

# SISTEMA EDUCATIVO PARA LA FORMACIÓN PRÁCTICA EN AMPLIFICADORES DE AISLAMIENTO

J. FARIÑA, J. MARCOS, E. MANDADO y C. NOVAS

*Departamento de Tecnología Electrónica, Instituto de Electrónica Aplicada “Pedro Barrie de la Maza”, Universidad de Vigo. E.T.S.I.I., Apartado Oficial, 36200-Vigo, España*

*En este trabajo se expone el sistema desarrollado para la realización de prácticas de laboratorio que permitan mostrar el modo de operación y las características de los amplificadores de aislamiento. El conjunto se compone de varias tarjetas con amplificadores de aislamiento de tipo óptico, inductivo, capacitivo y con elementos discretos. Las tarjetas desarrolladas disponen de diversos puntos de prueba y una guía con los circuitos correspondientes para la realización de las distintas prácticas.*

## 1. Introducción

El Departamento de Tecnología Electrónica de la Universidad de Vigo imparte la docencia de las asignaturas de electrónica en distintas escuelas de ingeniería, como son la E.T.S.I. Industriales, la E.T.S.I. de Telecomunicación, la E.T.S.I. de Minas y la E.U.I.T. Industrial. Las asignaturas de electrónica se imparten además en distintas especialidades y con distintos niveles.

Dentro de la formación que se imparte en electrónica analógica se incluyen temas dedicados a los amplificadores de aislamiento. Creemos que son circuitos que el alumno debe conocer por su interés para el acondicionamiento de señales suministradas por sensores. Uno de los problemas con los que nos encontramos es la realización de prácticas de laboratorio que muestren las características de estos circuitos, así como las diferencias entre unos tipos y otros. Por esta razón se han desarrollado un conjunto de tarjetas electrónicas con distintos tipos de amplificadores de aislamiento y una metodología a seguir, que permita al alumno evaluar sus características y analizar el comportamiento de unos y otros.

## 2. Objetivos

Con el fin de mejorar nuestra docencia de laboratorio, en lo referente a los amplificadores de aislamiento, hemos desarrollado un sistema que permite:

- Estudiar el comportamiento de los distintos tipos de amplificadores de aislamiento.
- Medir los parámetros característicos de los amplificadores de aislamiento.

Para lograr estos objetivos se ha desarrollado este sistema educativo que se compone de los siguientes elementos:

- Un conjunto de tarjetas electrónicas con amplificadores de aislamiento de tipo óptico, inductivo, capacitivo y con elementos discretos.
- Una guía para el desarrollo de las prácticas que contiene las siguientes mediciones:
  - Tensión de asimetría. Efectos producidos por la variación de la tensión de alimentación y por la temperatura.
  - Linealidad y error de la ganancia. Efectos producidos por la variación de la tensión de alimentación y por la temperatura.
  - Rechazo en modo aislamiento.
  - Tensión de aislamiento.
  - Respuesta en frecuencia. Medidas de ancho de banda, desfase de la señal de salida respecto a la de entrada, pendiente máxima de variación y tiempo de respuesta.

El diseño y realización del sistema está determinado por los siguientes condicionantes:

- No es posible disponer de instrumentación de gama alta en todos los puestos del laboratorio. Esta situación implica la necesidad de incluir en las tarjetas desarrolladas circuitos de amplificación adicionales a los Amplificadores de Aislamiento.
- Los amplificadores de aislamiento comerciales son circuitos de precio elevado. Este hecho elimina de las prácticas ensayos destructivos o experiencias para comprobar el efecto de superara los rangos máximos de funcionamiento. Además, es necesario evitar que el alumno pueda dañar el circuito. Por ello en el sistema se incluye una fuente de alimentación.
- El parámetro más significativo de los Amplificadores de Aislamiento es la Tensión de Aislamiento. Esta tensión puede llegar a valores elevados ( >2500 Vrms ). Por ello es conveniente prestar atención a la protección del alumno.

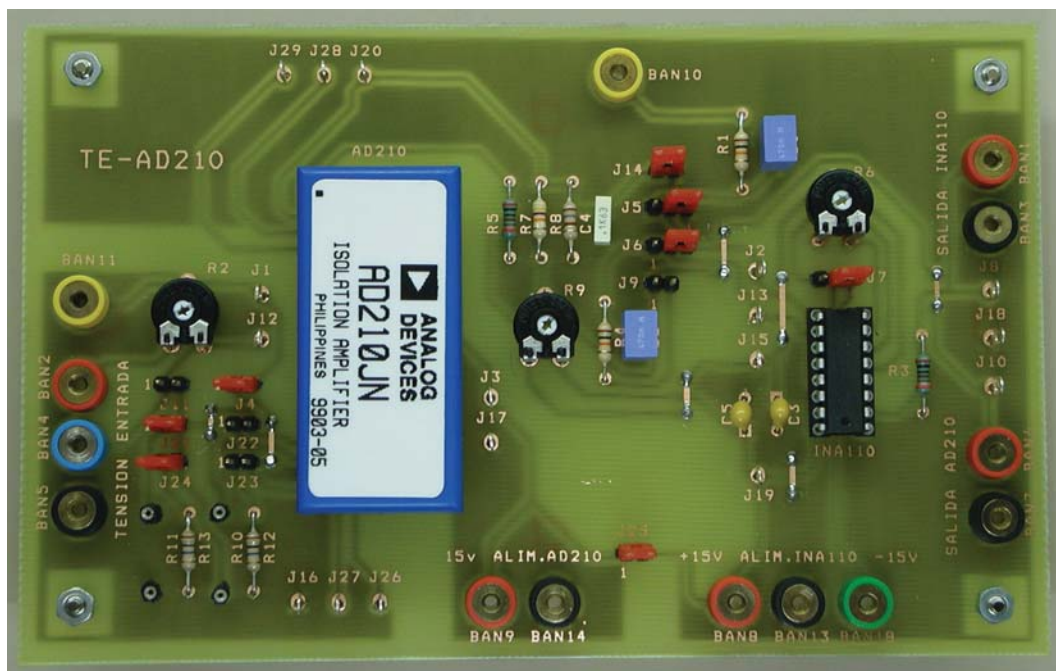
### **3. Hardware desarrollado**

Se han diseñado y realizado cuatro tarjetas para el ensayo y prueba de tres amplificadores de aislamiento integrados y uno discreto. Cada una de las tarjetas de ensayo están constituidas por uno de estos amplificadores y los componentes necesarios para realizar las medidas indicadas en el apartado anterior. La denominación de estas tarjetas es la siguiente:

- TE-HP7800. Esta tarjeta de ensayo tiene un amplificador de aislamiento óptico (HP7800) de dos puertos. Este amplificador tiene entrada y salida diferenciales. Se requieren dos fuentes de alimentación independientes para alimentar al amplificador.
- TE-AD210. Esta tarjeta de ensayo tiene un amplificador de aislamiento inductivo (AD210) de tres puertos. Este dispone de una entrada diferencial y su salida es simple.
- TE-ISO124. Esta tarjeta de ensayo tiene un amplificador de aislamiento capacitivo (ISO124) de dos puertos. Tanto la entrada como la salida de este amplificador son simples.
- TE-IL300. Esta tarjeta contiene un amplificador de aislamiento realizado con componentes discretos. Para el aislamiento se ha utilizado un circuito de acoplamiento óptico denominado IL300 (Siemens). La información se transmite mediante acoplamiento óptico, que está formado por un diodo emisor de luz y dos fotodiodos. En

la tarjeta se pueden realizar cuatro posibles configuraciones para el amplificador de aislamiento discreto, que permiten trabajar con tensiones positivas o negativas, y en las que se puede elegir la salida inversora o no inversora. Con este circuito se puede comprobar la necesidad de realimentación para corregir la falta de linealidad de acoplamiento óptico.

Todas las tarjetas desarrolladas disponen de un amplificador de instrumentación que se utiliza en la medida de las tensiones de asimetría y las medidas relativas a la ganancia. Cada tarjeta lleva todos los componentes necesarios para la realización de las medidas y la conexión de unos u otros se realiza mediante puentes. Como ejemplo se indica en la figura 1, una de las tarjetas desarrolladas.



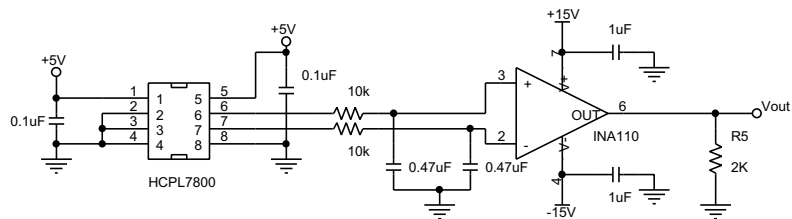
**Figura 1:** Tarjeta TE-AD210

Para facilitar el desarrollo de las prácticas también se ha desarrollado una fuente de alimentación lineal con salidas de +15 V, -15 V y +5 V y ajustables en los siguientes rangos:

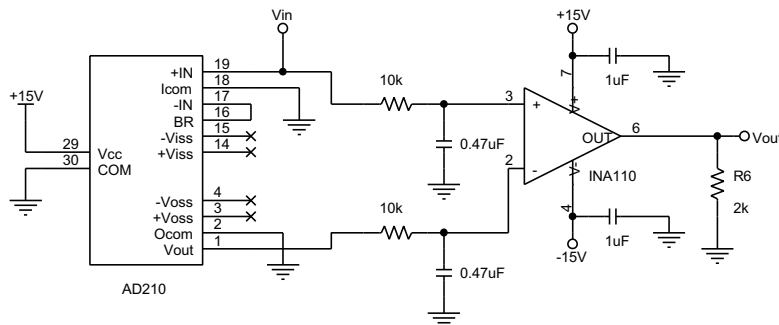
- Para la rama de +15V, la regulación es entre 13V y 18 V.
- Para la rama de -15V, la regulación es entre -13V y -18 V.
- Para la rama de +5V, la regulación es entre 4,5V y 5,5V.

#### 4. Guía para el desarrollo de las prácticas

Esta guía incluye las medidas a realizar, los distintos métodos de medida, los circuitos necesarios para cada medida a realizar y una descripción detallada de los pasos a seguir en la realización de la práctica. Las figuras 2 y 3 constituyen un ejemplo de algunos de los circuitos incluidos en dicha guía. Para cada práctica se establecen los objetivos de la misma, su desarrollo y las mediciones concretas a realizar.



**Figura 2:** Circuito de Medida de la Tensión de Asimetría del HP7800



**Figura 3:** Circuito de Medida de los Parámetros Derivados de la Ganancia para el AD210

## 5. Conclusiones

Con este trabajo se ha conseguido la implementación, diseño, realización y puesta a punto de circuitos amplificadores basados en el amplificador de aislamiento, que permiten la medida y comprobación de parámetros de funcionamiento con la instrumentación disponible en los laboratorios. Hay algunas limitaciones a la hora de medir determinados parámetros debido a las exigencias en cuanto a instrumentación y a las condiciones del entorno donde se realizan las medidas. Por ejemplo, el parámetro “factor de rechazo al modo aislamiento”, no es posible calcularlo experimentalmente con la instrumentación disponible, debido a que se necesita poder aplicar impulsos de amplitud elevada (1000V) en la barrera de aislamiento del amplificador, y a la vez poder medir a la salida una variación de unos pocos milivoltios.

## Referencias

- [1] Manuales de fabricante de Analog Devices (AD210) , Burr-Brown (ISO-124), Agilent Technologies (HP7800), Siemens (IL300).
- [2] T.Tien. *Electronic of Measuring Systems*. Jhon Wiley & Sons, 1987. ISBN 0-471-91157.
- [3] A. Martin. *Instrumentación Electrónica*. Dpto Publicaciones de la EUITT de Madrid. 1994. ISBN 84-86892-18-X.
- [4] J. Díaz, J. A. Jiménez y F. J. Meca. *Introducción a la electrónica de medida. Tomos I y II*. Universidad de Alcalá de Henares (1994).
- [5] A. Manuel, J. Prat, R. R. Ramos y F. J. Sánchez. *Problemas resueltos de instrumentación y medidas electrónicas*. Paraninfo (1994).
- [6] R.F. Graf. *Circuito Amplificadores*. Paraninfo. 1999. ISBN 84-283-2543-X