para rango de frecuencias de 9.84GHz a 15GHz, VSWR de 1.2 máx. y ganancia nominal en mitad de la banda de 20 dBi.
- 2 transiciones de guía WR75 a salida coaxial SMA hembra.
- Cables de medida. 4 cables de gran longitud (integrados en los sistemas de la cámara) con un rango de funcionamiento hasta los 67 GHz.
- Mesa de puntas de RF con sistema de posicionamiento incorporado, para medida in situ sin encapsulado ni transiciones o conectores.

Este equipamiento es único a nivel nacional ya que ningún ente público ni privado tiene una infraestructura de estas características porque dispone 4 cabezas extensoras de frecuencia hasta 110 GHz lo que posibilita la realización de medidas de sistemas MIMO, algo que es único. Además, la infraestructura está dotada con 3 parejas de cabezas extensoras de frecuencia en el rango de 110-180 GHz (dos unidades), 145 a 220 GHz (dos unidades) y de 220 GHz a 330 GHz (dos unidades). Estas cabezas de alta frecuencia se encuentran disponibles en muy pocos laboratorios a nivel nacional y ninguno a nivel de Andalucía. Por último, los dos posicionadores nuevos serán ultraprecisos y son únicos ya que proporcionan unas nuevas funcionalidades al sistema de medida.

Infraestructuras similares a esta se pueden encontrar en diferentes entes públicos desde hace tiempo, pero con unas posibilidades de medida mucho más limitadas en frecuencia. Esta infraestructura está especializada en medidas de alta frecuencia (por ello no necesita tanto volumen) dando capacidades de medida que la mayoría de las infraestructuras existentes no pueden ofrecer. A continuación, en la tabla 1 se muestran diferentes infraestructuras existentes y su limitación en frecuencia (todos los datos han sido obtenidos de las correspondientes webs).

Tabla 1. Comparativa con infraestructuras existentes

Ente Público	Máxima frecuencia	Enlace web
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)	40 GHz	http://www.inta.es/WEB/INTA/es/servicios/Area_AeronauticaDefensaEnsayos_Equipos_SistemasEspacioGrupoEnsayosRadiofrecuenciaTerrestreTerrestre_Ensayos_SGSE-9/
Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	70 GHz	http://www.gr.ssr.upm.es/leha/ http://www.madrimasd.org/Laboratorios/busquedas/comun/FichLab.asp?Clabo=33
Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)	40 GHz	https://www.upc.edu/sct/es/equip/506/camara-anecoica.html
Universidad Politécnica de Valencia (UPV)	70 GHz	http://www.iteam.upv.es/lab/laboratorio-de-antenas-y-microondas/?lang=es
Universidad de Alcalá de Henares	40 GHz	http://www3.uah.es/catechom/index.php?option=com_content&view=article&id=59&Itemid=74&lang=es http://www3.uah.es/catechom/index.php
Universidad de Vigo	40 GHz	http://antelia.webs.uvigo.es/



C- Hitos científicos más relevantes alcanzados y aquellos que pretendan alcanzarse

El Laboratorio Singular está permitiendo el crecimiento de la línea de investigación vinculada a las Tecnologías de Comunicación y Radiofrecuencia, potenciando y permitiendo el desarrollo de toda la parte experimental desarrollada por los grupos de investigación de la Universidad de Granada dedicados al ámbito, así como a investigadores de otras instituciones más allá del territorio nacional. En concreto, es la principal infraestructura de investigación del grupo de investigación TIC244, *Smart Wireless Technologies and Applications* (SWAT), así como de la Unidad de Excelencia en Tecnologías Avanzadas de Telecomunicación.

Entre los hitos científicos más destacados alcanzados o que se prevén alcanzar:

- Desarrollo de nueva tecnología para sistemas de comunicación en milimétricas. En concreto, se ha participado en el desarrollo de nuevas tecnologías de diseño de dispositivos 3D en milimétricas (tecnología Gap-waveguide y Glide Symmetry entre otras). En concreto, en colaboración con investigadores de centros punteros como INSA-Rennes (Francia), Sorbonne Université (Francia), Aalto University (Finlandia) y el Royal Institute of Technology of Stockholm (KTH-Suecia). Se pretende mantener y potenciar la contribución del laboratorio singular y del grupo de investigación que lo soporta (TIC244).
- Desarrollo y testeo con éxito prototipos de dispositivos de tecnología 5G+ en bandas milimétricas. En concreto, tanto dispositivos punteros de investigación propia, como de investigadores de centros como el Royal Institute of Technology of Stockholm (KTH-Suecia) o Ericsson AB (Suecia). Estos últimos dispositivos son los primeros demostradores funcionales desarrollados en las bandas en el rango de 60 a 110GHz. Se pretende consolidar los lazos de colaboración descritos, y ampliar el rango de testeo de dispositivos de dichas colaboraciones hasta los 330GHz.
- Consolidación como infraestructura puntera y potenciación del carácter Singular del laboratorio, por medio de la solicitud de convocatorias públicas al efecto.
- Potenciación de las sinergias de investigación de los distintos grupos de investigación de la Universidad de Granada implicados en el laboratorio desde su constitución y actualmente integrados en la Unidad de Excelencia en Tecnologías Avanzadas de Telecomunicación de la UGR. En la actualidad, el laboratorio ha sido uno de los gérmenes para la constitución del Instituto Universitario en Tecnologías Avanzadas de Telecomunicación, actualmente presentado para su aprobación y bajo estudio en la Universidad de Granada y Junta de Andalucía.

D- Proyectos de investigación que se desarrollan en sus instalaciones

En la actualidad se desarrollan los siguientes proyectos de investigación con financiación pública y privada:

Proyectos de investigación de convocatorias públicas:

“**Optimización multi-capa de redes 5G (5G-CLOPS)**”, RTI2018-102002-A-I00. MINECO. Investigador Principal: Antonio Mora García. 01/01/2018 – 30/06/2021, Presupuesto: 53.878,88 €

“**Metaheurísticas aplicadas al diseño de redes 5G eficientes**”, TIN2016-75097-P. MINECO. Investigador Principal: Francisco Luna Valero. 01/01/2016 - 30/9/2021, Cuantía total: 50.400 €

“**Diseño, fabricación y caracterización de tecnologías para comunicaciones hasta 300 GHz**”, P18 RT-4830, Consejería de Economía, conocimiento y Universidad de la Junta de Andalucía. Investigadores Principales: Juan F. Valenzuela Valdés y Pablo Padilla de la Torre, 01/01/2020 - 31/12/2022. Cuantía total: 95.342,00 €



“Optimización de las tecnologías facilitadoras para redes Ultradensas 5G de alta frecuencia (Evo5G)”, B-TIC-402-UGR18. Proyectos de I+D+i, en régimen de concurrencia competitiva, a realizar por las universidades públicas andaluzas como beneficiarias del Programa Operativo FEDER Andalucía 2014-2020. Investigadores principales: Juan F. Valenzuela Valdés y Antonio Mora García. 01/01/2020 - 31/12/2021. Cuantía total: 37.150,00€. (Este proyecto ha sido el mejor evaluado por la DEVA en esta convocatoria 97,5 en TIC en la Universidad de Granada)

Contratos de Investigación con Empresas:

"Investigación de compatibilidad electromagnética en cámara anecoica y simulación EMC numérica de emisiones radiadas y conducidas para automoción". Entidad financiadora: Valeo Iluminación, IPs: Juan Francisco Valenzuela Valdés y Pablo Padilla de la Torre. Cuantía total: 22.656,57 €

"Medición de emisiones electromagnéticas espurias", Entidad financiadora: Eesy Innovation, IPs: Juan Francisco Valenzuela Valdés y Pablo Padilla de la Torre. Cuantía total: 3.900,00 €

"Trabajos en el ámbito de los sistemas de posicionamiento para cámaras", Entidad financiadora: Arytec Soluciones. IPs: Juan Francisco Valenzuela Valdés y Pablo Padilla de la Torre Duración: 09/11/2020-31/12/2021. Cuantía total: 3.666,30 €

"Trabajos en el ámbito de los sistemas de medida para cámaras", Entidad financiadora: Createc4 S.C.A. IPs: Juan Francisco Valenzuela Valdés y Pablo Padilla de la Torre Duración: 09/11/2020- 31/07/2022. Cuantía total: 10.890,00 €

E- La inversión realizada

La Financiación recibida para la dotación del laboratorio singular procede de las siguientes fuentes de financiación (proyectos de dotación de infraestructuras públicos).

Laboratorio de Comunicaciones 5G y sus aplicaciones (Ref. UNGR15-CE-3311), ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Economía y Competitividad, Subprograma Estatal de Proyectos de Infraestructuras Científicas y Técnicas y Equipamiento, 01/01/2016 - 31/12/2017. IP: Pablo Padilla, Cuantía total: 307.453,5 €

IoT5GLab: Diseño e implementación de las redes futuras para 5G e Internet de las cosas (Ref. EQC2018-004988-P). ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Ayudas para la adquisición de equipamiento científico-técnico, Subprograma estatal de infraestructuras de investigación y equipamiento científico-técnico (plan Estatal I+D+i 2017-2020), 01/01/2018 - 31/12/2020. IP: Pablo Padilla de la Torre, Cuantía total: 705.370,37 €.

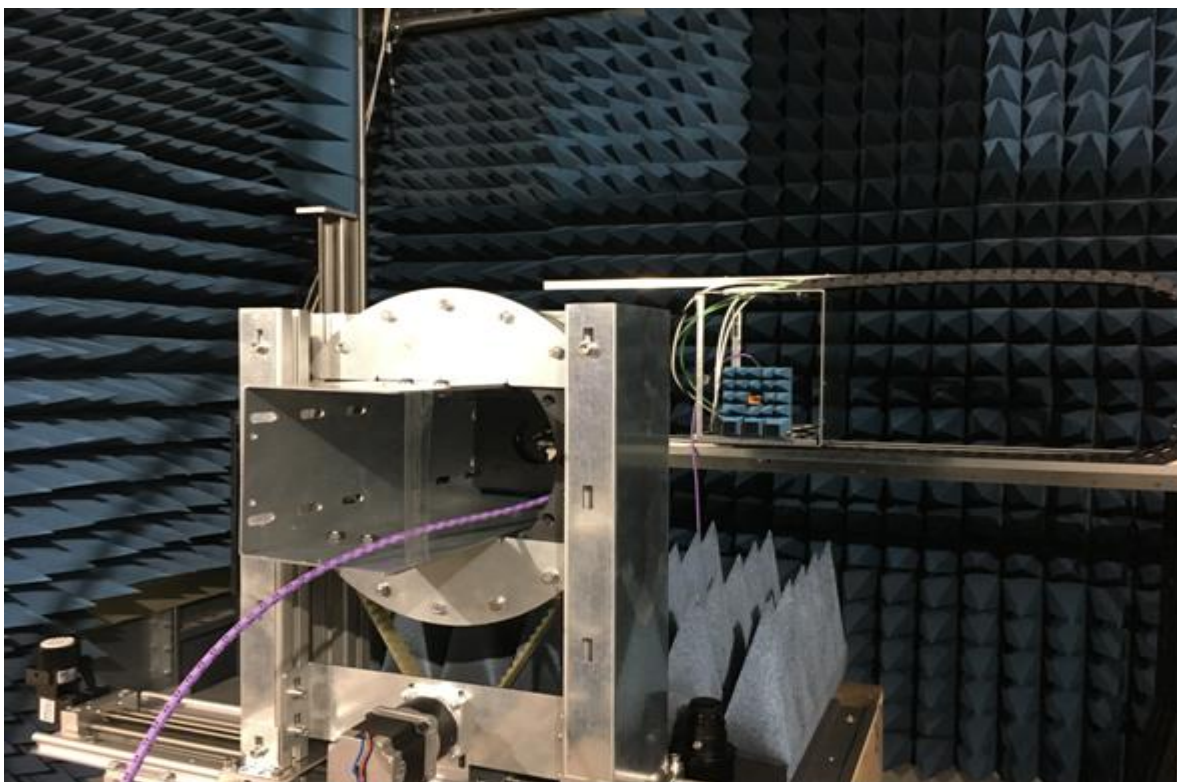
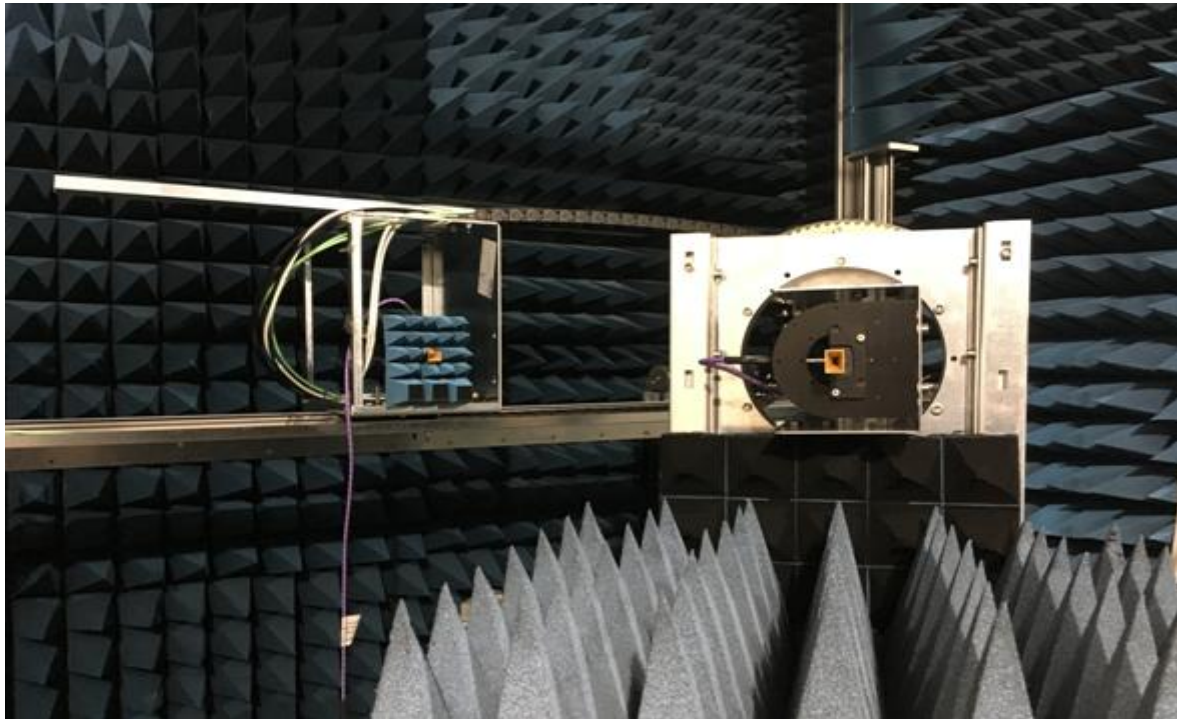
"MAGIC- 5G MAstering 5G: deep learniNG and smart Infrastructure Communications for a secure connected society (Ref. EQC2019-005605-P). ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Ayudas para la adquisición de equipamiento científico-técnico, Subprograma estatal de infraestructuras de investigación y equipamiento científico-técnico (plan Estatal I+D+i 2017-2020), 01/01/2019-31/12/2021. IP: Isaac Álvarez Ruiz, Cuantía total: 808.092,84€

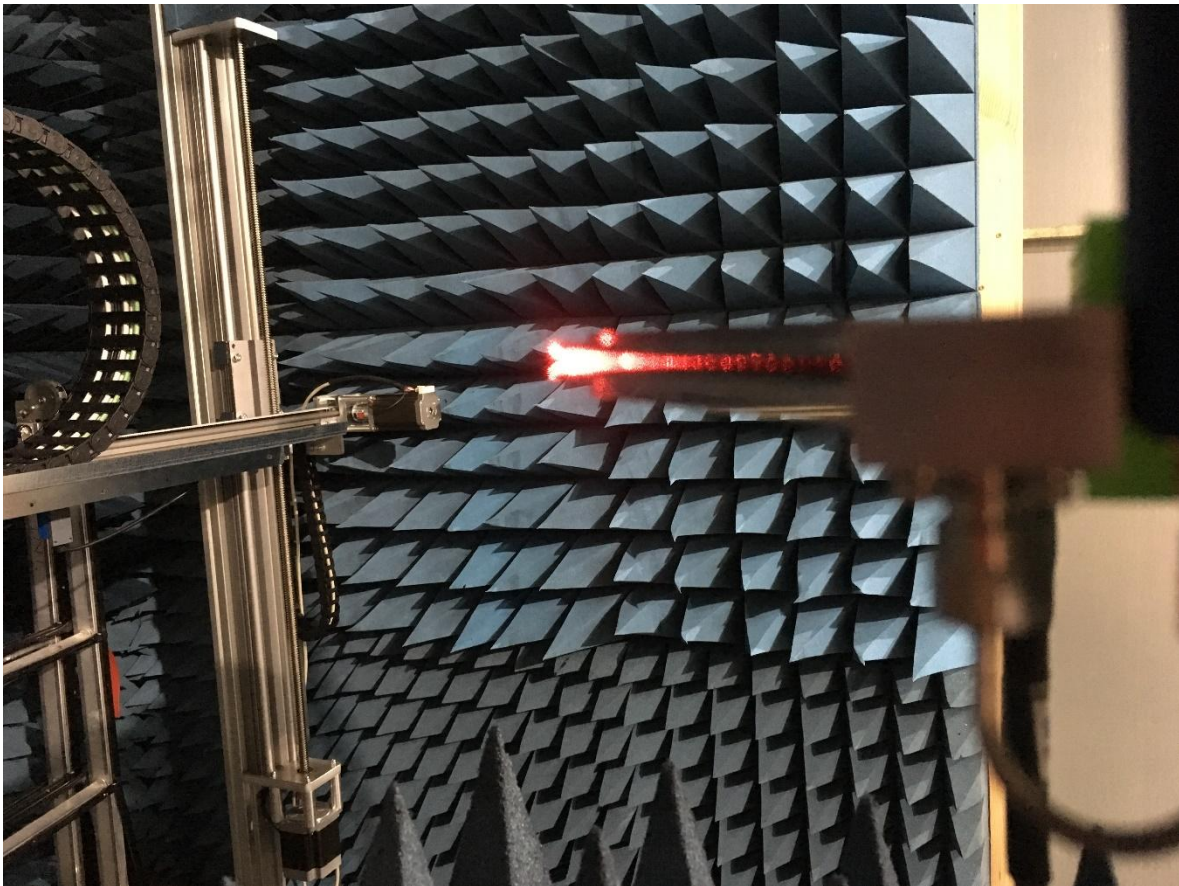
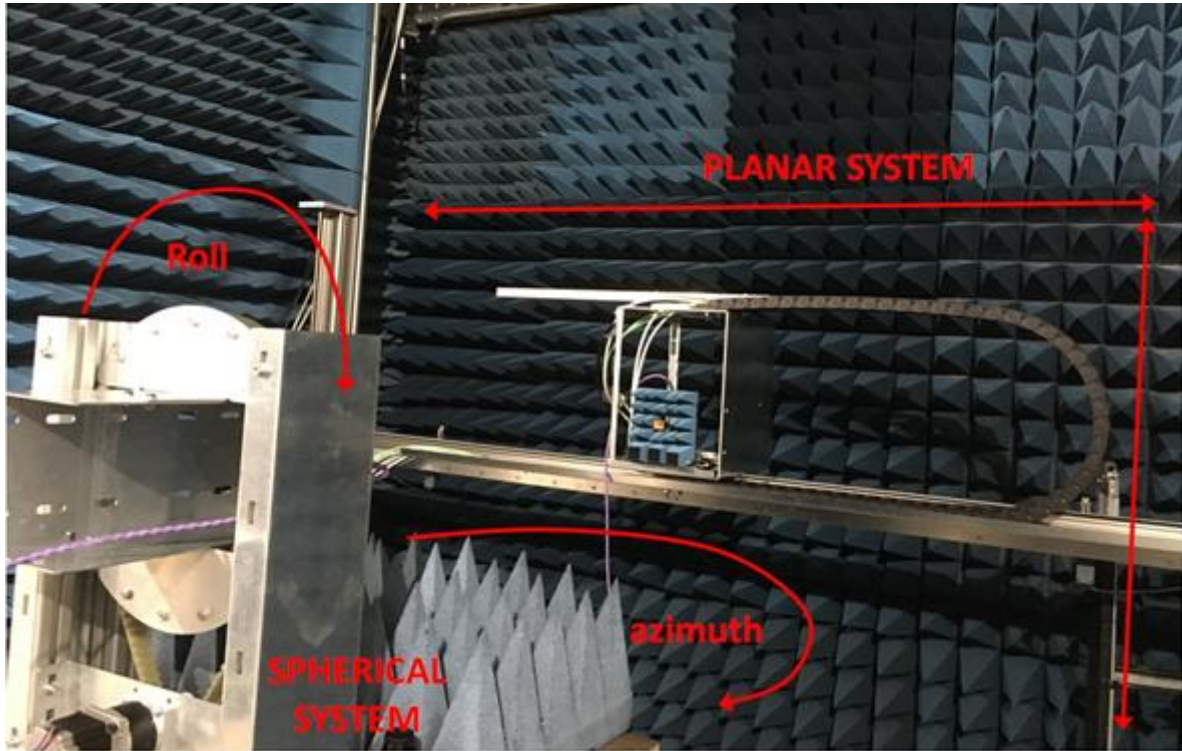
Total=1.820.916,71 € (excluido IVA)

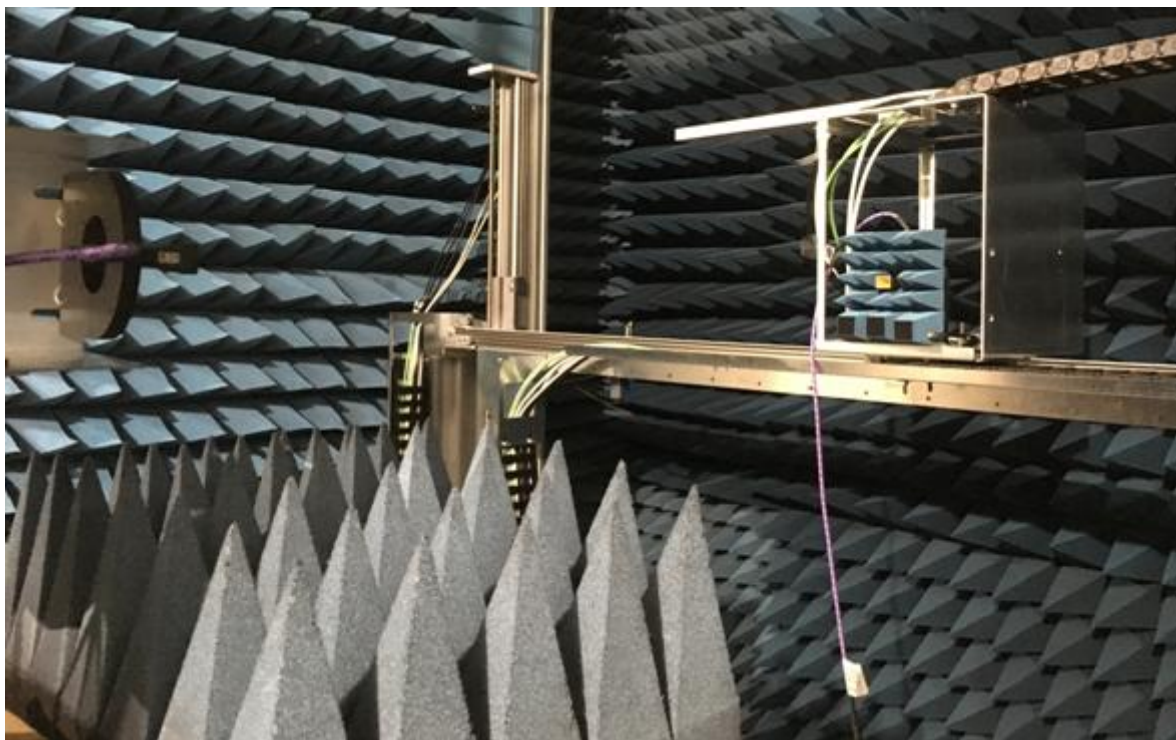


F- Muestra gráfica de las instalaciones (Descripción visual del laboratorio)

A continuación se muestran algunas imágenes del laboratorio y su funcionalidad de medida:







G- Plan de actividades, posibilidades de colaboración con el sector productivo y plan de acceso a las instalaciones del resto de la comunidad investigadora

El laboratorio mantiene un alto nivel de utilización por parte de los investigadores que desarrollan su investigación en su seno. Además, recibe la demanda de uso de las instalaciones por parte de investigadores a nivel internacional y por empresas del sector. En ese sentido, el laboratorio se ha articulado como una instalación científica que posee una serie de servicios que pueden ofrecerse a dichos usuarios, tanto propios como externos, a partir de las infraestructuras disponibles en el laboratorio, al cargo de un técnico de laboratorio (en la actualidad, cubierto por un contrato de Garantía Juvenil).

Los servicios disponibles son:

- Medidas de los parámetros característicos de las antenas: diagramas de radiación, ganancia, directividad, relación de onda estacionaria, etc.
- Medida de los parámetros de dispersión de dispositivos pasivos y activos de microondas.
- Medida de PIRE.
- Medida o emulación de diferentes entornos de propagación.
- Medida de Sección Transversal Radar (STR) de blancos, medida de absorción electromagnética de materiales, obtención de imágenes ISAR de blancos.
- Ensayos de emisión radiada y conducida.
- Ensayos de medida de eficiencia de apantallamiento a ondas electromagnéticas
- Caracterización de materiales complejos (Constante dieléctrica (ϵ_r') y tangente de pérdidas ($\tan \delta$))

Potenciales usuarios y clientes del Laboratorio: El laboratorio tiene la potencialidad de prestación de servicios tanto a la comunidad investigadora de la UGR, como al exterior, tanto para otros centros de



investigación y universidades, como para empresas tecnológicas punteras del ámbito de la radiofrecuencia. A continuación se indican grupos, instituciones y empresas que ya han sido usuarias de las instalaciones:

Tabla 2. Usuarios de la Universidad de Granada.

Grupo	Nombre	Escuela/Facultad
TIC 244	Grupo SWAT: Smart and Wireless Applications and Technologies	ETSIIT-UGR
TIC 216	Grupo de Nanoelectrónica	ETSIIT-UGR
TIC-131	Grupo de Electromagnetismo de Granada	Faculta de Ciencias
TIC-127	Grupo Digital Techniques	Faculta de Ciencias
TIC-123	Grupo Procesamiento de señales y comunicaciones	ETSIIT-UGR
TIC-117	Grupo de Circuitos y sistemas para procesamiento de la información	ETSIIT-UGR
TIC-250	Grupo Pervasive Electronics Advanced Research Laboratory	Faculta de Ciencias

Tabla 3. Usuarios de otros Centros de Investigación.

Nombre de la entidad	Lugar
Royal Institute of Technology of Stockholm (KTH)	Estocolmo, Suecia
Universidad Autónoma de Madrid (UAM)	Madrid, España
Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	Madrid, España
Universidad Carlos III de Madrid (UC3M)	Madrid, España
Universidad de Sevilla (US)	Sevilla, España
Universidad de Málaga (UMA)	Málaga, España
Universidad de Extremadura (UEX)	Mérida, España

Tabla 4. Usuarios de empresas del sector.

Nombre de la compañía	Lugar
Valeo Iluminación	Martos, España
Eesy Innovation	Granada, España
Ericsson AB (Ericsson Suecia)	Göteborg, Suecia
Gapwaves AB	Göteborg, Suecia



Sencept AB	Estocolmo, Suecia
------------	-------------------

Además, el laboratorio pertenece a la red de laboratorios de medida y caracterización de antenas del EurAAP (European Association on Antennas and Propagation) como miembro del grupo de referencia en estandarización e intercomparación.

H- Informe del centro en que se encuentran las instalaciones

Se adjunta como documento anexo a la presente memoria.

I- Memoria de actividades hasta 31 de mayo de 2021

Desde su constitución como Laboratorio Singular a finales de 2019, en el laboratorio se han añadido las siguientes funcionalidades adicionales de las ya existentes en el momento de su catalogación como Laboratorio Singular:

- Extensión del sistema de medida hasta 330GHz, tanto de medida de dispositivos radiantes y de RF como de medida de canal de propagación indoor y outdoor.
- Inclusión de sistema plano móvil automatizado de medida de canal de propagación para entornos indoor
- Inclusión de capacidades de fabricación de dispositivos: impresión 3D de estereolitografía, sistema de metalizado de piezas plásticas, sistema láser de fabricación de placas y pcbs y sistema de impresión por tinta conductora.
- Inclusión de funcionalidad de medidas de EMC (emisiones radiadas y conducidas).

Asimismo, desde su constitución como Laboratorio Singular, han realizado diversas campañas de medidas las siguientes empresas e instituciones (además de grupos de la propia Universidad de Granada):

- Valeo Iluminación
- Eesy Innovation
- Ericsson AB Suecia
- KTH Suecia
- Universidad Politécnica de Madrid
- Universidad Autónoma de Madrid
- Universidad Carlos III de Madrid
- Universidad de Sevilla
- Universidad de Málaga
- Universidad de Extremadura

J- Necesidades del Laboratorio Singular

La principal necesidad del laboratorio es la dotación de un técnico que pueda realizar las medidas correspondientes, después de la consiguiente formación específica.

