



VNIVERSIDAD
D SALAMANCA

MEMORIA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE:

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN RELÉ DE PROTECCIÓN PARA
INSTALACIONES ELÉCTRICAS CON myRIO

MIEMBROS DEL EQUIPO

JUAN MANUEL GARCÍA ARÉVALO
SILVIA HERNÁNDEZ MARTÍN
LUIS REDONDO SÁNCHEZ

Junio de 2017

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO REALIZADO

El equipo de trabajo ha realizado los siguientes Proyectos de Innovación Docente financiados por la Universidad de Salamanca:

- En el curso 2009-2010. “ Desarrollo de un equipo para la realización de prácticas y trabajos dirigidos en las asignaturas de Ingeniería Eléctrica, en entorno LabVIEW ”.
- En el curso 2010-2011. “ Diseño e implantación de un novedoso sistema de medida para las prácticas de Ingeniería Eléctrica en los nuevos planes de estudio de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial “.
- En el curso 2011-2012. “ Implantación del sistema de medida desarrollado con LabVIEW para la innovación y mejora docente de las asignaturas de Ingeniería Eléctrica en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Béjar ”.
- En el curso 2012-2013. “ Implantación de un sistema desarrollado con LabVIEW para la innovación y mejora docente de las prácticas de máquinas eléctricas”.
- En el curso 2013-2014. “Desarrollo de un equipo para el estudio de los procedimientos de medida y protección en las instalaciones eléctricas”.
- En el curso 2014-2015. “Diseño y construcción de un vehículo eléctrico inteligente”.
- En el curso 2015-2016. “Organización y realización del concurso diseño y construcción de un dispositivo eléctrico gobernado con LabVIEW”.

En los cinco primeros proyectos citados se han desarrollado equipos que han permitido la innovación y mejora de las prácticas de laboratorio en algunas de las asignaturas que el Área de Ingeniería Eléctrica imparte en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Béjar. En los dos últimos cursos 2014/15 y 2015/16 el equipo de trabajo del área de Ingeniería Eléctrica realizó en dos ocasiones un concurso para los alumnos del Grado en Ingeniería Eléctrica de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Salamanca, con resultados satisfactorios para la promoción, formación y creatividad de los alumnos. El proyecto que se ha desarrollado es una variante de los dos anteriores. Se ha tratado en este caso de realizar un nuevo concurso consistente en el diseño y construcción un relé de protección para instalaciones

eléctricas mediante el empleo de un dispositivo de National Instruments denominado myRIO.

Los participantes han adquirido conocimientos sobre la programación en LabVIEW, el manejo del dispositivo myRIO y el desarrollo de relés de protección en instalaciones eléctricas. El relé estaba conectado a un ordenador a través del myRIO y permitía la monitorización del estado del mismo en todo momento así como de los eventos que se han producido. Todo esto resulta de gran utilidad para el Ingeniero en Electricidad.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La realización del concurso ha contribuido en la adquisición de importantes competencias transversales. Se resumen a continuación los objetivos del proyecto.

Objetivos específicos: aplicación de los conocimientos de las siguientes asignaturas del Grado en Ingeniería Eléctrica.

- 106322. Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión.
- 106324. Líneas de Transporte de Energía Eléctrica.
- 106313. Teoría de circuitos.
- 106332. Electrometría.

Objetivos transversales: derivados de la participación en el concurso.

- Desarrollo de la capacidad de análisis y síntesis.
- Capacidad de organización y planificación.
- Resolución de problemas prácticos.
- Fomentar el trabajo en equipo.
- Adquisición de habilidades en relaciones interpersonales.
- Toma de decisiones.
- Capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica.

3. EVIDENCIAS DEL PROYECTO. ELEMENTOS DESARROLLADOS

Para cumplir con los objetivos del proyecto se han realizado las siguientes actuaciones:

- 1) Elaboración de las bases del concurso
- 2) Reunión informativa con los alumnos inscritos. Organización de los equipos participantes
- 3) Compra del material necesario
- 4) Impartición de un curso a los alumnos inscritos de iniciación sobre LabVIEW (módulos Real-Time y MyRIO)
- 5) Reunión con los alumnos para la entrega del material y explicación del uso del mismo.
- 6) Reuniones periódicas con los alumnos que han demandado asesoramiento.
- 7) Constitución del jurado.
- 8) Realización del concurso
- 9) Entrega de diplomas a todos los participantes y premios a los ganadores.

Para cumplir con los objetivos de este proyecto ha sido necesario el siguiente material que se describe a continuación.

1.- Los elementos más costosos y fundamentales para la construcción del relé son los dispositivo NI myRIO de National Instruments cuyo aspecto se muestra en la figura 1.



Fig. 1. Dispositivo NI myRIO

Estos elementos con tecnología de E/S reconfigurables (RIO) estándar en la industria de National Instruments, ponen en manos de los estudiantes conectores de E/S, compatibilidad WiFi, un procesador ARM en tiempo real dual-core y un FPGA Xilinx personalizado, acceso a software y una biblioteca con recursos y tutoriales.

Se disponía de 5 dispositivos NI myRIO, comprados por el Área, que han permitido la realización del concurso, por tanto no ha sido necesario adquirirlos ya que no se ha presentado ningún grupo en esta modalidad.

2.- Se diseñaron y construyeron 5 relés de protección como los mostrados en las siguientes figuras. Cada relé estaba constituido por una caja que albergaba un myRIO y los elementos y conexiones necesarios para conectarse el relé a la red eléctrica a proteger a través de los transductores de tensión e intensidad necesarios para su correcto funcionamiento.



Fig. 2. Aspecto de los relés de protección construidos.

A partir de estos elementos básicos los alumnos han diseñado un relé de protección de distancia direccional para la protección de una línea de alta tensión, mediante el empleo un simulador de línea disponible en el laboratorio.

3.- Para conectar los relés de protección al simulador de línea ha sido necesario adquirir 3 Transformadores de intensidad de efecto Hall 100 A/4 V, salida analógica y 3 bobinas Rogowski 100 A (con cargo a este proyecto).

4.- La siguiente imagen muestra a algunos de los participantes en el concurso realizando los ensayos de funcionamiento de los relés.



5.- Se establecieron los siguientes premios: primer puesto 90 €, segundo 75 € y tercero 60 €. Con cargo al presupuesto del Área.

4. METODOLOGÍA DEL CONCURSO

Se siguió la siguiente metodología.

1) Se redactó y se hicieron públicas las bases del concurso, estableciéndose la fecha límite para la inscripción y las pruebas a realizar el día del concurso:

1. *Exposición del funcionamiento del relé.* Los grupos realizarán una exposición para describir el funcionamiento del relé. El jurado establecerá el orden del resultado de la prueba
2. *Aspecto de la pantalla frontal.* El jurado determinará el orden del resultado de esta prueba en función del aspecto de la pantalla del programa diseñado.
3. *Información aportada por el relé.* En esta prueba se valorará la información que aporta en relé.
4. *Respuesta correcta a los defectos.* Los grupos realizarán sobre el simulador de línea, varios defectos y en función de la respuesta del relé a los mismos, se establecerá el orden del resultado de esta prueba.

2) Se convocó una reunión informativa con los alumnos inscritos en la que se organizaron los grupos participantes. Los grupos estuvieron formados por tres estudiantes.

3) Se inscribieron 4 grupos participantes y se procedió a pedir el material necesario.

4) En febrero el profesor Roberto Carlos Redondo Melchor impartió un curso a los alumnos inscritos de iniciación sobre LabVIEW y MyRIO.

5) Se entregó el material a los grupos participantes. Previamente se explicó la forma de utilizar el material recibido.

6) Se realizaron reuniones periódicas con los alumnos que demandaron asesoramiento.

7) Se constituyó el jurado del concurso, formado por los siguientes profesores del Área de Ingeniería Eléctrica.

Presidente: Juan Manuel García Arévalo

Vocal: Roberto Carlos Redondo Melchor

Secretaria: Silvia Hernández Martín

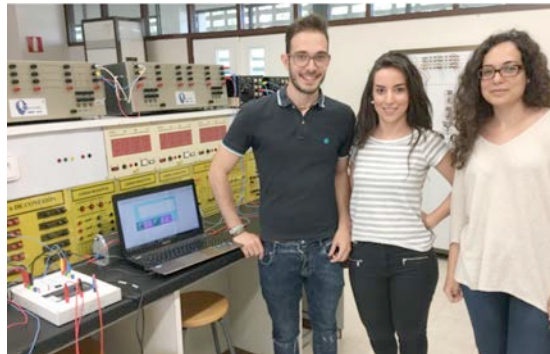
8) El 18 de mayo de 2017 se celebró el concurso, se presentaron 4 grupos, los grupos participantes realizaron las pruebas establecidas en las bases.



Exposición del funcionamiento del relé



Ensayos del relé



Aspecto de la pantalla frontal e información aportada por el relé

Terminadas las pruebas, el jurado hizo público el resultado del concurso. Los ganadores fueron.

Primer premio, dotado con 90 €, al grupo formado por:

D. Francisco Javier del Castillo Izquierdo.
D. Javier Bernáldez Ibarra.
D. Jorge García Orihuela.

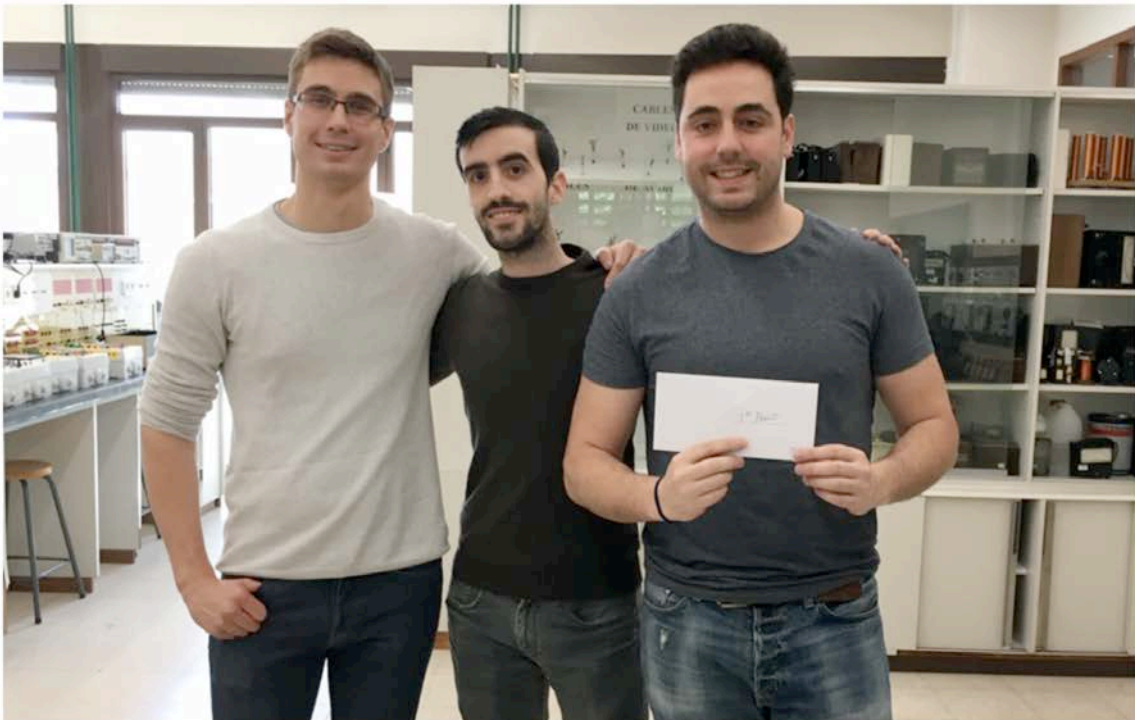
Segundo premio, dotado con 75 €, al grupo formado por:

D^a. Elena Hernández García.
D. Ismael López Aparicio.
D. Felipe Castañar Timón.

Tercer premio, dotado con 60 €, al grupo formado por:

D^a. María Rodríguez Roque.
D^a. Guadalupe Yuste Martín.
D. Antonio Broncano Rayego.

9) Se entregaron los diplomas de participación a todos los alumnos presentes y a los grupos ganadores un diploma con la dotación económica de los premios.



Participantes y entrega de premios

5. CONCLUSIONES

Los resultados se han ajustado a las expectativas fijadas. La participación en el concurso ha supuesto para los alumnos la adquisición de las competencias citadas y por tanto ha contribuido a mejorar la formación adquirida, siendo el impacto sobre la docencia muy positivo. Se pretende continuar con este concurso y fomentar la participación de los alumnos.

Béjar, 15 de junio de 2017

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'J' and 'M' followed by a horizontal line and a final flourish.

Fdo. Juan Manuel García Arévalo