

# LAS VISITAS A EMPRESAS ELECTRÓNICAS

G. ARANGUREN, I. ODRIOZOLA, J. GÓMEZ y I. M. RUBINA , L. A. LÓPEZ NOZAL  
*Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones. Escuela Técnica Superior de Ingeniería.  
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. Bilbao. España.*

*En los nuevos modelos de enseñanza superior se promueve el "aprender haciendo". Sin duda una de las mejores formas de aprendizaje es la visita a empresas. Las visitas a empresas del sector electrónico proporcionan un valor añadido al aprendizaje. Esto justifica vencer las dificultades que se presentan para hacerlas. Cuando se realizan estas visitas suelen mantenerse al margen del proceso de desarrollo de competencias y evaluación. En este artículo se aportan algunas ideas para incluir las visitas plenamente en el proceso formativo.*

## 1. Introducción

Todos recordamos las visitas que hemos realizado a ver el proceso de producción en una empresa: cuando estábamos en el colegio o en la universidad, con motivo de un proyecto o una reunión científica, etc. Sin duda guardamos de esas visitas un recuerdo agradable y un conocimiento imborrable: una imagen vale más que mil palabras.

El actual marco de enseñanza, el Espacio Europeo de Enseñanza Superior y los nuevos modelos de enseñanza, nos anima y posibilita a realizar tareas con los estudiantes donde “aprendan haciendo”. Sin duda un buen método es la visita a una empresa o industria donde se muestre la labor del ingeniero, bien en si misma o bien a través de un proceso de producción.

Pero, ¿qué dificultades existen y por qué se realizan tan pocas visitas a empresas? Preguntando a estudiantes de últimos cursos de nuestras titulaciones podemos constatar que, con suerte, apenas han visitado una o dos empresas dentro de su plan formativo.

Podemos encontrar muchas dificultades para realizar este tipo de tareas: la fabricación queda fuera del plan de estudios (algo asombroso, enseñamos a diseñar equipos y máquinas que no sabemos cómo se pueden fabricar), no hay empresas cercanas, no tenemos los contactos, es complejo organizar la visita porque la universidad o nuestro centro impone cantidad de trabas administrativas, etc. Pero no debemos olvidar que puede suponer un gran paso en la formación de nuestros estudiantes y en su preparación para el ejercicio profesional.

En los siguientes apartados se va a mostrar cómo realizar una visita a una empresa y cómo incorporarlo dentro del plan de aprendizaje en base a la experiencia realizada en la asignatura de Diseño de Sistemas Digitales Avanzados en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao [1].

## 2. Tipos de empresas

Las distintas áreas de conocimiento requieren distintos tipos de empresa y enfoques de las visitas. La ingeniería mecánica o la ingeniería civil pueden encontrar con facilidad empresas con procesos directamente relacionados con esas áreas, en parte es debido a las dimensiones que tienen las máquinas o las infraestructuras construidas, que reflejan claramente el trabajo de diseño e ingeniería.

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones tienen una dificultad importante: en general los productos son pequeños o abstractos y a simple vista no reflejan el trabajo del ingeniero. La mayor parte de empresas relacionadas con las TIC son ingenierías en las que se pueden *escuchar* explicaciones, pero sólo se puede *ver* gente sentada delante de ordenadores y como mucho algún demostrador. Por eso este tipo de empresas requieren un enfoque propio en las visitas.

Dejando momentáneamente de lado las empresas relacionadas con la electrónica pero dentro de las empresas de tecnologías de la información y las comunicaciones se pueden visitar empresas o instituciones que hagan un uso intensivo de las comunicaciones: operadores de telefonía, estudios de televisión, centros de control de tráfico, puestos de mando ferroviarios, torres de control de tráfico aéreo, etc. Todas estas tecnologías las podemos considerar abstractas, ya que las tareas de ingeniería no se reflejan directamente sino a través de los equipos electrónicos y las demostraciones de su funcionamiento.

Centrándonos en la electrónica y sus técnicas asociadas vemos que tenemos otros parámetros bien distintos.

Los profesores de asignaturas relacionadas con el ámbito de la electrónica podemos solventar este problema con mayor facilidad. Las empresas relacionadas con el proceso productivo de material electrónico pueden servirnos para la realización de visitas. Si no existe en el plan de estudios una asignatura relacionada con la fabricación electrónica se puede realizar la visita asociada a cualquier otra asignatura de electrónica.

El proceso productivo de la electrónica lo encontramos en tres ámbitos:

- La fabricación de dispositivos.
- La fabricación de circuitos impresos.
- El montaje de componentes sobre los circuitos impresos.

Es difícil encontrar empresas de fabricación de dispositivos. En los países de nuestro entorno este campo está limitado a unos pocos fabricantes y, la mayoría, de dispositivos discretos. Normalmente no encontramos en las cercanías empresas de fabricación de circuitos integrados. No obstante, donde existen suelen mantener una buena relación con las universidades y consiguen buenos vínculos de cooperación para el aprendizaje.

Algo más fácil es buscar fabricantes de circuitos impresos. Buscando en Internet se pueden encontrar del orden de unas cien empresas fabricantes de circuitos impresos entre la Península Ibérica, América Central y América del Sur.

Todavía es más fácil encontrar empresas de montaje de componentes sobre circuitos impresos, algunas de baja tecnología limitadas a componentes de inserción y muchas con capacidad de montaje de todo tipo de componentes: SMD y de inserción.

Estos dos tipos de empresa tienen gran interés para nuestros estudiantes de electrónica, porque les sirven para completar su formación excesivamente académica.

### **3. ¿Qué se puede aprender y enseñar?**

Gran parte de nuestra enseñanza actual está limitada al diseño y cálculo de circuitos electrónicos, descuidando otros aspectos como la producción. Debemos tener en cuenta que nuestros estudiantes generalmente acaban trabajando en una empresa o bien creando su propia empresa y por eso deben

conocer qué es una empresa. Muchas de las empresas que contratarán a nuestros egresados son de producción electrónica o que montan circuitos electrónicos, otras son de comercialización de productos electrónicos o afines, también existen ingenierías donde se integran diversas tecnologías y, por último, algunas pocas se dedican al diseño electrónico. Por tanto, por pura probabilidad una gran parte de nuestros estudiantes de electrónica no se dedicarán al diseño y cálculo electrónico y acabaran trabajando en otras áreas de la ingeniería electrónica como la producción, mantenimiento, integración de tecnologías, dirección de empresas, etc.

La visita a una empresa les puede servir para conocer un determinado proceso: fabricación de circuitos impresos, montaje, etc. Pero también les ayuda mucho más a conocer cómo se debe realizar un diseño o qué parámetros manejar.

Por ejemplo la visita a una empresa de fabricación de circuitos impresos puede servir para aprender:

- qué materiales se utilizan en la fabricación de un circuito impreso,
- qué es y cómo se fabrica un circuito impreso de cuatro capas,
- cómo es el proceso de taladrado y para qué sirven las vías (figura 1),
- por qué después del taladrado es necesario realizar una metalización,
- qué es la capa de resistente a soldadura,
- para qué sirven los puntos fiduciaros,
- qué es la serigrafía,
- anchura a utilizar en las pistas,
- qué efectos tiene este proceso sobre el medio ambiente,
- etc.



**Figura 1.** Máquina de taladrado de circuitos impresos.

En las explicaciones que reciben normalmente en clase no se recogen estos conocimientos, por lo que si bien saben utilizar la herramienta de diseño esquemas electrónicos y de circuitos impresos, no saben cuantas capas debe tener un circuito impreso, las anchuras normales de pistas, como distribuir la alimentación, como generar las huellas de los componentes, etc. Esta información es fundamental para hacer circuitos que no sólo funcionen en un simulador ideal, sino que también se puedan fabricar y funcionen en la realidad.

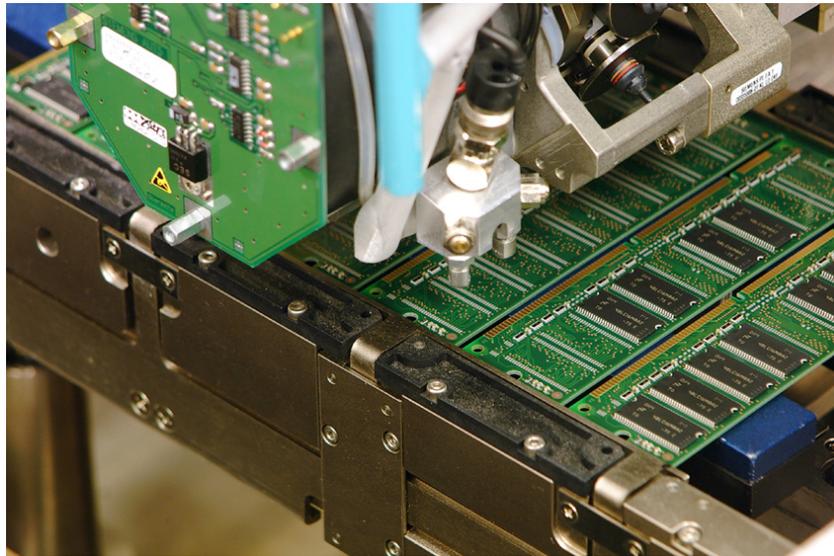
En una empresa de montaje de componentes sobre circuitos impresos se puede aprender otro montón de aspectos del diseño electrónico:

- qué es la pasta de soldadura y cómo se deposita en las huellas (*footprints*),



**Figura 2.** Máquina de serigrafía de pasta de soldadura.

- cuál es el proceso de montaje de los componentes de inserción y SMD (figura 3),
- cómo realizar un adecuado emplazamiento de componentes en el diseño,
- qué tipos de hornos existen y cuál se utiliza en cada caso (figura 4),
- qué sistemas de inspección de circuitos se utilizan
- qué es una cama de pinchos y qué tipo de terminales se utilizan (figura 5),



**Figura 3.** Máquina de emplazamiento de componentes SMD (*pick and place*).

- por qué y cómo se deben hacer puntos de test en un circuito,
- qué problemas se deben resolver en el acopio de componentes,
- cómo se suministran y disponen los componentes para su montaje,
- cómo influyen las normativas que prohíben el empleo de plomo en el proceso de montaje,
- etc.



**Figura 4.** Soldadura por ola.

La visita a una empresa de este tipo puede mejorar mucho el proceso de diseño de un circuito, es más, sin conocer el proceso de fabricación y los procedimientos de test de calidad es muy difícil diseñar un equipo que pueda comercializarse y producirse en condiciones competitivas.



**Figura 5.** Cama de pinchos para inspección de circuitos.

Pero tal vez es más importante aprender qué es una empresa. Durante los últimos años hemos realizado en nuestra Escuela visitas a una empresa de montaje de componentes. En la parte de charla con el director de la fábrica los estudiantes se han mostrado más interesados en preguntar sobre los aspectos empresariales que sobre los aspectos técnicos. Su interés se ha centrado en los siguientes temas:

- cómo se consigue el capital para fundar una empresa,
- qué pasos hay que dar para constituir una empresa,

- cómo se consiguen clientes,
- cómo está el mercado actual de la electrónica,
- qué posibilidades laborales hay en electrónica,
- qué tiene una empresa que no tenga otra,
- etc.

No debemos olvidar que al principio de la vida profesional de un ingeniero normalmente se dedica a tareas técnicas, pero a medida que avanza en su vida profesional suele tender a realizar cada vez más tareas de dirección técnica o empresarial. Por lo tanto se debe hacer énfasis en el desarrollo de las competencias generales o transversales y un buen modo es conocer el funcionamiento diario de una empresa.

Enseñar todo esto a través de clases magistrales nos puede llevar mucho tiempo y no asegurarnos el aprendizaje. Por el contrario con la visita a una empresa en unas pocas horas podemos enseñar algo de todo esto y, sin duda, el aprendizaje de la mayor parte está asegurado.

Además, lo que se aprende en la visita incide positivamente en el interés por la materia asociada y facilita comprender otras cuestiones más teóricas.

#### **4. Cómo organizar la visita a una empresa**

En lo que respecta a la relación con la empresa siempre será necesario contar con su colaboración y establecer los vínculos de la manera que se considere más adecuada. Siempre es bueno que, durante la visita, se deje algún tiempo para las explicaciones de un técnico o directivo de la empresa y un tiempo suficiente para preguntar y resolver las principales dudas o intereses de los estudiantes. Para todo esto es fundamental que las personas de la empresa conozcan el interés y los objetivos del aprendizaje que se va a realizar.

La visita al proceso de fabricación también tendrá que cuidarse en todos sus aspectos: explicaciones adecuadas, grupos de estudiantes reducidos, conocer el proceso completo y de manera ordenada, evitar cualquier peligro, etc.

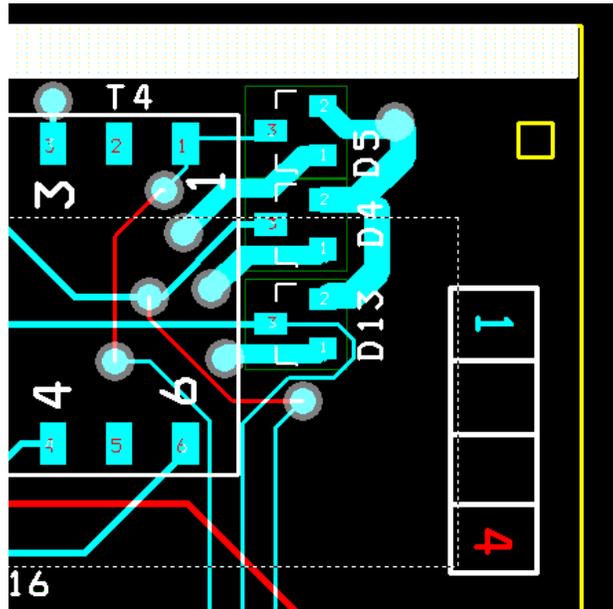
Respecto a la organización académica se van a dar algunas ideas fruto de la experiencia realizada durante los últimos años.

La visita se puede organizar sin ninguna componente académica: sin intentar desarrollar competencias ni evaluar el progreso del aprendizaje, lo que puede convertir la visita en un día de excursión cultural con poco rendimiento formativo. Otra posibilidad es tratar de organizar la visita buscando el desarrollo de distintas competencias y evaluando el desarrollo de las mismas.

En la asignatura mencionada se ha tratado de desarrollar las siguientes competencias:

- Interés por las nuevas tecnologías. Normalmente en este tipo de tarea el interés está asegurado.
- Adquirir capacidades para el diseño y validación en el resto de procesos que afectan a un dispositivo o circuito electrónico (figura 6).
- Adquirir conciencia de que se fabrica a escala. Escala que se traslada a todo a los precios, a los errores que se cometan en el diseño, etc. Conocer que un producto debe tener una buena presentación y acabado, en ocasiones debe formar parte de un sistema más grande y tiene importancia aspectos como la dimensión física, el consumo eléctrico, la disipación térmica, los anclajes, etc.

- Comprender que un producto debe someterse a un proceso de control de calidad y todas las consecuencias que tiene en el diseño. Es muy importante diseñar el proceso de control de calidad a la vez que se diseña el circuito (figura 6).
- Capacidad de expresión oral manifestada en el diálogo con los anfitriones al realizar preguntas sobre aspectos de interés.
- Capacidad de síntesis y razonamiento manifestado en la realización de un informe.



**Figura 6.** Vista parcial del diseño de un PCB donde se puede ver: un punto fiducial, identificador de capas, plano de masa y puntos de test..

Para facilitar el interés por desarrollar estas competencias y poder evaluarlo se les pide a los estudiantes que acuden a la visita que realicen un breve informe de una sola hoja y lo entreguen en la plataforma de e-learning, Moodle, de la asignatura. Se procura que el informe no se quede en generalidades. Para eso se les propone un título para el informe del estilo siguiente:

- Enuncia y describe una razón para contratar a la empresa.
- Desde tu punto de vista, ¿cuál es la principal fortaleza y la principal debilidad de la empresa?
- ¿Qué proceso te parece que se puede mejorar y por qué?
- ¿Cuál es el punto más crítico de la fabricación?
- Describe algún aspecto del diseño que influye en la fabricación.
- Describe elementos del diseño que tiene relación con el control de calidad.

Todas estas preguntas tienen múltiples soluciones y en el razonamiento de la contestación está reflejada la destreza adquirida o desarrollada por el estudiante.

Un informe de este estilo puede tener como consecuencia que varios estudiantes entreguen el mismo ejercicio o semejante. Para evitar eso, además de la adecuada corrección, se les indica que la respuesta dada debe ser diferente de la del resto de compañeros para poder obtener la máxima nota. Por ejemplo, si dos razones para contratar a la empresa coinciden aunque con exposiciones claramente diferenciadas, los estudiantes tienen limitada la nota que pueden alcanzar en el ejercicio. De esta forma se les está valorando la originalidad.

En estos años realizando este ejercicio, el estudiante que mejor realizó el ejercicio comentaba que en las dos horas que duró la visita es imposible determinar una razón técnica para contratar a la empresa, pero que la persona que guió la visita había sabido en ese tiempo transmitir confianza y manifestar el buen trato con los trabajadores. Esas eran unas buenas razones para contratar a la empresa. El estudiante había trascendido la parte técnica y había llegado a ver que la ingeniería no es una simple serie de fórmulas o técnicas. Hay unas relaciones humanas, un trabajo en equipo, una coordinación de tareas, un conocimiento tecnológico, etc. Competencias que también se deben empezar a adquirir durante la etapa formativa en la universidad.

## 5. Vídeos

Una alternativa a la imposibilidad de visitar una empresa por la distancia o el costo que pueda tener es utilizar vídeos que muestren estos procesos. La Universidad Politécnica de Valencia tiene experiencia y producción de vídeos propios [2]. También se pueden encontrar en distintas páginas Web [3] y [4].

## 6. Conclusiones

En el actual marco de enseñanza se deben buscar tareas o actividades que faciliten el “aprender haciendo” de los estudiantes. La realización de visitas a empresas es sin duda una de las tareas con mayor rendimiento respecto del aprendizaje.

El tipo de empresa adecuada para visitar debe dedicarse a la producción de circuitos impresos o montaje de componentes, sin descartar otras posibilidades. Además se debe buscar el aprendizaje transversal sobre el funcionamiento de una empresa.

El conocimiento del proceso productivo de una empresa sirve para facilitar el diseño de los circuitos electrónicos.

La visita a una empresa debe incluirse en el ámbito académico tratando de desarrollar competencias y siendo evaluada como una actividad más.

Ante la imposibilidad de realizar las visitas se puede utilizar los vídeos disponibles en páginas Web determinando de igual manera un aprovechamiento académico.

## Referencias

- [1] G. Aranguren. Otra enseñanza es posible: una experiencia didáctica en diseño electrónico. VII Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica, Universidad Politécnica de Madrid. 2006, Madrid.
- [2] T. Sansaloni, A. Guill, J. A. Pérez, J. Prosper, A. Lava. *Video sobre el montaje automatizado de placas de circuito impreso*. VII Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica, Universidad Politécnica de Madrid. 2006, Madrid.
- [3] Página del proyecto CITA2. En curso sobre tecnologías y fabricación. Apartados 5 y 6. Entrada como invitado sin clave. (26/10/2007) <http://cita2.euitt.upm.es/moodle/course/view.php?id=14>.
- [4] Página popular de vídeos. <http://www.youtube.com>. Vídeos con interés: “Automatic pick & place system Philips Topaz X”, “Homebrew Surface Mount Pick and Place Taig Mill Conversion”, “PCB drilling”, “Wave Soldering”, “Paste Soldering”, etc.