

## NTEGRA: ENTORNO EDUCATIVO PARA INTEGRAR PRÁCTICAS ENTRE ASIGNATURAS DE DIFERENTES DEPARTAMENTOS

Alejandro Alonso <sup>1\*</sup>, Carlos López Barrio <sup>2</sup>, Joaquín Salvachúa Rodríguez <sup>1</sup>,  
Álvaro Araujo Pinto <sup>2</sup>, Manuel Álvarez-Campana <sup>1</sup>, José M. Moya Fernández,  
Gabriel Huecas Fdez.-Toribio <sup>1</sup>, Rubén San Segundo Hernández <sup>2</sup>

1: Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos  
e-mail: {aalonso, jsr, mac, ghuecas}@dit.upm.es web: <http://www.dit.upm.es>

2: Departamento de Ingeniería Electrónica  
e-mail: {barrio, araujo, josem, lapiz}@die.upm.es web: <http://www.die.upm.es>

Escuela de Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación  
Universidad Politécnica de Madrid

**Resumen.** *La internet de las cosas (IoT) y la computación en la nube (CN) son tecnologías importantes y requiere que los egresados de nuestras titulaciones tengan los conocimientos básicos de estos ámbitos, para que sean competitivos y capaces de integrarse en equipos multidisciplinares. Sin embargo, hay estudiantes que no han trabajado con estos temas por que se imparten en diferentes itinerarios. En este proyecto se ha desarrollado una plataforma que permita integrar actividades docentes de diferentes asignaturas y de Departamentos para que los alumnos tengan la experiencia de poder participar en sistemas complejos y completos y adquirir las mencionadas competencias.*

**Palabras clave:** Aprendizaje basado en retos, aprendizaje cooperativo, aprendizaje orientado a proyectos, calidad de enseñanza, competencias transversales, coordinación docente horizontal y vertical, planificación y coordinación docente, grados y másteres.

### 1. Introducción

La internet de las cosas (IoT) y la computación en la nube (CN) son tecnologías que están revolucionando la relación con nuestro entorno, al acceder, configurar y procesar tanto dispositivos físicos como virtuales. En el futuro, un gran número de sistemas reales requerirán la integración de estas tecnologías: IoT y CN. Esta realidad requiere que los egresados de nuestras titulaciones tengan los conocimientos básicos de estos ámbitos, para que sean competitivos y capaces de integrarse en equipos multidisciplinares.

Esta situación se ha analizado en la ETSIT en relación a Grados y Másteres en el centro. Varias asignaturas relacionadas con IoT y CN en esta Escuela se imparten en diferentes itinerarios en los Departamentos mencionados. Sería aconsejable disponer de una plataforma común que permitiera a los alumnos experimentar con estas tecnologías sobre sistemas completos que integren las distintas componentes necesarias.

La iniciativa en este trabajo ha tratado definir una plataforma que se podría utilizar para la realización de prácticas de las distintas asignaturas involucradas en estas tecnologías, centrándose cada una en su parte más específica, pero sin perder la visión del conjunto.

La línea fundamental de trabajo en este proyecto es el aprendizaje basado en retos. El planteamiento es proponer prácticas que deban realizarse coordinando el trabajo que deben realizar alumnos en diferentes asignaturas e itinerarios. El reto es realizar un sistema completo y complejo, que incorpora tecnologías sobre la internet de las cosas y la computación en la nube. El objetivo es que los alumnos egresados tengan un concepto fundamental de estos ámbitos, aunque no estén directamente relacionados con sus concretas asignaturas.

## **2. Objetivos**

El objetivo es desarrollar una plataforma para que los alumnos de diferentes asignaturas puedan integrar subsistemas que incluyen dispositivos IoT con una infraestructura de servidores en la nube. De esta forma se puede abordar un proyecto de manera integral en diferentes asignaturas, abordando un reto mayor y consiguiendo una visión holística del problema. En concreto, se ha realizado:

- Diseñar una arquitectura global de integración entre componentes de IoT y CN.
- Disponer de un servidor en la nube, para que se integren dispositivos electrónicos de prácticas
- Disponer de un sistema electrónico, para que se integren servidores en la nube.
- Desarrollar una plataforma para integrar los componentes de estos ámbitos.
- Plantar material docente para las prácticas

## **3. Fases de desarrollo**

### Fase 1: Análisis de los requisitos de la plataforma

La primera actividad fue determinar los objetivos docentes, identificar las asignaturas adecuadas y plantear los requisitos del sistema. Algunos relevantes son disponer un servidor Web y redes de sensores con alta disponibilidad, caracterizar los interfaces entre los componentes, incluir mecanismos de seguridad en la comunicación y replicar los datos de los sensores y de los alumnos para tolerar fallos.

### Fase 2: Diseño de la arquitectura de la plataforma

La arquitectura se muestra en la figura 1. Está compuesta por tres componentes:

- Servidor Web: que Interaccione con los clientes para mostrar o proporcionar datos. Los servidores están replicados para tolerar fallos. Cada servidor mantiene una base de datos que almacena los datos del sistema.
- Red de sensores: Está compuesto por un conjunto de tarjeta con sensores y actuadores. Se comunica con el bróker para la interacción de los datos requeridos.
- Plataforma: Está compuesta de un bróker y un componente de intermediación. El bróker concentra la comunicación con el red de sensores y el componente de intermediación interacciona con los servidores y sus bases de datos.

### Fase 3: Desarrollo de servidor en la nube

El servidor está replicado y proporciona un interfaz Web. Los alumnos pueden acceder a los datos recibidos de los sensores y definir los parámetros que se deben enviar a los actuadores. El equilibrador de carga reparta las peticiones de los clientes para evitar que se colapse uno de los servidores. Se ha empleado la base de datos Cassandra, por sus prestaciones y su adecuación a interaccionar con sistemas IoT. El desarrollo del interfaz Web se basa en un entorno Django, con lenguaje de programación Python.

#### Fase 4: Desarrollo de un red de sensores

La red de sensores tiene una topología en estrella operativa. Cada nodo o tarjeta tiene acceso a un servidor SNTP del cual obtiene la hora para mandar en cada una de las medidas. Además, cada nodo incluye sensores de humedad, luminosidad, presencia y temperatura y actuadores de un timbre y un led RGB.

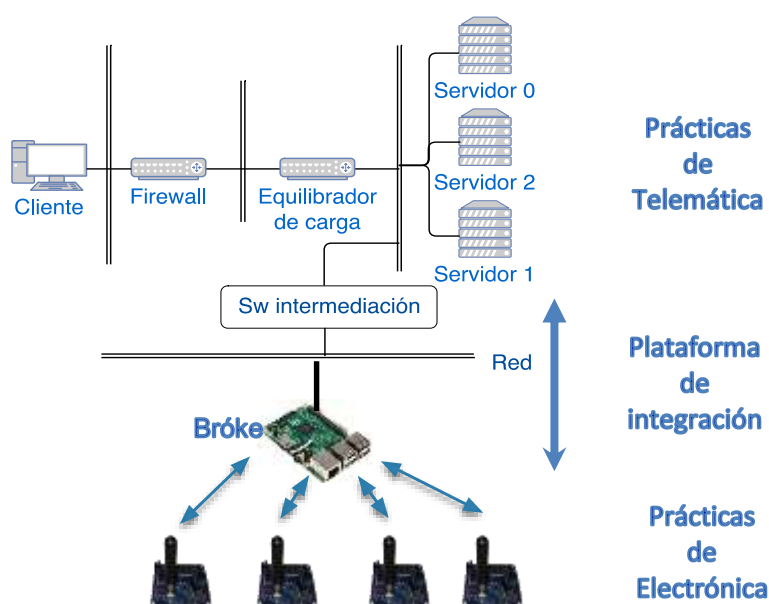


Figura 1: Arquitectura del sistema de integración

#### Fase 5: Desarrollo de la plataforma

La plataforma está compuesta de un bróker y componente de intermediación. La comunicación en la plataforma se realiza en el protocolo MQTT, basado en el modelo editor/suscriptor. Los dos componentes pueden actuar en ambos modos. Actualmente, el servidor manda la configuración de los actuadores, mientras que el bróker manda los datos medidos de los sensores de la red. La transmisión de mensajes emplea una red virtual privada para asegurar la seguridad en la transmisión de datos.

El bróker se comunica con las tarjetas de la red de sensores e intercambia los datos mencionados periódicamente, que se reenvía para la recepción del componente de intermediación. También puede enviar los datos de los actuadores a las tarjetas. El componente de intermediación espera mensajes del bróker. Cuando recibe un dato, lo envía para guardarlo en la base de datos. El servidor notifica cuando hay un cambio en el estado de los actuadores, para reenviarlo al bróker

La parte final de desarrollo ha sido integrar los componentes y comprobar su correcta operación del sistema.

## **5. Actividades docentes**

La intención final de este proyecto es emplear los resultados de esta propuesta en las asignaturas, inicialmente, "Centros de datos y Provisión de Servicios" (Obligatoria de itinerario, 4º curso) y "Ingeniería de Sistemas Electrónicos" (Troncal, 3º curso). Son asignaturas del Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación, de la ETSIT. A continuación, se usará en las asignaturas "Sistemas empujados", "Sistemas empujados avanzados", "Computación en la nube y virtualización de redes y servicios" e "Infraestructura y fundamentos de sistemas de información para Big Data", de Master Universitario en Ingeniería de Telecomunicación.

En el contexto de este proyecto, se han realizado reuniones entre los profesores relacionados para definir borradores de prácticas comunes entre las mencionadas asignaturas y en proyectos finales de titulaciones. El objetivo de estas actividades es integrar actividades de estudiantes en asignaturas de los dos Departamentos implicados, para que los alumnos tengan la experiencia de poder participar en más sistemas complejos y completos. La siguiente fase es refinar los borradores planteados para ser realizadas en asignaturas.

## **6. Conclusiones**

El objetivo de este proyecto es realizar una plataforma que pueda conectar prácticas relacionadas en el ámbito de:

- Tarjetas con sensores y actuadores e integradas en redes de sensores en el entorno del Departamento de Ingeniería Electrónica
- Servidores Web replicados, bases de datos y seguridad en el entorno de Ingeniería de Sistemas Telemáticos.

En este trabajo se ha desarrollado una plataforma que incluye un bróker y un componente de intermediación. El producto generado es un prototipo de las tecnologías necesarias para desarrollar sistemas completos que integren tecnologías de internet de las cosas y la computación en la nube. Esta plataforma permite desarrollar de las prácticas del ámbito de Electrónica y conectarse a un servidor la nube. Igualmente, será posible desarrollar prácticas en el ámbito de la Telemática e integrarse en redes de sensores. Las pruebas de este prototipo han sido satisfactorias.

En paralelo a este desarrollo, profesores implicados han planteado actividades docentes basadas en esta plataforma para implantar en asignaturas de Grado y Máster y en trabajos fin de titulaciones.

El trabajo futuro se centra en añadir funcionalidades en la plataforma, autenticar los alumnos en las prácticas y automatizar la integración de tarjetas en el entorno. En relación que las prácticas, se plantea refinar las ideas preliminares para completar prácticas y trabajos de fin titulaciones, para su realización en estas actividades docentes.