



# MEMORIA DE ACTIVIDADES REALIZADAS

---

## PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE:

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

---

### MIEMBROS DEL EQUIPO

JUAN MANUEL GARCÍA ARÉVALO  
ROBERTO CARLOS REDONDO MELCHOR  
SILVIA HERNÁNDEZ MARTÍN  
LUIS REDONDO SÁNCHEZ

Junio de 2011

## **1.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO REALIZADO.**

En el pasado curso se desarrolló un equipo que permite la medida y visualización de las principales variables eléctricas de un circuito eléctrico. Este equipo facilita la realización de prácticas y trabajos dirigidos, relacionados con las asignaturas mencionadas, bien sea de forma individual o en grupos reducidos. El equipo estará a disposición de los alumnos después de una explicación inicial por parte del profesor, y permitirá la realización de un gran número de prácticas y trabajos como complemento a la formación de las asignaturas. Sin embargo, un solo equipo es totalmente insuficiente para conseguir el objetivo que se pretende: la sustitución, en todas las asignaturas del Área de Ingeniería Eléctrica, de los sistemas de medida y visualización de señales utilizados actualmente, por este nuevo sistema, en los nuevos planes de estudio que se han implantar en el curso 2010/11 en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universidad de Salamanca

Este equipo permite la captación de 8 señales analógicas y su envío, vía USB, a un ordenador. Las señales pueden ser interpretadas por el programa LabVIEW de National Instruments, que constituye una herramienta muy útil en Ingeniería Eléctrica, ya que es capaz de realizar multitud de análisis y representaciones de las señales de entrada.

Son varias las ventajas de este procedimiento en comparación con el sistema utilizado actualmente, entre ellas que los equipos son fáciles de transportar y permiten captar los datos de forma cómoda. Pero la ventaja más importante reside en el hecho de que los datos pueden almacenarse y ser rescatados para realizar las operaciones pertinentes cuando se desee. Todo esto se traduce en una mejora sustancial de la calidad de las prácticas.

En la figura 1 se observan los elementos de los que consta este equipo. De izquierda a derecha: módulo adaptador de señales, tarjeta de adquisición de datos y ordenador equipado con el programa LabVIEW.

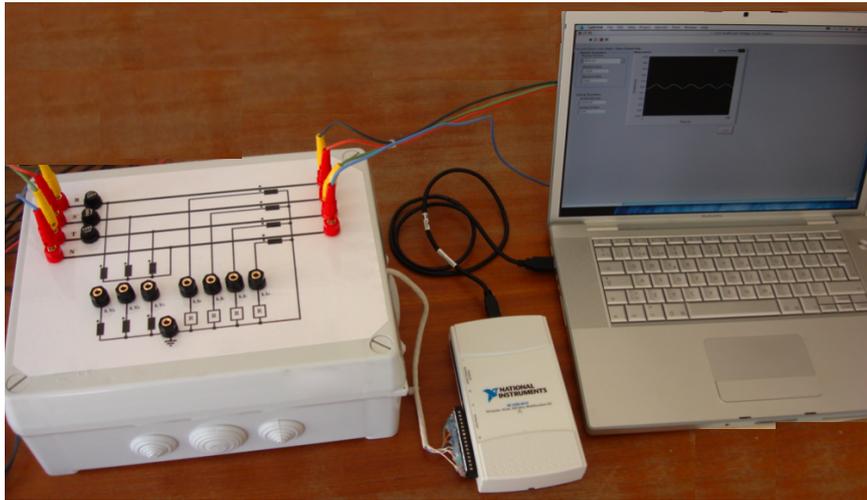


Fig.1.- Equipo desarrollado.

La figura 2 muestra el contenido del módulo adaptador de señales. Contiene los transformadores de tensión e intensidad encargados de adaptar las tensiones e intensidades del circuito a valores adecuados para la tarjeta de adquisición de datos. Este módulo ha sido montado por alumnos del Área bajo la dirección de los miembros del equipo de innovación docente.

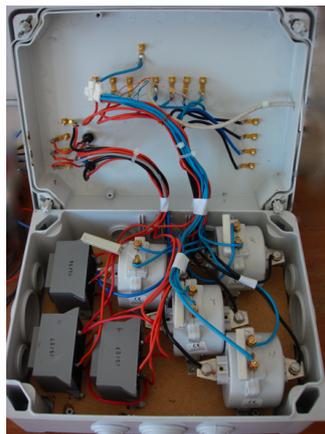


Fig. 2.- Interior del módulo adaptador de señales.

Un solo equipo es insuficiente para hacer frente a los puestos de los tres laboratorios del Área. Se necesitan, de cara a los nuevos planes, un mínimo de 12 equipos, 4 por laboratorio, y como se ha comentado solo se disponía de uno. Se trataría de implantar, en un plazo de dos años, los 11 equipos

restantes. El objetivo de este proyecto de innovación ha sido el diseño, construcción e implantación de todos los módulos adaptadores de señales que son diferentes dependiendo de las necesidades de las prácticas y trabajos realizados. Concretamente para las prácticas de máquinas eléctricas, se necesitan transformadores de intensidad de mayor valor, y para otras aplicaciones en las que las señales no son sinusoidales, resulta imprescindible, sustituir los transformadores de intensidad por pinzas amperimétricas de efecto Hall. Esto obliga a realizar varios diseños diferentes de los módulos adaptadores para cubrir todas las necesidades de las prácticas y trabajos que el Área tiene previstos para los nuevos planes de estudio. La figura 3 muestra la gama de módulos desarrollados.

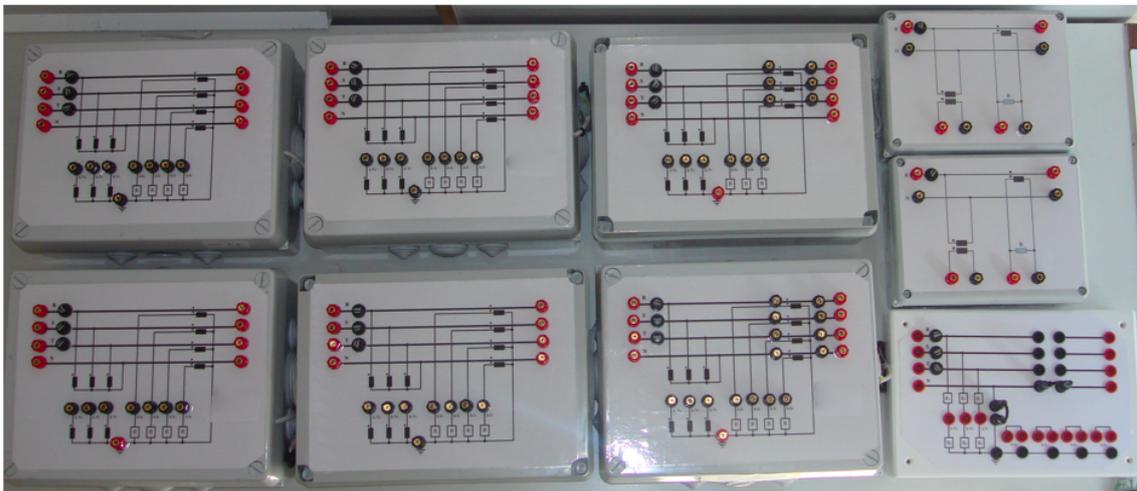


Fig.3.- Gama de módulos desarrollados.

## 2.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MÓDULOS ADAPTADORES DE SEÑAL.

Se han diseñado y construido 11 módulos adaptadores de señal que se pueden agrupar de la siguiente forma:

- 2 Módulos monofásicos. Adaptación de tensión e intensidad con transformador de tensión e intensidad.
- 6 Módulos trifásicos. Adaptación de tensión e intensidad con transformadores de tensión e intensidad.

- 1 Módulo trifásico. Adaptación de tensión e intensidad con resistencias y pinzas de efecto Hall.

- 2 módulos trifásicos. Adaptación de tensión con resistencias.

### 2.1.- Módulos monofásicos. Adaptación de señales con transformadores.

Estos módulos contienen un transformador de tensión y uno de intensidad, encargados de adaptar la tensión e intensidad del circuito a valores adecuados para la tarjeta de adquisición de datos. En la figura 4 se observa el exterior e interior del módulo, a la izquierda se ha situado el transformador de tensión de relación 240/6 V, y a la derecha un transformador de intensidad de relación 500/1 A.

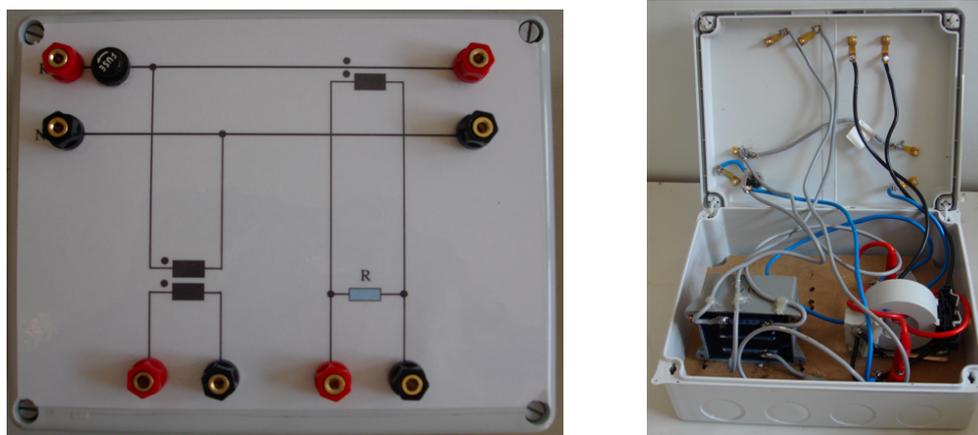


Fig. 4.- Aspecto exterior e interior de uno de los módulos monofásicos.

En la parte superior de la caja se sitúan los bornes que facilitan la conexión del lado izquierdo a la fuente de alimentación y a la derecha a la carga. En la parte inferior están los bornes de salida del transformador de tensión e intensidad para conectar la tarjeta de adquisición de datos. El módulo está protegido contra posibles cortocircuitos mediante un fusible.

## **2.2.- Módulos trifásicos. Adaptación de señales con transformadores.**

Como se ha comentado anteriormente, se pretende utilizar los módulos de adaptación de señal en las prácticas de todas las asignaturas del Área de Ingeniería Eléctrica. Este objetivo ha obligado a diseñar y construir módulos de características diferentes para cubrir las prácticas de algunas asignaturas. En la mayor parte de las asignaturas bastaría con módulos que soporten 5 A, sin embargo en las prácticas de máquinas eléctricas, las intensidades son superiores. Por tanto, se han construido 3 módulos para intensidades de 100 y 200 A. Los módulos trifásicos desarrollados son los siguientes.

- 3 módulos para intensidades máximas de 5 A, con transformadores de intensidad de 5/5 A.

- 3 módulos para intensidades máximas de 200 A, con transformadores de intensidad de 200/5 A.

### **2.2.1.- Módulo con transformadores de intensidad 5/5 A.**

Estos módulos contiene los transformadores de tensión e intensidad encargados de adaptar las tensiones e intensidades del circuito a valores adecuados para la tarjeta de adquisición de datos. En la figura 5 se observa el interior del módulo, a la izquierda se han situado 3 transformadores de tensión de relación 240/6 V, para obtener las tres tensiones simples de los circuitos trifásicos, y a la derecha 4 transformadores de intensidad de relación 5/5 A, para obtener las tres intensidades de fase y la del hilo neutro.

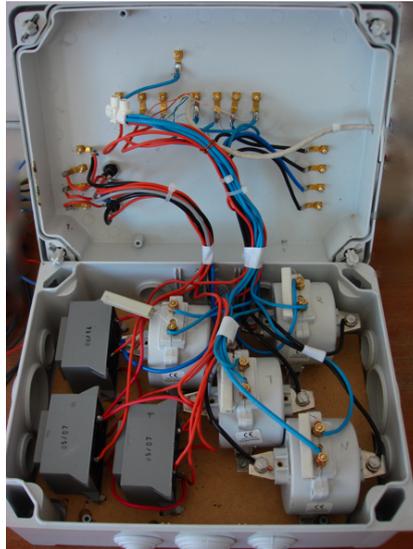


Fig. 5.- Aspecto del interior del módulo.

En la parte superior de la caja, figura 6, se sitúan los bornes que facilitan la conexión del lado izquierdo a la fuente de alimentación y a la derecha a la carga. En la parte inferior están los bornes de salida de los transformadores de tensión e intensidad que se corresponden con la regleta de conexión situada en el lateral de la caja para conectar la tarjeta de adquisición de datos. El módulo está protegido contra posibles cortocircuitos mediante tres fusibles.

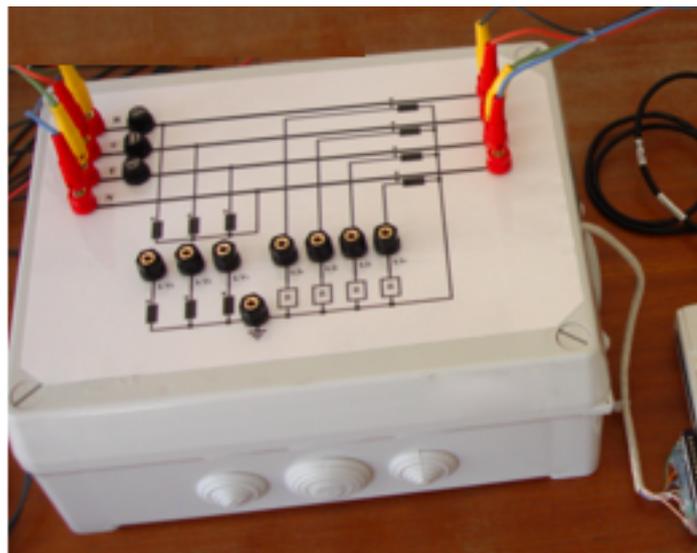


Fig. 6.- Parte superior del módulo.

### 2.2.2.- Módulo con transformadores de intensidad 200/5 A.

En la figura 7 se observa el interior del módulo. Se han situado 3 transformadores de tensión de relación 240/6 V, para obtener las tres tensiones simples de los circuitos trifásicos, y 3 transformadores de intensidad de relación 200/5 A, para obtener las tres intensidades de fase.

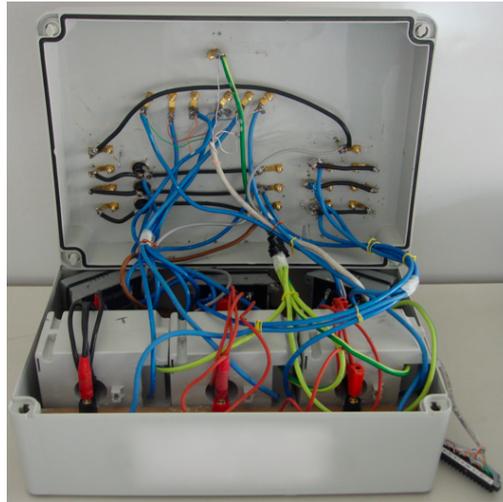


Fig. 7.- Interior del módulo.

En la parte superior de la caja, figura 8, se sitúan los bornes que facilitan la conexión del lado izquierdo a la fuente de alimentación y a la derecha a la carga. En la parte inferior están los bornes de salida de los transformadores de tensión e intensidad que se corresponden con la regleta de conexión situada en el lateral de la caja para conectar la tarjeta de adquisición de datos. El módulo está protegido contra posibles cortocircuitos mediante tres fusibles.

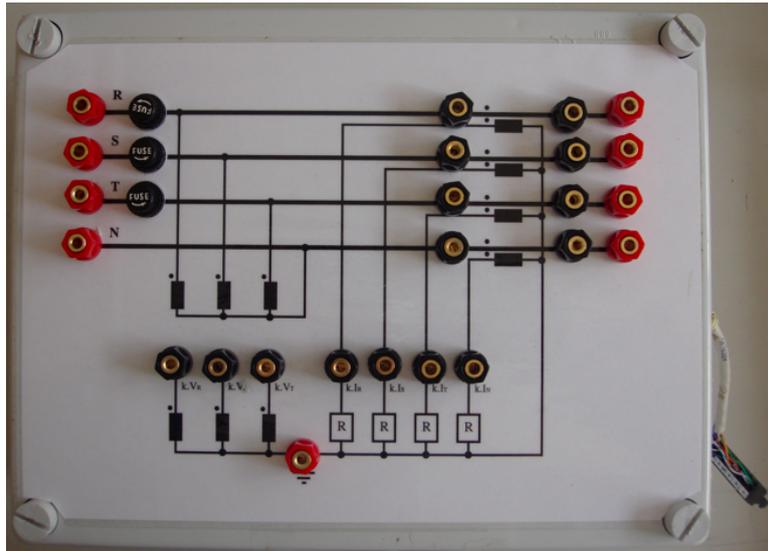


Fig. 8.- Aspecto de la parte superior del módulo.

### 2.3.- Módulo trifásico. Adaptación de tensión e intensidad con resistencias y pinzas de efecto Hall.

Los módulos anteriores no son adecuados para aquellos casos en los que las señales de tensión e intensidad están distorsionadas con valor medio no nulo. En estas situaciones es necesario el empleo de otro tipo de adaptación de señal. Para hacer frente a estos casos se ha diseñado y construido el módulo que se muestra en la figura 9, que permite, por un lado, adaptar las tensiones mediante divisores de tensión y por otro incorporar pinzas amperimétricas de efecto Hall para las intensidades.

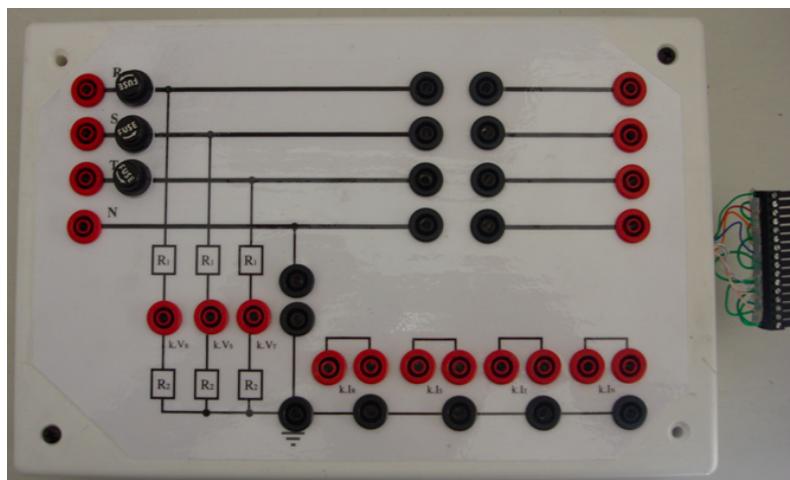


Fig. 9.- Parte superior del módulo.

Por último la figura 10 muestra otros dos adaptadores trifásicos, en este caso solo para las tensiones.

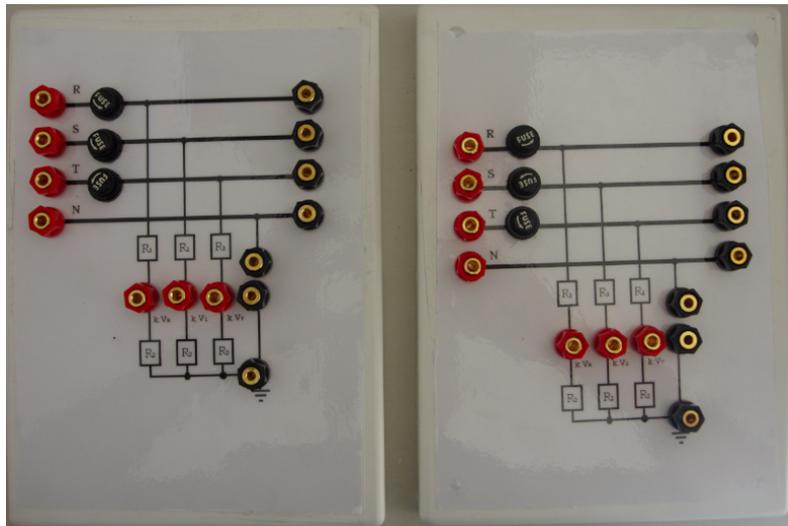


Fig. 10.- Pparte superior de los módulos.

### 3.- RESULTADOS OBTENIDOS.

Se han diseñado, construido e implantado 11 módulos adaptadores. Se han obtenido las constantes de proporcionalidad entre las señales de entrada y salida de los adaptadores, mediante la utilización del multímetro de precisión HM8112-3 mostrado en la figura 11.



Fig. 11.- Multímetro de precisión HM 8112-3.

Se ha comprobado el funcionamiento de los módulos mediante la utilización de la tarjeta USB-6211 y el programa LabVIEW. El resultado ha sido satisfactorio

en todos ellos, las salidas reproducen correctamente en forma y magnitud las señales de entrada.

#### **4.- CONCLUSIONES.**

- Los módulos adaptadores permitirán continuar con el siguiente paso de implantación de los equipos en los laboratorios de ingeniería eléctrica.
- Los equipos proporcionan un avance importante para la realización de prácticas y trabajos dirigidos por la facilidad de almacenamiento de los resultados.
- En el futuro estos equipos sustituirán a los aparatos de medidas y visualización de señales utilizados tradicionalmente, reduciendo el presupuesto de mantenimiento de los laboratorios.
- Se fija como objetivo el desarrollo de más equipos para implantarlos en los tres laboratorios.