



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES**

**Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática**

# **Fabricación de placas de circuito impreso con Proteus**

**Autor:**

**Gallardo Puertas, Omar**

**Tutor:**

**Mena Rodríguez, José Manuel  
Tecnología Electrónica**

**Valladolid, Septiembre 2015**



## **RESUMEN**

El presente trabajo de Grado, tiene como propósito enseñar al usuario a fabricar placas de circuito impreso (PCB) mediante el software Proteus, que es una compilación de programas de diseño y simulación electrónica. Se pretende que, mediante la guía realizada, cualquier persona con un mínimo de conocimientos de electrónica sea capaz de diseñar una PCB sin ningún problema, ya que se indica con detalle cada uno de los pasos a seguir en todas las fases del diseño. El tutorial, a diferencia de la mayoría, está en formato web, lo que facilita al usuario su manejo e interactividad y le permitirá trabajar cómodamente.

## **PALABRAS CLAVES**

Placa de circuito impreso, Página web, Proteus, Tutorial, Diseño.

---

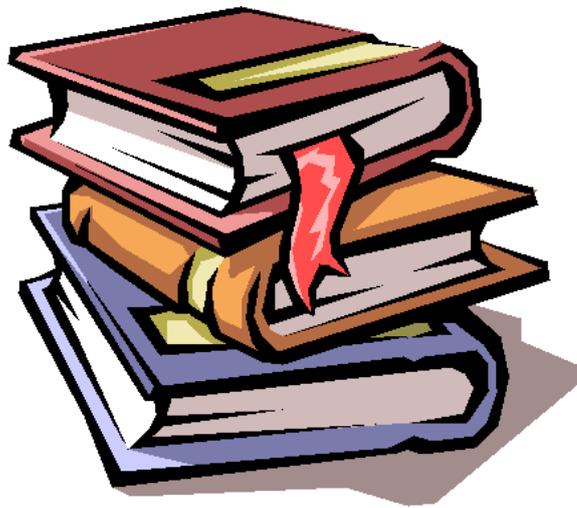
## INDICE

<b>1. Introducción y objetivos .....</b>	<b>7</b>
<b>2. Concepos básicos de Proteus 8 .....</b>	<b>11</b>
2.1. Introducción.....	13
2.2. Requerimientos del sistema e instrucciones de instalación.....	15
2.3. Componentes del software Proteus 8.....	18
<b>3. Circuitos impresos .....</b>	<b>19</b>
3.1. Introducción y definición .....	21
3.2. Materiales utilizados en un circuito impreso.....	22
3.3. Tipos de circuitos impresos.....	13
3.4. Tipos de encapsulados.....	25
3.5. Montaje de componentes en placas de circuito impreso .....	27
<b>4. Manejo de Proteus 8 .....</b>	<b>29</b>
4.1. El entorno integrado.....	31
4.2. Página de inicio.....	32
4.2.1. El asistente para crear un proyecto nuevo .....	32
4.2.2. El asistente para importar proyectos con versiones 7.xx de Proteus .....	35
4.2.3. Noticias y avisos.....	37
4.3. Esquema electrónico (ISIS) .....	38
4.3.1. Introducción.....	38
4.3.2. La ventana principal.....	38
4.3.3. Diseño del esquema electrónico .....	41
4.3.3.1. Selección de los componentes.....	41
4.3.3.2. Colocación de los componentes.....	42
4.3.3.3. Conexionado de los componentes .....	44
4.4. Diseño PCB (ARES).....	46
4.4.1. Introducción.....	46
4.4.2. La ventana principal.....	46
4.4.3. Diseño de la placa de circuito impreso.....	49
4.4.3.1. Creación de los bordes de la PCB .....	49

---

4.4.3.2. Creación de los agujeros para anclajes de la PCB .....	50
4.4.3.3. Posicionamiento de los componentes.....	52
4.4.3.4. Reglas del diseño y las clases de redes .....	56
4.4.3.5. Trazado de las pistas .....	59
4.4.3.6. Planos de masa y/o alimentación .....	63
<b>4.5. Visualización 3D .....</b>	<b>67</b>
<b>4.6. Creación de los ficheros de fabricación.....</b>	<b>69</b>
4.6.1. Introducción.....	69
4.6.2. Ficheros.....	69
4.6.3. Impresión de las diferentes vistas .....	72
<b>4.7. Creación de nuevos componentes.....</b>	<b>77</b>
4.7.1. Actualizar el símbolo de un componente ya existente en ISIS.....	77
4.7.2. Creación de nuevos componentes a partir de otros ya existentes .....	80
4.7.3. Creación de nuevos símbolos en ISIS y de encapsulados en ARES.....	88
4.4.3.4. Creación del símbolo en ISIS .....	89
4.4.3.5. Creación del encapsulado en ARES .....	93
4.4.3.6. Asignación del encapsulado al nuevo componente .....	96
<b>5. Página Web.....</b>	<b>97</b>
5.1. Introducción .....	99
5.2. Página principal.....	100
5.3. Tutorial.....	101
<b>6. Contenido del CD .....</b>	<b>109</b>
<b>7. Resultados y conclusiones .....</b>	<b>113</b>
<b>8. Bibliografía .....</b>	<b>117</b>

# 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS





Este trabajo de Grado surge, para enseñar al usuario como diseñar placas de circuito impreso. El tutorial se ha realizado en formato web, de tal forma que su manejo sea fácil e intuitivo y, además se tendrá acceso directo a las guías del fabricante (traducidas al español). Esto permitirá al usuario conseguir toda la información necesaria, por muy exclusiva que sea, para llevar a cabo su diseño.

La herramienta utilizada para el diseño de los circuitos impresos ha sido el paquete informático **Proteus 8 Professional**.

Se trata de una compilación de programas de diseño y simulación electrónica, desarrollado por Labcenter Electronics, que consta de los dos programas principales: Ares e Isis, y los módulos VSM y Electra.

La parte principal del presente trabajo de Grado, puesto que se trata de una página web, viene en un formato adecuado para su aplicación práctica, en un **CD-ROM**, donde se encuentran cada una de las páginas web creadas (en formato HTML) y todos los archivos que estas contienen (PDFs, imágenes y videos).

El objetivo principal, como se ha dicho anteriormente, es que el usuario sea capaz de llevar a cabo el diseño de una placa de circuito impreso siguiendo los pasos indicados en el tutorial.

No se pretende realizar una explicación exhaustiva del funcionamiento del software Proteus, ya que hay muchas funciones de este que no son necesarias conocer, como puede ser la simulación de circuitos electrónicos. La explicación pormenorizada de cada una de las posibles opciones que la herramienta ofrece necesitaría posiblemente de la realización de otro proyecto paralelo a este.

Se ha pretendido en todo momento que el formato empleado para la página web esté al alcance de cualquier persona, que sea de fácil manejo y con las mayores ventajas posibles para la comodidad del usuario. Para ello, como se verá más adelante, se recurre a un diseño fácil e intuitivo, facilitando así la labor del que está enfrente del ordenador. En todo momento el usuario tiene a la vista el índice de los contenidos de la página y diversos enlaces a los que puede acceder.

Cuando se hable más adelante de la filosofía que se ha seguido al realizar el presente trabajo, se expondrá con detenimiento la realización de la página web y del tutorial que esta contiene.

Finalmente, cabe resaltar que no se ha pretendido realizar una extensa memoria debido al carácter prácticamente informático que tiene el proyecto, incidiendo básicamente en la filosofía del proyecto en sí, facilitando así la rápida comprensión del desarrollo del mismo y no tener dudas de su funcionamiento.

## 2. CONCEPTOS BÁSICOS DE PROTEUS 8



### + INTRODUCCIÓN

### + REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA E INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN

### + COMPONENTES DEL SOFTWARE PROTEUS 8



## 2.1. INTRODUCCIÓN

**Proteus** es un entorno integrado diseñado para la realización completa de proyectos de construcción de equipos electrónicos en todas sus etapas: diseño, simulación, depuración y construcción.

La aplicación Proteus está compuesta básicamente por dos programas principales: **Isis**, que se utiliza para el diseño del esquema electrónico, y **Ares**, que sirve para el diseño de la placa de circuito impreso a partir del esquema electrónico realizado anteriormente; y por los módulos **VSM** y **ProSPICE**. El primero se emplea para la simulación del circuito electrónico, mientras que el segundo para la simulación de la lógica del programa cargado en el microprocesador. De cada uno de ellos hablaremos con detenimiento más adelante.

Sin la utilización de la suite Proteus, el proceso para construir un equipo electrónico basado en un microprocesador se componía de las siguientes etapas:

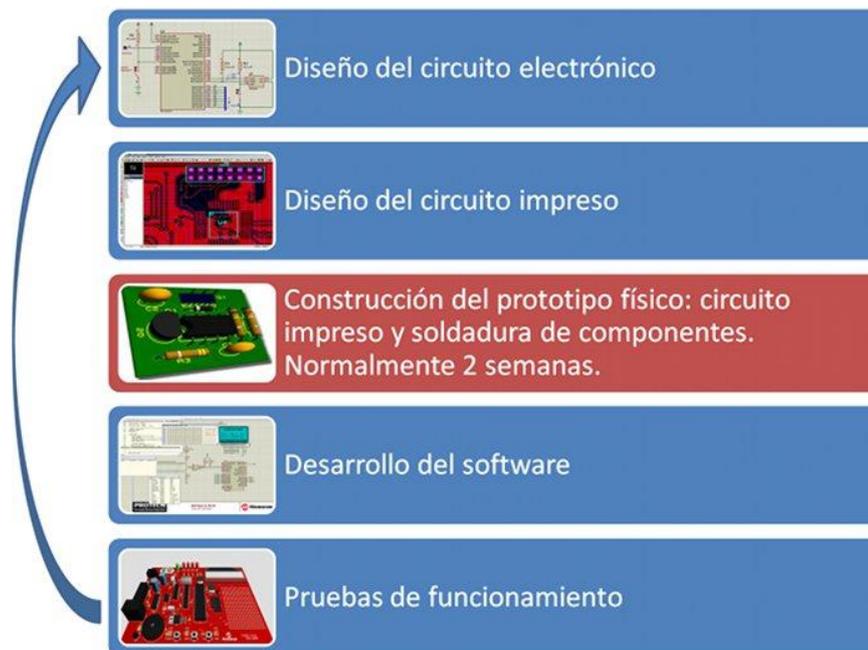


Figura 2.1 – Etapas para construcción de PCB sin Proteus

El depurado de errores podía ser una labor ardua en tiempo y recursos, lo que conlleva un alto coste económico.

Sin embargo con la herramienta Proteus, tal y como se indica en la Figura 2.2, el proceso queda definido con las siguientes etapas:

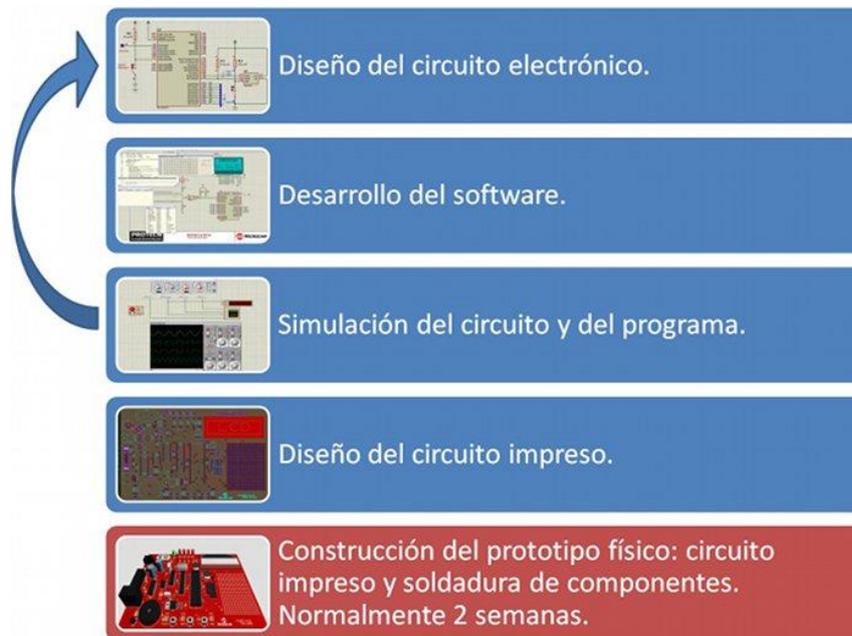


Figura 2.2 - Etapas para construcción de PCB con Proteus

Las ventajas saltan a la vista. Con Proteus las fases de prueba no suponen la necesidad de volver a construir nuevos prototipos, lo que conlleva el ahorro de costos y tiempo.

## 2.2. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA E INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN

El sistema en el que se instale la aplicación deberá tener como mínimo las siguientes características:

- Sistema operativo: Windows XP/Vista/7/8
- Compatible con sistemas de 32 bit y 64 bit
- Memoria RAM: 256MB
- Espacio en disco duro: 200MB o más
- Procesador: 233MHz o superior

Para realizar la instalación desde el CD-ROM de **Proteus 8 Professional** se debe introducir el mismo en la unidad de CD del ordenador y esperar unos instantes, ya que dicho CD-ROM es autoejecutable. Transcurridos unos instantes se aparecerá la primera pantalla de presentación.



Figura 2.3 – Pantalla de presentación para la instalación

Al hacer clic sobre el botón “Next” aparece una ventana donde se muestran los términos de la licencia del programa. Solo hay que aceptarlos y en la siguiente ventana se escoge la instalación deseada: **Typical** o **Custom**.

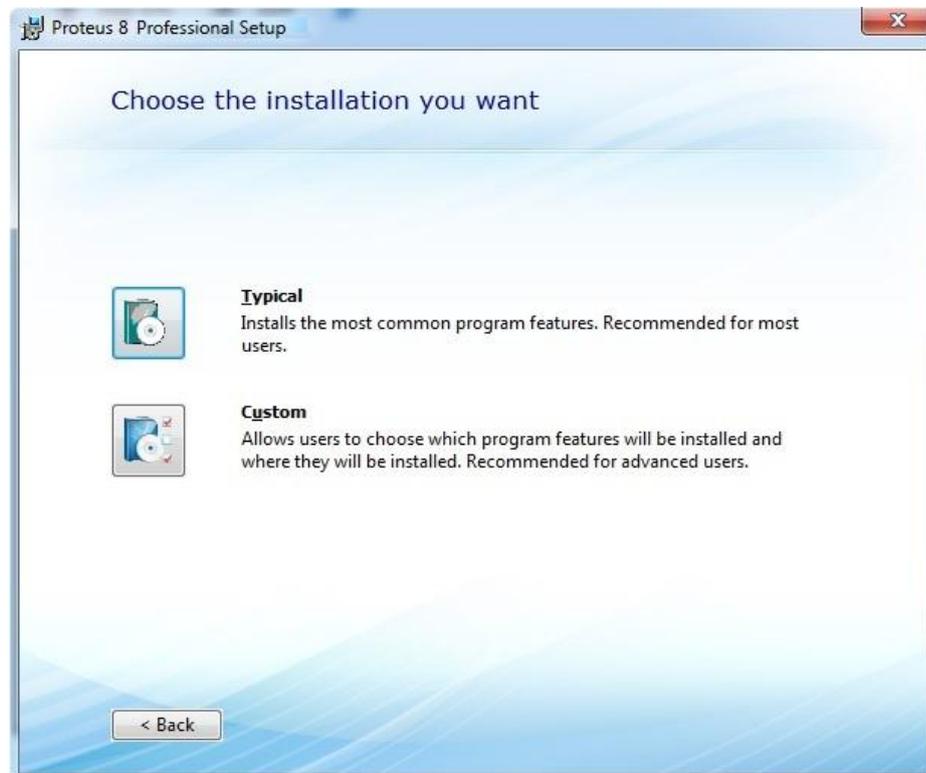


Figura 2.4 – Ventana de selección del tipo de instalación

Si se elige **Typical**, que es la opción más sencilla y la que instala las características más comunes del programa, la instalación comenzará inmediatamente y sólo hay que esperar a que finalice el proceso.

Si se elige **Custom**, que es la opción que permite al usuario elegir que características del programa desea instalar y la carpeta de destino, se abrirán tres ventanas diferentes antes de iniciar la instalación.

En la primera ventana que aparece es donde se indica la carpeta en la que el usuario desea instalar el programa.

La segunda es la que más puede importar de cara a la instalación, ya que permite escoger los componentes que se desean cargar. Así, por ejemplo, para los componentes Proteus y Schematic es obligatoria su instalación pero para los otros tres restantes no es obligatorio. Se muestra en la Figura 2.5.

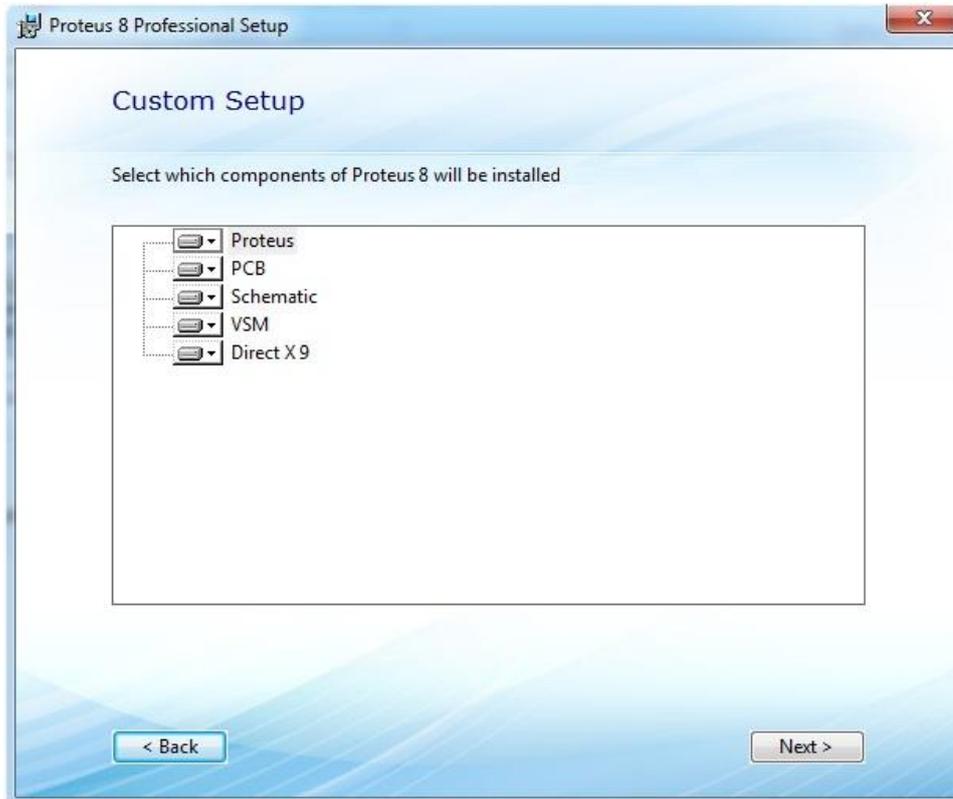


Figura 2.5 – Ventana de selección de componentes a instalar

La última ventana que aparece es para indicar el nombre y la localización donde se desea crear el acceso directo del programa.

Una vez establecidas las opciones de instalación, ésta comenzará nada más hacer clic en “Next” y sólo hay que esperar a que finalice el proceso.

Cuando haya finalizado la instalación del programa, tanto para la opción **Typical**, como para la **Custom**, ya se podrá hacer uso del software **Proteus 8 Professional** cuando el usuario lo desee.

---

## 2.3. COMPONENTES DEL SOFTWARE PROTEUS 8

A lo largo de este apartado se van a describir en detalle los cuatro elementos principales, mencionados anteriormente, por los que está formado **Proteus**. Estos elementos están perfectamente integrados entre sí y son los siguientes:

- **ISIS**. Es la herramienta para la elaboración avanzada de esquemas electrónicos, que incorpora una librería de más de 6.000 modelos de dispositivos digitales y analógicos.
- **ARES**. Es la herramienta para la elaboración de placas de circuito impreso con posicionador automático de elementos y generación automática de pistas, que permite el uso de hasta 16 capas. Con ARES el trabajo duro de la realización de las placas de circuito impreso recae sobre el PC en lugar de sobre el diseñador.
- **PROSPICE**. Es la herramienta de simulación de circuitos electrónicos según el estándar industrial SPICE3F5.
- **VSM** (Virtual System Modelling). Es la revolucionaria herramienta que permite incluir en la simulación de circuitos el comportamiento completo de los micro-controladores más conocidos del mercado. Proteus es capaz de leer los ficheros con el código ensamblado para los microprocesadores de las familias PIC, AVR, 8051, HC11, ARM/LPC200 y BASIC STAMP y simular perfectamente su comportamiento. Incluso puede ver su propio código interactuar en tiempo real con su propio hardware pudiendo usar periféricos animados tales como displays LED o LCD, teclados, terminales RS232, simuladores de protocolos I2C, etc.

Puesto que el presente trabajo de Grado trata sobre el diseño de placas de circuito impreso, más adelante se hará especial hincapié en los entornos **Isis** y **Ares**, mientras que de **ProSPICE** y **VSM** es necesario conocer nada más de lo que ya se ha explicado.

## 3. CIRCUITOS IMPRESOS



✚ INTRODUCCIÓN Y DEFINICIÓN

✚ MATERIALES UTILIZADOS EN UN CIRCUITO IMPRESO

✚ TIPOS DE CIRCUITOS IMPRESOS

✚ TIPOS DE ENCAPSULADOS

✚ MONTAJE DE COMPONENTES EN PLACAS DE CIRCUITO  
IMPRESO



### 3.1. INTRODUCCIÓN Y DEFINICIÓN

Un circuito impreso es un soporte de material aislante donde se conectan entre sí puntos de un circuito eléctrico mediante pistas conductoras adheridas a él. El circuito impreso suele servir de soporte físico para la colocación y soldadura de los componentes.

Antiguamente era habitual la fabricación de circuitos impresos para el diseño de sistemas mediante técnicas caseras, sin embargo esta práctica ha ido disminuyendo con del tiempo.

En los últimos años el tamaño de los componentes electrónicos se ha reducido en forma considerable, lo que implica menor separación entre pines para circuitos integrados de alta densidad. Teniendo también en consideración las actuales frecuencias de operación de los dispositivos, es necesaria una muy buena precisión en el proceso de impresión de la placa con la finalidad de garantizar tolerancias mínimas.

Los circuitos impresos más sencillos corresponden a los que contienen pistas de cobre (wires) solamente por una de las superficies de la placa. A estas placas se las conoce como circuitos impresos de una capa, o en inglés, 1 Layer PCB.

Los más comunes hoy en día son los de 2 capas o 2 Layer PCB. Sin embargo, dependiendo de la complejidad del diseño del físico del circuito, pueden llegar a fabricarse hasta de 8 o más capas si es necesario.

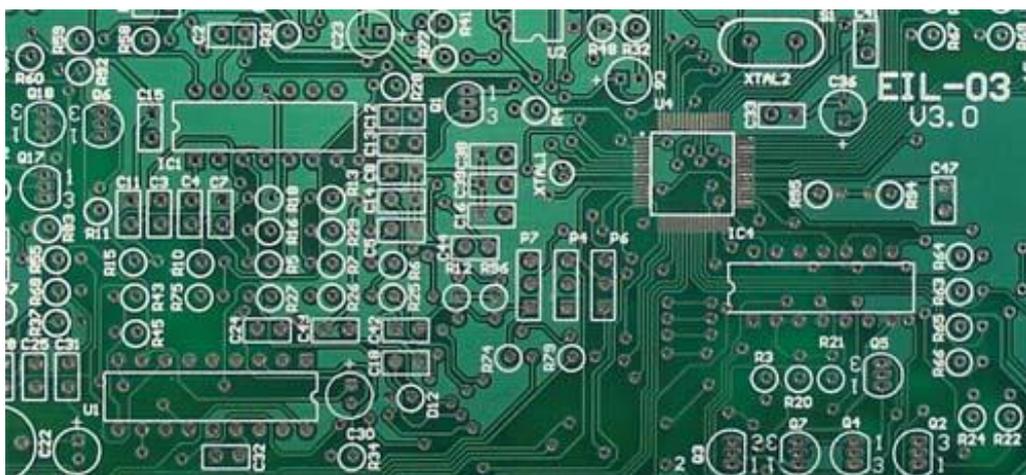


Figura 3.1 – Ejemplo placa de circuito impreso

## 3.2. MATERIALES UTILIZADOS EN UN CIRCUITO IMPRESO

### - Material conductor

Para la elaboración de los circuitos impresos se usa como material conductor cobre electrolítico, con una anchura entre 35  $\mu\text{m}$  y 70  $\mu\text{m}$ . Tendremos dos elementos diferentes:

- PAD. Es la zona de cobre donde se suelda la patilla del componente
- Pistas (Wires). Son las tiras de cobre que se usan para unir entre sí las patillas de los distintos componentes.

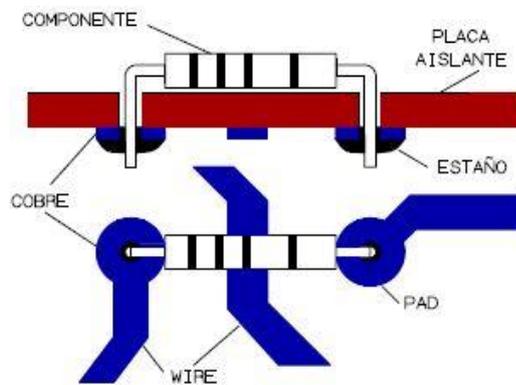


Figura 3.2 – Pistas y PADs

### - Placa

Es esencial que la placa sea de un buen aislante eléctrico, por lo que para su fabricación se usan los siguientes materiales:

- Fibra de vidrio. Tiene color verde claro y translúcido y soportan bien las altas temperaturas. Debido a sus buenas características son las más utilizadas a nivel industrial.
- Baquelita. Tiene color marrón oscuro y opaco. Absorben bien la humedad y son baratas pero tienen poca resistencia al calor.
- Teflón. Tiene color blanco y opaco. Se usan para aplicaciones de muy alta frecuencia y tienen un elevado coste.

### 3.3. TIPOS DE CIRCUITOS IMPRESOS

Dependiendo del proceso de obtención de las pistas tendremos:

- Placa "normal". Se dibuja directamente la pista sobre el cobre. Podemos dibujar con un rotulador indeleble, o bien mediante pegatinas adecuadas.
- Placa fotosensible. Tienen un barniz que es sensible a la luz, que se impresiona mediante una insoladora o cualquier otro foco luminoso adecuado.

Dependiendo de las caras y capas utilizadas tendremos:

- Placas de simple cara. Tienen pistas conductoras en una sola cara (cara de soldadura) y los componentes en la otra cara (cara de componentes). La conexión de los componentes se realiza solamente en la cara soldadura.

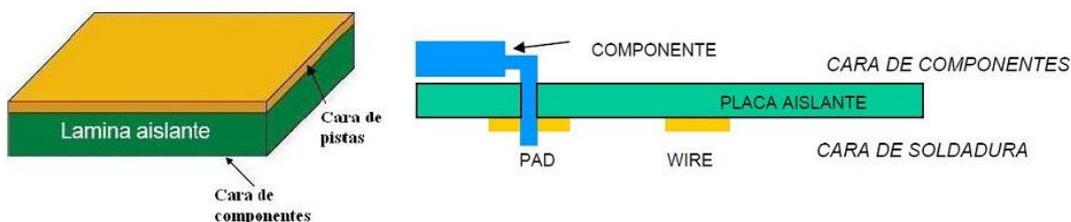


Figura 3.3 – Placa simple cara

- Placas de doble cara. Tienen pistas conductoras en las dos caras y la interconexión entre las pistas de distinta cara se realiza mediante agujeros metalizados. Estos agujeros se denominan Vías.

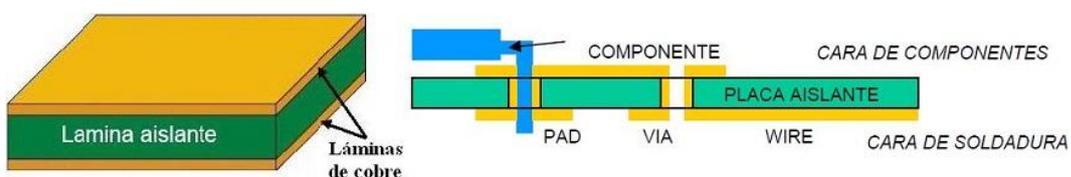


Figura 3.4 – Placa doble cara

- Placas multicapa. Están constituidas por varias placas de doble cara con los taladros metalizados y prensadas hasta obtener una unidad compacta.

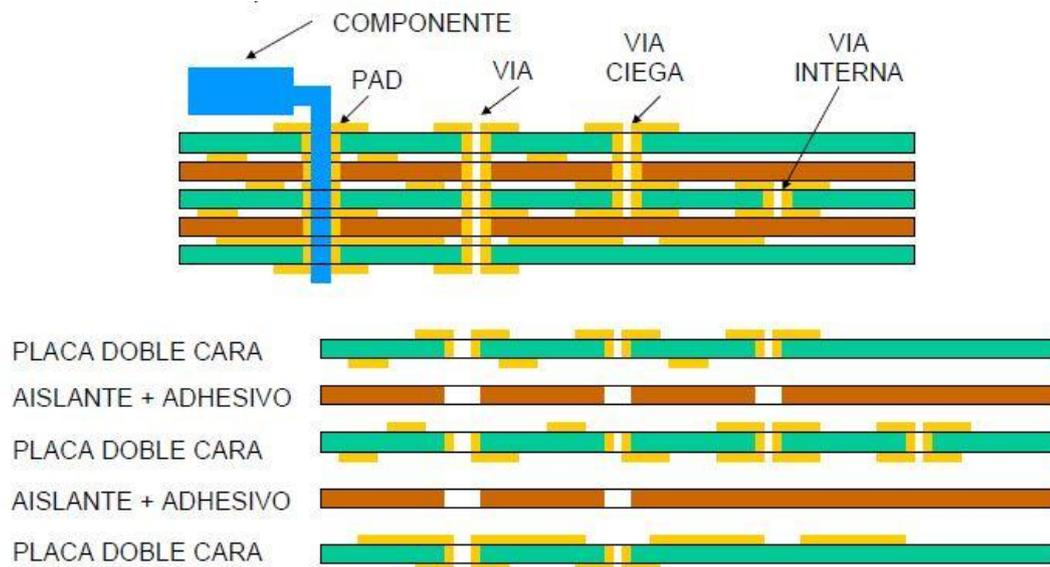


Figura 3.5 – Placa multicapa

El alto grado de complejidad y la minimización de espacio de los circuitos impresos son las causas por las cuales se emplean los circuitos multicapa. Estas placas pueden tener desde 4 a 48 caras, o incluso más, dependiendo de las funciones y tecnología requeridas.

### 3.4. TIPOS DE ENCAPSULADOS

Dado que los chips de silicio son muy delicados, incluso una pequeña partícula de polvo o de gota de agua puede afectar su funcionamiento. Para combatir estos problemas los chips se encuentran protegidos por una carcasa o **encapsulado**.

En el mercado se encuentran diversos tipos de encapsulados de componentes electrónicos y es común encontrar varios para un mismo dispositivo. Existen básicamente 3 grandes familias de encapsulados:

- **THD** (Through Hole Device). Son todos aquellos componentes que poseen pines para ser instalados en perforaciones metalizadas (Through Hole Pads). Este tipo de componentes se suelda por la capa opuesta.



Figura 3.6 – Encapsulado THD

- **SMD/SMT** (Surface Mounted Device). Son todos aquellos componentes que se montan superficialmente. Tienen la ventaja de que son más pequeños que los anteriores, lo que permite hacer circuitos más pequeños y densos. Son interesantes para diseños en alta frecuencia.

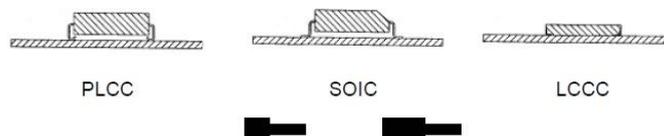


Figura 3.7 – Encapsulado SMD/SMT

- **BGA** (Ball Grid Array). Este tipo de encapsulado es utilizado para chips que contienen una cantidad elevada de pines (de 300 a 1000). Se requiere de maquinaria muy especializada para su instalación ya que los pines son bolas de soldadura que deben ser fundidas para conectarse con los Pads, por lo que la alineación es fundamental. Son ideales para circuitos integrados de alta frecuencia.

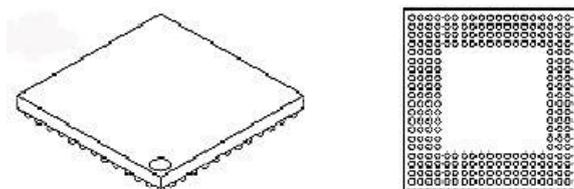
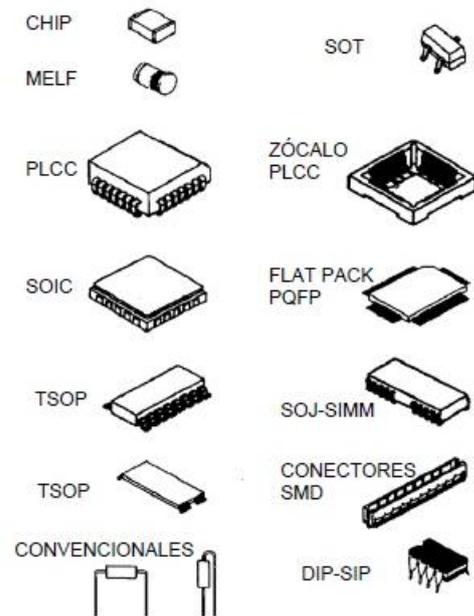


Figura 3.8 – Encapsulado BGA

En la Figura 3.9 se muestran los tipos de encapsulados más comunes.

### Encapsulados para THD

- DIP (Dual Inline Package)
- SIP (Single Inline Package)
- SSO (Single Small Outline)
- TO (Transistor Single Outline)
- ZIP (Zigzag Inline Package)



### Encapsulados para SMD

- PLCC (Plastic Leaded Chip Carrier).
- LCCC (Lead Ceramic Chip Carrier).
- LDCC (Leaded Ceramic Chip Carrier).
- FLIP CHIP (Con protuberancias soldables).
- TAB (Tape Automated Bonding).
- TUBULAR (Componente pasivo cilíndrico).
- OVCC (Open Vía Chip Carrier).
- PGA (Pm Grid Array —tipo fakir—).
- MELF (Metal Electrode Face Bonding).
- SO (Small Outline).
- VSO (Very Small Outline).
- SOD (Small Outline Diode).
- SOT (Small Outline transistor).
- SOIC (Small Outline Integrated Circuit).
- QFP (Quadruple Flat Pack).
- COB (Chip Qn Board).
- LID (Leadless Inverted Device).
- SOJ (Small Outline J-Leaded).
- DSO (Dual Small Outline).
- TSOP (Thin Small Outline Package).

Figura 3.9 – Encapsulados THD y SMD más comunes

### 3.5. MONTAJE DE COMPONENTES EN PLACAS DE CIRCUITO IMPRESO

En función de la cara en la que se monten los componentes habrá dos tipos de placas:

- Placas Tipo 1. Los componentes se montan en una sola cara.
- Placas Tipo 2. Los componentes se montan en ambas caras.

En función del tipo de componentes que se monten habrá tres tipos de placas:

- Placas Clase A. Sólo se montan componentes de inserción.
- Placas Clase B. Sólo se montan componentes de montaje superficial.
- Placas Clase C. Se montan componentes de ambos tipos.

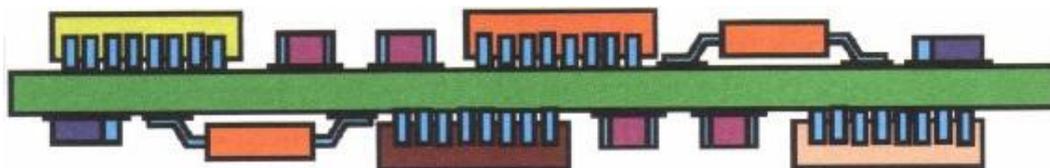
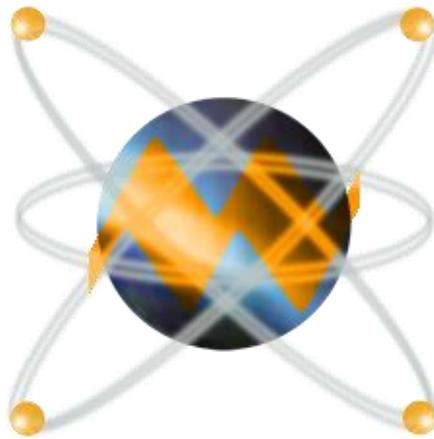


Figura 3.10 – Ejemplo de placa tipo 2 B



## 4. MANEJO DE PROTEUS 8



✚ EL ENTORNO INTEGRADO

✚ PÁGINA DE INICIO

✚ ESQUEMA ELECTRÓNICO (ISIS)

✚ DISEÑO PCB (ARES)

✚ VISUALIZACIÓN 3D

✚ CREACIÓN DE LOS FICHEROS DE FABRICACIÓN

✚ CREACIÓN DE NUEVOS COMPONENTES



## 4.1. EL ENTORNO INTEGRADO

Proteus es una única aplicación que contiene muchos módulos que ofrecen las diferentes funcionalidades disponibles en la aplicación (diseño del esquema electrónico, diseño de la placa de circuito impreso, lista de materiales, etc.). Esta filosofía posibilita que toda la información del proyecto se encuentre en una base de datos que es compartida en tiempo real por todos los módulos.

Un módulo, por tanto, es una parte de la aplicación de Proteus que se encarga de proporcionar una determinada funcionalidad y que se ejecuta dentro de una pestaña situada al más alto nivel dentro del entorno integrado. Los diferentes módulos disponibles son los siguientes:

- Página de inicio (*Home Page*).
- Esquema electrónico (*Schematic Capture*).
- Diseño PCB (*PCB Layout*).
- Visor 3D (*3D Visualizer*).
- Lista de materiales (*Bill of Materials*).
- Explorador del diseño (*Physical Partlist View*).
- Código fuente (*Source Code*).
- Visor GERBER (*Gerber Viewer*).

Los módulos indicados anteriormente se muestran en la Figura 4.1, cada uno en una pestaña diferente:

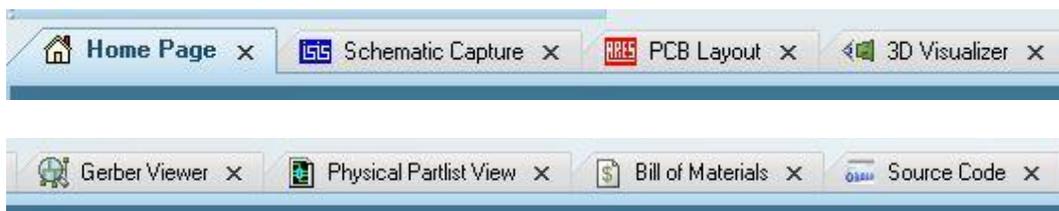


Figura 4.1 – Módulos disponibles en Proteus

Los dos módulos principales para la realización de placas de circuito impreso son “*Schematic Capture*” y “*PCB Layout*”. En el primero se lleva a cabo el diseño del esquema electrónico y en el segundo el diseño de la placa. Se habla de ellos con detenimiento en los apartados 4.3 y 4.4 respectivamente.

## 4.2. PÁGINA DE INICIO

La mayoría de los enlaces y acciones que se pueden ejecutar desde la Página de Inicio necesitan muy poca explicación y es realmente sencillo e intuitivo utilizarlas. Sin embargo, algunos de estos elementos necesitan una explicación algo más pormenorizada de la forma en que se usan.

### 4.2.1. El asistente para crear un proyecto nuevo

Este asistente es una guía en el proceso de crear un nuevo proyecto (*New Project*). La primera pantalla que aparece (Figura 4.2) sirve para especificar el nombre del proyecto y la carpeta donde se almacenarán los archivos.

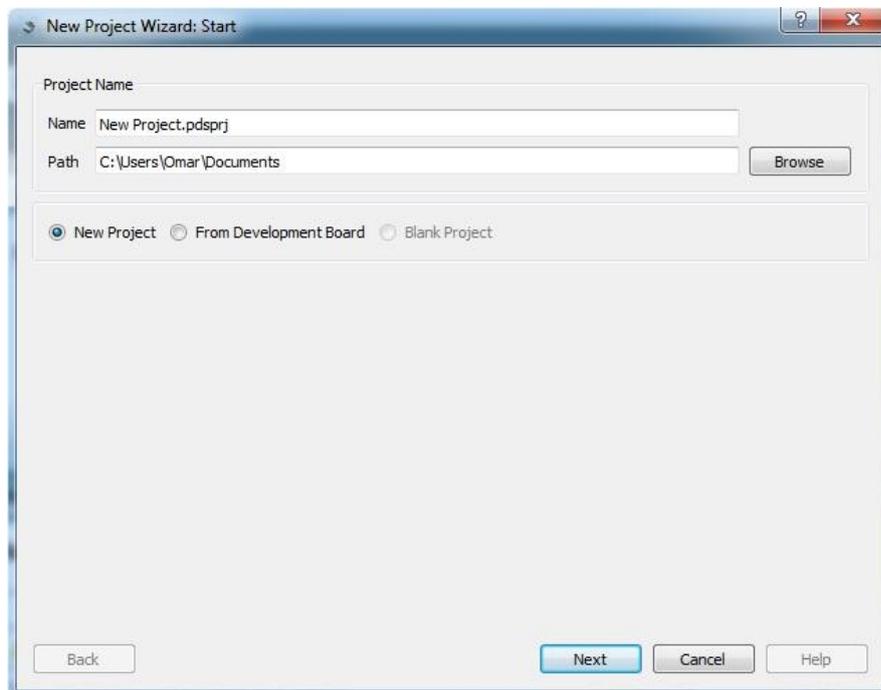


Figura 4.2 – Primera ventana del asistente para crear nuevo proyecto

Luego en otras tres pantallas se especifican las propiedades del diseño del esquema electrónico, de la placa de circuito impreso y el entorno del microprocesador si vamos a simular utilizando VSM.

#### - El diseño del esquema electrónico

Si se quiere crear un diseño del esquema electrónico hay que marcar la casilla "*Create a schematic from de selected template*" y, a continuación, seleccionar la plantilla que se desee como base para el diseño del esquema electrónico. Se suministra una amplia serie de plantillas básicas con Proteus para diferentes tamaños de página y áreas

de trabajo, aunque Proteus permite personalizar y guardar las propias plantillas realizadas por el usuario y que se ajusten a sus necesidades. La creación de una plantilla personalizada se realiza desde el módulo ISIS.

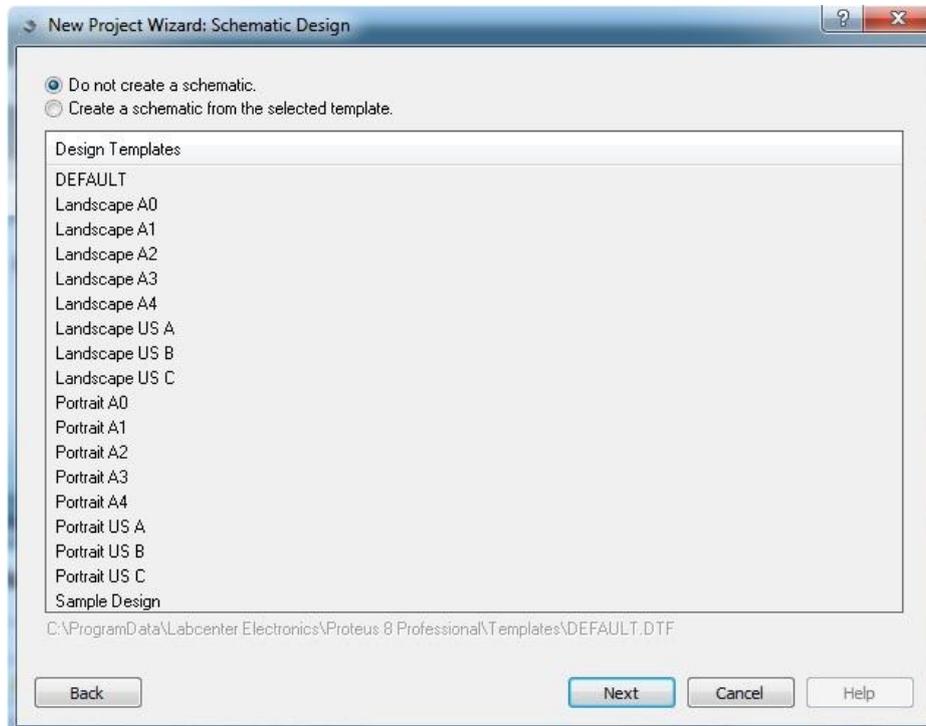


Figura 4.3 – Ventana para seleccionar la plantilla del esquema electrónico

#### - Placa de circuito impreso

Si se quiere diseñar la placa de circuito impreso hay que marcar la casilla “*Create a PCB Layout from de selected template*” y, a continuación, seleccionar la plantilla que se desea como base para el diseño del esquema electrónico. Se suministra una amplia serie de plantillas básicas con Proteus para diferentes tamaños estandarizados de placas de circuito impreso existentes en el mercado. Las plantillas pueden contener, además del contorno de la placa, agujeros de sujeción y una amplia variedad de datos técnicos (reglas de diseño, capas permitidas, unidad de medida por defecto, etc.)

Como en el caso de los diseños de esquemas electrónicos, Proteus permite personalizar y guardar las propias plantillas realizadas por el usuario y que se ajusten a sus necesidades. La creación de una plantilla personalizada para el circuito impreso se realiza desde el módulo ARES.

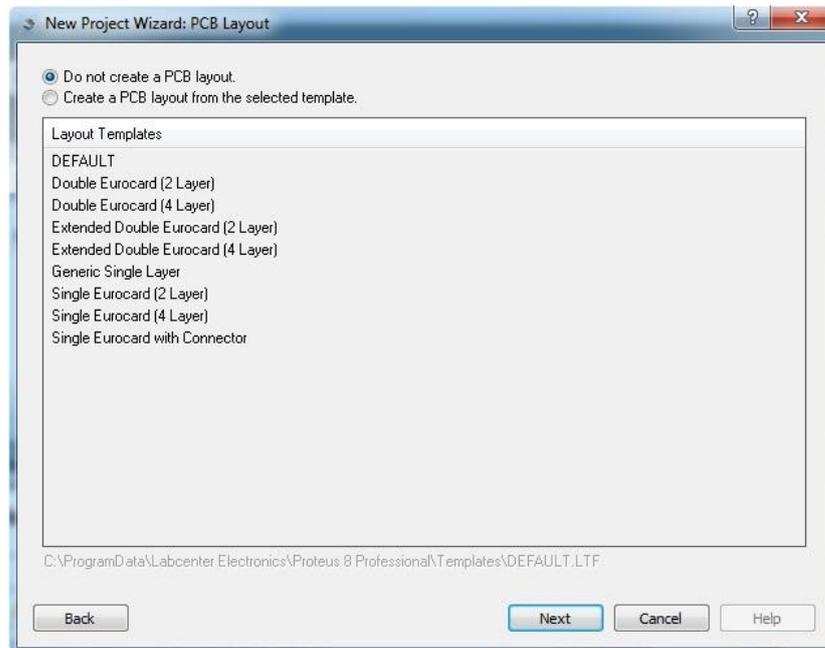


Figura 4.4 – Ventana para seleccionar la plantilla de la PCB

- La simulación del programa cargado en el microprocesador

Si se está creando un proyecto que incluya un microprocesador y se pretende simular su funcionamiento, hay que marcar la casilla “*Create Firmware Project*”, y a continuación, seleccionar la familia y el modelo del microprocesador y el compilador con el que se generarán los ejecutables.

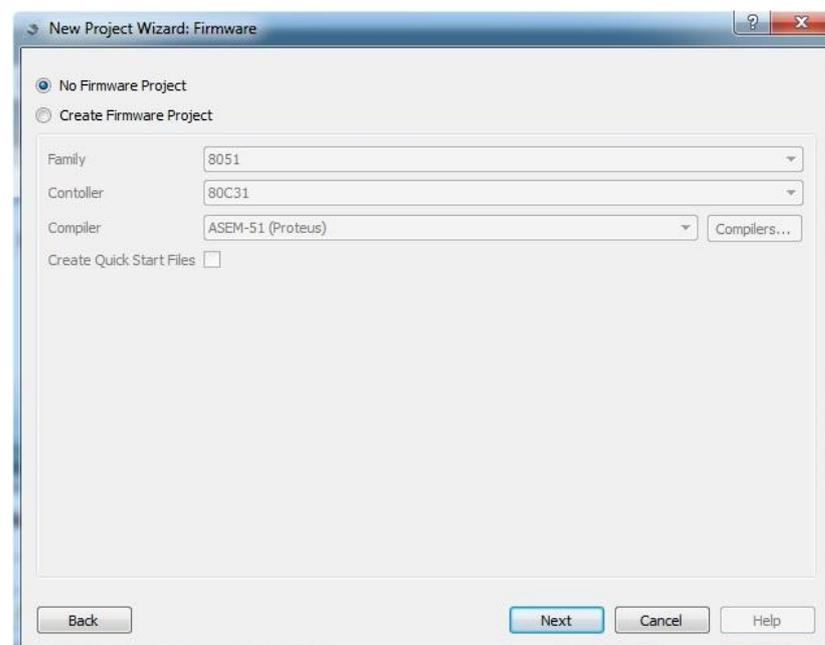


Figura 4.5 – Ventana para seleccionar la simulación del microprocesador

Si se selecciona la casilla “*Create Quick Start Files*” se generará de forma automática una plantilla básica de un proyecto de software y los ajustes de configuración del proyecto adecuados para llevar a cabo la compilación.

- Ventana final con el resumen

El asistente termina mostrando una ventana con el resumen de las características del proyecto para posibilitar revisar toda la configuración elegida antes de que el asistente termine su ejecución y se generen todos los archivos del proyecto. Se muestra en la Figura 4.6.

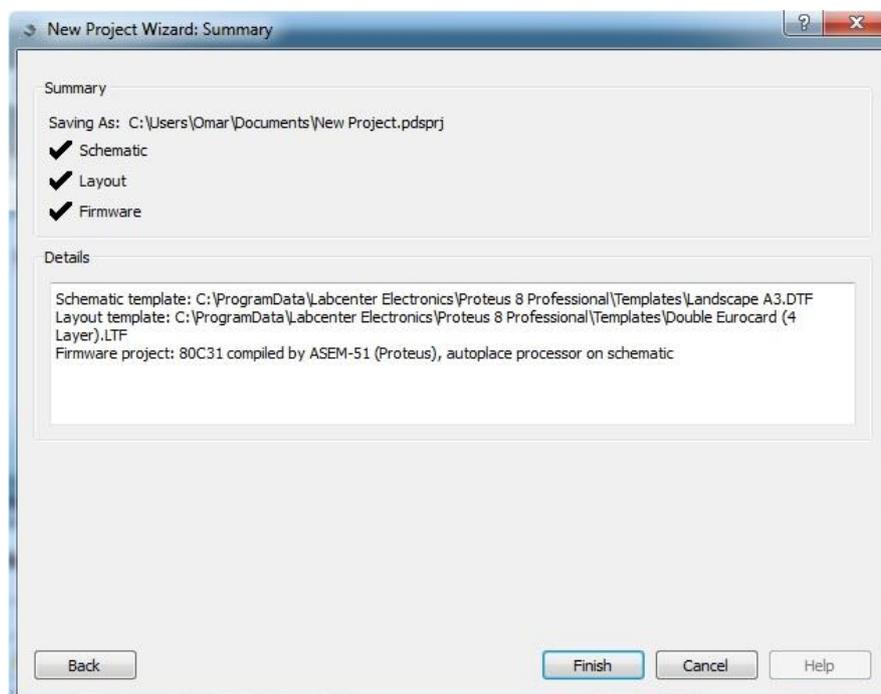


Figura 4.6 – Ventana final del asistente con el resumen

#### 4.2.2. El asistente para importar proyectos con versiones 7.xx de Proteus

El asistente de importación de proyectos heredados (realizados con versiones 7.xx de Proteus), es la manera más rápida y sencilla de transportar un proyecto con esa versión dentro de un proyecto con la versión 8.xx. El proceso para ello es el siguiente:

Para poner en marcha el asistente sólo hay que pulsar el botón “*Import Legacy Design*” situado en la sección “*Start*” de la Página de Inicio.



Figura 4.7 – Sección “Start” de la Página de Inicio

La ventana que aparece, que se muestra en la Figura 4.8, permite seleccionar el fichero que contiene el diseño del esquema electrónico, el fichero que contiene la placa de circuito impreso y el fichero realizado con VSM Studio que contiene el programa que se ejecutará en el microprocesador.

Como es lógico, no es necesario introducir los tres ficheros, puesto que el proyecto se puede componer de varias combinaciones de las tres opciones.

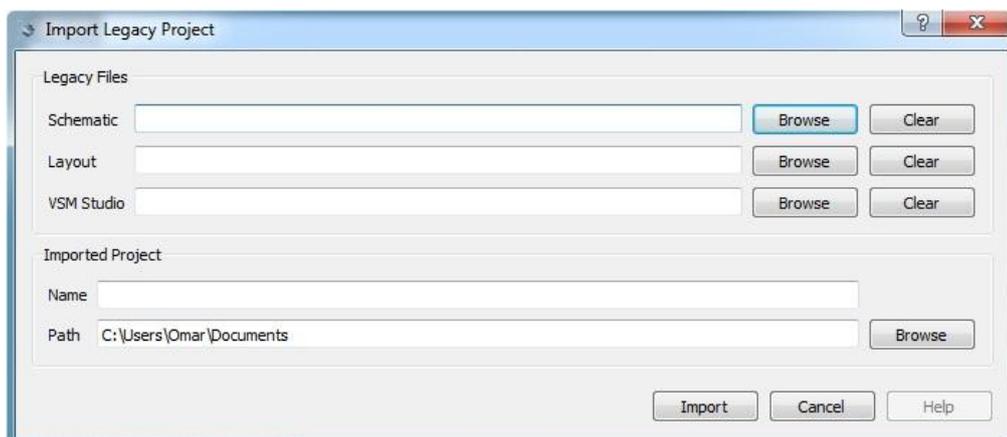


Figura 4.8 – Ventana de selección de los ficheros

Con el botón “*Browse*” situado en la fila con el rótulo “*Schematic*” se puede buscar el fichero que contiene el diseño del esquema electrónico en el proyecto realizado con la versión 7.xx. De la misma forma los dos siguientes botones “*Browse*” permitirán seleccionar los otros dos ficheros posibles.

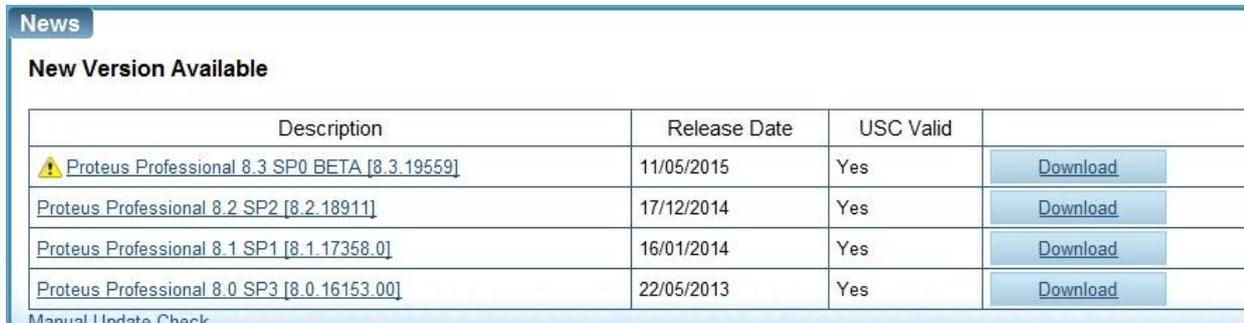
Si se elige un fichero de diseño del esquema electrónico y un fichero de diseño del circuito impreso, ambos deben estar relacionados en la versión anterior.

Finalmente hay que introducir el nombre que se desea dar al proyecto y la ruta donde se guardarán los ficheros del mismo en la versión 8.xx.

Cuando se termine de introducir los datos, con el botón “*Import*” arrancará el proceso de importación.

### 4.2.3. Noticias y avisos

La sección de la Página de Inicio titulada “News” (Figura 4.9) es una ayuda para mantener un flujo activo de comunicación y notificaciones entre Labcenter y sus clientes.



**News**

**New Version Available**

Description	Release Date	USC Valid	
 <a href="#">Proteus Professional 8.3 SP0 BETA [8.3.19559]</a>	11/05/2015	Yes	<a href="#">Download</a>
<a href="#">Proteus Professional 8.2 SP2 [8.2.18911]</a>	17/12/2014	Yes	<a href="#">Download</a>
<a href="#">Proteus Professional 8.1 SP1 [8.1.17358.0]</a>	16/01/2014	Yes	<a href="#">Download</a>
<a href="#">Proteus Professional 8.0 SP3 [8.0.16153.00]</a>	22/05/2013	Yes	<a href="#">Download</a>

Manual Update Check

Figura 4.9 – Sección “News” de la Página de Inicio

La utilización más habitual, será permitir la descarga de una actualización disponible y luego instalarla.

En esta sección también se recogerá la información referente al envío a Labcenter de informes de error. Cuando se produce una situación anómala en la ejecución del programa que provoca su finalización de forma inesperada, al volver a abrir de nuevo la aplicación se preguntará si se desea enviar a Labcenter un informe con toda la información recopilada al producirse el error.

Cuando se haya generado el envío de un informe de error, se recibirá un mensaje informando de esta incidencia en la página de inicio en la sección “News”. Si el equipo de Labcenter encuentra una solución a ese problema, también se recibirá la notificación correspondiente.

## 4.3. ESQUEMA ELECTRÓNICO (ISIS)

### 4.3.1. Introducción

ISIS es la herramienta principal de Proteus. Combina un entorno de diseño de una potencia excepcional con una enorme capacidad de controlar la apariencia final de los dibujos.

Es ideal para una rápida realización de complejos diseño de esquemas electrónicos destinados tanto para tareas de simulación y pruebas como para la construcción de equipos electrónicos. Permitirá realizar el esquema electrónico del circuito que se desee diseñar posteriormente a través del entorno ARES.

Posee una amplia colección de librerías de componentes y aparte permite crear nuevos componentes y su modelización para la simulación.

### 4.3.2. Ventana principal

Al ejecutar el módulo ISIS se visualizará su ventana principal. En la parte superior de la pantalla se encuentra la barra de menús. El área más grande de la pantalla recibe el nombre de ventana de trabajo y hace la función de lienzo donde se representará el esquema del diseño electrónico colocando en él los diferentes componentes y conectando unos con otros.

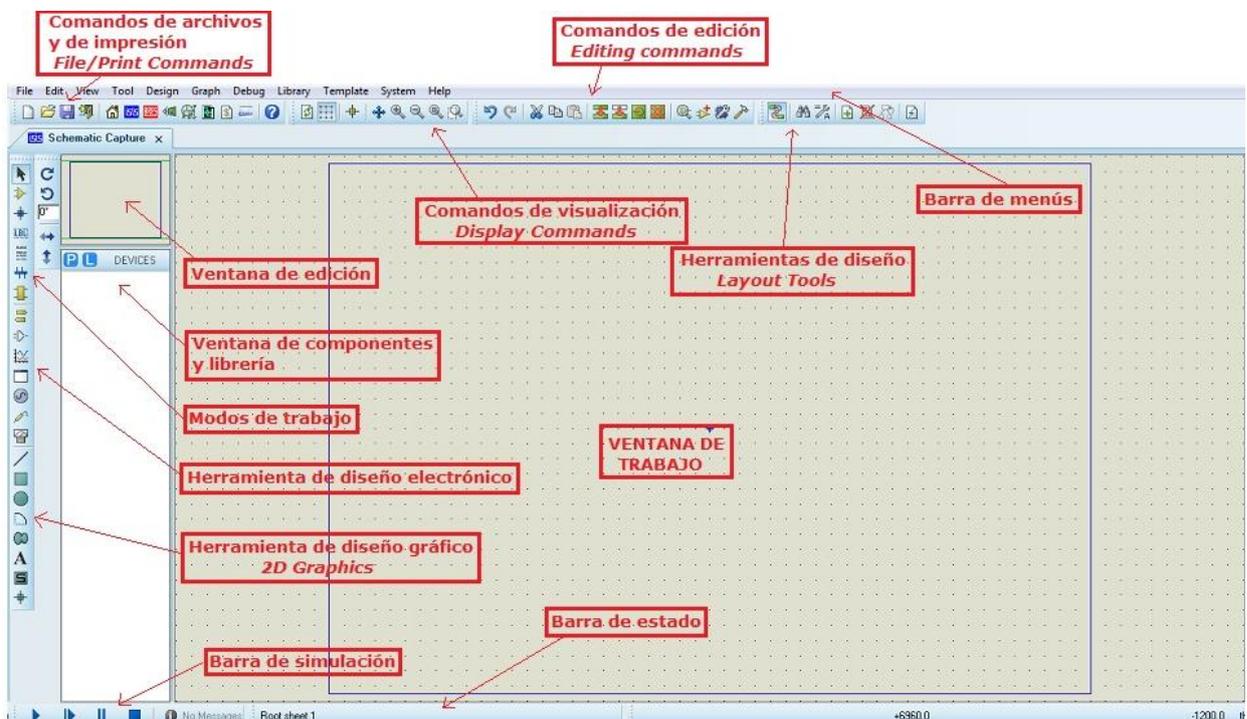


Figura 4.10 – Ventana principal de ISIS

En la parte superior izquierda de la ventana se encuentra la denominada ventana de edición, donde se puede encontrar a una escala reducida el dibujo completo independientemente de la sección que se esté visualizando en la ventana de trabajo en ese momento. Cuando un nuevo objeto es seleccionado en la ventana de componentes y librería, la ventana de edición es utilizada para presentar una vista de ese objeto seleccionado.

En la zona inferior de la pantalla se encuentra la presentación de las coordenadas (Figura 4.11), donde se visualiza los valores de “x” e “y” de la posición actual del cursor del ratón. Estas coordenadas se muestran por defecto en unidades de una milésima de pulgada, situándose el centro de coordenadas en el centro del dibujo.

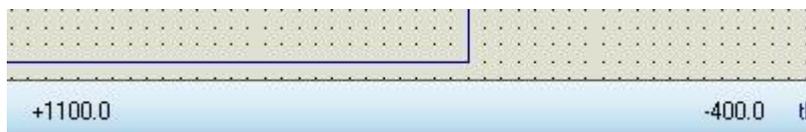


Figura 4.11 – Presentación de las coordenadas

En la ventana de trabajo se puede visualizar una rejilla formada por unos puntos. Utilizando el comando “Toggle Grid”, en el menú “View”, se puede conmutar entre la utilización de la rejilla formada por puntos, la formada por líneas o suprimirla.

La rejilla es una ayuda para alinear los componentes y las líneas de conexión y facilita el trabajo en comparación a una hoja en blanco. Es posible aumentar o disminuir la resolución del Grid para adecuarlo al trabajo que se quiera realizar. Para ello en el menú “View” se selecciona el “Snap” que se desee, tal y como se muestra en la Figura 4.12.

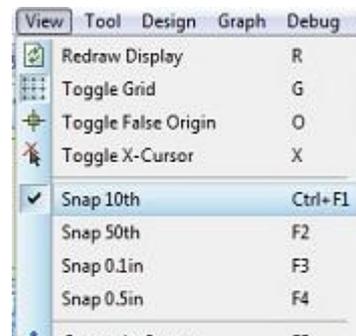


Figura 4.12 – Selección del “Snap”

La navegación por el diseño en la ventana de trabajo puede adoptar dos modalidades, ajustar la escala del dibujo (zoom) o desplazar el dibujo por la pantalla (panorámica). Estas dos técnicas se discuten a continuación:

- Utilización del zoom

Hay varias formas de hacer ampliar y reducir (zoom) el área del diseño:

- Colocar el puntero del ratón donde se quiere hacer el zoom y presionar F6 para aumentar y F7 para reducir.
- Colocar el puntero del ratón donde se quiere hacer el zoom y usar la rueda del ratón girándola hacia delante o hacia atrás.
- Mantener la tecla “Shift” pulsada y crear un cuadrado con el ratón alrededor de la zona que se quiere ampliar.
- Utilizar los iconos de zoom aumentar, reducir, mostrar todo o mostrar zona del área de la barra de herramientas dedicadas al zoom.



- Utilización de la panorámica

Igual que con el zoom, también existen diferentes formas de variar la panorámica cuando estamos utilizando la ventana de edición:

- Pulsar sobre el botón central (o en la rueda) del ratón para entrar en el modo panorámica. Un cursor en forma de cruz indica que se encuentra en ese modo. Pulsando el botón izquierdo del ratón se abandonará el modo panorámica.
- Desplazar el cursor del ratón fuera de la ventana de trabajo y pulsar F5.
- Apuntar con el ratón en la ventana de edición y pulsar el botón izquierdo.

Mientras se está cambiando la panorámica también se puede al mismo tiempo modificar el zoom utilizando la rueda del ratón.

Es una buena práctica tomarse un tiempo para familiarizarse con las posibilidades de navegación que proporciona ISIS. Modificar la panorámica, aumentar o reducir el zoom son de las tareas más frecuentes que se realizan durante el diseño de un circuito electrónico. Es especialmente útil practicar el uso del botón del medio y rueda del ratón.

### 4.3.3. Diseño del esquema electrónico

Lo primero que hay que hacer es familiarizarse con los principios básicos del diseño de circuitos electrónicos: selección de los componentes, colocación de los mismos en el área de trabajo y conexionado de unos con otros.

La primera tarea a llevar a cabo es la selección de los componentes que forman el diseño a partir de las librerías disponibles. Es posible encontrarse con que en las librerías proporcionadas no existe el componente que se necesita, por lo tanto habrá que crearlo manualmente. Se explica cómo en el apartado 4.7.

#### 4.3.3.1. Selección de los componentes

Para llevar a cabo esta tarea sólo hay que pulsar con el ratón sobre el botón con una "P" situado en la zona superior izquierda de la ventana de componentes y librería o utilizando el icono situado en la barra de herramientas.



Figura 4.13 – Selección de componentes

Con cualquiera de las dos opciones aparecerá la ventana del navegador de librerías de dispositivos.

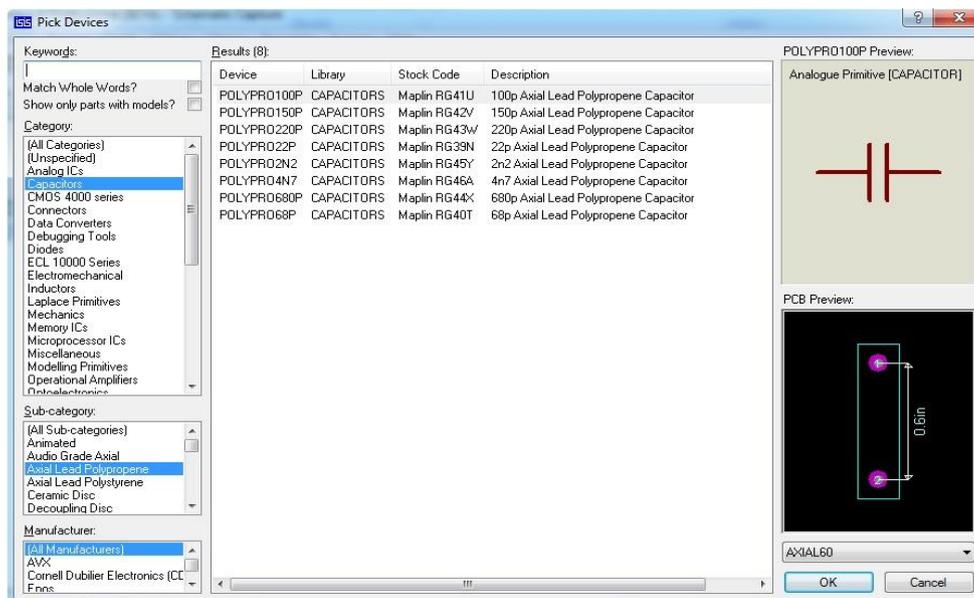


Figura 4.14 – Ventana del navegador de la librería de dispositivos

En esta ventana hay varias formas de encontrar e incorporar componentes desde las librerías al diseño. En el caso de que se conozca el nombre del componente, la forma más rápida de encontrarlo es introducirlo con el teclado en el campo “keyword”. Se obtendrá una serie de resultados entre los cuales hay que elegir el componente que se desee introducir y mediante una doble pulsación sobre él se incorporará al diseño actual.

Existe también la posibilidad de buscar los componentes mediante la selección de su categoría, clase y fabricante.

Cuando se hayan elegido los componentes que se necesitan para realizar el diseño se cierra la ventana del navegador y, entonces, se puede observar como éstos se encuentran en la ventana de componentes y librerías listos para ser utilizados.



Figura 4.14 – Ventana de componentes

#### 4.3.3.2. Colocación de los componentes

Una vez seleccionados los componentes necesarios, el siguiente paso es colocarlos dentro del esquema en la ventana de trabajo para a continuación enlazarlos unos con otros.

Antes de situar el componente en la ventana de trabajo es posible comprobar su orientación en la ventana de edición y rotarlo si es necesario mediante los comandos de edición.

Para insertarlo en el esquema sólo hay que seleccionarlo y pinchar con el botón izquierdo del ratón sobre la ventana de trabajo. Si se pincha más veces sobre dicha ventana se seguirán insertando copias del componente con una referencia automática.

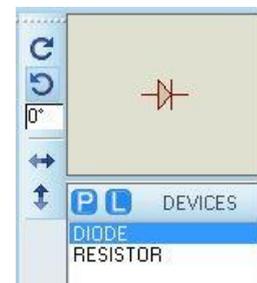


Figura 4.15 – Ventana de edición

Con frecuencia es necesario desplazar los componentes después de haberlos colocado en una primera posición.

Para ello hay que seleccionar el componente que se desea mover colocando el cursor sobre él. A continuación se pulsa con el botón izquierdo del ratón y, manteniéndolo pulsado, desplazar el cursor hasta la posición donde se desee dejar el dispositivo. Una vez que el cursor esté en la posición deseada, sólo hay que soltar el botón del ratón para dejar el componente en su nueva ubicación.

También es frecuente la necesidad de querer rotar un componente, para mejorar el diseño, tras haberlo situado en la ventana de trabajo. Para ello sólo hay que pulsar con el botón derecho del ratón y seleccionar la rotación que se le desea dar.

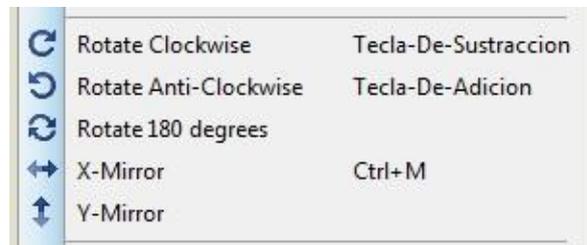


Figura 4.16 – Rotar el componente ya situado

Por último, existe una herramienta, situada en la parte superior de la pantalla, para trabajar con bloques que permitirá copiar, mover, rotar o eliminar el bloque de componentes que se haya seleccionado.



Las características de cada componente situado en la ventana de trabajo pueden ser editadas solamente con realizar sobre él una doble pulsación con el botón izquierdo del ratón. Por ejemplo, para un diodo “10A06” la ventana para editar sus características es la correspondiente a la Figura 4.17.

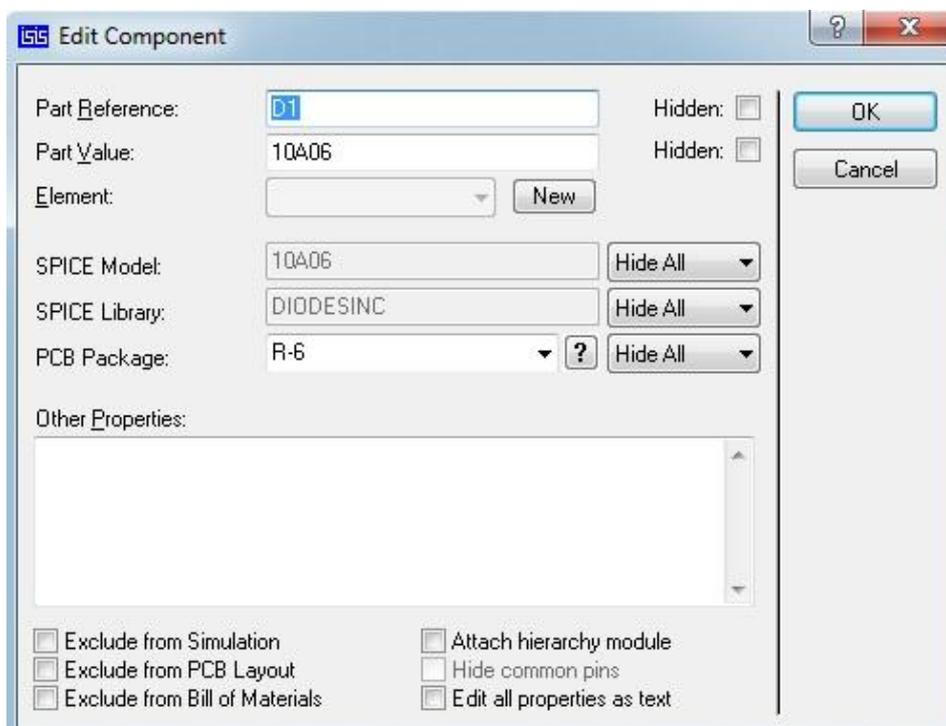


Figura 4.17 – Ventana de edición de un diodo “10A06”

#### 4.3.3.3. Conexión de los componentes

Ahora que ya han sido colocados los componentes es el momento de enlazar unos con otros.

Si se pasa el cursor del ratón por el extremo de alguna de las patillas de un componente, el extremo de ésta aparecerá seleccionado en rojo, lo que significa que se puede tirar cable hasta la siguiente patilla de otro componente o del mismo. Para ello sólo hay que pulsar con el botón izquierdo del ratón sobre la primera patilla y volver a pulsarlo sobre la siguiente para finalizar la conexión. Se muestra como en la Figura 4.18.

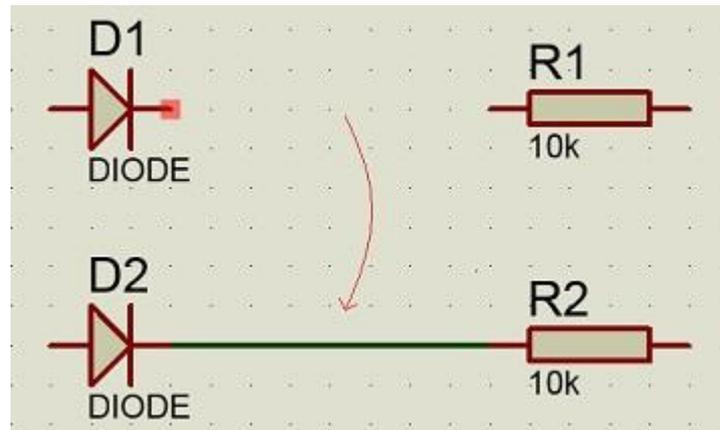


Figura 4.18 – Ejemplo de conexión de dos componentes

Existe también la posibilidad de unir los componentes “sin cables” y para ello está a nuestra disposición la herramienta “*Inter-sheet Terminal*”. Al seleccionarla, en la ventana de componentes y librería, aparecerán las siguientes opciones para usar como terminal.



Figura 4.19 – Selección de terminales

Los terminales que aparecen son: el terminal por defecto, el de entrada, el de salida, el bidireccional, el de alimentación, el de masa y por último el de bus. Para utilizarlos simplemente hay que seleccionarlos y pulsar en la ventana de trabajo donde se deseen colocar. Se muestran en la Figura 4.19.

Hay que tener en cuenta que se debe realizar el etiquetado de los terminales, ya que define la conexión que se va a establecer. Se puede etiquetar un terminal con cualquier normalización que se desee utilizar, pero el uso de etiquetas comprensibles hace mucho más legible y sencillo de entender un circuito electrónico.

Los terminales de alimentación y de masa suponen una excepción a esta regla. No es necesario etiquetarlos. Por ejemplo, un terminal de alimentación sin etiqueta es asignado automáticamente al potencial VCC y enlazado con la red de ese potencial.

Para llevar a cabo el etiquetado de un terminal sólo hay que pulsar dos veces con el botón izquierdo del ratón sobre éste y aparecerá la ventana de la Figura 4.20.

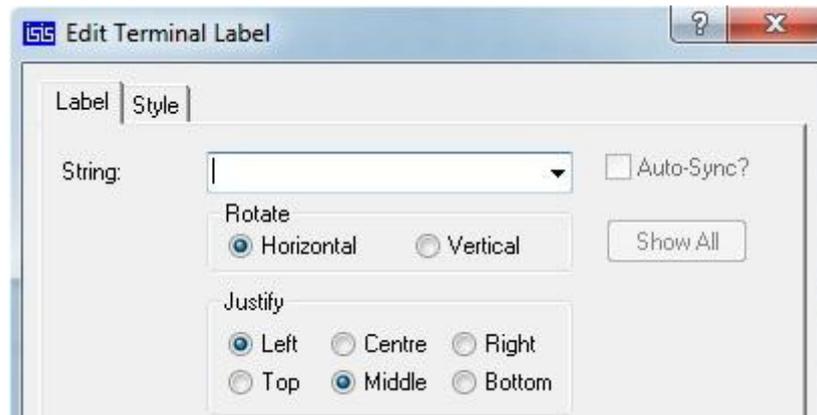


Figura 4.20 – Ventana de edición de terminales

La etiqueta se indicará en el campo “String” de la pestaña “Label” y al terminal se pulsa en “OK” para cerrar la ventana.

Terminando de etiquetar el resto de terminales apropiadamente, el trabajo final debe mostrar un aspecto similar al de la Figura 4.21.

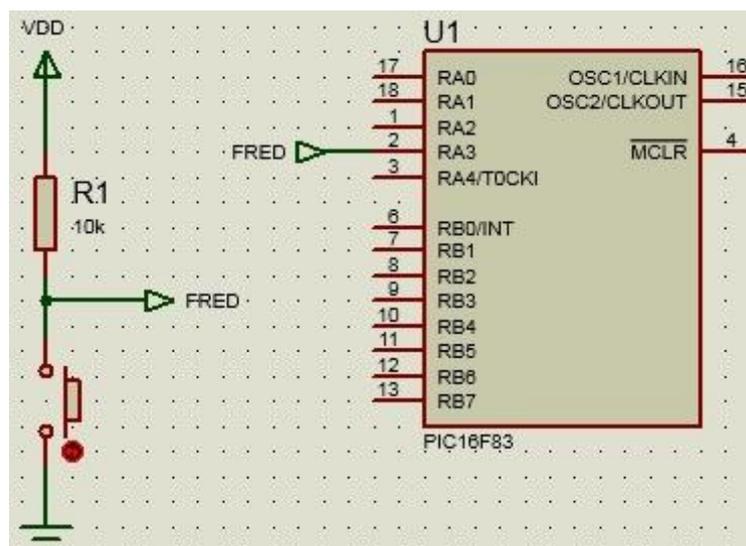


Figura 4.21 – Ejemplo de conexionado con terminales

---

## 4.4. DISEÑO PCB (ARES)

### 4.4.1. Introducción

ARES es la herramienta de Proteus dedicada exclusivamente para el diseño de placas de circuito impreso (PCB). Está plenamente integrada con la herramienta ISIS.

Una vez diseñado el esquema electrónico en ISIS se genera automáticamente la lista de redes (NETLIST). ARES es capaz de recibir esta lista de redes para diseñar, a partir de ella, la placa de circuito impreso. De esta forma se asegura que la placa tenga unidos entre sí los pines de forma idéntica a como está definido en el esquema electrónico.

Cualquier modificación que se realice en el esquema, podrá ser reenviado desde ISIS a ARES, donde aparecerán resaltados los cambios que se hayan producido. De esta forma la modificación y rediseño de la placa se realizará de forma mucho más simple y segura.

ARES se suministra con una extensa y completa librería que incluye los formatos de encapsulado de la mayoría de los componentes convencionales, como circuitos integrados, transistores, diodos, resistencias, etc. La información del encapsulado incluye, como es lógico, la huella (footprint) del componente.

Además incorpora herramientas para la creación directa de las huellas de nuevos componentes que no se incluyan en las librerías estándar suministradas. Estas herramientas soportan las facilidades habituales de dibujo en las herramientas avanzadas de diseño 2D. En el apartado **4.6.3** se explica cómo llevarlo a cabo.

### 4.4.2. Ventana principal

Al ejecutar el módulo ARES se visualizará su ventana principal. En la parte superior de la pantalla se encuentra la barra de menús. El área más grande de la pantalla recibe el nombre de ventana de trabajo y es la zona donde se llevará a cabo el trabajo con la PCB. El área más pequeña, situada en la zona superior izquierda se llama ventana de edición. En ella se puede ver, a una escala reducida, el dibujo completo independientemente de la sección que se esté visualizando en la ventana de trabajo en ese momento. Como excepción, cuando un objeto es seleccionado en la ventana Selector de Objetos, la ventana de edición se utiliza para presentar una vista del objeto seleccionado.

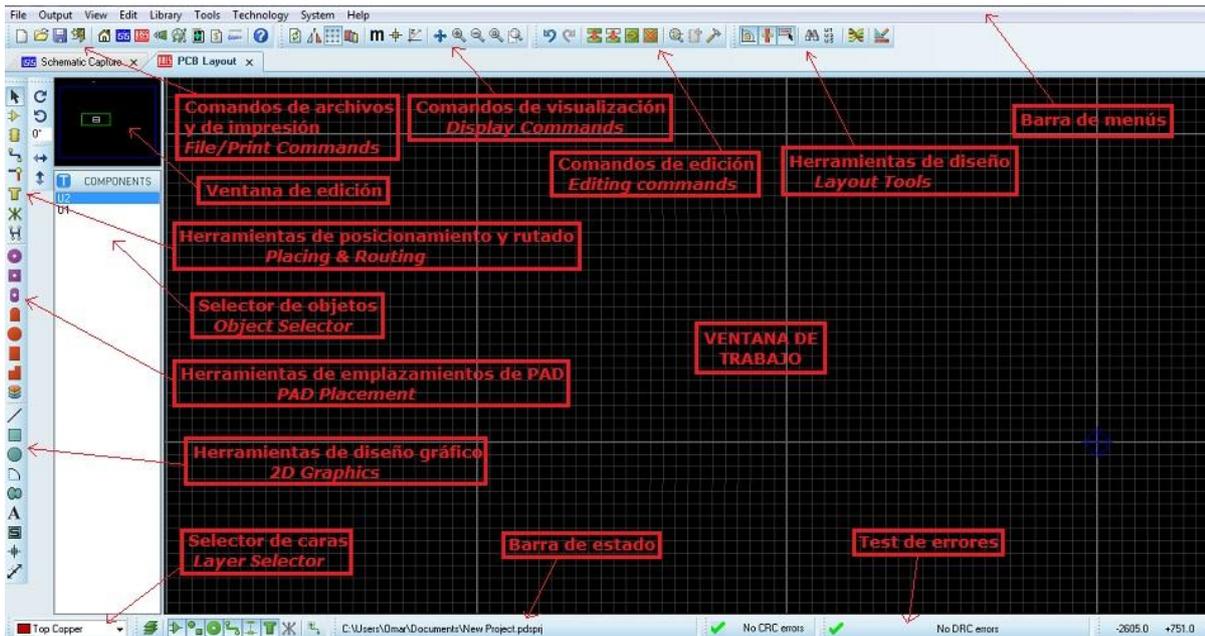


Figura 4.22 – Ventana principal ARES

En la zona inferior de la ventana está situada la barra de control.



Figura 4.23 – Barra de control

Es muy diferente a la utilizada en ISIS y, básicamente, está dividida en cuatro secciones: Selector de caras (Layer Selector), Selector de filtros (Selection Filter), Barra de estado (Status Bar) y el Test de errores y las coordenadas de la posición del ratón (DRC Status & Mouse Coordinates).



Figura 4.24 – Secciones de la barra de control

El **selector de capas** es un control de tipo caja desplegable y con ella es posible seleccionar la capa sobre la que se situarán los nuevos objetos que se vayan a colocar en la PCB.

El **selector de filtros** es un conjunto de casillas de selección. Con él es posible configurar las capas y el tipo de objetos que serán seleccionables cuando se pulse sobre ellos con el ratón. Por ejemplo, en un momento dado se puede querer seleccionar sólo los objetos que se encuentran en la capa superior de la PCB, o que sólo se seleccionen las vías, las pistas, etc. Por defecto, se ofrece una selección que suele ser la más conveniente para un trabajo corriente.

La **barra de estado** sirve para ir visualizando textos de ayuda referentes al objeto que se encuentra bajo el cursor de ratón.

En el **test de errores** es donde se indicarán los avisos si el actual diseño viola alguna de las reglas o si todo es correcto. Estos avisos se producen en tiempo real mientras se trabaja con la PCB.

El visor de las **coordenadas de la posición del ratón** no refleja exactamente la posición del puntero, sino la posición del nodo más cercano de la rejilla, donde se forzaría el anclaje de un objeto si se pulsara con el ratón en ese punto.

El forzado (snap) es una técnica habitual en las herramientas de diseño gráfico y es una ayuda para el dibujo rápida y precisa. Una rejilla es un conjunto de puntos espaciados uniformemente y visibles que sirven como referencia visual de distancias. La funcionalidad del forzado crea un conjunto de puntos con “imán” separados uniformemente e invisibles que permiten el movimiento del cursor en incrementos uniformes.

La selección del tamaño de separación entre imán e imán del forzado se selecciona desde el menú “View”. Se muestra en la Figura 4.25.

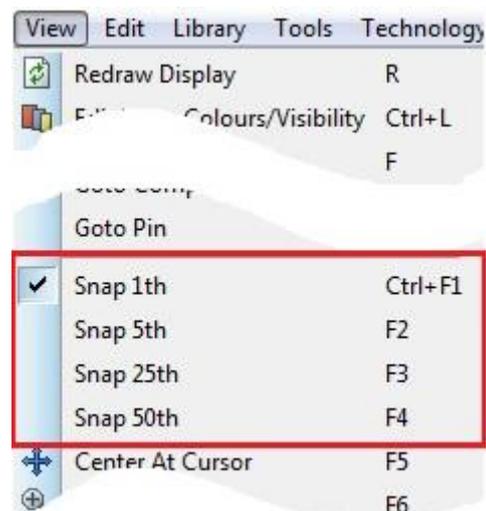


Figura 4.25 – Selección del “Snap”

La rejilla puede ser ocultada o visualizada pulsando sobre la tecla “G” o mediante la opción “Toggle Grid” del menú “View”. Con sucesivas pulsaciones se vería una rejilla de puntos, una rejilla con cuadrículas y puntos o desaparecería la rejilla.

La navegación por la ventana de trabajo (zoom, desplazamientos y panorámica utilizando el botón del medio y la rueda del ratón) es idéntica a la que se ha venido utilizando en ISIS. Por tanto en caso de duda consultarlo en el apartado anterior **4.3.2**.

#### 4.4.3. Diseño de la placa de circuito impreso

##### 4.4.3.1. Creación de los bordes de la PCB

Antes de comenzar a colocar componentes en la placa de circuito impreso hay que definir la forma y el tamaño de la placa que se va a utilizar.

Como ejemplo se va a utilizar una PCB sencilla de forma rectangular de 70mm por 50mm.

Para trabajar en milímetros en vez de en milésimas de pulgada sólo hay que usar la opción “*Metric*” del menú “*View*” y comprobando en la barra de estado las unidades de las coordenadas.

El trazado de la forma de la placa se realiza mediante la selección de la herramienta “*2D Graphics Box Mode*” en la barra de herramientas lateral.



A continuación, se debe elegir en el selector de capas la opción “*Board Edge*” como capa sobre la que se desea trabajar.



Figura 4.26 – Trazado del borde de la placa

Una vez realizados estos dos pasos previos, hay que mover el cursor del ratón hasta el lugar donde se desea colocar el primer vértice de la placa. Una vez situado ahí y, sin mover el ratón, se utiliza el atajo del teclado “*O*” para fijar el centro del sistema de coordenadas relativas en el punto en el que se encuentra el cursor. Ahora en ese punto las coordenadas serán [0.000, 0.000].

A continuación, desde ese punto, hay que pulsar con el botón izquierdo del ratón para comenzar el dibujo del rectángulo. Cuando en la ventana de coordenadas se vea que dicho rectángulo mide lo esperado, [+70.000, +50.000], hay que detener el ratón y pulsar de nuevo el botón izquierdo de este.

El resultado final debe ser un rectángulo de color amarillo con las dimensiones deseadas. Los bordes de la placa siempre serán de color amarillo, a no ser que se haya cambiado la selección de colores que viene por defecto con Proteus.



Figura 4.27 – Ejemplo de trazado del borde de la placa

Se terminará con este paso volviendo a fijar el sistema de coordenadas absolutas utilizando de nuevo el atajo del teclado “O”.

#### 4.4.3.2. Creación de los agujeros para anclajes de la PCB

Antes de colocar los diferentes componentes sobre la placa de circuito impreso, es conveniente que se creen los agujeros para anclarla y sujetarla. Como ejemplo se van a utilizar unos agujeros circulares de 3mm de diámetro con un anillo de pista de cobre a su alrededor de 0.18 pulgadas. De esta forma es posible sujetar la PCB utilizando los soportes estandarizados para PCB y de muy amplio uso, conocidos como “mini-locking PCB supports”.

Para llevarlo a cabo se utilizará la herramienta “*Round Through-hole Pad Mode*”, situada en la barra de herramientas lateral izquierda. Al hacerlo, en el selector de objetos se puede encontrar una amplia lista de tipos de agujeros pasantes estandarizados. La nomenclatura utilizada por ARES ayudará a identificar rápidamente cada uno de los tipos disponibles:

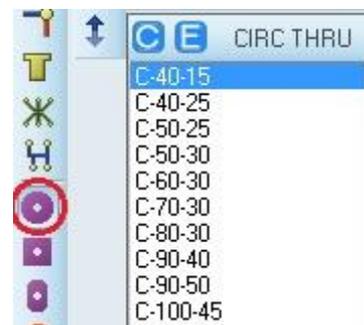


Figura 4.28 – Selección de PADS

<forma> - <diámetro exterior> - <diámetro agujero>

El agujero pasante que se necesita no aparece entre el conjunto suministrado con Proteus. Así que habrá que crearlo manualmente.

Para ello hay que seleccionar la herramienta “New Pad Style” desde el menú “Library”.

Aparecerá entonces una ventana emergente donde se debe indicar el nombre, C-180-M3 en este caso, y el tipo de forma, que será circular. En el nombre se pone la “M” delante del 3 para indicar que es en milímetros, sino se considera que son milésimas de pulgada. Se pulsa en “OK” y aparecerá la ventana de la Figura 4.29.



Figura 4.29 – Ventana de edición de PADs

Es el momento de definir las medidas del agujero. En este caso, el diámetro exterior de la corona de cobre (Diameter) debe ser de “0,18in”, la marca para hacer el taladro (Drill Mark) de “30th”, el agujero a taladrar (Drill Hole) de “3mm” y el círculo de aislante para rodear la corona de cobre (Guard Gap) será de “20th”.

Si se quiere que el nuevo modelo se quede almacenado en la librería se debe seleccionar la opción “Update Defaults” y para finalizar pulsar en “OK”.

Ahora sólo hay que seleccionar el nuevo agujero pasante creado y situarlo en las esquinas de la PCB, tal y como se muestra en la Figura 4.30.

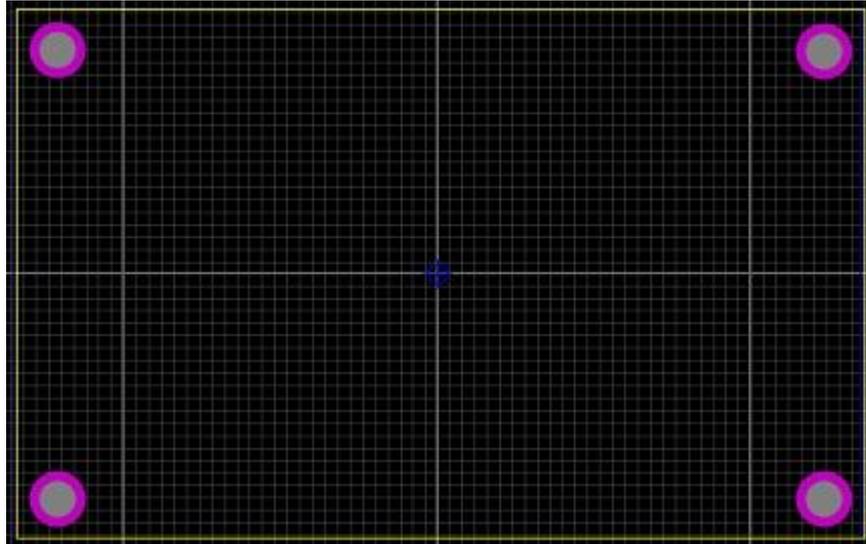


Figura 4.30 – Ejemplo de creación de agujeros pasantes en la PCB

#### 4.4.3.3. Posicionamiento de los componentes

A la hora de situar los componentes dentro de los límites de la placa habrá dos posibilidades: realizarlo de forma manual o de forma automática.

##### - Posicionamiento manual

Si se quiere situar los componentes exactamente donde se desee dentro de los límites de la placa habrá que realizarlo manualmente.

Para ello hay que seleccionar la herramienta “*Component Placement and Editing*”, situado en la barra de herramientas lateral izquierda. En el selector de objetos ya aparecerán los componentes de diseño que se han incluido en el esquema electrónico de ISIS. Se muestra en la Figura 4.31.

A continuación se procede a situar los componentes dentro de la placa. Para ello, tras seleccionar el componente que se desee, se posiciona el ratón sobre la ventana de trabajo y se pulsa el botón izquierdo. El elemento que se hubiera seleccionado se insertará en la placa. Se realizará esta acción hasta que se hayan incluido, en el lugar que se considere oportuno, cada uno de los elementos del esquema electrónico.



Figura 4.31 – Selección de los componentes

Al igual que en ISIS, mediante los la herramienta “*Editing Commands*”, es posible mover, cortar, copiar, etc. los componentes ya situados en la ventana de trabajo.



En Figura 4.31 se muestra el resultado de colocar los componentes de forma manual.

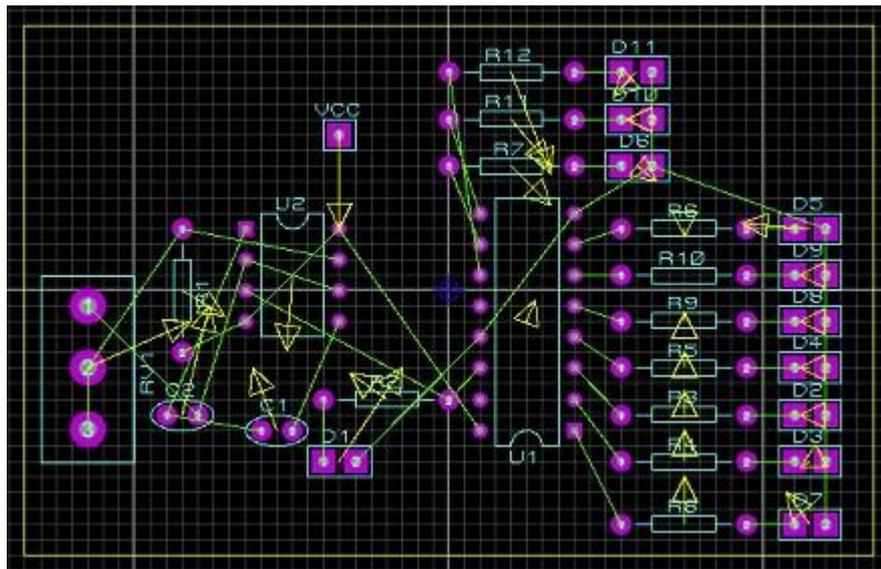


Figura 4.31 – Ejemplo de posicionamiento de componentes manualmente

Se puede observar que hay líneas amarillas uniendo los pines de los componentes, los cuales son los trazos de unión (**ratnest**). El objetivo de estos trazos no es representar las pistas de cobre finales, sino indicar que pines deben unirse entre sí.

Se puede ver también que cada componente tiene una flecha amarilla, denominadas como **vectores de fuerza**. Estos vectores indican la dirección hacia donde debería desplazarse el componente para obtener los trazos de unión del menor tamaño y, por lo tanto, también las pistas de menor longitud.

Con estas dos herramientas la tarea de colocar los diferentes componentes se simplifica considerablemente, al disponerse de la información visual de los trazos de unión y vectores de fuerza.

- Posicionamiento automático

ARES cuenta con poderosas herramientas para el posicionamiento automático de componentes. Con ellas es posible diseñar de forma completa una placa de circuito impreso con el mínimo esfuerzo por parte del diseñador.

También se contempla como alternativa, la posibilidad de realizar una pre-colocación de los componentes considerados críticos y dejar que ARES realice el resto del trabajo.

Si se desea utilizar esta herramienta es necesario que previamente se hayan dibujado los bordes de la placa.

Para iniciar el auto-posicionador hay que seleccionar la herramienta “Auto-placer”, que se encuentra dentro de la pestaña “Tools”.



Figura 4.32 – Selección del “Auto-placer”

Se abrirá entonces el menú contextual de Figura 4.33. Se marcan las reglas de diseño y se seleccionan los componentes que se desea colocar de forma automática. Si hay algún componente que se quiera colocar manualmente, simplemente se deja sin seleccionar.

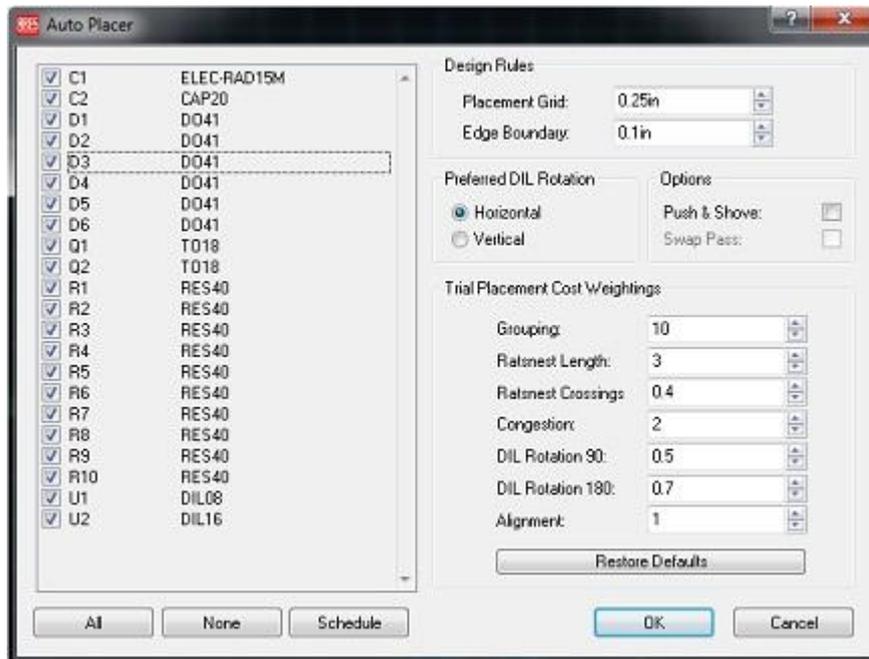


Figura 4.33 – Ventana del “Auto-placer”

En principio, las reglas de diseño que aparecen por defecto son correctas y no es necesario modificarlas. Si se desea conocer a fondo cada una de las características de la ventana anteriormente mostrada, ir al enlace que se muestra en la página web en el apartado de ARES.

En la Figura 4.34 se muestra el resultado de colocar los componentes de forma automática.

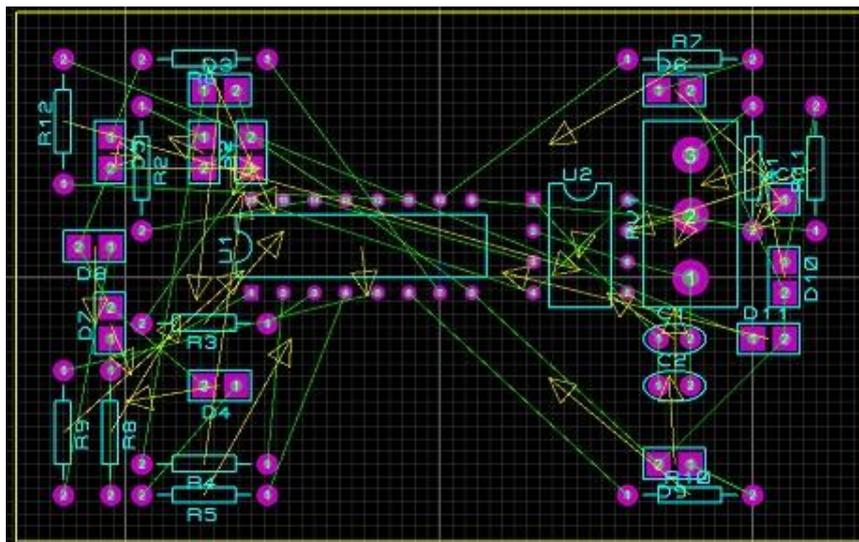


Figura 4.34 – Ejemplo de posicionamiento de componentes automáticamente

Si una vez posicionados los componentes se desea recolocar alguno de ellos, simplemente se selecciona y se mueve donde se considere oportuno.

#### 4.4.3.4. Reglas del diseño y clases de redes

Ahora que ya se dispone de una PCB con todos los componentes colocados en ella, es el momento de configurar ARES para informarle de las peculiaridades del actual diseño, las limitaciones que se desean aplicar y las consideraciones a tener en cuenta desde el punto de vista eléctrico (por ejemplo la separación mínima entre pistas o la distancia debajo de la cual no deben colocarse los componentes respecto al borde de la placa).

Se puede llevar a cabo esta tarea seleccionando la herramienta “*Design Rule Manager*”, situada en la pestaña “*Technology*”.



Figura 4.35 – Selección de “*Design Rule Manager*”

#### - Reglas del diseño

En la primera pestaña de la ventana de diálogo (“*Design Rules*”) es posible configurar las restricciones y las distancias mínimas del actual diseño. Por defecto aparece un conjunto de condiciones almacenadas con el nombre de “*DEFAULT*”, que va a ser el utilizado para todas las capas y todas las redes definidas en dicho diseño.

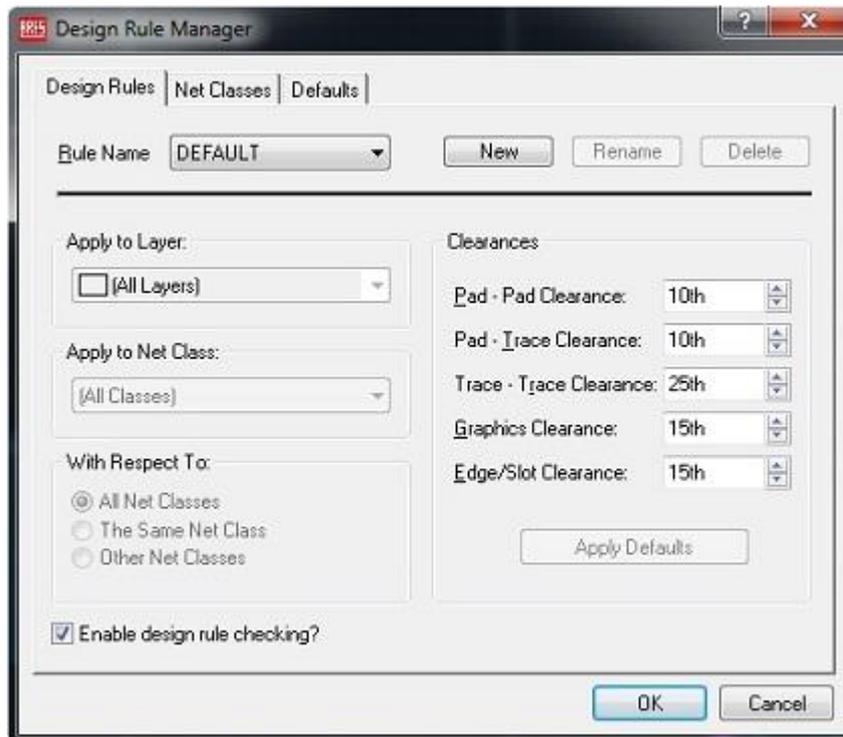


Figura 4.36 – Ventana de edición de las reglas de diseño

La primera tarea consiste en decidir si cada una de las reglas sirve para todas las capas y para todas las pistas del actual diseño. Es posible crear tantas nuevas reglas como se crea oportuno y se puede limitar su aplicación a una determinada capa o a un conjunto concreto de pistas.

Lo más característico de esta ventana es definir las distancias entre huellas (Pad) y pistas (Trace) y las distancias entre gráficos (Graphics) y con el borde de la placa (Edge/Slot).

Puesto que no es necesario establecer ninguna regla adicional más, podemos desplazarnos a la siguiente pestaña de la ventana de diálogo “Net Classes” para estudiar los parámetros que figuran en ella.

#### - Clases de redes

Este es el lugar donde se configuran las pistas y las vías que se van a utilizar en el diseño. También se controla desde aquí qué capas servirán para trazar pistas por ella cuando se utilice el auto-trazador de pistas.

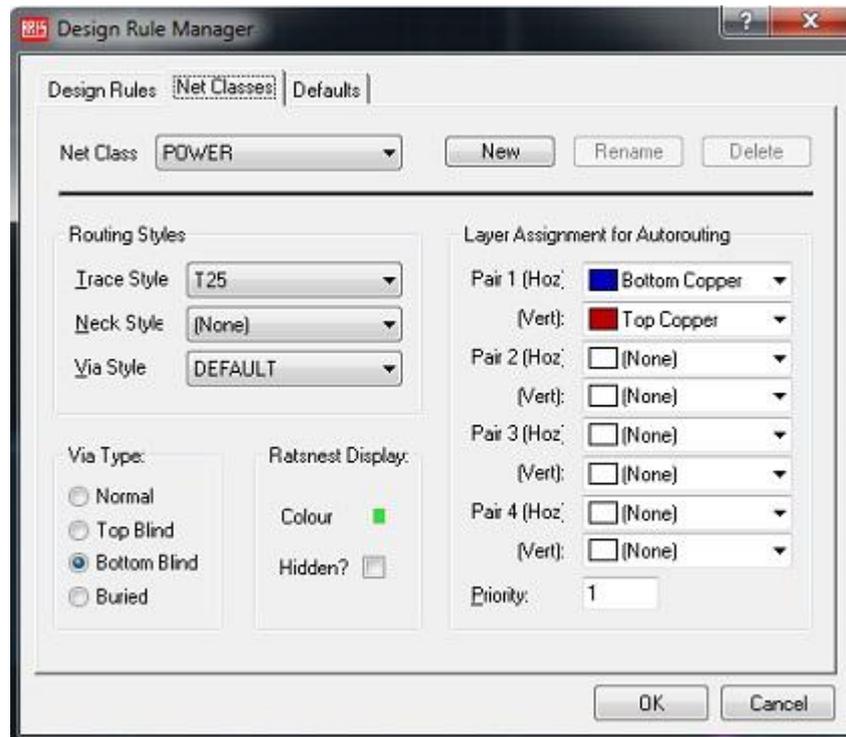


Figura 4.37 – Ventana de edición de las clases de redes

El cuadro superior (“*Net Class*”) permite seleccionar las reglas que se aplicarán para cada tipo de red distinto y configurar cada una de ellas de forma independiente. Por defecto aparecerán dos clases de redes: POWER, cualquier conexión que incluya un terminal de potencia o de tierra, y SIGNAL, el resto de conexiones.

Es posible definir las anchuras de las pistas (*Trace Style*), de los estrechamientos o cuellos de botella (*Neck Style*) y de las vías (*Via Style*). Las opciones de la zona inferior de la ventana de diálogo permiten seleccionar el tipo de vía (*Via Type*) y el color y visibilidad de las guías para el trazado de pistas (*Ratsnest Display*).

La asignación de capas para el auto-trazador se realiza en el lado derecho de la ventana. En esta sección se informa de que capas se utilizarán para el trazado de las pistas. Es posible configurarlo para que se utilice en el diseño hasta 8 capas.

#### 4.4.3.5. Trazado de las pistas

Puesto que ya se han configurado todas las reglas del diseño, ya es posible empezar a realizar las conexiones entre todos los componentes de la PCB generando las pistas necesarias. Para ello se dispone de dos opciones: de forma manual o automática.

##### - Trazado manual

Normalmente, se utilizará esta opción cuando se desee que una pista siga un determinado trazado en concreto.

Para comenzar a trazar las pistas se debe seleccionar la herramienta “*Track Placement and Editing*”, situada en la barra lateral izquierda, e indicar la capa en la que se quiere llevar a cabo mediante el selector de capas.



Figura 4.38 – Selección de herramienta y la capa para trazar las pistas

A continuación se sitúa el cursor del ratón en la ventana de trabajo y se dibuja la pista de una patilla a otra siguiendo los trazos de unión. Para ello sólo hay que pulsar con el botón izquierdo del ratón sobre la primera patilla y, para finalizar el trazo, volver a pulsarlo sobre la segunda patilla.

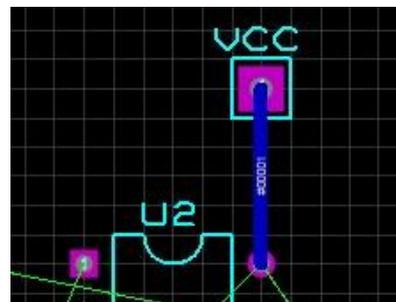


Figura 4.39 – Trazado de las pistas

Se recomienda utilizar la misma anchura de pistas para todo el diseño, salvo en casos especiales como pueden ser las pistas de potencia, o pistas que debido a su trazado deben ser distintas al resto.

Para adquirir buenas costumbres en el rutado de pistas, es recomendable también no realizar ángulos de 90°, así como mantener una relación en los mismos, de forma que toda la placa tenga los mismos ángulos y no que cada pista realice los suyos.

Si se está trazando pistas en una capa, por ejemplo la “*Bottom Copper*”, y se quiere usar un puente para unir dos patillas se debe realizar lo siguiente:

Se empieza a trazar la pista de una patilla a otra y cuando se quiera cambiar de capa sólo hay que pulsar dos veces con el botón izquierdo del ratón, apareciendo entonces una vía y las pistas pasan a trazarse en la capa “*Top Copper*”. Si se quiere volver a la capa anterior habrá que realizar lo mismo, creando así otra vía y volviendo a la capa “*Bottom Copper*”.

Otra forma de llevarlo a cabo es seleccionar la herramienta “*Via Placement and Editing*” e indicar la capa en la que se desea trabajar en cada momento.



Figura 4.40 – Selección de las vías

En caso de que se quiera cambiar la forma o el tamaño de los PADS de un determinado componente se puede emplear la herramienta “*Pad Placement*”.

Se selecciona el tipo de PAD que se desea utilizar y su tamaño (Figura 4.41) y se procede a realizar el cambio pulsando, con el botón izquierdo del ratón, sobre la huella que se quiera cambiar. Automáticamente se realizará el cambio.



Figura 4.41 – Selección del tipo de PAD

En la Figura 4.42 se muestra el cambio de los PADS de una resistencia, tanto de su tamaño como de su forma.



Figura 4.42 – Cambio de PADS en una resistencia

Una vez que se ha dibujado una pista es posible que se quiera modificar su trazado. Para ello se pulsa sobre dicha pista con el botón derecho del ratón y se selecciona la opción “*Drag Route(s)*”, para desplazar la pista hacia donde se desee; o la opción “*Modify Route*”, para cambiar una parte del trazado.

También es posible querer cambiar la capa en la que se ha trazado la pista, su anchura o el diámetro de las vías. Para ello, igual que en el caso anterior, se pulsa con el botón derecho del ratón y se selecciona la opción deseada: “*Change Layer*”, “*Change Trace Style*” o “*Change Via Style*”.

#### - Trazado automático

ARES incorpora un avanzado trazador automático de pistas basado en rejilla. Su potencia, rapidez y flexibilidad permite generar todas las rutas de la placa de circuito impreso con pistas de cualquier grosor, utilizando vías de cualquier ancho, a 90 o 45 grados y gestionando desde una a ocho capas.

Igual que pasaba con el trazado manual de pistas, el auto-rutado va a cumplir escrupulosamente con todas las reglas del diseño que se hayan configurado previamente.

Para ejecutar el auto-rutado hay que seleccionar la herramienta “*Auto-router*” del menú “*Tools*”, tal y como se indica en la Figura 4.43.



Figura 4.43 – Selección del “Auto-router”

La ventana de diálogo que aparece a continuación puede parecer complicada, pero para la mayoría de los diseños las opciones ofrecidas por defecto proporcionarán unos resultados satisfactorios.

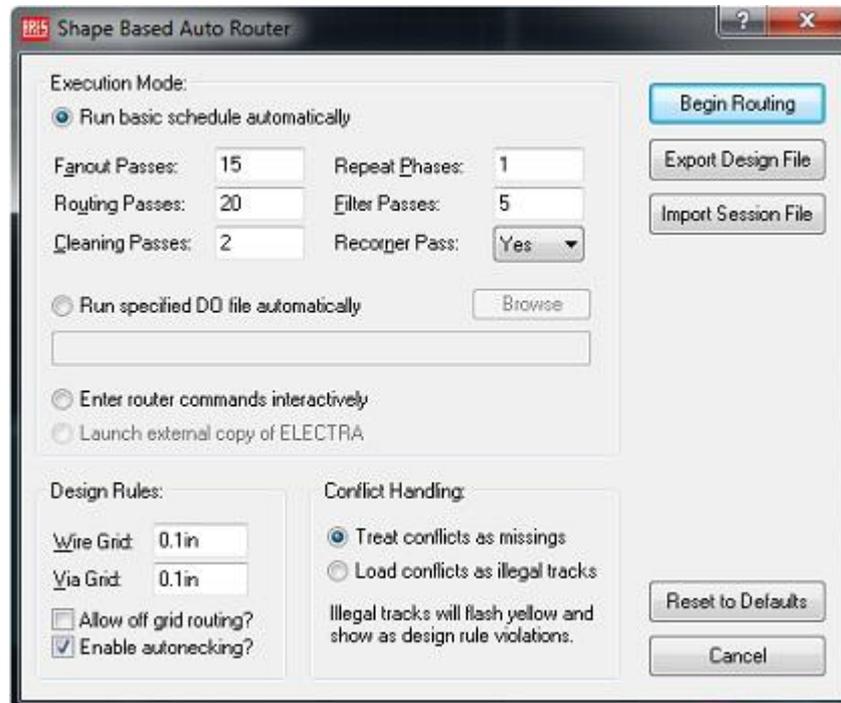


Figura 4.44 – Ventana de edición de las características del auto-rutado

Si se desea conocer a fondo cada una de las características que presenta la ventana de la herramienta “Auto-router”, ir al enlace que se muestra en la página web en el apartado de ARES.

Una vez que estén las características ajustadas se pulsa en “Begin Routing” y el programa comenzará a trazar las pistas. Se puede contemplar el progreso en la barra de estado y también se verá como el motor va completando su trabajo trazando rutas y mejorando los resultados con los nuevos intentos hasta encontrar la solución más óptima.

Cuando el trabajo se haya completado, conviene que se preste atención a dos detalles importantes:

- El auto-rutado ha respetado las pistas que se habían previamente trazado de forma manual y no ha tratado de borrarlas ni modificarlas, trabajando únicamente con las pistas que quedaban pendientes.

- Cuando el auto-rutado ha terminado ha realizado una última pasada para achaflanar las esquinas de las pistas. Si no se desea que se produzca este achaflanado, hay que seleccionar “NO” en el parámetro “Recorner Pass” de la ventana de diálogo.

En la Figura 4.45 se muestra un diseño en el que se ha utilizado el auto-rutado por las dos caras:

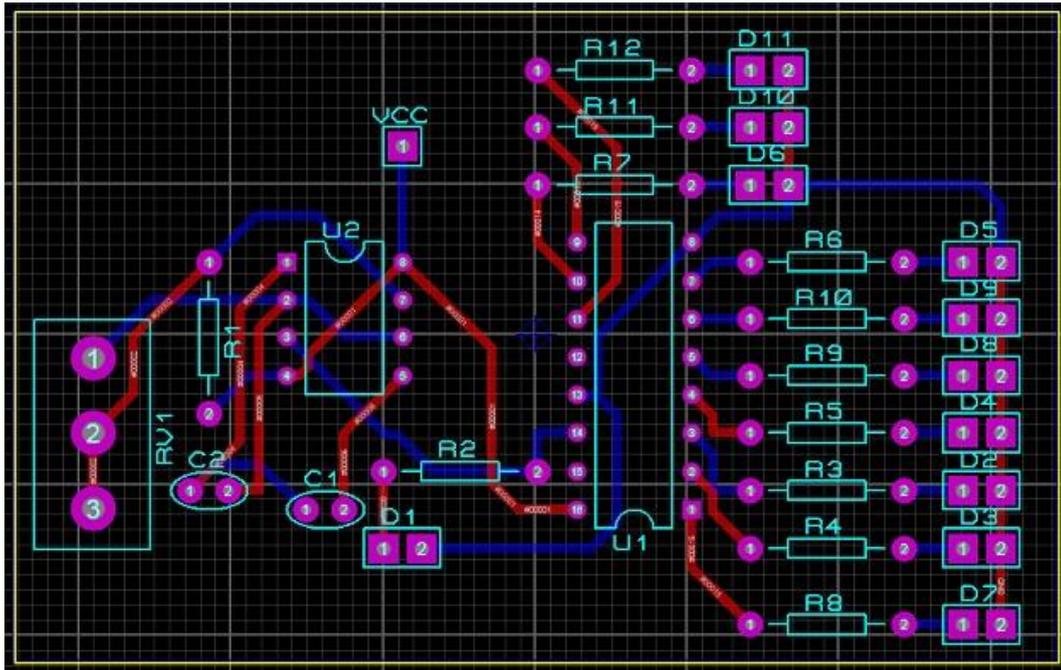


Figura 4.45 – Ejemplo de trazado de pistas automáticamente

#### 4.4.3.6. Planos de masa y/o alimentación

Una vez realizado el trazado de las pistas, si se desea que una determinada zona de una cara sea un plano de masa o de alimentación habrá que seguir el proceso descrito a continuación.

En primer lugar hay que seleccionar la herramienta “Zone Mode”, situada en la barra de herramientas lateral izquierda, y en el selector de capas se elige la capa en la que se quiere situar la superficie de disipación.



Ahora con el ratón nos situamos en la ventana de trabajo y dibujamos la zona que queremos de cobre.

Aparece entonces un menú contextual, mostrado en la Figura 4.46, donde se definen las características de la superficie de disipación.

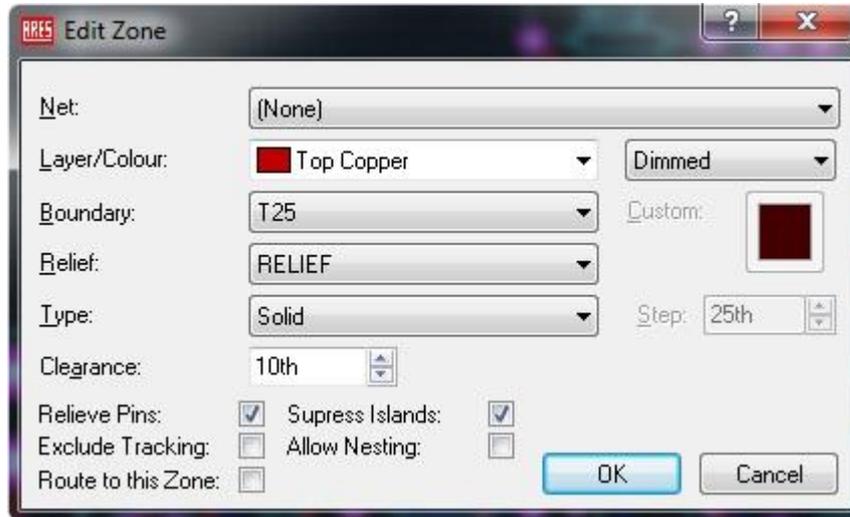


Figura 4.46 – Ventana de edición de las características de las superficies de disipación

A continuación, se analiza con detalle cada uno de los parámetros:

- *Net*. La red a la que se va a conectar la superficie de disipación.
- *Layer/Colour*. La capa en la que se va a generar la superficie de disipación.
- *Boundary*. El estilo de los límites de la superficie. Sirve para indicar el estilo de pista que el generador va a utilizar para dibujar los bordes exteriores e interiores de la superficie de disipación.
- *Relief*. Especifica el estilo de la pista que utilizará el generador para unir la superficie de disipación con un pin.
- *Type*. Señala la forma que va a utilizar ARES para representar gráficamente la superficie de disipación. Existen cuatro opciones: solid (sólido), outline (contorno), hatched (sombreado) y empty (vacío).
- *Clearance y Relieve Pins*. Determina la distancia que se dejará entre la superficie de disipación y cualquier otro objeto de la placa. Cuando se selecciona la opción “Relieve Pins”, los pines que se conectan a la zona se unirán utilizando aliviadores térmicos.

- *Exclude Tracking*. Si está seleccionado el generador considerará las pistas conectadas a su misma red como obstáculos que debe salvar al crear la superficie de disipación.
- *Route to this Zone*. Cuando está seleccionado el generador creará vías directamente a la zona para lograr las conexiones necesarias.
- *Supress Islands*. Marcar esta opción asegura que la superficie de disipación se limita a las áreas donde se pueden realizar conexiones con la red.
- *Allow Nesting*. Esta opción permite crear zonas interiores en el caso de que el flujo de la zona de disipación se vea impedido por objetos.

Si se desea poner un plano de masa se elegirá la opción “GND=POWER”, dentro de la pestaña “Net”, y si lo que se desea en un plano de alimentación habrá que elegir la opción “VCC/VDD=POWER”.

Es recomendable dejar una separación entre el plano y las pistas (“Clearance”) de al menos 15th para no tener problemas con las conexiones.

Una vez establecidas las características se pulsa en “OK” y se generará la superficie de disipación en la PCB.

Existe también la posibilidad de que ARES genere la superficie de disipación automáticamente, sin tener que dibujarla a mano. Para ello hay que seleccionar la herramienta “Power Plane Generator”, que se encuentra en la pestaña “Tools”, tal y como se muestra en la Figura 4.47.

Aparece entonces la ventana de la Figura 4.48, donde se indica si se quiere un plano de masa o de alimentación, la capa en la que se quiere situar, el estilo de los límites de la superficie y la separación con respecto a los bordes de la placa.

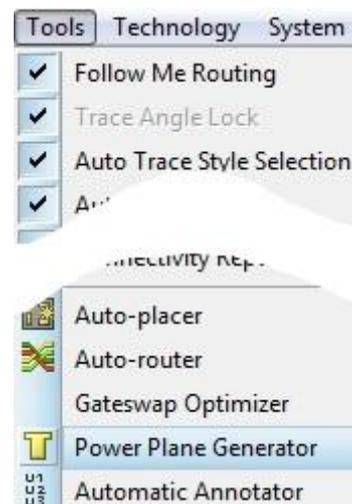


Figura 4.47 – Selección del “Power Plane Generator”



Figura 4.48 – Ventana de selección del tipo de superficie de disipación

Al pulsar “OK” se generará la superficie de disipación en la capa que se haya seleccionado. Para definir las características de dicha superficie sólo hay que seleccionarla y pulsar sobre ella.

En la Figura 4.49 se muestra una placa en la que se usa un plano de masa situado en la cara superior. El rutado de las pistas se ha llevado a cabo en la cara inferior.

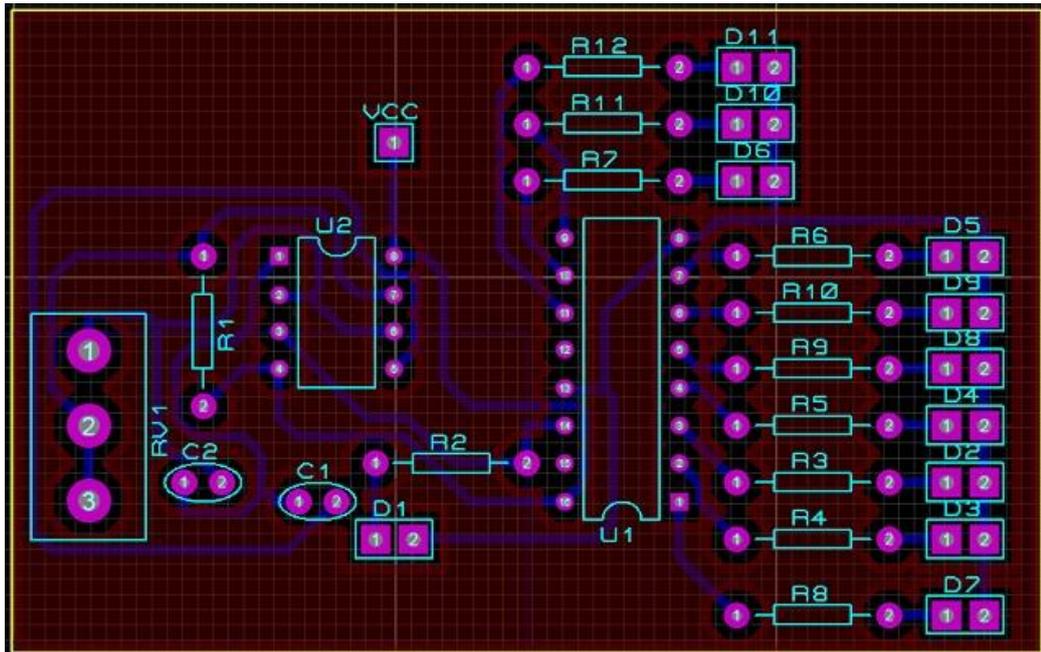


Figura 4.49 – Ejemplo de utilización de un plano de masa en la cara superior

## 4.5. VISUALIZACIÓN 3D

La mayoría de los diseñadores de circuitos electrónicos están acostumbrados a realizar su trabajo en dos dimensiones. Sin embargo, en muchas ocasiones puede resultar extremadamente útil disponer de la información tridimensional del diseño. Bien porque interese conocer la altura real que alcanzan los componentes en la placa, o bien con fines estéticos.

El procedimiento para obtener la imagen tridimensional del circuito es una tarea muy sencilla en Proteus. Simplemente se debe seleccionar la herramienta “3D Visualizer”, en la barra de herramientas superior.



Figura 4.50 – Selección de la herramienta de visualización 3D

Se obtiene así la vista tridimensional del actual diseño, como se ve en la Figura 4.51.

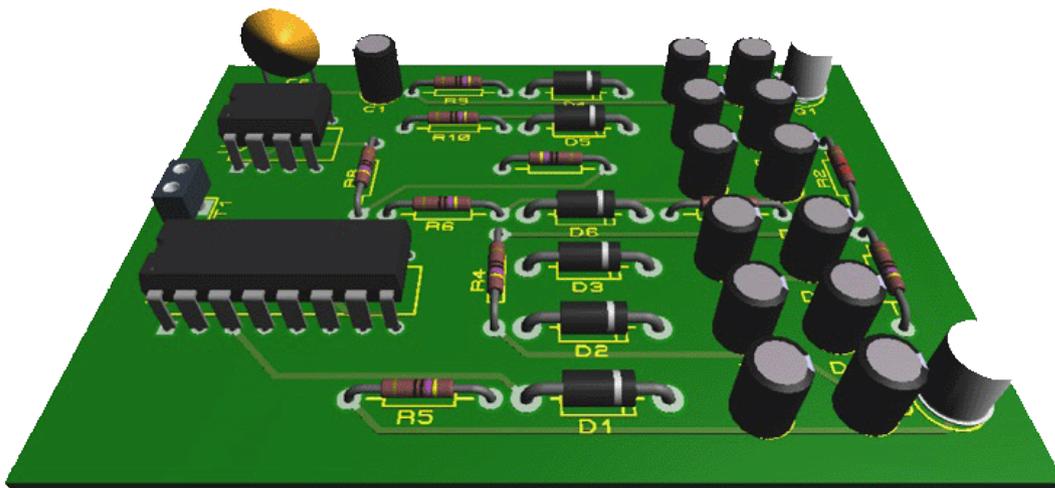


Figura 4.51 – Vista tridimensional de una PCB

Evidentemente el resultado no puede ser más satisfactorio para el tiempo que se ha invertido en obtenerlo.

En la nueva ventana que aparece, Proteus facilita una serie de controles, situados en la zona inferior izquierda de la pantalla, útiles para navegar por la imagen creada.



Figura 4.52 – Barra de controles de la herramienta de visualización 3D

Como se puede observar la barra con los controles está separada en tres zonas, divididas por una línea vertical.

En el primer apartado de los controles, se encuentran las herramientas que permiten modificar el zoom, para acercar el diseño y ver los detalles, y la opción de navegación, que permite sobrevolar sobre el diseño moviendo el ratón a través de él. Se encuentra también la opción de volver atrás.



Figura 5.53 – Primer apartado de la barra de controles

El segundo apartado, formado por cinco controles, sirve para seleccionar de forma rápida entre cinco vistas pre-configuradas. Vista desde arriba, vista desde el frente, vista desde el lateral izquierdo, vista desde atrás y vista desde el lateral derecho.



Figura 5.54 – Segundo apartado de la barra de controles

El tercer y último apartado tiene dos controles: el primero permite simular la apariencia de la envolvente que servirá para contener el diseño y el segundo mostrará la serigrafía de los componentes, es decir sin el volumen que estos ocupan.



Figura 5.55 – Tercer apartado de la barra de controles

Proteus permite guardar el resultado de la representación tridimensional en un fichero formato \*.3ds (un estándar entre las herramientas de diseño 3D), utilizando la opción “Export 3DS” en el menú “File”. También podemos guardar el resultado en un fichero formato \*.DFX (un estándar entre las herramientas de diseño 2D), utilizando la opción “Export DFX” en el menú “File”.

Finalmente es posible imprimir el resultado del trabajo con la opción “Print 3D View” en el menú “File”.

## 4.6. CREACIÓN DE LOS FICHEROS DE FABRICACIÓN

### 4.6.1. Introducción

Una vez realizado el diseño de la placa de circuito impreso será necesario crear un conjunto de ficheros para enviar al departamento de fabricación, de tal forma que se pueda llevar a cabo la producción del diseño realizado.

En la Figura 4.56 se muestra el diseño de una PCB de doble cara sobre la que se trabajará en este apartado.

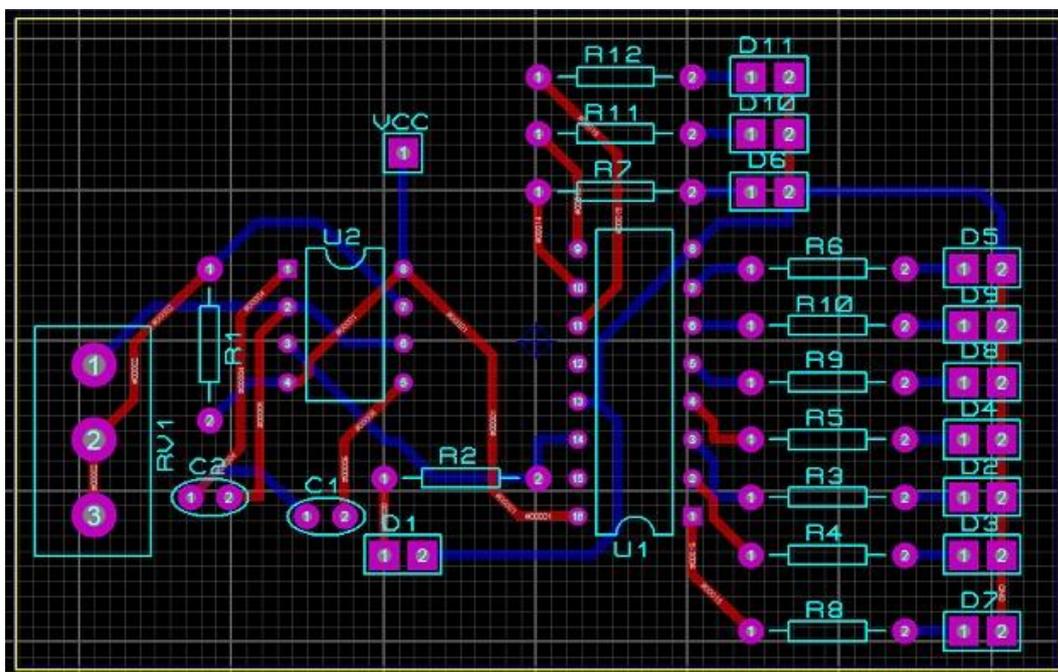


Figura 4.56 – Diseño de una PCB de doble cara

### 4.6.2. Ficheros

Los ficheros que, por lo general, son necesarios enviar al departamento de fabricación son los siguientes:

- Fichero de taladrado.
- Fichero de las pistas de la cara superior.
- Fichero de las pistas de la cara inferior.
- Fichero de las máscaras de soldadura de ambas caras.

- Fichero de serigrafía de la cara superior (y de la inferior si fuera necesario).
- Fichero de la plantilla de aplicación de la pasta de soldadura para SMD

Para la generación de cada uno de los ficheros anteriormente indicados hay que seleccionar la opción “*Generate Gerber/Excellon Files*” desde el menú “*Output*”. Emergerá una ventana preguntado si se desea hacer un chequeo, a lo que se selecciona “*Yes*”, y si todo está correcto aparecerá la ventana de diálogo de la Figura 4.57.



Figura 4.57 – Ventana de generación de los ficheros de fabricación

El formato preferido es el Gerber RS274X y la resolución del archivo es aconsejable que sea igual o superior a 500 dpi (puntos por pulgada). No es conveniente hacer imagen en espejo (Mirror) de alguna capa y se debe procurar que todas las capas estén alineadas.

La opción “*Slotting/Routing Layer*” especifica de forma explícita qué capa de la tarjeta va a ser utilizada para definir en ella cortes y ranuras.

La selección “*Layers/Artworks*” permite seleccionar la información de las capas que se van a incluir en los ficheros de salida. Por defecto propondrá las capas utilizadas en el diseño. Si se pulsa en “OK”, dichos ficheros se guardarán en donde se haya indicado junto con otro fichero de información general, como el que se muestra en la Figura 4.58.

```
LABCENTER PROTEUS TOOL INFORMATION FILE
=====
In case of difficulty, please e-mail support@labcenter.co.uk

Tool set up for Proteus layout 'juego de luces.pdsprj'.
CAD/CAM generated at 12:06:47 on viernes, 01 de mayo de 2015.

File List
-----
Top Copper           : juego de luces - CAD/CAM Top Copper.TXT
Bottom Copper        : juego de luces - CAD/CAM Bottom Copper.TXT
Top Silk Screen      : juego de luces - CAD/CAM Top Silk Screen.TXT
Top Solder Resist    : juego de luces - CAD/CAM Top Solder Resist.TXT
Bottom Solder Resist : juego de luces - CAD/CAM Bottom Solder Resist.TXT
Mechanical 1         : juego de luces - CAD/CAM Mechanical 1.TXT
Drill                 : juego de luces - CAD/CAM Drill.TXT

Photoplotter Setup
-----
Format: RS274X, ASCII, 2.4, imperial, absolute, eob=*, LZ0
Notes: D=Diameter, S=Side, W=width, H=Height, C=Chamfer

D10  CIRCLE  D=0.64mm
D11  CIRCLE  D=1.78mm
D12  SQUARE S=2.03mm
D13  SQUARE S=1.27mm
D14  CIRCLE  D=1.27mm
D15  CIRCLE  D=3.05mm
D16  CIRCLE  D=0.2mm
D17  CIRCLE  D=2.29mm
D18  SQUARE S=2.54mm
D19  SQUARE S=1.78mm
D70  CIRCLE  D=3.81mm

DRAW
FLASH
FLASH
FLASH
FLASH
FLASH
DRAW
FLASH
FLASH
FLASH
FLASH

NC Drill setup
-----
Format: ASCII, 2.4, imperial, absolute, eob=<CR><LF>, no zero suppression.
Notes: Tool sizes are diameters. Layer sets are in brackets - 0=TOP, 15=BOTTOM, 1-14=INNER.

T01  0.76mm (0-15)
T02  1.02mm (0-15)
T03  1.52mm (0-15)

[END OF FILE]
```

Figura 4.58 – Fichero de información general

Se puede observar que muestra la lista de ficheros generada (“*File List*”), los diámetros y secciones de las distintas vías de los fotolitos (“*Photoplotter Setup*”) y las tres brocas que serán necesarias para realizar el taladrado (“*NC Drill Setup*”).

A continuación se indica cómo obtener cada uno de los ficheros de los que se ha hablado anteriormente y el formato en el que saldrán.

- Fichero de taladrado

Para generar el fichero de taladrado, que es el que se introducirá en la respectiva máquina para realizar los taladros de la placa, hay que seleccionar la opción **Drill**. Tendrá formato ASCII y en él se indicarán los taladros a realizar con cada una de las brocas.

- Fichero de las pistas de la cara superior

Para generar el fichero de las pistas de la cara superior hay que seleccionar la opción **Top Copper**. Tendrá formato Gerber RS-274-X.

- Fichero de las pistas de la cara inferior

Para generar el fichero de las pistas de la cara inferior hay que seleccionar la opción **Bottom Copper**. Al igual que el anterior tendrá formato Gerber RS-274-X.

- Fichero de las máscaras de soldadura de ambas caras

Para generar el fichero de las máscaras de soldadura de ambas caras hay que seleccionar las opciones **Top Resist** y **Bottom Resist**. Tendrá formato Gerber RS-274-X.

- Fichero de serigrafía de la capa superior

Para generar el fichero de serigrafía de la capa superior hay que seleccionar la opción **Top Silk**. Se puede dar el caso de que haya componentes también en la capa inferior, en ese caso habría que generar también ese fichero seleccionando la opción **Bottom Silk**. Tendrá formato Gerber RS-274-X.

- Fichero de la plantilla de aplicación de la pasta de soldadura para SMD

Para generar el fichero de la pasta de soldadura para componentes SMD hay que seleccionar la opción **Top Mask** o **Bottom Mask**, según la cara en la que se encuentren. En el caso del ejemplo de PCB mostrado en este apartado no será necesario generar este fichero ya que no contiene este tipo de componentes.

#### 4.6.3. Impresión de las diferentes vistas

Para imprimir cada una de las vistas de la placa de circuito impreso que se ha diseñado hay que seleccionar la opción *“Print Layout”* desde el menú *“Output”*. Aparecerá entonces la siguiente ventana de la Figura 4.59.

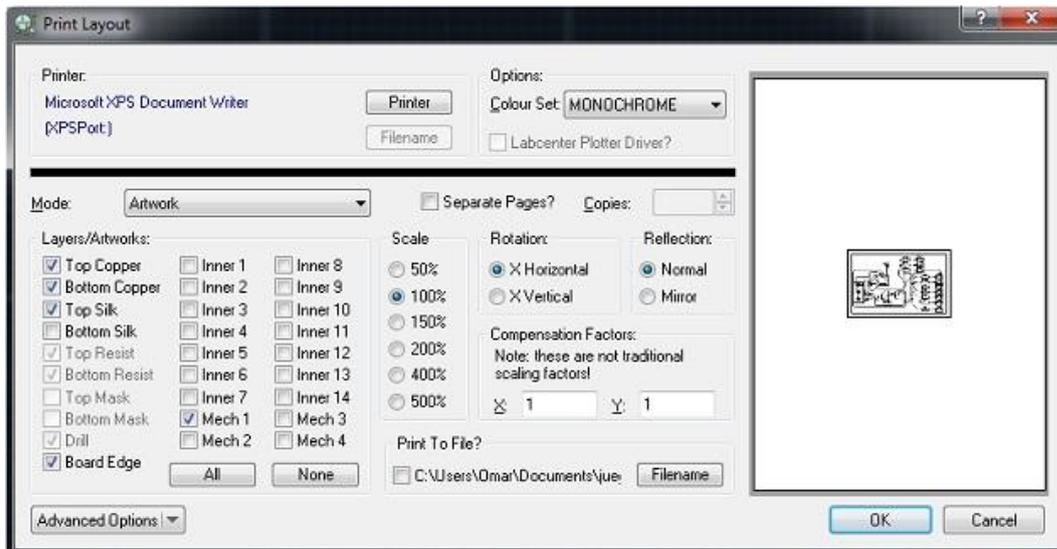


Figura 4.59 – Ventana de impresión

Sólo habrá que seleccionar la vista que se necesite imprimir y la escala a que se desee y pulsar en “OK”. El resto de las opciones que aparecen son bastante intuitivas y no es necesario explicarlas.

Para imprimir las vistas de las máscaras de soldadura, la de taladrado o la de los componentes SMD, habrá que seleccionar en la pestaña “Mode” la opción “Solder Resist”, “Drill Plot” o “SMT Mask”.

A continuación se muestran cada una de las vistas de los fotolitos y plantillas generadas a escala 1,5:1:

- Fotolito de las pistas de la capa superior

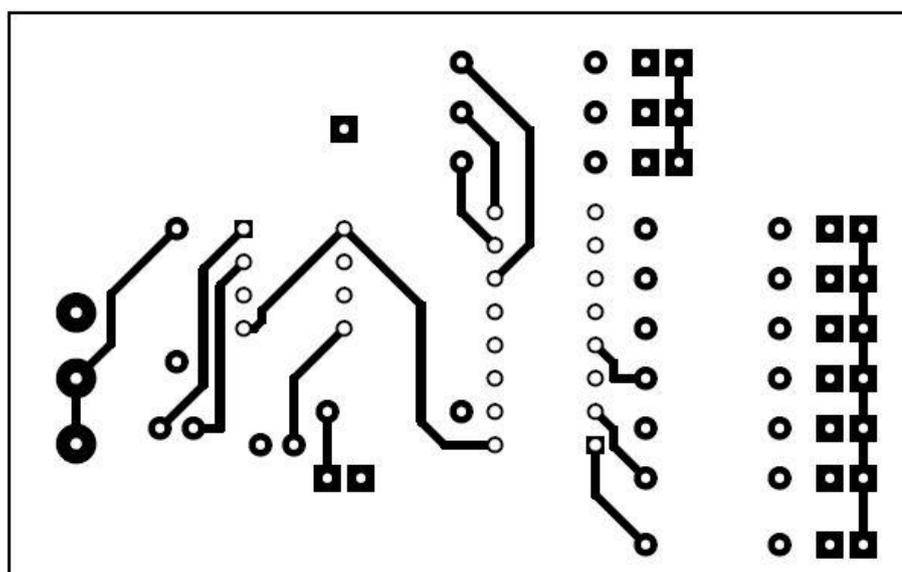


Figura 4.60 – Fotolito pistas capa superior

- Fotolito de las pistas de la capa inferior

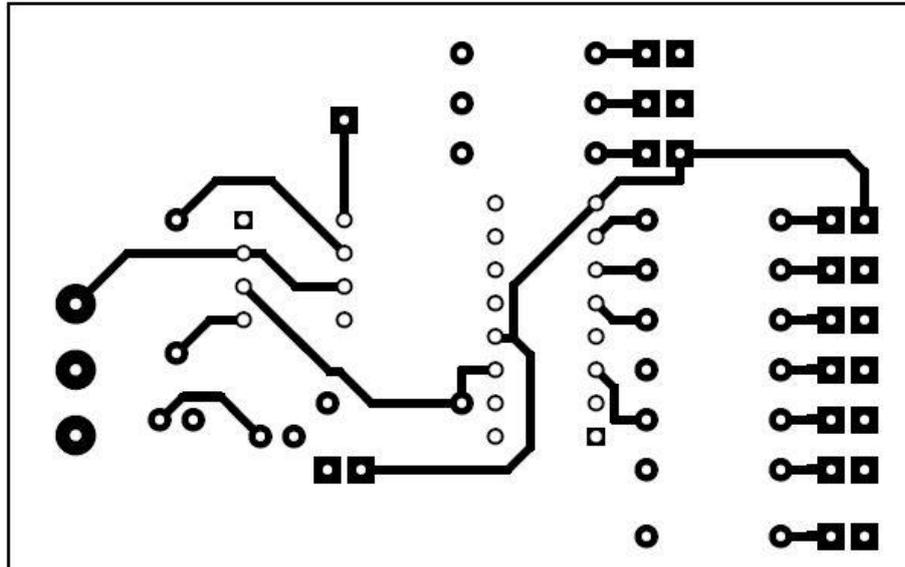


Figura 4.61 – Fotolito pistas capa inferior

- Fotolito de las máscaras de soldadura

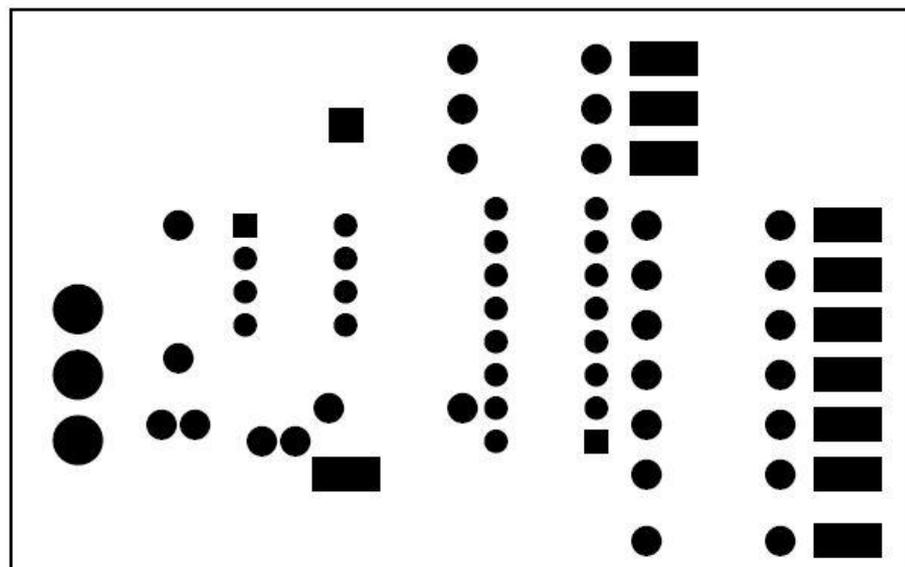


Figura 4.62 – Fotolito máscaras de soldadura

- Plantilla para la serigrafía de la capa superior

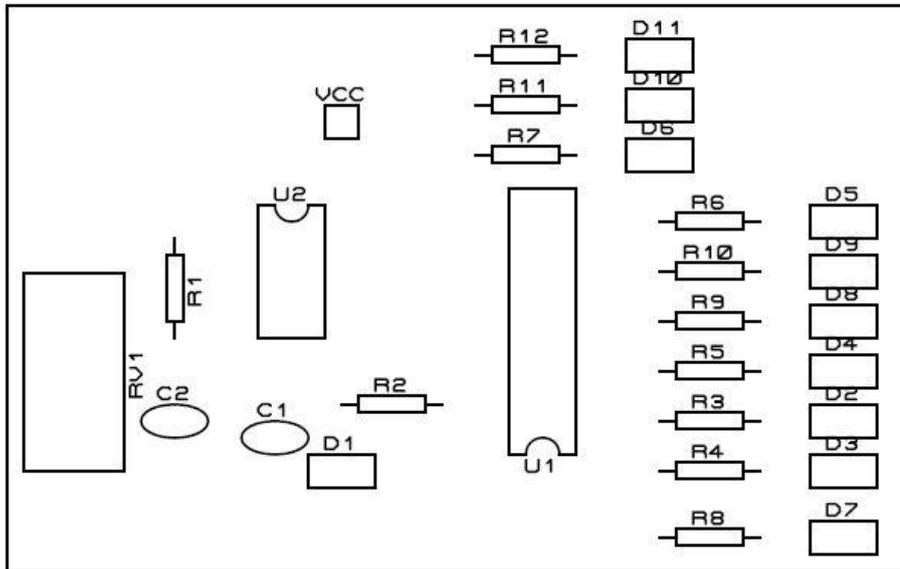


Figura 4.63 – Fotelito serigrafía capa superior

- Plantilla para el taladrado

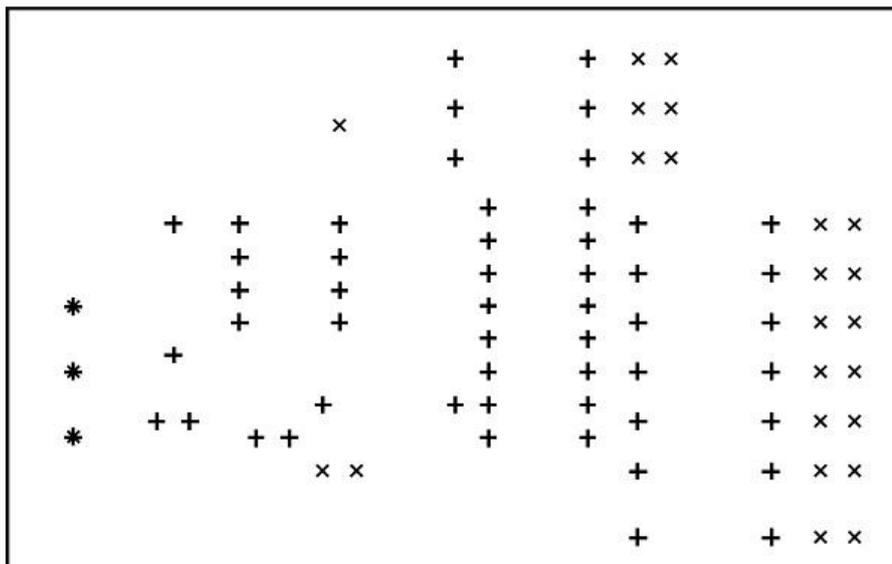


Figura 4.64 – Plantilla para el taladrado

Proteus también ofrece la posibilidad de exportarlo a PDF y a partir de ahí imprimirlo, pero en ese caso no sería posible elegir la escala. Para ello se selecciona la opción “*Export Graphics → Export Adobe PDF File*” desde el menú “*Output*”.

En la ventana que aparecerá habrá que seleccionar las vistas que se quieran exportar, al igual que para imprimirlo, y se pulsa en “*OK*”.

---

## 4.7. CREACIÓN DE NUEVOS COMPONENTES

Proteus integra una librería con miles de componentes electrónicos listos para utilizar en la simulación de los diseños de circuitos. Sin embargo no se debe esperar que cualquier componente que vayamos a necesitar ya estará presente en las librerías estándar suministradas con el paquete original.

Pasados unos meses, tal vez solo unas semanas, vemos como la rápida evolución en el mundo de la electrónica hace que aparezcan en el mercado nuevos componentes. Algunos únicamente suponen pequeñas mejoras o variaciones de otros ya existentes, pero en algunas ocasiones se trata de un elemento completamente nuevo, esto no debe impedir a la herramienta de diseño poder incorporar estos nuevos componentes a sus librerías y así se podrán utilizar en los futuros diseños.

El propósito de este apartado es indicar los pasos a seguir para poder crear un nuevo componente y añadirlo a las correspondientes librerías de forma que se pueda usar con la herramienta de diseño electrónico Proteus.

Para desarrollar este apartado se procederá mediante ejemplos con los siguientes casos:

- **Actualizar el símbolo de un componente ya existente en ISIS (R)**
- **Creación de un nuevo componente a partir de otro ya existente (555)**
- **Creación de nuevos símbolos en ISIS y de encapsulados en ARES (LM3886)**

### 4.7.1. Actualizar el símbolo de un componente ya existente en ISIS

En ocasiones es posible que se dé el caso de que en las librerías suministradas se encuentre el componente que se necesita pero sea necesario modificar su símbolo. Por ejemplo se puede dar el caso de que el componente elegido no esté representado bajo la norma que en ese momento necesitamos.

Para explicar este apartado se utilizará como ejemplo la edición del símbolo gráfico de una resistencia (R). La resistencia se encuentra en la librería ASIMMDLS y está representada según la norma IEC 60617 (International Electrotechnical Commission), se pretende cambiar su forma para que coincida con las normas americanas ANSI.

En la Figura 4.65 se muestran las diferencias de la resistencia representada por la norma IEC 60617 y las normas ANSI, viendo así que modificaciones se deben llevar a cabo.

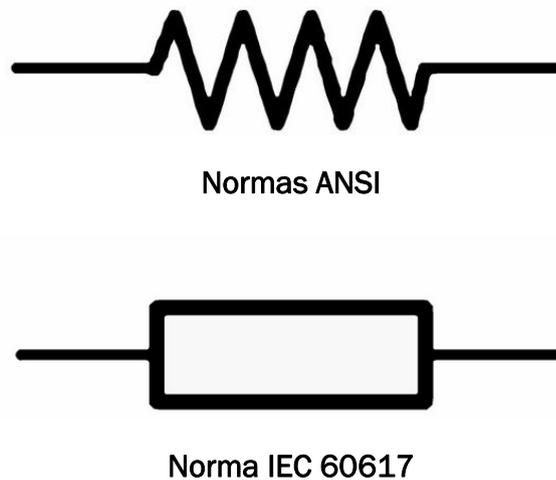


Figura 4.65 – Resistencias en las dos normas

Se puede observar que el cambio a realizar es modificar el cuerpo de la resistencia, por lo que se eliminará el existente y se dibujará el nuevo. Las patillas las se dejarán tal y como están.

En primer lugar hay que entrar en el entorno de ISIS y reducir el tamaño del grid (espaciamiento de los puntos de la pantalla) para aumentar la resolución y poder dibujar libremente. Para ello se selecciona la opción “Snap 10th” desde el menú “View”, tal y como se muestra en la Figura 4.66.

Si no se llevara a cabo esta modificación del grid, a la hora de dibujar el componente, no sería posible situar la herramienta de trazado exactamente donde se quisiera.

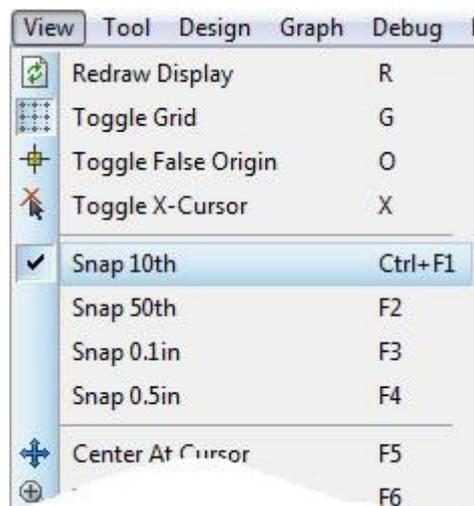


Figura 4.66 – Selección del “Snap”

Una vez ajustada la pantalla se elige el componente en la librería y se sitúa en el área de trabajo. Para poder modificar el cuerpo de la resistencia habrá que descomponer los elementos por los que está formada.

Para ello se sitúa el ratón sobre el símbolo y se pulsa el botón derecho. En el menú contextual que aparece hay que seleccionar la opción “Decompose”. También se puede realizar desde el menú principal (*Library* → *Decompose*).

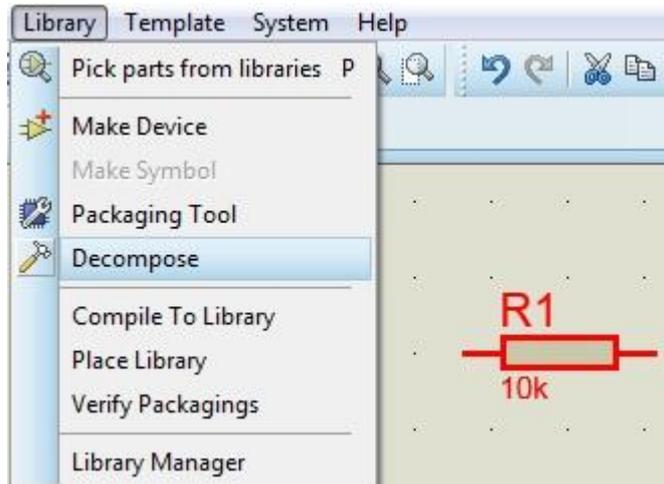


Figura 4.67 – Selección herramienta “Decompose”

A continuación hay que seleccionar el cuerpo de la resistencia y eliminarlo. Lo que habrá que realizar a continuación será dibujar el nuevo cuerpo, y para ello se utilizarán las herramientas disponibles “2D Graphics”. En este caso se utilizará el trazador de líneas.

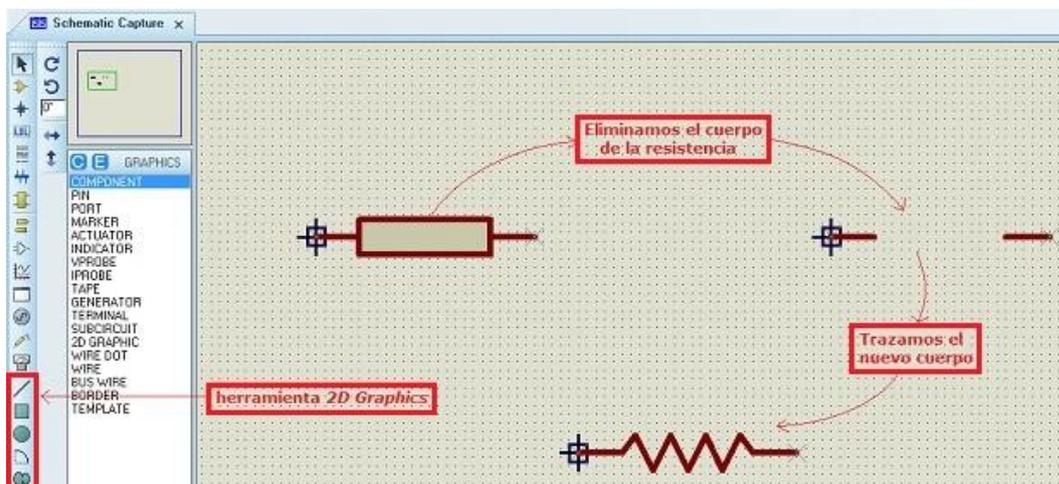


Figura 4.68 – Cambio del símbolo de la resistencia

Una vez creado el nuevo símbolo se guardará en la librería para poder hacer uso de él y sus características.

Para ello habrá que descomponer la nueva figura y seleccionar cada una de sus partes. Con el área seleccionada pulsamos el botón derecho del ratón y se selecciona la opción “*Make Device*”. También se puede realizar desde el menú principal (*Library* → *Make Device*).

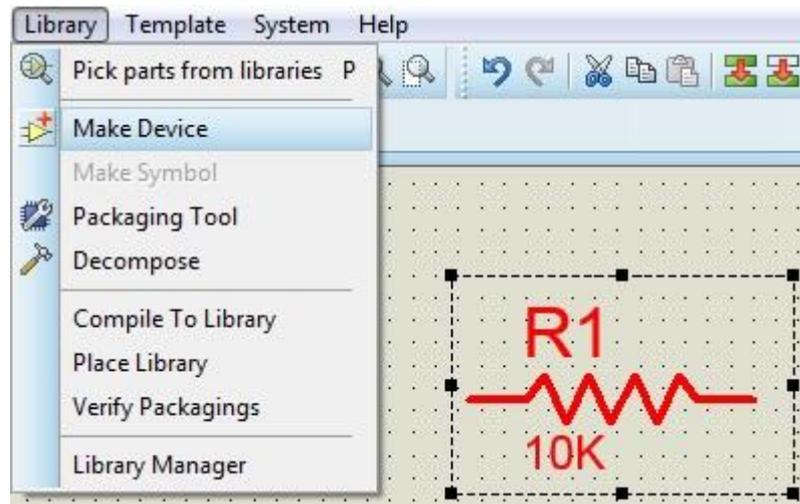


Figura 4.69 – Selección herramienta “*Make Device*”

Puesto que lo único que se quería era modificar el símbolo manteniendo sus propiedades se copiarán las de la antigua resistencia. Por tanto habrá que rellenar cada una de las ventanas de la herramienta “*Make Device*” con las mismas características que el componente original.

Una vez hecho esto, ya estará guardada en la librería elegida la nueva resistencia representada bajo las normas americanas ANSI.

#### 4.7.2. Creación de nuevos componentes a partir de otros ya existentes

Es relativamente frecuente encontrarse con que existe un componente en las librerías suministradas que realiza una determinada función, pero comprobar que en el actual diseño es necesario utilizar un dispositivo que integra varias funciones idénticas en el mismo encapsulado, y éste componente no encontrarlo en la librería.

El componente que servirá como ejemplo en este apartado será el integrado 555, que es un generador de funciones de tiempo muy utilizado en multitud de diseños para generar pulsos de reloj, aplazamientos, temporizadores y demás funciones de tiempo. Ahora bien, en el mercado

existe también el integrado 556 que incorpora en un único encapsulado dos circuitos tipo 555. Este componente no es posible encontrarlo en Proteus.

En primer lugar, hay que observar las diferencias existentes entre el integrado tipo 555 y el 556 que se desea crear. En la Figura 4.70 se muestra una representación gráfica del 555 con la función de cada una de sus patillas, que se puede encontrar en su hoja de datos.

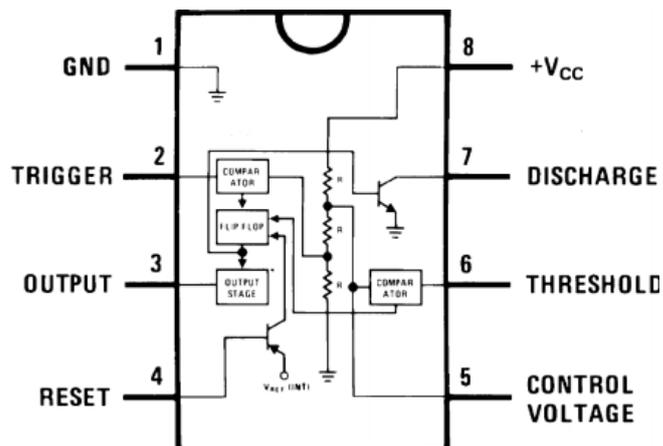


Figura 4.70 – Representación de las funciones de las patillas del 555

El encapsulado es del tipo DIP de 8 pines. En Proteus es posible encontrar el componente en la librería buscando 555. Si se inserta en el área de trabajo se tendrá lo mostrado en la Figura 4.71.

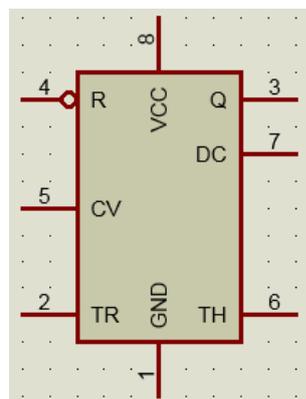


Figura 4.71 – Símbolo del 555

En el data sheet del integrado 556 se indica que su encapsulado es del tipo DIP14 y que tiene la siguiente asignación de funciones para cada uno de sus pines.

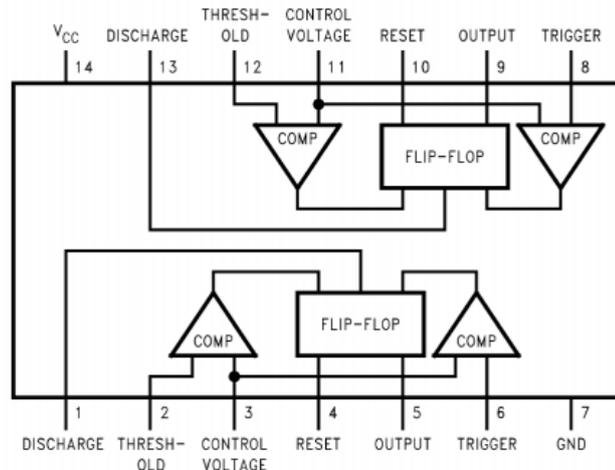


Figura 4.72 – Representación de las funciones de las patillas del 556

Si lo se estudia con detenimiento se puede comprobar que un 556 no es más que dos 555 que comparten los pines VCC y GND.

Para crear el nuevo componente 556 a partir del existente 555, se empezará por colocar el símbolo del integrado 555 en el área de trabajo.

En primer lugar habrá que colocar el ratón sobre él y pulsar el botón derecho. En el menú contextual se selecciona la opción “Decompose”. También se puede realizar desde el menú principal (*Library* → *Decompose*).

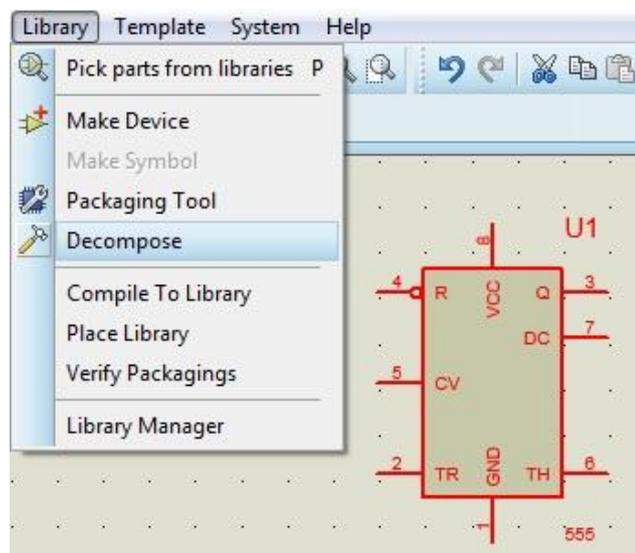


Figura 4.73 – Selección herramienta “Decompose”

Lo que se obtiene será la descomposición del símbolo en las partes que lo integran. A continuación se seleccionan cada una de las partes de la nueva figura descompuesta. Con el área seleccionada se pulsa el botón derecho del

ratón y se selecciona la opción “*Make Device*”. También se puede realizar desde el menú principal (*Library* → *Make Device*).

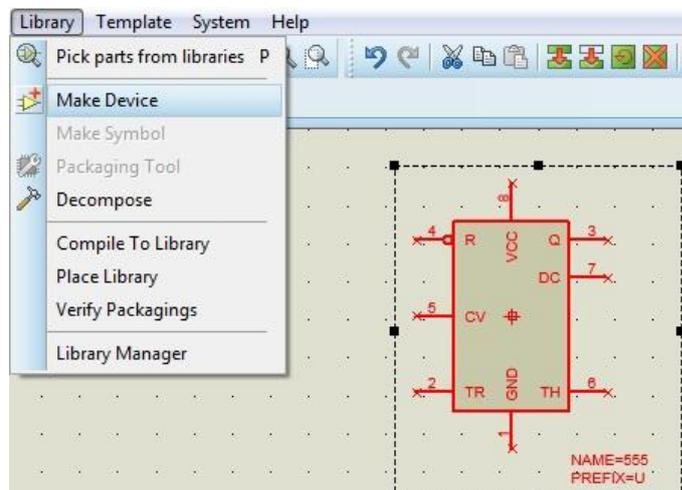


Figura 4.74 – Selección herramienta “*Make Device*”

Lo primero que habrá que hacer es cambiar el nombre del dispositivo 555 que aparece, por el nuevo 556 que se desea crear utilizando el cuadro de diálogo “*Device Name*”. Una vez realizado esto se pulsa el botón “*Next*”.



Figura 4.75 – Ventana de las propiedades del componente

En la siguiente pantalla que aparece, pulsando sobre el botón “Add/Edit” se podrá empezar a asignarle al nuevo componente 556 el patillaje correcto de su encapsulado.

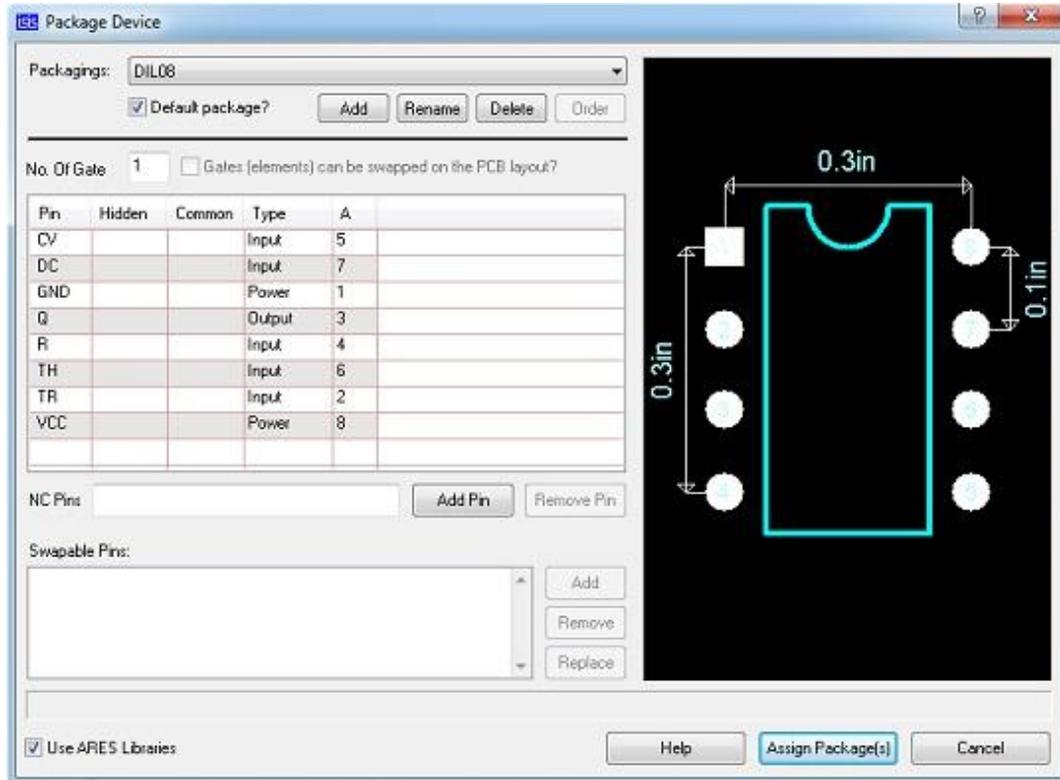


Figura 4.76 – Ventana de edición del encapsulado del componente

Puesto que el nuevo encapsulado no es el DIL08, sino el DIL14, primero habrá que eliminar el encapsulado actual pulsando sobre el botón “Delete”, situado en la parte superior.

Una vez eliminado se procederá a asignar el que interesa y, para ello, hay que pulsar sobre el botón “Add”. En la ventana que aparece habrá que escribir el nombre del encapsulado (DIL14) en el cuadro de diálogo titulado “Keywords”. La pantalla tomará ahora la forma de la Figura 4.77.

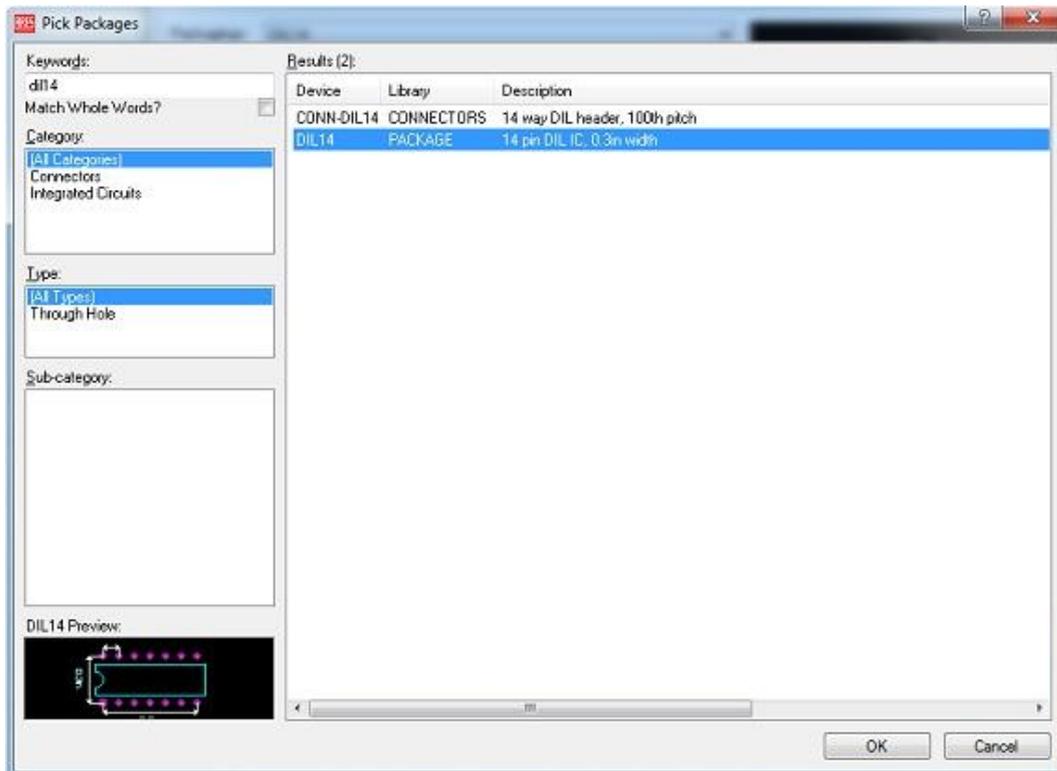


Figura 4.77 – Ventana de selección del encapsulado

Ahora es posible seleccionar, en la lista que aparece, la opción DIL14 y pulsando sobre el botón “OK” se volverá a la pantalla anterior para configurarlo.

Tras ello ya aparecerá el encapsulado de catorce pines. Sin embargo, por defecto, asigna funciones a ocho de estos pines y no se corresponden con las del nuevo 556. Bien, en primer lugar, habrá que indicar que encapsulado se compone de dos funciones iguales. Para ello, en el cuadro de diálogo “No. Of Gates:” habrá que escribir un 2.

Al hacerlo ha aparecido una nueva columna en la tabla con la cabecera 2. Ahora, en esta tabla, hay que indicar que pines son comunes, que pines hacen la función de un 555 (A) y que pines hacen la función del otro 555 (B). Para ello sólo habrá que introducir las relaciones de los pines que se muestran en la tercera figura de este apartado, tal que debe quedar como se muestra en la Figura 4.78.

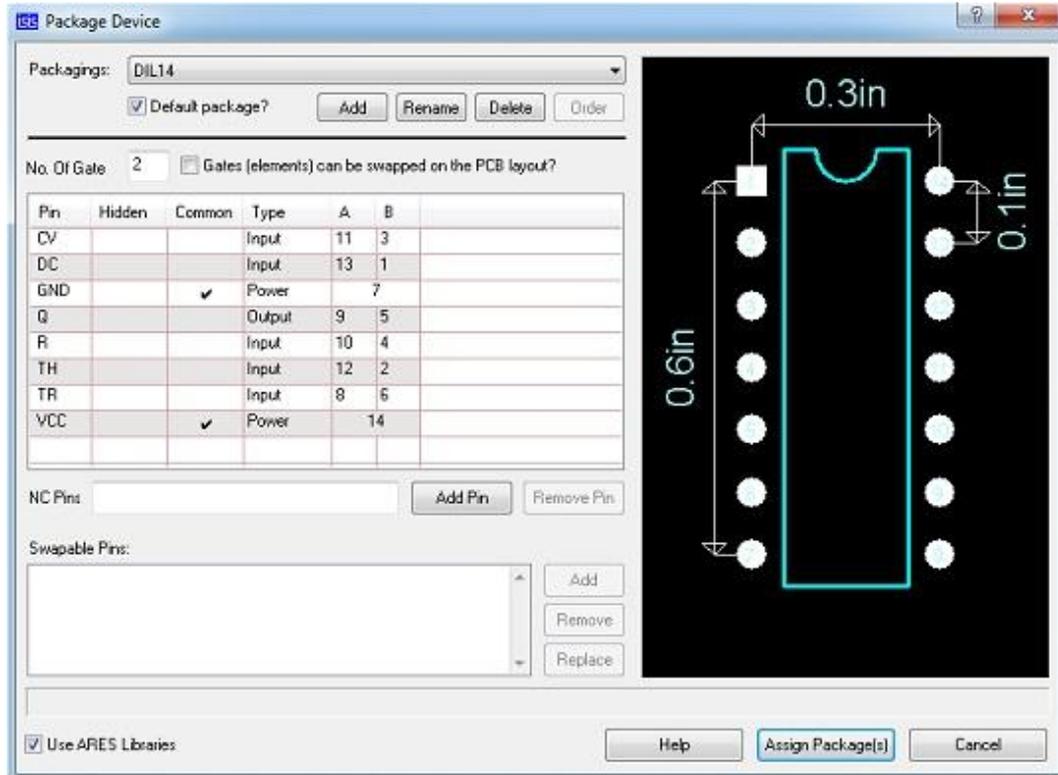


Figura 4.78 – Ventana de edición del encapsulado del componente

Una vez terminado se debe pulsar sobre el botón “Assign Package(s)” y a continuación en “Next”.

En la siguiente ventana que aparece no es necesario modificar nada, puesto que el nuevo componente seguirá usando el modelo del 555. Se pulsará, entonces, de nuevo sobre el botón “Next”.

A continuación se da la opción de asignar un data sheet al nuevo componente y/o un fichero de ayuda. En este caso se le añadirá ninguna de las dos opciones asique se pulsa de nuevo en el botón “Next”.

Se llega así a la última ventana de edición. En ella es posible guardar el nuevo diseño en la librería que se desee y guardarlo en la categoría que se considere oportuno. También se podrá editar su nueva descripción.

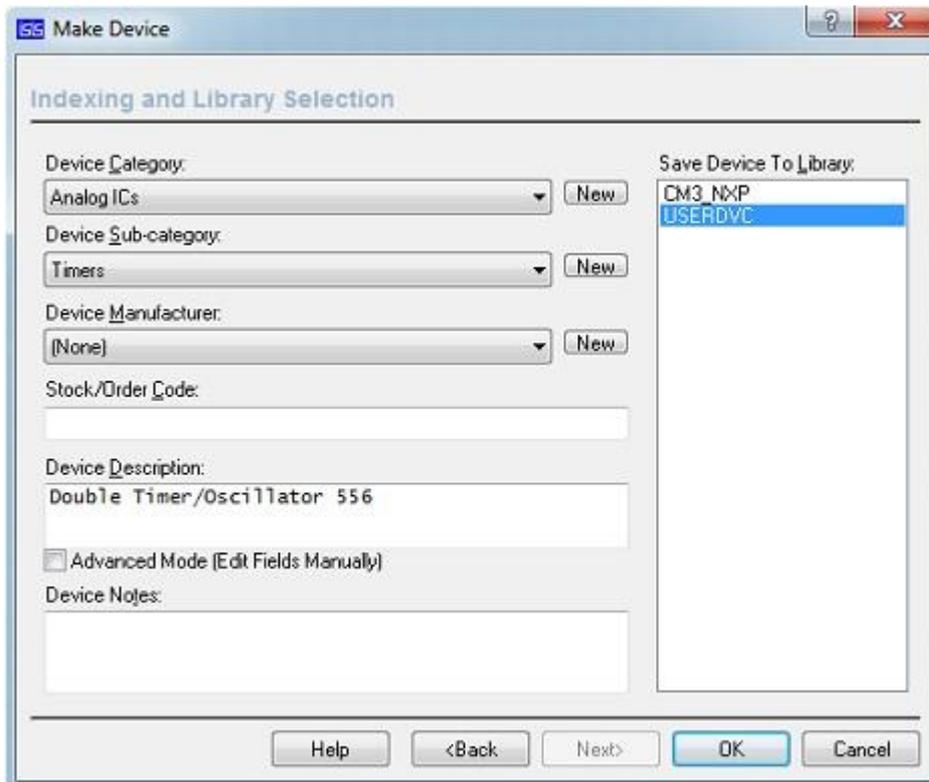


Figura 4.79 – Ventana de selección de la librería y categoría

Para finalizar se pulsa “OK” y ya estará el nuevo componente 556 en la librería elegida.

El último paso será utilizar el nuevo integrado 556 para el diseño del esquema electrónico. Para ello hay que seleccionar el componente 556 en el selector de dispositivos. Ahora habrá que ir al área de trabajo y situar el símbolo donde se desee y pulsar el botón derecho del ratón.

Se puede observar que el símbolo que aparece es similar al del 555, pero ahora aparece 556 abajo y el marcado del encapsulado dice U1:A, es decir la primera función del dispositivo. Si se vuelve a pulsar con el botón derecho en otra parte de la pantalla aparecerá la segunda parte del nuevo dispositivo, tal y como se muestra en la Figura 4.81.

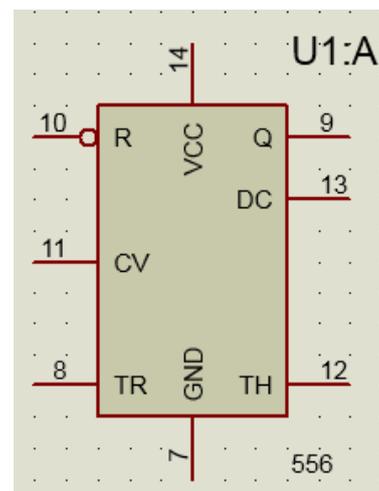


Figura 4.80 – Primera función del símbolo del 556

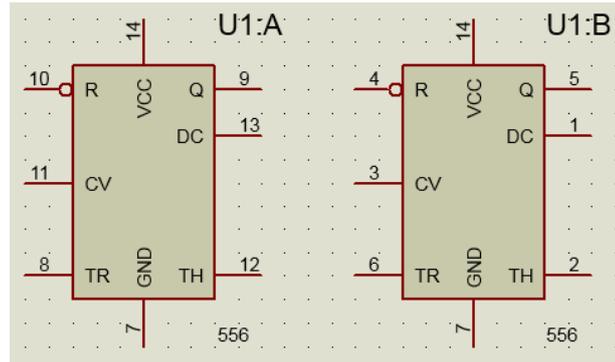


Figura 4.81 – Símbolo del 556

Como se puede ver son exactamente iguales, pero uno tiene el marcado U1:A y el segundo U1:B, es decir la primera y la segunda función del integrado 556.

#### 4.7.3. Creación de nuevos símbolos en ISIS y de encapsulados en ARES

Es muy posible acudir a la librería del programa y no encontrar el elemento que se necesita utilizar ni ninguno que realice funciones diferentes con el mismo encapsulado. En ese caso lo que habrá que hacer es crear un nuevo componente partiendo desde cero, es decir dibujando cada una de sus partes tanto del símbolo como del encapsulado.

El componente que se utilizará como ejemplo en este apartado será el LM3886, que es un circuito amplificador de audio capaz de suministrar 68W de potencia continua para una carga de 4Ω.

El encapsulado que utiliza este componente es un T0220 de 11 pines, que como se verá más adelante tampoco estará disponible en la librería estándar, por lo que también habrá que crearlo manualmente.

En la Figura 4.82 se muestra una representación gráfica del LM3886 con la función de cada una de sus patillas.

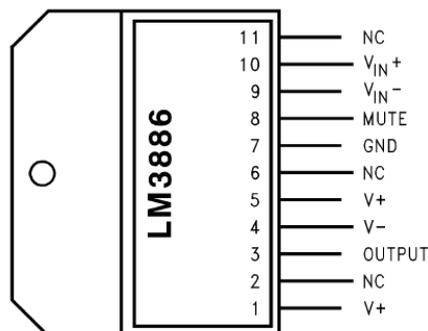


Figura 4.82 – Representación de las funciones de las patillas del LM3886

#### 4.7.3.1. Creación del símbolo en ISIS

Lo primero que hay que hacer nada más abrir el entorno de ISIS será crear la forma que tiene el nuevo componente. Para ello se emplearán las herramientas disponibles “2D graphics” situadas en la barra lateral izquierda del entorno de trabajo.

La forma que tendrá el símbolo es la de un amplificador operacional, tal y como se muestra en la Figura 4.83.

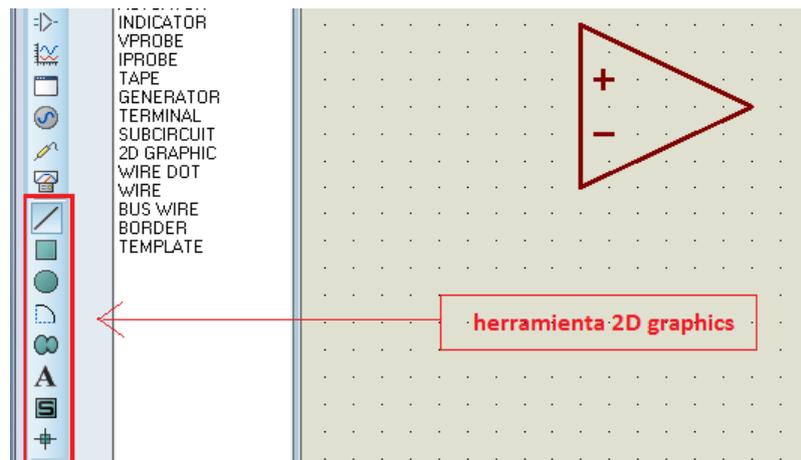


Figura 4.83 – Forma del símbolo del componente

A continuación, por ejemplo, es posible modificar el tipo de línea, su anchura o color haciendo doble click sobre cada parte del símbolo dibujado. En este caso se ha dejado tal y como viene por defecto.



Figura 4.84 – Ventana de edición del tipo de línea

El siguiente paso será colocar los pines que se van a necesitar, que en este caso serán 8, pero como el 1 y el 5 van conectados se pueden colocar en el mismo pin.

Para crear estos pines habrá que hacer uso de la herramienta “*Device Pins Mode*” que se encuentra en la barra de herramientas lateral izquierda. Seguidamente se colocarán los pines donde se crea necesario pulsando el botón izquierdo del ratón. Si fuera necesario rotar alguno de ellos, como en este caso, se utilizará la opción “*rotate*” usando el botón derecho del ratón.

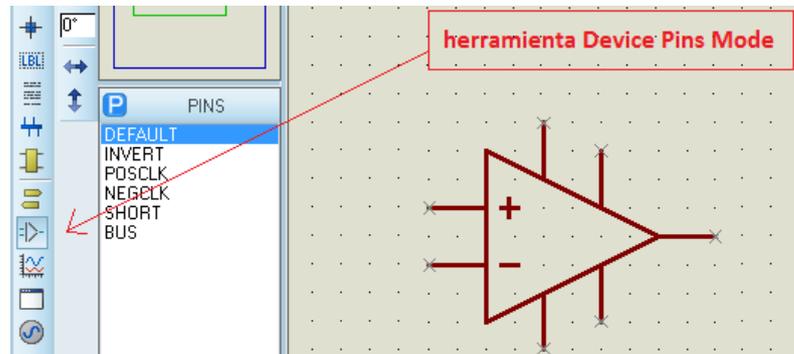


Figura 4.85 – Creación de los pines del símbolo

Una vez colocados todos los pines en su sitio habrá que configurarlos. Para ello se hace doble click sobre cualquiera de ellos y se abrirá una ventana. En ella es posible configurar el nombre, número de pin y si ese pin va a ser de entrada, salida, alimentación, bidireccional, etc. También se puede indicar si se quiere que se vea el número del pin o su nombre.

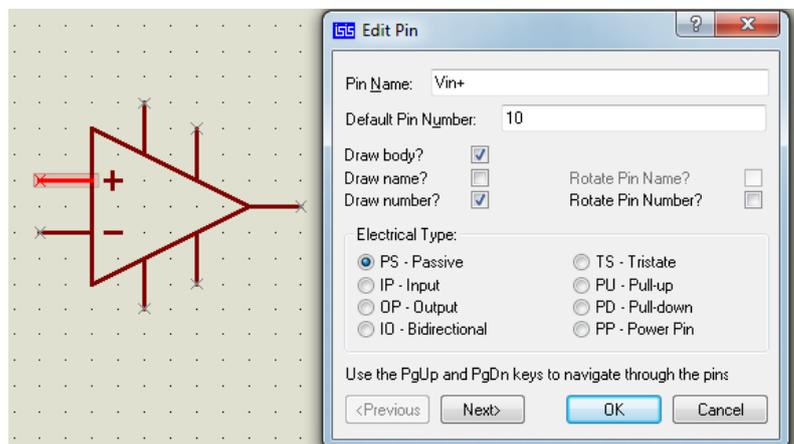


Figura 4.86 – Edición de los pines del símbolo

Cuando se haya acabado de definir cada uno de los pines y el símbolo está tal y como se necesita, se seleccionan cada una de las partes de la nueva figura. Con el área seleccionada se el botón derecho del ratón y se selecciona la opción “*Make Device*”. También se puede realizar desde el menú principal (*Library* → *Make Device*).

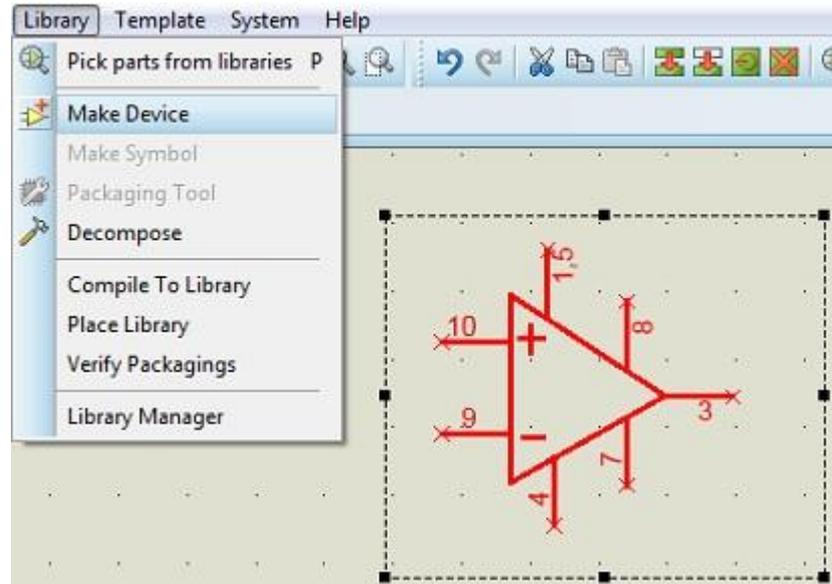


Figura 4.87 – Selección herramienta “Make Device”

A continuación aparecerá la siguiente ventana, en la que se introduce LM3886 como nombre del dispositivo, utilizando para ello el cuadro de diálogo “Device Name” y, se rellena el “Reference Prefix” con una “U”. Una vez realizado esto se pulsa el botón “Next”.



Figura 4.88 – Ventana de edición de las propiedades del componente

Puesto que el componente no tiene un encapsulado asignado, en la nueva ventana que aparece, habrá que pulsar el botón “Add/Edit”. Y ya en la siguiente pantalla se procederá a asignar el que interese. Para ello hay que pulsar sobre el botón “Add”.

En la ventana que surge habrá que escribir el nombre del encapsulado (TO220) en el cuadro de diálogo titulado “Keywords”.

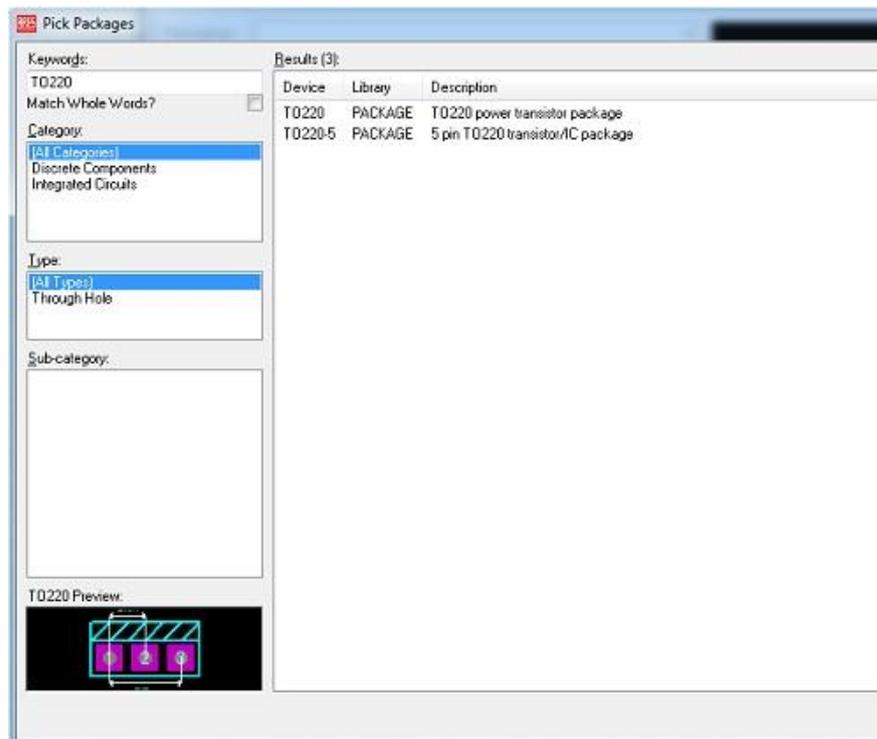


Figura 4.89 – Ventana de selección del encapsulado

Se puede ver como hay dos encapsulados TO220 pero ninguno es el que se necesita, ya que el que se quiere es de 11 pines. Por lo tanto habrá que volver a la pantalla anterior y presionar en el botón “Assign Package(s)” y a continuación pulsar en “Next”.

En las dos ventanas siguientes, para el caso que se está viendo, no hace falta rellenar nada.

Por último habrá que guardar el nuevo componente en una librería y asignarle la categoría donde se va a introducir. Opcionalmente se le puede asignar una sub-categoría y el fabricante del dispositivo, así como una descripción, código o alguna nota.

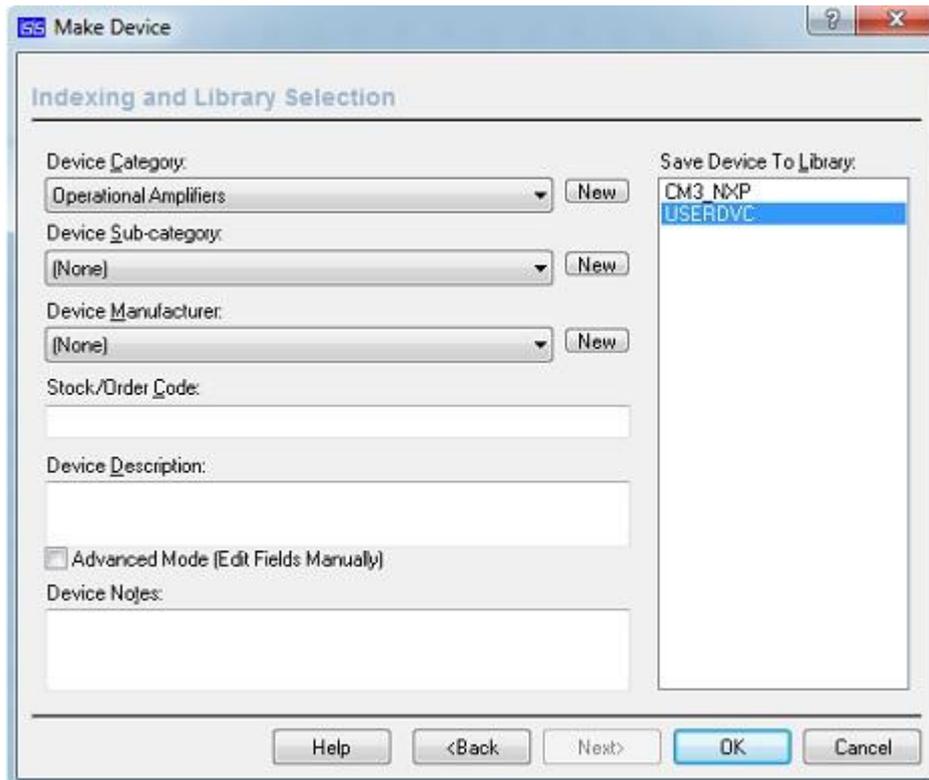


Figura 4.90 – Ventana de selección de la librería y categoría

Para finalizar se pulsa “OK” y ya estará creado el símbolo del nuevo componente. A continuación se indicará cómo crear el encapsulado para posteriormente asignárselo.

#### 4.7.3.2. Creación del encapsulado en ARES

Puesto que no ha sido posible asignar ningún encapsulado al nuevo componente habrá que crearlo manualmente. Para ello, lo primero, hay que entrar en el entorno de trabajo de ARES.

Para el diseño del encapsulado habrá partir de las especificaciones que ofrece el fabricante sobre las características del mismo. Una vez que se conocen sus dimensiones se comenzará su construcción siguiendo los pasos descritos a continuación.

Para empezar, se empleará una nueva herramienta que permite añadir un falso origen de coordenadas denominada “False Origin” y que facilitará el dimensionado de las partes del encapsulado. El icono está situado en la barra de herramientas superior. 

Posteriormente habrá que añadir los taladros de la huella, seleccionando los PADS correspondientes a la medida de las patillas, teniendo en cuenta que será aconsejable realizarlas de un tamaño algo mayor. Se colocarán de forma que cumplan la distancia que se desea tener entre las patillas.

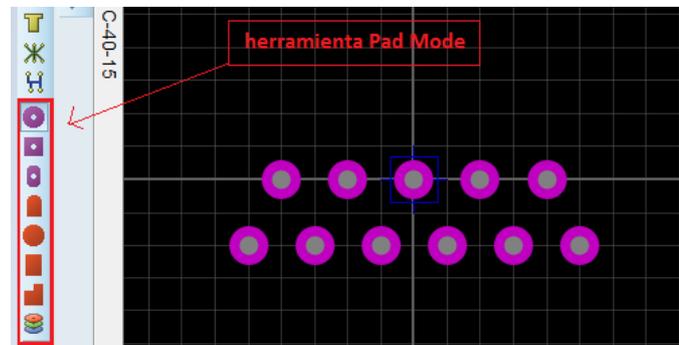


Figura 4.91 – Dibujado de los PADS

Una vez que están los taladros dibujados se procederá a realizar el cuerpo del encapsulado. Para ello se emplea la herramienta “2D Graphics Mode” situada en la barra de herramientas lateral izquierda. Se escogerá el elemento que se necesite para realizar el diseño, que en este caso han sido la línea y el cuadrado.

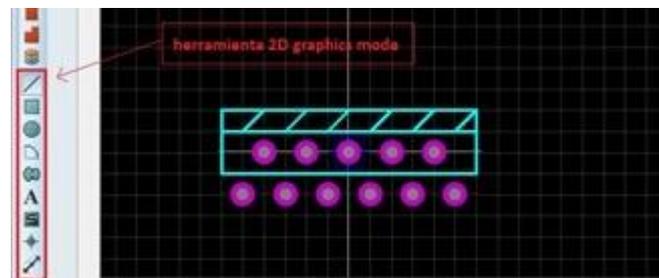


Figura 4.92 – Dibujado del cuerpo del encapsulado

El último paso para acabar el diseño del encapsulado será asignar a cada PAD el número de pin que le corresponde. Para ello se hace doble click sobre cada uno de ellos y se introduce el número que corresponda.

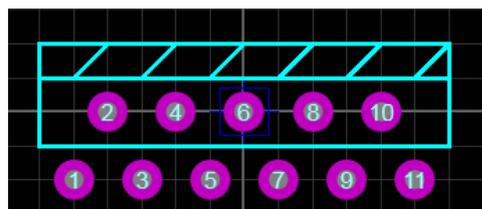


Figura 4.93 – Numeración de los pines

Con cada una de las partes del encapsulado ya dibujadas ahora será necesario unirlas para formar un único encapsulado, para lo que se dispone de la herramienta “*Make Package*”. Con el área seleccionada se pulsa el botón derecho del ratón y se selecciona la opción “*Make Package*”. También se puede realizar desde el menú principal (*Library*→*Make Package*).

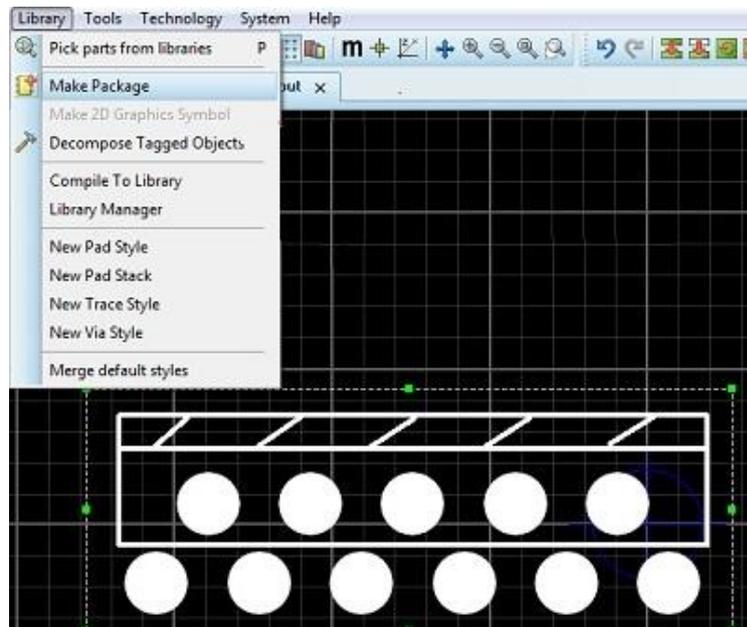


Figura 4.94 – Selección herramienta “*Make Device*”

Aparecerá entonces una ventana donde se debe indicar el nombre del encapsulado, así como asignarle una librería y la categoría donde se va a introducir.

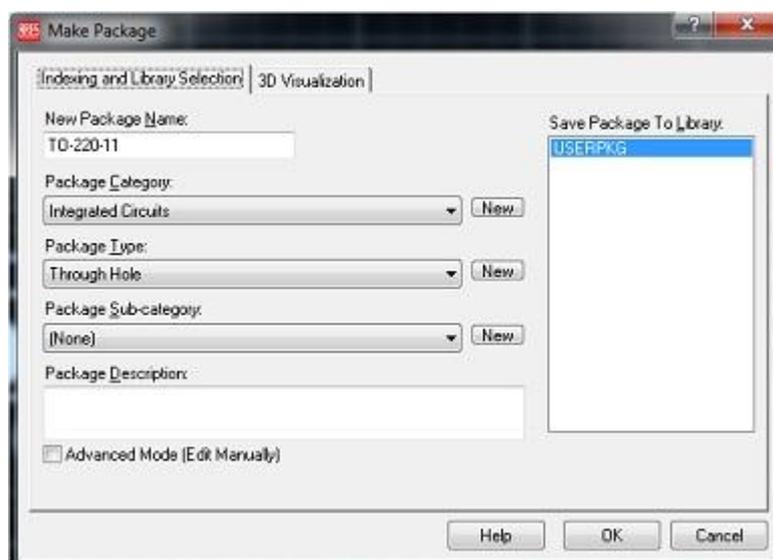


Figura 4.95 – Ventana de selección de librería y categoría

#### 4.7.3.3. Asignación del encapsulado al nuevo componente

Una vez creados el símbolo y el encapsulado del nuevo componente habrá asignar dicho encapsulado al dispositivo. Para ello se debe volver al entorno ISIS y colocar en la ventana de trabajo el símbolo del LM3886.

Tal y como se ha explicado anteriormente se utiliza la herramienta “*Make Device*” y vamos directamente a añadir un encapsulado. Se busca el encapsulado TO220-11, que es el que se acaba de diseñar, y se selecciona.

Una vez que ya se tiene el encapsulado hay que fijarse si los pines están situados correctamente, como se ha dado en este caso, y si no es así habrá que ponerlos donde correspondan.

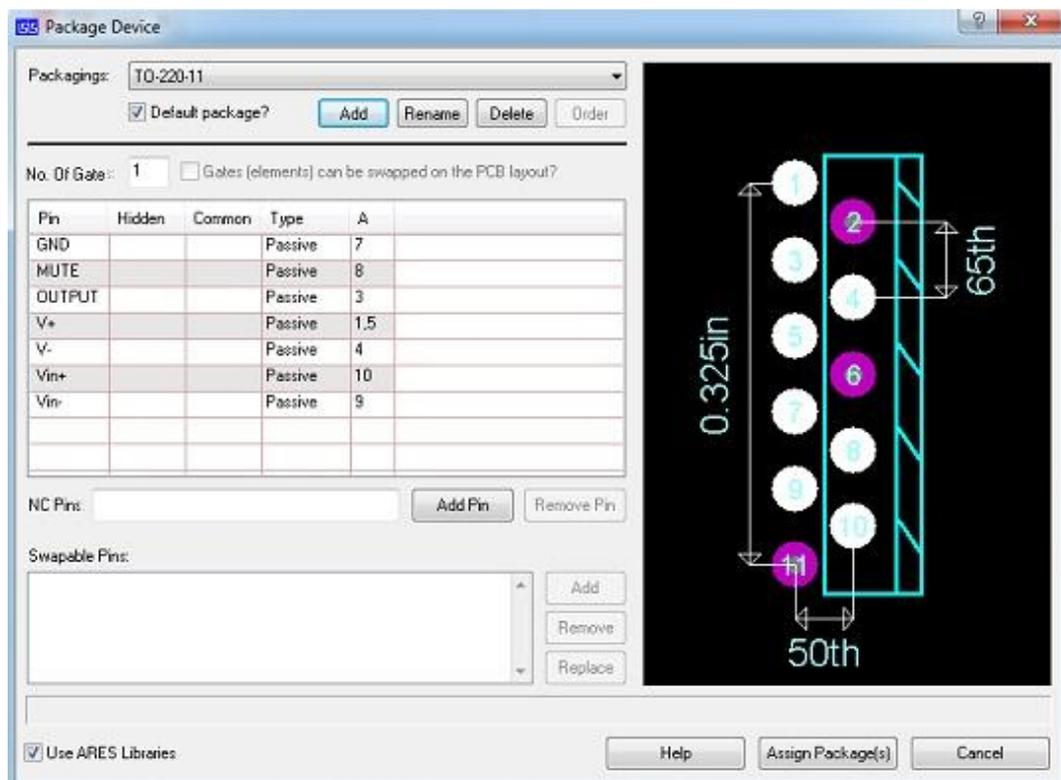


Figura 4.96 – Ventana de edición del encapsulado del componente

Una vez terminado se pulsa sobre el botón “*Assign Package(s)*”. En las siguientes ventanas no hay que modificar nada de lo que ya estaba guardado.

Una vez hecho esto ya estará el nuevo componente listo para ser utilizado cuando se desee.

## 5. PÁGINA WEB



+ INTRODUCCIÓN

+ PÁGINA DE INICIO

+ TUTORIAL



## 5.1. INTRODUCCIÓN

Como ya se ha comentado anteriormente en la presente memoria, el tutorial para la fabricación de circuitos impresos mediante el software Proteus se lleva a cabo en una página web, de tal forma que su manejo sea fácil e intuitivo y, además se tenga acceso directo a algunos documentos, donde se explica profundamente algunas funciones del software, mediante enlaces externos.

Se ha pretendido en todo momento que el formato empleado para la página web esté al alcance de cualquier persona, que sea de fácil manejo y con las mayores ventajas posibles para la comodidad del usuario. Para ello, como se verá más adelante, se recurre a un diseño fácil e intuitivo para facilitar la labor del que está enfrente del ordenador.

Para su diseño no ha sido necesario adquirir conocimientos de programación en lenguaje HTML, sino que se ha realizado mediante el editor del software Microsoft FrontPage 2003. Este editor resulta fácil e intuitivo y se pueden conseguir a su vez unos satisfactorios resultados con la ayuda de algún tutorial obtenido en Internet.

Se puede decir que la página web creada está dividida en dos partes bien diferenciadas: la página de inicio y el tutorial.

## 5.2. PÁGINA DE INICIO

La página de inicio está compuesta por un único “frame” o marco. Los marcos permiten dividir la ventana del navegador en diferentes áreas, cada una de las cuales es independiente entre sí.

Esta ventana está compuesta, en la zona superior, por el logotipo de la Universidad de Valladolid, en la zona inferior, por el nombre del autor y fecha de presentación y, en la zona central, por el título del proyecto. Lo más característico de la página es el enlace para iniciar el tutorial, situado en la parte inferior izquierda, lo cual está perfectamente indicado para verlo a simple vista.



Figura 5.1 – Página de inicio

Si se deja el cursor del ratón sobre cualquier parte del “monigote” emergerá una pantalla informando que para iniciar el tutorial habrá que pulsar sobre él.

Una vez pulsado dicho enlace se cargará la página donde está el tutorial, cuyas características se explicarán a continuación.

## 5.3. TUTORIAL

Al presionar sobre el enlace mencionado anteriormente aparecerá la página que se corresponde con la Figura 5.2.



Figura 5.2 - Tutorial

Esta página está constituida por dos “frames” o marcos, lo que permite dividir la ventana del navegador en dos áreas diferentes e independientes entre sí.

Los marcos utilizados para el diseño de la página son los siguientes:

- Lateral. Es un marco situado a la izquierda de la ventana donde se encuentra el menú de la página.
- Principal. Este marco es el que ocupa el resto de la página. Es el frame principal donde se van a cargar todas las acciones que se elijan desde el menú. En este marco se puede distinguir una zona donde se sitúa el título correspondiente al apartado del tutorial que se esté viendo y en el resto, que ocupará la mayor parte del marco, se dispone la información que se desee mostrar.

Se puede decir que el frame del menú está dividido en dos partes diferentes: el inicio y los diferentes apartados del tutorial. Al pulsar sobre el enlace “Inicio” se cargará de nuevo la página de inicio de la que se ha hablado en el apartado anterior. Al pulsar sobre cualquier otro enlace del menú se cargará, en el frame principal, el apartado del tutorial sobre el que se haya pulsado, manteniendo aún el menú a la vista.

A continuación se va a explicar brevemente el contenido de cada apartado del tutorial.

- **Circuitos impresos**

En este apartado se realiza una breve introducción a las placas de circuito impreso. Se indican los materiales utilizados para su fabricación, el tipo de placas, las clases de encapsulados, etc.

Se han introducido una gran cantidad de imágenes para mejorar las explicaciones y ayudar al usuario a entender con mayor facilidad lo que se indica en cada caso.

- **Proteus**

En este apartado se realiza una breve introducción del software Proteus y los elementos que lo integran.



Figura 5.3 - Proteus

Para el diseño de los circuitos impresos sólo será necesario el empleo de las herramientas ISIS y ARES y conocer el funcionamiento de la PÁGINA DE INICO. Será conveniente también la utilización del VISOR 3D para ver el estado de la placa de circuito impreso de forma tridimensional. En la parte inferior de la pantalla se incluyen los enlaces a dichos módulos, a través de los cuales, al pulsar sobre uno de ellos, se explica detenidamente el funcionamiento del mismo. También se puede acceder a ellos mediante los enlaces del menú “PÁGINA DE INICO”, “ISIS”, “ARES” o “VISOR 3D”.

Puesto que se trata de una breve introducción del programa no se han incluido ni imágenes ni elementos multimedia.

- **PÁGINA DE INICIO**

A este sub-apartado, como se ha explicado anteriormente, se puede acceder a través del enlace disponible en el menú, o bien a través del enlace disponible en el apartado de Proteus.

En él se explica detenidamente cada uno de los apartados en los que se divide la página de inicio: “Start”, “News”, “Getting Started”, “Help” y “About”.



Figura 5.4 – PÁGINA DE INICIO

Como se ha indicado anteriormente se ha llevado a cabo la explicación de los apartados mencionados anteriormente, indicando dentro de cada uno las funciones que proporciona.

- **ISIS**

A este sub-apartado, al igual que el anterior, se puede acceder a través del enlace disponible en el menú, o bien a través del enlace disponible en el apartado de Proteus.

En él se explica detenidamente para qué se utiliza el módulo ISIS y, en especial, su funcionamiento para la realización de esquemas electrónicos orientados al diseño de circuitos impresos.

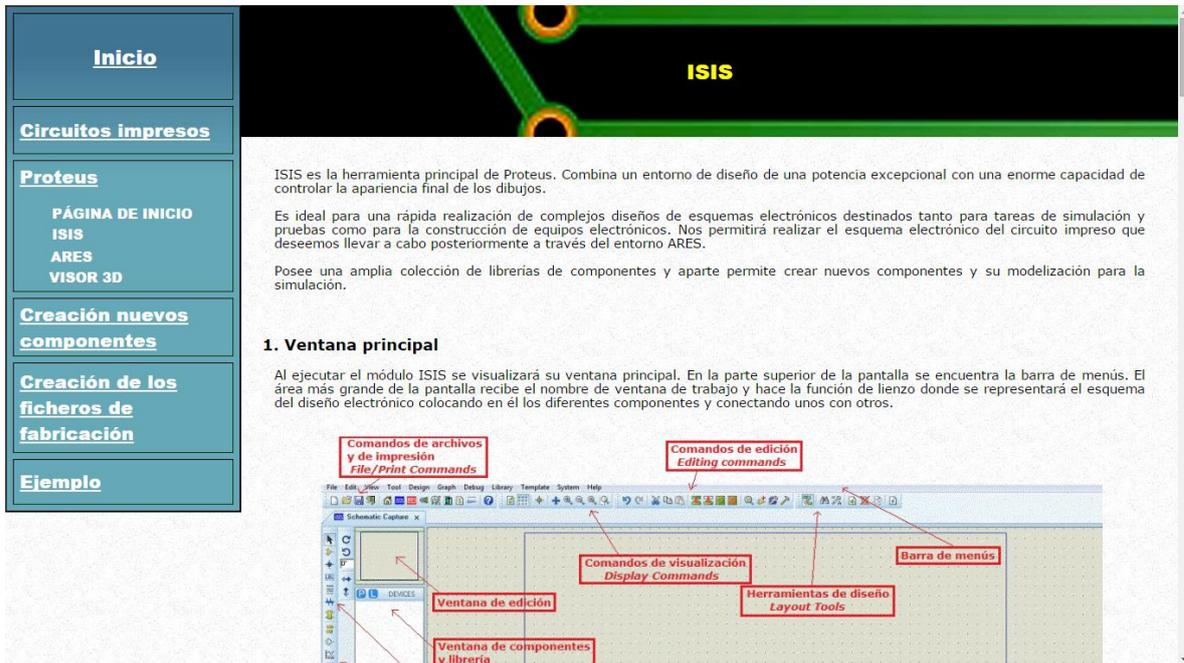


Figura 5.5 - ISIS

Para las explicaciones que se llevan a cabo se han empleado ejemplos, en lugar de hacer una explicación general, de tal forma que se pueda ver de forma más clara su realización.

En todo momento se introducen imágenes con comentarios en color rojo para que al usuario no le resulte complicado entender cada uno de los pasos a realizar.

- **ARES**

Al igual que para los sub-apartados explicados anteriormente, a este también es posible acceder a través del enlace disponible en el menú, o bien a través del enlace disponible en el apartado de Proteus.

En él se explica detenidamente para qué se utiliza el módulo ARES y, en especial, su funcionamiento para el diseño de las placas de circuito impreso o PCB.



Figura 5.6 - ARES

Se incluye, como se puede ver en la imagen anterior, un enlace a través del cual es posible acceder a la creación del componente LM3886, que forma parte de otro apartado de la guía.

Para las explicaciones que se llevan a cabo se han empleado ejemplos, en lugar de hacer una explicación general, de tal forma que se pueda ver de forma más clara su realización.

En todo momento se introducen imágenes con comentarios en color rojo para que al usuario no le resulte complicado entender cada uno de los pasos a realizar.

A lo largo de este sub-apartado se incluyen dos enlaces externos en los que se explica de forma muy completa la utilización de las herramientas "Auto-Router" y "Auto-Placer".

- VISOR 3D

En este sub-apartado, al que es posible acceder de la misma forma que los tres anteriores, se explica detenidamente como utilizar el módulo de visualización tridimensional.



Figura 5.7 – VISOR 3D

En este apartado se indica especialmente como utilizar la barra de herramientas y cada uno de sus apartados, que se encuentra en la parte inferior-derecha de la pantalla.

Aparte se explica también como guardar el fichero tridimensional y como imprimir la vista del diseño realizado.

Cada una de las explicaciones va acompañada de imágenes para ayudar al usuario a comprender las indicaciones que se le están tratando de transmitir.

- Creación nuevos componentes

En este apartado se indica como incorporar nuevos componentes a las librerías de Proteus. Para ello se emplean tres ejemplos, de tal forma que no quede ninguna función sin explicar.



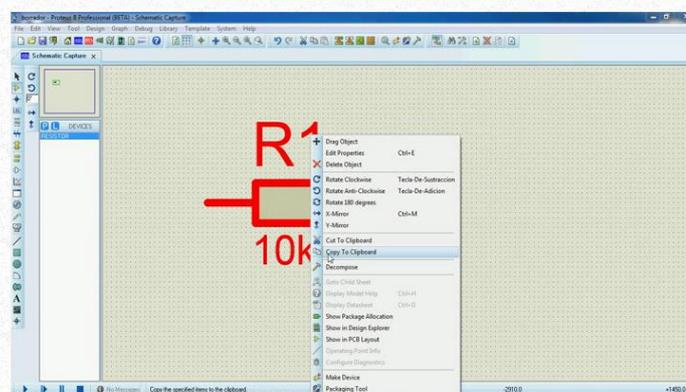
Figura 5.8 – Incorporar nuevos componentes a las librerías

Para acceder a cualquiera de los tres ejemplos que se indican solo hay que pulsar sobre el que se desee y, entonces se cargará el sub-apartado correspondiente.

Los tres sub-apartados siguen la misma metodología: se lleva a cabo el proceso de creación del componente (en cada ejemplo de forma diferente) y realizando, en todo momento, las explicaciones oportunas. Como ayuda se utilizan imágenes con comentarios en color rojo y al final de la página se incluye un video en el que se ve como realizar todo el proceso explicado anteriormente.

### 3. Video

A continuación mostramos un video de todo el proceso que hemos realizado para llevar a cabo el cambio.



Para reproducir pulsar con el botón derecho del ratón y clicar en Reproducir

Figura 5.9 - Videos

- Creación de los ficheros de fabricación

En este apartado se explica cómo realizar los ficheros de fabricación que, al terminar el diseño de la placa, deben ser enviados al departamento de fabricación para llevar a cabo su producción.



Figura 5.10 – Creación de los ficheros para la fabricación de placas

Para llevar a cabo la explicación, en lugar de realizar una explicación general, se ha empleado como ejemplo el diseño de una placa de circuito impreso.

En todo momento se introducen las imágenes del proceso a realizar y sus resultados para que, al usuario no le resulte complicado entender cada uno de los pasos que debe llevar a cabo.

Se incluyen una serie de enlaces hacia otras zonas de la página para ir, con una sola pulsación, a esa parte del apartado sin la necesidad de tener que recorrerlo entero.

Los ficheros que necesitamos para enviar al departamento de fabricación son los siguientes:

- [Fichero de taladrado](#)
- [Fichero de las pistas de la cara superior](#)
- [Fichero de las pistas de la cara inferior](#)
- [Ficheros de las máscaras de soldadura de ambas caras](#)
- [Fichero de serigrafía de la cara superior \(y de la inferior si fuera necesario\)](#)
- [Fichero de la plantilla de aplicación de la pasta de soldadura para SMD](#)

Figura 5.11 – Enlaces para ver los ficheros

- **Ejemplo**

En este apartado se lleva a cabo el diseño completo de una placa de circuito impreso, indicando así los pasos a realizar desde el principio hasta el final y que ya se han visto en los apartados anteriores. Se ha cogido como ejemplo un circuito que permite obtener las conocidas luces que se pueden ver en los coches policiales. Para lograr el efecto deseado se han utilizado dos grupos de diodos LED, que se activan de manera alternada.

Figura 5.12 – Circuito de luces de policía

La explicación del diseño se ha dividido en dos partes: el esquema electrónico en ISIS y el diseño de la PCB en ARES. En ambas partes se han incluido imágenes para ayudar a comprender cada uno de los pasos necesarios y, al final de cada una, videos donde se puede ver todo el proceso realizado anteriormente.

Para ir directamente a cualquiera de las dos partes del diseño, sin tener la necesidad de ver el resto, hay dos enlaces al inicio que cumplirán dicha función.

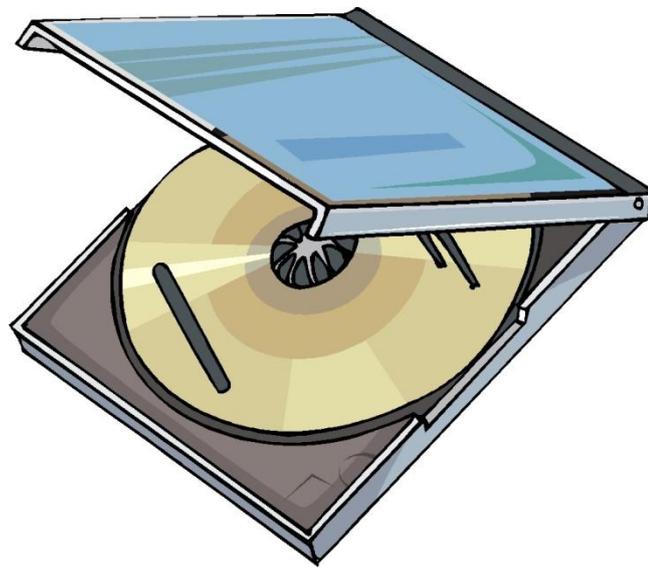
### 3. Diseño del circuito impreso

Vamos a dividir el diseño de nuestro circuito en dos grandes apartados:

- [Diseño del esquema eléctrico en ISIS](#)
- [Diseño de la PCB en ARES](#)

Figura 5.13 – Enlaces para apartado de ISIS o ARES

## 6. CONTENIDO DEL CD





El CD-ROM que se adjunta con el presente trabajo fin de Grado consta de la “Memoria”, en formato PDF, y de la carpeta “información adicional”, que contiene los archivos y páginas web creadas. Dicho contenido se muestra en la Figura 6.1.

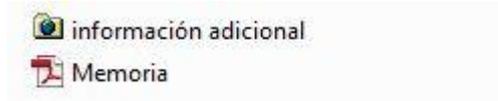


Figura 6.1 – Contenido del CD-ROM

La carpeta “información adicional” consta a su vez de dos carpetas, de cada una de las páginas web en formato HTML y de un documento de texto de ayuda.

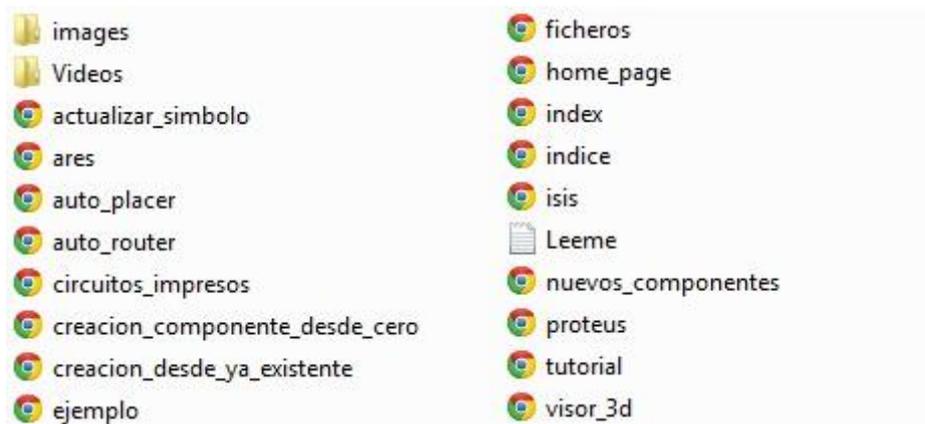


Figura 6.2 – Contenido de la carpeta “información adicional”

A continuación se define el contenido de las dos carpetas mencionadas anteriormente.

- **images**

La carpeta “images” contiene cada una de las imágenes que se cargan al abrir la página web. La mayoría tienen formato .jpg, pero algunas, al necesitar transparencia, estarán en formato .gif.

Están nombradas de forma numérica excepto las más características, como: “cabecera.jpg”, “fondo.jpg”, “fondo\_inicio.jpg”, etc.

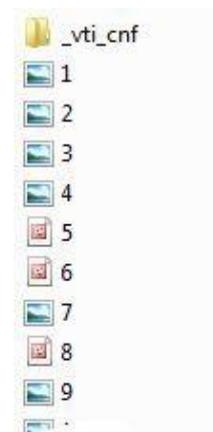
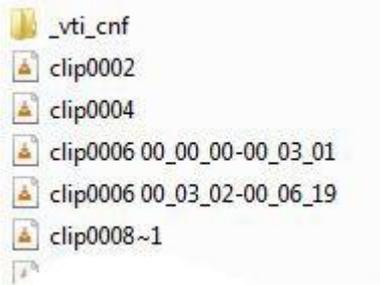


Figura 6.4 - images

- **Videos**



**Figura 6.5 - Videos**

La carpeta “Videos” contiene todos los videos utilizados en la página web.

Se han guardado en formato .SWF (Small Web Format) ya que se ha considerado el más adecuado para su reproducción en la web.

Las dos carpetas anteriormente mencionadas no tienen ningún interés de cara al usuario, ya que simplemente son las carpetas contenedoras de los archivos utilizados en la página web.

Lo que realmente le interesa al usuario son los archivos web HTML, en especial el archivo “index.htm”, que es, como su propio nombre indica, la página principal de la página web. A partir de ella se podrá acceder al resto de los archivos web que se encuentran en el CD-ROM. En caso de que se quiera iniciar la navegación directamente desde el tutorial, y no desde el inicio, habrá que abrir el archivo “tutorial.htm”.

El documento de texto “Leeme.txt” se ha incluido como ayuda al usuario. En él se indican las instrucciones para comenzar a navegar por la página web creada.

## 7. RESULTADOS Y CONCLUSIONES





Una vez planteado el problema propuesto en el trabajo de fin de Grado y explicadas las soluciones adoptadas, se llega a unas conclusiones y resultados, que deben ser lo más satisfactorios posibles para aquellos usuarios que vayan a hacer uso de la página web.

Por lo tanto se va a dividir este apartado en dos partes: las conclusiones a las que se han llegado después de la realización de este proyecto, para que su funcionamiento y aplicabilidad sean los correctos y, por otra parte, los resultados, que de alguna forma es lo que los usuarios deben valorar porque es como si se dijese la parte “tangible”, la que ellos pueden juzgar, es decir todo aquello que no se refiere a las herramientas o al software propiamente dicho.

Después de esta pequeña introducción, se va a concretar con más detalle los dos puntos expuestos hace un momento.

- **Conclusiones**

Las conclusiones que se sacan de este trabajo de fin de Grado se pueden resumir en dos aspectos fundamentales: la realización del tutorial para el diseño de circuitos impresos con Proteus y el diseño de la página web.

En cuanto a la realización del tutorial para el diseño de circuitos impresos con Proteus se ha llevado a cabo de forma eficiente, es decir haciendo especial hincapié en los aspectos más importantes y restando importancia a las acciones/herramientas que no son necesarias para que el usuario pueda obtener unos óptimos resultados en su diseño. Se ha conseguido así disminuir el volumen de información que podría llegar a confundir a los interesados. Aún así se han incluido algunos enlaces externos, también en formato web, donde se explica profundamente algunas funciones importantes del software, como las herramientas “Auto-Router” y “Auto-Placer”.

En lo referido al diseño de la página web, en un principio se consideró adquirir los conocimientos del lenguaje de programación HTML, pero tras unas semanas se optó por emplear el editor del software Microsoft FrontPage 2003, ya que es fácil e intuitivo y se iba a reducir el tiempo de diseño considerablemente. El resultado final de la página ha sido bueno, por lo que se considera que se eligió la opción adecuada.

- **Resultados**

El resultado más obvio, el cual los usuarios van a valorar el proyecto, porque es lo que realmente van a usar y saber si funciona correctamente o no, es la aplicación Web. Lo que se pretende conseguir con este trabajo de fin de Grado, en referencia a dicha aplicación Web, se puede resumir en dos puntos:

- Creación de una página web de fácil manejo

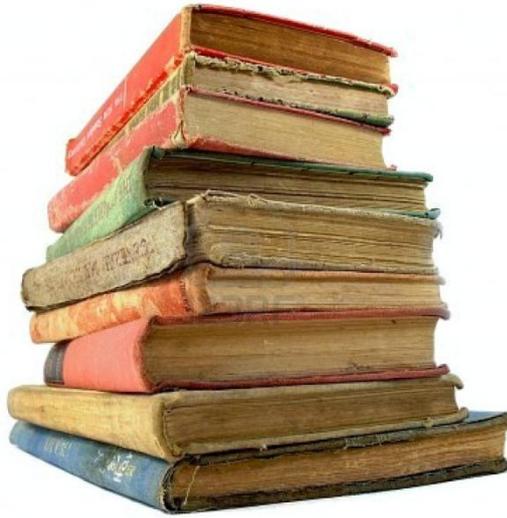
Se ha diseñado una página web para ser utilizada por cualquier tipo de usuario, ya sea un experto de la tecnología de Internet o un usuario esporádico o que lo usa por primera vez.

La navegación por la página es fácil e intuitiva y en ningún momento se pierde vista el menú para que el usuario pueda ir donde quiera en cualquier momento.

- Diseño atractivo de cara al usuario

Se ha creado una página que resulta atrayente para el usuario, con dibujos, imágenes y explicaciones que, además de llamar la atención por su vistosidad, son claras y concisas en su contenido.

## 8. BIBLIOGRAFÍA





A continuación, se pretende enumerar la bibliografía que ha sido consultada para obtener información sobre el diseño de circuitos impresos, sobre el funcionamiento del software informático Proteus y sobre el diseño de páginas web con Microsoft FrontPage 2003:

- Circuitos Impresos 2Cl.  
<<http://www.2cisa.com/index.php?com=faqs&active=null>>
- Mena Rodríguez, José Manuel. *Diseño y Fabricación de Circuitos Impresos*. Valladolid: Escuela de Ingenierías Industriales
- Tojeiro Calaza, Germán. *Proteus: Simulación de circuitos electrónicos y microcontroladores a través de ejemplos*. Barcelona: Marcombo, 2009
- Hubor-Proteus. <<http://www.hubor-proteus.es/>>
- Ribado García, M.V; Alexandre Hurlé, F.J. *Primeros pasos con ARES*. Publicación electrónica: 3º Edición
- Ribado García, M.V; Alexandre Hurlé, F.J. *Primeros pasos con ISIS*. Publicación electrónica: 2º Edición
- Ribado García, M.V; Alexandre Hurlé, F.J. *Primeros pasos con Proteus 8*. Publicación electrónica: 2º Edición
- Diseño de páginas web con FrontPage.  
<<http://ciberconta.unizar.es/leccion/frontpage/INICIO.HTML>>