

# Creación de carteles autoexplicativos para laboratorios de electrónica

Jiménez-Fernández, Carlos J.; Parra, Pilar; Baena, Carmen; Valencia, Manuel  
Dpto. de Tecnología Electrónica, Universidad de Sevilla / Instituto de Microelectrónica de Sevilla  
(Universidad de Sevilla / CSIC)  
Sevilla, España  
cjesus@us.es

**Abstract**—Se presenta un proyecto cuyo objetivo ha sido la creación de carteles que, a modo de tutoriales resumidos, muestran de forma muy visual las tareas básicas a realizar en los laboratorios de electrónica. Están dirigidos a alumnos de asignaturas y titulaciones diversas. Se ha elegido la técnica de carteles por ser un medio muy amigable de refrescar informaciones, permitir contenidos altamente autoexplicativos y tener un coste razonablemente bajo. Se han creado ocho carteles que recogen desde el manejo del instrumental hasta la solución de errores comunes, pasando por la verificación y por la realización adecuada de montajes y medidas.

**Keywords**—Material didáctico, Trabajo en laboratorio, Carteles autoexplicativos, enseñanza de diseño digital.

## I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo surge de un proyecto de Innovación Docente de la Universidad de Sevilla. El proyecto se ha desarrollado en dos Centros: la Escuela Politécnica Superior (EPS) y la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática (ETSII). En concreto, se ha dirigido a las titulaciones de Grado en Ingeniería Electrónica Industrial (EPS) y Grado en Ingeniería Informática (ETSII). Ha sido desarrollado por un grupo de profesores del Departamento de Tecnología Electrónica. Las asignaturas a las que está dirigido son varias y tienen en común dos características: 1/ las prácticas se desarrollan en laboratorios con equipos electrónicos habituales (fuentes, osciloscopios) por alumnos con poca o ninguna experiencia previa; y 2/ la asistencia del alumnado a los laboratorios está espaciada en el tiempo, con lo que las habilidades alcanzadas en una práctica son olvidadas por la mayoría cuando vuelven al laboratorio para realizar la siguiente práctica. El proyecto persigue dar una solución pragmática al problema de refrescar las habilidades adquiridas previamente.

Los grupos de alumnos a los que está dirigido el proyecto, han recibido, a principio de curso, formación en el uso de los aparatos en sesiones específicas para ello, es decir, de forma detallada, y han podido practicar con el instrumental durante dichas sesiones.

La necesidad de este proyecto surgió al comprobarse que en las sesiones de laboratorio siguientes, los alumnos, de forma generalizada, habían olvidado lo aprendido. Esto implicaba que no se consiguiesen los objetivos planteados en cada una de esas prácticas.

Para el desarrollo del proyecto se contó con un grupo de 8 profesores que, tras analizar la problemática, determinaron hasta 8 temas/tutoriales con interés en el conjunto de las asignaturas. Como método de transmisión de información, se eligió el cartel autoexplicativo como el más adecuado y se procedió a su diseño/revisión/rediseño como un trabajo colaborativo. Aunque los trabajos proceden de diferentes autores se ha realizado un esfuerzo para que los 8 carteles presenten un aspecto homogéneo, compartiendo colores y utilizando elementos gráficos similares.

Los carteles están ideados para transmitir y recordar a los alumnos información básica sobre el funcionamiento de los instrumentos, la implementación de los circuitos que tienen que manejar y las formas de verificar su operación y de medir los parámetros.

Dado que las prácticas de las asignaturas involucradas en el proyecto se desarrollan en 4 laboratorios distribuidos en los dos centros, se realizaron 4 conjuntos completos de carteles para los 4 laboratorios involucrados.

Este artículo está organizado como sigue, en el apartado II se describe la información incluida en los carteles, en el apartado III se presentan cada uno de ellos y su contenido concreto y en el apartado IV se resumen las conclusiones del trabajo.

## II. DESCRIPCIÓN DE LOS CARTELES

Las tareas de laboratorio que se han considerado básicas y que por tanto habría que incluir en los carteles son de varios tipos: tres relativas al manejo del instrumental, dos relativas al montaje de circuitos, tanto analógicos como digitales, dos para la verificación de circuito y medida de sus parámetros y una para la solución de errores típicos en el trabajo de laboratorio que podrían ser corregidos de forma autónoma por el propio alumno.

En todos ellos la información se ha presentado de una forma metódica. Se muestra un proceso en diferentes pasos que facilita el recuerdo y la comprensión rápida de los

conceptos planteados y la traslación inmediata a una realización eficaz por parte del alumno, sin necesitar apoyo del profesor. De una manera concisa se le refresca al alumno lo aprendido con anterioridad en 4 o 5 pasos ordenados.

Se ha elegido una misma gama de colores para cada uno de los pasos lo que proporciona una uniformidad en la visualización de los carteles una vez expuestos en los laboratorios. Los carteles han sido impresos a color y en un soporte ligero lo que facilita su colocación y transporte y abarata los costes.

A continuación se describen con detalle cada uno de los carteles.

### 1. Fuente de alimentación y polímetro

El cartel recoge dos instrumentos básicos del laboratorio electrónico: el polímetro y la fuente de alimentación. El primero permite medir diversas magnitudes de señales eléctricas, como la tensión, intensidad de corriente, resistencia, etc. Para ello utiliza una pantalla en la que muestra dicha medida y sus unidades. El segundo se usa para generar las tensiones de alimentación y polarización necesarias para el funcionamiento de los circuitos. En la figura 1 se muestra la imagen del cartel.

Respecto al polímetro, en el cartel se presenta la imagen de un modelo comercial que es usado en la actualidad en los laboratorios. Sobre dicha imagen se etiquetan un conjunto de conectores para facilitar la referencia a ellos.



Figura 1: Cartel 1: Polímetro y fuente de alimentación

Asimismo se muestra cómo medir intensidades y tensiones en un circuito con un “recetario” en pocos pasos.

Respecto a la fuente de alimentación, se muestra la imagen del aparato y el proceso en 4 pasos para la generación de tensiones constantes. Además se hace referencia a dos configuraciones típicas, la alimentación de los circuitos digitales y la de los amplificadores operacionales.

### 2. Generador de funciones

En este segundo cartel se muestra el generador de funciones. El generador de funciones, aunque es un equipo relativamente sencillo, presenta una complejidad adicional para los alumnos y es que la comprobación de algunas de las características de la señal que generan debe hacerse utilizando el osciloscopio. Así no sólo es importante describir los pasos a seguir para configurar el aparato, sino también la secuencia a seguir y si hay que utilizar otros equipos. La imagen del cartel se muestra en la Figura 2.

Sobre una señal periódica se marcan los parámetros configurables: forma de onda (senoidal, triangular o cuadrada) amplitud, frecuencia y componente de continua o tensión de *offset*. La siguiente información es relativa a los pasos a seguir. Aunque el orden de la configuración de los parámetros puede variar, se recomienda seguir uno que primero configure aquellos parámetros que no necesiten la ayuda de otros equipos. Así que la secuencia propuesta es: 1) configuración del tipo de señal, 2) configuración de la frecuencia, 3)

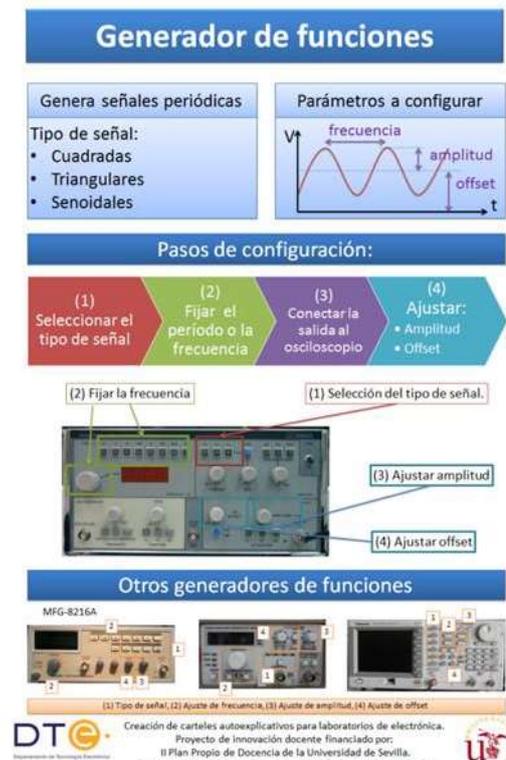


Figura 2: Cartel 2: Generador de funciones

conexión de la salida del generador al osciloscopio, y 4) ajuste de amplitud y *offset* (con ayuda del osciloscopio).

En el cartel se muestra, utilizando la imagen de un modelo concreto de generador, dónde se modifican los parámetros mencionados.

### 3. Osciloscopio

El tercer cartel trata del osciloscopio, aparato para la observación de señales en tiempo real que permite medir con precisión valores de tensión y parámetros temporales de las señales que se visualizan en una pantalla. La complejidad y número de tareas que se pueden realizar con el osciloscopio es alta. Una de las tareas más importantes, previa a cualquier otra, es configurar adecuadamente el osciloscopio para una buena visualización de las señales. Es una tarea relativamente compleja y merece que se le dedique específicamente un cartel. En la figura 3 se presenta el cartel resultante.

En la parte superior del cartel se presenta la imagen de un osciloscopio con un etiquetado de los diferentes mandos. A su lado, en otra imagen se muestran los terminales o sondas en donde se conectan las señales a visualizar indicando cómo ha de realizarse esta conexión.

Asimismo, se ilustran las fases más importantes del proceso de configuración del equipo, estructuradas en cuatro pasos: 1) Conexión de las sondas a las señales; 2) Ajuste vertical de los canales (voltios por división y posición de la línea de referencia); 3) Ajuste de la señal de disparo (selección de la señal a usar como fuente de disparo, tipo de

disparo y ajuste de la tensión de disparo); y 4) Ajuste horizontal (segundos por división y posición horizontal del disparo).

### 4. Montaje de circuitos digitales

El objetivo de este cartel es explicar cómo se procede para realizar un adecuado montaje de un circuito digital basado en circuitos integrados. En la figura 4 se presenta el cartel resultante.

Se establece un procedimiento ordenado en cuatro pasos que pasamos a detallar.

En el primero se muestran la regleta de montaje y su esquema de conexiones internas. Sobre ella se marca la posición y la orientación que deben presentar los circuitos integrados sobre ella y como introducir las tensiones de polarización.

En el segundo paso, sobre un esquema de la estructura del circuito que se quiere implementar, se van identificando las entradas, nudos internos y salidas con cada uno de los pines del circuito integrado que se utilice. Para ello se recomienda anotar el número del pin sobre el esquema del circuito. Asimismo, es importante identificar dónde se encuentran los pines de polarización del circuito integrado.

En el tercer paso se muestra cómo deben realizarse las conexiones entre los pines mediante cables siguiendo el esquema del paso anterior.

Por último, se explica cómo se procede para la puesta en

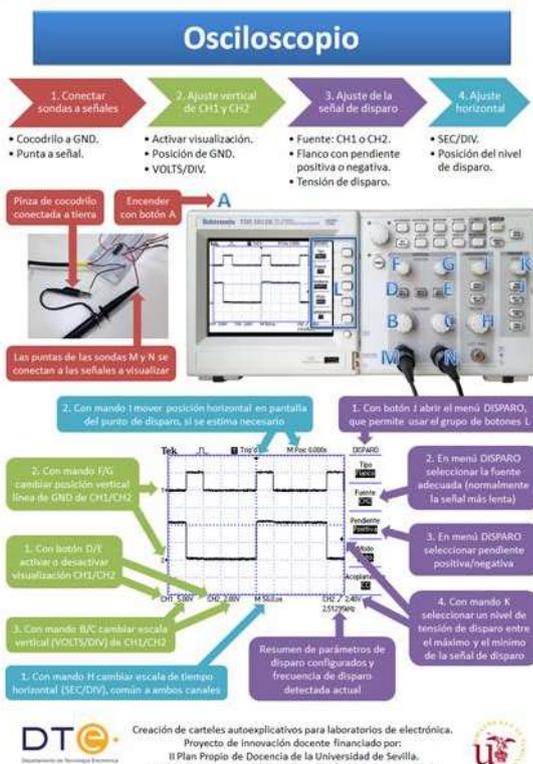


Figura 3: Cartel 3: Osciloscopio

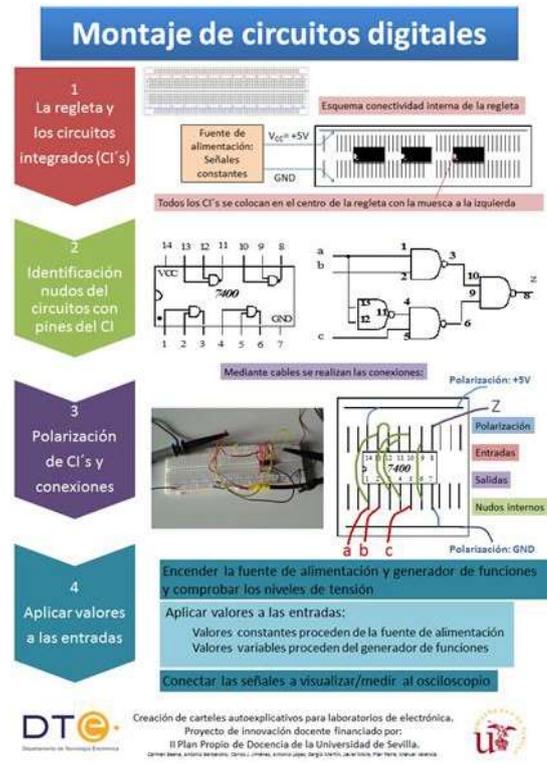


Figura 4: Cartel 4: Montaje de circuitos digitales

marcha aplicando los valores adecuados (constantes o variables) a las entradas del circuito y utilizando para ello los correspondientes instrumentos como la fuente de alimentación o el generador de señal. Posteriormente, se indica que se podrá comprobar/medir el comportamiento entrada/salida del circuito implementado utilizando instrumentos como el osciloscopio.

### 5. Montaje de circuito analógico

Con este cartel se ilustra la relación existente entre la descripción gráfica de un circuito analógico y su realización práctica, así como el conjunto de conexiones necesarias entre el instrumental y el circuito. En la figura 5 se muestra el cartel desarrollado.

Se ha partido del esquemático de un circuito concreto. Dicho circuito debe ser simple para que el alumno no se pierda en la estructura del mismo, pero, a la vez, recoger los principales detalles a tener en cuenta a la hora de realizar un montaje experimental. Estos son los siguientes: la realización física del circuito, su alimentación eléctrica, la excitación del circuito y la medida de las señales de interés.

En la realización física del circuito, es necesario disponer los distintos componentes sobre la regleta de montaje con el menor número posible de conexiones eléctricas y de forma que interfieran lo mínimo posible en la realización del mismo (conexiones cortas, rectas, sin cruces y sin superponerse sobre los componentes). Para ilustrar esto se ha incluido una

fotografía ampliada del circuito montado sobre la regleta de prototipos.

Para la alimentación eléctrica es necesario conectar la fuente de alimentación con el circuito en los puntos adecuados. Para ello, hay que identificar la posición de los conectores de la fuente de alimentación y las posiciones del circuito donde hacer dichas conexiones. Esto se ha presentado, poniendo una foto ampliada de la zona de conexiones de la fuente de alimentación y etiquetando sobre la imagen del circuito montado, los puntos de conexión, en el ejemplo: +15V, -15V y GND.

Para la excitación hay que conectar el generador de funciones en determinados puntos del circuito. Ahora hay que identificar la posición de los conectores de dicho instrumento y las posiciones del circuito donde hacer dichas conexiones. Nuevamente se ha utilizado una foto ampliada de la zona de conexiones del generador de funciones y se han etiquetado los puntos de conexión, GEN+ y GEN-.

De forma similar se ha procedido con el osciloscopio para indicar cómo medir las señales de interés.

### 6. Realización de tareas de test y verificación

El objetivo final de la mayoría de las prácticas es comprobar el correcto funcionamiento del circuito objeto de estudio. Dar una idea simple de cómo se debe realizar esta tarea de forma ordenada y en el caso de circuitos digitales es el objeto del póster "Proceso de test".

El instrumento más adecuado para verificar circuitos digitales es el analizador lógico. Sin embargo, no los hay en los laboratorios a los que van dirigidos estos pósters, sino que están dotados con el instrumental electrónico típico: fuente de continua, generador de señal y osciloscopio. También disponen de LEDs como elementos simples para la visualización de 0's y 1's. De aquí que el póster se centre en el proceso de test usando solamente esos instrumentos. En la figura 6 se presenta este cartel.

El criterio principal que se plasma en el póster es la idea de ordenar los pasos a dar en el test, pero también se recogen las peculiaridades del caso combinatorial frente al secuencial, del uso del estímulo estático frente al dinámico, y del osciloscopio frente a los LEDs. Los pasos del test plasmados son:

1) El trabajo previo, centrado en dos aspectos: el objetivo del test (función a comprobar) y la implementación (objeto que se prueba). En cuanto al objetivo, se trata de comprobar el funcionamiento teórico descrito bien por el mapa de Karnaugh, bien por la tabla de transición de estados/salidas, según sea el caso de la función. En lo que se refiere a la implementación, lo más significativo para el test es la visión de entrada/salida del circuito y no tanto los detalles del interior, por lo que en la implementación se deben distinguir claramente qué señales son las de entrada y cuáles las de salida.

2) Preparar los estímulos de entrada, tanto estáticos como dinámicos. En general podrán disponerse de excitaciones estáticas —a través de las líneas de alimentación GND y +5V— o dinámicas, éstas con la limitación de disponer de una sola

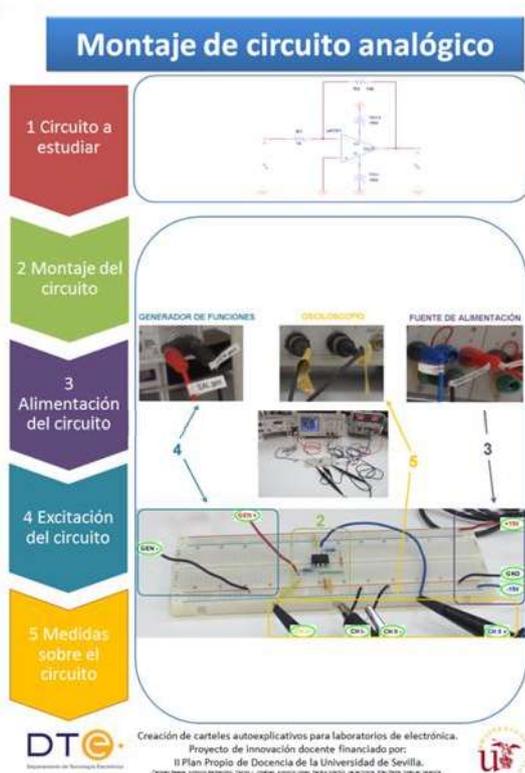


Figura 5: Cartel 5: Montaje de circuito analógico

señal cuadrada entre 0 y +5V. Esta señal dinámica se usará como señal de reloj en los circuitos secuenciales, excitando de forma estática a las restantes entradas. En los combinacionales la señal dinámica se puede usar en una de las entradas mientras las restantes son excitadas con valores estáticos, o bien se puede optar porque todas las entradas sean estáticas.

3) Preparar la observación de señales: las señales a observar se conectan a los instrumentos de medida. El tipo de estímulos elegidos, estático o dinámico, determina el instrumento de observación y la cantidad de señales observables simultáneamente. En el caso estático junto con el uso de LEDs como instrumento, se podrán conectar muchas - si no todas- las señales de entrada/salida de la función combinacional. Por el contrario, si se usa una señal dinámica, se conectará esta señal (entrada) al canal 1 del osciloscopio y una de las salidas al canal 2 para, así, poder visualizarlas simultáneamente.

4) Por último, aplicar el test y comprobar las funciones "objetivos" del primer punto. En funciones combinacionales se trata de comprobar todos los casos de entrada y, en las secuenciales, ir comprobando de dos en dos el reloj, las variables de estado y las de salida. Se destacan en este punto diversas peculiaridades, como son: que estimular al circuito mediante código Gray disminuye el número de cambios de cables, que el uso de LEDs está restringido solamente al caso estático o, como mucho, de frecuencias cercanas al hercio, que cuando se están observando las señales de los circuitos

secuenciales es típico que aparezca el problema de disparo y que es aconsejable disparar el osciloscopio con la señal más lenta.

### 7. Realización de medidas de tiempo

La respuesta temporal de los circuitos digitales tiene un impacto directo sobre su rendimiento al afectar a la frecuencia máxima de operación. Es por esto que encontramos fundamental transmitir adecuadamente a los usuarios del laboratorio cuál es el proceso a seguir para realizar una medida correcta. En la figura 7 se presenta este cartel.

En primer lugar, hemos querido establecer claramente las dos medidas de tiempo fundamentales: tiempos de transición y tiempos de propagación. Así, la primera parte del póster se dedica a presentar las características particulares de cada una de ellas mediante dos cuadros que se presentan en paralelo. Este tipo de presentación en paralelo se mantiene durante el resto del póster con la idea de permitir una mejor comparación entre dos procesos que siendo parecidos presentan algunas diferencias.

Tras los dos primeros recuadros se presentan dos dibujos esquemáticos en los que se resalta la medida a realizar. En la parte central del póster, se presenta una guía con los pasos a seguir, a la vez que en ambos laterales se van mostrando las pantallas típicas que deberían irse obteniendo en un osciloscopio a medida que se realizan los pasos

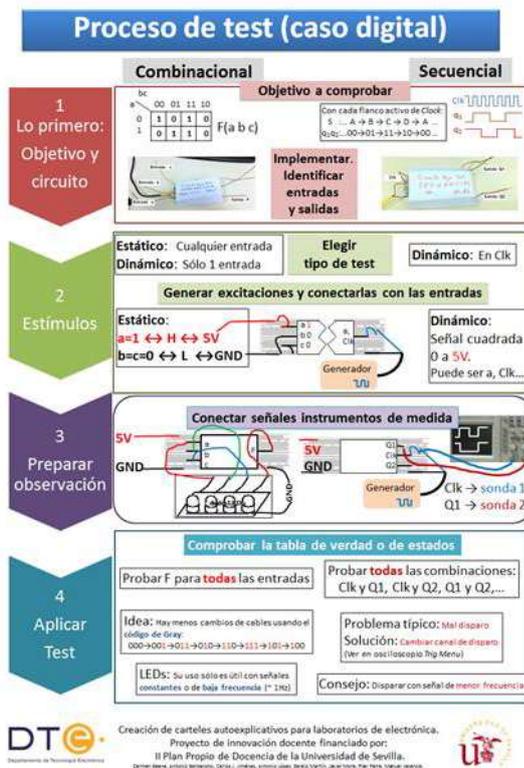


Figura 6: Cartel 6: Proceso de test (caso digital)

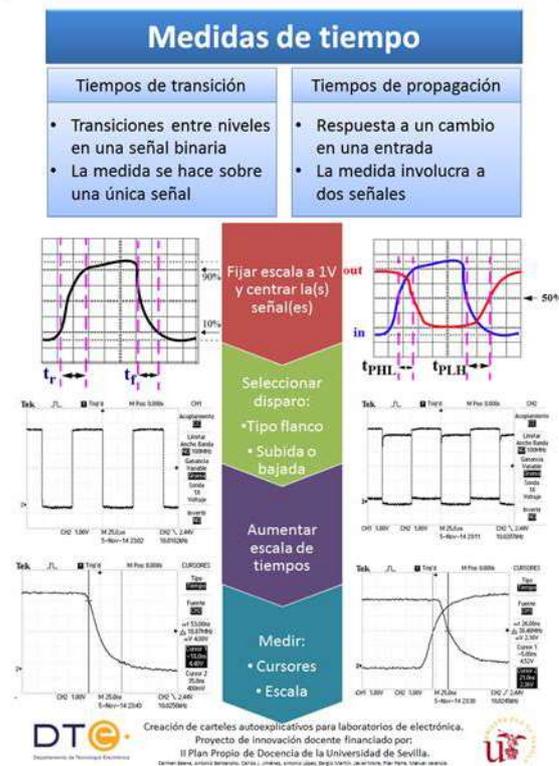


Figura 7: Cartel 7: Medidas de tiempo

recomendados. Estos son: 1) elección adecuada de las escalas y de la posición de la línea de referencia con el objeto de presentar las señales en el centro de la pantalla, y aumentar la precisión en la medida; 2) selección del tipo de disparo que ha de ser por flanco y de subida o bajada según la medida a realizar; 3) aumentar la escala de tiempos para la adecuada medición de los parámetros y 4) realizar la medida.

#### 8. Pasos para la solución de errores

Uno de los aspectos más difíciles de transmitir a los alumnos es la metodología a seguir para descubrir dónde está el fallo cuando un circuito no funciona. En este cartel se ha sistematizado el proceso de búsqueda de posibles elementos que están fallando. En la figura 8 se presenta este cartel.

Se han propuesto cinco pasos que se describen brevemente a continuación:

1) Conocimiento del funcionamiento del circuito. En muchos casos el alumno no conoce muy bien qué salidas debe proporcionar el circuito que está comprobando. Por ello la primera recomendación ha de ser que conozca las salidas que espera obtener del circuito y que las compare con las que está obteniendo. Para ello debe hacer uso de la memoria de la práctica y del estudio teórico realizado.

2) Revisión del montaje. Una vez que se está seguro de que los valores de las salidas no coinciden con los valores esperados, hay que pasar a revisar el montaje. Esta revisión

tiene varios pasos: revisión de las conexiones de los componentes, detección de entradas y salidas sin conectar, etc. Aquí debe hacerse uso del esquema del montaje que se desea realizar para compararlo con el montaje que efectivamente se ha realizado.

3) Generación de las señales. El siguiente paso consiste en comprobar que las señales se están generando de forma correcta. Comprobar las tensiones de alimentación y las tensiones de entrada (tanto continuas como alternas). Se deberá hacer uso del osciloscopio para comprobar los valores de las señales.

4) Localización del fallo. Este paso consiste en hacer un seguimiento en la señal desde la entrada a la salida. Esto se hace utilizando una sonda del osciloscopio y conectándola a distintos puntos del circuito. A partir de los valores obtenidos para esas señales intermedias se detecta dónde se está produciendo el fallo, así como las posibles causas (cables mal conectados, componentes defectuosos, etc.)

5) Avisar al profesor. Este se presenta como el último paso a seguir. Para muchos alumnos, este es considerado como primer paso, pero ha de ser el último. El alumno debe ser capaz, no sólo de realizar el montaje, sino también de realizar la verificación en caso de que falle. Por eso es importante que adquiera el hábito de solo acudir al profesor cuando ya no tenga más caminos que seguir para encontrar por qué un circuito no funciona.

### III. RESULTADOS

En este apartado se presenta el resultado final del proyecto realizado. En primer lugar, destacar que pese a las dificultades inherentes al hecho de que los autores del proyecto son 8 profesores de 4 asignaturas distintas y trabajando en 2 centros diferentes distanciados físicamente, se ha desarrollado un trabajo colaborativo y se ha completado con éxito.

En segundo lugar, dado que la financiación del proyecto fue escasa, los carteles han sido impresos en tamaño A2 a color y en un soporte ligero lo que facilita su colocación y transporte y abarata los costes. Pese a las dificultades económicas, fue posible completar 4 conjuntos de los 8 carteles que fueron instalados en los 4 laboratorios de los 2 centros. En las figuras 9, 10, 11 y 12 se presentan fotos de los cuatro laboratorios.

### IV. CONCLUSIONES

El resultado de la experiencia ha sido altamente positivo tanto por el éxito en el desarrollo del trabajo colaborativo a pesar de las dificultades, como por la gran acogida que entre alumnos y profesores han tenido los carteles expuestos en los laboratorios. El objetivo que nos planteábamos con la realización de los carteles ha sido cubierto ampliamente, pues han proporcionado una forma eficaz de recordar los principales procedimientos del trabajo en laboratorio. El alumno, con solo un vistazo, es capaz de recordar los detalles importantes de la tarea que tiene que hacer sin perturbar al resto de compañeros. De esta forma el profesor se ve liberado de esta tarea y puede invertir el tiempo de clase en presentar los nuevos contenidos de cada práctica.



Figura 8: Cartel 8: Solución de problemas

## V. AGRADECIMIENTOS

Este proyecto de Innovación ha sido desarrollado gracias a la labor de 8 profesores del Departamento de Tecnología Electrónica de la Universidad de Sevilla. Por un lado, los firmantes de este artículo y, por otro, son: Sergio Martín Guillén, Antonio Barbancho Concejero, Antonio López Ojeda y Javier Mora Merchán.

El proyecto, “Creación de carteles autoexplicativos para laboratorios de Electrónica”, en Modalidad B de las Ayudas de innovación y mejora docente. Convocatoria 2013-2014. Plan Propio) ha sido financiado por la Universidad de Sevilla.



Figura 9: Carteles en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática (Laboratorio 1)



Figura 11: Carteles en la Escuela Politécnica Superior (Laboratorio 1)



Figura 10: Carteles en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática (Laboratorio 2)



Figura 12: Carteles en la Escuela Politécnica Superior (Laboratorio 2)