



Mejora del aprovechamiento de prácticas de laboratorio mediante el uso de recursos audiovisuales y sistemas de corrección automática (PAINN-16-011)

Convocatoria de los Proyectos de Innovación 2016

José Manuel Cano Rodríguez – jmcano@uniovi.es

Joaquín González Norniella – jgnorniella@uniovi.es

Gonzalo Alonso Orcajo – gonzalo@uniovi.es

Carlos Hiram Rojas García – chrojas@uniovi.es

Francisco Pedrayes González – pedrayesjoaquin@uniovi.es

Manuel Emilio García Melero – melero@uniovi.es

Manés Fernández Cabanas – manes@uniovi.es

Md. Rejwanur Rashid Mojumdar – mojumdarrejwanur.uo@uniovi.es

Palabras clave: Corrección automática, Matlab, Prácticas de laboratorio, Proceso enseñanza-aprendizaje, Recursos audiovisuales

1 Resumen / Abstract

El presente proyecto se ha llevado a cabo con el objetivo de mejorar la experiencia de aprendizaje de los alumnos en la asignatura “Distributed Generation and Power Quality”, correspondiente al “Master Universitario en Conversión de Energía Eléctrica y Sistemas de Potencia” que se imparte en la Universidad de Oviedo. Algunas de las prácticas de laboratorio de esta asignatura consisten en la resolución de casos prácticos que, planteados a través de un guion, precisan de la implementación de algoritmos en ‘scripts’ de Matlab. En los últimos cursos académicos se han constatado deficiencias en el proceso enseñanza-aprendizaje del sistema empleado, lo que ha conllevado una ralentización de las tareas de profesores y alumnos. El proyecto contribuye a dar respuesta a estos problemas en base a dos pilares fundamentales: la inclusión de material audiovisual para mejorar la comprensión de los casos planteados, y, especialmente, el desarrollo e implantación de un sistema de corrección automático, que, basado en una aplicación cliente-servidor, permite comprobar al alumno si los resultados de sus algoritmos son o no correctos de forma inmediata, y al profesor, controlar en tiempo real el progreso de los estudiantes.

This project has been carried out with the aim of improving the learning experience of those students enrolled in the subject “Distributed Generation and Power Quality”, which is included in the curriculum of the Electrical Energy Conversion Master Degree taught in the University of Oviedo. Some of the



practical training activities included in the subject entail the resolution of case studies, presented in a guide, by the implementation of different scripts in Matlab. During the last courses, some weaknesses were identified in the teaching-learning process of this system, which have led to a slowdown in the tasks to be complied by both students and teachers. This paper describes how this project manages to find an effective response to these problems through two main pillars: the use of online audio-visual material for better understanding of the stated case studies, and, especially, the development and deployment of an automatic correction system based on a client-server application implemented directly in Matlab, which allows the students to check the validity of their implementations and the teacher to follow, in real-time, the students' progression.

2 Objetivo

2.1 Objetivos propuestos

El objetivo principal de este proyecto de innovación docente consiste en mejorar la experiencia de aprendizaje de los alumnos en la realización de las prácticas de laboratorio de la asignatura "Impacto de la Generación Distribuida en la Calidad de la Energía Eléctrica". Esta asignatura se imparte íntegramente en inglés en el "Master Universitario en Conversión de Energía Eléctrica y Sistemas de Potencia", dependiente del Centro Internacional de Postgrado.

2.2 Objetivos alcanzados

El proyecto planteado ha dado respuesta a los problemas detectados en el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la utilización de tecnología multimedia y sistemas automáticos de autoevaluación. Ambas herramientas han contribuido a facilitar el trabajo individual, guiándolo y eliminando los retrasos inherentes a la comunicación alumno-profesor tanto a través de correo electrónico como de tutorías presenciales.

2.3 Modificaciones al proyecto inicial y justificación de los cambios

El proyecto se ha desarrollado sin modificación significativa alguna respecto al planteamiento inicial.

2.4 Tipo de proyecto

Tipo A (PINNA)	X
----------------	---

Tipo B (PINNB)	
----------------	--

3 Memoria del Proyecto

3.1 Interés

La realización de prácticas de laboratorio en asignaturas del ámbito tecnológico permite mejorar las competencias del alumnado, siendo un complemento imprescindible de las clases magistrales. En determinadas asignaturas, la realización de estas prácticas puede contar con una importante carga de trabajo personal del alumno, siendo en muchos casos la



presencialidad no obligada. Este último aspecto resulta de especial interés en asignaturas de postgrado tales como las asociadas a los másteres, al permitir al alumno compatibilizar su aprendizaje con otras tareas. Sin embargo, los materiales docentes tradicionales, tales como las guías de prácticas, pueden no resultar el medio más adecuado para este tipo de enseñanza, focalizada en el trabajo personal del estudiante. Las dudas, que en una clase de laboratorio de tipo presencial son con frecuencia planteadas y resueltas de forma prácticamente inmediata, pueden ser sin embargo una importante barrera en el caso del trabajo no presencial. Es así que, a pesar de que el profesor pueda dar soporte a estas dudas a través de medios tales como el correo electrónico, campus virtuales o redes sociales, los retardos introducidos por esta comunicación pueden ocasionar importantes disfunciones en el proceso enseñanza-aprendizaje. Por otro lado, la profusión de estas dudas, pueden exigir un esfuerzo importante y repetitivo por parte del profesor, lo que penaliza su dedicación al resto de funciones.

La introducción de nuevas tecnologías en el proceso enseñanza-aprendizaje puede ser la respuesta a muchas de estas dificultades. Así, la generación de recursos audiovisuales, capaces de ser reproducidos por el estudiante durante su trabajo personal, puede aumentar significativamente el nivel de comprensión de las tareas encomendadas. De forma complementaria a la información que traslada una guía escrita, principalmente a modo de enunciado, la reproducción de videos-guía puede mejorar notablemente la experiencia del alumno. Aunque la guía escrita haya sido abordada por el profesor previamente en las clases presenciales, el video aporta las características de ubicuidad y repetitividad, esto es, puede ser reproducido en el lugar y momento en que el alumno se encuentra centrado en la tarea, y tantas veces como éste lo precise.

Por otro lado, la tecnología puede hoy en día mejorar la experiencia enseñanza-aprendizaje mediante la incorporación de sistemas de corrección automática. En el esquema tradicional, desde que el alumno realiza una tarea hasta que recibe la corrección de la misma pueden pasar días, en el mejor de los casos, o incluso semanas. El efecto positivo para el proceso de aprendizaje al que puede dar lugar la recepción de la corrección de la tarea cuando el alumno tiene aún reciente la misma, se diluye enormemente en este caso. Más aún, en general, el alumno se limita entonces a recibir una evaluación numérica de su trabajo, y no presta la atención adecuada a dicha corrección, perdiéndose la posibilidad de que esta información realmente el proceso de aprendizaje y le permita reflexionar sobre los errores cometidos. La introducción de sistemas de corrección automática, salva estas dificultades. El alumno puede entonces ser informado, a la vez que progresa en la tarea, de si está cumpliendo los objetivos de forma adecuada. El sistema automático, le señalará qué partes de la misma son aún incorrectas, y el estudiante podrá modificar su trabajo de forma interactiva. Esta corrección en tiempo real evitará así la introducción de incómodos retrasos dependientes de una tercera parte.

3.2 Situación anterior al proyecto

El presente proyecto fue destinado a la mejora del proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura "Distributed Generation Systems and Power Quality (DGSPQ)", que se imparte dentro del "Master de Conversión de Energía y Sistemas de Potencia" de la Universidad de



Oviedo. El proyecto se planteó a raíz de la identificación en cursos anteriores de serios defectos en este proceso, en especial en lo que se refiere a la realización de la parte práctica de la asignatura.

DGSPQ es una asignatura de segundo cuatrimestre del master, que se imparte totalmente en inglés. La asignatura condensa contenidos referentes a los problemas de calidad de onda que aparecen en los sistemas eléctricos, y analiza en detalle el impacto sobre estos problemas de la conexión a red de sistemas de generación distribuida. Es una asignatura con un fuerte perfil técnico que demanda un esfuerzo importante por parte de los estudiantes. Por otro lado, estos alumnos acceden al master desde diferentes perfiles, y por tanto, el profesor debe ser cuidadoso a la hora de asumir como dados ciertos conocimientos previos de los estudiantes. Esto es especialmente así en el caso de las prácticas de laboratorio de la asignatura. Para su realización, el alumno precisa de conocimientos medios de programación en *Matlab*, y aunque alcanzará un buen nivel de competencia en estos aspectos durante la asignatura, el número de dudas que surgen durante la realización de las tareas resulta importante. La asignatura cuenta con 5 prácticas de laboratorio. Estas prácticas son explicadas por el profesor durante las clases presenciales, y el alumno da también en ellas los primeros pasos. Sin embargo, la mayor parte de las tareas de programación deben ser abordadas como trabajo personal por parte del alumno. En los cursos previos, se constató un cierto desánimo en la ejecución de estos trabajos por parte de los estudiantes. Muchos de ellos se quedaban con frecuencia atascados a lo largo de la tarea, y recurrían a realizar consultas al profesor, tanto durante las clases presenciales como a través de correo electrónico. Esto generaba retrasos en las fechas de entrega de las tareas que entorpecían el normal discurrir de la asignatura, e incluso del curso, al provocar solapamientos de estos trabajos con los de otras asignaturas, violando la programación conjunta previamente coordinada. Por otro lado, el profesor se veía obligado a responder numerosas consultas de forma repetitiva.

Dentro de este proyecto, una de las prácticas que más conflicto había provocado en cursos anteriores fue tomada a modo de prueba para analizar el impacto que la introducción de recursos audiovisuales y sistemas de autocorrección podía tener sobre los problemas aludidos, y en especial para ver cómo estos sistemas eran recibidos por estudiantes de master, poco familiarizados con métodos de docencia no tradicional. La práctica aludida, corresponde al tema 6 de la asignatura DGSPQ, y lleva por título *Power Quality Benchmarking*.

3.3 Descripción del proyecto

Hasta el curso 2016-2017 la práctica *Power Quality Benchmarking* se desarrollaba de la siguiente forma: el alumno descargaba de la plataforma Moodle de la asignatura en el "Campus Virtual" de la Universidad de Oviedo una Guía de Estudiante en formato PDF, junto con dos *sets* de datos personalizados en formato MAT de *Matlab*. Los *sets* de datos, correspondientes a los dos casos en los que se basa la práctica, son distintos para cada estudiante, de cara a desalentar el plagio. A partir de este material, el estudiante debe elaborar un informe en formato PDF cubriendo los objetivos solicitados en la guía. El informe debe entregarse a través de la plataforma Moodle, para lo cual el profesor ha creado una actividad específica. Todos estos recursos y pasos a seguir se mantienen en el nuevo



planteamiento, salvo que la entrega del informe resulta ahora redundante, dado que, el profesor conoce ahora, en tiempo real, si los alumnos han alcanzado los distintos resultados, e incluso, el número de intentos realizados antes de superar cada ítem. Debido al carácter de experiencia piloto del presente curso se mantuvo la exigencia de presentación del informe. Sin embargo, una vez constatado el buen funcionamiento del sistema, este requerimiento será suprimido en los próximos cursos, permitiendo que el estudiante se centre en los aspectos más técnicos y aligerando su dedicación a tareas de tipo repetitivo.

En el nuevo enfoque, además de los materiales ya aludidos, los siguientes recursos adicionales, que serán descritos a continuación, son proporcionados a los estudiantes a través de la aplicación Moodle de la asignatura en el “Campus Virtual”, tal y como se puede observar en la Figura 1:

- a. Dos video-guías, en las que el profesor explica el objetivo de cada uno de los casos de la práctica. En ellos, da pautas para llevar a cabo los distintos pasos a seguir de cara a la obtención de los resultados requeridos.
- b. Dos plantillas de programación, correspondientes a cada uno de los casos a abordar en la práctica. Estas plantillas, corresponden a funciones de *Matlab* (formato M), y cumplen una doble función. Por un lado, estructuran el trabajo a desarrollar por el estudiante. Esta secuenciación evita que el alumno se vea abrumado por la tarea, permitiéndole centrarse en pequeños objetivos parciales. Por otro lado, la utilización de la plantilla permite estructurar los resultados obtenidos de forma que resulten compatibles con el sistema de corrección automática.
- c. Una aplicación cliente, desarrollada específicamente para este proyecto, que el alumno debe alojar en el directorio donde realiza la práctica. Esta aplicación es una función de *Matlab*, llamada *client.m*, que permite al alumno establecer comunicación, de forma transparente para él, con un servidor en que se aloja el corazón del sistema de corrección automática.

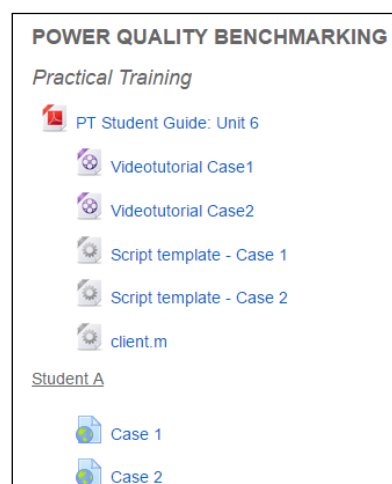


Fig. 1. Estructura de los recursos disponibles para el estudiante en la práctica objetivo



El sistema de corrección automática es una aplicación servidor desarrollada de forma específica para este proyecto. La aplicación servidor reside en una estación conectada a la red de la Universidad de Oviedo en funcionamiento ininterrumpido. Sin embargo, el alumno puede conectar con esta aplicación también desde fuera de dicha red. Se garantiza así que el trabajo personal de alumno pueda realizarse con total flexibilidad geográfica y temporal. La aplicación servidor ha sido desarrollada como una función de *Matlab* que hace uso del *Instrument Control Toolbox*. Gracias a esta utilidad, la comunicación entre las funciones del alumno y el servidor puede establecerse mediante conexiones TCP/IP sin necesidad de abandonar en ningún momento el entorno *Matlab*.

Las funciones llevadas a cabo por la aplicación servidor son las siguientes:

- a. Identificación del alumno. El servidor permitirá en las próximas ediciones de la asignatura realizar la evaluación de la práctica. Es por tanto crucial que el alumno pueda ser identificado de forma segura. Nótese que accesos fraudulentos podrían interferir en la evaluación de los estudiantes. Para ello, a cada alumno se le proporciona a través del correo electrónico una clave secreta individualizada que empleará en sus llamadas a la aplicación servidor. De cara a simplificar el acceso a la aplicación en la prueba piloto realizada en curso 2016-2017, se empleó el DNI de los estudiantes como identificador de acceso.
- b. Recepción de resultados. La función cliente envía al servidor, para cada uno de los dos casos de que consta esta práctica, los resultados obtenidos para cada ítem incluidos en ellos (4 para el caso 1 y 5 para el caso 2). Estos datos son recibidos por el servidor mediante comunicación TCP/IP.
- c. Análisis de resultados. Los resultados del alumno son comparados en el servidor con los resultados correctos que corresponden a los datos que tiene asignados. A partir de ahí se determina el mensaje a enviar al estudiante.
- d. Envío de correcciones. El servidor envía los mensajes de corrección a la aplicación cliente, que muestra en el terminal del alumno el resultado para cada ítem, junto con el número de intentos llevados a cabo para cada uno de ellos.
- e. Registro de número de intentos para cada ítem y registro de ítem resueltos. El servidor almacena en sendas tablas y en tiempo real los resultados del alumno. En una primera tabla, se almacena, para cada alumno y caso, si se ha conseguido alcanzar la respuesta correcta para cada uno de los ítems. Una vez que se alcanza el resultado correcto, el estado ya no cambia aun cuando el alumno envíe resultados incorrectos posteriormente. En una segunda tabla se almacena, para cada alumno y caso, el número de intentos llevados a cabo por el estudiante. El contador de intentos sólo se activa para un determinado ítem si la variable correspondiente es cambiada en la plantilla. Esto permite al estudiante ir comprobando los resultados según avanza en la práctica sin que se le sean contabilizados intentos en las tareas aún no abordadas. Una



vez que el resultado correcto de un ítem es alcanzado, intentos posteriores no incrementan el valor de contador de intentos de ese ítem.

La estructura de archivos que permite dar cumplimiento en la práctica a las funciones aludidas se muestra en la Figura 2. El alumno descarga desde la aplicación Moodle de la asignatura en su PC/laptop las plantillas de los casos a resolver (*Case1_template.m* y *Case2_template.m*) junto con los datos personalizados que debe analizar (*st_data_Case1.mat* y *st_data_Case2.mat*). Igualmente, descarga al mismo directorio la función *client.m*, que se encargará de las comunicaciones con el servidor. Para proceder a la corrección de cada caso, el alumno ejecuta directamente en la línea de comandos de *Matlab* dicha función, dando como argumentos, la función a corregir en cada caso, *Case1.m* o *Case2.m*, y la clave privada que le ha proporcionado el profesor. A modo de ejemplo, el alumno con clave '09406435B', escribirá para corregir el segundo caso: *client('Case2.m','09406435B')*.

En el lado del servidor, residen las funciones *results_Case1.m* y *results_Case2.m*. En estas funciones el profesor almacena en formato *cell array* las claves privadas de cada alumno, junto con los resultados esperados para cada ítem en función de sus datos particulares. Estas funciones son llamadas desde la aplicación servidor, *server.m*, y devuelven a ésta la identificación del alumno en caso de aportarse una clave privada válida y los resultados esperados para ese estudiante en particular. Por su parte, la aplicación servidor, acepta solicitudes de conexión por parte de los clientes, y a continuación, recibe la clave privada del estudiante en cuestión junto con los resultados a evaluar. Seguidamente, trata dichos datos en función de la consulta a las funciones *results_Case1.m* o *results_Case2.m*. Así, en caso de que la identificación del alumno sea positiva comienza saludándole por su nombre de pila, mostrándole mensajes de error en caso contrario. Si la identificación fue positiva, los resultados recibidos del alumno son comparados con los esperados, y para cada ítem se le muestra un mensaje felicitándole por su éxito, o se le comunica que la solución propuesta es errónea. En ambos casos, se le informa también del número de intentos realizados para cada uno de los ítem. Finalmente, la función servidor actualiza los archivos *record_Case1.mat* y *record_Case2.mat*, en cada caso, para mantener actualizada la matriz de ítems resueltos e intentos realizados por cada alumno.

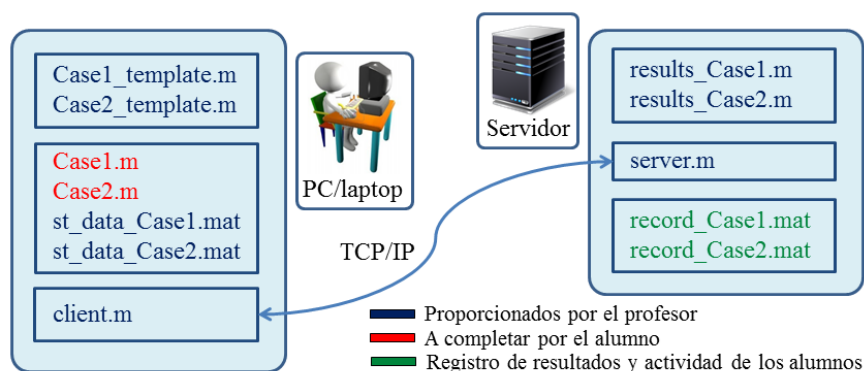


Fig. 2. Estructura de archivos y comunicación cliente/servidor del sistema de corrección automática



La consulta de los registros en el servidor, permite al profesor tener información individualizada y en tiempo real del progreso de los alumnos. El registro del número de intentos puede ser utilizado por el docente para limitar el número de pruebas permitidas para cada alumno, evitando así que éste pueda tratar de adivinar la solución de cada ítem a base de tanteo. La Tabla 1 y Tabla 2 muestran los registros aludidos tras la fecha de entrega de la práctica en el presente curso académico.

Tabla 1. Registro de ítems resueltos – PT 5 – curso 2016-2017. Izq. Caso 1 y Dcha. Caso 2

Alumno	Ít. #1	Ít. #2	Ít. #3	Ít. #4	Alumno	Ít. #1	Ít. #2	Ít. #3	Ít. #4	Ít. #5
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	4	1	1	0	0	0

Nota: Se muestran sólo los resultados de 3 alumnos. El alumno 1, corresponde a un perfil para pruebas. 1: ítem resuelto, 0: ítem no resuelto

Tabla 2. Registro de número de intentos – PT 5 – curso 2016-2017. Izq. Caso 1 y Dcha. Caso 2

Alumno	Ít. #1	Ít. #2	Ít. #3	Ít. #4	Alumno	Ít. #1	Ít. #2	Ít. #3	Ít. #4	Ít. #5
1	3	2	5	2	1	6	7	3	2	8
2	1	1	6	1	2	1	2	10	5	1
3	2	1	1	1	3	1	1	16	2	3
4	5	1	2	1	4	2	2	5	5	2

Nota: Se muestran sólo los resultados de 3 alumnos. El alumno 1, corresponde a un perfil para pruebas.

3.4 Metodología

3.4.1 Descripción del material didáctico, de la metodología y justificación

El apartado 3.3 correspondiente a la Memoria del proyecto, describe de forma pormenorizada el material didáctico que, habiendo sido desarrollado dentro de este proyecto, está a disposición de los estudiantes para la realización de las prácticas de la asignatura. En lo que sigue se lista de forma exhaustiva junto con el que ya contaba la asignatura, dejando claro en cada caso si fue o no generado en el transcurso del proyecto.

- Guías de prácticas en formato PDF. Aunque este material ya existía, ha sido adaptado a las particularidades del sistema de corrección automática.
- Video-guías. Videos en formato MP4, desarrollados específicamente para el proyecto y que sirven de apoyo en la explicación de las tareas a realizar.
- Datos personalizados de cada caso práctico. Los datos se proporcionan a los estudiantes en formato MAT. Si bien ya se utilizaban en esta práctica antes del desarrollo del proyecto, estos datos son ahora generados de forma automática por una herramienta diseñada a tal efecto.
- Plantillas de programación. Se trata de archivos en formato M capaces de guiar al estudiante en la programación de las distintas funciones que constituyen su tarea.



- e. Cliente para el establecimiento de comunicación con el servidor. Se trata de un archivo en formato M que permite al estudiante el envío de su trabajo a un servidor para su corrección y recepción de resultados.

Por otro lado, dentro del proyecto se ha desarrollado otro material que, aun no siendo suministrado al alumno, este sí utiliza de forma transparente para él. Podemos resumirlo en:

- a. Servidor para la gestión de las correcciones y seguimiento de los resultados. Se trata de un archivo M residente en un ordenador controlado por el profesor. A solicitud del alumno este programa se encarga de realizar la corrección y enviar los resultados, así como de mantener al día las tablas de resultados que sirven al profesor para el control del progreso de la práctica y eventualmente para su evaluación.
- b. Herramienta para la generación aleatoria de datos individualizados para cada estudiante. Esta herramienta, elaborada también en formato M, desincentiva el plagio entre estudiantes, ahorrando tiempo al profesor en la generación del material de la práctica.

La metodología seguida en el proyecto es descrita con detalle en el apartado 3.3 correspondiente a la Memoria del proyecto. Se resume no obstante a continuación la metodología llevada a cabo. Se ha procedido a dotar a las prácticas de la asignatura de material audiovisual, facilitando así la realización del trabajo personal de alumno. Además, partiendo de la práctica pre-existente, se ha procedido a segmentar las diferentes tareas a realizar por el estudiante, reestructurándolas en base a plantillas (*templates*), con el fin de guiar el trabajo de los alumnos, motivándolos y evitando su frustración, al sentirse abrumados por la complejidad de los diferentes casos. Se ha proporcionado además a los estudiantes una herramienta que permite que puedan verificar de forma autónoma la corrección de los distintos pasos. Esto permite que detecten sus errores de forma inmediata y puedan así corregirlos en ese mismo momento. Por otro lado, el desarrollo de una herramienta de este tipo no es sencillo, y su puesta en marcha debe contar con la colaboración de los alumnos. Es así que en los estudiantes de la asignatura durante el curso 2016-2017 fueron informados por los profesores sobre los detalles de este proyecto, y colaboraron de forma activa en la fase de depuración de la herramienta. Es por ello, que la misma no fue tomada en consideración en el presente curso como forma de evaluación, lo que sí se hará en las siguientes ediciones de la asignatura.

3.4.2 Recursos materiales disponibles y adecuación al proyecto

Los recursos materiales empleados en la ejecución del proyecto, junto con las tareas en las que han sido empleados, son listados a continuación:

- a. Ordenador personal: redacción de guías, implementación de plantillas, programación de herramienta de generación de datos individualizados, programación de herramienta de comunicación TCP/IP cliente servidor, redacción de artículo, preparación de presentación para ponencia oral, redacción de la memoria.



- b. Software Matlab: la práctica se desarrolla mediante el uso de este software, y en él está basada la herramienta de comunicación cliente-servidor. Esto simplifica mucho su aplicabilidad al no precisar ningún otro software especializado ni por parte del profesor (servidor) ni de los estudiantes (cliente).
- c. Cámara y micrófono: grabación de video-guías.
- d. Servidor: se trata de un ordenador conectado a la red universitaria y funcionando 24 horas en el que corre la aplicación servidor.

Cabe señalar que todos estos recursos materiales no son elementos especializados, si no herramientas de disponibilidad habitual en cualquier departamento universitario. Es así que se adaptaron perfectamente a las necesidades del proyecto.

3.4.3 Indicadores y modo de evaluación

En lo que sigue se describen los distintos indicadores empleados para la valoración de los resultados del proyecto, tal y como fueron formulados en el documento de "Descripción del Proyecto" redactado en su solicitud. Asimismo, se muestran los resultados obtenidos en dichos indicadores, junto con comentarios valorativos.

1. Indicador: Horas totales dedicadas a resolución de dudas en PL
Modo de evaluación: El profesor contabilizará las horas dedicadas a este fin durante el curso 2016-2017.
Rangos: < 3 horas – Bueno; 3 a 5 horas – Aceptable; > 5 horas – Bajo
Resultado: Bueno (el total de horas dedicadas a este fin fue de 2, mejorando ampliamente las necesidades de los últimos cursos)
2. Indicador: Correos electrónicos dirigidos al profesor con dudas sobre PL
Modo de evaluación: El profesor contabilizará dichos correos electrónicos a la finalización del curso 2016-2017, incluyendo las consultas realizadas a través del Campus Virtual.
Rangos: < 2 correos/alumno – Bueno; 2 a 4 correos/alumno – Aceptable; > 4 correos/alumno – Bajo
Resultado: Aceptable – (se ha contabilizado una media de 3,8 correos electrónicos o consultas a través del Campus Virtual por alumno).
Comentario: Cabe señalar que la mayor parte de las consultas recibidas tenían que ver con el proceso de depuración de la herramienta de corrección automática, y fundamentalmente, caídas del servidor debido al envío de soluciones en formatos inadecuados por parte de los alumnos. Una vez solventados estos problemas, dotando al servidor de tolerancia a estos fallos, estas consultas deberían reducirse de forma drástica en próximas ediciones del curso.)
3. Indicador: Calificaciones de PL
Modo de evaluación: Se tomará como indicador la media de las notas finales de los alumnos en este apartado en el curso 2016-2017.
Rangos: > indicador curso 2015-16 – Bueno; < indicador curso 2015-16 – Bajo
Resultado: Bueno (media curso 2015-16: 8.3; media curso 2016-2017: 9.0)



Comentario: Se observa que la calificación media de la práctica ha subido. Entrando en los resultados particulares de cada alumno, se ha podido comprobar que las mejores calificaciones han sido obtenidas por los alumnos que han hecho un uso más intenso del sistema de corrección automática.

4 Desarrollo del proyecto

4.1 Organización del trabajo y calendario de ejecución

Las tareas a abordar en el proyecto de cara al cumplimiento de los objetivos planteados, fueron las siguientes:

1. Elaboración de video-guías como complemento a los guiones escritos de prácticas.
2. Elaboración de plantillas en *Matlab* de cara a servir de esqueleto a cada uno de los casos prácticos, de forma que los estudiantes puedan implementar las distintas funciones de forma guiada.
3. Desarrollo de herramienta para la generación automática de datos personalizados para cada estudiante, como método para dificultar el plagio.
4. Desarrollo de una herramienta cliente-servidor en *Matlab* mediante sockets TCP/IP. Esta herramienta permite al alumno realizar la autocorrección de sus algoritmos y al profesor realizar un seguimiento en tiempo real del progreso de los estudiantes.
5. Implicación de los estudiantes de la asignatura en el proyecto, recabando su participación en el proceso de implantación del sistema.
6. Recopilación de los indicadores resultantes del proyecto.
7. Preparación de contribución en congreso y defensa de la misma en ponencia oral en el Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET) celebrado en Badajoz del 5 al 8 de septiembre de 2017. El artículo, cuyo título es exactamente el mismo que el de este proyecto, resume las actividades realizadas y conclusiones alcanzadas en el mismo.
8. Redacción de la memoria del proyecto.

Siguiendo la misma numeración, la Figura 3 muestra un diagrama de Gantt con el calendario de ejecución de estas actividades.

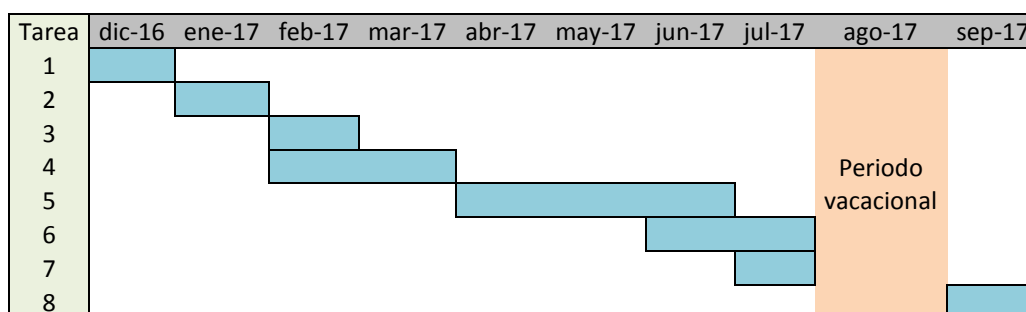


Fig. 3. Diagrama de Gantt con el calendario de ejecución del proyecto.



4.2 Planificación real del proyecto

El proyecto fue llevado a cabo según el calendario de ejecución mostrado anteriormente en la Figura 3. Como única modificación reseñable, cabe decir que el periodo de depuración de la herramienta cliente-servidor de seguimiento y corrección automática, hubo de ser extendida más allá de lo esperado inicialmente. Esto se debió en especial a la aparición de errores en el programa, los cuales fueron detectados durante la fase de prueba realizada por los alumnos. El calendario real, en el que por tanto fue ejecutado finalmente el proyecto, se muestra en la Figura 4.

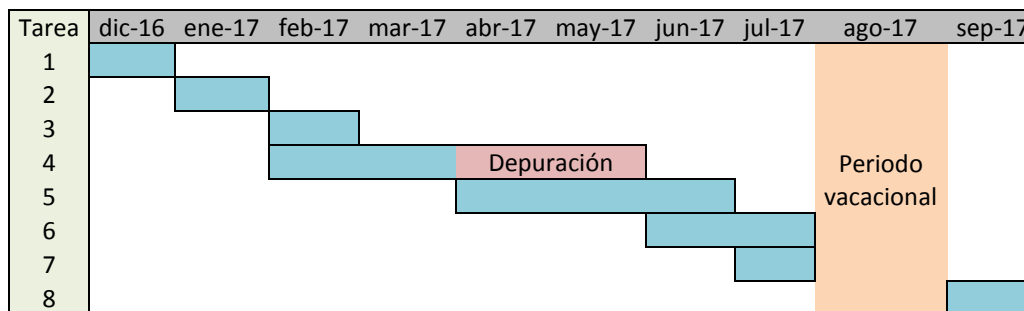


Fig. 4. Diagrama de Gantt con el calendario real de ejecución del proyecto.

4.3 Justificación de la planificación realizada

La planificación realizada ha tenido por objetivo que las nuevas herramientas pudieran ser probadas por los estudiantes durante el curso académico correspondiente a la ejecución del proyecto. Dado que la asignatura implicada corresponde al segundo cuatrimestre, tanto las video-guías como las plantillas y la herramienta de generación automática de datos individualizados fueron desarrolladas antes del comienzo de las prácticas de la asignatura. La aplicación cliente-servidor fue desarrollada justo para el comienzo de las prácticas auto-evaluables, y su desarrollo se extendió durante buena parte del curso debido a las numerosas modificaciones y correcciones que debieron ser acometidas tras las pruebas realizadas por los estudiantes.

Finalmente, y aun cuando no estaba previsto en la solicitud del proyecto, tras recabar los resultados del mismo, se decidió difundir sus resultados mediante una publicación en congreso. Esta contribución fue redactada durante el mes de julio y presentada de forma oral en el Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET), que tuvo lugar en Badajoz a comienzos del mes de septiembre de 2017.

5 Resumen de la experiencia

5.1 Evaluación de los indicadores propuestos

Tal como se refleja en el apartado 3.4.3 relativo a los indicadores del proyecto, los valores alcanzados por las métricas seleccionadas para valorar los resultados del proyecto son notablemente positivos.



Cabe insistir en el hecho de que, la participación activa del alumnado en el desarrollo del proyecto, y más en concreto en el proceso de depuración de la herramienta de corrección automática, ha distorsionado de forma notable el segundo de estos indicadores. Efectivamente, los alumnos se han comunicado por correo electrónico con el profesor con temas relativos a la práctica un número de veces que podría parecer que va más allá de lo deseable. Sin embargo, y como ya se apuntó en 3.4.3, en el fondo, la mayor parte de estas consultas no tenían que ver con el contenido de la práctica en sí misma, si no con problemas derivados de la juventud de la herramienta. Los estudiantes han mostrado un grado de motivación en su realización de la práctica muy superior al observado otros años, y muchos de ellos han contribuido a su mejora con sus aportaciones. Tras esta intensa fase de depuración de la herramienta, este indicador debería situarse en niveles adecuados en las próximas ediciones del curso.

5.2 Grado de acercamiento a los objetivos planteados frente a los obtenidos

El objetivo principal de este proyecto de innovación docente, consistente en mejorar la experiencia de aprendizaje de los alumnos en la realización de las prácticas de laboratorio de la asignatura “Impacto de la Generación Distribuida en la Calidad de la Energía Eléctrica” se considera plenamente alcanzado.

Es así que dentro de la adecuación de la propuesta a los planes estratégicos, tal y como se refleja en el Anexo III de este documento, el mayor énfasis del proyecto se ponía en la “mejora e innovación docente con incorporación de las TICs a la oferta formativa”. Efectivamente, los esfuerzos realizados en el marco del proyecto han ido claramente orientados en este sentido y su éxito resulta evidente a la luz de los resultados alcanzados. Adicionalmente, el proyecto pretendía (ver Anexo III) mejorar las “competencias lingüísticas de los estudiantes”. El hecho de que la asignatura se imparta íntegramente en inglés, y por tanto que todo el material generado en el proyecto haya sido desarrollado en este idioma, es también buena prueba de que este objetivo ha sido también alcanzado. Finalmente, y en atención a los dos objetivos restantes presentes en el Anexo III a los que afecta el proyecto, cabe decir que la asignatura se encuadra dentro de unos estudios de Máster encuadrados dentro del Centro Internacional de Postgrado, y que el material producido en el proyecto facilita la realización de trabajo autónomo por parte de los estudiantes. Se entiende por ello que también estos aspectos han sido cubiertos de forma adecuada dentro de los trabajos realizados.

5.3 Experiencia adquirida

Las herramientas desarrolladas en este proyecto cuentan con la capacidad inherente de ser adaptadas a otras asignaturas tecnológicas. Es por ello que la experiencia adquirida en su marco por parte de los profesores participantes es extraordinariamente positiva y esperanzadora de cara al futuro.

La fuerte implicación de los estudiantes en el proyecto es por otro lado un aspecto que vale la pena señalar dentro de la experiencia adquirida, demostrando que este tipo de actividades pueden aumentar la motivación del alumnado de forma significativa.



6 Conclusiones

La puesta a disposición del alumno de recursos audiovisuales y sistemas de corrección automática puede mejorar sensiblemente el aprovechamiento de las prácticas de laboratorio en asignaturas del ámbito tecnológico. La incorporación de videos-guía, como soporte a las tradicionales guías del alumno, permite flexibilizar la presencialidad y agilizar los tiempos necesarios para la resolución de las tareas, al evitar retrasos inherentes a la comunicación entre los alumnos y el profesor. Además, los sistemas de corrección automática, puede contribuir de forma decisiva a reforzar la motivación de los estudiantes, y a servir de herramienta de realimentación en tiempo real del proceso enseñanza-aprendizaje. Más aún, estos sistemas pueden ser utilizados por el profesor para seguir el progreso de los estudiantes y mejorar el proceso de evaluación.

7 ANEXO I. Lista de objetivos

7.1 Objetivos Generales

Objetivos		% Adecuación
a)	Innovación en el ámbito de la metodología docente	75
b)	Innovación en el ámbito de la orientación de los y las estudiantes hacia su futuro laboral.	0
c)	Innovación en el ámbito de la coordinación docente y de la vinculación con entidades externas	0
d)	Innovación para la mejora de competencias transversales en los estudios universitarios	25
e)	Innovación en metodologías y actividades relacionadas los Trabajos de Fin de Grado (TFG) y de Fin de Máster (TFM)	0
f)	Continuidad de proyectos anteriores y fomento de su relación con otros proyectos	0

7.2 Objetivos Adicionales (no aplica)

8 ANEXO II. Indicadores

Nº	Indicador	Modo de evaluación	Rangos
1	Horas totales dedicadas a resolución de dudas en PL	El profesor contabilizará las horas dedicadas a este fin durante el curso 2016-2017.	< 3 horas – Bueno 3 a 5 horas -- Aceptable > 5 horas -- Bajo
2	Correos electrónicos dirigidos al profesor con dudas sobre PL	El profesor contabilizará dichos correos electrónicos a la finalización del curso 2016-2017, incluyendo las consultas realizadas a través del Campus Virtual.	< 2 correos/alumno -- Bueno 2 a 4 correos/alumno -- Aceptable > 4 correos/alumno -- Bajo
3	Calificaciones de PL	Se tomará como indicador la media de las notas finales de los alumnos en este apartado en el curso 2016-2017.	> indicador curso 2015-16 – Bueno < indicador curso 2015-16 -- Bajo



9 ANEXO III. Adecuación a los Planes Estratégicos

OBJETIVO 7		
Mejorar los indicadores de eficiencia académica de los graduados y aumentar el nivel de internacionalización de los estudiantes de todos los niveles educativos		
1	Actuaciones que tienen como objeto la mejora e innovación docente, la incorporación integral de las TICs en la oferta formativa	75
2	Mayor colaboración con las enseñanzas medias	0
3	Mejorar las competencias lingüísticas de los estudiantes	15
4	Interculturalidad	0
5	Mejora de la movilidad	0
6	Participación en titulaciones dobles y conjuntas con universidades extranjeras	0
7	Mayor internacionalización del profesorado y los investigadores	0
OBJETIVO 8		
Aumentar el grado de internacionalización de estudiantes, investigadores, profesores y profesionales de apoyo a la actividad académica		
8	Colaboración con la Casa de las Lenguas, con el Centro Internacional de Postgrado, etc.	5
9	Impartición de un mayor número de asignaturas de grado en inglés	0
10	Promoción de la movilidad internacional	0
OBJETIVO 9		
Promover políticas de empleo dirigidas a compaginar estudio y trabajo dentro de las actividades de los campus universitarios		
11	Incremento de las prácticas que realizan los estudiantes, tanto las relacionadas con su carrera como en proyectos de cooperación sobre el terreno para reforzar su dimensión solidaria	0
12	Potenciación de la enseñanza semipresencial y no presencial	5