



Presencia estratégica del IPTC

Ciencia de Datos y 5G | **pág. 3**

En este número:

Destacado, 3 | Premios y nombramientos, 4
Noticias y eventos, 5 | Tecnología, 6
Proyectos, 8 | Ph.D. Corner, 10



POLITÉCNICA

ETSI Telecomunicación
Avda. Complutense 30
www.iptc.upm.es

IPTCReview 7

Marzo / Abril • 2019

Boletín del Information Processing
and Telecommunications Center

SUMARIO

Destacado:

Presencia estratégica del IPTC:
Ciencia de Datos, 5G,
Transformación Digital e Industria,
José Ramón Casar Corredera, 3

Premios y Nombramientos:

Félix Pérez, Cruz al Mérito Militar, **4**

José Ramón Casar, presidente
de la Sección de Ingeniería de
la Real Academia de Doctores
de España, **4**

Noticias y eventos:

Sobre el Plan Estatal de I+D+i, **5**

Convenio con Telefónica, **5**

Visitas al IPTC: ALSTOM y ORANGE
visitaron el IPTC recientemente, **5**

Tecnología:

El sistema de software
del satélite UPMSat2,
Juan Antonio de la Puente, 6

Proyectos:

AI MARS, Intelligence system
for monitoring, alert and response
for security in events, **8**

Diseño y Desarrollo de Sensores
de Tráfico en 24 GHz con dos canales
en Recepción, **9**

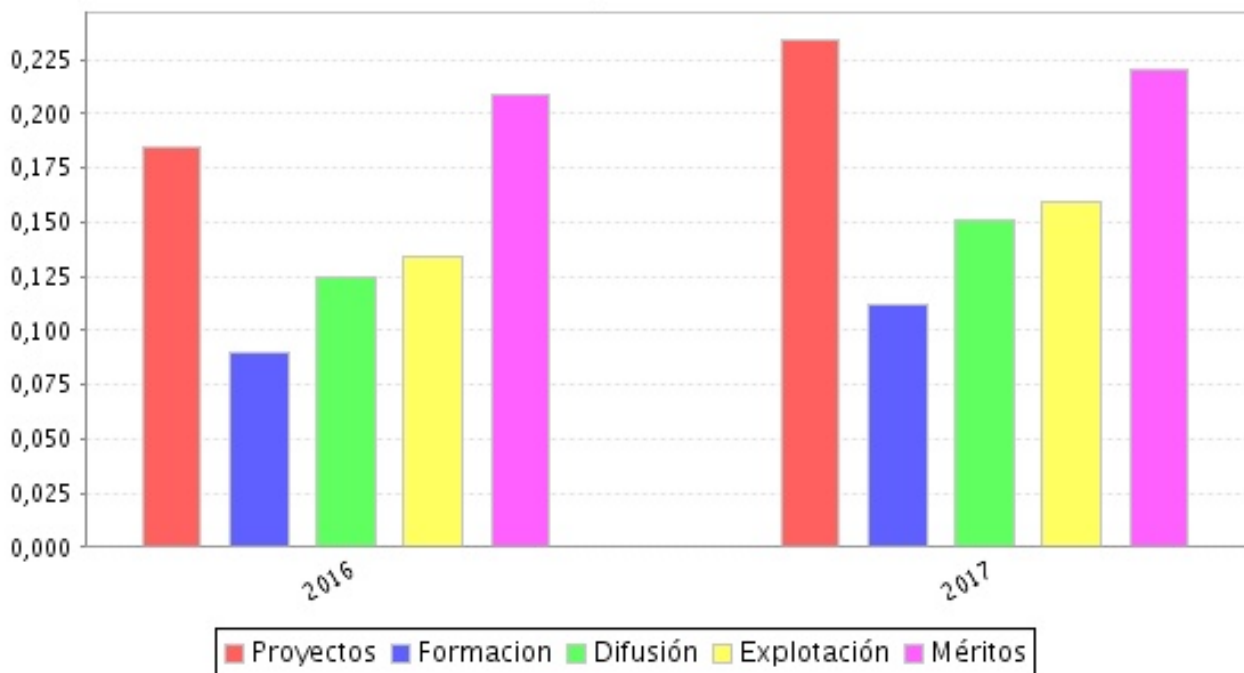
Informe:

Ph.D. Corner, **10**



Presencia estratégica del IPTC: Ciencia de Datos, 5G, Transformación Digital e Industria

José Ramón Casar Corredera



Evolución 2016-2017 de los indicadores del Plan de Calidad del IPTC.

Se han hecho públicos recientemente los resultados del Plan de Calidad 2017 de los Centros de I+D e Institutos de la UPM. Idealmente, deberíamos estar valorando ahora nuestra actividad de 2018, pero los retrasos en el proceso de recopilación, revisión y agregación de la información no nos permite disponer del conjunto hasta que ha transcurrido más un año desde que termina el año informado.

Como fuere, la comparación de lo producido en 2017 con respecto a 2016 (ver gráfica) nos muestra que hemos evolucionado a mejor con todos los criterios (con los cinco que considera el vigente Plan de Calidad de la I+D+i de la UPM).

Por otro lado, si nos comparamos con los otros Centros de I+D e Institutos de la UPM (consultar la información en http://www.upm.es/observatorio/vi/pc/resultados.jsp?elanio=2017&tipo_grupos=Centros&epigrafe=Global), resulta que seguimos encabezando el ranking (como en 2016) en Valoración Global, en Generación de Recursos Económicos y en Difusión de los Resultados

de Investigación, y que ocupamos el segundo lugar en el epígrafe de Formación de Personal Investigador. Poco de qué lamentarse en tal sentido pues; aunque, como escribía hace un año, no cabe duda de que tenemos margen de mejora para mantenernos a medio plazo (incluso a corto) en una buena situación de comparación internacional con Centros de nuestro ámbito temático y dimensión. Sobre todo, en lo que a impacto, presencia e influencia científica y tecnológica se refiere. Las cuentas del número de artículos publicados y su cuartil o de los ingresos recibidos (competitivos y contratados) son medidas internacionalmente aceptadas, pero en su esencia indican cantidad de actividad general y no directamente de relevancia o impacto; todo el mundo lo sabe. Es cuando nos pensamos en términos de impacto e influencia reales cuando concluimos que tenemos margen para ser más relevantes internacionalmente en las tecnologías, servicios y sectores industriales que nos son propios (y en algunos que nos han sido tradi-

cionalmente ajenos, pero que ya no lo son, como las TIC en Finanzas o en la Industria manufacturera).

Nuestros Grupos de I+D vienen desarrollando su actividad con la profesionalidad y productividad de las que han hecho gala históricamente, incluso frente a las malas circunstancias que nos han acompañado en tiempos recientes; han mantenido o renovado su red de socios y han sabido resistir el paso del tiempo sin refuerzos; y han mejorado sus nichos de saber.

Ahora, mejorar esa presencia tecnológica a la que aludía más arriba quizás requiera adoptar una orientación disruptiva en relación a lo que aportamos desde los actuales modelos de los Grupos de I+D y del conjunto de la Escuela. Nuestro Centro debe servir para realizar determinadas apuestas colectivas. Lo está haciendo ya. Una de ellas es la del mundo 5G. Las comunicaciones inalámbricas han sido siempre un objetivo temático central en nuestra Escuela. El mundo 5G, con sus cambios, no sólo tecnológicos, sino de oportunidades de negocio y de impacto vertical, se ha convertido en uno de los ejes de referencia del Centro, en colaboración con los operadores y fabricantes que se han brindado a trabajar con nosotros (Telefónica, Orange, Huawei, Nokia, etc.) y con otros socios que no menciono nominalmente hoy (y que incluyen asociaciones, hospitales, fábricas, etc.).

Otra línea de prioridad sostenida es la del Análisis de Datos, la Ciencia y la Ingeniería de Datos, en la que nuestra Escuela tiene una tradición de no menos de 35 años. En los años 80, algunos Grupos, al menos ocho de los que ahora componen el IPTC, hacíamos ya análisis estadístico muy avanzado (series temporales, econometría, análisis espectral, reconocimiento del habla, de imágenes, de radar, etc.) y, poco más tarde, publicábamos pioneramente en el área de redes neuronales (hoy Deep Learning). Éramos, además, ya entonces, una referencia en el área de lo que entonces se llamaban sistemas adaptativos (o de aprendizaje), que convergería semánticamente en lo que se conoce hoy como Machine Learning. Desde entonces, nada se ha parado en esa línea de actividad, que ahora lidera nuestro Centro de I+D (en sus ámbitos de competencia, nunca han dejado de hacerlo sus Grupos). El IPTC refuerza colectivamente su apuesta en I+D en Big Data e Inteligencia Artificial y ha constituido un grupo de trabajo para definir su estrategia global de largo plazo.

Telecomunicaciones, Defensa, ATM o Espacio (por mencionar algunos) son sectores en los que están presentes algunas de las tecnologías tradicionales de nuestros Grupos. Las comunicaciones 5G, la Industria de los Datos y la Transformación de la Industria (4.0, ¿5.0?) son otros temas prioritarios de referencia de la actividad actual del IPTC.



PREMIOS Y NOMBRAMIENTOS

*Félix Pérez,
Cruz al Mérito Militar*

El profesor Félix Pérez ha sido distinguido con la Cruz al Mérito Militar con distintivo blanco, en reconocimiento a su larga y exitosa colaboración en actividades docentes y de investigación con las Fuerzas Armadas Españolas. Le será impuesta el próximo 30 de mayo, Festividad de San Fernando, patrón del Arma de Ingenieros del Ejército de Tierra.

*José Ramón Casar,
presidente de la Sección
de Ingeniería de
la Real Academia
de Doctores de España*

El director del IPTC, José Ramón Casar, ha sido elegido presidente de la Sección de Ingeniería de la Real Academia de Doctores de España (RADE), de la que es miembro numerario. La RADE surge en 1915 a partir de la Federación Nacional de Doctores con la finalidad de promover la protección y el enaltecimiento del cuerpo doctoral español y el fomento de la cultura.



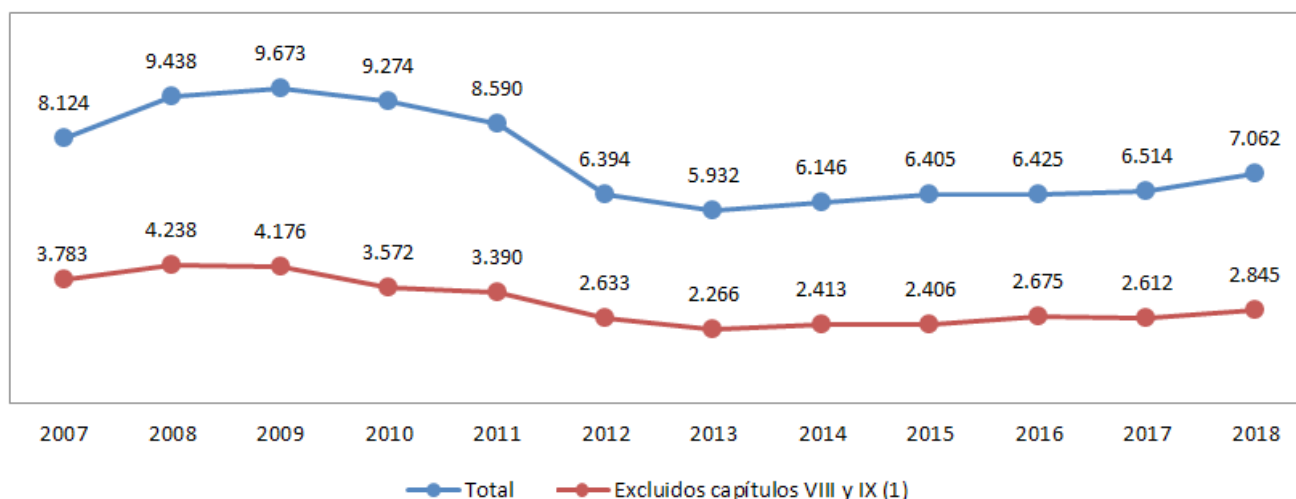
Sobre el Plan Estatal de I+D+i

El viernes 26 de abril se hacían públicas las resoluciones (provisionales) de concesión de proyectos de I+D de las convocatorias 2018 de “Retos Investigación” del Programa Estatal de I+D+i orientada a los Retos de la Sociedad y de “Generación de Conocimiento” del Subprograma estatal de Generación de Conocimiento correspondiente al Programa Estatal de Generación de Conocimiento y Fortalecimiento Científico y Tecnológico del Sistema de I+D+i.

Al *Information Processing and Telecommunications Center* le han sido concedidos los cuatro proyectos que solicitaban sus Grupos en las

áreas de Tecnologías de las Comunicaciones, Ciencias de la Computación y Tecnología Informática y de Producción Industrial.

Aparte de la decepcionante evolución de las cantidades asignada a I+D+i en los PGE (ver gráfica) y de el (aún peor) inexplicablemente bajo porcentaje de ejecución de lo presupuestado, los retrasos en la resolución de estas convocatorias (y otras) y luego los retrasos en los libramientos de los fondos vienen generando un malestar general, una decepción continuada en la comunidad investigadora, con facilísima solución.



Presupuestos Generales del Estado para I+D+i (Política de Gasto 46). 2007-2018. Créditos iniciales en millones de euros corrientes. (1) Capítulo VIII: Activos Financieros; Capítulo IX: Pasivos Financieros. Fuente: FECYT: a partir de Ministerio de Hacienda, Presupuestos Generales del Estado 2018 y elaboración propia.

► Convenio con Telefónica

El pasado 25 de marzo tuvo lugar el acto de presentación del convenio de la UPM con Telefónica I+D para la creación de una *Joint Research Unit* (en TIC y 5G), que amparará la colaboración estratégica en I+D entre ambas instituciones. El convenio ha sido promovido por el IPTC y contempla, entre otras: la participación conjunta en programas y proyectos de I+D, el desarrollo de herramientas, plataformas, aplicaciones y servicios, la realización de actividades de transferencia de tecnología y de puesta en valor de I+D+i y la realización de actividades conjuntas de difusión. Asistieron al acto, por parte de Telefónica, Juan Carlos García, David del Val y Jesús Folgueira.

► Visitas al IPTC: ALSTOM y ORANGE visitaron el IPTC recientemente

La reunión con ALSTOM versó sobre las posibilidades de cooperación en I+D, especialmente en el ámbito de la movilidad y de la aplicación de tecnologías TIC al sector ferroviario. Asistieron por parte de ALSTOM Juan Carlos de las Heras y Álvaro Urech. La visita de ORANGE tuvo como objetivo continuar los contactos establecidos con el IPTC para la cooperación en el desarrollo de aplicaciones 5G en España y Europa. A la reunión asistieron por parte de Orange Spain: Tomás Alonso, Alexis Salas, Carlos Tomás Rodríguez y Fernando Casado; por parte del IPTC, asistieron representantes de algunos de los grupos de investigación del IPTC involucrados en 5G.

El sistema de software del satélite UPMSat2

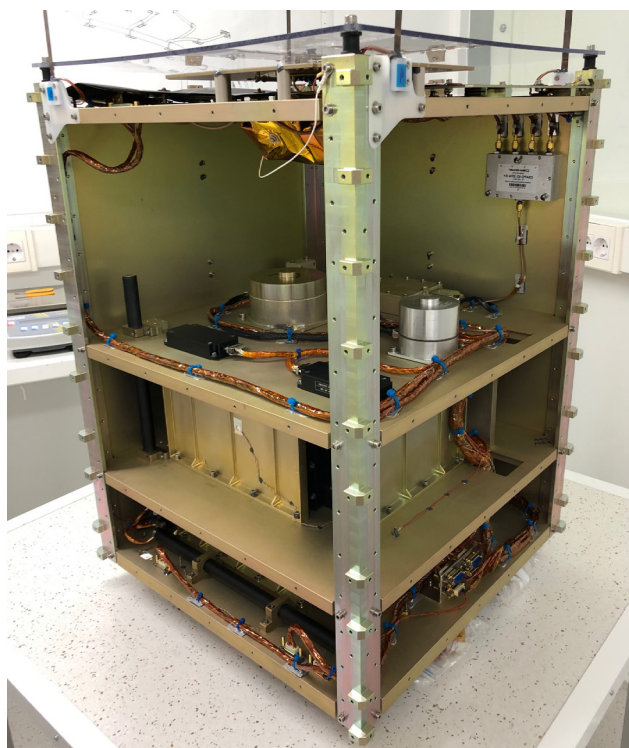
Juan Antonio de la Puente

El proyecto UPMSat-2 tiene por objetivo la construcción de un microsatélite experimental que se pueda usar como demostrador tecnológico y para el despliegue de aplicaciones científicas y educativas. El proyecto está liderado por el Instituto “Ignacio da Riva” (IDR-UPM), que se encarga de la mayor parte de su desarrollo, con la colaboración de otros grupos universitarios y empresas del sector espacial. El grupo STRAST (Sistemas de Tiempo Real y Arquitectura de Servicios Informáticos) del IPTC-UPM tiene a su cargo el desarrollo de todo el software de la misión, incluido el sistema de software de vuelo y del segmento de tierra.

UPMSat-2 es un microsatélite de la categoría de 50 kg de masa, cuya envolvente geométrica es un paralelepípedo de 0,5x0,5x0,6 m. Su lanzamiento está previsto dentro del año 2019, sobre una órbita polar de unos 600 km de altitud, con una vida útil estimada de 2 años.

La plataforma comprende un sistema de gestión de energía basado en baterías y paneles solares, un sistema de control térmico pasivo basado en una capa de aislamiento térmico, un sistema de control de actitud totalmente magnético, un sistema de comunicaciones con el segmento de tierra basado en una radio VHF de diseño específico, y un sistema de gestión de datos basado en un computador embarcado (OBC) desarrollado por TECNOBIT, con la colaboración del grupo STRAST y del IDR. El computador tiene un procesador LEON3, con arquitectura SPARCv8, 4 MB de memoria RAM 2 MB de EEPROM, 64 canales de entrada analógica y 112 puntos de E/S digital.

La carga útil del satélite consiste en una serie de experimentos: un interruptor térmico desarrollado por IberEspacio, algoritmos alternativos para el control de actitud, con sensores adicionales que incluyen una rueda de inercia experimental fabricada por Satellite Services Ltd. y un magnetómetro de la empresa Bartington. Se espera poder obtener información sobre el comportamiento de estos sistemas en vuelo que, en su caso, se pueda utilizar para su calificación.



Vista del satélite



Vista del satélite 2

El software del computador embarcado tiene una estructura que responde a la arquitectura de subsistemas del satélite (ver figura). Sus funciones más importantes son:

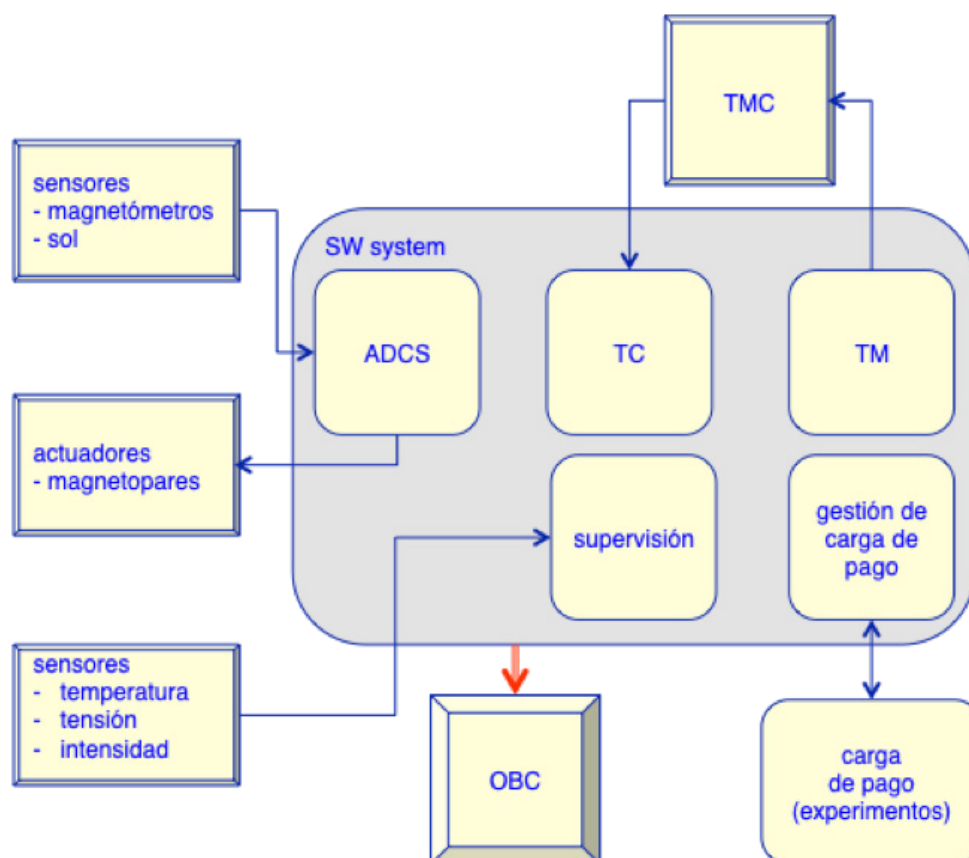
- Arranque, reinicio y apagado ordenado
- Control de modos de funcionamiento e incidencias
- Control de actitud
- Recogida de datos de estado interno y navegación
- Vigilancia del comportamiento de los subsistemas y del estado y configuración.
- Control de comunicaciones con tierra (telemetría y telecomandos)
- Arranque y control de los experimentos

El desarrollo del software se ha efectuado siguiendo los estándares de la ESA en cuanto a documentación y procesos de verificación y validación. Se ha seguido un ciclo de vida en V, con pruebas de tipo *model-in-the-loop*, *processor-in-the-loop* y *hardware-in the-loop*.

Se eligió Ada 2005 como lenguaje de programación principal por considerarse el más adecuado para desarrollar software de alta integridad, aunque para el subsistema de control de actitud se ha utilizado código C generado automáticamente a partir de modelos de Simulink. En total el software embarcado consta de 106 paquetes en Ada con un total de 38243 líneas de código, y 10 ficheros fuente en C, con un total de unas 1600 líneas.

La estación de tierra, por su parte, utiliza hardware comercial (computadores y equipo de comunicaciones). El sistema proporciona una interfaz web para gestionar los mensajes de telemetría recibidos desde el satélite y los telecomandos programados. El almacenamiento se basa en una base de datos *Cassandra*, que permite la replicación de los datos para tolerar fallos. Un subsistema interactúa con la antena de comunicación para actualizar los datos. El sistema se ha desarrollado en Ada y Python, y la interfaz gráfica está basada en *Django* y *Zeppelin*.

Para más información se pueden consultar los sitios web del grupo STRAST (web.dit.upm.es/~str/upmsat2) y del IDR (www.idr.upm.es/index.php/es/el-proyecto-upm-sat-2).



Arquitectura del software embarcado.

AI MARS, Intelligence system for monitoring, alert and response for security in events

El pasado mes de noviembre de 2018 fue aprobado el proyecto AI MARS (Intelligence system for monitoring, alert and response for security in events), en el que participa el IPTC a través del Grupo de Redes y Servicios de Telecomunicación e Internet (RSTI). Se trata de un proyecto a cuatro años financiado por el CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial) dentro del Programa Estratégico de Consorcios de Investigación Empresarial Nacional (Programa CIEN).

El consorcio AI MARS lo lidera la compañía RETEVISIÓN, del grupo CELLNEX, a la que acompañan las empresas TELEVES, EMERGYA, SINGULAR, SHS y HERTA. El proyecto cuenta con la participación de cuatro organismos públicos de investigación: Universidad de Granada, Instituto Tecnológico de Castilla y León (ITCL), Universidad Carlos III de Madrid y Universidad Politécnica de Madrid a través del Grupo RSTI-IPTC.

El proyecto AI MARS se enmarca en el ámbito de la Seguridad Ciudadana y la Lucha contra el terrorismo y el Crimen Organizado.

AI MARS aborda la investigación de técnicas, métodos y herramientas orientados al desarrollo de soluciones tecnológicas innovadoras para el apoyo a la vigilancia y prevención de atentados y otras incidencias (aglomeraciones, disturbios, etc.) en grandes concentraciones de personas (aeropuertos, ferias, manifestaciones, eventos deportivos, fiestas, centros comerciales o entornos similares); así como otros elementos de interés tales como Infraestructuras Críticas, fronteras, etc... De manera más específica, AI MARS pretende desarrollar soluciones tecnológicas capaces de proporcionar información útil y en tiempo real a los Cuerpos y Fuerzas de Seguridad Públicos y Privados así como a los gestores de grandes espacios públicos (centros comerciales, espacios deportivos, etc.) para prevenir atentados, aglomeraciones, disturbios y otras incidencias en grandes concentraciones de personas y otros elementos con altos requerimientos de seguridad.

Para ello, AI MARS contempla el empleo de diversas tecnologías para la identificación de objetos (armas, vehículos, etc.) y personas, incluyendo técnicas de procesamiento de vídeo avanzado, reconocimiento de patrones biométricos (iris, facial, vascular), la detección de dispositivos móviles (WiFi, Bluetooth, redes celulares), y el uso



de sensores y dispositivos IoT (Internet de las Cosas). Así mismo, plantea el uso de soluciones avanzadas de analítica de datos mediante técnicas de Big Data, Machine Learning e Inteligencia Artificial. La necesidad de facilitar despliegues in situ, específicamente orientados a cada caso de aplicación, así como la conveniencia de efectuar el procesamiento local de los datos para minimizar el tiempo de respuesta, hacen que la tecnología 5G y algunas de sus funcionalidades clave, como el Network Slicing y el Mobile Edge Computing (MEC), se contemplen como uno de los elementos clave en el proyecto. Por último, se considera esencial dotar al sistema de interfaces de visualización avanzadas, incluyendo técnicas de realidad virtual y realidad aumentada.

El proyecto contempla el despliegue de un conjunto de demostradores para los casos de interés que se identifiquen, sobre los cuales se validarán las soluciones desarrolladas.

Dentro del proyecto, el grupo RSTI del IPTC llevará a cabo la investigación sobre nuevos sensores que permitan detectar la presencia y actividad de dispositivos en zonas de alta concentración de personas y cosas. Estos sensores se integrarán en la plataforma global de identificación y seguimiento, para su análisis y correlación con otras fuentes de datos del sistema. El grupo RSTI aporta su experiencia en la tecnología WiFi Tracking y el servicio piloto de análisis de flujos de personas en la plataforma Smart CEI Moncloa desplegada en el Campus de Moncloa (<https://blogs.upm.es/rsti/2018/04/30/smart-cei-moncloa/>).

Diseño y Desarrollo de Sensores de Tráfico en 24 GHz con dos canales en Recepción

Este convenio de colaboración entre el GMR del IPTC e Indra Sistemas tiene como objetivo el diseño de una nueva generación de sensores para el Departamento de Transportes de Indra y le permitirá disponer de sistemas innovadores respecto a los que en la actualidad están disponibles en el mercado.

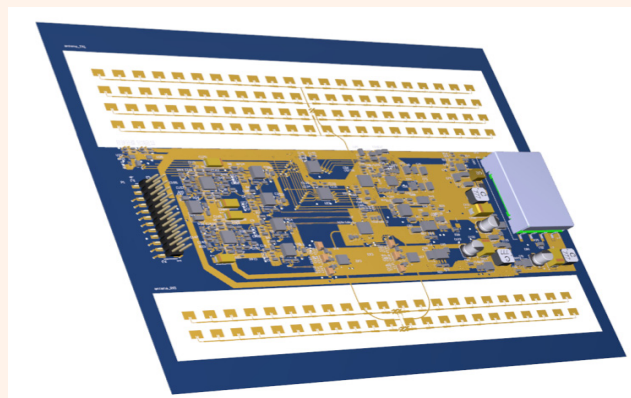
El trabajo está orientado a todos los aspectos relacionados con este tipo de sensores: elementos radiantes o antenas, electrónica de microondas y RF, y procesamiento de señal y datos radar.

Las aplicaciones más sobresalientes de este grupo de sensores son los radares de tráfico, fijos o embarcados, y los aforadores de tráfico. En cualquiera de las dos aplicaciones, una de

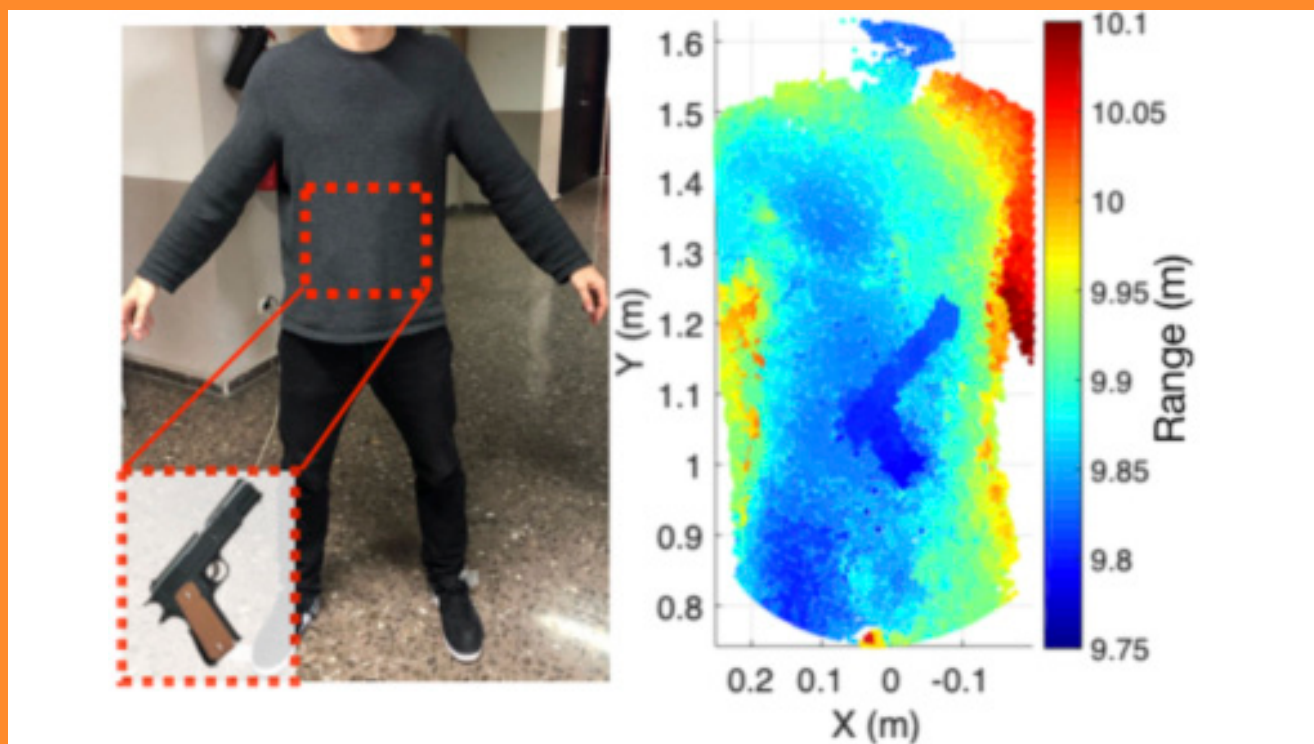
las magnitudes que los sensores estiman de los blancos es la velocidad. Determinar la velocidad con precisión es una prioridad de diseño que determina la posición del sensor en el mercado. Todas las aplicaciones tienen como dificultad básica para realizar esta estimación la proximidad de los blancos a los sensores. Los blancos en estas condiciones no son puntuales para el sensor ya que están formados por múltiples reflectores y la dirección dominante de los ecos va cambiando de forma cuasi aleatoria en las trayectorias procesadas dentro de los diagramas de radiación de la antena.

Este efecto, denominado centelleo (*scintillation*) o destello del blanco (*target glint effect*) produce un error aleatorio en la estimación de la velocidad. Los sensores radar estiman la velocidad real de los blancos a partir de la medida de la velocidad radial de los blancos cuya información reside en el conocido desplazamiento Doppler de la frecuencia recibida respecto a la frecuencia transmitida. Un cambio aleatorio de la dirección de los ecos produce un cambio en la velocidad radial estimada.

Para poder corregir este comportamiento se están diseñando y desarrollando sensores con varios canales en recepción, lo que se conoce como DAR (*digital array radar*). Esta característica permitirá dotar al sistema de la capacidad de medir otra magnitud, el azimut de los blancos, que en la actualidad no es calculada por ningún sistema comercial homologado, y utilizando la correlación existente del centelleo en las dos magnitudes estimadas poder realizar una correcta y precisa estimación de la velocidad de los vehículos, además de otras magnitudes que permitan clasificar a los distintos vehículos que circulan.



La figura muestra uno de los prototipos fabricados. Aunque se presentan en el mismo plano la circuitería de RF y las antenas, estas están realmente en la cara posterior de la PCB. En la parte superior se observa la antena transmisora y en la parte inferior el par de antenas receptoras.



Federico García Rial has been working on his PhD at the Microwave and Radar Group of the Information Processing and Telecommunications Center since 2015, under the supervision of Prof. Jesús Grajal de la Fuente. During the last four years, his research has been focused on the development and optimization of 3-D imaging radars for security screening at millimetre-wave frequencies. The Figure shows a sample scan with one of these radars, where a subject hides a handgun underneath a wool sweater and T-shirt, and the radar is able to penetrate the clothing and accurately display the threat in a range-based point cloud representation. Electromagnetic signals in this frequency range provide several advantages compared to traditional screening technologies such as metal detectors or X-ray scanners.

Federico designed and implemented a real-time signal and image processing architecture on a GPU platform for a 300 GHz standoff imaging radar, which allows screening at 10 fps. The motivation behind this development is the

ability to monitor moving subjects as they pass through a security checkpoint. In addition, he has evaluated a multistatic imaging configuration for that same radar, where an independent transmitter is moved around the target to obtain a wider observation angle than in a monostatic case. The resulting bistatic images from each transmitter placement can then be combined to form a single multistatic image.

During the second half of his degree, he has worked on a prototype for a hybrid imager combining commercial active and passive sensors. In the developed prototype, the active sensor works as a 3-D imaging radar proving volumetric information from the scene, while the passive sensor outputs a 2-D temperature-based image of the same field of view.

In addition to security screening, the radar systems developed have also been applied to other areas, such as non-destructive testing, data acquisition for autonomous driving or vital sign monitoring.