

Laboratorios y equipamiento

Marzo 2025



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA DE ELCHE

I3E UNIVERSITAS
Miguel Hernández
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
EN INGENIERÍA DE ELCHE



<https://i3e.umh.es/>



https://x.com/I3E_UMH



<https://linkedin.com/company/i3e-umh>



CONTENIDO

Introducción	3
ARVC – Automatización, Robótica y Visión por Computador	4
Brain-Machine Interface Systems Lab	5
Dispositivos optoelectrónicos, orgánicos e híbridos (Polímero-Nanopartículas)	6
EMWLab – Microondas	7
Ingeniería de Vehículos, Biomecánica y Diseño Mecánico	8
Ingeniería Eléctrica y Automática	9
Ingeniería Energética	10
Ingeniería Mecánica Aplicada y Tecnologías Emergentes en Ingeniería Mecánica	12
Robótica y Optimización de la Producción	13
Sistemas Fotónicos	14
UWICORE – Ubiquitous Wireless Communications Research	15

Introducción

El **Instituto de Investigación en Ingeniería (I3E) de la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH)** se erige como un pilar fundamental en el avance del conocimiento y la innovación tecnológica en el ámbito de la ingeniería. Desde su creación en 2019, el I3E-UMH se ha consolidado como un centro de referencia, impulsando investigaciones de vanguardia y promoviendo la transferencia de tecnología hacia el tejido productivo.

El I3E-UMH se caracteriza por su **enfoque multidisciplinar**, abordando retos en áreas clave como la **energía, la robótica, la inteligencia artificial, la bioingeniería o las tecnologías de la información, entre otros (se recomienda consultar la página web o contactar con el instituto para conocer todas sus áreas de trabajo)**. Este enfoque integral permite generar sinergias tanto a nivel interno entre los diferentes grupos de investigación, como con otras entidades, fomentando la colaboración y el intercambio de ideas.

Para llevar a cabo sus actividades, el I3E-UMH dispone de una infraestructura y un equipamiento de última generación, dotados con tecnología punta, permitiendo realizar proyectos de I+D e innovación con alcance nacional e internacional tanto de manera individual como en colaboración con empresas y entidades externas con la máxima precisión y eficiencia, incluyendo también prestaciones de servicio. El conocimiento y experiencia en las áreas de trabajo combinados con dicha infraestructura avanzada permite que se asegure el compromiso con la excelencia y la transferencia tecnológica que el I3E-UMH defiende.

Cabe destacar que el I3E-UMH también desarrolla una intensa actividad de divulgación científica, organizando seminarios, conferencias y talleres para acercar los resultados de sus proyectos a la sociedad. Además, conviene mencionar que el I3E-UMH forma parte de un ecosistema de innovación más amplio que incluye a la UMH y al Parque Científico (y empresarial) de la UMH de manera directa, y también otras instituciones y empresas de la región con las que se colabora, como las que forman parte de la red de InnoAgents de la Comunidad Valenciana, entre otros. Este ecosistema favorece la creación de sinergias y la transferencia de conocimiento, impulsando el desarrollo económico y social.

Este documento presenta un **recorrido detallado por los laboratorios y el equipamiento del I3E-UMH** (agrupando en base a los diferentes grupos de investigación), que, junto a la muestra de oferta tecnológica (capacidades y desarrollos tecnológicos) disponible en <https://i3e.umh.es/oferta-tecnologica/>, ofrece una visión completa de las capacidades de I+D e innovación del instituto.

ARVC – Automatización, Robótica y Visión por Computador

El espacio disponible en la actualidad por el grupo ARVC se compone de 3 estancias de investigación en el edificio Innova del campus de la UMH en Elche, provincia de Alicante (España). El equipamiento actual que se integra en dicho laboratorio se puede desglosar en diversas categorías.

Por un lado, cuenta con un **taller de prototipado integrado por diferente maquinaria** de propósito general como son, entre otros, un centro de mecanizado CNC EMCO PC MILL 155, un torno y una estación de taladrado, varias impresoras 3D, estación de soldadura, etc.

Entre el **material electrónico de tipo general** se pueden citar osciloscopios, generadores de señal, diversas fuentes de alimentación conmutadas y regulables TEKTRONIC PS280, sistemas de control DSPACE, tarjetas de entradas/salidas, controlador programable CompactRIO.

Dentro de los **robots** con los que se cuenta en el laboratorio destaca un robot Scara Mitsubishi RH-5AH55 de 4 grados de libertad, 4 robots móviles Pioneer P3-AT con dispositivos de procesamiento embarcados, 1 robot PowerBot con brazo industrial de robosoft, 2 robots móviles HUSKY A200.

El grupo dispone de múltiples **cámaras de todo tipo** posibilitando la adquisición de imágenes con cámaras en B/N y color Imaging Source Firewire, una cámara de alta velocidad PhotonFocus MV-D1024-160-CL-8, múltiples ópticas, pares estero Videre VTH-MDCS2 VAR, diferentes espejos catadióptricos omnidireccionales, una cámara termográfica Fluke Ti55, así como sistemas de iluminación de propósito general, destacando una mesa de adquisición de imágenes con iluminación variable. También dispone de **GPS de altas prestaciones** GNSS HAXON, así como diferentes sensores LIDAR OUSTER OS1 128.

Asimismo, los investigadores que componen e integran el grupo de investigación **han desarrollado, fabricado y controlado diferentes robots paralelos que conforman un laboratorio remoto de robótica paralela** integrado por un robot 5R, un robot 3RRR, y un robot Delta con 6 grados de libertad.

Por último, cuenta con un **conjunto variable de estaciones de trabajo y computación** de altas prestaciones y capacidades incluyendo GPUs NVIDIA GTX1080 Ti para aceleración de cálculo en aplicaciones de inteligencia artificial.

Brain-Machine Interface Systems Lab

El equipamiento que posee el Brain-Machine Interface Systems Lab para sus investigaciones se encuentra en el edificio Innova del campus de la UMH en Elche, provincia de Alicante (España).

Entre otros, incluye un **sistema de registro inalámbrico de señales EEG** de Brain Products, compuesto por un amplificador actiCHAMP32, un módulo MOVE32, 32 electrodos activos, 2 gorros y todo el material adicional necesario para realizar registros de señales EEG de forma inalámbrica. También cuenta con un **sistema de registro de señales** de gTec, compuesto por 2 amplificadores gUSBamp, 32 electrodos activos, 2 gorros y todo el material adicional necesario para realizar registros de señales EEG. Además dispone de un **sistema** Starstim 32 de Neuroelectrics de 32 canales, **que permite realizar registros de señales EEG y aplicar técnicas de estimulación transcraneal eléctrica**. Tiene también un **sistema de realidad virtual** HTC Vive, un **sistema de captura del movimiento** de Technaid, compuesto por 7 sensores inerciales, una **cinta de correr** Pro-form Performance 750 y un **exoesqueleto de mano y de brazo**. Por último, cuenta con una **impresora 3D** para desarrollar prototipos.

Dispositivos optoelectrónicos, orgánicos e híbridos (Polímero-Nanopartículas)

El laboratorio de Electrónica orgánica se sitúa en el edificio Innova del campus de la UMH en Elche, provincia de Alicante (España) y se compone de 2 espacios separados. Uno es un **laboratorio oscuro** para realizar la caracterización óptica de los materiales (polímeros y nanopartículas) y la medida en los dispositivos de las características electrónicas y optoelectrónicas. La estancia más amplia comprende un **laboratorio húmedo** preparado para la síntesis y preparación química de los materiales empleados y el equipamiento necesario para la fabricación de los dispositivos estudiados (LEDs, dispositivos fotovoltaicos y sensores).

En cuanto al equipamiento que posee el **laboratorio oscuro** incluye para las medidas de absorción óptica un **espectrofotómetro UV/Vis** de PG Instruments Ltd. Cuenta con un **espectrofluorímetro modular Fluorolog-3** de Horiba Scientific para las mediciones de fotoluminiscencia con detección en infrarrojo cercano y visible. También dispone de un **detector CCD symphony** de Horiba Jobin Yvon y un **monocromador Triax 190** empleados para realizar las medidas de electroluminiscencia y eficiencia cuántica. También tiene una **fuentes Keithley 2400** para la realización de curvas tensión – corriente y caracterización electrónica de más precisión. **Para la fabricación de los diferentes dispositivos optoelectrónicos el laboratorio químico dispone de equipamiento tipo**, como bancadas con agitadores, centrífuga, placas calefactoras, estufa de vacío, cámara de guantes, etc. Además, se cuenta con una **cámara de ultra alto vacío** para la evaporación de metales y/o compuestos orgánicos, un **Spin coater SPIN150i** de APT Automation para la deposición de las capas delgadas y un **equipo Filmetrics para medida de espesores** de capas por interferencia óptica.

EMWLab – Microondas

Las infraestructuras que posee el laboratorio de microondas de Elche EMWLab para sus investigaciones se encuentran en el edificio Innova del campus de la UMH en Elche, provincia de Alicante (España) e incluyen el siguiente equipamiento:

- Analizador Vectorial de Redes Anritsu (modelo MS46122A, 8 GHz)
- Analizador Vectorial de Redes Rohde-Swartz (modelo ZVRE, 4 GHz)
- Analizador de Espectros Tektroni (6 GHz)
- Analizador de Espectros Rohde-Swartz (3 GHz)
- Generator de Señales Anritsu (20 GHz)
- Generator de Señales Anritsu Rhode-Swartz (3 GHz)
- Osciloscopio Digital LeCroy (6 GHz)
- Microfresadora LPKF modelo Protomat para fabricación de circuitos planares
- Metalizadora galvánica LPKF modelo Minicontak
- Metalizadora con sistema de vacío
- Unidad de fotolitografía Mega Electronics (incluyendo Fototplotter e insoladora UV)
- Horno de temperatura controlada (entre temperatura ambiente y 300 °C)
- Microscopio óptico
- Microscopio digital
- Unidad de soldadura
- Equipos de baja frecuencia de uso general (fuentes de alimentación, generadores de señales)
- Tres servidores

Ingeniería de Vehículos, Biomecánica y Diseño Mecánico

El grupo de Ingeniería de Vehículos, Biomecánica y Diseño Mecánico cuenta con instalaciones en los edificios Innova y Torreblanca del campus de la UMH en Elche, provincia de Alicante (España). En cuanto a su equipamiento, se detalla a continuación.

Por un lado, cuenta con un **banco de ensayos de fatiga mecánica**, accionado por un servocilindro oleo-hidráulico. Las características principales son una carga máxima de 100 kN y una velocidad de excitación máxima de 20 Hz. El banco también permite realizar ensayos estáticos de tracción/compresión, con la misma capacidad de carga y una carrera máxima de 200 mm. La mesa de trabajo es ranurada de 1800x3000 mm, lo que permite el ensayo de probetas y piezas de gran tamaño, utilizando los utillajes adecuados.

Además dispone de una **cámara de temperatura**, con un rango de trabajo entre -80º y 200ºC, diseñada para integrarse en el banco de ensayos mecánicos permitiendo el paso del actuador. Es necesario mantener la temperatura ambiente dentro del rango especificado durante la ejecución del ensayo.

También dispone de una **cámara climática**, con un rango de temperatura de -40º a 180ºC, y un rango de humedad del 10% al 95%. Es requerida para el curado de las muestras de unión, para someterlas a ciclos de temperatura y humedad, y para estabilizar la temperatura antes del ensayo.

Por último cuenta con **equipamiento y software para modelado y simulación** compuesto por ordenadores de procesamiento paralelo con alta capacidad gráfica y de cálculo para su uso en modelado CAD y FEM. Se dispone de licencias de investigación de Autodesk, Ansys, Abaqus y Siemens NX.

Ingeniería Eléctrica y Automática

El Grupo de Aplicación de técnicas avanzadas a la Ingeniería Eléctrica y Automática dispone de 2 laboratorios, uno de ellos situado en el edificio Altet y el otro en el edificio Innova, ambos en el edificio Innova del campus de la UMH en Elche, provincia de Alicante (España).

El equipamiento actual de los laboratorios se compone de equipos de medida avanzados como **analizadores de redes** y **multímetros** para la adquisición y análisis de suministro y parámetros eléctricos de red en tiempo real, para el posterior análisis de datos de la demanda eléctrica de usuarios y consumidores residenciales e industriales. También se incluyen **medidores de niveles de irradiancia solar e irradiación solar y temperatura** para el análisis del comportamiento de la generación eléctrica de instalaciones fotovoltaicas a partir de los datos de irradiancia incidentes. El grupo dispone también de potentes **ordenadores de tipo “workstation” con altas capacidades de procesamiento de datos** para el desarrollo de modelos de predicción de consumo eléctrico y de generación eléctrica de fuentes de origen renovable.

Ingeniería Energética

Los laboratorios del Grupo de Ingeniería Energética se localizan en el edificio Innova, en el edificio El Altet y en el edificio Torrepinet, todos situados en el campus de la UMH en Elche, provincia de Alicante (España). Cabe destacar que es de especial relevancia el uso de las cubiertas exteriores de los mismos por su intenso trabajo en instalaciones de energía solar. El equipamiento del grupo de investigación de Ingeniería Energética se detalla en los siguientes párrafos.

Por un lado, un **banco de ensayos de captadores solares térmicos** que tiene por objeto el ensayo de captadores solares con cubierta bajo condiciones de estado estacionario (incluyendo pérdida de carga) ajustándose a la UNE-EN 12975 en lo que a montaje, instrumentación, instalación y procedimiento de ensayo se refiere. También cuenta con una **instalación de ensayos de paneles solares fotovoltaicos** para la realización de medidas energéticas en paneles solares fotovoltaicos. En la instalación se puede determinar la curva I-V de un panel fotovoltaico. Además, la instalación está diseñada para la realización de ensayos en continuo que permite determinar de forma precisa el rendimiento energético de una instalación fotovoltaica.

Adicionalmente se dispone de una **instalación de visualización de flujos en tubos**. Se trata de una instalación para la visualización del flujo en conductos, diseñada para estudiar distintas técnicas de mejora de la transferencia de calor y mezclado, tanto pasivas (como elementos insertados y/o rugosidad artificial) como activas (pulsación del flujo). La instalación consta de un circuito cerrado preparado para trabajar con mezclas de agua y propilenglicol o agua y glicerina, en un rango de temperaturas de 5°C hasta 60°C y con caudales desde 10 hasta 200 kg/h. También se dispone de equipos para caracterizar las propiedades (densidad y viscosidad) de fluidos newtonianos y no newtonianos. Además, un sensor de presión de alta precisión permite medir la caída de presión de la geometría estudiada y así determinar el consumo de potencia. Para caracterizar los patrones del flujo en gran detalle se emplea la técnica de Velocimetría por Imagen de Partículas. Para ello, la instalación dispone de una cámara de alta velocidad CMOS para grabaciones de hasta 1000 imágenes por segundo y resolución de 1280x1024, así como de un láser pulsado OXFORD LASER de diodos de 200 W (longitud de onda: 808 nm).

Además, se incluye un **banco de ensayos de torres de refrigeración** (Mod. P1-M1/3R3-3B3 de Intercal) totalmente instrumentado que cuenta con un circuito hidráulico de recirculación capaz de simular cargas térmicas de 30 kW. La instalación experimental cuenta con diversos elementos que permiten variar su configuración. Concretamente dispone de dos sistemas de distribución de agua y seis separadores de gotas distintos.

Se dispone de una **torre meteorológica** situada en las inmediaciones del edificio Torrepinet. La estación meteorológica Geónica 3000C es un equipo de medida, almacenamiento y transmisión de datos de variables atmosféricas, concebido especialmente para la instalación en espacios al aire libre. La instrumentación permite tomar medidas del módulo de la velocidad del viento y de su dirección, de la presión, temperatura y humedad relativa. Los medidores están triplicados en tres alturas, esto es a 15, 25 y 40 metros.

Se cuenta con un **túnel de viento** de laboratorio de baja velocidad con una cámara de ensayo de 492 x 703 mm y una longitud total es de 3,5 m con un ventilador axial de 0,75 kW.

También están disponibles **dos cámaras climáticas para la realización de ensayos bajo condiciones de funcionamiento** controladas. Las dimensiones interiores de las cámaras son de 4,2 x 3 x 2,7 m. Ambas cámaras cuentan con equipos de climatización (Kaysun, KPD-52 DN7 de 5,28 kW) que permiten regular su temperatura interior en modo frío y en modo calor. Asimismo, una de las cámaras ha sido equipada con un equipo de producción de frío (RIVACOLD de 1,5 CV (1,2 kW) de potencia) que permitirá ampliar el rango de temperatura de los ensayos.

Además, se dispone de una serie de **instrumentación portátil para la medida en campo de cualquier equipo consumidor de energía**. Mediante este conjunto de instrumentos se pueden realizar auditorías energéticas en instalaciones industriales o edificios del sector terciario. Se pueden realizar medidas de consumos y rendimientos en: equipos de bombeo, maquinaria accionada mediante energía eléctrica, calderas, hornos, instalaciones solares térmicas, instalaciones solares fotovoltaicas, etc. Cabe destacar que los equipos más importantes que se tienen son:

- Analizador de redes eléctricas. CHAUVIN ARNOUX CA 8334
- Analizador de humos. TESTO 325-1
- Caudalímetro no intrusivo por ultrasonidos. PORTAFLOW 300
- Medida de velocidad: TESTO 435 (hilo caliente y molinete)
- Medida de presión: TESTO 520 (apto para pitot)
- Medida de temperatura: TESTO 925 y TESTO 175-T3
- Medidor de conductividad. HANNA HI9835
- Termohigrómetro: TESTO 625
- Multímetro METRIX MX56C
- Medidor de CO₂: TESTO 535
- Estación meteorológica SOVERIN compuesta por Piranómetro K&Z clase I, Medida de temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y dirección del viento

Ingeniería Mecánica Aplicada y Tecnologías Emergentes en Ingeniería Mecánica

Las instalaciones de los grupos de investigación de Ingeniería Mecánica y Tecnologías Emergentes en Ingeniería Mecánica se encuentran en el edificio Innova del campus de la UMH en Elche, provincia de Alicante (España). El equipamiento se detalla a continuación.

Por un lado, cuenta con **sistemas de ensayos en vehículo embarcado** VBOX, permitiendo la realización de ensayos de comportamiento dinámico y de prestaciones de vehículos.

También dispone de **instrumentación de ensayos estáticos para vehículos** para verificar el cumplimiento de reglamentos de **homologación**.

Se suma un **banco de ensayos de neumáticos** que incluye el equipamiento e instrumentación necesarias para realizar el montaje de neumáticos, ensayos de carga-velocidad (acreditados conforme a ISO 17025 por ENAC), ensayos de resistencia a la rodadura y ensayos de ruido emitido por los neumáticos.

Cuenta además con una **máquina de ensayos de fatiga**, con capacidad para realizar ensayos hasta +/- 100kN de carga con mesa de trabajo de 1,5x2,5 m.

Además dispone de **instrumentación para realización de ensayos in situ de ruido y vibraciones** compuesto por analizador de espectros multicanal TEST-Lab de LMS (con 16 canales), analizador de 4 canales SVANTEK, micrófonos y acelerómetros de alta precisión, sonómetros tipo 1 Brüel&Kjaer, fuente omnidireccional de ruido Brüel&Kjaer.

Destacar que dispone de un **sistema de ensayos para la caracterización acústica de Box** de ITV para medición de ruido de vehículos.

Por último, en cuanto a software cuenta con **software de cálculo específico de ingeniería mecánica** para análisis por elementos finitos, simulación dinámica de sistemas mecánicos, diseño mecánico y fabricación y **software de simulación de acústica ambiental** para la realización de mapas de ruido.

Robótica y Optimización de la Producción

El espacio disponible en la actualidad por el grupo GROP se compone de 1 estancia de investigación en el edificio Innova del campus de la UMH en Elche, provincia de Alicante (España). El equipamiento actual que se integra en dicho laboratorio se puede desglosar en los siguientes equipos:

- **Robot** tipo SCARA de gran alcance de la marca DELTA Electronics modelo DRSA0LMSS1BN002 de 4 grados de libertad.
- **Robot colaborativo** marca Universal Robots modelo UR5e dotado de extrusor de pellet Atom Pulsar para impresión 3D robotizada multiteje.
- **Equipo de control multiteje** para robótica y maquinaria CNC con Motion Controller AX-8 de la marca DELTA Electronics con puertos EtherCAT y drivers Delta ASDB3.
- **Estación de visión artificial multi-cámara con sensor hiperspectral** SPECIM FX-17, LIDAR Intel Sense, RGB digital y RGB analógica, incluyendo equipo de escaneo motorizado e iluminación halógena.
- **Estación de diseño electrónico** dotado de PC con software especializado, osciloscopios, generadores de funciones y estación de soldadura y desoldadura con control de temperatura y extracción de humos.
- **8 puestos de trabajo y computación de altas prestaciones** incluyendo GPUs NVIDIA GTX para aceleración de cálculo en aplicaciones de visión artificial, robóticas, diseño mecánico e inteligencia artificial.

Sistemas Fotónicos

El grupo de Sistemas Fotónicos desarrolla su actividad en un laboratorio del edificio Innova del campus de la UMH en Elche, provincia de Alicante (España), donde se dispone de una mesa óptica y cuatro tableros de trabajo, así como una zona de taller, inspección y montaje. En cuanto al equipamiento del laboratorio, incluye diversa instrumentación y equipos de generación, caracterización y detección de señales tanto en el dominio óptico como en el eléctrico que se detalla en las siguientes líneas.

En el apartado de **instrumentación óptica** se incluye un analizador de espectro óptico, un reflectómetro óptico monomodo en el dominio del tiempo, filtros ópticos sintonizables y analizadores de perfil de haz. En cuanto a los **sistemas láser** se dispone de tecnología en onda continua y pulsados para láseres de estado sólido, amplificadores y láseres de fibra óptica EDFA y de tipo semiconductor SOA, láseres DFB y sintonizables, fuentes ópticas espectralmente amplias de tipo SLED y ASE, oscilador óptico paramétrico, sistemas de diodos láser para bombeo hasta 100W, moduladores acusto-ópticos y electro-ópticos, tanto en configuración bulk como con acoplo a fibra.

En el apartado de **detección y sensores ópticos** deben mencionarse diversos fotodiodos de gran ancho de banda (desde 1 GHz hasta 50 GHz) y fotodiodos balanceados, con operación en bandas espectrales que cubren desde el UV-VIS hasta el IR medio, antenas fotoconductoras para emisión-recepción de THz, contadores de fotones, diversas cámaras con sensores CCD/CMOS con distinta resolución y margen dinámico, cámara intensificada y cámara vidicón, cámara SCMOS con gran resolución y rápida respuesta.

El laboratorio también dispone de gran cantidad de **dispositivos ópticos pasivos, fibras sensoras y filtros FBG sobre fibra, y componentes optomecánicos y ópticos, incluyendo una mesa de traslación lineal**. Este equipamiento se completa con diverso **material para manipulación de dispositivos basados en fibra óptica**: fusionadora, recubridora y cortadora de fibra óptica, pulidora óptica, mesas y tablero ópticos, gran variedad de cristales láser para su aplicación en distintas regiones espectrales, y cristales no lineales en volumen y con microestructura de dominios, así como herramientas de visualización de fibra y microscopio para inspección.

Con respecto a los **sistemas de generación y caracterización eléctrica y de radiofrecuencia**, disponemos de un sistema combinado portátil analizador de espectro eléctrico y analizador vectorial de redes hasta 26.5 GHz, analizador de espectro eléctrico portátil, osciloscopio en tiempo real de 6 GHz, amplificador lock-in, generadores digitales de retardo, y fuentes programables de voltaje, generador de función onda arbitrario de 2 GHz, así como tarjetas digitalizadoras en tiempo real.

UWICORE - Ubiquitous Wireless Communications Research

El equipamiento que posee el laboratorio UWICORE para sus investigaciones se encuentra en el edificio Innova del campus de la UMH en Elche, provincia de Alicante (España). El detalle de las instalaciones y material se detalla en los siguientes párrafos.

Plataforma Digital de Movilidad Conectada y Automatizada (CAM)

Un activo fundamental para las actividades de investigación de UWICORE es la plataforma digital CAM desarrollada en la UMH, que agrupa la Conducción Autónoma (AD), los Sistemas Avanzados de Asistencia al Conductor (ADAS) y las comunicaciones V2X (Figura 1). Combina la implementación realista de ADAS de CARLA y las representaciones 3D del entorno de conducción con la pila de software AD del mundo real de AUTOWARE. También incorpora la implementación de software del Servicio de Percepción Colectiva (CPS) de UWICORE y modelos V2X precisos para tener en cuenta el impacto de la conectividad V2X. CARLA es un simulador de código abierto que integra una representación 3D de alta fidelidad del mundo real y entornos de conducción realistas, y proporciona un conjunto completo de sensores AD configurables (por ejemplo, cámaras, radares, lidars, IMU, GNSS). AUTOWARE es una pila de software AD de código abierto que implementa un conjunto completo de AD que incluye detección, percepción, localización, planificación y control. Ambas plataformas están interconectadas a través de un puente Zenoh extendido por el equipo de la UMH para conectar sincrónicamente múltiples instancias de AUTOWARE (una para cada CAV simulado) con CARLA, de modo que los datos de los sensores capturados en CARLA puedan pasarse a AUTOWARE para el procesamiento y control de los CAV.

El equipo también ha implementado e integrado una pila V2X basada en Vanetza y compatible con ETSI, que incluye el servicio CPS y una de las primeras implementaciones del protocolo de la capa de Instalaciones para operación multicanal (MCO). Se pueden ejecutar simultáneamente múltiples instancias de esta pila V2X, cada una de ellas interconectada con una de las instancias de AUTOWARE, para que los CAV puedan intercambiar Mensajes de Percepción Colectiva (CPM) en formato ASN1 (compatible con el estándar ETSI). La recepción de los CPM se emula utilizando modelos analíticos V2X populares desarrollados por el laboratorio UWICORE para ITS-G5, LTE-V2X y 5G NR V2X.

La plataforma CAM se está ampliando para incluir un módulo de fusión V2X que fusionará la información V2X recibida (otros vehículos y la infraestructura) con los datos de los sensores locales para obtener capacidades de percepción más amplias y precisas. La fusión considerará latencias V2X variables utilizando nuevos modelos de latencia sidelink V2V y V2N que se están generando para analizar el impacto de las comunicaciones V2X en la percepción, el control y

la conducción de los CAV. El equipo ya ha implementado modelos de latencia 5G V2N2V que tienen en cuenta la latencia en las redes de radio, transporte y núcleo, la conexión a Internet entre el PSA UPF y el Servidor de Aplicaciones V2X (AS), y la latencia de procesamiento en el V2X AS, pero no modelos sidelink. La plataforma CAM también se ampliará con un módulo semántico para la transmisión de CAVs para evaluar la relevancia y el valor semántico de los objetos detectados, e implementar nuevas comunicaciones V2X semánticas compatibles con el razonamiento causal para un procesamiento AD menos intensivo en datos y GPU. La plataforma también se ampliará para la recopilación de conjuntos de datos de tráfico (ya se ha realizado una primera implementación para la recopilación y el registro de mensajes ROS en el vehículo), incluyendo la modelización de redes en el vehículo de nuevas arquitecturas E/E basadas en zonas con diferentes configuraciones de computación en el vehículo identificadas a través de nuestra colaboración con Bosch I+D.

Plataforma Digital de Fabricación Inteligente

La plataforma implementa modelos digitales de plantas de fabricación reales y procesos industriales, y genera conjuntos de datos sobre el tráfico intercambiado entre los módulos ciberfísicos y las demandas de servicio en el escenario. La plataforma se ha implementado utilizando el software 3D Visual Components, que proporciona un conjunto de herramientas para modelar plantas industriales y simular procesos industriales. Las herramientas permiten modelar con precisión las interacciones entre los diferentes componentes del proceso de producción (maquinaria industrial, robots móviles, PLCs, vehículos guiados automatizados - AGVs-, trabajadores, etc.). Nuestra plataforma modela una planta industrial realista (Figura 2) con varias líneas de producción, procesos de inspección y control de calidad, espacios de almacenamiento, así como AGVs y operadores humanos. Hemos implementado nuevos módulos de datos (no disponibles en Visual Components) en los componentes industriales para modelar la generación e intercambio de datos industriales entre componentes siguiendo los modelos de tráfico definidos por 3GPP y 5G-ACIA, y de acuerdo con las tareas y procesos que cada componente está llevando a cabo. También hemos implementado unidades de recopilación de datos para generar conjuntos de datos sobre la operación y el flujo de trabajo de la fábrica, incluyendo la posición y los datos generados por cada componente a lo largo del tiempo, el componente receptor objetivo y los requisitos de comunicación (latencia y fiabilidad).

Los modelos digitales existentes se están ampliando para considerar situaciones más complejas, incluyendo alarmas y eventos inesperados, y generar nuevos conjuntos de datos con información más rica para la generación de conocimiento utilizando razonamiento causal capaz de reconocer relaciones de causa y efecto para una gestión de recursos y redes predictiva y proactiva más sostenible (que requiere menos datos y procesamiento).

Simulaciones a nivel de red

UWICORE utiliza ampliamente un conjunto de simuladores de nivel de red únicos desarrollados íntegramente internamente sobre ns3, OMNeT++ y Matlab para estudios de nivel de sistema y escalabilidad. El laboratorio cuenta con un simulador de nivel de red multi-V2X altamente preciso y compatible con los estándares que implementa 5G NR V2X, LTE-V2X e ITS-G5 (actualmente también utilizado por Bosch I+D a través de un contrato de transferencia de tecnología con el equipo de la UMH). La plataforma incluye ETSI DCC (Control de Congestión Descentralizado), modelos de generación de conciencia cooperativa, servicio CPS y un servicio de coordinación de maniobras diseñado en colaboración con Toyota ITC mediante el acoplamiento de la simulación del tráfico rodado y las comunicaciones V2X. El equipo también utilizará (y ampliará) un simulador 5G RAN desarrollado por el laboratorio y adaptado para escenarios y aplicaciones de la Industria 4.0 (control de movimiento, control a control, control cooperativo de robots móviles, etc.) con tráfico no determinista y determinista, periódico y aperiódico.

Clúster de computación

UWICORE dispone de un clúster de computación que integra actualmente 24 servidores multiprocesador y multinúcleo de alto rendimiento con alrededor de 450 CPUs, 1TB de RAM, 27TB de capacidad de almacenamiento, 8 GPUs NVIDIA Quadro P4000 (8GB) y 1 GPU NVIDIA T4 (16GB) para procesamiento de IA/ML; el clúster se amplía continuamente. Utilizando un sistema de gestión de carga de trabajo especializado para trabajos de computación intensiva, el clúster ofrece capacidades de alto rendimiento para ejecutar simulaciones a gran escala con un alto nivel de complejidad. UWICORE también dispone de 6 ordenadores de gama alta con procesadores Intel i9-9980X (36 núcleos) y 64GB de RAM, y cada uno de ellos puede equiparse con hasta 3 GPUs para ejecutar localmente las plataformas digitales.