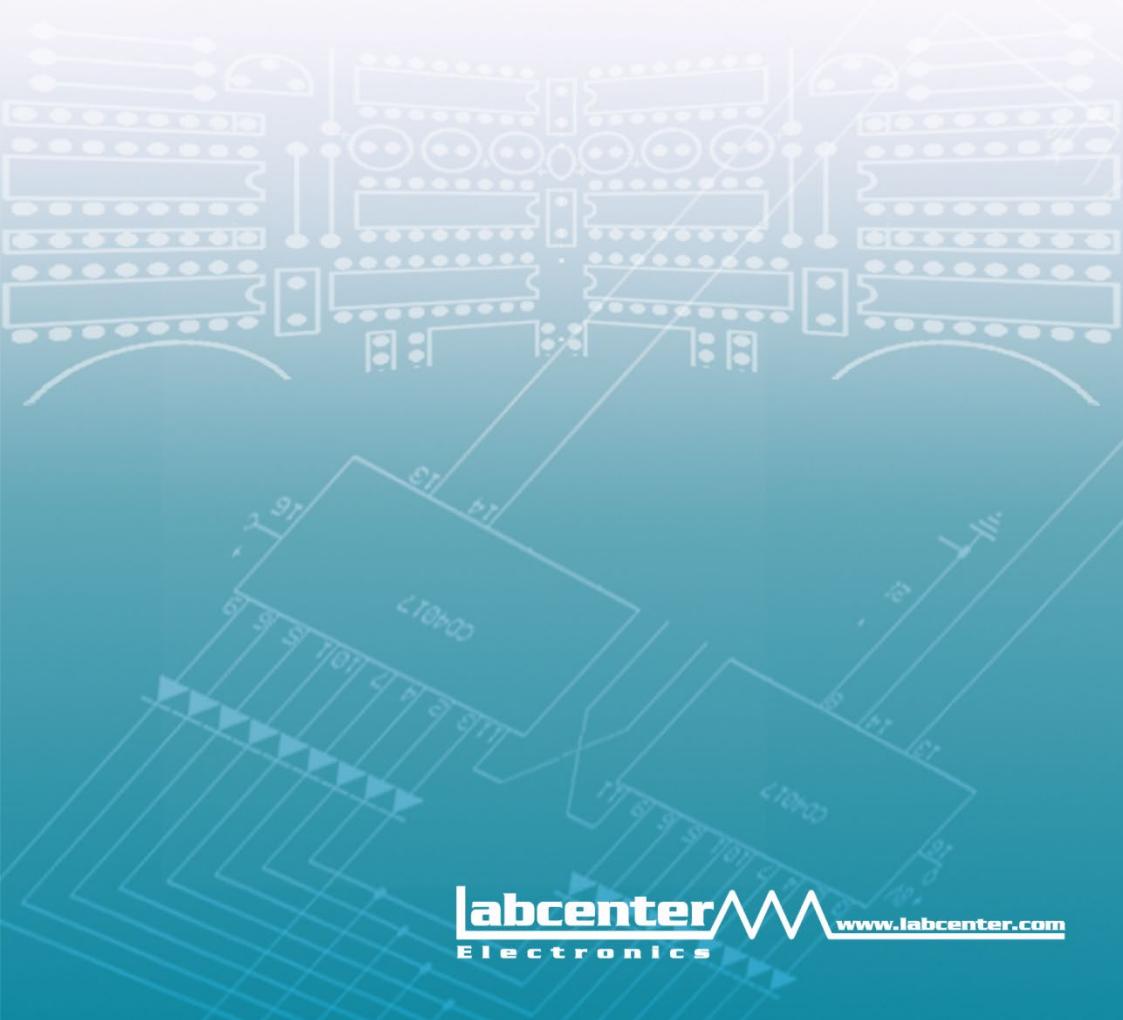




# PROTEUS DESIGN SUITE

**Primeros pasos con la  
pestaña Diseño PCB**



# COPYRIGHT NOTICE

© Labcenter Electronics Ltd 1990-2020. All Rights Reserved.

Los programas de software PROTEUS (Proteus Capture, PROSPICE Simulation, Schematic Capture and PCB Layout y sus archivos de librerías asociadas, archivos de datos y toda la documentación son copyright de ©Labcenter Electronics Ltd. Todos los derechos reservados. Si usted ha comprado una licencia para usar el software en una máquina en un momento dado, usted no es dueño del software. La copia no autorizada, el préstamo y la redistribución del software o de la documentación realizada por cualquier medio, constituye una violación de los derechos de autor. La piratería de software es un delito.

PROSPICE incorpora el código fuente de Berkeley Spice3f5 que es copyright de © Regentes de la Universidad de Berkeley. Los modelos SPICE de los fabricantes incluidos con el software son propiedad de sus respectivos autores.

La herramienta Qt GUI es propiedad de © 2012 Digia Plc y/o sus subsidiarias y se usa bajo licencia LGPL versión 2.1. Algunos iconos son propiedad de 2010 The Eclipse Foundation utilizadas bajo la licencia publica versión 1.0 de Eclipse. Algunos ejecutables son utilidades en formato binario utilizadas bajo la licencia © 2010 The GNU Project, versión GPL 2.

## AVISO

PROTEUS también contiene código especial que, mediante la utilización de la clave de licencia de usuario, evitará que se pueda utilizar más de una copia en una red al mismo tiempo. Por lo tanto, usted debe comprar una clave de licencia por cada copia que desea ejecutar de forma simultánea.

## RENUNCIA

No se garantiza de ninguna manera el contenido de este paquete de software, ni se garantiza su idoneidad para cualquier propósito en particular. Ni Labcenter Electronics Ltd, ni ninguno de sus empleados, subcontratistas o distribuidores serán responsables por

los errores que puedan existir en el software, librerías de componentes, modelos de simulación o en la documentación de usuario. Ni tampoco por cualquier daño directo, indirecto o consecuente ni de las pérdidas financieras derivadas de la utilización del paquete.

Se recuerda en particular a todos los usuarios que la simulación con éxito de un diseño utilizando el simulador PROSPICE no demuestra de manera concluyente que vaya a trabajar cuando se pasan los datos al proceso de fabricación. Siempre es conveniente hacer un prototipo de pruebas antes de mandar fabricar una tirada de cantidades grandes.

Los modelos SPICE de los fabricantes incluidos con PROSPICE se suministran de acuerdo con el concepto "tal y como son" y tampoco Labcenter ni sus autores ofrecen ningún tipo de garantía en cuanto a su precisión o su funcionalidad.

# 1. Introducción

## 1.1.-Objetivo.

El propósito de este tutorial es introducirnos lo más rápido posible en el manejo de la pestaña Diseño PCB hasta el punto de que nos sintamos capacitados para utilizarla en nuestro trabajo. Incluso el usuario con menos experiencia en el manejo de este tipo de herramientas debería de ser capaz de construir su primera placa de circuito impreso (PCB) en uno o dos días.

La metodología seguida por este tutorial es evidentemente práctica llevándonos, a través del trabajo que iremos realizando sobre un ejemplo de la vida real, a ir descubriendo progresivamente las principales técnicas que nos brinda la herramienta:

- Descubriremos las técnicas básicas de la colocación de componentes y el enrutado de los mismos usando pistas.
- Descubriremos el funcionamiento de la herramienta que nos permite obtener de forma rápida y sencilla vistas tridimensionales de nuestra tarjeta de circuito impreso.
- Aprenderemos como se genera el trazado de pistas de una PCB a partir de una lista de redes obtenida con la pestaña Esquema electrónico, tanto en modo automático como en manual.

También abordaremos las técnicas de edición más avanzadas, como son la edición de bloques o la modificación del trazado de pistas.

- Practicaremos las técnicas para imprimir nuestros diseños y para enviar la información necesaria a los fabricantes de PCBs para que puedan proceder a la producción de las mismas.
- Nos introduciremos en la metodología que hay que seguir para añadir nuevos componentes a nuestras librerías, cuando no estén disponibles en las que se entregan de forma estándar con Proteus.

La mejor forma de aprovechar este tutorial es trabajar paso a paso siguiendo los ejercicios propuestos. Saltarnos algunos pasos para atajar, puede terminar significando enormes pérdidas de tiempo cuando tengamos que comenzar a utilizar la herramienta para nuestro trabajo real.

Además trabajar con esta guía nos permitirá adquirir los conceptos básicos y la filosofía de trabajo de la pestaña Diseño PCB, lo que nos capacitará para comprender mucho antes y con mayor facilidad todos los capítulos de la ayuda en línea donde las técnicas se abordan con mayor profundidad.

Debemos tener en cuenta que a lo largo de esta guía (y en toda la documentación facilitada con Proteus) se hace mención a los atajos de teclado como un método de ejecución de comandos específicos. Todos los atajos de teclado que mencionemos son siempre los que vienen por defecto cuando se utiliza por primera vez la suite Proteus tal y como se nos entrega por el proveedor. Es importante, por lo tanto, tener en cuenta que si, por cualquier razón, ya hemos configurado nuestros propios atajos de teclado, lo mencionado al respecto en esta guía puede no funcionar.

Las barras de herramientas y sus iconos cambian cuando nos movemos de una pestaña a otra de Proteus de acuerdo a las necesidades específicas de cada módulo. En esta guía siempre que mencionemos iconos de barras de herramientas, asumiremos que estamos trabajando con la pestaña 'diseño pcb' seleccionada. Los menús y sus elementos también pueden ser muy diferentes si otra pestaña está seleccionada.

## **1.2.-Transfiriendo información del esquema electrónico al diseño PCB.**

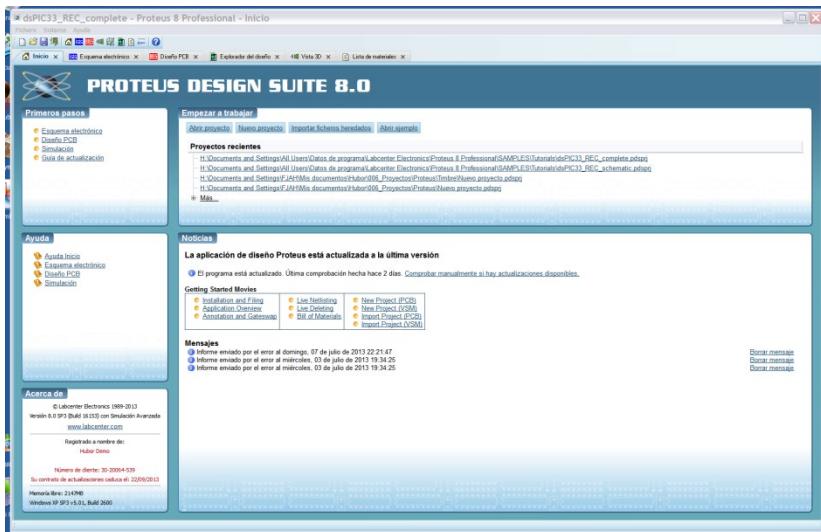
En este punto, asumiremos que ya hemos llevado a cabo la instalación del programa PROTEUS y que nuestra carpeta actual es alguna conveniente para servir como área de trabajo.

Este tutorial comienza con el proyecto donde lo dejó el tutorial Primeros pasos con la pestaña diseño electrónico. Así que empezaremos cargando el fichero del proyecto suministrado con Proteus que ya tiene el esquema electrónico completo de nuestro proyecto.

Para arrancar con la aplicación puede hacerlo desde el botón INICIO de Windows, seleccionando la carpeta desde la siguiente ruta:

Inicio -> Todos los programas -> Proteus 8 Professional -> Proteus 8 Professional.

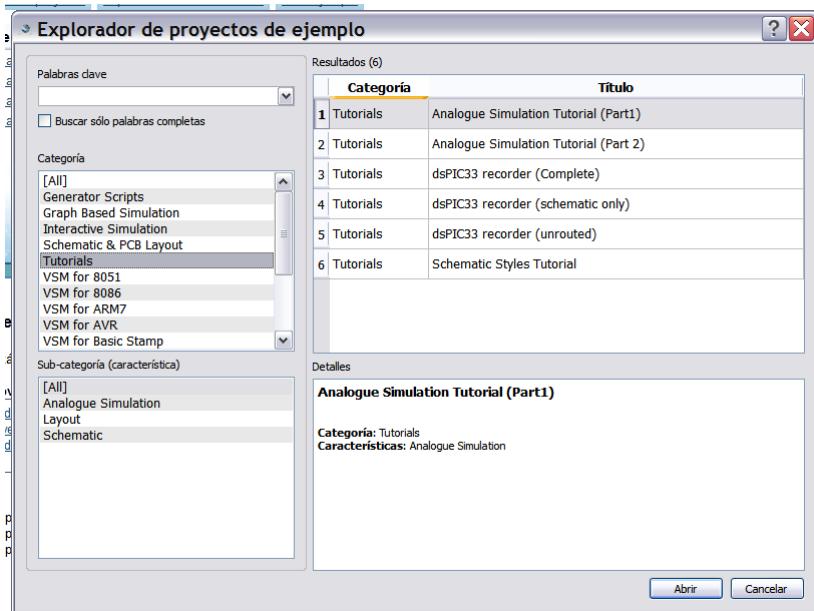
Nos aparecerá la página de inicio del entorno integrado de Proteus.



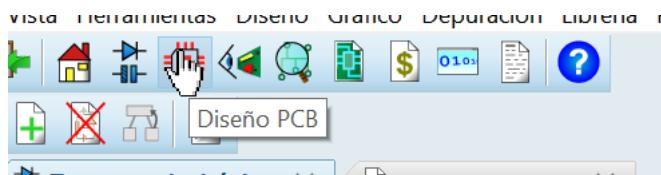
Utilizaremos el botó 'abrir ejemplo' situado en el área 'empezar a trabajar'.



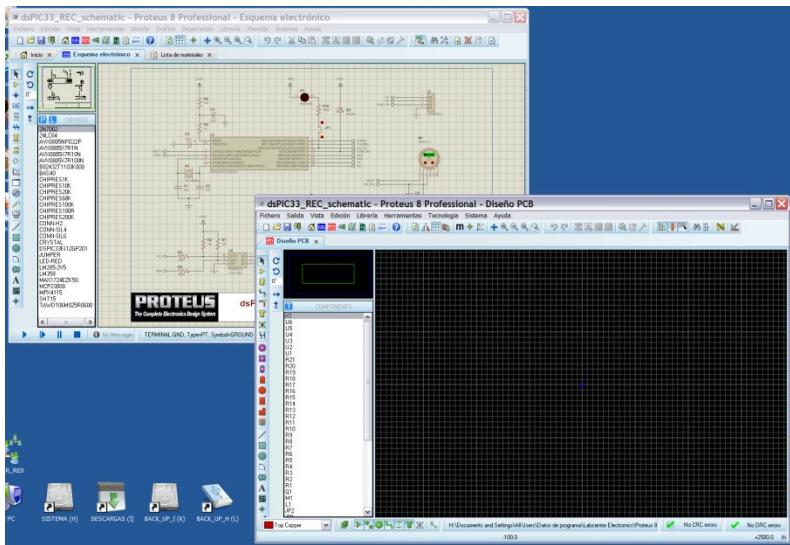
En la ventana del explorador de proyectos, seleccionaremos la categoría 'tutorials' y luego, entre los resultados que nos devuelve, el diseño 'dsPIC33 recorder (schematic only)'.



Se nos abrirá el proyecto de ejemplo que utilizamos en el tutorial 'primeros pasos con la pestaña Esquema electrónico' y cuya funcionalidad se explicó en ella con detalle. Para abrir la pestaña 'Diseño PCB' y poder empezar el trabajo con nuestra placa de circuito impreso, tenemos que utilizar el botón 'diseño pcb' de la barra de herramientas.



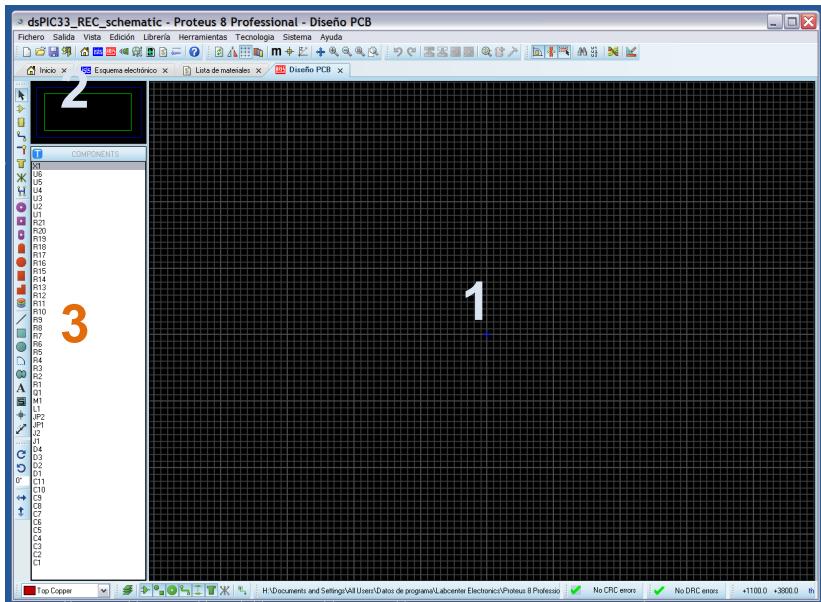
Si estamos trabajando con dos monitores simultáneamente o con un monitor suficientemente grande podemos coger y arrastrar la pestaña fuera de la ventana de Proteus para ejecutar la pestaña Esquema electrónico y la pestaña Diseño PCB en dos ventanas distintas pudiendo ver a la vez el esquema electrónico y el PCB.



También podemos conmutar de una pestaña a otra rápidamente utilizando el atajo de teclado CTRL-TAB

La mayor parte del aspecto y métodos de trabajos de la pestaña 'diseño pcb' son muy similares a las de la pestaña 'esquema electrónico' por lo que, afortunadamente, nos resultarán familiares y nos harán sentirnos cómodos en nuestro trabajo. Pero no debemos confiarnos, porque hay algunas importantes diferencias que vamos a ver a continuación.

### 1.3.- El entorno de trabajo en ARES.



El área más grande de la pantalla recibe el nombre de ventana de edición (1) y es la zona donde llevaremos a cabo el trabajo con nuestra PCB, es decir, donde colocaremos nuestros encapsulados y los uniremos con las pistas correspondientes.

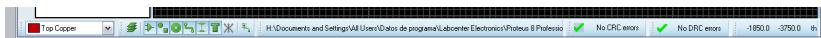
El área más pequeña, situada en la zona superior izquierda se llama ventana de visión general (2). Como su nombre sugiere, en ella podernos encontrar, a una escala reducida, nuestro dibujo completo independientemente de la sección que se esté visualizando en la ventana de edición en ese momento. El marco de color azul muestra el borde del diseño completo y el marco de color verde el borde del área mostrada en este momento en la ventana de edición.

Como excepción a esta regla, cuando un nuevo objeto es seleccionado en la ventana Selector de Objetos, la ventana de visión general es utilizada para presentarnos una vista del objeto seleccionado. Debajo de la ventana de visión general se encuentra la ventana del selector de objetos (3) que se utiliza para seleccionar

los distintos dispositivos, símbolos y otros objetos de las librerías. Más tarde tendremos ocasión de familiarizarnos más con su uso.

## 1.4.-La barra de control.

La barra de control está situada en la zona inferior de la ventana.



Es muy diferente de la que usamos en la pestaña Esquema electrónico y está dividida en varias secciones de funcionalidades diferentes:

El selector de capas se encuentra en la zona izquierda. Es un control de tipo caja desplegable. Con ella podemos seleccionar la capa sobre la que se situarán los nuevos objetos que coloquemos en nuestra PCB. En el caso más sencillo en el que nuestra PCB sólo tenga dos capas (parte de arriba -top- y parte de abajo -bottom-) nos permite seleccionar si colocaremos el siguiente componente, pista, etc. sobre la capa superior o inferior.



A continuación, un poco más a la derecha, se encuentra el selector de filtros que es un conjunto de casillas de selección. Con ella podemos configurar las capas y el tipo de objetos que serán seleccionables cuando pulsemos sobre ellos con el ratón. Por ejemplo, en un momento dado podemos querer seleccionar sólo los objetos que se encuentran en la capa superior de nuestra 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. Pero lo habitual es tener que modificar con cierta frecuencia dichas selecciones a lo largo del

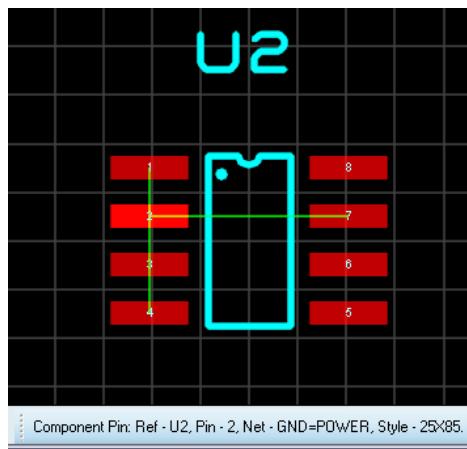
desarrollo de nuestro trabajo con un diseño para ir ajustándolo a nuestras necesidades en cada momento.



En la zona central y a la derecha del filtro de selección, se encuentra la barra de estado. En ella se van visualizado textos de ayuda referentes al objeto que se encuentra bajo el cursor del ratón.

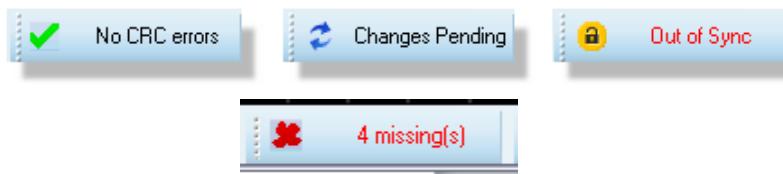


Destacaremos, por lo especialmente útil que puede resultar, que cuando situamos el cursor sobre una huella de un componente podremos observar en dicha zona toda la información relativa a dicho objeto, incluida la red a la que pertenece.

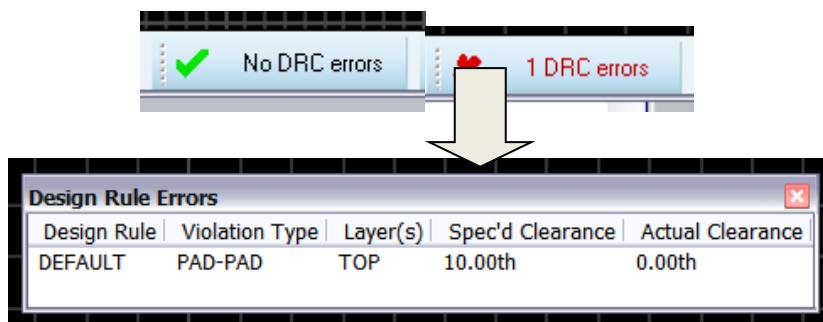


Un poco más a la derecha se encuentra el estado de conectividad, donde controlamos la sincronización entre la información del nuestro diseño electrónico y la de la placa de circuito impreso. Cuando toda la información de las dos pestañas coincide realiza una segunda

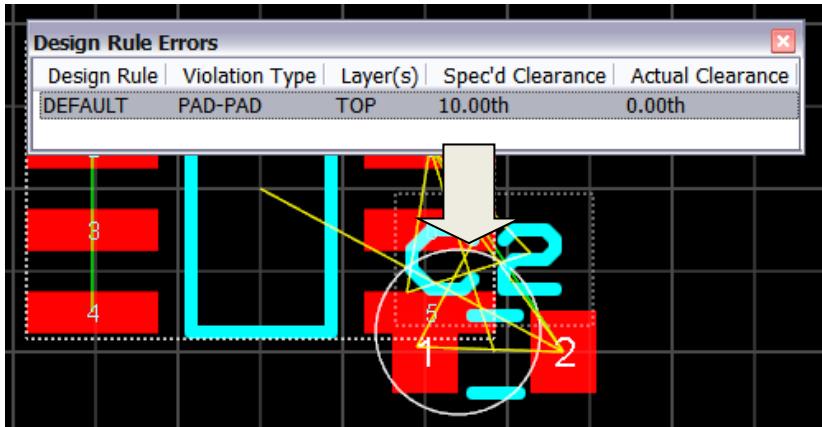
función y nos avisa si todas las conexiones tienen su correspondiente pista en el PCB.



El siguiente elemento es el estado de las reglas del diseño. Nos informa si alguna regla del diseño ha sido violada durante el trabajo de desarrollo con la placa de circuito impreso. Si pulsamos con el botón izquierdo del ratón sobre esta área, se abrirá la ventana de diálogo donde podremos ver una lista en detalle con todas las reglas que se están incumpliendo.



En esta nueva ventana de diálogo contamos con la potente opción de que si volvemos a pulsar con el ratón sobre una de las filas de la lista, automáticamente el programa nos colocará sobre la zona (convenientemente ampliada) donde se está produciendo la violación de dicha regla que será señalada con un círculo.



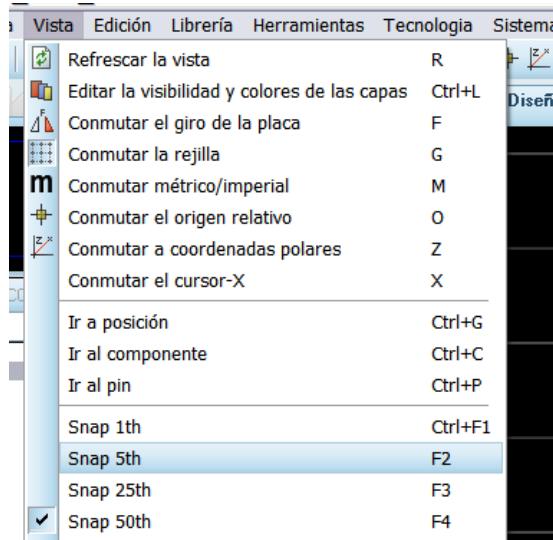
Para terminar con la barra de estado, en el lado situado más a la derecha se encuentra el visor de las coordenadas actuales del cursor del ratón. Estas coordenadas no reflejan exactamente la posición del puntero, sino la posición del nodo más cercano de la rejilla, donde se forzaría el anclaje de un objeto si pulsáramos con el ratón en ese punto.



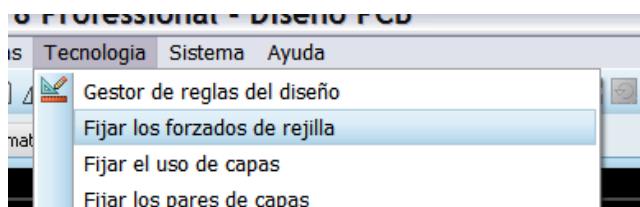
El forzado es una técnica habitual en las herramientas de diseño gráfico y es una ayuda rápida y precisa para el dibujo. Una rejilla es un conjunto de puntos espaciados uniformemente y visibles que sirven como referencia visual de distancias. La funcionalidad del forzado crea una conjunto de puntos con "imán" separados uniformemente e invisibles que permiten el movimiento del cursor en incrementos uniformes. Tanto la rejilla como el forzado coincidirían con los puntos de intersección de una hoja cuadriculada. Los puntos de la rejilla son una referencia visual. El forzado restringe los puntos que se pueden seleccionar con el ratón.



La selección del tamaño de separación entre imán e imán del forzado (o lo que es lo mismo entre punto y punto de la rejilla, porque en Proteus rejilla y forzado coinciden) se selecciona desde el menú 'Vista' o mediante el uso de los atajos de teclado CTRL-F1, F2, F3 y F4.



Los valores posibles de separación entre imanes del forzado que se asignará con cada atajo de teclado u opción de menú se configuran desde la opción "Fijar los forzados de rejilla" del menú "Tecnología".



Nos aparece la siguiente ventana de diálogo.



En la que podemos escoger los valores que se utilizaran para los cuatro niveles posibles de forzado. Podemos observar que existen valores prefijados para el caso de que deseemos crear nuestro diseño utilizando el sistema métrico (milímetros) o el sistema imperial (milésimas de pulgada).

En la sección titulada ‘Unidades por defecto’, seleccionamos cuál de los dos sistemas de unidades deseamos utilizar. Aunque ARES es tremadamente flexible en este punto y podemos en cualquier momento saltar de unas unidades a otras pulsando la tecla “M”. En el visor de coordenadas podemos comprobar en todo momento cuál de los dos sistemas de medida estamos utilizando (th = imperial, mm = métrico).

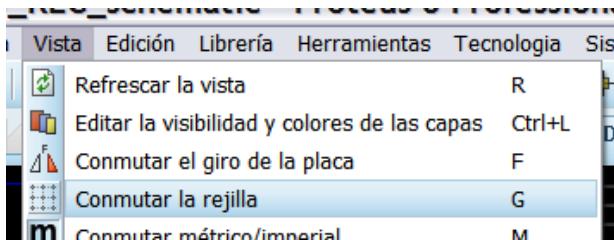


Por la ventana de diálogo que acabamos de ver, podemos deducir rápidamente, que podemos definir diversos niveles de forzado para uno y otro sistema de medida que se activarán cada vez que cambiemos del sistema métrico al imperial o viceversa. Esto es muy útil cuando utilizamos componentes, por ejemplo conectores, cuyos pinos están construidos utilizando uno u otro sistema de unidades de medida.

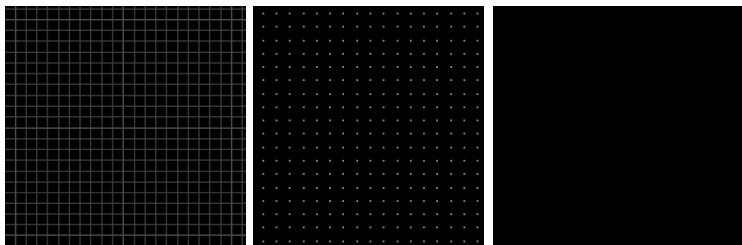
Además en un momento dado podemos querer utilizar un origen de coordenadas relativo, para realizar todo un conjunto de operaciones con respecto a ese nuevo origen. Para hacerlo, sólo tenemos que situar el cursor del ratón sobre el punto donde queremos situar el

origen relativo y pulsar la tecla de la letra “O”. El color de las coordenadas mostradas en el visor de coordenadas cambiará de negro a magenta. Una nueva pulsación de la tecla “O” nos devuelve al origen de coordenadas absoluto.

La rejilla puede ser ocultada o visualizada pulsando sobre la tecla “G” o la opción ‘Comutar la rejilla’ del menú ‘Vista’.



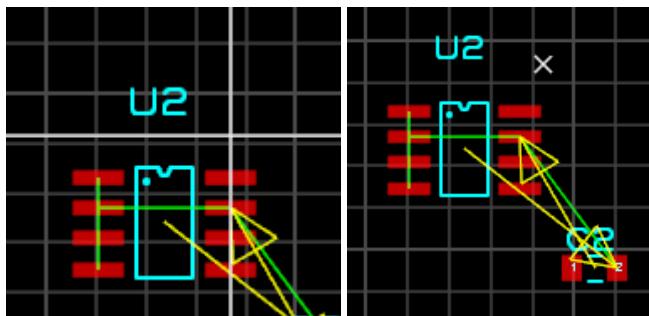
Con sucesivas pulsaciones veríamos una rejilla de puntos, una rejilla con cuadrículas y puntos para facilitar las referencias o haríamos desaparecer la rejilla.



El espaciado de los puntos de la rejilla normalmente reflejan la posición de los imanes del forzado, excepto cuando con el zoom reducimos tanto nuestro dibujo que la rejilla resultante debería ser tan tupida que no nos permitiría ver el dibujo. En este caso los puntos de la rejilla se colocan siempre en múltiplos de las distancias entre imán e imán del forzado.

En cualquier momento podemos visualizar con más claridad el punto exacto al que apunta el cursor del ratón haciendo que el puntero adquiera la forma de un aspa, pulsando sobre la tecla “X”. Una nueva pulsación generará la aparición de dos líneas (una vertical y otra horizontal) a todo lo largo de la pantalla y que tienen su punto de

intersección precisamente en el próximo punto de forzado. Una tercera pulsación de la tecla “X” nos devolverá a la primera opción.



Conviene que practiquemos un poco con estas técnicas hasta que nos sintamos seguros en su uso, porque nos resultarán muy útiles y las usaremos con frecuencia a lo largo de nuestro trabajo de colocar componentes y trazar pistas.

## 1.5.-Navegación.

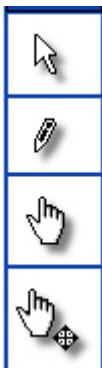
La navegación por la ventana de edición (zoom, desplazamientos y panorámica utilizando el botón del medio y la rueda del ratón) es idéntica a la que hemos venido utilizando en la pestaña Esquema electrónico. Consultar el tutorial ‘primeros pasos con la pestaña Esquema electrónico’ para recordar esta técnica si fuera necesario.

## 1.6.-Ayudas visuales durante el diseño.

Al igual que ocurría en la pestaña Esquema electrónico, la pestaña diseño PCB nos presta una valiosa ayuda durante nuestro trabajo con una serie de efectos visuales que nos informan de qué va a ocurrir durante la realización de nuestro diseño. Dos son las técnicas principales utilizadas.

La primera consiste en que la pestaña diseño PCB cubrirá con una cortina de color tenue el objeto sobre el que esté situado el cursor del ratón si la selección de filtros permite su selección. Con ello sabemos en todo momento cuál es el objeto que está “caliente”, es decir, el que recibirá nuestra próxima acción.

La segunda técnica consiste en la utilización por parte de ARES de cursores dinámicos que cambian de forma para ayudarnos a identificar qué tipo de acción ocurrirá cuando pulsemos el botón izquierdo del ratón (seleccionar el objeto, desplazar el objeto, colocar un nuevo objeto, etc.). La lista de los cursores disponibles se muestra a continuación.



- Modo estándar.
- Modo de colocación. Cuando pulsemos el botón izquierdo del ratón se colocará un componente.
- Modo de selección. Cuando pulsemos el botón izquierdo del ratón se seleccionará el objeto bajo el cursor.
- Modo desplazamiento. Cuando pulsemos el botón izquierdo del ratón capturaremos el objeto para ser desplazado a lo largo de la ventana de edición.

A lo largo de este tutorial y, por supuesto a lo largo de todo el tiempo que utilicemos la pestaña diseño PCB de PROTEUS, nosotros estaremos utilizando estas indicaciones visuales como un sistema de ayuda para comprender el funcionamiento de nuestra herramienta.

Tanto la pestaña Diseño PCB como la pestaña Esquema electrónico tienen un sistema que nos permite utilizar varias veces la opción de deshacer y rehacer los cambios llevados a cabo en nuestro proyecto, es decir, cualquiera de las acciones que hayamos realizado durante nuestro proceso de trabajo. Se puede llevar a cabo desde el menú ‘Edición’ o utilizando los atajos de teclado CTRL-Z y CTRL-Y. Si cometemos algún error durante la realización de los ejercicios de esta guía deberemos recordar que podemos volver atrás sobre nuestros pasos tantas veces como sea preciso.

## 2.-Configuración de pantalla.

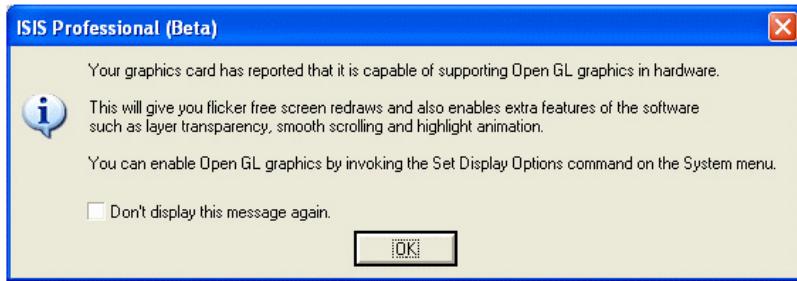
### 2.1.- Las opciones de configuración de pantalla.

PROTEUS es capaz de aprovechar las nuevas potencialidades que ofrecen las tarjetas gráficas presentes en el mercado para aumentar las prestaciones en la velocidad de respuesta y obtener imágenes nítidas e impactantes. De todas formas, asumiendo que no todos los ordenadores en los que se va a ejecutar PROTEUS disponen de tarjetas gráficas de última generación, se ha desarrollado el software previendo la posibilidad de aprovechar los recursos disponibles en cualquier equipo Windows para obtener en cada caso la mejor calidad de imagen y respuesta posibles.

Los tres modos de trabajo disponibles son:

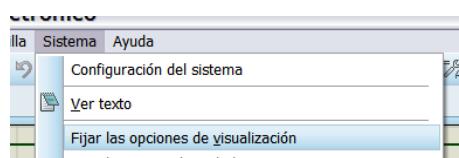
- Modo Windows GDI.
- Modo OpenGL Hardware Accelerated.
- Modo Direct2D Hardware Accelerated.

Cuando se utiliza PROTEUS por primera vez aparece una ventana consultando al usuario sobre la tarjeta gráfica disponible y las capacidades del equipo que se está utilizando para aprovechar el modo OpenGL.



Si la tarjeta gráfica no dispone de la potencia suficiente para soportar aceleración por hardware entonces PROTEUS simplemente activará por defecto el modo Windows GDI. Si el computador es capaz de soportar ambos sistemas (Direct2D y OpenGL) se recomienda intentar primero el modo Direct2D, ya que se ha comprobado que suele ser más fiable su implementación por parte de los fabricantes de tarjetas gráficas.

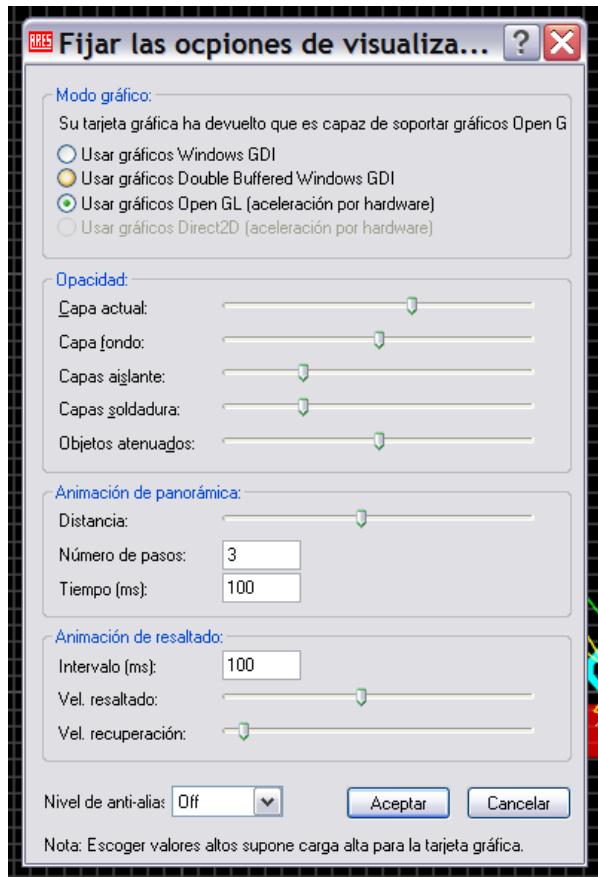
Se puede acceder a la ventana de configuración de pantalla desde la opción “Fijar las opciones de visualización” del menú ‘Sistema’.



Muchas de estas opciones están disponibles sólo cuando se ha seleccionado el modo OpenGL o Direct2D y aparecen inactivas si el modo Windows GDI está seleccionado.

Se pueden encontrar los requisitos para obtener la aceleración por hardware en la ayuda en línea.

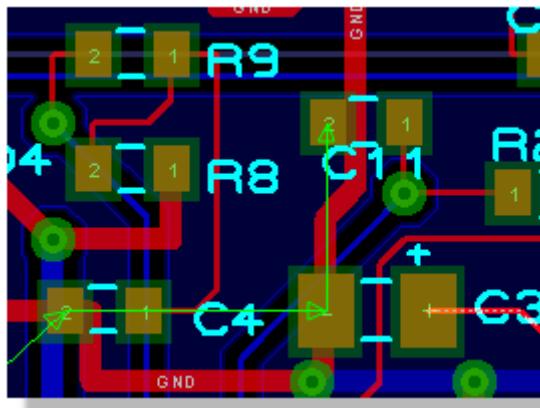
La primera sección de la ventana de configuración nos informa si nuestra tarjeta gráfica soporta aceleración por hardware OpenGL o Direct2D y, si es así, nos permite seleccionar si entramos en el modo Windows GDI o en uno de estos dos modos. Si el modo OpenGL o el modo Direct2D no están disponibles sólo encontraremos en la parte superior un mensaje informando que las posibilidades de nuestra tarjeta gráfica no son las máximas posibles.



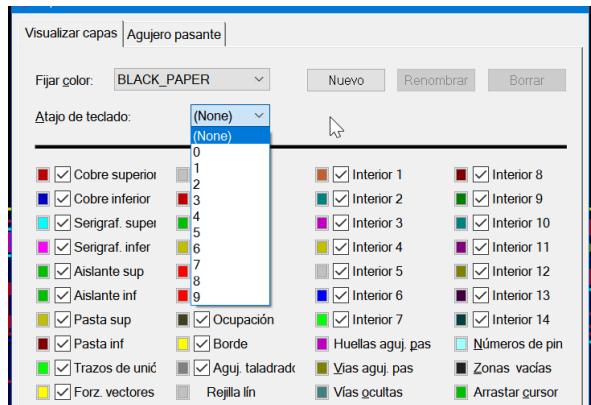
Cuando el modo OpenGL está seleccionado, la segunda sección (Opacidad) nos permite configurar la mayor o menor transparencia de varias capas de nuestra PCB. En concreto, podemos manejar la transparencia de la capa actualmente activa, la capa de fondo, la capa de máscara de aislante y la capa de máscara de soldadura. Con este modo seleccionado, PROTEUS da una especial relevancia a la capa actualmente activa, dándole la menor transparencia posible. Esto significa que los objetos situados en esta capa y que son con los que estamos trabajando aparecen más claros y visibles que los que situados en el resto de las capas. Podemos controlar la transparencia relativa de ambas capas (la activa y las que están por debajo) usando los controles deslizantes. Por ejemplo, si deseamos

eliminar totalmente la transparencia podemos seleccionar el control de la capa fondo al máximo valor.

Una nueva característica con los dos modos de aceleración por hardware es la posibilidad de visualizar las capas de máscara de soldadura y de resistencia alrededor de las huellas y vías de nuestro diseño. Su grado de transparencia también es graduado con los controles deslizantes.



Si estamos trabajando en una placa multicapa puede resultarnos muy útil pre-configurar una serie de “vistas” diferentes de nuestra placa. Esto se logra creando un conjunto nuevo de colores apropiado para cada capa en la ventana de diálogo de visibilidad y color de capas, conjuntamente con la selección adecuada de la visibilidad de cada capa según se explica en la siguiente sección de este tutorial y asignando cada una de las configuraciones diferentes a un atajo de teclado.



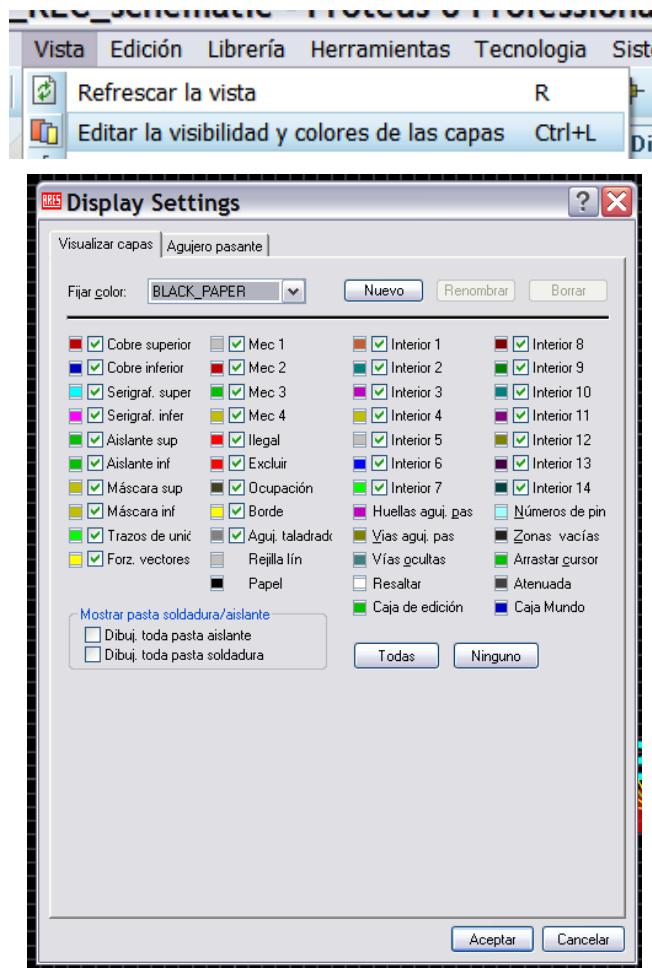
En Proteus, manteniendo pulsada la Tecla ‘Mayúsculas’ y desplazando el ratón hacia el borde de la ventana de edición nos permite cambiar la panorámica de la ventana (desplazar el área de la ventana que se visualiza). En la tercera sección, “Animación de panorámica”, podemos controlar la distancia, la suavidad (número de pasos) y la velocidad de las operaciones de utilización del sistema de panorámica durante nuestro trabajo con los esquemas electrónicos.

En la cuarta sección, “Animación de resaltado”, podemos especificar la velocidad con la que los objetos se vuelven activos cuando colocamos el cursor del ratón sobre ellos. El parámetro “Vel resaltado” es la velocidad con que el objeto resulta destacado y el parámetro “Vel recuperación”, define la velocidad con que un objeto recobra su estado original. Estas opciones están disponibles sólo en los modos de aceleración por hardware.

Para acabar, la caja tipo combo-box situada en la zona inferior el parámetro ‘Nivel de anti-aliasing’ nos permite seleccionar el nivel de anti-aliasing (obtención de una mayor nitidez en los contornos) con el que deseamos trabajar en los modos de aceleración por hardware. Niveles altos de ‘anti-aliasing’ mejoran la nitidez de los contornos pero consumen más recursos del equipo. Si selecciona un nivel mayor que el soportado por la tarjeta gráfica se puede provocar un sobrecalentamiento de la misma. Para un uso normal de Proteus, seleccionar un nivel de anti-aliasing de 4x tiene que ser más que suficiente.

## 2.2.-La ventana de diálogo sobre visualización de capas.

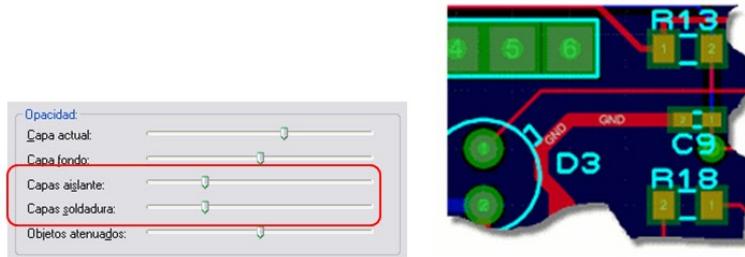
La ventana de diálogo sobre visualización de capas nos permite controlar la visibilidad y el color de las diferentes capas que componen nuestra PCB. Podemos llamar a esta ventana de diálogo desde la opción ‘Editar la visibilidad y colores de las capas’ del menú ‘Vista’ o haciendo una pulsación con el botón izquierdo del ratón sobre la barra de estado situada en la zona inferior de la ventana.



Podemos cambiar el color utilizado para mostrar cada capa pulsando con el botón izquierdo del ratón sobre el cuadrado de color. Y podemos elegir si la capa será visible o no, con la casilla de selección situadas al lado del nombre de cada capa. Todos los cambios serán actualizados inmediatamente en nuestro diseño para permitirnos evaluar cada cambio que llevemos a cabo.

Podemos escoger entre varios conjuntos de colores suministrados por ARES (monocromo, fondo blanco, fondo negro). También podemos crear nuevos conjuntos de colores personalizados a nuestro gusto utilizando el botón 'Nuevo' que se encuentra en la zona superior derecha de la ventana.

Si estamos trabajando utilizando uno de los modos de aceleración por hardware, la sección 'Mostrar pasta soldadura/aislante' estará activa y nos permite seleccionar, o no, la representación de estas capas en la vista de nuestra PCB, alrededor de las huellas y vías. Cuando tengamos seleccionado que estas capas se visualicen, podemos cambiar la intensidad del color de estas capas desde la pestaña 'Agujero pasante' utilizando los controles deslizantes 'Capa aislante' y 'Capa soldadura'<sup>1</sup>.



---

1 Explicar estos conceptos técnicos desborda el alcance de este tutorial. Si el lector no entiende lo que significan no debe preocuparse por ellos en este momento. Cuando progrese en el diseño de PCB lo entenderá perfectamente y dominará su uso.

# 3.-Colocación de componentes.

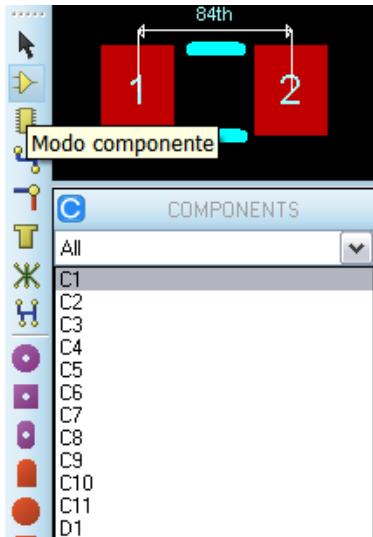
En este tutorial hemos partido de una lista de redes obtenida con la pestaña Esquema electrónico (el método que, como ya hemos mencionado, debe ser el procedimiento habitual a seguir en nuestra forma de trabajo en la vida real). Por lo tanto, ya le hemos suministrado a PROTEUS una gran cantidad de la información que necesita para construir nuestra PCB, lo que simplificará en gran medida nuestro trabajo. En concreto, ya hemos fijado qué encapsulado está asociado a cada uno de los símbolos de los dispositivos que hemos utilizado en el esquema electrónico dibujado en proteus. Así que PROTEUS ya ha sido capaz de ponerlos a nuestra disposición y están listos para ser ubicados en nuestra PCB.

Este es un buen momento para definir claramente la diferencia que existe entre componente y encapsulado en lo que respecta a su utilización en la suite PROTEUS.

## 3.1.-Componentes y encapsulados.

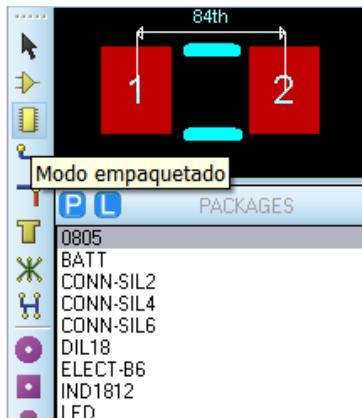
Un **componente** es cada uno de los dispositivos electrónicos que han sido utilizados en nuestro diseño electrónico. Cada componente es único y está inequívocamente identificado por su etiqueta. Puede haber varios componentes del mismo tipo en nuestro esquema electrónico. Por ejemplo, nuestro diseño puede utilizar tres diodos 1N4148. Los tres son del mismo tipo, pero cada uno de ellos es un componente distinto que tendrá una etiqueta identificativa propia (v.g. D1, D2 y D3) y que se conectará a redes distintas dentro de nuestra PCB.

Seleccionando la herramienta modo componente (el segundo ícono por arriba de la barra de herramientas lateral) accedemos a todos los componentes que hemos definido en nuestro esquema electrónico con la pestaña Esquema electrónico y que incluyen toda la información relativa a su encapsulado y a sus conexiones con el resto de componentes que forman nuestro diseño.



Un **encapsulado** es la forma física estandarizada que comparten varios tipos de componentes electrónicos. Por ejemplo muchos circuitos integrados comparten un mismo tipo de encapsulado de 18 pines con el mismo tamaño del cuerpo y las mismas dimensiones y distancias entre sus patillas. PROTEUS proporciona un amplio conjunto de librerías con toda la información referente a la mayoría de los encapsulados presentes en el mercado.

Cuando nos encontramos en el modo componente, en el selector de objetos se visualizará la lista completa de los componentes que forman nuestro diseño. En cambio, seleccionando la herramienta modo encapsulado (el tercer ícono por arriba de la misma barra de herramientas) accedemos a todos los diferentes tipos de encapsulados disponibles sin que estén ligados a ningún componente concreto de nuestro diseño y, por lo tanto, sin tener asociada la información referente a sus conexiones con otros componentes de nuestro diseño.

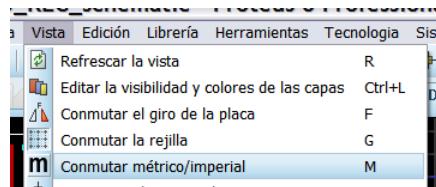


Cuando estemos trabajando en la construcción de una PCB que deseemos desarrollar a partir de la información de una lista de redes elaborada con la pestaña Esquema electrónico debemos utilizar exclusivamente el modo componente. No debemos olvidar nunca que, en este caso, trabajamos con componentes y nunca con encapsulados.

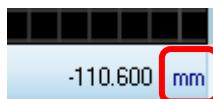
### **3.2.-El contorno de la placa de circuito impreso (PCB).**

Antes de comenzar a colocar componentes en nuestra PCB, necesitamos definir la forma y el tamaño de la placa que vamos a utilizar. En el caso que nos ocupa en esta guía, vamos a utilizar una PCB sencilla de forma rectangular de 115mm por 40mm.

Ya vimos al principio de esta guía la forma que tenemos de indicarle a PROTEUS si deseamos utilizar unidades de medida métricas (milímetros) o imperiales (milésimas de pulgada) y que podemos pasar de uno a otro sistema en cualquier momento a lo largo de nuestro trabajo con un mismo diseño.



Por lo tanto, vamos a asegurarnos que estamos utilizando el sistema métrico pulsando el atajo de teclado “M” o con la opción ‘conmutar métrico/imperial’ del menú ‘vista’ y comprobando en la barra de estado situada en la zona inferior de la pantalla, que dicha selección está activa.



- Podemos elegir el sistema de medidas que se va a utilizar por defecto en Proteus desde la opción ‘Fijar los forzados de rejilla’ del menú ‘Tecnología’

Para empezar el trazado de la forma de nuestra PCB tenemos que seleccionar la herramienta ‘Modo gráfico 2D caja’ en la barra de herramientas lateral. Utilizamos esta opción porque nuestra placa tiene la forma rectangular.



Si tuviera formas más complejas podríamos utilizar el resto de herramientas de gráficos 2D para generar el borde de nuestra placa. Hay que tener en cuenta que siempre debe construirse una forma cerrada (el punto inicial y el final debe ser el mismo).

A continuación, debemos elegir en el selector de capas “Board Edge” como la capa con la que deseamos trabajar.



Una vez cumplimentados estos dos pasos previos, movemos el cursor del ratón hasta el lugar donde deseamos colocar el punto de arranque del contorno de nuestra placa (el extremo superior izquierdo del rectángulo). Una vez situados aquí y, sin mover en ningún momento el ratón, utilizamos el atajo de teclado “O” para fijar el centro del sistema de coordenadas relativas en el punto en el que se encuentra el cursor del ratón. Podemos comprobar que en la ventana de coordenadas situada en la zona inferior derecha de la ventana de ARES, aparece nuestra posición marcada como “+0,000 +0,000 mm” y en color magenta. Esto indica que el ratón está situado en el origen de coordenadas relativo (de ahí el color magenta) y que estamos utilizando el sistema de medida métrico.

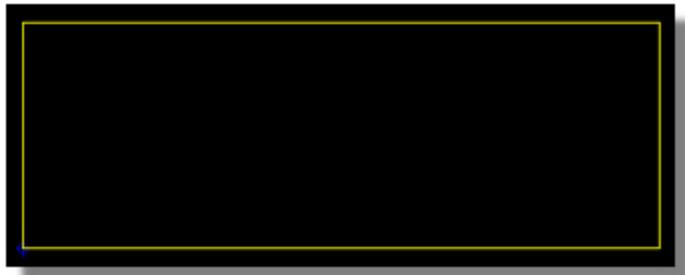


Ahora debemos, todavía sin mover el ratón, pulsar con el botón izquierdo para arrancar con el dibujo de nuestro rectángulo. Liberamos el botón izquierdo y comenzamos a desplazar el cursor del ratón. Podemos observar que una forma rectangular en color verde se va generando a medida que movemos el ratón, siempre con el extremo superior izquierdo fijado en el primer punto que marcamos. En la ventana de coordenadas podemos observar que se va actualizando la información del tamaño de nuestro rectángulo a medida que desplazamos el cursor del ratón. Cuando veamos que nuestro rectángulo mide 115 x 40 mm (nuestro objetivo inicial) podemos detener el ratón y pulsar de nuevo el botón izquierdo para terminar el trazado de la forma de nuestra PCB.

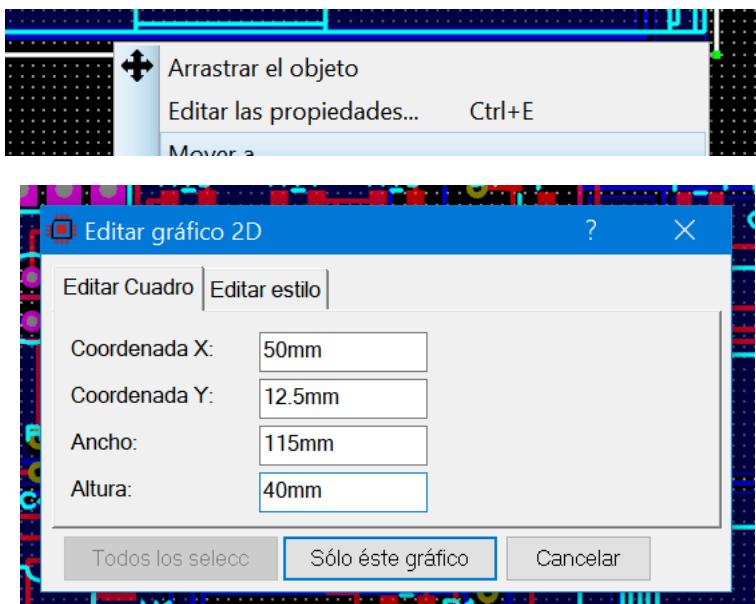


No tenemos que preocuparnos en qué lugar de nuestra ventana de trabajo hemos situado nuestra PCB, puesto que en seguida aprenderemos como podemos hacer que la ventana de trabajo se centre automáticamente en el lugar donde la tenemos.

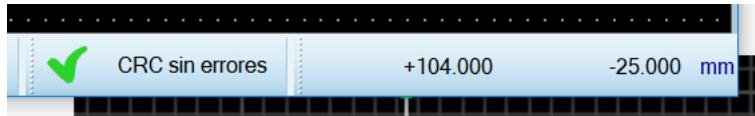
El resultado final de nuestro trabajo debe ser un rectángulo de color azul de las dimensiones deseadas. El color amarillo nos indica que es el borde de nuestra PCB (siempre que no hayamos cambiado la selección de colores que viene por defecto en Proteus).



Si lo preferimos, podemos seleccionar el tamaño del contorno de nuestra placa dibujando el rectángulo siguiendo el proceso que hemos visto sin preocuparnos de su tamaño y, luego desde el menú contextual seleccionar la posición y el tamaño del rectángulo dibujado.

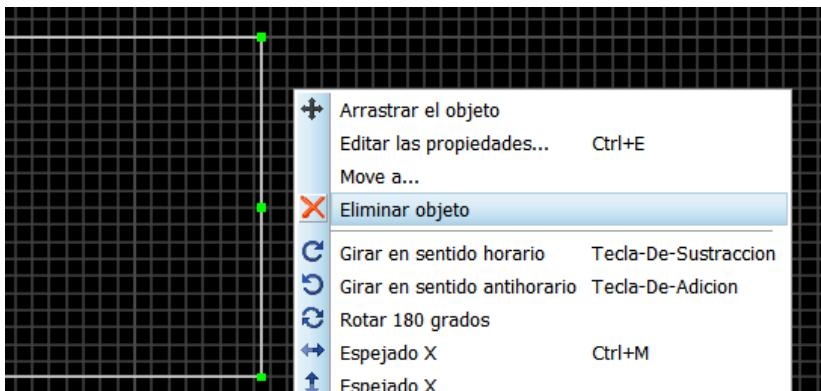


Terminaremos con este paso volviendo a fijar el sistema de coordenadas absolutas utilizando el atajo de teclado “O”. El color de las cifras en la ventana de coordenadas volverá a ser negro para indicarnos que hemos pasado del sistema de coordenadas relativo al absoluto.



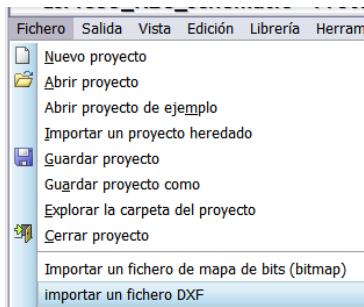
- ⓘ Trazar el contorno de nuestra PCB debería ser siempre la primera tarea que debemos llevar a cabo en cualquiera de nuestros diseños. La pestaña Diseño PCB se basa en esta información para realizar muchas de las tareas automatizadas (colocación de componentes, trazado automático de pistas, relleno de la superficie de disipación, mantener los objetos a una determinada distancia de los bordes de la placa, etc.).

Si nos resulta necesario modificar o borrar el contorno de nuestra PCB podemos hacerlo de forma muy sencilla. Coloquemos el cursor del ratón sobre la línea del borde que lo delimita y observaremos que unas pequeñas líneas blancas se dibujan a su alrededor resaltándolo para indicarnos que ese es el objeto sobre el que se va a ejecutar la próxima orden que seleccionemos. Pulsando sobre el botón derecho del ratón visualizaremos el menú contextual (y el color del borde de la placa cambiará a blanco) y en él podemos seleccionar la opción que deseemos (mover, cambiar sus propiedades, borrarlo, girarlo, espejarlo, etc.).

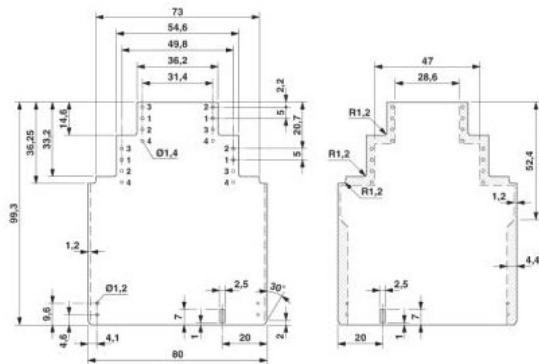
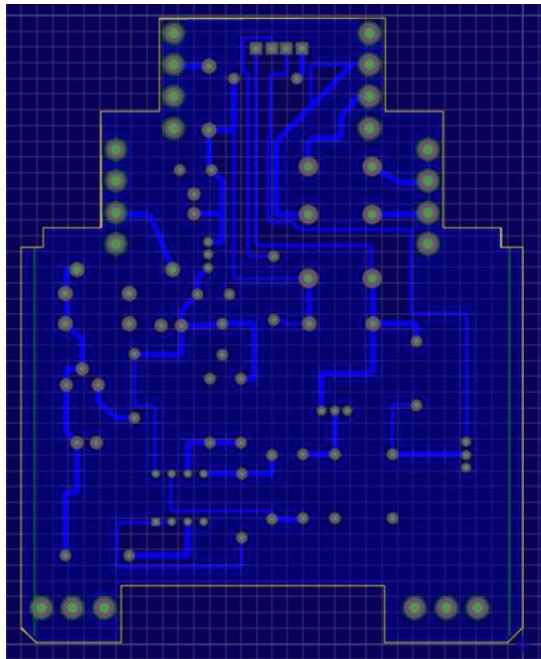


Además, también podemos comprobar que aparecen unos manejadores en las esquinas del rectángulo y en el centro de cada lado que nos permiten cambiar el tamaño del mismo.

Cuando la forma de nuestra PCB sea especialmente complicado podemos importarla directamente desde un dibujo realizado con otra herramienta de dibujo (por ejemplo autocad) sobre la capa 'board edge' utilizando la opción 'Importar un fichero DXF' del menú 'Archivo'.



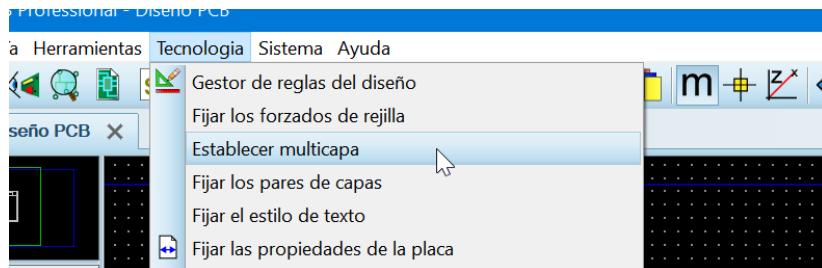
Por ejemplo, en la siguiente imagen se ve un circuito impreso con la forma necesaria para ser utilizado en un tipo de envolvente del fabricante Phoenix-Contact, donde se puede observar que la forma de la PCB es especialmente compleja. ARES nos proporciona un amplio margen de maniobra para poder realizar estas placas con óptimos resultados.



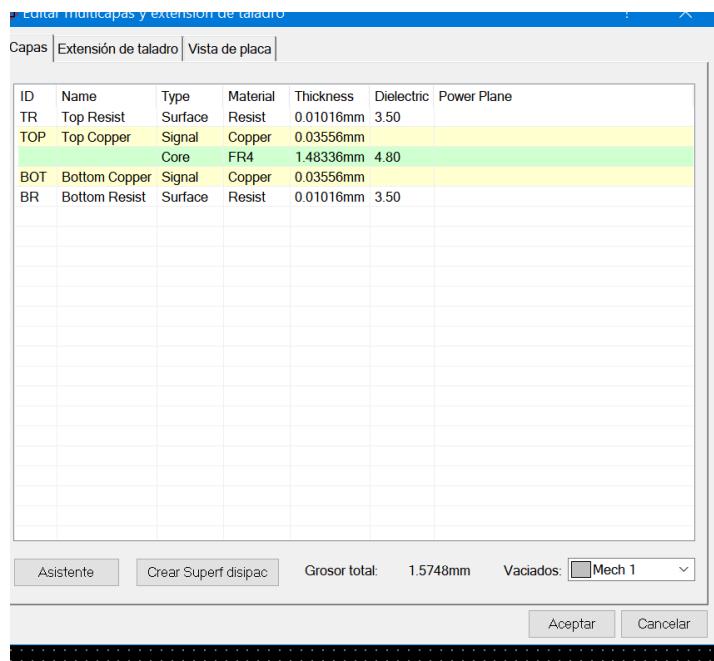
### 3.3.-Apilado de capas y alcance de los taladros.

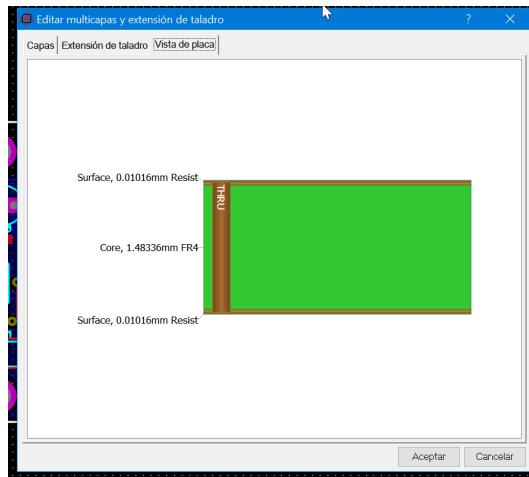
Antes de comenzar a trabajar con los componentes de nuestra placa, necesitamos definir las capas que usaremos e indicar los

taladros utilizados para las vías (enlaces entre las diferentes capas). Empezaremos abriendo la ventana de diálogo usando la opción ‘establecer multicapa’ del menú ‘Tecnología’.

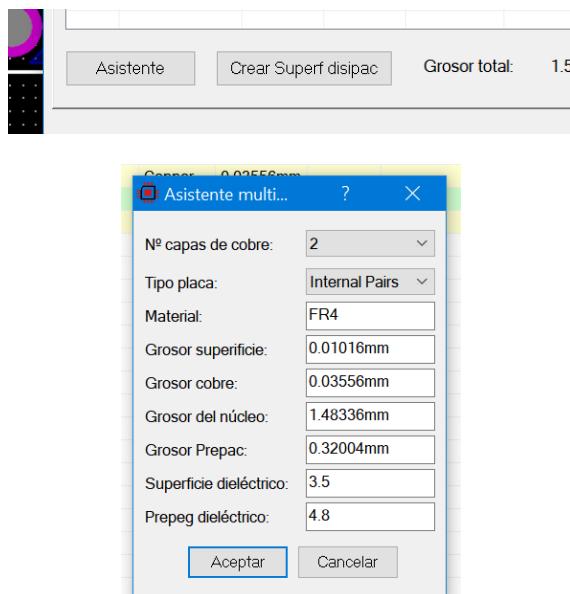


En este tutorial vamos a construir una placa sencilla con dos capas. Esto se logra utilizando un único núcleo con una capa de cobre por encima (top) y otra por debajo (bottom). Es muy sencillo llevar a cabo esta tarea usando la rejilla de edición disponible y la vista previa que muestra el resultado de nuestra selección.

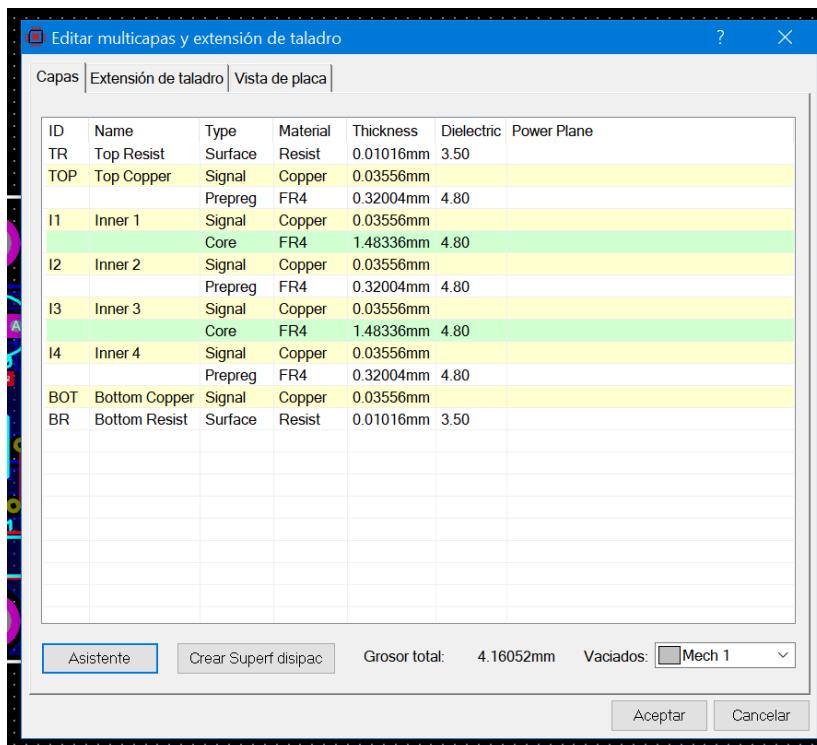


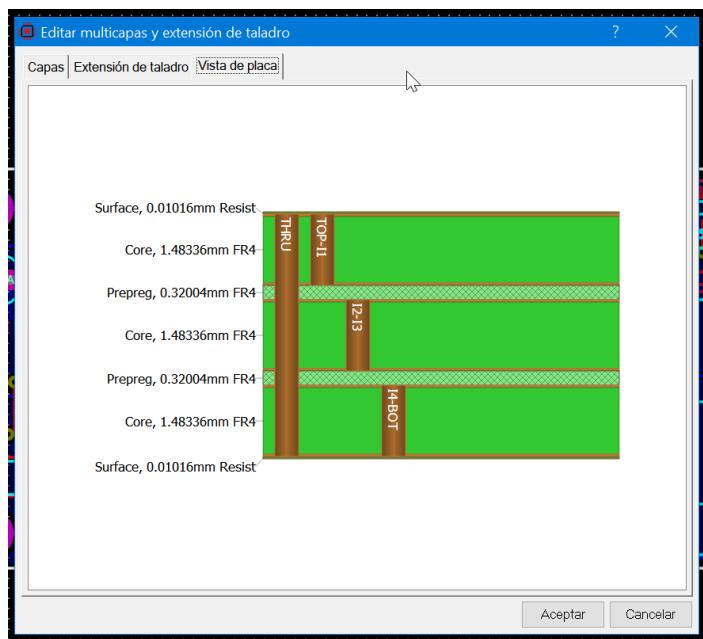
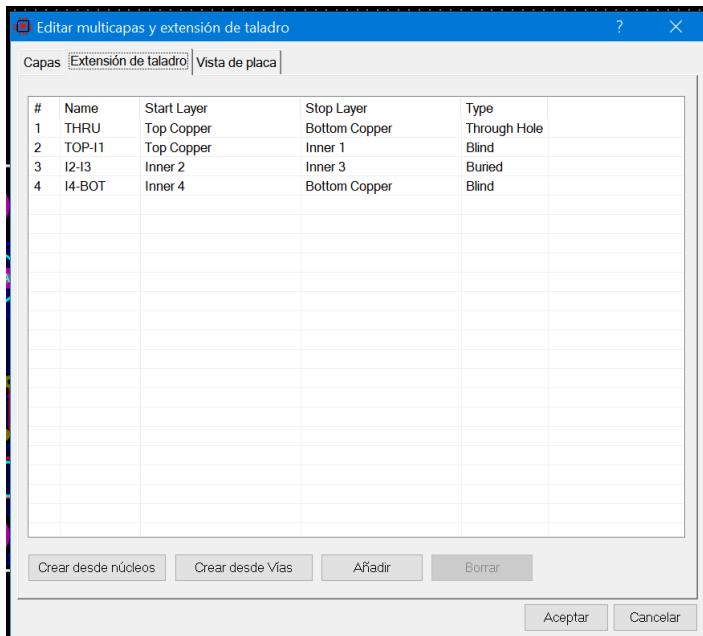


Puesto que las opciones ofrecidas por defecto nos sirven en este caso no será necesario que hagamos nada más. Si deseamos cambiar el apilamiento de capas por defecto, la forma más sencilla es usar el asistente que nos facilita el trabajo de definir las capas y las características constructivas.



El alcance de los taladros se gestiona de una forma muy similar. En nuestro caso tampoco es necesario modificar nada a lo ofrecido por Proteus por defecto puesto que nuestra placa sólo tiene dos capas. De todas formas, para completar el tutorial con un vistazo a las posibilidades que brinda Proteus en este campo, mostramos a continuación un ejemplo de una placa de seis capas.

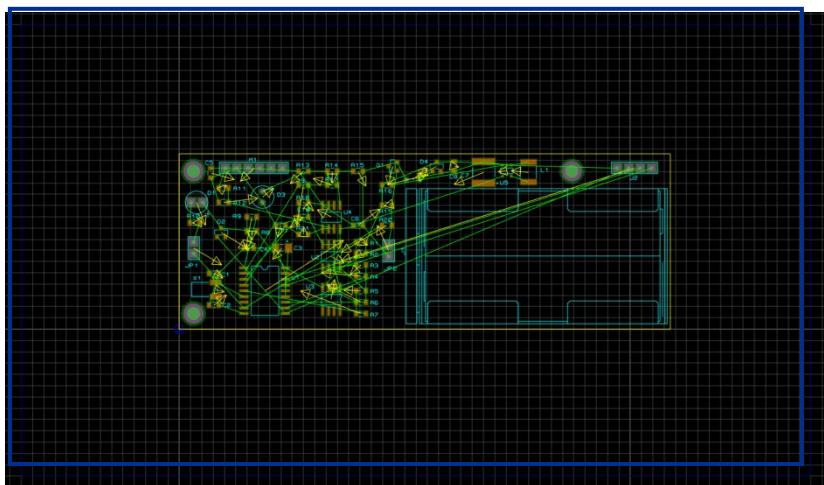




El aspecto fundamental es tener en cuenta que cuando construyamos una placa multi-capa esta ventana de diálogo es fundamental. Es muy importante consultar con detalle la ayuda en línea referente a este punto y estar muy seguro del trabajo que estamos llevando a cabo para configurarlo todo correctamente.

### **3.4.-El área de trabajo, las coordenadas y el forzado (snap).**

Lo más habitual es que al principio de nuestro trabajo nuestra PCB ocupe una pequeña porción de la ventana de edición. Esta situación dista mucho de ser lo ideal porque todo nuestro trabajo se va a desarrollar dentro de sus límites. Esto es así porque por defecto el nivel de zoom se adecúa para mostrar el área de trabajo completamente. El área de trabajo viene señalizada por un rectángulo de color azul.



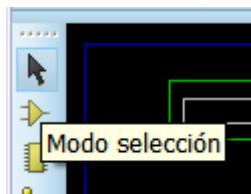
Una opción consiste en hacer un zoom dentro de esa área. Lo podemos hacer colocando el cursor del ratón sobre ese lugar y utilizando la rueda del ratón o la tecla “F6”. La otra posibilidad es utilizar la tecla “F8” que genera un zoom para ajustar la pantalla de tal forma que contenga todo nuestro diseño.

Pero, en todos estos casos, tendremos el problema de que cuando dejemos nuestro trabajo y cerremos PROTEUS, al retomarlo más

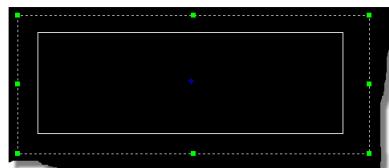
tarde, volveremos a tener que utilizar el zoom para ajustar nuestra ventana de edición al tamaño de nuestra placa.

Para evitarlo, podemos ajustar el área de trabajo a un tamaño que nos convenga más. Para hacerlo debemos seguir los siguientes pasos.

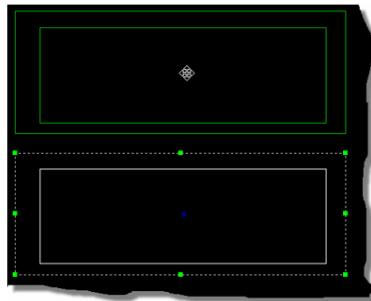
1. Entraremos en el modo de selección utilizando para ello el primer ícono de la barra de herramientas lateral.



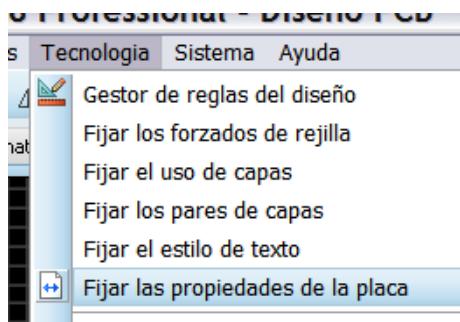
2. Marcaremos una caja alrededor del borde de nuestra PCB de forma que toda ella quede dentro de esta caja. Si cometemos un error, podemos ajustar el área con los manejadores disponibles para asegurarnos que toda la PCB se encuentra dentro de ella.



3. Con la selección realizada, colocaremos el cursor del ratón dentro del área y pulsaremos el botón izquierdo del ratón. Sin soltarlo, desplazaremos todo el área hasta situarlo en el centro del área de trabajo (un pequeño círculo con una cruz dentro de color azul nos indica cuál es este centro).



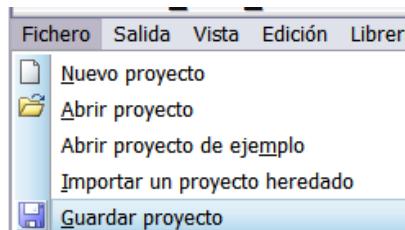
4. Soltamos el botón izquierdo del ratón para dejar nuestra PCB en el lugar deseado.
5. Seleccionamos la opción de menú ‘Fijar las propiedades de la placa’ del menú ‘Tecnología’.



6. Se abre la ventana de diálogo ‘Propiedades placa’. En ella seleccionamos como ancho 170mm y como alto 100mm (no hay que olvidar poner mm detrás de las cifras para que el programa entienda que le estamos indicando las medidas en milímetros).



7. Ahora podemos comprobar el resultado de nuestro trabajo. Para ello debemos guardar nuestro diseño en disco, utilizando la opción ‘Guardar proyecto’ del menú “Fichero”.



A continuación cerramos Proteus y volvemos a abrirlo. Abriremos nuestro diseño desde la sección ‘Empezar a trabajar -> proyectos recientes’. Si todo ha ido bien, tendremos que la ventana de edición se ha ajustado al tamaño de nuestro diseño.

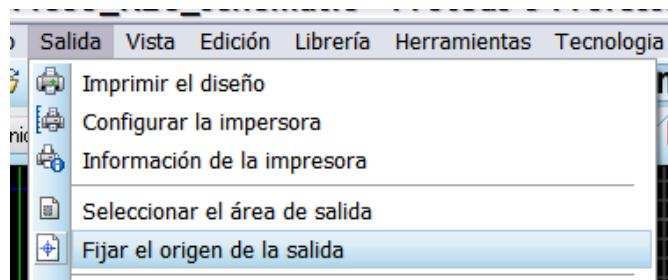
Cuando generamos la forma de nuestra PCB en el apartado anterior, vimos como podíamos comutar entre el sistema de coordenadas absoluto y relativo utilizando el atajo de teclado “O”. Esta técnica es muy útil para obtener una precisión máxima cuando deseamos dibujar objetos respecto a sus medidas.



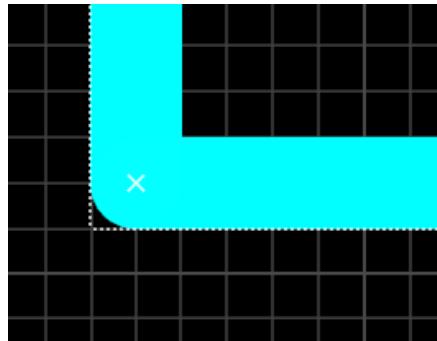
En ocasiones, también puede resultar cómodo mover el origen de coordenadas absolutas para hacerlo coincidir con un punto concreto del borde de nuestra PCB y que nos sirva como referencia para la colocación del resto de componentes en ella, para fijar con exactitud agujeros de anclaje, etc.

Para desplazar el origen de coordenadas a un punto concreto de la pantalla debemos seguir los siguientes pasos.

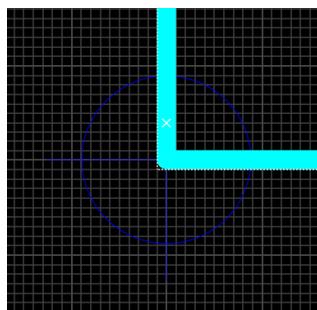
1. Seleccionar la opción ‘Fijar el origen de la salida’ desde el menú ‘Salida’.



2. Desplazar el cursor del ratón hasta el punto donde deseamos fijar el centro de coordenadas. En este caso, vamos a seleccionar la esquina inferior izquierda del rectángulo que forma el contorno de nuestra PCB.



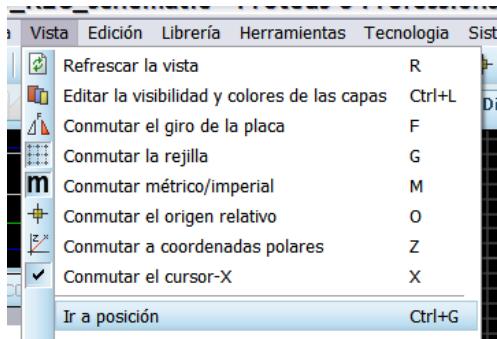
3. Pulsar el botón izquierdo del ratón para fijar la posición del nuevo origen de coordenadas (comprobar que la marca se ha desplazado correctamente).



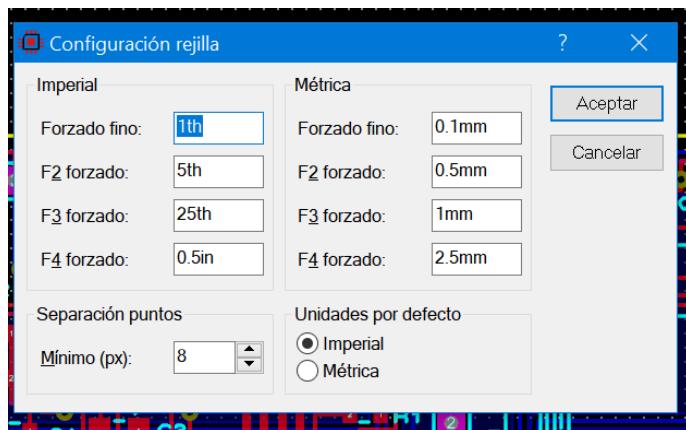
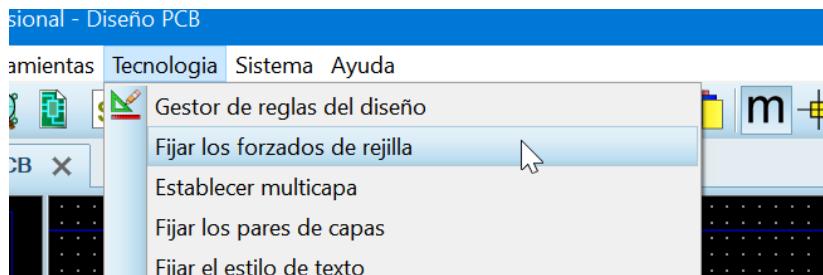
A partir de este momento el visor de coordenadas de la barra de estado nos mostrará la información referenciada al extremo inferior izquierdo de nuestra PCB.

Recordemos que podemos cambiar entre el uso de coordenadas métricas o imperiales usando las opciones de menú o o el atajo de teclado 'M'.

Una vez que hemos situado nuestro origen de coordenadas, puede resultar muy cómoda la utilización de la opción 'Ir a posición' del menú 'Vista' para colocarnos con total exactitud en un punto concreto de nuestra PCB. También podemos commutar entre el uso de coordenadas cartesianas o polares.

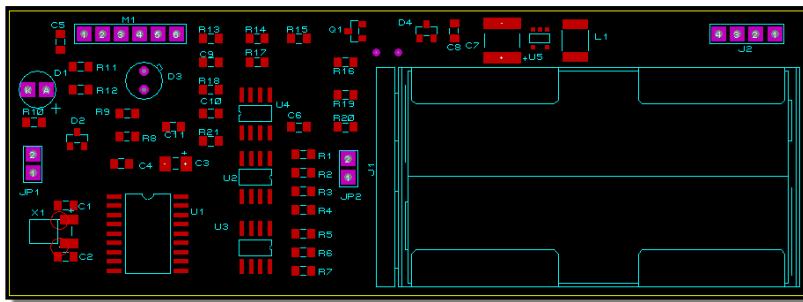


Ya vimos anteriormente en este tutorial que PROTEUS tiene fijado por defecto un tamaño de rejilla. También explicamos que forzará la colocación de los objetos a los nodos de esa rejilla (snap) para hacernos más sencilla la colocación de los componentes y su interconexión. Y, en ese mismo epígrafe, describimos cómo podíamos configurar los valores de forzado.



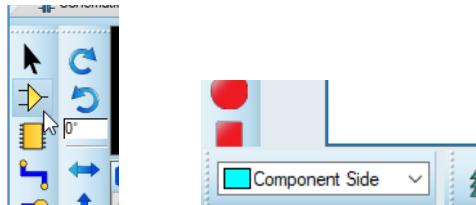
### 3.5.-Colocación de componentes y trazos de unión y vectores de fuerza.

Ahora que ya hemos visto las técnicas más básicas y que hemos definido el contorno de nuestra PCB podemos empezar a colocar los componentes en la placa. La siguiente imagen muestra la placa con todos los componentes situados en ella tal y como deseamos, aproximadamente, que queden ubicados. Puesto que la placa que estamos construyendo en este tutorial es muy simple, vamos a colocarlos manualmente. Sin embargo, conviene saber que Proteus incluye algoritmos altamente sofisticados de auto-posicionamiento de componentes aunque no están disponibles en todo los tipos de licencia.



El procedimiento para colocar nuestros componentes es muy similar al que utilizamos para colocarlos en la pestaña Esquema electrónico.

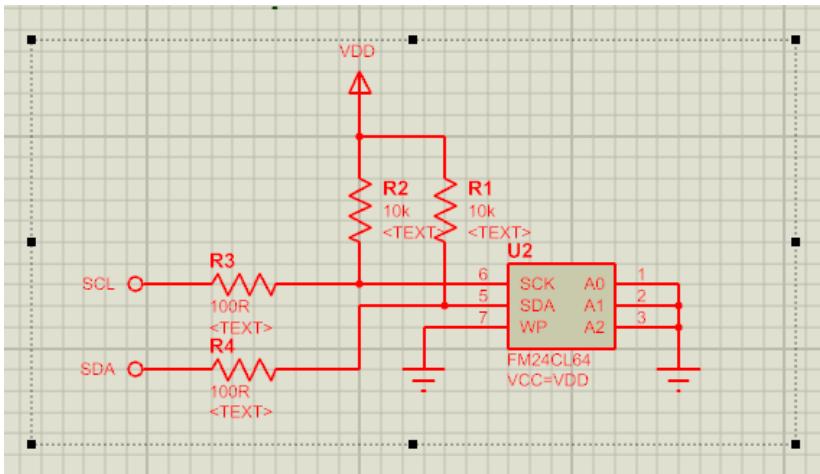
Primero debemos seleccionar el modo componente utilizando el segundo ícono de la barra de herramientas lateral y asegurarnos que en el selector de capas está seleccionada la capa “component side”.



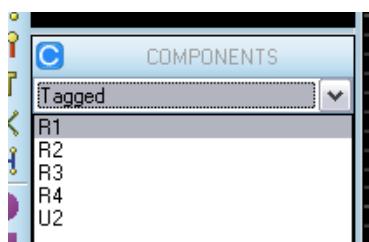
El selector de objetos, por defecto muestra todos los componentes dibujados en nuestro diseño usando la pestaña Esquema electrónico. En el caso sencillo que nos ocupa en este tutorial esto no supone ningún problema. Pero en proyectos de placas más

complejas puede ser útil saber que es posible restringir la lista visualizada a los elementos que tengamos seleccionados en la pestaña Esquema electrónico o aquellos objetos situados en la hoja actual.

Vayamos a la pestaña Esquema electrónico y seleccionemos todos los componentes de la selección relativa al dispositivo de memoria FM24CL64.



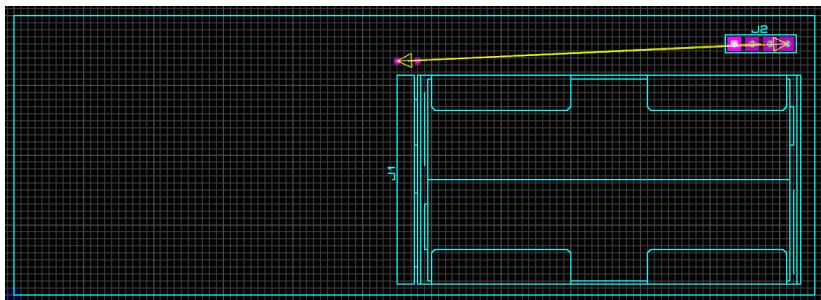
Volvamos con la selección hecha a la pestaña de ARES y en el selector de objetos filtremos para que aparezcan sólo los objetos seleccionados, escogiendo en el desplegable la opción 'Tagged'. Ahora sólo veremos estos objetos.



De esta manera podemos seleccionar sólo los objetos de una sección de nuestro circuito, colocarlas y enlazarlos con pistas en nuestra PCB, sin interferir con los componentes de otras partes del diseño.

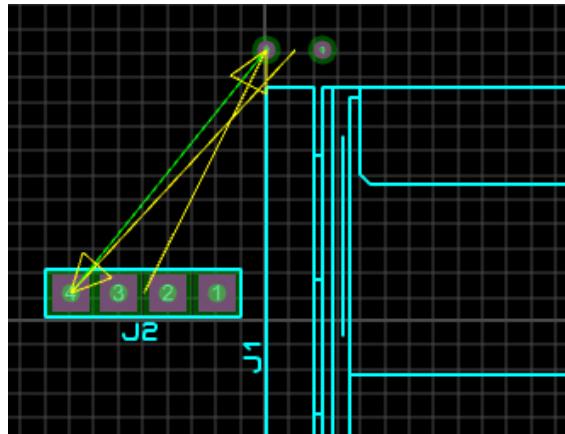
Puesto que nuestro diseño es suficientemente simple no utilizaremos esta opción y trabajaremos con todos los componentes al mismo tiempo.

Empezaremos colocando el soporte para la batería AA en la zona inferior derecha de la PCB. Para ello en el selector de objetos seleccionaremos el elemento “J1” y posicionaremos el cursor del ratón donde debe ir, siguiendo como guía aproximada la imagen que nos sirve de modelo. Una vez que nos encontramos en el lugar deseado, pulsaremos el botón izquierdo del ratón, para completar el posicionamiento de nuestro objeto. Observemos que, en cuanto lo hayamos hecho, el componente J1 ha desaparecido del selector de objetos (puesto que ya está colocado en nuestro diseño). Podemos realizar la misma tarea con el conector “J2” situado por encima y a la derecha de la batería.



Hemos podido observar que mientras colocábamos los dos componentes y después de hacerlo, han aparecido unas líneas verdes enlazando ambos componentes y uno vectores de color amarillo.

Si hacemos la prueba de desplazar el conector J2, observaremos que tanto las líneas verdes como los vectores amarillos se desplazan consecuentemente.

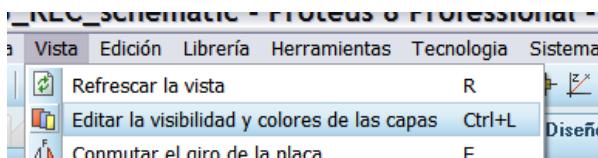


Las líneas verdes son los ‘trazos de unión’ que nos indican los diferentes puntos que van a estar conectados entre sí (de acuerdo con la información de la lista de redes).

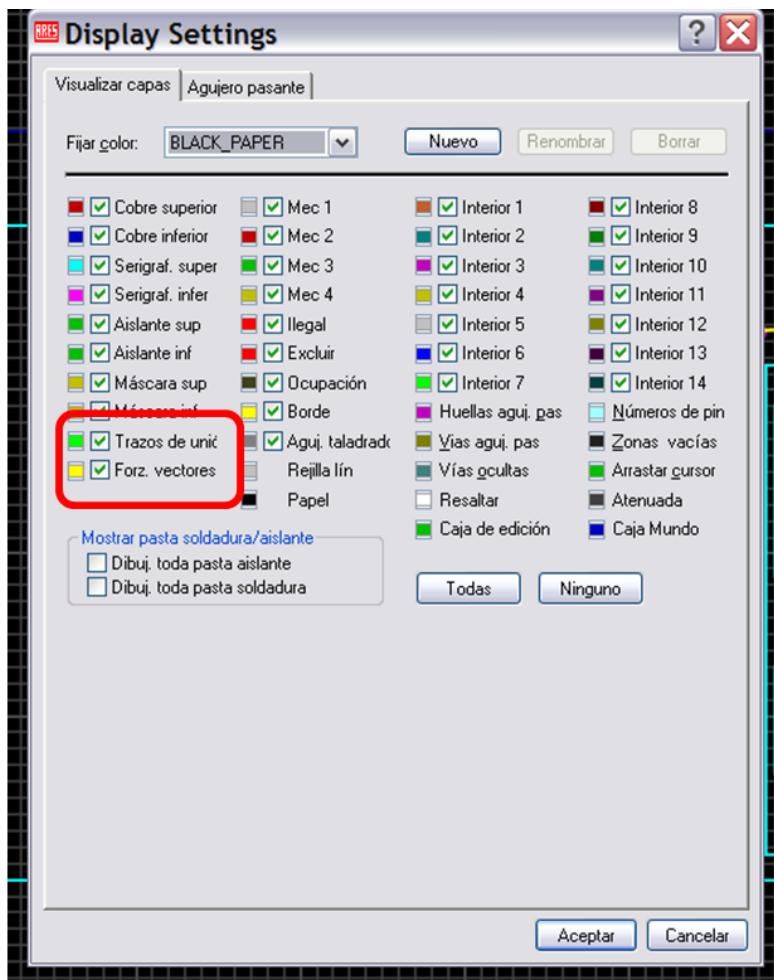
Los vectores amarillos son ‘vectores de fuerza’ que nos indican la posición más favorable dentro de nuestra PCB para ese componente, de acuerdo con el criterio de acortar al mínimo las pistas que lo unen al resto de componentes.

Los vectores de fuerza son exclusivamente una ayuda visual y sólo sirven para facilitar la reducción del tamaño de las futuras pistas de nuestra PCB. Puesto que en esta guía nosotros ya tenemos la imagen que nos sirve como modelo para el posicionamiento, podemos prescindir de ellas para simplificar la ventana de trabajo y dejarla más despejada.

Seleccionemos la opción ‘Editar la visibilidad y colores de las capas’ del menú ‘Vista’.



En la ventana de diálogo que se abre, desmarcaremos la caja de selección de la capa 'Forz. Vectores' y de la capa 'Trazos de union'.



Es importante que no olvidemos que esta ventana de diálogo sólo controla la visibilidad (y el color con el que van a aparecer) las capas. Para seleccionar si los objetos de una determinadas capa son accesibles y pueden ser editados, necesitamos utilizar las herramientas situadas en la zona inferior de la ventana, como ya vimos en este tutorial con anterioridad.

También se puede mostrar esta ventana de diálogo haciendo una doble pulsación con el botón izquierdo del ratón sobre la barra de estado en la sección donde se muestran los textos de ayuda.

Es posible que en el desarrollo de nuestro trabajo encontremos necesaria tener mayor precisión sobre el lugar donde deseamos colocar nuestro conector J2, porque no somos capaces de ubicarlo exactamente donde deseamos. No debemos olvidarnos que el forzado se componía de unos ‘imanes’ que forzaban la colocación de los componentes a los nodos de la rejilla. Si necesitamos reducir la separación de los imanes del forzado, podemos utilizar las opciones disponibles en el menú ‘Vista’ y reducir este forzado a, por ejemplo, 1mm o menos. Si estamos usando medidas imperiales podemos usar un forzado de 25th o menor.

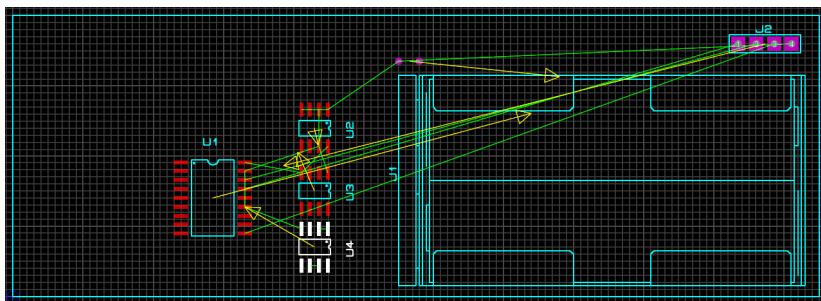


Ahora que ya hemos seleccionado la precisión del forzado que mejor se adapta a nuestras necesidades, podemos colocar el cursor del ratón sobre el componente que deseamos mover, pulsar el botón izquierdo para capturarlo y desplazarlo hasta su nueva ubicación. El procedimiento vuelve a ser idéntico al que ya vimos en el tutorial ‘Primeros pasos con la pestaña Esquema electrónico’. Simplemente recordar que, si pulsamos sobre la etiqueta, la seleccionaremos sólo a ella (lo que nos permite desplazarla de lugar) y no al cuerpo del componente. En cambio si pulsamos sobre el cuerpo lo desplazaremos todo, cuerpo y etiqueta.

A medida que vamos colocando componentes, la línea de estado se actualizará mostrando el número de conexiones perdidas. Una conexión perdida es un cable que une en el esquema electrónico dos o más pines de uno o varios dispositivos y que todavía no han sido ruteados en la pestaña diseño PCB. Obviamente, cuando toda nuestra placa esté completamente ruteada la línea de estado debe mostrar que no hay conexiones perdidas. Más adelante, en este mismo tutorial, tendremos ocasión de ver este aspecto con más detalle.



Podemos ahora afianzar el dominio de estas técnicas que hemos visto colocando el resto de los principales componentes. Podemos ubicar el microcontrolador dsPIC33 (U1), el dispositivo de memoria i2c (U2), el sensor de temperatura y humedad (U3) y el amplificador operacional dual (U4) exactamente de la misma forma. Al terminar de hacerlo deberíamos tener algo parecido a lo que se muestra en la siguiente imagen.



Observe que los encapsulados del tipo SO8 que utilizan los componentes U2, U3 y U4 han sido rotados convenientemente para reducir la longitud de las guías verdes. Esta tarea es mejor realizarla durante la colocación de los componentes, puesto que la ayuda visual de las guías nos facilita la tarea.

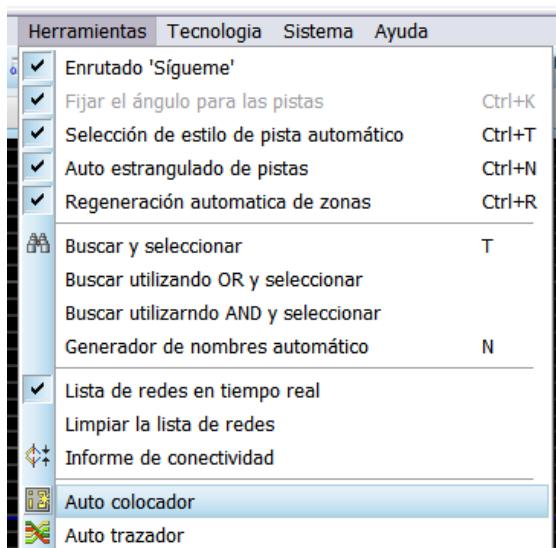
Empecemos colocando el componente U1 siguiendo el procedimiento ya conocido. A continuación hagamos lo mismo para colocar el componente U2. Una vez posicionado, utilicemos las teclas "+" y "-" del teclado numérico para rotarlo hasta que adopte la posición deseada. Repetir el proceso para los componentes U3 y U4. Podemos moverlos todo lo que sea necesario para que finalmente adopten más o menos la posición que se mostraba en la imagen anterior que nos sirve de modelo.

Si nos encontramos trabajando con una placa densamente poblada de componentes donde el espacio para trazar pistas es reducido podemos ocultar la etiqueta de un determinado número de

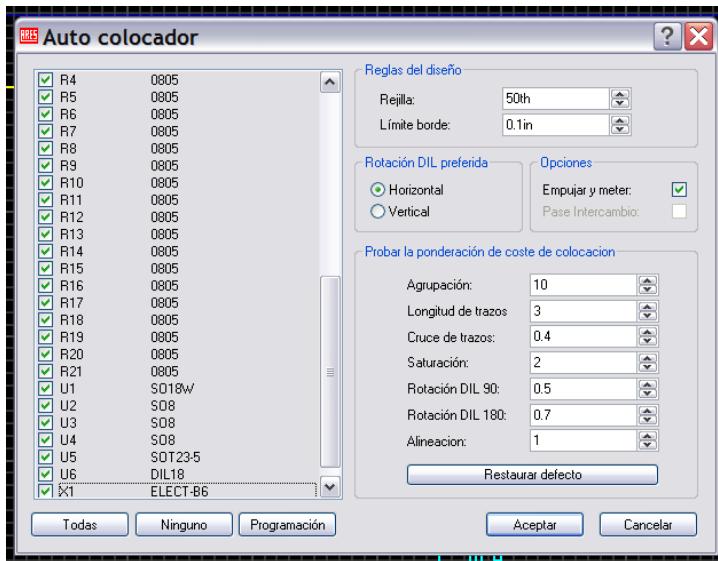
componentes usando la ventana de diálogo de edición de sus propiedades que se abre desde el menú contextual asociado a cada dispositivo.

Normalmente disponemos de dos opciones para proceder a la colocación de los componentes de nuestra PCB. Podemos realizar la colocación manualmente o, si disponemos de las licencias PCB nivel 2, PCB nivel 2+ o PCB nivel 3 de PROTEUS, utilizar el auto-colocador disponible en estas versiones superiores. En este caso podemos dejar que el auto-colocador ubique los componentes por nosotros y luego moverlos a nuestra conveniencia. En cualquiera de los dos casos, podemos encontrar más cómodo deshabilitar la visibilidad de las guías verdes durante el proceso de colocación de componentes (utilizando la ventana de diálogo ‘editar la visibilidad y colores de las capas’ como vimos con anterioridad).

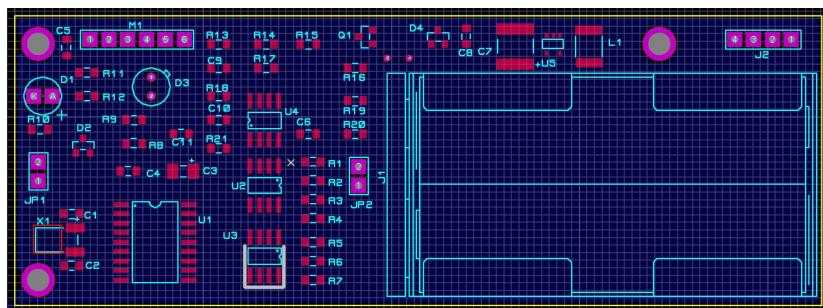
El auto-colocador puede ejecutarse con la opción ‘Auto colocador’ del menú ‘Herramientas’ de la pestaña ‘diseño pcb’.



Para el trabajo de esta guía todas las opciones que aparecen por defecto son correctas y no necesitamos modificarlas.



Sea cual sea el camino que elijamos, la tarea consiste en colocar todos los componentes en nuestra PCB siguiendo el modelo que nos habíamos marcado. Debemos tener cuidado en dejar algo de espacio en la zona inferior de nuestra placa para que podamos ser capaces de trazar pistas por esa zona para unir, más tarde, el conector J2. Nuestro trabajo en este punto debe tener un aspecto parecido al que se muestra en la imagen siguiente.



Es importante tener presentes los siguientes puntos cuando estamos llevando a cabo el posicionamiento de componentes, para facilitar nuestra tarea.

- Podemos utilizar la rueda del ratón para aumentar y disminuir el zoom. También podemos usar los atajos de teclado F6, F7 y F8.
- Siempre que coloquemos el cursor sobre un componente y pulsemos el botón derecho del ratón, aparecerá el menú contextual con las operaciones disponibles para ese componente.
- Podemos cambiar el forzado para lograr más precisión a la hora de posicionar los componentes en el área de trabajo.
- Si ubicamos componentes en posiciones incorrectas (por ejemplo, encima de otro componente previamente colocado o fuera del perfil de nuestra PCB) provocaremos una o más violaciones de las reglas del diseño. Observaremos los mensajes de aviso en la barra de estado. Por ahora, simplemente deberemos desplazar el componente hasta solucionar el problema. Más adelante estudiaremos el tema de las reglas del diseño con más profundidad.

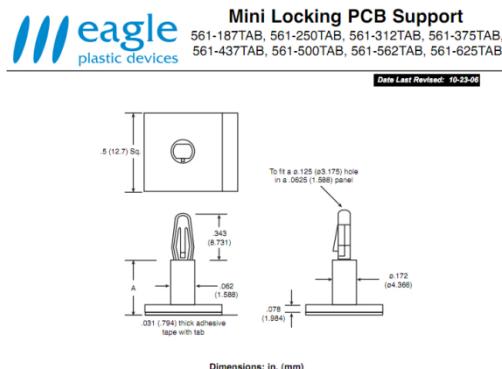


Cuando hayamos practicado suficientemente y nos sintamos cómodos colocando y desplazando componentes, podemos saltar a la siguiente sección donde hablaremos de las reglas del diseño y el trazado de pistas de la placa sin tener necesidad de colocar todos los componentes utilizando el proyecto suministrado de ejemplo donde se encuentran todos los dispositivos colocados pendientes de su enrutado.

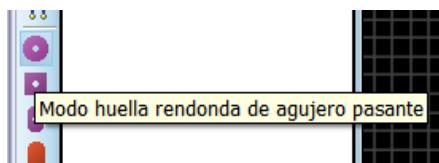
### **3.6.-Agujeros para anclajes y huellas.**

Antes de que nos enfrentemos con la tarea de unir los diferentes componentes mediante el trazado de pistas sobre nuestra PCB, debemos completar el diseño de la disposición de nuestra placa colocando los agujeros para anclarla y sujetarla. En nuestro caso lo vamos a realizar utilizando agujeros circulares de 3mm de diámetro con un anillo de pista de cobre a su alrededor de 0.18 pulgadas. De esta forma podremos sujetar nuestra PCB utilizando los soportes

estandarizados para PCB y de muy amplio uso, conocidos como “mini-locking PCB supports”. En la imagen siguiente se muestran los datos de los mismos sacados de la web de uno de los fabricantes.



Lo haremos utilizando la herramienta ‘modo huella redonda de agujero pasante’ situada en la barra de herramientas lateral.



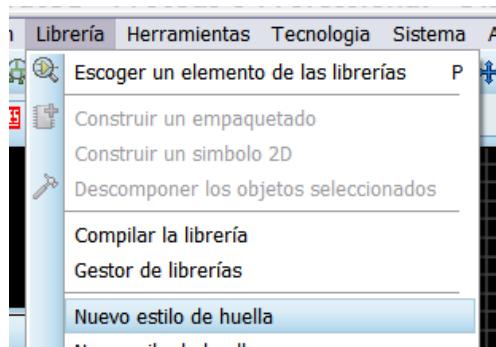
Al hacerlo, en el selector de objetos podemos encontrar una amplia lista de tipos de huellas de agujeros pasantes estandarizados. La nomenclatura utilizada por ARES nos ayuda a identificar rápidamente cada uno de los tipos disponibles:

<Nombre de la forma> = <diámetro exterior> - <diámetro agujero>

Los tamaños siempre vienen expresados en unidades imperiales (milésimas de pulgada), excepto aquellas que vienen con el prefijo “M” que están en unidades métricas. Así por ejemplo, el modelo C-40-15 define un agujero pasante de diámetro 15th con una corona alrededor de cobre con un diámetro de 40th. Y el modelo C-200-M3 define un agujero pasante de 3mm con una corona de cobre alrededor de 0,2in (200 mils equivale a 0,2 pulgadas).

El agujero pasante que nosotros necesitamos no aparece entre el conjunto suministrado de serie con PROTEUS. Así que esto nos dará ocasión de aprender la técnica para crear uno nuevo. Debemos completar los siguientes pasos para llevarlo a cabo.

1. Seleccionar la opción 'nuevo estilo de huella' desde el menú 'Librería'.



2. Asignarle un nombre. Es conveniente que sigamos la convención mencionada antes para que nos resulte sencillo su identificación en el futuro. Por lo tanto, en nuestro caso, le asignaremos el nombre C-180-M3.



3. Especificar el tipo de forma, en nuestro caso 'circular'.
4. Definir las medidas de nuestro agujero pasante. En nuestro caso, el diámetro exterior de la corona de cobre (Diámetro)

debe ser de “0,18in”, la marca para hacer el taladro (Marca aguj) debe ser de “30th”, el agujero a taladrar (Taladro aguj) debe ser de “3mm” y el tamaño del círculo con el que rodearemos la corona de cobre con una capa de aislante para mejorar el aislamiento entre las pistas (Salvaguarda) será de “20th”.



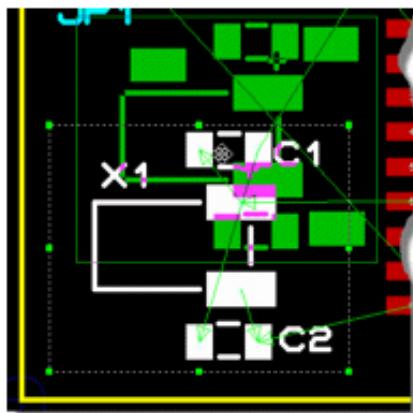
5. En la zona inferior de la ventana de diálogo, podemos seleccionar si deseamos que este modelo sólo se utilice en el diseño que nos ocupa (edición local) o queremos que quede almacenado en la librería para poder volver a utilizarlo en futuros diseños (edición global). Al menos de que exista una razón para crearlo únicamente en este diseño, lo recomendable es seleccionar la opción para que lo podamos utilizar en futuros diseños.
6. Terminaremos la creación de nuestro modelo pulsando sobre el botón ‘Aceptar’. Podemos comprobar que nuestro nuevo modelo de agujero pasante ya se encuentra disponible en el selector de objetos.

Aunque están disponibles unos botones para aumentar o disminuir el valor de cada propiedad, es posible que sea más cómodo y rápido escribir directamente el valor deseado.

Ahora ya estamos en condiciones de colocar los dos agujeros para facilitar la colocación de nuestra PCB en las zonas superior e inferior derecha mediante la utilización de los soportes tipo “minilocking”. En nuestro ejemplo, como en la vida real, dependiendo de donde

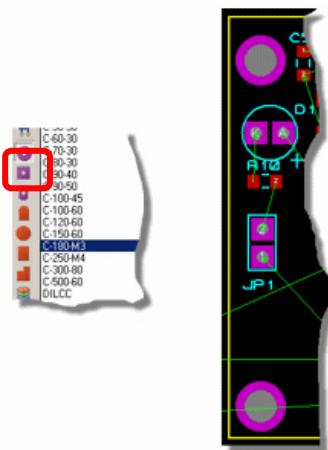
colocamos los diferentes dispositivos en los pasos anteriores, nos podemos encontrar que algunos componentes ya ocupan el lugar donde queremos poner los agujeros. En concreto el bloque del cristal X1.

Como ya vimos con anterioridad en esta guía las técnicas para desplazar componentes, no tenemos que tener ningún problema en hacerlo en este momento si fuera necesario. Tenemos que activar el modo selección (primer ícono de la barra de herramientas lateral), dibujar una caja alrededor el trozo de circuito que deseamos desplazar para seleccionarlo y, pulsando el botón izquierdo del ratón, moverlo a la nueva posición.



Aprovecharemos este momento para recordar que si al trazar la caja de selección alrededor de los distintos elementos no incluimos todos los componentes que deseamos o hemos seleccionado más de la cuenta, podemos utilizar los manejadores para variar el área seleccionada.

Una vez que hemos despejado el espacio ya podemos colocar el agujero pasante tipo C-180-M3. Elegimos la herramienta 'modo huella redonda de agujero pasante' situada en la barra de herramientas lateral y en la ventana de selección elegiremos 'C-180-M3'. Posicionamos el cursor del ratón donde deseamos colocar cada uno de los dos agujeros y pulsamos el botón izquierdo para dejarlos situados.

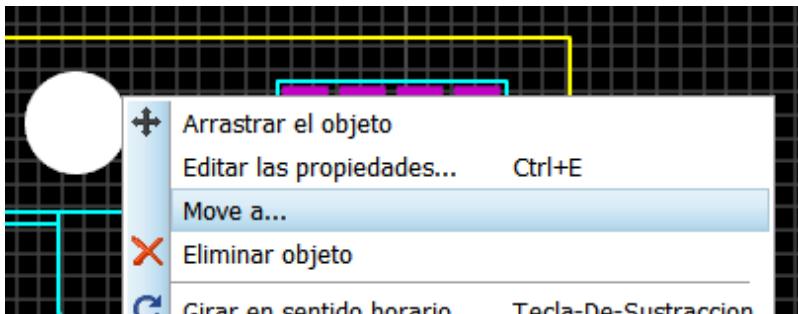


Nos resta colocar el tercer agujero pasante para en la zona situada encima de la batería y a una distancia razonablemente precisa. En concreto, lo queremos colocar 35mm por encima del borde inferior de la PCB y a 87,5mm del lado izquierdo. Como con anterioridad ya habíamos situado el origen de coordenadas absoluto encima de la esquina inferior izquierda del perfil de nuestra PCB, todo lo que necesitamos hacer ahora es mover el ratón hasta que el cursor esté situado en dichas coordenadas, comprobando su situación exacta con el visor de coordenadas situado en la barra de estado.

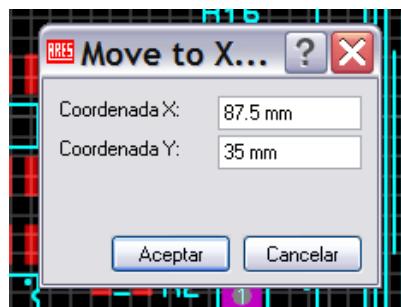


Si fuera necesario podríamos mover el circuito del convertidor DC/DC o el conector J2 para dejar espacio para colocar el agujero en las coordenadas deseadas.

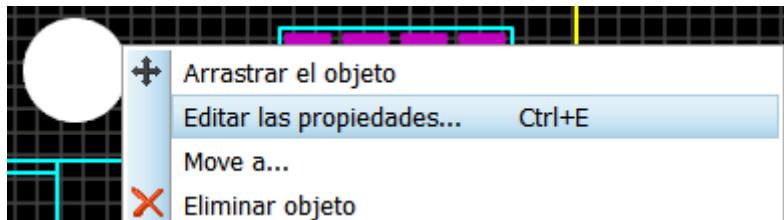
Como método alternativo, podemos seleccionar el agujero pasante, pulsar sobre el botón derecho y seleccionar la opción 'mover a' del menú contextual.



En la ventana de diálogo que aparece podemos teclear el valor de la coordenada horizontal y vertical deseada.



En el caso de componentes en los que su posicionamiento sea especialmente crítico, podemos desear asegurarnos de que no los podemos desplazar inadvertidamente de su posición actual. Podemos fijar la posición de cualquier elemento colocando el cursor del ratón sobre él hasta que se enmarca dentro de una fina línea de trazos. A continuación pulsamos sobre el botón derecho del ratón y en el menú contextual que aparece seleccionamos la opción 'Editar las propiedades'.



En la ventana de diálogo que aparece podemos seleccionar la casilla de verificación ‘¿bloquear posición?’ para evitar posibles desplazamientos no deseados en el futuro.



Con esta última operación hemos completado el trabajo de definir el perfil y la disposición física de todos los elementos de nuestra PCB.

Conviene que recordemos en este momento, que con PROTEUS nos entregan, en la carpeta de tutoriales, el fichero que vamos a utilizar en los siguientes apartados de esta guía. De esta manera podemos ahorrarnos tiempo al no ser necesario que coloquemos todos los componentes.

Resultados (6)		
	Categoría	Título
1	Tutorials	Analogue Simulation Tutorial (Part1)
2	Tutorials	Analogue Simulation Tutorial (Part 2)
3	Tutorials	dsPIC33 recorder (Complete)
4	Tutorials	dsPIC33 recorder (schematic only)
5	Tutorials	dsPIC33 recorder (unrouted)
6	Tutorials	Schematic Styles Tutorial

Pero, de todas formas, es muy conveniente que afiancemos nuestro dominio en las técnicas que nos brinda ARES de posicionamiento practicando tanto tiempo como sea necesario y que no pasemos al siguiente apartado hasta que nos sintamos seguros en su manejo.

## 4.-Reglas del diseño y clases de redes.

Si no ha deseado realizar todos los pasos previos de este tutorial de forma completa, y se ha incorporado a la guía en este punto, puede cargar la versión con el trabajo realizado hasta ahora desde el ejemplo ‘dsPIC33REC (unrouted)’.

Resultados (6)		
	Categoría	Título
1	Tutorials	Analogue Simulation Tutorial (Part1)
2	Tutorials	Analogue Simulation Tutorial (Part 2)
3	Tutorials	dsPIC33 recorder (Complete)
4	Tutorials	dsPIC33 recorder (schematic only)
5	Tutorials	dsPIC33 recorder (unrouted)
6	Tutorials	Schematic Styles Tutorial

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

Podemos llevar a cabo esta tarea desde una única ventana de diálogo denominada ‘Gestor de reglas del diseño’.

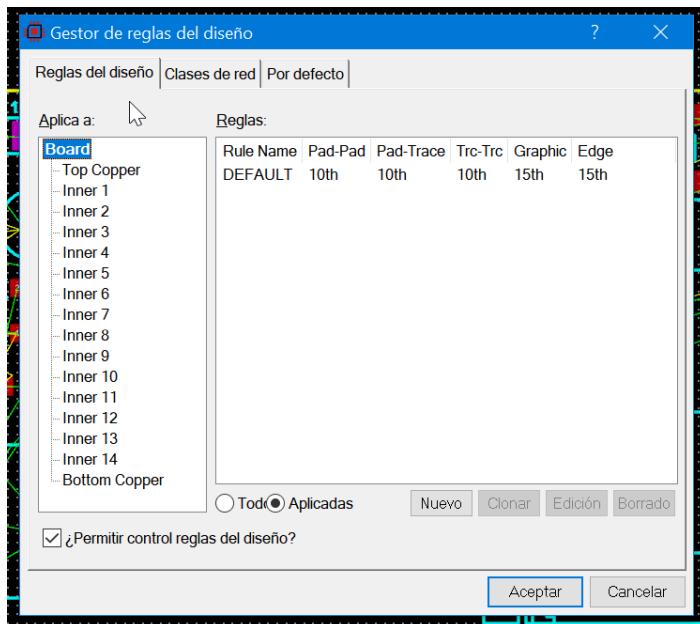
Para abrirla usaremos la opción ‘Gestor de reglas del diseño’ del menú ‘Tecnología’.



## 4.1.-Reglas del diseño.

En la primera pestaña de la ventana de diálogo (Reglas del diseño) podemos configurar las restricciones y las distancias mínimas de nuestro 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 nuestro diseño.

Este conjunto de condiciones establece las distancias de separación (holguras) entre los diferentes objetos que tienen que coincidir con las pautas de fabricación que se deberá seguir durante el proceso de fabricación de nuestra PCB.

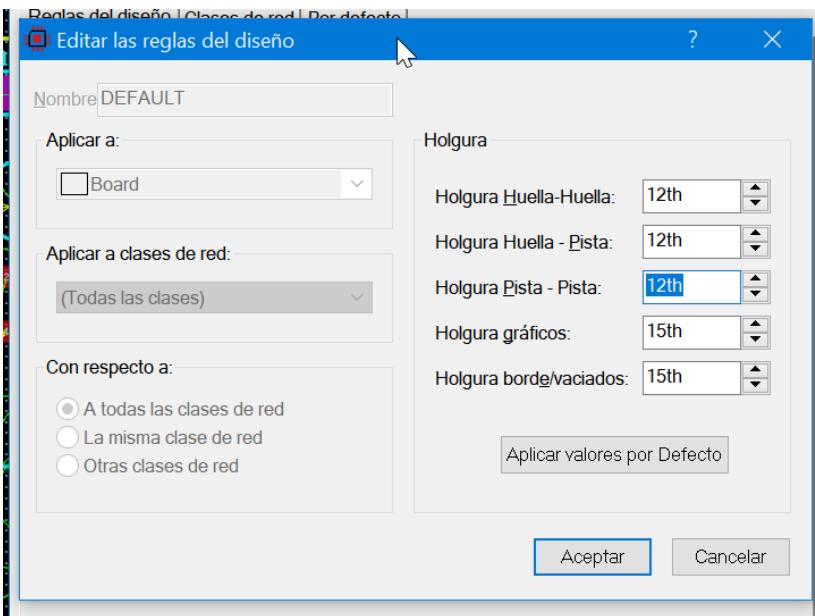


Estas reglas se establecen automáticamente para cada nuevo diseño que realicemos con PROTEUS y sirven para facilitar un conjunto mínimo de reglas que debe cumplir nuestra placa.

Evidentemente, podemos cambiar el valor de las distancias establecidas por defecto para los nuevos diseños que realicemos en el futuro usando la opción Gestor de reglas del diseño del menú Tecnología.

Nuestra primera tarea consiste en decidir si cada una de las reglas sirve para todas las capas y para todas las pistas de nuestro diseño. Podemos crear tantas nuevas reglas como sean necesarias y podemos limitar su aplicación a una determinada capa o a un conjunto concreto de pistas (usando la terminología de Proteus, a una clase de red determinada). En la ayuda en línea se encuentra mucha información sobre este tema, pero a efectos de este tutorial nos servirá con el fichero del que disponemos.

Puesto que en el ejemplo que estamos diseñando es esta guía se trata de un equipo pensado para trabajar en el exterior, nuestros ingenieros de diseño han consideramos necesario incrementar las holguras entre huellas y pistas para mejorar el aislamiento entre ellas y evitar problemas por la condensación que se produce con la humedad. Nuestros ingenieros han calculado que un incremento del 20% será suficiente para nuestras necesidades. Así que vamos a cambiar la holgura huella-huella, huella-pista y pista-pista desde 10th a 12th.



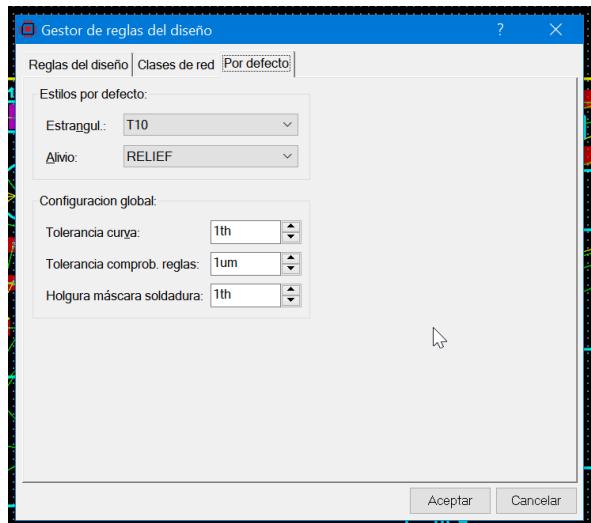
Los valores para las holguras entre gráficos y con el borde de la PCB y los vaciados<sup>2</sup> son suficientes para nuestro diseño y no las vamos a cambiar.

Ademas de las holguras hay una regla que se aplica a toda la placa de forma global llamada holgura máscara-soldadura. Esta regla fija la separación entre la máscara de soldarua y el cobre y sirve para prevenir posibles exposiciones al descubierto del cobre en el proceso de fabricación de la placa de circuito impreso.

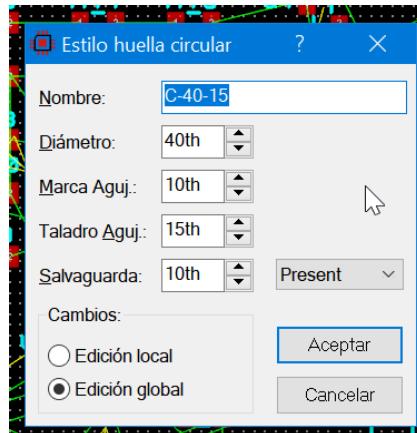
El valor de esta regla se configura en la pestaña 'por defecto'

---

2 En Proteus se utiliza el nombre de 'vaciados' a las ranuras y a los huecos en el interior de la placa.



Si cuando estamos llevando a cabo el proceso de enrutado recibimos mensajes de error relacionados con este tema, la solución consiste en desplazar la pista o editar el estilo de la huella afectada y cambiar el valor de la propiedad salvaguardia.



Puesto que no necesitamos establecer ninguna regla adicional más, podemos desplazarnos a la tercera pestaña de la ventana de diálogo 'clases de red' para estudiar los parámetros que figuran en ella.

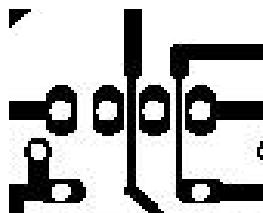
## 4.2.-Clases de redes.

Este es el lugar donde configuramos las pistas y las vías<sup>3</sup> que vamos a utilizar en nuestro diseño. También controlamos desde aquí qué capas servirán para trazar pistas por ella cuando utilicemos la herramienta de auto-trazador de pistas. El cuadro de selección situado en la parte superior (net classes) nos permite seleccionar las reglas que se aplicarán para cada tipo de red distinto y configurar cada una de ellas de forma independiente.

Vamos a comenzar con la clase de red ‘power’, que debería ser la que nos presenta por defecto. Como ya vimos en el tutorial “primeros pasos con la pestaña Esquema electrónico”, cualquier conexión que incluya un terminal de potencia o de tierra (ground) será automáticamente asignada a la clase de red ‘power’, a menos que manualmente seleccionemos una red diferente.

Asignaremos un tamaño de ancho para esta clase de pistas de 25th, no tanto por consideraciones sobre las necesidades derivadas de la intensidad de corriente que les atravesará, sino para reducir la impedancia propia de la pista (más adelante también utilizaremos una superficie de disipación que también nos ayudará en este aspecto). En PROTEUS la nomenclatura que utilizamos para una pista de este tamaño es ‘T25’.

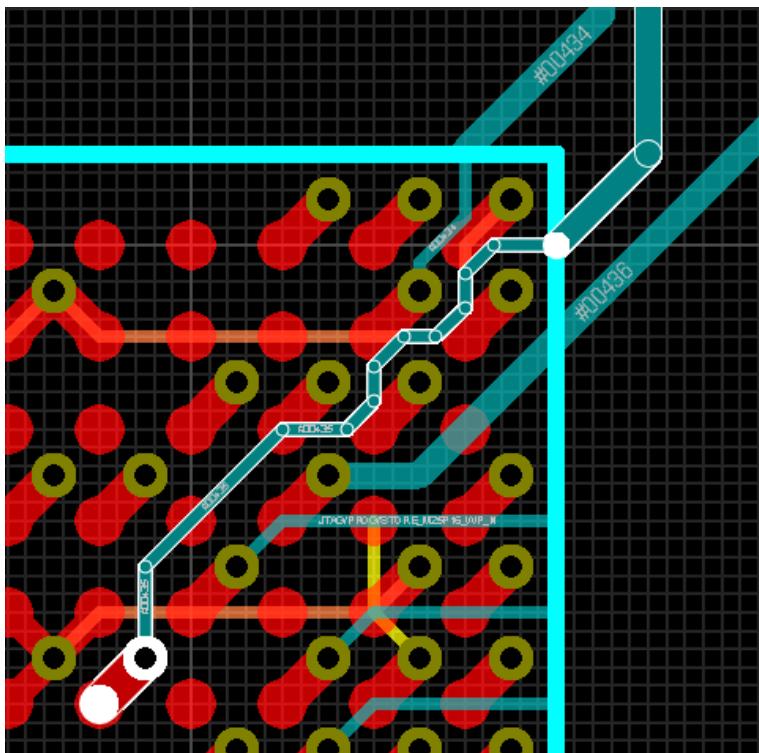
El siguiente parámetro que vamos a considerar es el denominado estilo de los estrangulamientos. Llamamos estrangulamiento a aquellos segmentos de pistas que pasan por el espacio libre entre dos huellas o vías estrechándose respecto a su ancho normal sin tocarlas. Cuando el espacio que hay entre ellas es muy pequeño, se puede reducir el ancho de la pista en ese segmento para permitir el trazado entre estos elementos.



---

<sup>3</sup> Las vías se utilizan para unir pistas situadas en una determinada capa con pistas situadas en otra(s) capa(s).

Cuando establecemos un valor para este parámetro podemos pulsar la tecla ‘mayúsculas’ durante el trazado de una pista de forma manual para cambiar del modo ‘estrangulamiento’ al modo ‘normal’ y viceversa, lo cual es una ayuda inestimable cuando se están ruteando placas con una gran densidad de elementos.



La placa que estamos desarrollando en este tutorial no es suficientemente compleja como para necesitar utilizar esta característica, pero vamos a fijar un valor de 15th para este parámetros y podamos practicar con él.

El siguiente parámetro ‘vía’ se refiere al estilo de la vía que PROTEUS va a utilizar por defecto en el proceso de auto-trazado de pistas. Puesto que en nuestro diseño de ejemplo no tenemos limitaciones respecto a la intensidad de corriente que va a circular

por ellas, la selección de nuestro tipo de vía tiene que ajustarse a un acuerdo entre el aumento de costo que supone la fabricación de vías de menor tamaño y el peor rendimiento que se produce en la calidad del trazado de las pistas cuando seleccionamos vías de mayor tamaño. Después de hablar con nuestro fabricante de placas, utilizar placas estándar de tipo FR-4 de 1,6mm de espesor, con capas de cobre de un grosor de 35um y vías con agujero de 0,4mm de diámetro, nos ha parecido la mejor opción para obtener una buena relación calidad-precio para este diseño que nos ocupa. Así que vamos a seleccionar para nuestra vía el tipo 'V40'.

Si no estamos seguros de cuáles son las características de un determinado tipo de estilo que se asignará a una pista, huella o vía, siempre podemos marcar el estilo en cuestión en el selector de objetos y pulsar el botón derecho del ratón. En el menú contextual que aparece, podemos seleccionar la opción editar. En la ventana de diálogo que aparece podemos ver todas las características de un estilo determinado.

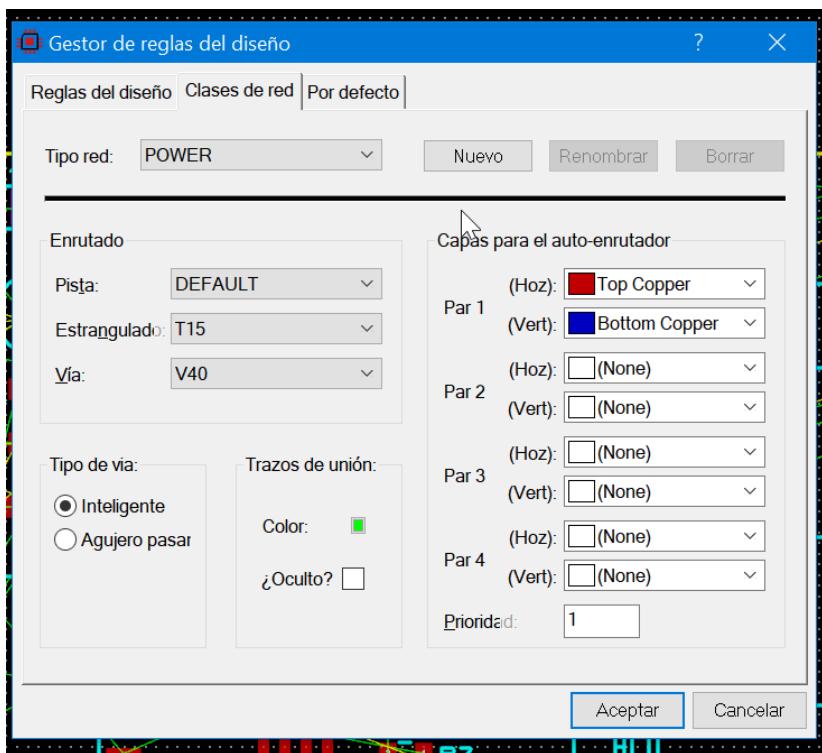
Las opciones situadas en la zona inferior de la ventana de diálogo nos permiten seleccionar el tipo de vía (lo que no influye en absoluto para diseños de dos capas como el que nos ocupa), el color y la visibilidad de los trazos de unión para las pistas para este tipo de red. Esta característica puede resultarnos útil si estamos realizando el trazado manual de pistas, porque con la utilización de colores diferentes podemos obtener una ayuda visual rápida para distinguir el tipo de pista que se debe utilizar en ese trazado. Por ejemplo podemos tener un color más oscuro para las redes de potencia que serán más anchas.

La asignación de capas para el auto-enrutador se realiza en el lado derecho de la ventana. En esta sección le informamos de qué capas se utilizarán para el trazado de pistas a su través. En nuestro diseño de doble capa utilizaremos las dos capas (superior e inferior) para trazar pistas, así que dejaremos la configuración por defecto. Pero, esta puede ser una opción útil cuando deseamos crear una PCB con pistas de cobre por una sola cara<sup>4</sup> y, por descontado, cuando utilizamos PCB de más de dos caras.

---

4 Para lograr que el auto-enrutador cree placas con pistas por una sola cara, sólo tenemos que seleccionar la misma capa para el par horizontal y vertical de la sección 'par1'.

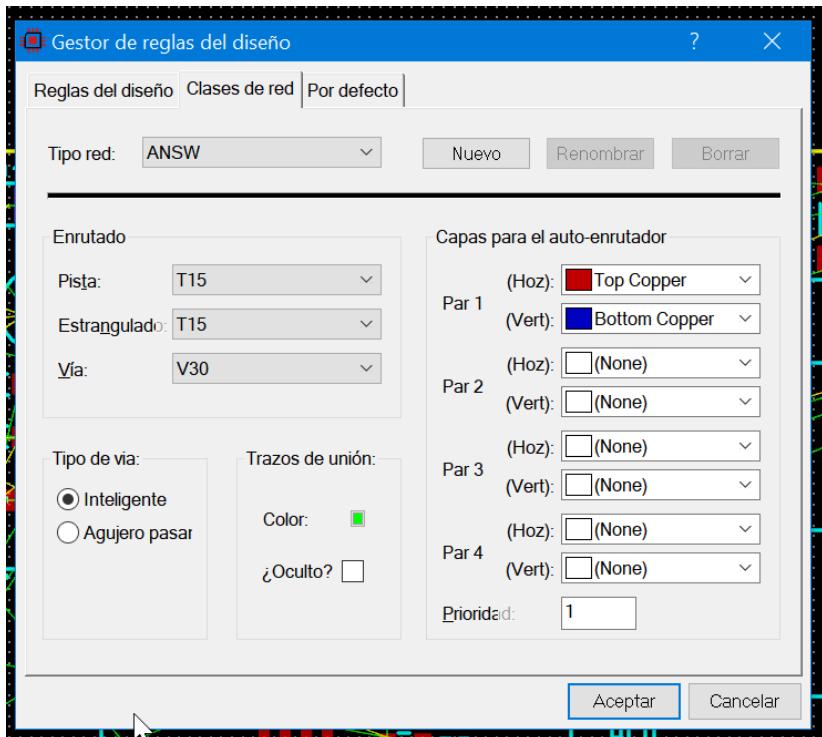
Al finalizar nuestro trabajo, la ventana de diálogo deberá quedar configurada como se muestra en la imagen siguiente.



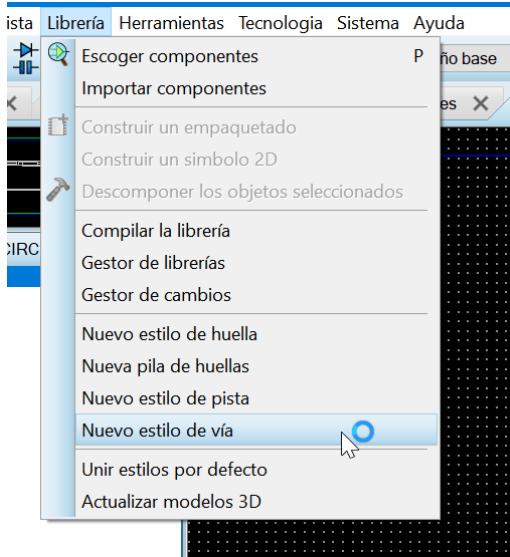
el siguiente paso será seleccionar las reglas para la clase de red “ANSW” en el cuadro desplegable ‘tipo red’. Habíamos utilizado este nombre de clase de red cuando en el tutorial “Primeros pasos con la pestaña Esquema electrónico” quisimos diferenciar las pistas que utilizaríamos para suministrar los 5V al circuito analógico (la salida del convertidor DC/DC), con objeto de poder realizar con ellas un tratamiento diferenciado en la ‘pestaña diseño PCB’. Deseamos asignar a este tipo de pistas un ancho mayor que el utilizado de forma estándar para la clase ‘SIGNAL’ que servía para todas las conexiones que no contuvieran ningún terminal del tipo potencial o tierra, pero menor que el utilizado para la clase ‘POWER’. O sea que tendremos tres anchos de pista: los que se utilizarán para la clase POWER (los más anchos), los que se utilizarán para la clase ANSW

(los intermedios) y los que se utilizarán para la clase “SIGNAL” (los más estrechos).

Por lo tanto seleccionaremos para esta clase de red, un estilo de pista ‘T15’ (pista de un ancho de 15th) y un estilo de vía ‘V30’ (agujero de 15th de diámetro con una corona de 30th).

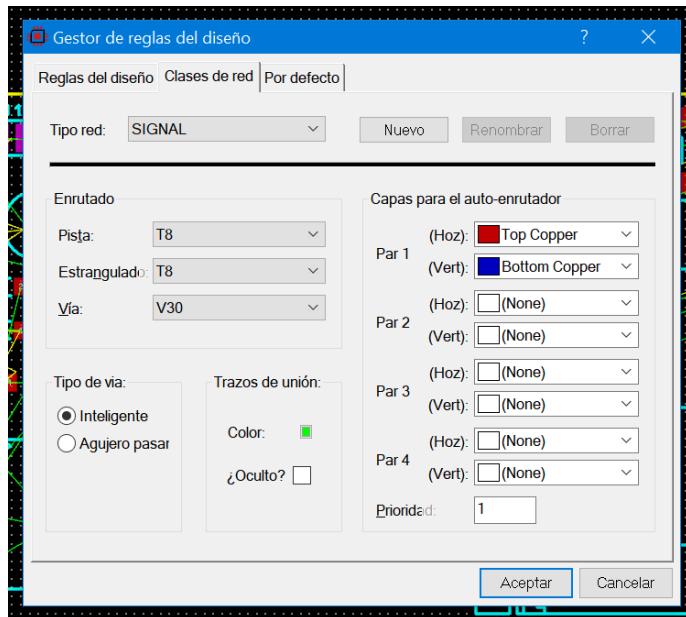


Si no tenemos creado el estilo de vía V30 podemos hacerlo fácilmente desde el menú Librería, utilizando la opción ‘nuevo estilo de vía’.



Conviene recordar en este punto que crear nuevas clases de red es un proceso tremadamente sencillo usando la pestaña Esquema electrónico y que puede darnos una enorme flexibilidad a la hora de realizar nuestra PCB en PROTEUS, ajustando la tarea del auto-enrutador a nuestras necesidades específicas y reduciendo el tiempo necesario para el desarrollo de una placa.

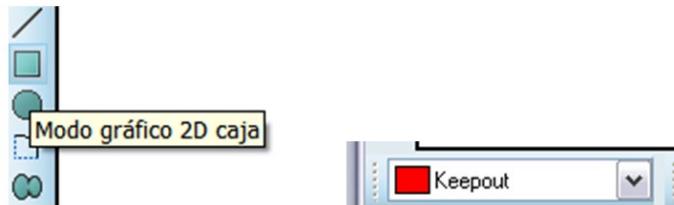
La última clase de red que nos queda por definir es la estándar llamada 'SIGNAL' que será la utilizada para todas las pistas no definidas como de potencial o de tierra. Hemos utilizado una convención ampliamente aceptada por los diseñadores de placas denominada la regla del 8/10. Es decir pistas de 8th de ancho y distancias de 10th. Lo completaremos con un estrangulamiento de 8th y una vía de V30.



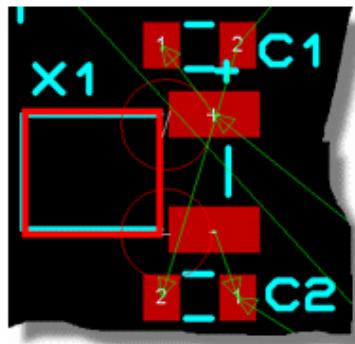
Con esto hemos terminado nuestra configuración y ya podemos guardar nuestro trabajo y cerrar la ventana de diálogo pulsando sobre el botón ‘Aceptar’.

### 4.3.-Áreas reservadas.

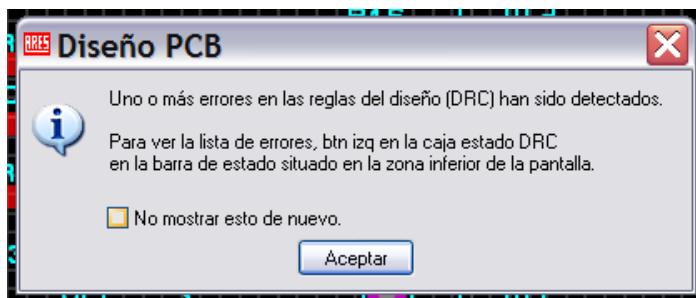
PROTEUS nos permite introducir reglas restrictivas para obligar al auto-enrutador a no trazar pistas por determinadas áreas de nuestra PCB. En el diseño que nos ocupa en este tutorial tenemos un buen ejemplo para aprender el manejo de esta nueva técnica, con el cristal situado en la zona inferior izquierda, por donde no deseamos que crucen pistas. El primer paso del procedimiento que hay que seguir para hacerlo, consiste en seleccionar la herramienta ‘Modo gráfico 2D caja’ situada en la barra lateral seleccionando como capa activa en el selector de capas la denominada ‘keepout’.



A continuación, trazaremos un pequeño rectángulo alrededor del contorno del cristal siguiendo exactamente el mismo procedimiento que el que utilizamos para trazar el contorno de nuestra PCB: pulsar el botón izquierdo del ratón para arrancar el trazado del rectángulo, desplazarnos hasta el vértice opuesto y volver a pulsar el botón izquierdo para terminar la colocación.



A menos de que hayamos sido unos virtuosos del ratón, tendremos que ver una ventana de diálogo indicándonos que una o más reglas del diseño han sido violentadas con nuestra última operación.



Si marcamos la casilla de verificación ‘No mostrar esto de nuevo’ evitaremos que nos vuelva a aparecer este mensaje de aviso en el futuro. En la barra de estado en el comprobador de las reglas de diseño, podemos observar que tenemos un aviso indicándonos que hay errores.



Si pulsamos con el botón izquierdo del ratón sobre esta zona, nos aparecerá una ventana con información detallada sobre la naturaleza de los errores.

Design Rule	Violation Type	Layer(s)	Spec'd Clearance	Actual Cle
DEFAULT	PAD-EDGE	TOP	15.00th	4.43th
DEFAULT	PAD-EDGE	TOP	15.00th	4.43th

En este caso el error nos alerta de que la separación entre las huellas y el borde del gráfico es de 4,43th<sup>5</sup>, distancia que está por debajo de los 15,00th que habíamos fijado en las reglas de diseño.

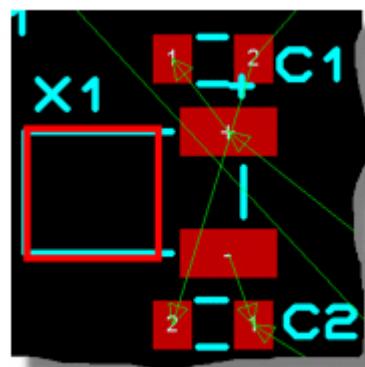
Tenemos dos opciones para solucionar el problema.

1. Podemos ignorar el error puesto que un gráfico del tipo ‘keepout’ (área de exclusión) no tendrá repercusión en la conectividad entre pistas (aunque siempre es aconsejable lograr un diseño sin errores).
2. Podemos mover el gráfico que acabamos de trazar a una distancia tal de las huellas que se cumplan las reglas establecidas. La forma más rápida para hacerlo consiste, en primer lugar, en cambiar el tamaño de la rejilla de forzado para seleccionar uno menor desde el menú ‘Vista’. A continuación, pulsar con el botón derecho sobre el gráfico para seleccionarlo utilizando el menú contextual y desplazarlo. Finalmente, cambiaremos de nuevo el

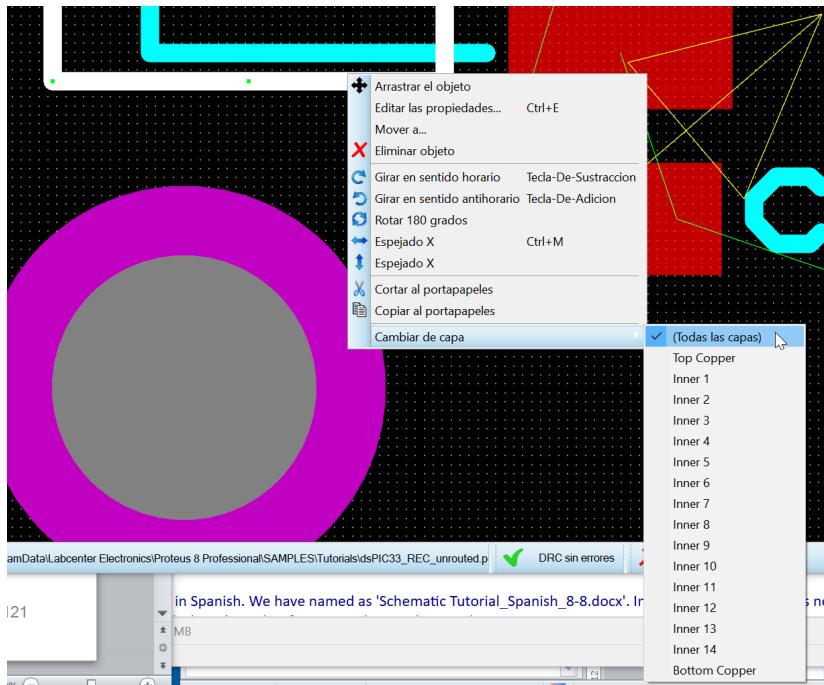
---

5 El valor, lógicamente, variará según donde hayamos trazado nuestro recuadro con respecto a la huella.

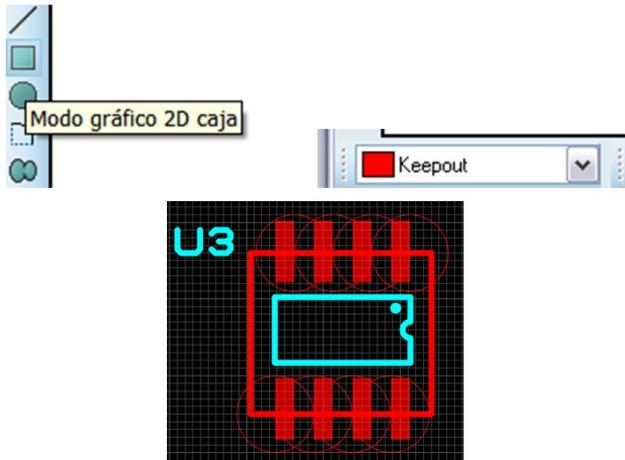
tamaño de la rejilla de forzado para dejarla como estaba. Cuando hayamos acabado deberá quedarnos el trabajo similar a la imagen siguiente, y comprobaremos que en la barra de estado ya no se detectan errores en el diseño.



El valor por defecto para el área de exclusión es que se aplique a todas las capas de nuestra placa. Pero si deseamos que sea de otro modo, al finalizar de dibujarla, podemos abrir su menú contextual, seleccionar la opción 'cambiar capa' y seleccionar la capa que deseemos. Esta opción puede ser muy útil en placas de mayor complejidad.

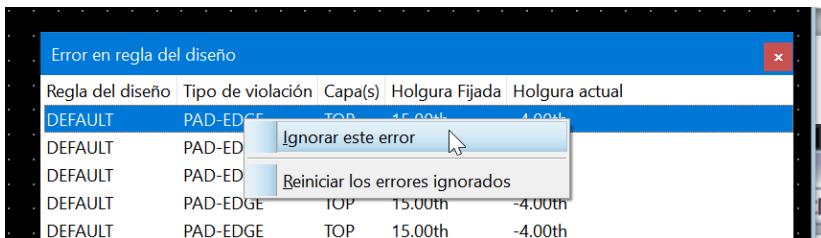


El otro lugar donde necesitamos colocar un área de exclusión es alrededor del sensor de temperatura y humedad (U3). Vamos a querer reservar un espacio en la superficie de disipación a su alrededor para reducir los errores de medida en el sensor, puesto que lo que deseamos es saber la temperatura ambiente sin distorsionar por el posible calor que se genere en nuestra placa. Para ello necesitamos asegurarnos que no hay pistas colocadas en esta zona que distorsionen la medida. Así que seleccionaremos la capa 'keepout' en el selector de capas, utilizaremos la herramienta 'Modo gráfico 2D caja' desde la barra lateral y trazaremos un rectángulo en la zona del integrado U3.



Tenemos que observar que se vuelven a producir errores en las reglas del diseño.

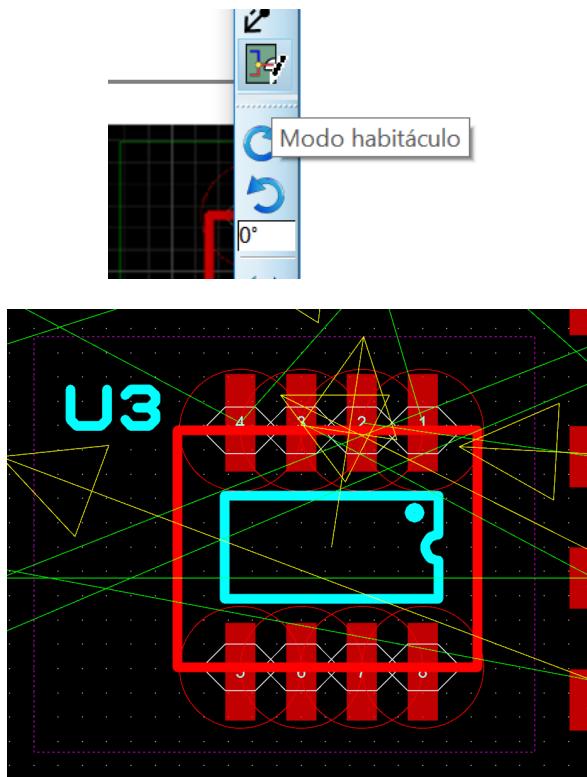
En esta ocasión no vamos a mover el área de exclusión para eliminar los errores, puesto que la posición de la misma no nos lo permite. Así que vamos a indicarle a PROTEUS que ignore estos errores. Pulsaremos con el botón izquierdo del ratón sobre el área del comprobador de las reglas del diseño de la barra de estado para abrir la ventana de diálogo con la descripción de los errores. Pulsaremos con el botón derecho del ratón sobre cada una de las líneas de error y en el menú contextual que aparece seleccionaremos la opción 'Ignorar este error'.

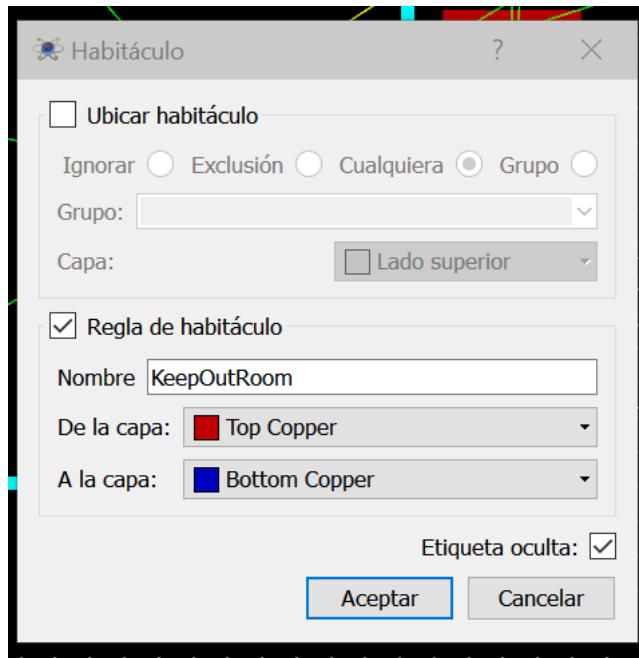


#### 4.4.-Los habitáculos.

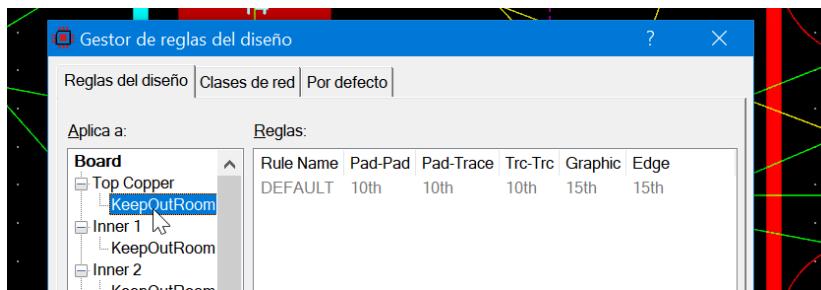
Una solución alternativa al problema que hemos visto en el apartado anterior, es seleccionar un área de nuestra placa en la que se aplicarán reglas del diseño específicas para esta zona y distintas a las usadas para el resto de la placa. Esta técnica recibe el nombre de uso de habitáculos.

Para hacerlo, seleccionaremos el icono ‘modo habitáculo’ de la barra de herramientas y dibujaremos una caja alrededor del área de la placa. Cuando terminemos de dibujarla, nos aparecerá la ventana de diálogo donde podemos configurar el habitáculo y definir que se usará en todas las capas (puesto que normalmente un área de reservada siempre se aplica a todas las capas) y asignarle un nombre que nos facilite su identificación.





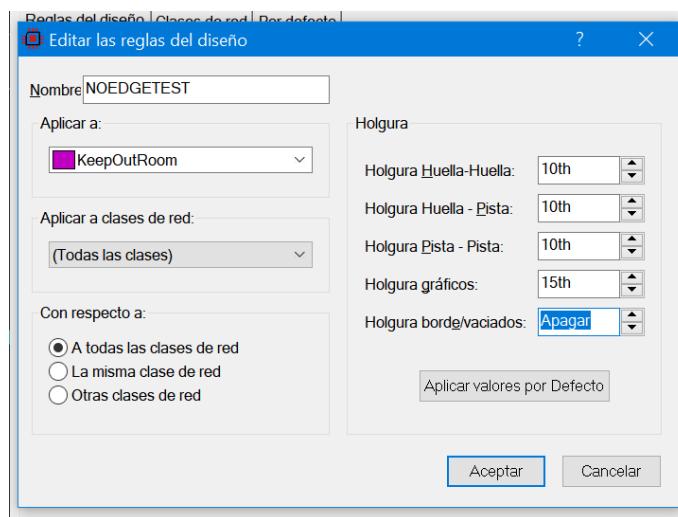
Una vez que hemos definido nuestro habitáculo tenemos que ir al gestor de reglas del diseño y definir las reglas para esta área.



La regla para el habitáculo que hemos creado nos aparece en el panel izquierdo de la ventana. Si la seleccionamos, veremos que los valores de configuración aparecen en color gris. Esto nos está indicando que estas reglas son las que se aplicarán en esta área pero que han sido definidas a un nivel por encima en la jerarquía. Para que nos entendamos, salvo que indiquemos algo en contra, un

habitáculo hereda las reglas definidas en el nivel directamente por encima de él. Por ejemplo, si la holgura entre pistas para esa capa es de 10th, por defecto, la holgura entre pistas para ese habitáculo también será de 10th.

Evidentemente no hemos creado un habitáculo para tener las mismas reglas que en toda la capa. Así que usaremos el botón 'nuevo' para crear una nueva regla, le asignaremos un nombre, seleccionaremos su alcance (las capas y las redes a las que afecta) y cambiaremos los valores que deseemos. En nuestro caso, pondremos el valor de 'holgura borde/vaciados' al valor 'apagar', lo que significa que no se vigilará la holgura en esta área y dejaremos el resto de parámetros igual.



El concepto de habitáculo es realmente potente y útil que nos facilita el trabajo con diferentes holguras en áreas distintas de nuestra placa. Por ejemplo, puede ser un buen método para fijar una holgura específica en las pistas que se enlazan con dispositivos SMD, establecer áreas de disipación de calor alrededor de un encapsulado tipo BGA, poder situar conectores en los bordes de la placa, etc. Es muy recomendable leer con detenimiento toda la ayuda en línea sobre esta técnica para sacarle el máximo partido posible en nuestros proyectos.

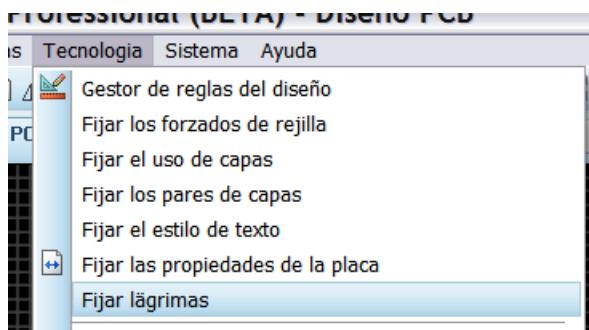
# 5.-Generar las pistas de nuestra PCB.

Puesto que ya hemos configurado todas las reglas del diseño y áreas de exclusión, ya estamos en condiciones de empezar a realizar las conexiones entre todos los componentes de nuestra placa generando las pistas necesarias.

## 5.1.-Uso de lágrimas.

La técnica de lágrimas está considerada una característica avanzada y es necesario disponer de licencia PCB nivel 2 o superior para poder utilizarla.

Fijar lágrimas en el punto donde se conecta la pista y la huella es muy a menudo una técnica muy útil para prevenir daños en los taladrados durante la fabricación de la placa de circuito impreso. Podemos configurar las características de esta técnica desde la opción 'Fijar lágrimas' del menú 'Tecnología'

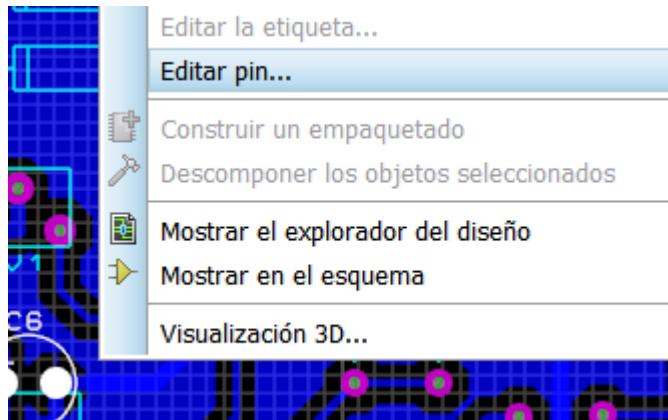


La ventana de diálogo que aparece nos permite seleccionar el tamaño de la corona máxima de una huella a la que vamos a tratar con la técnica de fijar lágrima para enlazarla con la pista. También nos permite establecer la longitud de la lágrima. Los gráficos explican cada uno de estos dos parámetros.



Es posible utilizar la técnica de fijar lágrimas con las huellas del tipo SMD, aunque no parece existir ninguna razón técnica que aconseje su utilización. En las huellas del tipo SMD, el parámetro 'máxima corona' se considera la distancia desde el centro de la huella hasta el borde más cercano.

Desde el menú contextual de cualquier huella, se puede utilizar la opción 'editar pin...', para especificar las características de la técnica de fijar lágrima aplicadas sólo para este pin concreto.





Hay que tener en cuenta que la creación de una conexión utilizando la técnica de lágrimas dependerá de las reglas del diseño. Si intentamos generar una conexión del tipo lágrima que viola alguna de las reglas del diseño, simplemente no serán creadas.

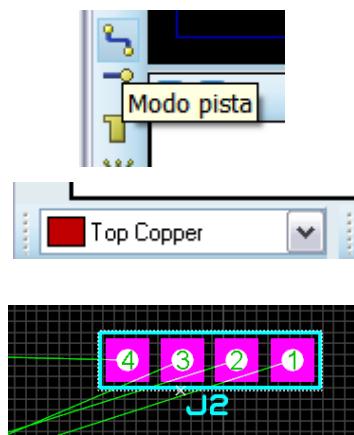
Una vez configuradas, las conexiones con lágrimas se crearán de forma automática cuando tracemos pistas en las siguientes secciones de este tutorial.

## 5.2.-Trazado manual de pistas.

Antes de empezar, queremos poder ayudarnos del uso de los trazos de unión. Si los hubiéramos ocultado (lo que observaremos rápidamente porque no se verá ninguna línea verde enlazando las diferentes huellas interconectadas), debemos volver a seleccionar que se muestren desde la ventana de diálogo que se abre con la opción 'Editar la visibilidad y colores de las capas' del menú Vista.

Vamos a arrancar nuestro trabajo trazando algunas pistas de forma manual. Normalmente, utilizaremos esta opción cuando deseemos que una pista siga un determinado trazado en concreto. En nuestro diseño de ejemplo para esta guía vamos a utilizarlo para lograr que la pista que parte del conector J2 siga un camino concreto que fijaremos manualmente. Así que vamos a trazar esta pista de forma manual.

Empezaremos seleccionando la herramienta ‘modo pista’ en la barra lateral y la capa ‘Top Copper’” en la ventana de selección de capas.



Fijemos nuestra atención en la huella correspondiente al pin 4 del conector J2<sup>6</sup>. Si comprobamos en nuestro esquema electrónico elaborado en la pestaña Esquema electrónico, este pin está conectado a tierra (GND). Si nos fijamos con detenimiento podemos ver que la guía nos lleva a la huella rotulada 2 del dispositivo U5. Si volvemos a comprobar en nuestro esquema electrónico veremos que este nuevo pin también está conectado a tierra. Todo correcto.

Sin embargo, para el diseño de nuestra PCB no nos conviene unir estos dos pines directamente con una pista porque nos encontramos por el medio con el agujero pasante para el anclaje de nuestra PCB y además las huellas del dispositivo U5 son muy pequeñas. Así que buscaremos una conexión más conveniente para nuestros intereses, utilizando el pin 1 del conector JP2, que también está conectado a tierra.

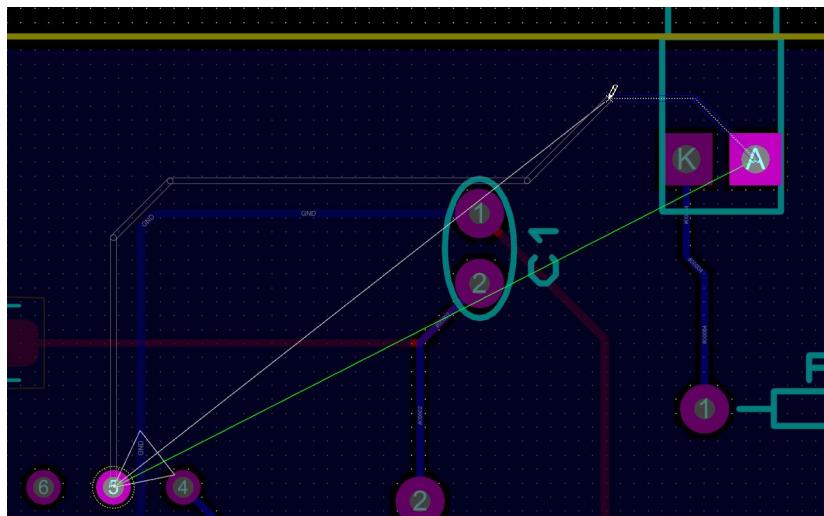
PROTEUS está provisto de un sofisticado algoritmo de trazado de pistas denominado ‘sígueme’, que nos permite el trazado manual de pistas siguiendo el camino que le fijamos con el cursor del ratón,

---

<sup>6</sup> Para visualizar el número de un pin ponga el cursor sobre él pin, o sobre el encapsulado para visualizar los números de todos sus pines.

pero sin dejar de obedecer todas las reglas del diseño que tenemos predeterminadas.

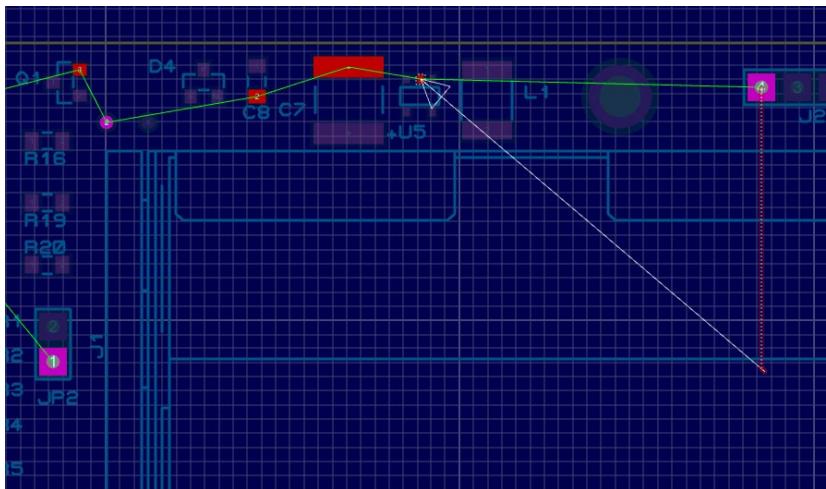
- También podemos observar que se muestra la mejor ruta posible propuesta por Proteus desde la posición actual del cursor del ratón hasta el destino final de la pista. El trazado propuesto se muestra atenuado y sólo indicando los contornos de la ruta propuesta. Si presionamos la tecla 'INTRO' en este momento la pista se completará siguiendo la ruta propuesta. Si seguimos desplazando el ratón, el trazado propuesto se irá modificando siguiendo los movimientos del ratón. Esta opción está disponible en cualquier momento cuando utilizamos el trazado manual de pistas.



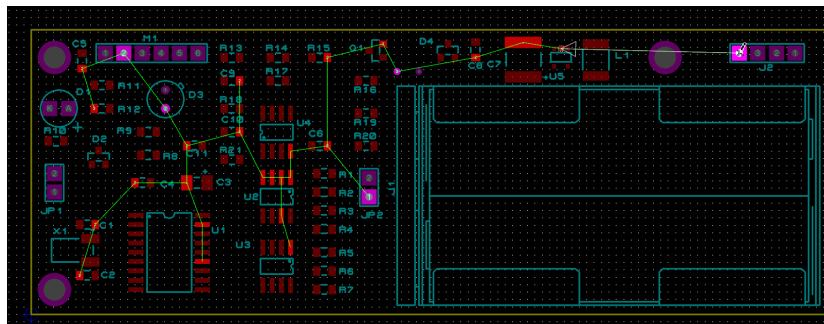
Vamos a practicar el uso de esta técnica. Colocaremos el cursor sobre la huella del pin 4 del conector J2 (la huella cambia de color).



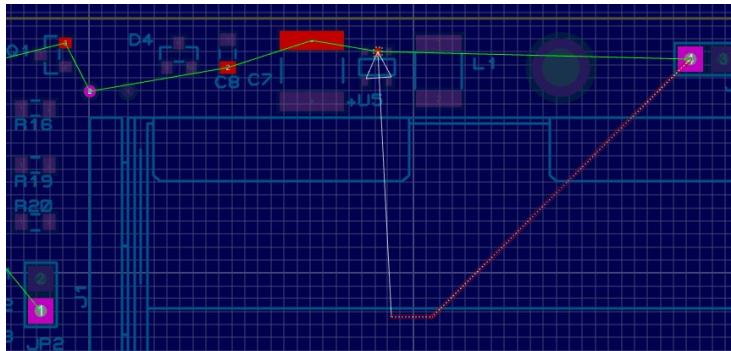
Es el momento de pulsar sobre el botón izquierdo. A continuación, desplazamos el cursor hacia abajo, hasta que quede, aproximadamente, a la altura del pin 1 del conector JP2.



Podemos observar claramente dos cosas: que el vector de fuerza nos señala la huella 2 del dispositivo U5 y que se ha creado un trazo de puntos indicando por donde va a ir el trazado de la pista.



Llevemos ahora el cursor del ratón hacia la izquierda en dirección al pin 1 del conector JP2.

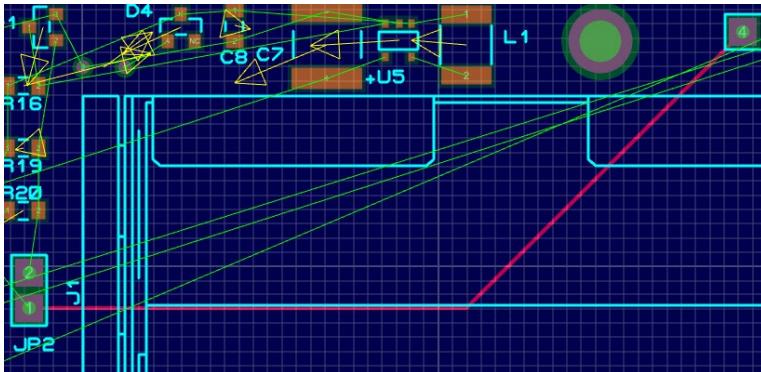


La línea de puntos nos sigue señalizando por donde va a transcurrir la pista. Podemos fijarnos que ha trazado una diagonal para reducir al mínimo la longitud de la pista.

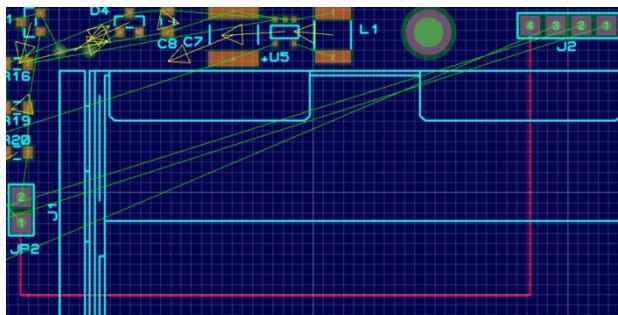
Sigamos ahora llevando el cursor hasta el pin 1 del conector JP2. Cuando nos situemos sobre él veremos que se destaca con una línea de puntos a su alrededor. PROTEUS nos está indicando que las órdenes que generemos en este momento con el ratón se van a ejecutar sobre este elemento.



Sólo nos resta volver a pulsar sobre el botón izquierdo del ratón y la pista ya estará trazada.



Mientras estamos trazando la ruta de una pista, el algoritmo está constantemente recalculando el mejor camino. Si en un momento dado, queremos fijar un punto concreto del trazado, sólo tenemos que pulsar el botón izquierdo del ratón tantas veces como nuevos anclajes queramos fijar. Podemos comprobar que el trazado permanece con trazos blancos mientras está sugerido y se vuelve rojo el tramo que hayamos fijado con el nuevo anclaje. En la siguiente imagen mostramos un ejemplo con otro trazado fijando un par de puntos de anclaje, para ver la enorme flexibilidad que nos brinda esta técnica.



Llegados a este punto es importante recordar que no fue necesario seleccionar el ancho de la pista, porque previamente ya fijamos en nuestras reglas de diseño que las pistas del tipo 'POWER' van a ser trazadas con un ancho de pista 'T25'. Como PROTEUS ya identificó que esta pista pertenece a la red GND, que está asociada al estilo POWER, ya le aplica este estilo por defecto y se ha trazado una pista de 25th de ancho automáticamente.

El trazado manual de pistas es posiblemente una de las tareas que se realiza con más frecuencia en ARES así que es muy importante el dominio de esta técnica y entender bien su filosofía de trabajo.

Las reglas básicas del funcionamiento de esta técnica son:

- Pulsar el botón izquierdo del ratón sobre una huella, una pista o el borde de una zona para comenzar el trazado de la pista partiendo de ese objeto.
- Pulsar el botón izquierdo del ratón en cualquier momento durante el trazado de la pista para fijar un anclaje y asegurarnos que la pista pasará por ese punto.
- Pulsar el botón derecho para terminar el trazado de la pista en el último punto de anclaje utilizado.
- Utilizar la tecla 'ESC' para borrar la pista trazada hasta ese momento desde el punto de inicio.
- Utilizar la tecla 'ENTER' para completar la pista siguiendo la ruta propuesta que nos hace Proteus mostrada en formato atenuado con sólo los contornos.
- Utilizar la tecla 'ESPACIADORA' para colocar el extremo vivo de la pista una vía. Cuando pulsemos el botón izquierdo del ratón, en lugar de colocar un anclaje, colocaremos en ese punto la vía. El software automáticamente saltará a la capa asociada a la capa activa por la que estamos trazando la pista (top y bottom en el caso de nuestro par) y seguirá el trazado de la pista por esa nueva capa.
- Una doble pulsación sobre el botón izquierdo del ratón, provoca la colocación en ese punto de una vía. El software automáticamente saltará a la capa asociada a la capa activa por la que estamos trazando la pista (top y bottom en el caso de nuestro par) y seguirá el trazado de la pista por esa nueva capa.
- Retroceder con el cursor del ratón, provoca que el trazado de la pista hasta ese momento se borre hasta la posición que

señalemos con el cursor. Gráficamente esta posibilidad se denomina ‘desandar el camino’.

- La tecla ‘mayúsculas’ conmutará entre el modo estrangulamiento y el modo normal. Cuando tengamos pulsada la tecla mayúsculas estaremos trazando la pista en tamaño ‘estrangulado’, cuando soltemos la tecla mayúsculas volveremos a trazar la pista en tamaño normal.

Este es el momento adecuado para practicar con esta técnica de trazado manual de pistas hasta que nos sintamos cómodos en su utilización. No dudemos en ocupar el tiempo que sea necesario en afianzar nuestro dominio de la técnica, porque ello nos reportará recortes sustanciales del tiempo de desarrollo en nuestros futuros diseños.

Mientras practicamos con el trazado manual de pistas, podemos aprovechar para ir combinando nuestro trabajo con otras acciones comunes durante el desarrollo de estos trabajos.

- **Zoom y desplazamiento.** Mientras estamos trazando nuevas pistas podemos utilizar la rueda del ratón (o los atajos de teclado F6 y F7) para realizar un zoom ampliando o reduciendo el área de trabajo. El desplazamiento fuera de los límites de la ventana de trabajo se realiza empujando el cursor del ratón hacia uno de los extremos de la pantalla.
- **Colocación de anclajes.** El algoritmo de trazado de rutas denominado ‘sígueme’ se complementa perfectamente con la colocación durante el proceso de anclajes para forzar el trazado de la pista por donde deseamos en cada momento.
- **Puntos muertos.** Puesto que durante la operación de trazado manual de pistas el sistema está vigilando y cumpliendo en todo momento las reglas del diseño no necesitamos preocuparnos durante el trazado de las pistas de las holguras que debemos guardar con otras pistas, huellas, bordes, etc. De todas formas, en ocasiones, podemos alcanzar un punto muerto en nuestro trazado si llegamos a una situación donde nos quedemos bloqueados sin poder pasar. En estos casos el cursor del ratón cambia y adopta la forma de un signo de ‘prohibido aparcar’. En estas situaciones, normalmente podemos colocar una vía y



seguir el trazado de nuestra pista por la otra capa. Pero otras veces es mejor retroceder e intentar el trazado por una nueva ruta siguiendo en la misma capa. Retroceder con el ratón nos permite tantear nuevas rutas. En placas especialmente densas de pistas, los movimientos lentos del ratón, combinándolos con la utilización del zoom, permite el trazado de pistas por sitios de paso estrecho. El auto trazador de pistas funciona mejor en estos casos con movimientos lentos de ratón.

- **Uso de vías.** Si durante el trazado de la pista hacemos una doble pulsación con el botón izquierdo colocamos una vía en ese punto y seguiremos el trazado de la pista por la capa asociada. En este caso PROTEUS siempre vigilará el cumplimiento de las reglas del diseño y no nos permitirá colocar vías en lugares que quebranten dichas reglas. PROTEUS la posicionará automáticamente en el lugar más cercano permitido por las reglas del diseño. Las capas asociadas entre sí (entre las que vamos a saltar cuando colocamos una vía), se definen en la opción de menú ‘fijar los pares de capas’ del menú ‘Tecnología’.
- **Rodeo y abrazo de objetos.** Puesto que durante el trazado de las pistas las reglas de diseño son en todo momento respetadas por el auto-trazador, es relativamente fácil rodear objetos o pistas ya existentes para trazar la pista a su alrededor. Si durante el trazado el cursor se coloca sobre un objeto la ruta automáticamente dará un rodeo “abrazando” al objeto en cuestión tan cerca como sea posible para seguir respetando las reglas del diseño.
- **Interrupción del trazado.** Si deseamos interrumpir el trazado de una pista podemos hacerlo pulsando sobre el botón derecho del ratón (se borrará hasta el último anclaje que hayamos situado). Si queremos interrumpir el trazado en el lugar donde nos encontramos, debemos pulsar primero sobre el botón izquierdo para colocar un anclaje y, acto seguido, pulsar el botón derecho para abandonar la operación. Si queremos interrumpir el trazado y borrar todo lo hecho hasta ese momento tenemos que utilizar el atajo de teclado ‘ESC’.
- **Conexión de la pista.** Si deseamos conectar la pista directamente a una huella tenemos que pulsar el botón

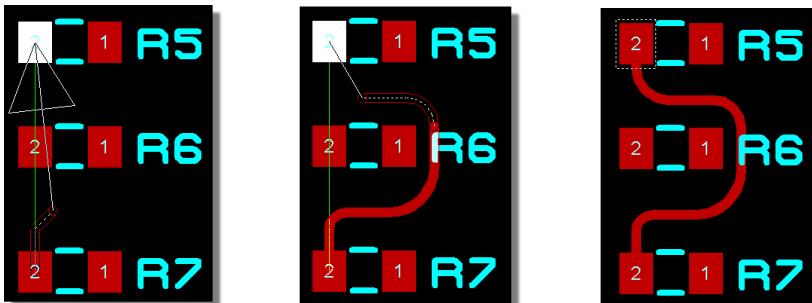
izquierdo del ratón cuando nos encontramos sobre ella y terminaremos el trazado de la pista. Si deseamos conectar la pista a otra pista, debemos pulsar primero el botón izquierdo sobre la pista de destino para crear un anclaje y luego el botón derecho para terminar la operación. Si deseamos conectar la pista a una ‘superficie de disipación’, tenemos que proceder de la misma forma, pero realizando la conexión sobre el borde de la superficie.

### 5.3.-Trazado de pistas con esquinas redondeadas.

Trazar una pista con las esquinas redondeadas puede ser necesario cuando necesitamos asegurar la integridad de una señal, sincronizar un bus de datos o simplemente lograr un mejor aspecto estético de nuestra placa.

Proteus nos permite de forma muy sencilla conmutar al modo de trazado de pistas redondeadas pulsando la tecla CTRL durante la operación de trazado. Al soltar la tecla CTRL volveremos al modo normal. De esta manera podemos utilizar el modo de pista redondeada sólo en determinadas partes de nuestra placa.

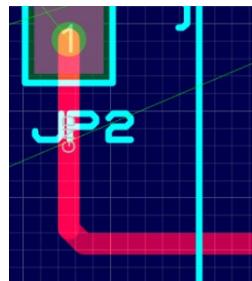
El proceso de trazado de una pista es exactamente el mismo en ambos casos excepto por el hecho del uso de la tecla CTRL.



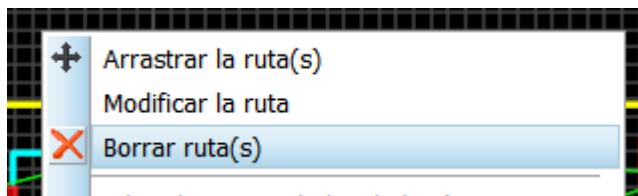
### 5.4.-Eliminación de pistas.

Cuando ya hemos terminado el trazado de una pista podemos necesitar eliminarla si no estamos conformes con cómo nos ha quedado, bien sea completamente o solamente una porción de ella.

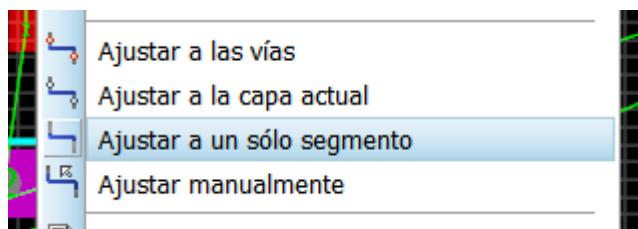
Supongamos que el último segmento de la pista que hemos trazado para unir el pin 1 del conector JP2 no nos ha quedado a nuestra entera satisfacción.



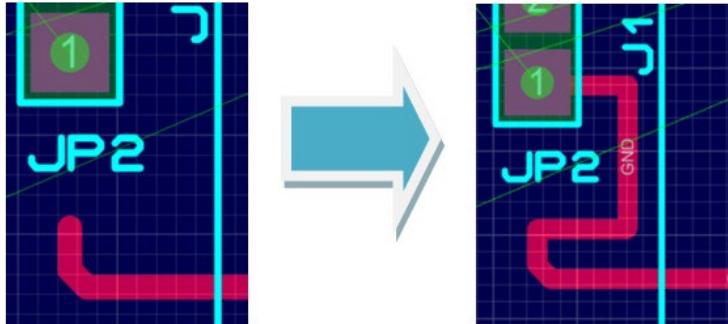
Coloquemos el cursor del ratón sobre ese segmento de la pista. La pista se iluminará para que percibamos sobre qué pista vamos a operar. Si pulsamos sobre el botón derecho del ratón, aparecerá el menú contextual. Si seleccionamos la opción de menú ‘borrar ruta’ borraremos la pista completa.



Pero tenemos más opciones en la zona inferior del menú contextual que nos permiten un mayor control de la operación. Por ejemplo repitamos la operación y seleccionemos la opción ‘Ajustar a un solo segmento’.



Con ello lograremos que sólo quede resaltado ese segmento de la pista. Si volvemos a activar el menú contextual con el botón derecho del ratón y seleccionamos ahora la opción ‘Borrar ruta’ sólo se borrará ese segmento de la pista, en lugar de la pista completa. Ahora podemos retomar el trazado de la pista desde el punto donde la hemos cortado y seguir desde ahí siguiendo una nueva ruta.

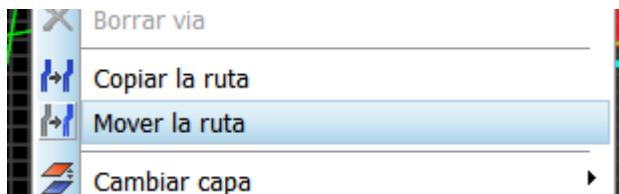


Si las cosas se tuercen y no nos queda el trazado de la pista a nuestro gusto podemos borrar la pista entera y volver a empezar.

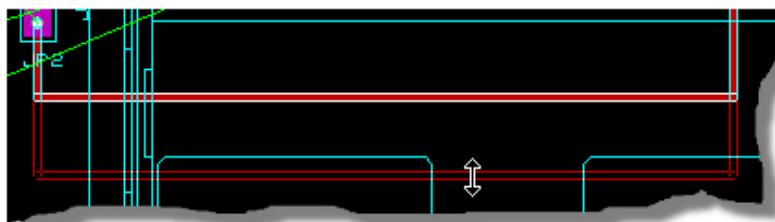
## 5.5.-Modificación de pistas.

Con cierta frecuencia en el desarrollo de nuestro trabajo durante el diseño de una PCB nos veremos obligados a desplazar pistas desde su ubicación actual. Es habitual que no deseemos borrar toda o parte de la pista, sino que simplemente deseemos moverla para desplazarla un poco. Por ejemplo, vamos a desplazar la pista con la que hemos estado trabajando para bajarla un poco hacia la zona inferior de nuestra PCB.

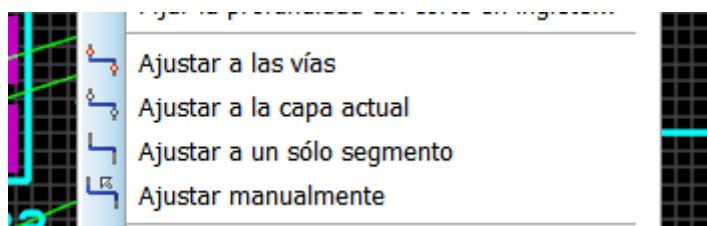
Empezaremos pulsando el botón derecho del ratón sobre el segmento horizontal de la pista. Desde el menú contextual seleccionaremos la opción ‘Mover la ruta’ y desplazaremos el cursor del ratón hacia abajo “tirando” de la pista hasta llegar a la posición deseada.



Una vez hecho esto tendremos que pulsar sobre el botón izquierdo del ratón para terminar el posicionamiento de la pista en la nueva ubicación.



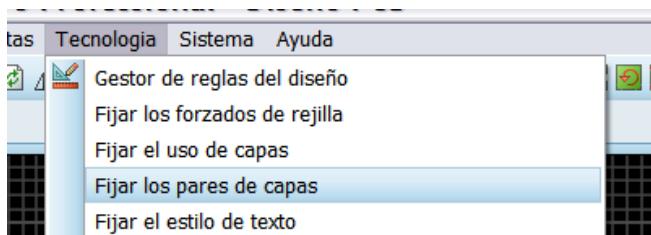
Debemos tener en cuenta, que el desplazamiento de pistas siempre es tratado por PROTEUS, en realidad, como un desplazamiento de un segmento de pista. Desde el menú contextual se puede secuenciar la utilización de las opciones 'Ajustar manualmente', 'Ajustar a un solo segmento' y 'mover la ruta' para definir nuevos segmentos y desplazarlos teniendo total flexibilidad en la modificación de la topología de una pista.



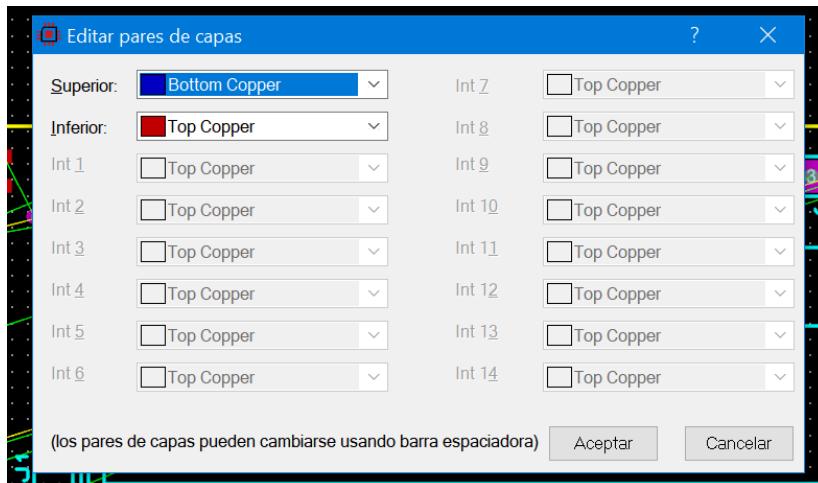
## 5.6.-Los pares de capas y el trazado manual de pistas.

La pista que acabamos de colocar transcurrió únicamente por la capa superior (top). En el transcurso de nuestro trabajo trazando pistas de una PCB, será muy habitual que necesitemos utilizar vías que atravesen desde una capa a otra permitiendo el inter-conexionado eléctrico entre unas y otras. PROTEUS nos facilita la utilización de esta técnica con un concepto denominado ‘pares de capas’. Que PROTEUS utilice pares de capas, significa que cada una de las diferentes capas que componen una placa de circuito impreso tiene asociada otra capa de tal forma que, durante el proceso de colocación de una vía en una determinada capa, se conoce perfectamente cuál es la otra capa donde se realizará la conexión de esa vía.

Para un diseño basado únicamente en dos capas resulta obvio que la capa superior (top) está asociada con la capa inferior (bottom) y viceversa. Pero con diseños basados en múltiples capas, la fase de configurar cada uno de los distintos pares de capas utilizando la opción ‘Fijar los pares de capas’ del menú ‘Tecnología’ puede ser un importante paso en nuestro proceso de configuración de nuestra PCB.



Cuando vayamos a fijar los pares de capas no debe sorprendernos si encontramos muchas de las capas inhabilitadas. Los pares de capas posibles estarán determinados por la definición de las multicapas que hayamos hecho en nuestro diseño.



En el caso que nos ocupa en esa guía, las asignaciones por defecto nos sirven perfectamente y no necesitamos realizar ninguna modificación. Probemos, a continuación, a colocar un par de pistas más, para practicar esta nueva técnica. En concreto, vamos a conectar los pinos 1 y 2 del conector J2 con los pinos correspondientes del puerto serie USART del microprocesador dsPIC (U1).

Vamos a arrancar desde el pin 1 y trazar la pista desde ese pin utilizando la capa inferior. Debemos asegurarnos que tenemos seleccionado el ‘modo pista’ utilizando el ícono correspondiente de la barra lateral.

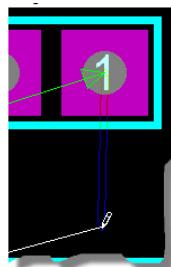


Ahora vamos a pulsar sobre la barra espaciadora del teclado. Debemos centrar nuestra atención en el selector de capas y observar que cada vez que pulsamos sobre la barra espaciadora conmutamos entre las dos capas que forman un mismo par. Si nos

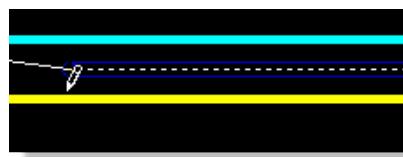
encontramos en la capa superior, la barra espaciadora nos posicionará en la capa inferior. Y si nos encontramos en la capa inferior con la barra espaciadora pasaremos a la capa superior. Terminemos dejando seleccionada la capa inferior.

El procesador (U1) está a una cierta distancia del conector (J2) y, en principio, el camino más sencillo parece discurrir por la zona inferior a todo lo largo de la PCB.

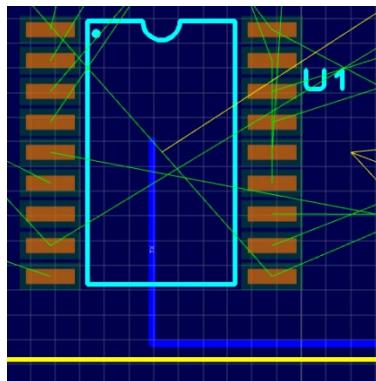
Comenzaremos el trazado de nuestra pista pulsando el botón izquierdo del ratón sobre el pin 1 del conector y desplazando a continuación el cursor del ratón hacia abajo.



Cuando nos encontramos cerca de la parte inferior de la PCB, pulsaremos sobre el botón izquierdo del ratón para colocar un anclaje y moveremos el cursor del ratón hacia la izquierda. Para aprovechar al máximo el espacio de la PCB podemos trazar la pista a lo largo de la zona inferior de la placa conduciendo el cursor del ratón sobre el gráfico amarillo que señala el borde de la misma. Con esta técnica lograremos que nuestra pista siga fielmente por el borde de la PCB dejando sólo entre la pista y el borde la distancia definida como holgura mínima con el borde en la configuración de nuestro diseño (holgura borde/vaciado).



Una vez que nos encontremos cerca del integrado U1 sólo necesitamos desplazar el cursor del ratón hacia arriba justo por el lado izquierdo del conjunto de huellas que componen todo el lado derecho del encapsulado del microprocesador.



Ahora necesitamos colocar una vía puesto que estamos trazando la pista por la capa inferior y queremos conectarla con una huella de un encapsulado de tipo SMD que se encuentra situado en la capa superior. Para ello haremos una doble pulsación sobre el botón izquierdo del ratón en el lugar donde deseamos colocar nuestra vía o bien podemos optar por pulsar la barra espaciadora para que nuestra pista adopte la forma en su terminal de una vía, desplazar el cursor hasta donde deseamos colocarla y una vez allí, pulsar el botón izquierdo para posicionar la vía.

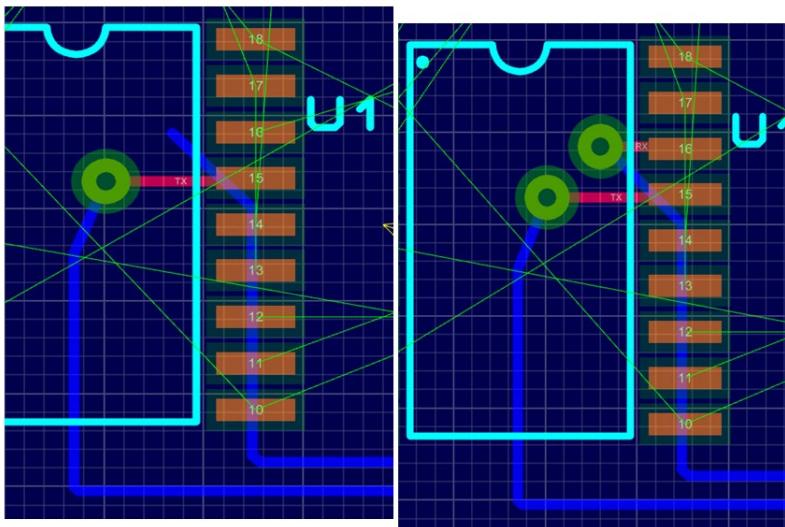


Con cualquiera de los métodos elegidos, una vez colocada nuestra vía, automáticamente el selector de capas nos indicará que ahora estamos trabajando con la capa superior (la que hace pareja con la inferior por la que estabamos trazando nuestra pista). Sólo nos resta trazar el final de la pista por la capa superior hasta la huella destino y

pulsar el botón izquierdo al estar situado el cursor sobre ella para terminar el trazado de la pista.

En el trazado de esta pista hemos cubierto muchos aspectos nuevos y, a menos que seamos muy hábiles, es muy posible que hayamos encontrado algún obstáculo por el camino y que nos haya costado un poco trazar nuestra pista. No debemos tener problemas en borrarla y volverla a trazar entera desde el principio de nuevo, para dominar mejor todo el proceso.

Vamos a seguir trazando una segunda pista para conectar el otro pin del conector J2 y ayudarnos a seguir familiarizándonos con esta nueva técnica. La pista que arranca desde el pin 2 debería seguir un trazado muy similar al utilizado para la pista que unía el pin 1. Arranquemos de nuevo seleccionando la capa inferior. Pulsemos el botón izquierdo del ratón sobre el pin 2 para arrancar el trazado de la pista, desplacemos el cursor del ratón hacia abajo y pulsemos el botón izquierdo para crear un anclaje. Desplacemos el ratón hacia la izquierda trazando la pista por una senda paralela a la anterior. Finalmente subamos por encima de la hilera derecha de las huellas del encapsulado U1 como se muestra en la imagen siguiente.



Para terminar la conexión, al trazar la pista en vertical hacia arriba, al llegar a la altura de la huella rotulada 14 vamos a girar 45 grados hacia la izquierda y seguir subiendo. A la altura de la huella 16 haremos una doble pulsación para colocar la vía y completar la conexión hasta la huella 16.

Evidentemente, hay muchas formas diferentes en las que podemos seguir trazando el resto de las pistas de nuestra PCB y las preferencias personales y la experiencia de cada uno jugarán un papel importante en las decisiones de por dónde trazar cada pista.

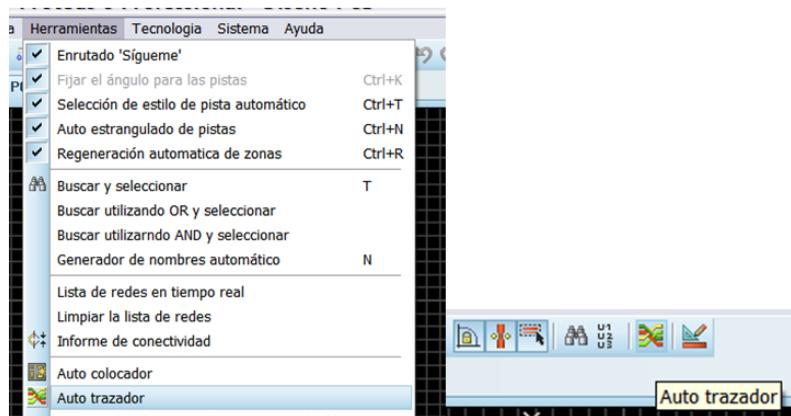
Nos va a resultar muy provechoso que en este momento nos sintamos libres y practiquemos trazando varias de las pistas que forman nuestra PCB para afianzar nuestro dominio de las técnicas aprendidas.

No debemos preocuparnos por los resultados obtenidos. En este momento sólo tenemos que centrarnos en alcanzar la mayor destreza posible.

## **5.7.-Técnicas básicas del auto-trazador.**

A partir de este momento, vamos a utilizar la potente herramienta auto-trazador que nos ofrece PROTEUS para terminar de completar el trazado de todas las pistas de nuestra PCB. Igual que pasaba en el caso del trazado manual de pistas, el auto-trazador va a cumplir escrupulosamente con todas las reglas del diseño que hayamos configurado previamente.

Para ejecutar el auto-trazador podemos utilizar el elemento ‘Auto trazador’ del menú ‘Herramientas’ o el icono correspondiente situado en la barra de herramientas superior.



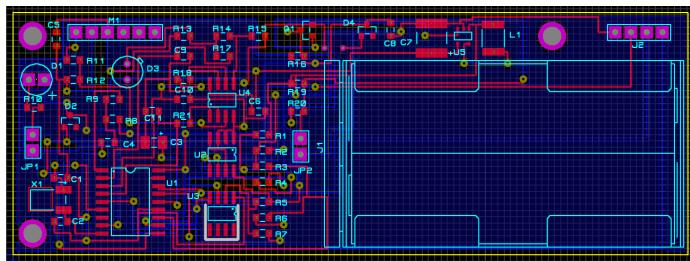
La ventana de diálogo que aparece es razonablemente complicada. Pero no debemos asustarnos, todos los campos disponen de una ayuda contextual asociada que puede facilitar nuestra tarea. Además, podemos encontrar abundante información de las diferentes fases del trazado de las pistas en la ayuda contextual. Para el propósito que nos ocupa en esta guía, y en general, para la mayoría de los diseños que podamos encarar en el futuro, las opciones ofrecidas por defecto son adecuadas y nos proporcionarán unos resultados satisfactorios. Empezaremos ejecutando el modo completamente automático que está seleccionado por defecto, por lo que lo único que tenemos que hacer es pulsar sobre el botón 'Empezar ruteo' y dejar que se completen el resto de conexiones que han quedado pendientes al finalizar nuestro trabajo manual.



El proceso se desarrollará rápido y no nos llevará mucho tiempo completar el trazado de todas las pistas, aunque la potencia del equipo que estemos utilizando y la complejidad de la placa son las que determinan el tiempo.

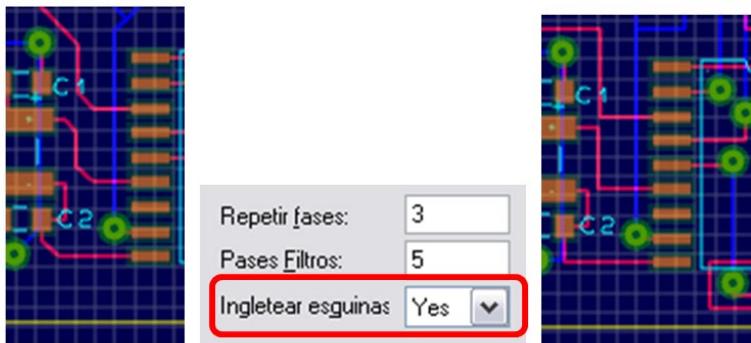
Podemos comprobar el progreso de la operación en la barra de estado y también veremos como el motor va completando su trabajo trazando rutas y mejorando los resultados con nuevos intentos hasta encontrar la solución más óptima.





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

- El auto-trazador ha respetado las pistas que habíamos previamente trazado de forma manual y no ha tratado de borrarlas ni de modificarlas, trabajando únicamente con las pistas pendientes.
- Cuando el auto-trazado ha terminado su trabajo ha realizado una última pasada para ingletear las esquinas de las pistas. Si no deseamos que se produzca este ingleteo, podemos seleccionar “NO” en el parámetro ‘Ingletear esquinas’ de la ventana de diálogo. En las siguientes imágenes se puede ver un trozo de nuestra PCB ampliado para ver las diferencias entre uno y otro modo de trabajo:

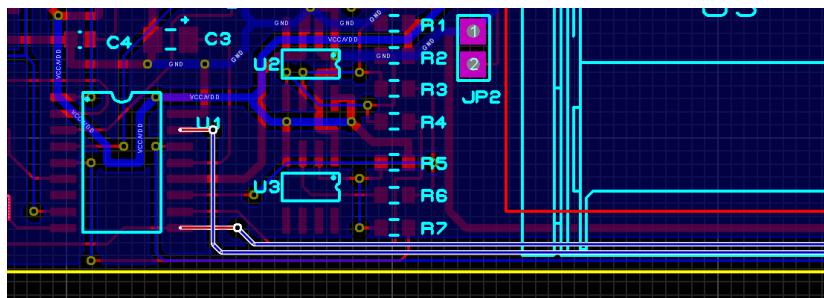


## 5.8.-Uso de serpentinas para ajustar la longitud de las pistas.

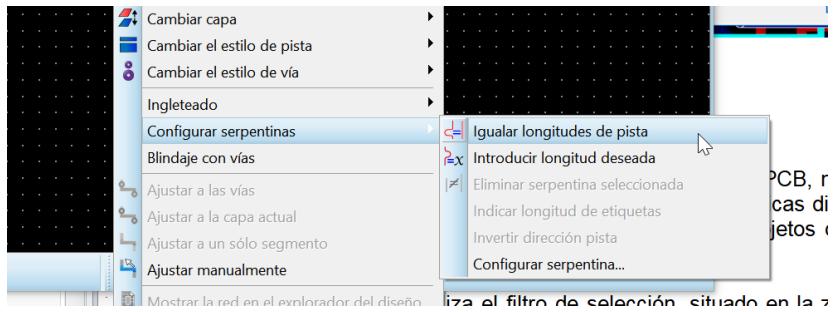
El ajuste automático de la longitud de pistas es una característica avanzada y se necesita disponer de la licencia PCB nivel 2 o superior.

Cuando trabajamos con buses con líneas de datos de alta velocidad suele ser necesario asegurarnos de que todas las pistas que forman el bus tienen la misma longitud para asegurarnos que todas las señales llegan a su punto de destino al mismo tiempo y evitar problemas por falta de sincronismo.

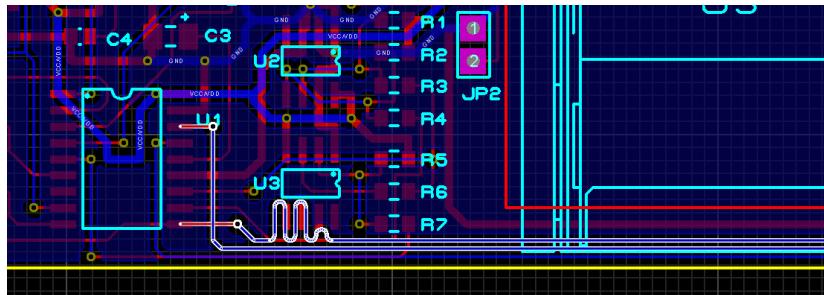
Aunque esta técnica no es necesaria en el diseño que nos ocupa en este tutorial, esta es una buena oportunidad para explicar cómo funciona esta técnica. El primer paso consistirá en seleccionar las pistas que deseamos que tengan la misma longitud manteniendo pulsada la tecla CTRL mientras vamos haciendo click con el botón izquierdo del ratón sobre cada una de las pistas. Vamos a llevarlo a cabo seleccionando las dos largas pistas que llegan al dispositivo U1.



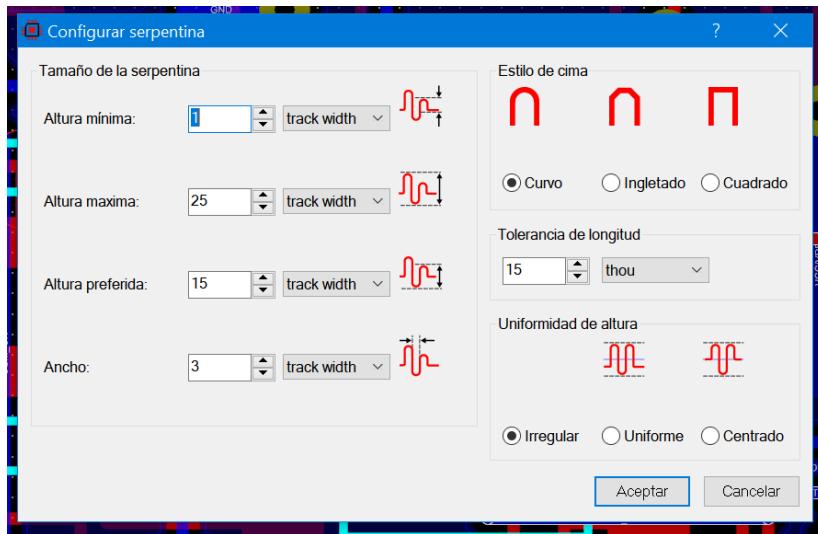
A continuación, una vez seleccionadas todas, abriremos el menú contextual usando el botón derecho del ratón y seleccionaremos la opción ‘igualar longitudes de pista’ dentro del apartado ‘Configurar serpentinas’.



Si todo va bien, tenemos que ver en algunas segmentos se han agregado las ‘serpentinias’ necesarias para igualar la longitud de las pistas más cortas con las más largas.



La configuración completa de la gestión de la longitud puede ser llevada a cabo usando la opción ‘configurar afinación de la longitud de pistas’ del menú ‘Tecnología’.



Algunos puntos importantes a tener en cuenta en el uso de las serpentinas son:

- Podemos igualar la longitud de varias pistas al mismo tiempo (v.g. un bus de datos).
  - La longitud final de la pista se muestra en la barra de estado cuando se selecciona.
  - Cuando una pista forma parte de un grupo de ellas que ha sido reajustadas en su longitud utilizando esta técnica, la longitud objetivo también se muestra en la barra de estado.
  - Las comprobaciones pre-producción comprobará la longitud de cada pista contra el tamaño objetivo y mostrará un aviso si su longitud ha variado.
  - Si seleccionamos pistas con vías en su camino, la longitud (profundidad de la vía al pasar de una capa a otra) se calcula utilizando los valores de grosores definidos al establecer la configuración multicapa.
- Para conocer la técnica de trazado de pares de pistas para señales diferenciales, consultar la sección dedicada en la 'ayuda en el diseño de PCB con ARES' a la que se puede acceder desde el menu de la pestaña Diseño PCB.

## 5.9.-El filtro de selección.

Ahora que ya hemos completado nuestra PCB, nos conviene gastar un poco de tiempo en comprender las técnicas disponibles en PROTEUS para seleccionar los diferentes tipos de objetos que forman nuestro diseño.

En la pestaña diseño PCB se utiliza el filtro de selección, situado en la zona izquierda de la barra de estado, para determinar qué objetos de todos los presentes son susceptibles de ser seleccionados en un momento dado.



El botón situado más a la izquierda nos ayuda a seleccionar el comportamiento de las capas. Si seleccionamos el modo filtro de capa apagado podremos seleccionar los objetos situados en cualquiera de las capas.

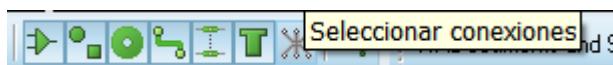


Si, por el contrario, seleccionamos el modo encendido sólo podremos seleccionar los objetos situados en la capa activa (la que aparece en el selector de capas situado a la izquierda).

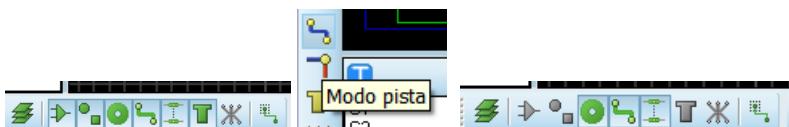


El resto de los botones disponibles representan los diferentes tipos de objetos disponibles en PROTEUS (pistas, componentes, vías, gráficos, etc.). Con ellos podemos determinar qué familia de objetos podemos seleccionar y cuáles no.

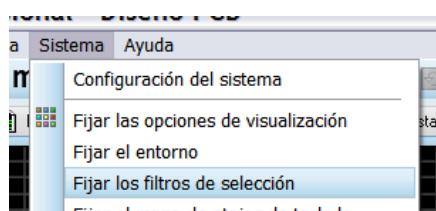
En caso de duda, colocando el cursor del ratón sobre cada uno de los botones aparecerá un rótulo para ayudarnos a identificar el tipo de objetos a los que se refiere cada botón.



Si vamos conmutando entre los diferentes modo de operación con los iconos disponibles en la barra de herramientas lateral (por ejemplo seleccionado el modo pista o el modo componente, podremos comprobar que los tipos de objetos se seleccionan automáticamente (la barra de estado se refresca automáticamente) acorde a la selección que hayamos realizado.



Aunque la selección que se realiza automáticamente en cada caso, se ajustará bien a las necesidades de trabajo, en cualquier momento podemos cambiarlo para ajustarlo a nuestras necesidades específicas, simplemente conmutando entre encender o apagar cada tipo de objeto. Si por alguna razón, nos vemos obligados a cambiar con mucha frecuencia los objetos seleccionables en cada modo de operación, podemos cambiar la selección automática de objetos para cada uno de los modos disponibles, utilizando la opción 'Fijar los filtros de selección' del menú 'Sistema'



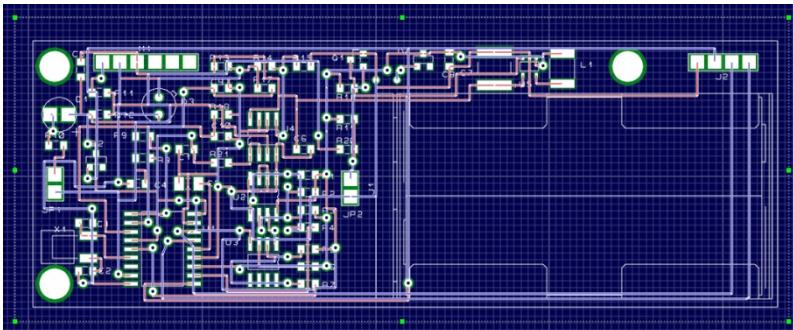


Veamos un ejemplo práctico del funcionamiento de esta técnica para comprenderla mejor. Deseamos borrar todas las pistas de la capa superior (TOP) que acabamos de generar automáticamente y dejar sólo las pistas que habíamos trazado manualmente.

Vamos a empezar por elegir el modo selección desde la barra de herramientas lateral.



A continuación, vamos a trazar una caja alrededor de todo nuestro diseño que lo abarque completamente.



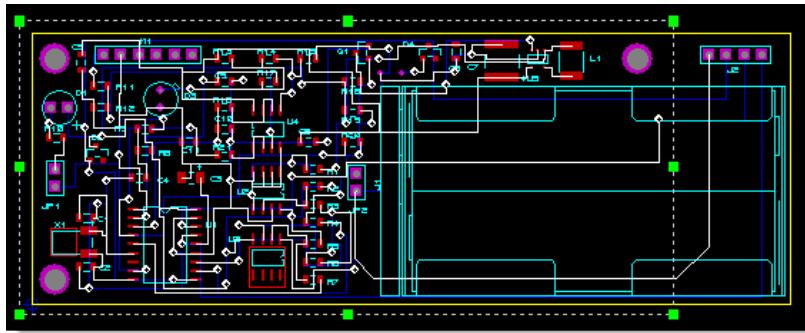
Ahora vamos a seleccionar el apagado de todos aquellos objetos que no deseamos borrar. En nuestro caso todo, excepto las pistas y las vías. La herramienta nos facilita un rápido control de nuestra elección con el cambio visual de los elementos según nuestra selección.



A continuación vamos a asegurarnos que la capa seleccionada en el selector de capas es la “Top Cooper” y que el botón para seleccionar el comportamiento de las capas está elegido para que la operación sólo se lleve a cabo en la capa activa.



Utilizaremos el manejador situado a la derecha de la caja que habíamos trazado rodeando todo nuestro diseño y vamos a desplazarlo hacia la izquierda hasta que el conector J2 quede fuera de nuestra selección.

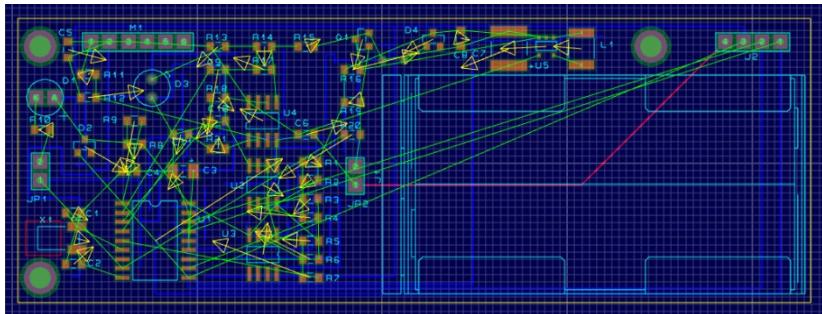


Sólo nos resta usar el icono situado más a la derecha de la caja con los filtros de selección para que no se seleccionen aquellos elementos que quedan parcialmente incluidos en la caja de selección. En nuestro caso, con ello logramos que queden fuera de nuestra selección las dos pistas que trazamos manualmente.



Ahora, ya podemos pulsar la tecla “Supr” de nuestro teclado o pulsar con el botón derecho del ratón dentro de la caja de selección y elegir la opción ‘Borrar bloque’ del menú contextual, para borrar todas las pistas de la capa superior, excepto la que trazamos manualmente.





Conviene tener siempre presente que los filtros de selección controlan en todo momento qué tipo de objetos pueden ser seleccionados. Si cuando estamos desarrollando nuestro trabajo nos resulta imposible seleccionar algún objeto, nuestra primera comprobación debe ser vigilar los filtros de selección que están activos o no para su utilización y si el que queremos seleccionar se encuentra entre ellos. Alternativamente, también podemos optar por escoger la herramienta modo de selección, en la cual todos los elementos son seleccionables.

## 5.10.-Técnicas avanzadas del auto-trazador.

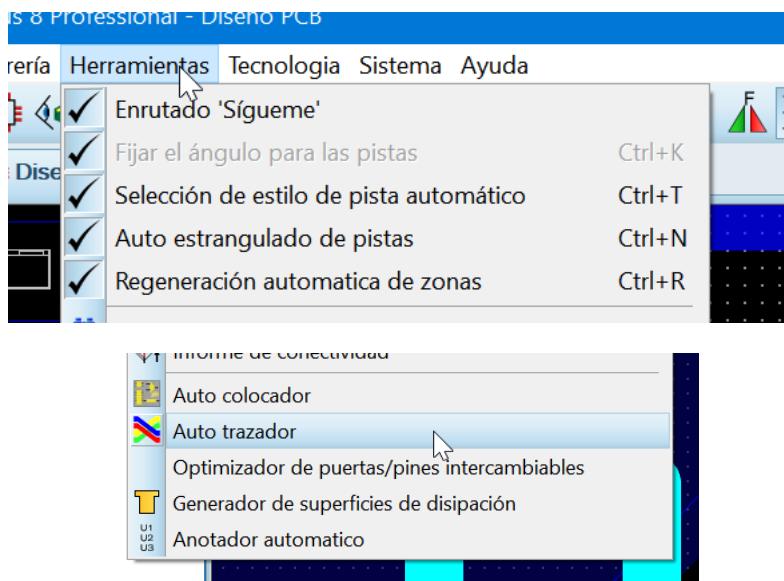
Puesto que con nuestra última operación hemos borrado un motón de pistas de forma parcial (borramos sólo el fragmento de pista que transcurría por la capa superior y hemos dejado el fragmento de pista que transcurre por la capa inferior) y hemos eliminado las vías existentes, el resultado que hemos obtenido es un tanto caótico y lioso. Afortunadamente, podemos recomponer la situación, simplemente volviendo a ejecutar el auto-trazador, y que se reconstruyan todas las pistas y vías. El auto-trazador tiene su propia fase de limpieza así que se encargará de borrar todos los fragmentos de pista existentes y terminará de completar el trazado de las pistas pendientes.

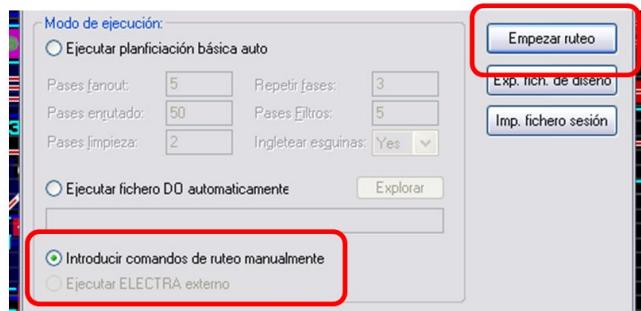
Si estamos utilizando una licencia con una versión estándar de Proteus (pcb starter kit, nivel 1 o nivel 1+) simplemente debemos volver a ejecutar el auto-trazador de la misma forma en que vimos que debíamos hacerlo previamente en este tutorial en un epígrafe anterior.

Para aquellos que estén utilizando las versiones más avanzadas de Proteus (nivel 2, nivel 2+ o nivel 3) vamos a dedicar un poco de tiempo a echar un vistazo a algunas de las posibilidades que se encuentran a nuestra disposición. Básicamente podemos hablar de dos aspectos principales.

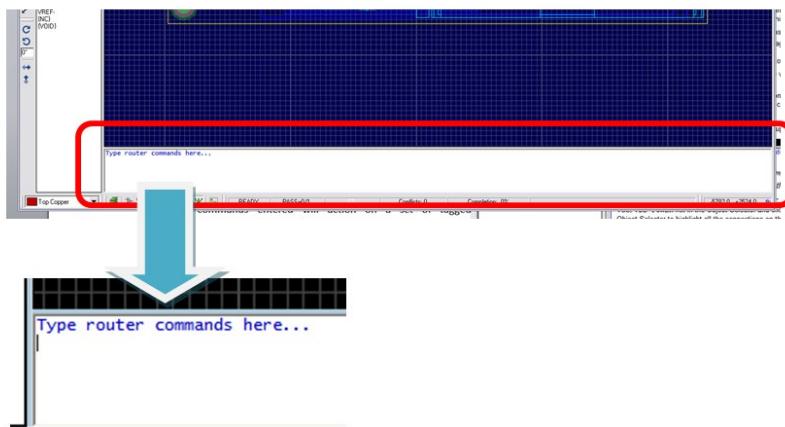
- La capacidad de trazar sólo pistas por un área determinada o trazar sólo aquellas pistas que forman parte de un conjunto concreto.
- La capacidad de controlar la programación del auto-enrutador determinando, por ejemplo, qué comandos se van a ejecutar y en qué orden lo van a hacer.

Comenzaremos por abrir la ventana de diálogo del auto-trazador, seleccionando el modo 'Introducir comandos de ruteo manualmente' y pulsando el botón 'Empezar ruteo'.





Una ventana de comandos se abrirá automáticamente en la zona inferior de la ventana de edición. En ella podemos ir dirigiendo el proceso de auto-enrutado de forma interactiva.



PROTEUS incorpora un rico conjunto de comandos para controlar el proceso de auto-enrutado. Incluyen la posibilidad de fijar la curvatura del ingleteado de las pistas o la longitud y la dirección con la que uniremos nuestras pistas a las huellas de los encapsulados SMD. Todos ellos están completamente documentados en la ayuda en línea, así que nosotros concentraremos nuestra atención en esta guía sólo en algunos ejemplos prácticos.

Hay un par de puntos muy importantes a tener muy en cuenta en el desarrollo de este proceso:

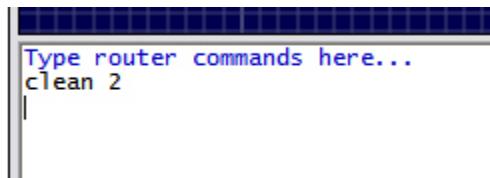
- Todos los comandos introducidos actuarán únicamente sobre el conjunto de conexiones seleccionadas a menos de que no tengamos nada seleccionado, en cuyo caso, su actuación se extenderá al conjunto completo de nuestro diseño.
- Cualquier cambio que realicemos en nuestro diseño o en los modos de selección, automáticamente provocará que se cierre el interface para controlar el auto-trazador.

Dicho con otras palabras, nosotros podemos elegir qué conexiones van a ser trazadas mediante la oportuna selección de los objetos implicados.

Vamos a empezar por limpiar todos los trozos de pistas que nos quedaron por la capa inferior generados por el borrado parcial que llevamos a cabo sobre la capa superior. La sintaxis básica de la mayoría de los comandos disponibles es:

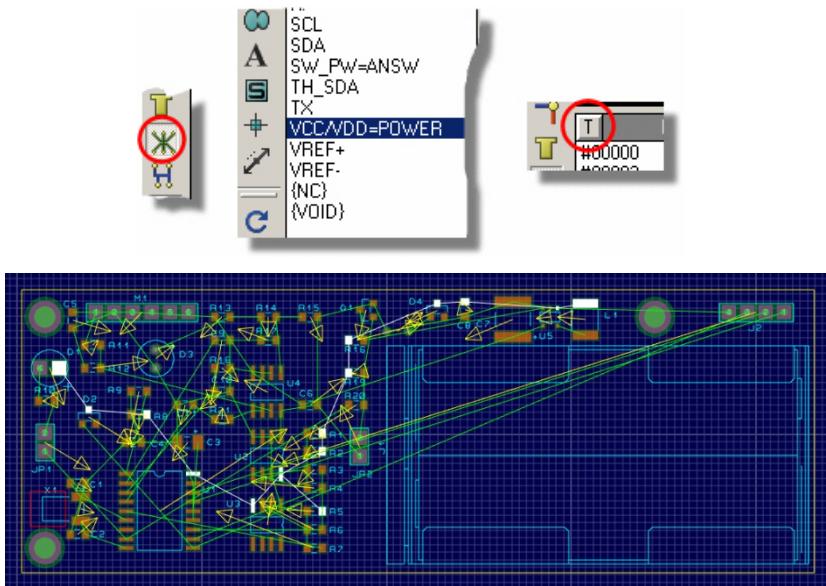
<comando> <número de pasadas>

Así que podemos comenzar tecleando el comando “clean 2” para limpiar los trozos que nos habían quedado de pistas dando dos pasadas.



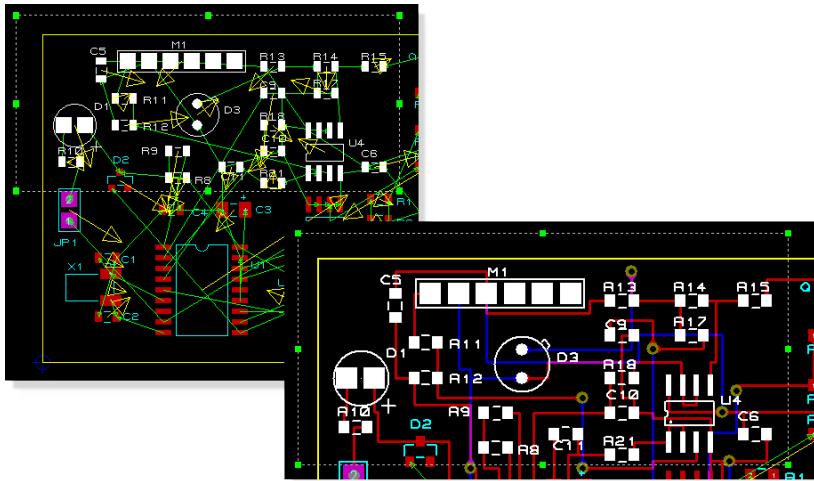
The image shows a terminal window with a dark blue header bar. Below it, the text "Type router commands here..." is displayed in a light blue font. Underneath that, the command "clean 2" is written in a standard white font. There is a vertical cursor line to the left of the "c" in "clean".

A continuación, vamos a suponer que deseamos trazar únicamente las conexiones de la red VCC. En primer lugar vamos a seleccionar el ‘modo trazos de unión’ en la barra lateral, la red “VCC/VDD=POWER” en el selector de objetos y pulsar el botón “T” situado en la zona superior del selector para que todas las conexiones de esta red queden seleccionadas.



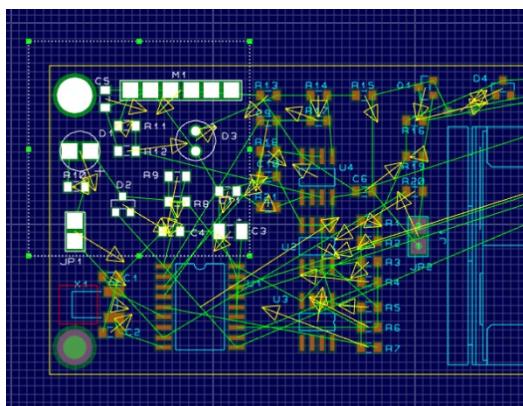
Ejecutemos ahora el comando “route 5” para que se realice el trazado de estas pistas.

```
Type router commands here...
route 5|
```

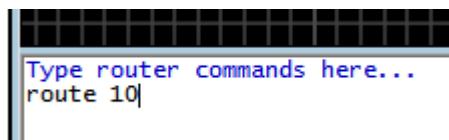


Pulsando con el botón izquierdo del ratón en cualquier parte de la ventana de edición, deseleccionaremos todos los elementos activos actualmente. Podemos, entonces, utilizar la rueda del ratón o los atajos de teclado para hacer un zoom en la forma habitual.

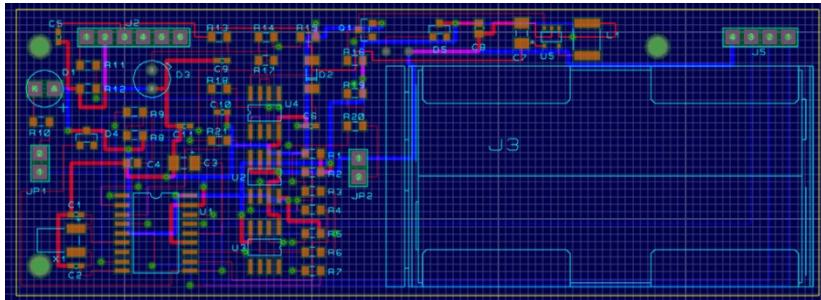
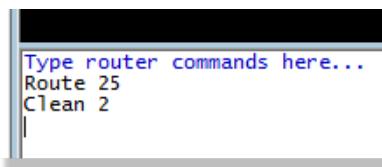
También cabe la posibilidad de que seleccionemos todas las conexiones que se encuentran en un determinado área de nuestra PCB y trazar las pistas correspondientes, independientemente del resto de la placa. Por ejemplo, podemos pulsar el botón izquierdo del ratón y, sin soltarlo, dibujar una caja alrededor de la mitad izquierda de la placa.



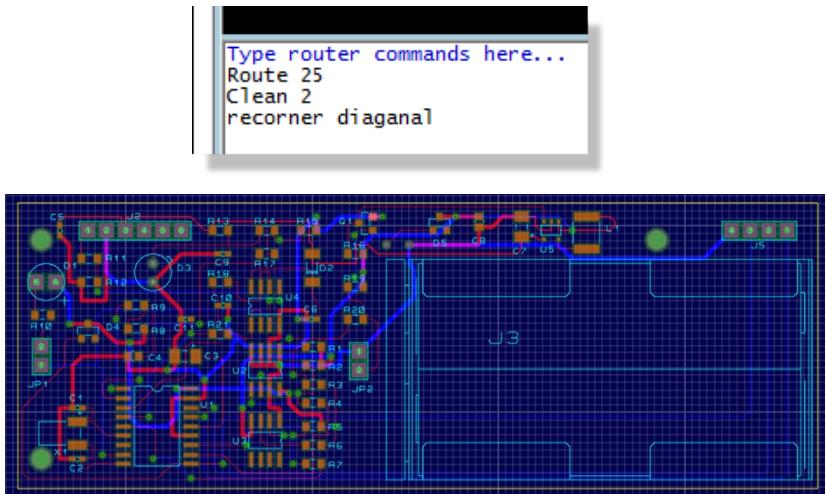
A continuación introducimos el comando “route 10” y completaremos las tareas de trazado de pistas de esa área de la PCB.



Es posible que notemos que queda algún trazo de unión después de terminar el proceso de generar las pistas, porque no se ha completado todas las conexiones. Podemos tratar de resolver este problema utilizando los comandos CLEAN, FILTER y ROUTE varias veces. Sin embargo en nuestro caso es más sencillo borrar todo lo que hemos hecho y retroceder al escenario donde todo estaba hecho. Para ello apuntamos con el cursor del ratón a un área vacía y pulsamos el botón izquierdo para limpiar todas las selecciones. A continuación introducimos los comandos “route 25” y “clean 2” y deberíamos obtener nuestra placa completamente terminada.



También podemos reducir la longitud de las pistas tecleando el comando ‘recorner diagonal’ para darle un toque final a nuestro trabajo.



No debemos olvidar que el sistema de comandos es mucho más flexible que lo poco que hemos podido conocer en este tutorial. No sólo existen muchos más comandos disponibles, sino que además muchos de ellos tienen más parámetros que no hemos tenido en cuenta en este documento.

Podemos salir del auto-trazador en cualquier momento utilizando el atajo de teclado “ESC”.

## 6.-Listas de redes y los cambios en el diseño.

Hasta ahora hemos colocado y trazado pistas basándonos en la información del esquema electrónico que habíamos diseñado siguiendo las directrices del tutorial 'Primeros pasos con la pestaña Esquema electrónico'. Sin embargo, en la práctica, es muy habitual que necesitemos realizar cambios en el esquema electrónico durante el proceso de diseño de la placa de circuito impreso. Así que ahora dedicaremos un poco de tiempo a examinar cómo se produce el flujo de información entre las dos herramientas.

Puesto que nosotros vamos a editar ambos, el esquema y la placa, necesitamos tener las dos pestañas abiertas. Si, en este momento, la pestaña Esquema electrónico estuviera cerrada, podemos abrirla utilizando el botón correspondiente de la barra de herramientas situada en la zona superior.



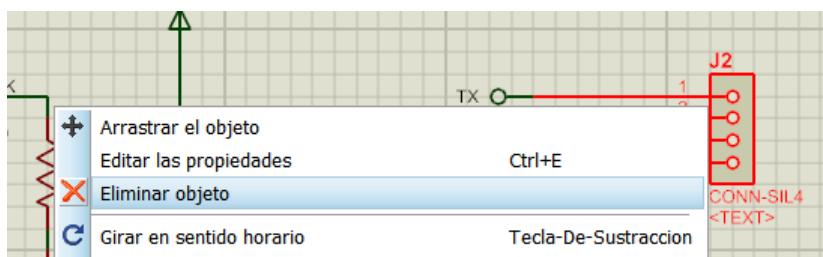
Puesto que vamos a trabajar con los dos módulos, si dispone de dos monitores (o de uno grande) es posible que le resulte más cómodo separar una de las pestañas creando una nueva ventana, de tal manera que cada una de las ventanas se ejecute en uno de los monitores (o en dos ventanas diferentes). Para lograrlo, sólo hay que coger y arrastrar una de las pestañas hasta el segundo monitor.

Sin embargo en esta guía vamos a asumir que los dos módulos se ejecutan en dos pestañas dentro de la misma ventana de aplicación.

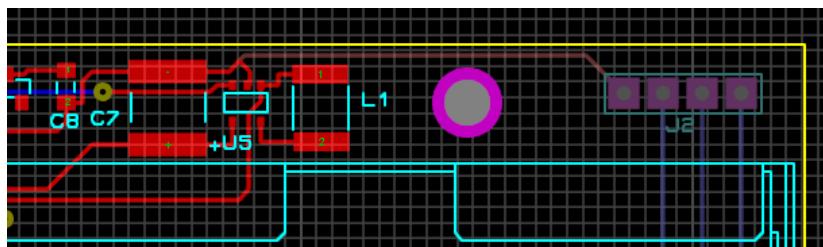


## 6.1.-Lista de redes en modo tiempo real.

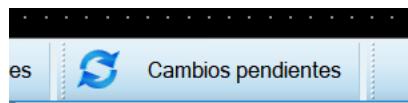
Lo primero que vamos a hacer es borrar el conector etiquetado como J2 de nuestro esquema electrónico. Para ello, activamos la pestaña Esquema electrónico, apuntamos al conector y con el botón derecho del ratón abrimos el menú contextual y seleccionamos la opción 'eliminar objeto'.



A continuación, volvemos a la pestaña 'Diseño PCB'. Podemos observar que el componente J2 aparece difuminado para indicar que ya no está presente en el esquema.

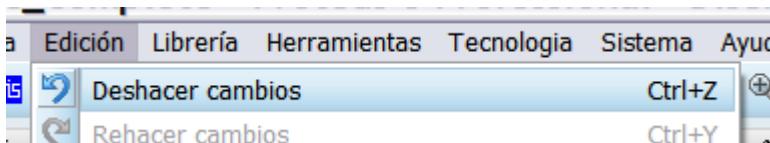


Además en la barra de estado podemos ver el mensaje mostrando que hay cambios pendientes de actualizar.

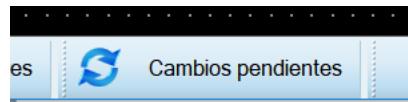


Puesto que la acción realizada en la pestaña Esquema electrónico supone la eliminación de elementos de la placa, Proteus nos requiere una confirmación manual. Proteus nos ofrece dos posibilidades.

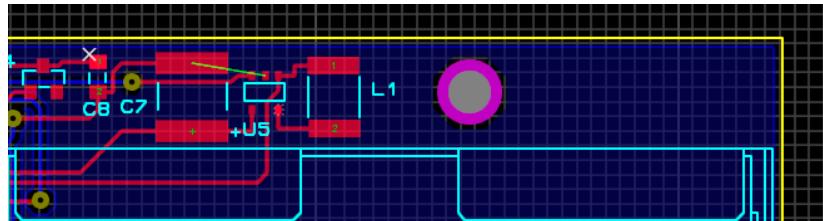
El primer método es utilizar el comando ‘deshacer cambios’ del menú ‘Edición’ (o el atajo de teclado CTRL+Z) cuando no nos gustan los cambios realizados y queremos dejar el diseño como estaba.



O podemos confirmar los cambios realizados en la pestaña Esquema electrónico. Para ello haremos una pulsación del ratón en la barra de estado donde aparecía el mensaje de cambios pendientes.



Cuando hagamos esto, los elementos difuminados se eliminarán.

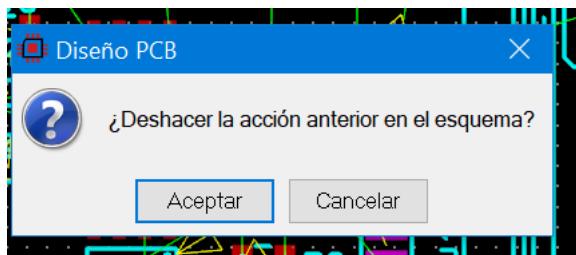


Todas las pistas conectadas al dispositivo eliminado se borrarán y desaparecerán de la placa. Si preferimos que las pistas permanezcan y no se borren (dejando, lógicamente, un extremo de ellas ‘en el aire’ sin conectar) debemos borrar el encapsulado directamente en ARES con el comando ‘eliminar objeto’.

El sistema que controla los cambios realizados en nuestro proyecto está siempre disponible. Pulsando sobre el icono ‘deshacer cambios’ o utilizando el atajo de teclado (CTRL-Z) volveremos a visualizar los objetos difuminados. Repitiendo el proceso una segunda vez, volveremos a dejar el esquema electrónico y la placa de circuito impreso en su estado original.



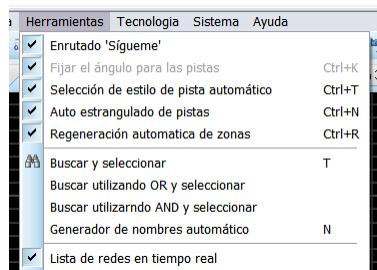
Cuando una operación de restauración de cambios se ejecuta en la pestaña ‘Diseño PCB’ pero su ejecución afecta a los datos de la pestaña ‘Esquema electrónico’ porque la anterior operación se realizó en ella, Proteus nos mostrará una ventana pidiendo la confirmación antes de llevar a cabo la operación. En nuestro caso, queremos colocar de nuevo el conector en nuestro diseño, así que debemos aceptar la operación en la ventana emergente.



Todo esto ha sido un ejemplo sencillo para que pudiéramos observar como los cambios en el esquema electrónico afectan a los objetos ya colocados en nuestra PCB. Lo más importante es recordar que la lista de redes se mantiene en tiempo real y que si cualquier cambio se produce en el diseño electrónico que afecte a las conexiones entre los diversos componentes ya ubicados en nuestra placa, necesitaremos confirmarlo manualmente.

## 6.2.-Lista de redes en tiempo real y en modo fichero por lotes.

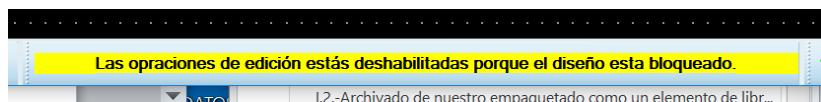
Si lo preferimos, podemos desactivar la opción de lista de redes en tiempo real y utilizar el modo tradicional de la versión 7 usando la actualización de la lista de redes como si se tratara de un fichero por lotes. El modo de funcionamiento deseado se controla desde la opción ‘Lista de redes en tiempo real’ del menú ‘Herramientas’ de la pestaña ‘Diseño PCB’.



Desactivemos la opción de lista de redes en tiempo real y repitamos el mismo proceso que antes para comprobar las diferencias en el funcionamiento. Volveremos a la pestaña Esquema electrónico y, de nuevo, borramos el conector J2. Activamos la pestaña ‘Diseño PCB’ y veremos en la barra de estado que ha aparecido un nuevo mensaje informándonos de que ahora no existe sincronización entre la pestaña Esquema electrónico y Diseño PCB.



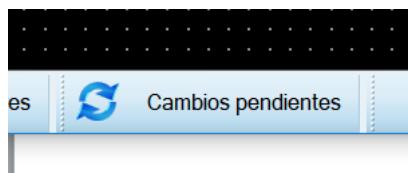
Y si intentamos cambiar algo en la placa tendremos el siguiente mensaje.



Estos mensajes nos están indicando que no hemos cargado la lista de redes después de haberla cambiado y que no podremos trabajar

en el diseño de la PCB hasta que procedamos a la actualización de la información. Proteus trabaja con una única base de datos centralizada que incluye la información de los componentes del esquema electrónico y de los encapsulados en la PCB. Por esta razón, mientras estamos trabajando en el esquema no podemos estar trabajando en la PCB hasta que procedamos a sincronizar la información. Si pulsamos sobre el mensaje actualizaremos la información y desbloquearemos el trabajo sobre la PCB.

Con estas operaciones hemos llegado al mismo sitio que cuando realizamos la operación en el modo lista de redes en tiempo real. Ahora nuestro conector aparece difuminado y en la barra de estado se muestra el mensaje de que hay cambios pendientes.



La principal diferencia entre usar la lista de redes en modo tiempo real o en modo fichero por lotes, consiste en que tenemos que confirmar manualmente cada cambio llevado a cabo en la lista de redes desde la pestaña Esquema electrónico. Nuestra recomendación es utilizar la lista de redes en modo tiempo real para el trabajo cotidiano y reservar sólo el modo fichero por lotes para diseños especialmente grandes cuando hacerlo puede resultar una táctica útil para evitar retrasos en el refresco del esquema por las tareas de actualización de las redes que se están produciendo en segundo plano.

Es importante tener en cuenta que cuando importamos un diseño heredado de versiones anteriores (los ficheros dsn y lyt) utilizando el asistente de importación, tenemos obligatoriamente que activar el modo de lista de redes en tiempo real a mano, antes de empezar con nuestro trabajo. El asistente de importación deja dentro de Proteus 8 un esquema electrónico y un diseño de la PCB exactamente igual que como estaban en Proteus 7 (como dos entidades separadas). Por eso no hay ningún tipo de conexión entre las dos ni se ha generado la información de la lista de redes del

esquema a la placa (la lista de redes no está en modo tiempo real). Este comportamiento se ha diseñado así porque la relación real que existe entre el esquema y la placa es desconocida en Proteus 7 (en las versiones anteriores se podían hacer cambios en el diseño sin actualizar la placa) y no parece conveniente llevar a cabo cambios en la placa que no han sido voluntariamente elegidos por el diseñador y de los que puede no haber tenido noticia.

Por último, hay que tener en cuenta que cuando trabajamos en el modo fichero por lotes podemos encontrarnos que varias opciones del menú están deshabilitadas hasta que volvamos al modo lista de redes en tiempo real.

### **6.3.-Etiquetado de componentes.**

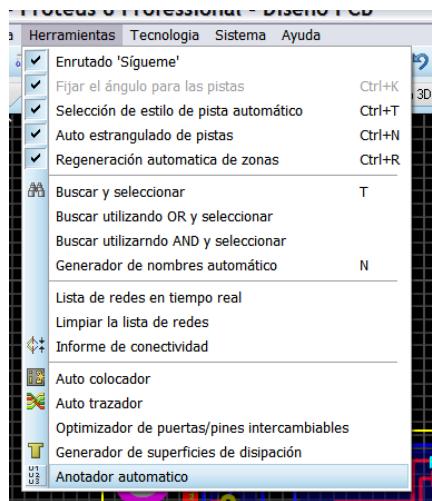
Realizar cambios en el etiquetado desde el esquema electrónico a la PCB o desde la PCB al esquema electrónico son operaciones corrientes cuando los dos módulos están activos.

#### **6.3.1.-Actualizar los cambios del esquema a la pcb.**

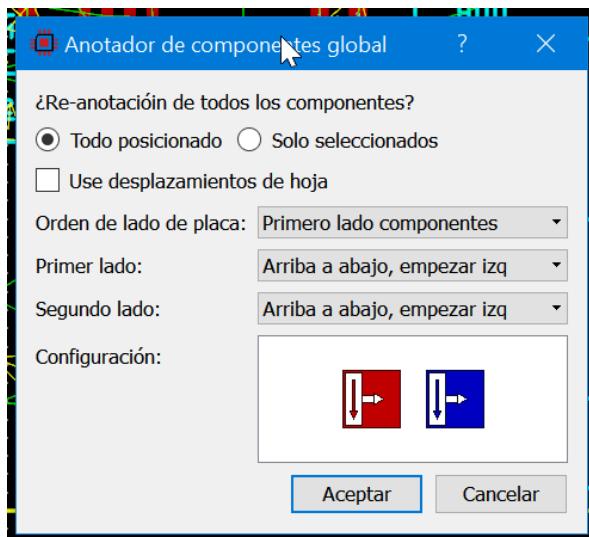
Los cambios que se efectúan en el esquema electrónico automáticamente se reflejan en la PCB cuando la lista de redes está en modo tiempo real. Si la lista de redes está en modo fichero por lotes, la actualización se produce cuando se requiera hacerlo de forma manual.

#### **6.3.2.-Actualizar los cambios del pcb en el esquema.**

Es posible re-etiquetar todos los componentes colocados en la PCB, tanto de forma manual (modificando la etiqueta asociada a cada elemento) como de forma global utilizando la opción 'Anotador automático' del menú 'Herramientas'.



En este segundo supuesto la ventana de diálogo que se abre nos permite escoger la dirección y punto de inicio que se seguirán para la rotulación de los componentes, además de otras opciones importantes.



Cuando la lista de redes está en el modo tiempo real, los cambios efectuados se reflejan automáticamente en el esquema electrónico. Cuando la lista de redes está en el modo fichero por lotes, el esquema se actualizará y la PCB quedará bloqueada igual que si la lista de redes hubiera sido modificada desde la pestaña Esquema electrónico. Necesitaremos activarla manualmente para pasar la información de la pestaña Esquema electrónico a la pestaña Diseño PCB.

### **6.3.3.-Las reglas de oro para trabajar con las listas de redes.**

Existe una serie de reglas de oro muy importantes para entender bien el funcionamiento de las listas de redes en Proteus.

- Cuando la lista de redes esté en el modo tiempo real, cualquier cambio que suponga añadir una conexión se hará de forma automática (v.g. añadir un cable en el esquema electrónico supone la aparición de un trazo de unión en la PCB). Cuando el cambio suponga eliminar una conexión, el cambio se mostrará en la PCB mostrando los objetos difuminados y se tendrá que confirmar la operación de forma manual.
- Cuando la lista de redes esté en el modo fichero por lotes cualquier cambio en la lista de redes necesitará desbloquear y actualizar la lista de redes para poder trabajar en la PCB.
- Pulsar con el ratón sobre los cambios pendientes provocará que se borren los encapsulados que hayan sido eliminados del esquema electrónico y todas las pistas asociadas a ellos. Si deseamos borrar sólo los encapsulados y dejar las pistas, debemos eliminar los encapsulados directamente en la pestaña Diseño PCB.
- Los objetos difuminados en la pestaña Diseño PCB son sólo marcadores de posición virtuales que sirven de ayuda visual. Estos objetos no existen realmente en la PCB. La mejor práctica es siempre pulsar con el ratón sobre los cambios pendientes y mantener la información de la PCB y del esquema electrónico, coherentes entre sí.

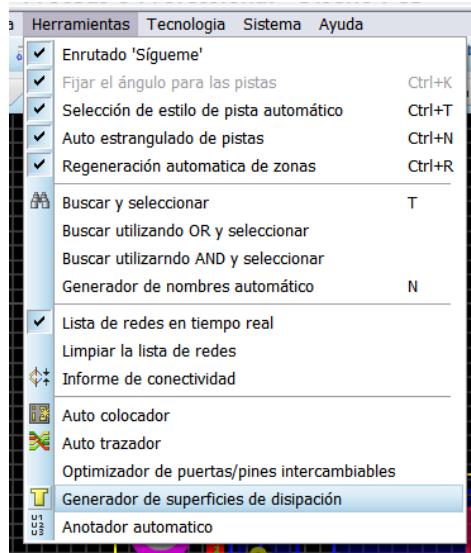
- Los proyectos heredados procedentes de versiones anteriores de Proteus siempre arrancan con la lista de redes en modo fichero por lotes y no hay forma de afirmar si la pestaña Esquema electrónico y Diseño PCB están sincronizados correctamente. Por el contrario, los proyectos nuevos siempre arrancan con la lista de redes en modo tiempo real. En cualquier momento podemos cambiar según nuestras preferencias de uno a otro modo desde la opción 'Lista de redes en tiempo real' del menú 'Herramientas'.

# 7.-Superficies de disipación y ranuras.

Ahora que ya tenemos nuestra placa con todos los componentes ubicados y todas las pistas que los unen trazadas ya nos queda muy poco para completar nuestro trabajo. Para minimizar la impedancia de las pistas, vamos a colocar una superficie de disipación rectangular que cubra completamente nuestra PCB.

## 7.1.-Creando superficies de disipación.

Las superficies de disipación rectangulares que cubren completamente nuestra PCB son las más sencillas de crear y se pueden generar con todos los diferentes tipos de licencia de PROTEUS PCB. Empezaremos ejecutando el generador de superficies de disipación utilizando la opción ‘Generador de superficies de disipación’ del menú ‘Herramientas’.



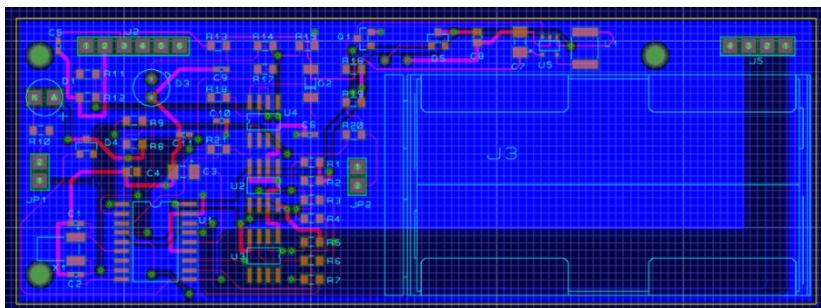
En la ventana de diálogo que aparece debemos seleccionar:

1. La red a la que se va a conectar la superficie de disipación. En nuestro caso “GND=POWER”.
2. La capa en la que vamos a generar la superficie de disipación. En este caso la Bottom copper.
3. El estilo de los bordes de la superficie. Con este parámetro indicamos el estilo de pista que el generador va a utilizar para dibujar los bordes exteriores e interiores de la superficie de disipación y, como consecuencia, también determina la sección más estrecha necesaria para que a través de ella la superficie de disipación sea capaz de crear una conexión. Elegir valores grandes impedirá que el cobre de la superficie de disipación fluya a través de pequeños espacios estrechos (por ejemplo entre los pines de un integrado). Usar valores muy pequeños puede significar que la conexión entre diferentes zonas de la superficie de disipación se lleve a cabo a través de pasillos de cobre demasiado estrechos. Le asignaremos el valor T20.
4. La holgura que se respetará desde la superficie de disipación al borde de la PCB (25th).

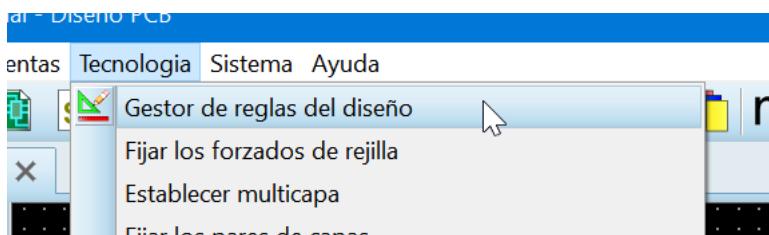


Después de introducir todos los parámetros, podemos pulsar sobre el botón ‘Aceptar’. Tenemos que obtener una superficie de disipación

que se extiende a todo lo largo de nuestra PCB como la que se muestra en la siguiente imagen<sup>7</sup>.

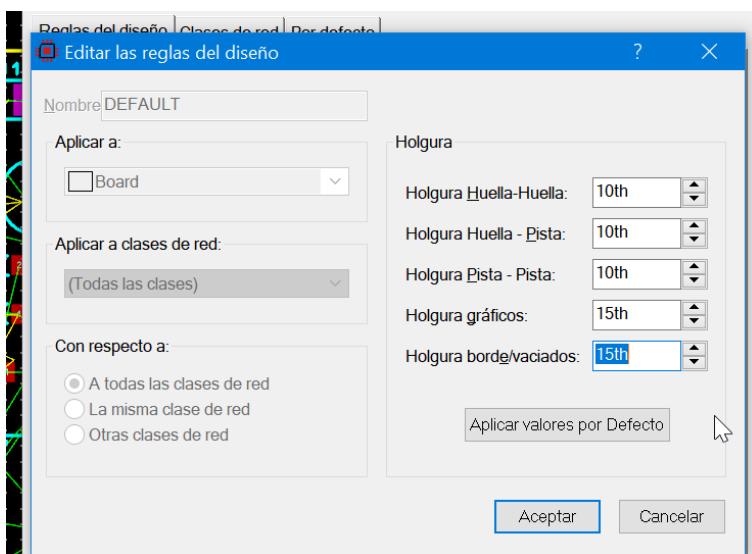
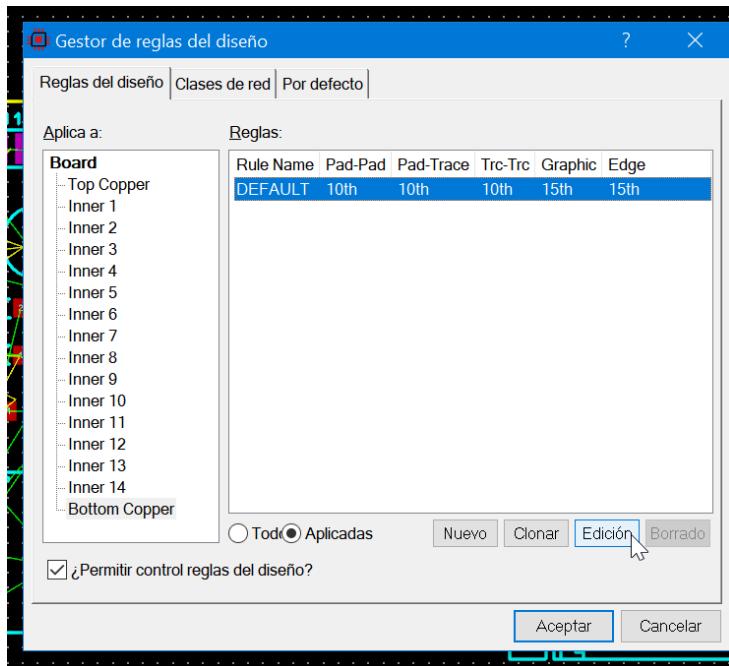


La holgura desde la zona ocupada por la superficie de disipación y el borde de la placa se define en la regla del diseño 'holgura borde/vaciados'. Podemos cambiar el valor desde el gestor de reglas del diseño y, a continuación, volver a re-generar la superficie de disipación para cambiar el resultado.



---

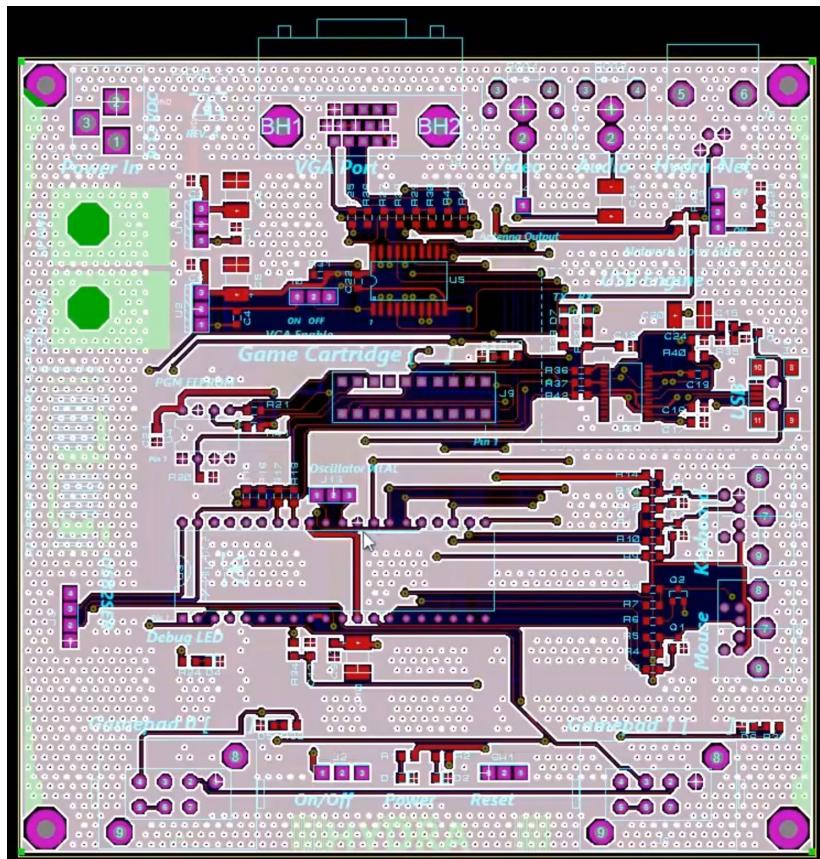
<sup>7</sup> La imagen puede variar según hayamos colocado las pistas que pusimos de forma manual. En la imagen hemos hecho que la superficie se muestre de color más intenso para resaltar. Por defecto, la superficie de disipación se generara difuminada y resaltará menos.



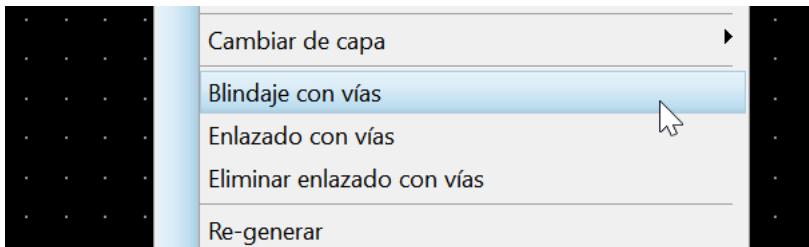
Puesto que podemos tener reglas del diseño diferentes por cada capa, es posible definir valores distintos de holgura para las superficies de disipación generadas en distintas capas de nuestra placa.

## 7.2.-Enlazado y blindaje de superficies de disipación usando vias.

En Proteus resulta muy sencillo enlazar superficies de disipación entre sí utilizando vías para reducir el trazado de las pistas de retorno y reducir los ruidos generados.

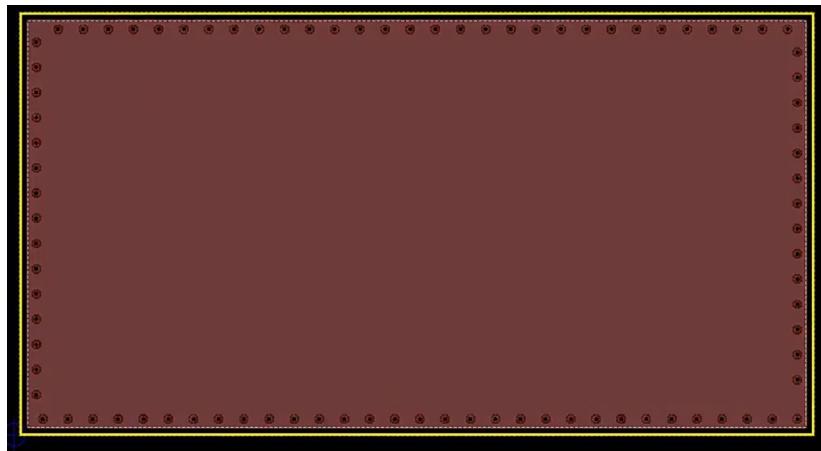


Llevaremos a cabo esta operación usando las opciones disponibles en el menú contextual de la superficie de disipación que se abre cuando seleccionamos el borde de la misma y pulsamos el botón derecho del ratón.

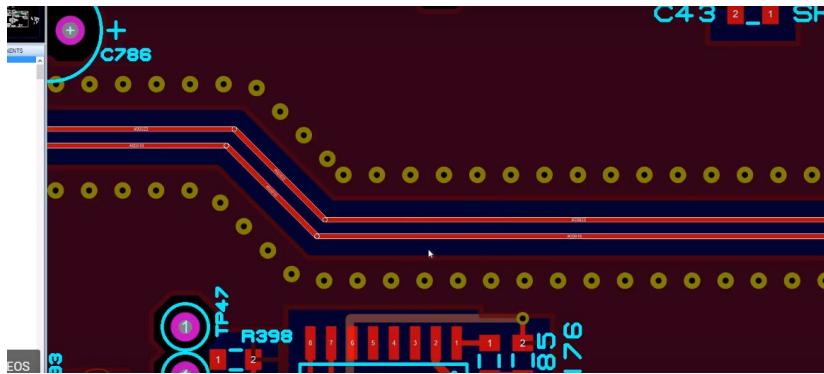


El enlazado coloca tantas vías como sea posible a lo largo de toda la superficie de disipación. Lógicamente sólo se crean vías en las zonas comunes a las dos superficies que queramos enlazar.

El blindaje crea una fila de vías a lo largo de todo el perímetro de la zona de disipación.



También se puede usar esta técnica para aislar pistas de datos de alta velocidad para reducir las interferencias.



Una vez creadas las vías, podemos desplazarlas o eliminarlas de forma individual, seleccionando varias de ellas y operando sobre el conjunto, o eliminarlas todas de una vez usando la opción del menú contextual ‘Eliminar enlazado con vías’.

### 7.3.-Anidamientos e islas.

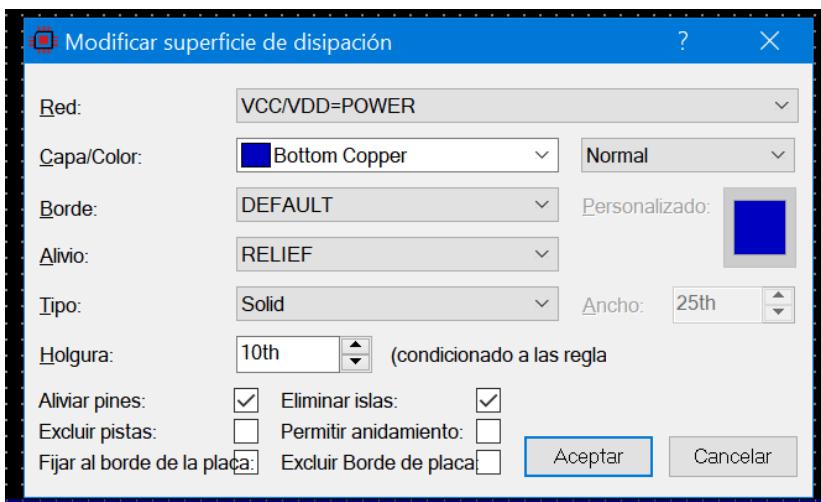
Hay varias opciones adicionales disponibles que podemos configurar para colocar las zonas de disipación. Editar una zona de disipación es sustancialmente diferente a hacerlo con el resto de objetos disponibles en PROTEUS. Siempre se debe pulsar el botón derecho del ratón sobre el borde de la zona de disipación para evitar selecciones no deseadas. Antes de hacerlo debemos comprobar que los filtros de selección están configurados para que las zonas de disipación sean seleccionables.



A continuación haremos un zoom para ampliar y moveremos el cursor del ratón hasta el borde de la zona de disipación. Pulsaremos el botón derecho del ratón cuando la zona aparezca activa bajo el ratón (todo el borde se convierte en una línea de trazos blanca). En el menú contextual que aparece, seleccionaremos la opción ‘Editar las propiedades’.



Obtendremos la siguiente ventana de diálogo donde podemos editar las propiedades de la superficie de disipación.



A continuación, analizaremos los parámetros más relevantes.

- Red. La red a la que se va a conectar la superficie de disipación.
- Capa/Color. La capa en la que vamos a generar la superficie de disipación. Una vez seleccionada podemos elegir en el cuadro de al lado si será dibujada con los colores

normales de esa capa (normal), con una pequeña atenuación sobre ese color (dimmed) o con un color atenuado elegido en el cuadro situado debajo (custom dimmed).

- **Borde.** El estilo de los límites de la superficie. Con este parámetro indicamos el estilo de pista que el generador va a utilizar para dibujar los bordes exteriores e interiores de la superficie de disipación y, como consecuencia, también determina la sección más estrecha necesaria para que a través de ella la superficie de disipación sea capaz de crear una conexión. Elegir valores grandes evitara que el cobre de la superficie de disipación fluya a través de pequeños espacios estrechos (por ejemplo entre los pines de un integrado). Usar valores muy pequeños puede significar que la conexión entre diferentes zonas de la superficie de disipación se haga a través de pasillos de cobre demasiado estrechos.
- **Alivio.** Especifica el estilo de la pista que utilizará el generador para unir la superficie de disipación con un pin (lógicamente, sólo los pines que pertenezcan a la misma red con la que se ha enlazado la superficie de disipación). La conexión de la superficie con las vías se hace por contacto directo. No podemos utilizar tamaños de pista mayores que el valor especificado en el parámetro “borde”



- **Tipo.** Señala la forma que va a utilizar PROTUES para representar gráficamente la superficie de disipación. Existen cuatro opciones: solid (solido), outline (contorno), hatched

(sombreado) y empty (vacío). ‘Sólido’ representará toda la superficie como un continuo plano. ‘Contorno’ sólo representará el borde de la superficie. ‘Sombreado’ rellena la superficie con un patrón de forma de rejilla, con un paso entre cada nodo de la rejilla fijado en el parámetro “ancho”. ‘Vacío’ se utiliza para crear agujeros (superficies sin cobre) dentro de otras zonas de disipación creadas previamente.

- Holgura y aliviar pines. ‘Holgura’ determina la separación que se dejará entre la superficie de disipación y cualquier otro objeto de la capa. Cuando se selecciona la opción “aliviar pines”, los pines que se conectan a la zona se unirán utilizando alivios térmicos. Si la opción está desmarcada, los pines se conectarán mediante superficie de cobre sólida, excepto los que estén explícitamente marcados para ser conexionados con alivios térmicos. De esta forma combinando los parámetros se puede mezclar conexiones con alivios térmicos y conexiones con cobre. Conviene siempre dejar esta opción marcada por defecto.
- Excluir pistas. Si está seleccionado el generador considerará las pistas conectadas a su misma red como obstáculos que debe salvar al crear la superficie de disipación. En caso contrario, la superficie fluirá por encima de esas pistas como un todo. Las pistas de otras redes, las pistas sin red definida o los fragmentos perdidos de pistas siempre se consideran obstáculos que la zona debe evitar. Normalmente esta opción debe quedar desmarcada.
- Fijar al borde de la capa. Cuando está seleccionado el generador mantendrá la separación con el borde de la placa fijado en las reglas del diseño si se desplaza o se ajusta el contorno de la superficie.
- Eliminar islas. Una isla se defina como un área de cobre en la cual no existe ninguna conexión con la red a la que pertenece la superficie de disipación. Marcar esta opción asegura que la superficie de disipación se limita a las áreas donde se pueden realizar conexiones con la red.
- Permitir anidamiento. Esta opción permite crear zonas interiores en el caso de que el flujo de la zona de disipación se

vea impedido por objetos (por ejemplo las huellas de un encapsulado SMD). Este problema se suele dar en diseños densos y complejos. Cuando lo seleccionamos, la superficie saltará el obstáculo seguirá fluyendo a lo largo de la placa. Esto resulta útil en los casos en los que deseamos sustituir una huella conectada a esa red por una pequeña zona que fluye a todo su alrededor en el espacio disponible.

- Excluir borde de la placa. Cuando está seleccionado, el borde de la placa se le considerará como un obstáculo y se mantendrá la distancia al mismo prefijada en las reglas del diseño en el parámetro holgura borde/vaciados.

Dada la sencillez de la PCB de la que nos ocupamos como ejemplo en este tutorial, todas las opciones dadas por defecto nos sirven. Incluso algunas de las opciones no tendrán ningún efecto porque no se aplicarán en nuestro caso. Pero puede ser un buen momento para practicar con los efectos de algunos de estos parámetros.

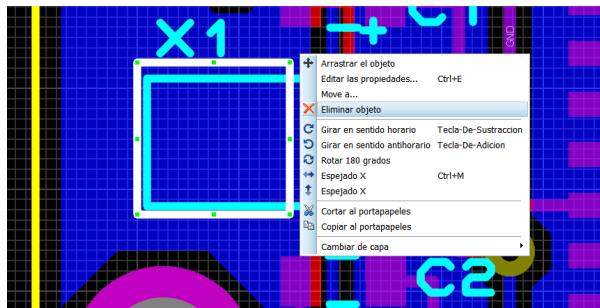
Sólo hemos cubierto los aspectos más básicos de las zonas de disipación. Para mayor información se puede consultar en la ayuda en línea. En ella podemos encontrar información, por ejemplo, de cómo generar zonas partidas, zonas de exclusión o pistas puente entre diferentes zonas.

## 7.4.-Vaciados y ranuras.

Para terminar la elaboración de nuestra PCB necesitamos retomar el tema del sensor de temperatura y humedad (U3). Con objeto de reducir los errores de medida, deseamos realizar una separación térmica alrededor de este componente. Con ello pretendemos que el valor medido por el integrado se corresponda lo más exactamente posible con la temperatura ambiente y no se vea influenciado por el calor que desprende la propia PCB.

Tenemos que recordar que con anterioridad ya colocamos un área de exclusión alrededor del integrado para asegurarnos que el autotrazador no iba a colocar pistas a través de este espacio. Esta área es la misma que la que ahora queremos cortar.

Vamos a comenzar nuestro trabajo haciendo un zoom alrededor del integrado U3 y eliminando el área de exclusión que habíamos creado.

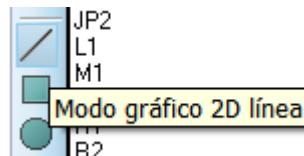


Para hacerlo tenemos que elegir la herramienta modo selección de la barra lateral y cambiar los filtros de selección de la barra de estado para asegurarnos que podemos editar los objetos gráficos 2D. Podemos aprovechar y remover también el área de exclusión que habíamos creado alrededor del cristal.



Volvamos al componente U3. Necesitamos marcar la región de corte. En PROTEUS esta tarea se realiza en dos pasos. Primero necesitamos colocar un gráfico en el lugar adecuado sobre una de las capas de mecanizado. A continuación designaremos la capa de mecanizado como una capa para ranuras, para informar convenientemente al fabricante de circuitos impresos cuando generemos el fichero de salida.

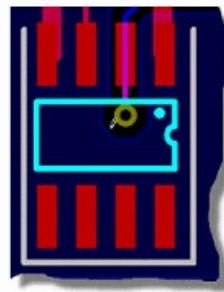
Empecemos seleccionando la herramienta 'Modo gráfico 2D línea' en la barra lateral.



A continuación, seleccionaremos en el selector de capas “MECH1”.

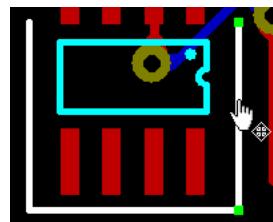


Luego, dibujaremos tres líneas formando una “U” alrededor del integrado.

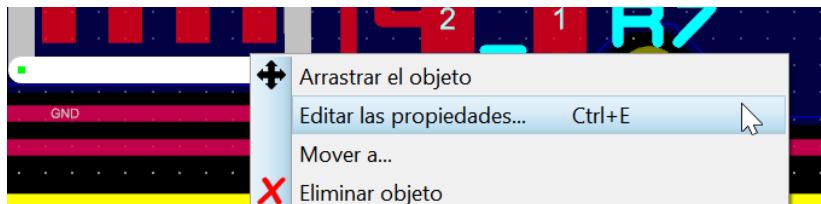


Vamos a terminar modificando un poco estas tres líneas para obtener un resultado más fino, con las siguientes operaciones:

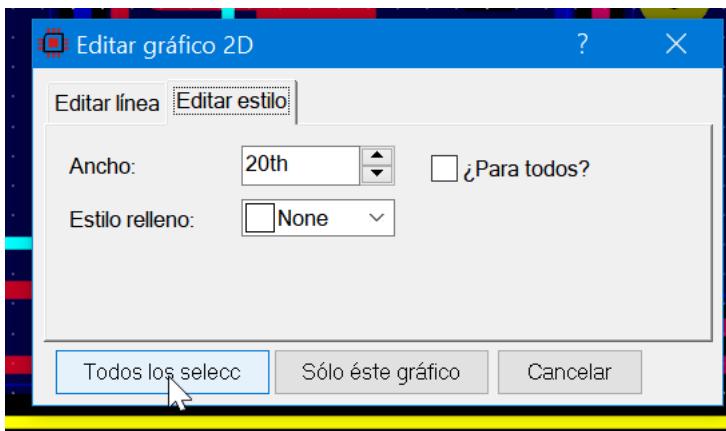
- Elegimos el ‘modo selección’, mantenemos pulsada la tecla CTRL y pulsamos con el botón izquierdo del ratón una vez sobre cada una de las tres líneas. Con ello tenemos que lograr la selección de las tres líneas.



- Pulsamos el botón derecho del ratón sobre una de las líneas y en el menú contextual que aparece seleccionamos la opción 'Editar las propiedades'.



- Desmarcamos la casilla de verificación '¿para todos', elegimos como ancho el valor de 20th y pulsamos sobre el botón 'todos los seleccionados'.



Más adelante en este mismo tutorial, en el epígrafe dedicado a la generación de los ficheros de salida para el fabricante de circuitos impresos, explicaremos cómo hay que hacer para especificar que la capa MECH1 es una capa para vacíos y ranuras.

## 8.-Vistas tridimensionales.

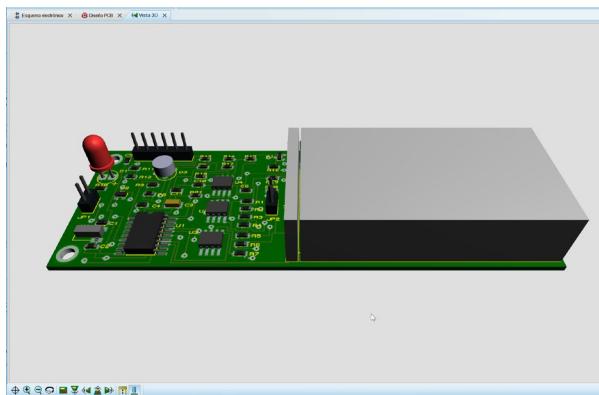
Una vez que nuestra tarjeta tiene todas las pistas trazadas y ya está lista para comenzar el proceso de producción, podemos querer obtener una vista tridimensional para tener una vista previa de cómo va quedar tan real como sea posible. Esto puede ayudarnos a tomar decisiones y corregir algunos aspectos antes de construir nuestro primer prototipo.

Las características asociadas a la vista tridimensional solo están disponibles en las versiones PCB nivel 2 o superior.

Para arrancar la vista tridimensional usaremos el ícono de la barra de herramientas para invocar al visor 3D.



Al hacerlo se abrirá una nueva pestaña que mostrará la vista tridimensional. Como en el caso de las pestañas esquema electrónico y diseño PCB podemos arrastar la pestaña fuera del área de trabajo de Proteus para ejecutar el visor en una ventana separada y poder ver al mismo tiempo la vista 2D y 3D.



## 8.1.-Vistas predefinidas desde diferentes ángulos.

La primera operación que suele interesar hacer al abrir el visor 3D es visualizar nuestra placa desde diferentes ángulos. Proteus ofrece cinco vistas preestablecidas: superior, frontal, trasera, izquierda y derecha. Se puede acceder a cada una de ellas por varios caminos distintos.

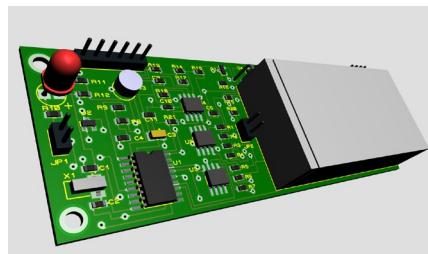
- Usando las opciones del menú Vista.
- Desde la barra de herramientas situada en la zona inferior.
- Usando los atajos de teclado F8 a F12.



Además de visualizar nuestra placa desde distintos ángulos, también es posible acercar o alejar el nivel del zoom. De nuevo tenemos varias formas de afrontar esta tarea.

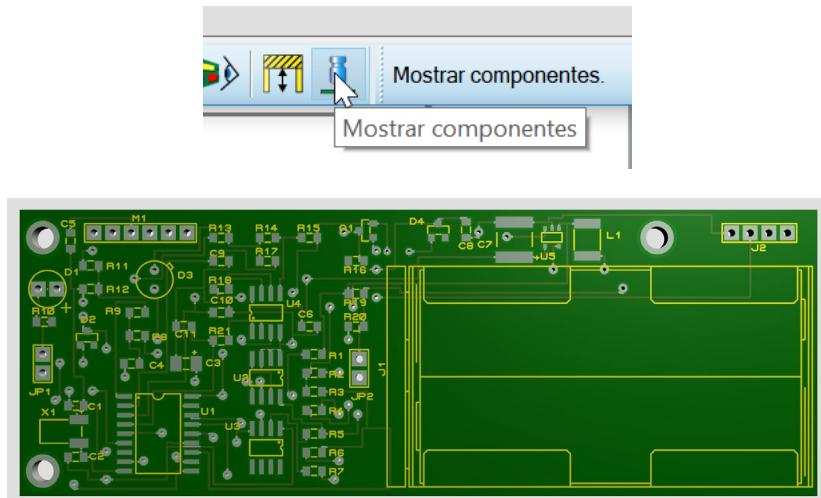
- Usar la rueda del ratón girándola hacia adelante y atrás (el método recomendado).
- Usando las opciones del menú Vista.
- Desde la barra de herramientas situada en la zona inferior.
- Usando los atajos de teclado F6 (aumentar) a F7 (disminuir).

Este es un buen momento para experimentar con los niveles de zoom y los distintos ángulos de visión. Aunque es una cuestión enormemente subjetiva, la mayoría de los usuarios suelen usar los atajos de teclado para cambiar de ángulo y la rueda del ratón para variar el zoom.

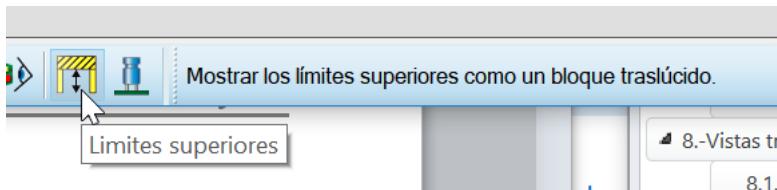


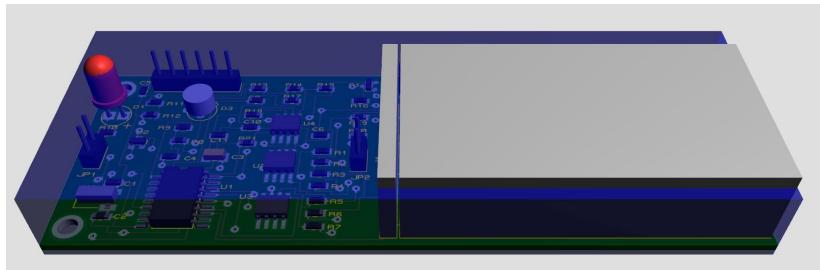
## 8.2.-Modos de placa desnuda y comprobación de la altura.

Con objeto de poder comprobar las pistas, capas de aislante y profundidad de los taladros, a menudo es muy útil obtener una vista de la placa desnuda sin ningún componente. Comutar el modo 'mostar componentes' nos muestra la placa desnuda o con todos los componentes.

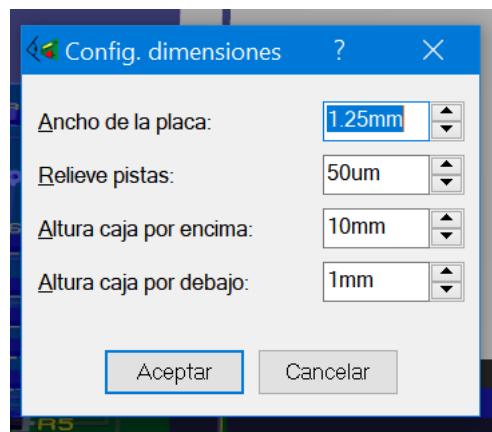
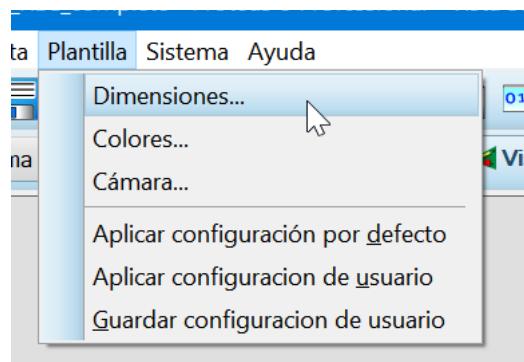


Si el destino final de nuestra placa es colocarla dentro de una envolvente, puede ser muy útil comprobar el espacio que nuestros componentes ocuparán para calcular la altura de la caja que necesitamos. Comutar el modo 'límites superiores' nos permite dibujar una "envolvente translúcida" para nuestro equipo.





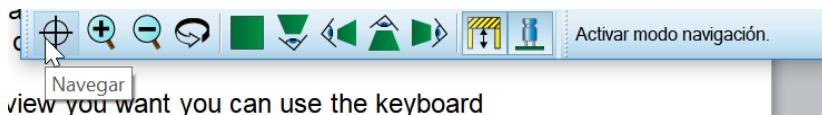
Podemos configurar el aspecto de nuestra envolvente virtual utilizando la opción ‘Dimensiones’ del menú ‘Plantilla’.



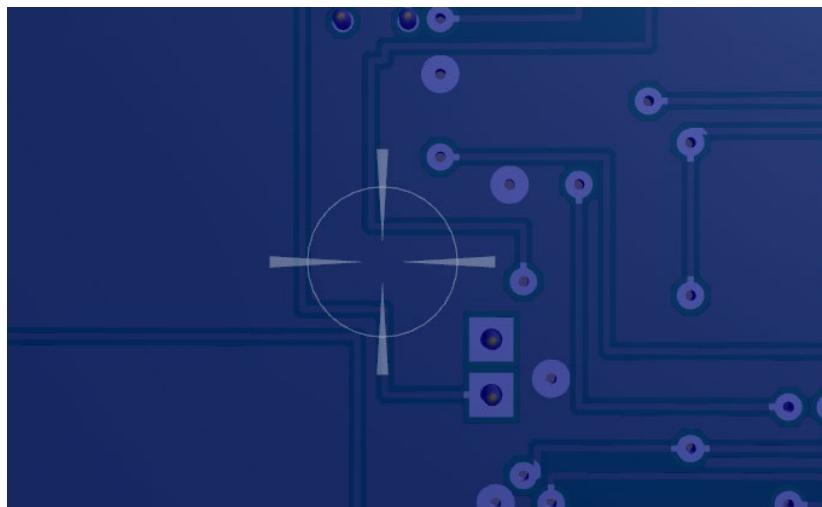
### 8.3.-Modo navegación: la visión personalizada.

El siguiente paso consiste en ser capaz de lograr una vista personalizada de nuestra placa. Proteus nos ofrece un modo de trabajo que consiste en ‘enlazar’ el ratón con la cámara así que al mover el ratón vamos logrando que la cámara se desplace siguiendo su movimiento permitiéndonos visualizar la parte de la placa en la que estemos interesados.

Podemos pasar del modo normal al modo navegación usando la opción ‘navegar’ del menú ‘Vista’, usando el comando ‘navegar’ de la barra de herramientas inferior o simplemente pulsando el botón izquierdo del ratón con el cursor situado sobre el área de trabajo.



Tan pronto como entremos en el modo navegación, Proteus visualiza un punto en el centro de la imagen un ‘punto de mira’ para.

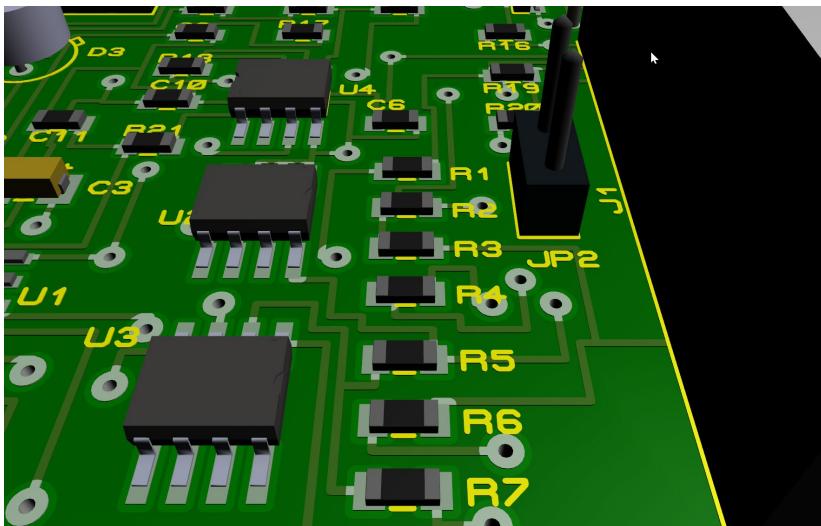


A partir de ese momento podemos cambiar la posición de la cámara usando el ratón. Combinando los desplazamientos del ratón con el

uso de la rueda central para cambiar el zoom seremos capaces de 'sobrevolar' por todos los lados de nuestra placa e inspeccionar con el grado de detalle que deseemos cualquier parte de la misma.

Para abandonar el modo navegación, sólo tenemos que volver a pulsar el botón izquierdo del ratón.

Probemos, como práctica, examinar las resistencias R1 a R7 situadas en el lado derecho. Empezaremos por usar el atajo de teclado F9 para lograr una vista frontal. A continuación pulsamos el botón izquierdo del ratón para entrar en el modo navegación, nos desplazamos con el ratón para colocarnos sobre las resistencias. Ajustamos el zoom con la rueda central del ratón.



Y para abandonar el modo navegación, pulsaremos de nuevo el botón izquierdo del ratón.

La última característica para poder obtener una vista totalmente personalizada es poder girar la tarjeta para tener una visión orbital de la misma. Lo lograremos manteniendo pulsado el botón izquierdo del ratón mientras lo desplazamos. La tarjeta girará en el sentido en el que movamos nuestro ratón. Si dejamos de pulsar el ratón, desplazaremos la cámara sin girar. Combinando ambas técnicas

podemos lograr prácticamente cualquier ángulo de visión de nuestra placa.

Si nos resulta complicado el desplazamiento de la cámara con el ratón y perdemos el enfoque de la misma sobre nuestra placa, siempre podemos volver a centrar la imagen usando los atajos de teclado o las opciones de la barra de herramientas inferior para volver a una de las vistas predefinidas.

Sin embargo, con un poco de práctica resulta muy sencillo lograr una buena destreza en la navegación.

En resumén:

- Botón izquierdo del ratón entra en el modo navegación.
- La cámara sigue al ratón alrededor de la placa en el modo navegación.
- La rueda central del ratón nos permite variar el zoom mientras movemos la cámara.
- Mantener el botón izquierdo del ratón presionado nos permite girar orbitalmente la placa.
- El botón derecho o el izquierdo del ratón sale del modo navegación.

#### **8.4.-Modelos tridimensionales (STEP/IGES).**

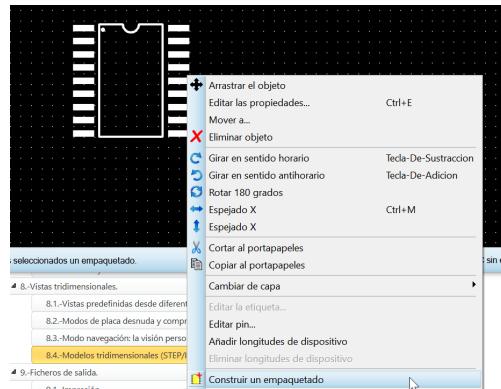
Cada encapsulado de nuestra placa puede tener asociado un modelo tridimensional. Normalmente, el formato de estos modelos se suministran en ficheros STEP/IGES (para modelos grandes y complejos) o usando modelos de descripción geométrica (para los más sencillos)

En el caso de los ficheros STEP o IGES el proceso para usarlos en Proteus es el siguiente.

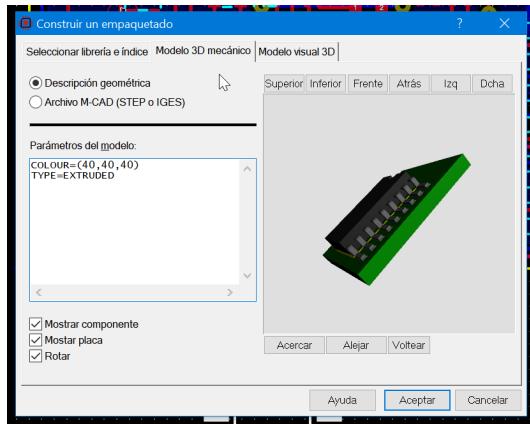
- Descargar el fichero con el modelo desde internet. Hay muchos sitios en internet donde están disponibles. Posiblemente [www.3dcontentcentral.com](http://www.3dcontentcentral.com) y [www.tracepartsonline.net](http://www.tracepartsonline.net) sean los más populares.
- Guardar el fichero descargado en el directorio MCAD de nuestra instalación de Proteus. Por defecto la ruta de este

directorio es C:\ProgramData\Labcenter Electronics\Proteus 8 Professional\MCAD\

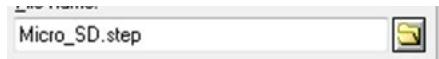
- Abrir el menú contextual del encapsulado desde la pestaña diseño pcb usando el botón derecho del ratón y seleccionar la opción ‘Construir un encapsulado’



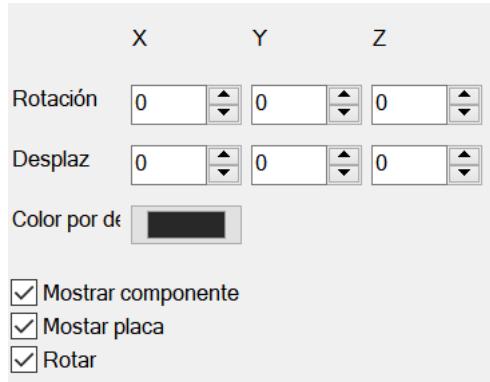
- Seleccionar la pestaña ‘Modelo 3D mecánico’ de la ventana de diálogo que se ha abierto.



- Seleccionar la opción ‘Archivo M-CAD (STEP O IGES) y seleccionar el modelo descargado.

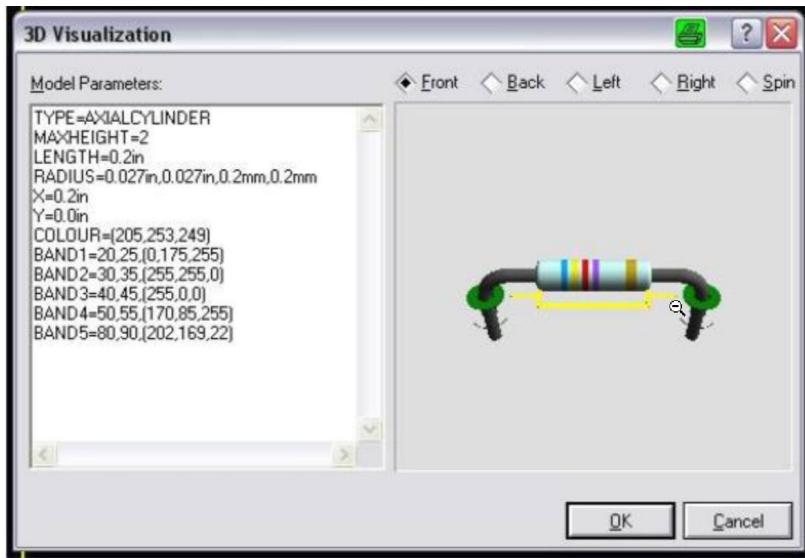


- Ajustar el desplazamiento del punto de origen y la rotación adecuados para alinear el modelo STEP descargado con las huellas del encapsulado.



- Usar el botón ‘Aceptar’ para guardar los cambios.

En los casos sencillos podemos utilizar los modelos de descripción geométrica. La principal diferencia es que tenemos que describir el tamaño y formato utilizando un lenguaje descriptivo especialmente preparado para llevar a cabo esta tarea. Se puede encontrar toda la información de cómo usarlos en al ayuda en línea en inglés o en español en la guía gratuita Vistas Tridimensionales disponible en la web [www.hubor-proteus.com](http://www.hubor-proteus.com)



## 8.5.-Actualización en tiempo real.

Al igual que con el resto de las pestañas de Proteus, el visor 3D también se actualiza en tiempo real cada vez que cambie algo en la pestaña Diseño PCB. En la práctica, la utilidad de esta característica dependerá en gran medida del potencia de nuestro equipo de trabajo (número de cores, memoria ram, velocidad de reloj, tarjeta gráfica, etc.) y de la complejidad de nuestra placa.

Para una placa de pequeña complejidad y con un ordenador relativamente moderno y potente, el tiempo de refresco no es significativo y puede resultar útil para colocar y posicionar elementos.

En la ayuda en línea encontrará más información de cómo crear nuestros propios modelos tridimensionales, exportar e importar ficheros 3D STEP o MCAD, configurarlos y adjuntar vistas tridimensionales a nuestros proyectos.

# 9.-Ficheros de salida.

La última parte de nuestro trabajo, pero quizás la más crucial para obtener un beneficio práctico del mismo, consiste en generar los ficheros de salida para poder fabricar nuestra PCB. Podemos imprimir nuestro diseño utilizando cualquiera de las impresoras soportadas por Windows usando los drivers de impresora estándar. Además, PROTEUS nos posibilita la utilización de sus propios drivers para utilizarlos con plotters de plumilla, Gerber foto-plotters y máquinas de control numérico Excellon.

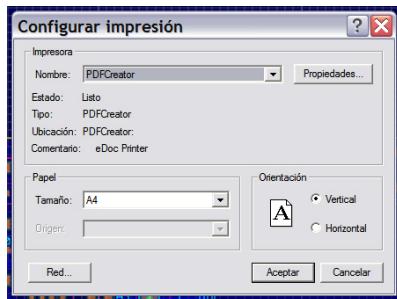
## 9.1.-Impresión.

Vamos a ver en primer lugar cómo podemos imprimir nuestro trabajo utilizando una impresora compatible con Windows, porque suele ser bastante menos frecuente que tengamos un equipo de foto-plotter a mano.

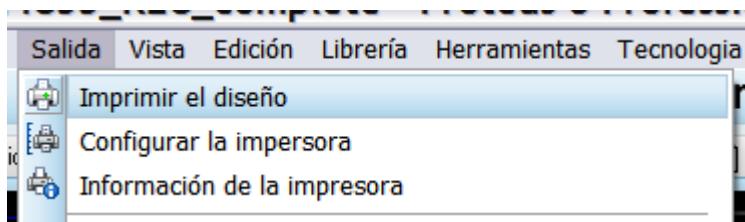
El primer paso consiste en seleccionar nuestra impresora utilizando la opción 'Configurar la impresora' del menú 'Salida'.



Nos aparecerá una ventana de diálogo estándar de Windows donde podemos seleccionar nuestras preferencias de configuración. Los detalles podrán diferir un poco en función de la versión de Windows que estemos utilizando y de la impresora que tengamos instalada en nuestro equipo. Podemos consultar la documentación del driver de nuestra impresora para obtener más información.

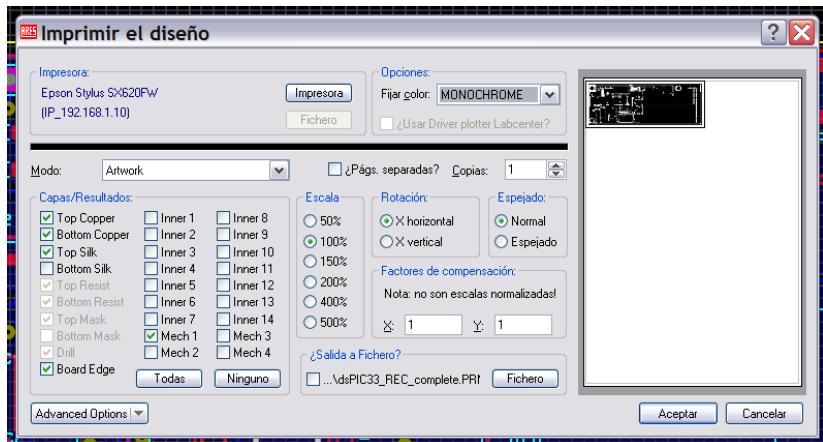


Una vez que hemos seleccionado las opciones de nuestra impresora podemos (siempre con el diseño que queremos imprimir abierto en la ventana de edición) utilizar la opción ‘Imprimir el diseño’ del menú ‘Salida’.



Nos aparecerá la ventana de diálogo donde podemos seleccionar varios ajustes. Podemos encontrar ayuda sensible al contexto de todos ellos pulsando sobre el ícono con un interrogante situado en la zona superior derecha de la ventana y pulsando nuevamente sobre el parámetro sobre el que queremos encontrar información.

Las opciones por defecto deberían proporcionarnos un buen resultado para una primera prueba. Con lo que sólo tendremos que pulsar sobre el botón ‘Aceptar’ para comenzar la impresión. La salida puede ser abortada pulsando la tecla “ESC” aunque se produce un cierto retraso desde que se genera la orden de abortar hasta que el trabajo se detiene puesto que PROTEUS y nuestra impresora deben vaciar sus memorias de trabajo.



Cuando estemos utilizando plotters, probablemente necesitemos experimentar con las plumillas, el tipo de papel y varios parámetros más de configuración de la ventana de diálogo con objeto de obtener un resultado óptimo. Los detalles completos para llevar a cabo este ajuste los podemos encontrar en la ayuda en línea.

PROTEUS recordará la configuración para nuestra impresora que hayamos realizado utilizando la opción 'Configurar la impresora' y las almacenará para utilizarla en futuros trabajos. Esto nos permite configurar un determinado conjunto de opciones de impresión que podemos utilizar habitualmente en nuestro trabajo y que están archivadas exclusivamente para utilizarlos en PROTEUS.

## 9.2.-Generación de ficheros para fabricación.

### 9.2.1.-Ficheros 'Escoger y colocar'.

ARES incorpora la capacidad de generar ficheros 'Escoger y Colocar' (Pick and Place) para la colocación automática de componentes sobre la placa de circuito impreso durante el proceso de fabricación. Para obtener más información puede consultarse la 'ayuda para el diseño de PCB con Ares' accessible desde el menu de la pestaña 'Diseño PCB'.

### **9.2.2.-Ficheros Gerber y ODB++.**

ARES suministra dos tipos de salida para facilitar la información a los fabricantes de tarjetas de circuito impreso.

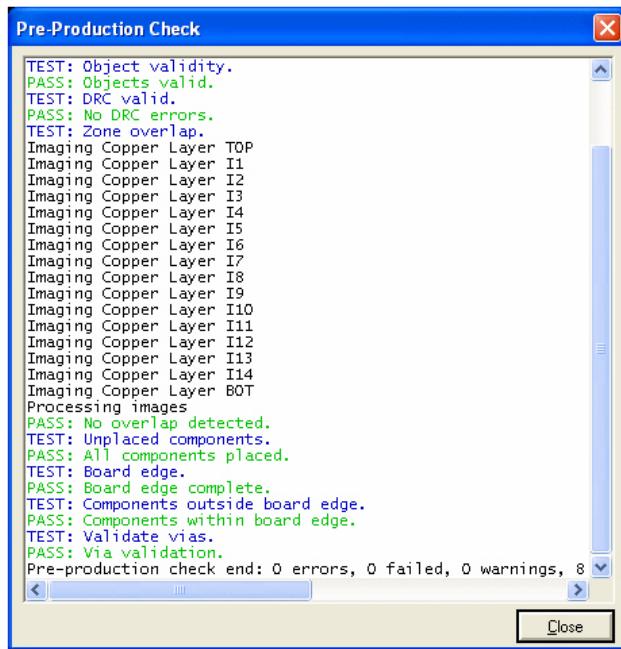
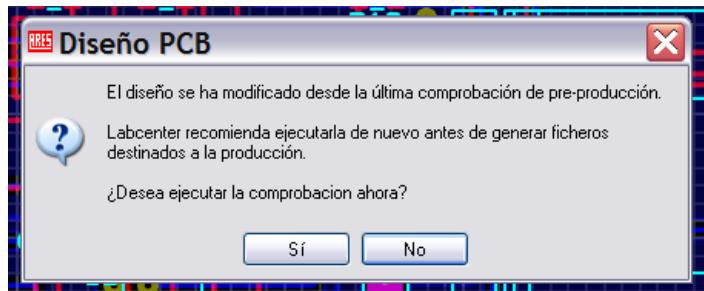
- Gerber/excellon tradicional (disponible en todas las versiones).
- ODB++ (disponible en las versiones más altas de PROTEUS PCB).

Desde el punto de vista del interface de usuario, ambas opciones son muy similares, pero desde el punto de vista del fabricante, la opción ODB++ suministra mucha más información que los viejos formatos Gerber. Por ejemplo, podemos citar los siguientes aspectos:

- Contiene información sobre las conexiones (lista de redes) en los ficheros exportados.
- Soporte explícito para especificar si las huellas son metalizadas o no.
- Soporte explícito para incluir nuestras ‘marcas’ de fabricación.

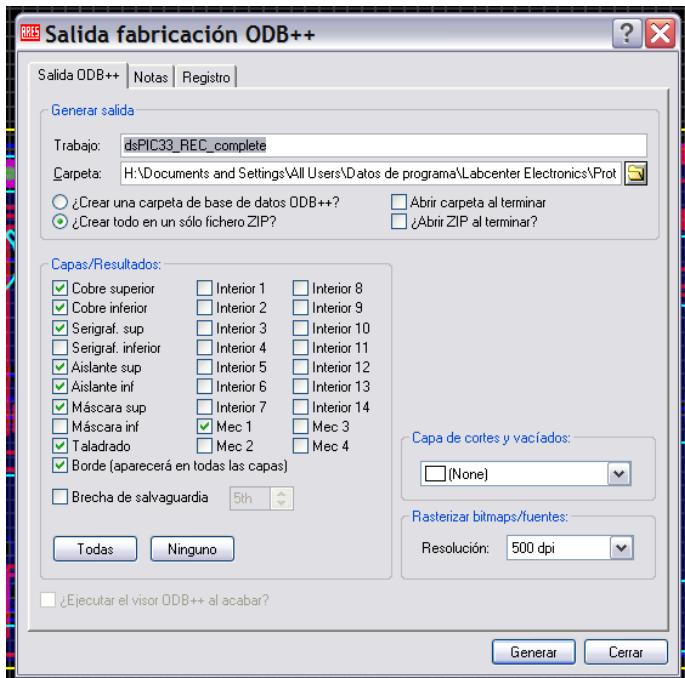
Por ello, cuando utilizamos el formato de salida ODB++ el proceso de verificación es más simple y más completo. De todas formas, el formato de salida tradicional Gerber/excellon está aún vigente y sigue siendo soportado por la mayoría de los fabricantes. Con lo que debería ser suficiente en la mayoría de los casos.

Independientemente del tipo de salida que hayamos seleccionado el procedimiento a seguir es el mismo. Cuando ejecutemos cualquiera de las dos opciones se generará, si el diseño se ha modificado desde la última vez que se generó la salida, un chequeo previo que ejecuta automáticamente una serie de comprobaciones para buscar posibles errores en el diseño y se nos presentará un informe indicándonos si cada uno de ellos ha pasado el control positivamente o se ha detectado algún fallo.



**⚠ Si el control previo detecta errores, es muy importante que los resolvamos antes de seguir adelante con la generación de los ficheros para enviar al fabricante. No podemos olvidar que estos controles previos es una ayuda para el diseñador en orden a mejorar la seguridad, pero no suponen una garantía. La inspección manual de los diseños es siempre una práctica recomendable y la construcción de un prototipo previo a la fase de producción masiva es una práctica que no debe ser olvidada.**

Asumiendo que hemos pasado satisfactoriamente el control previo sin que nos detectara ningún error, nos encontraremos con la ventana de diálogo siguiente (en nuestro caso hemos seleccionado la salida ODB++).

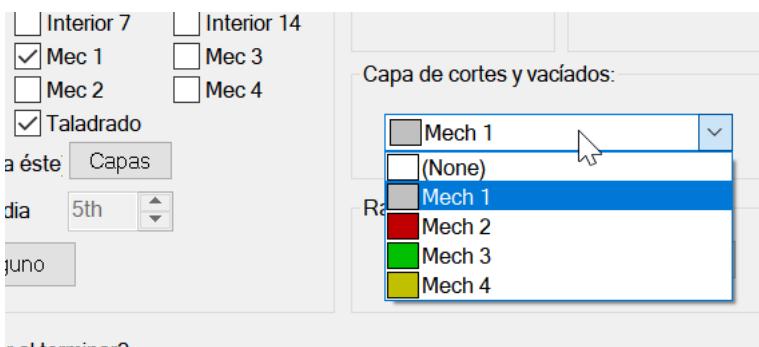


Las opciones de la zona superior ‘Generar salida’ de la ventana de diálogo son suficientemente claras y sencillas. Nombre del diseño, carpeta donde se van a generar los ficheros, salida de los ficheros en formato ODB++ o salida en formato zip, apertura automática de la carpeta de salida al terminar el trabajo y apertura automática del fichero zip generado.

La sección ‘capas/resultados’ nos permite seleccionar la información de las capas que vamos a incluir en nuestro fichero de salida. Por defecto nos va a proponer las capas utilizadas en el diseño, pero este aspecto debe ser siempre verificado por nosotros. Uno de los problemas más habituales con los fabricantes se produce cuando no suministramos la información completa que necesita para el proceso de fabricación.

La opción ‘Brecha de salvaguardia’ nos permite asegurarnos que se aplicará, si la seleccionamos, una capa de aislamiento alrededor de todas las huellas y vías del tamaño especificado. Esto funcionará en todas las huellas y vías, excepto en aquellas en las que, manualmente, se haya introducido un valor específico en el tiempo de diseño. A menos de que nuestro fabricante nos indique expresamente lo contrario, se recomienda que dejemos esta opción sin marcar.

La sección ‘Capas de corte y vacíados’ especifica de forma explícita qué capa de la tarjeta va a ser utilizada para definir con ella los cortes y ranuras.



En el ejemplo que hemos visto en esta guía, utilizamos la capa MECH1 para este propósito y debemos seleccionar esta capa desde esta caja de selección.

La sección ‘Rasterizar bitmaps/fuentes’ controla el espesor de las líneas utilizadas para generar las imágenes de mapas de bits y, lo que es más importante, para las superficies de disipación.



Una resolución más alta mejorará la calidad de los gráficos obtenidos pero generará ficheros de mayor tamaño. Algunos fabricantes tienen unos requerimientos mínimos para este punto y es posible que en estos casos nos veamos obligados a ajustar la configuración de los DPI (puntos por pulgada) para adecuarnos a ellos. En líneas generales, los valores ofrecidos por defecto se adecuarán a nuestras necesidades.

La opción situada en la parte inferior de la ventana de diálogo nos permite seleccionar si se cargará automáticamente los ficheros de salida generados en el visor de ficheros Gerber de Labcenter (si escogemos la salida a fichero gerber) o en el visor de ficheros ODB++ de Valor (si escogemos la salida ODB++). Esta opción resulta útil para verificar los ficheros generados antes de pasarlo al fabricante de placas.

La opción para ver los ficheros ODB++ está desactivada y no se puede seleccionar a menos que hayamos descargado e instalado en nuestro equipo el 'visor ODB++ de Valor' desde su web (descarga gratuita).

- 💡 Si necesitamos panelizar nuestra tarjeta tenemos que utilizar la opción salida a fichero gerber X2. A continuación cerraremos nuestro proyecto, abrimos la pestaña 'visor gerber' y realizaremos la importación de los ficheros que acabamos de generar, eligiendo el modo panelización al hacerlo desde la ventana de diálogo. La panelización solo es posible utilizando el formato de salida Gerber X2 y no puede llevarse a cabo usando la salida RS274 Gerber.

Para terminar, la pestaña 'Notas', nos permite añadir información relevante o consideraciones especiales que deseamos transmitir al fabricante. Por ejemplo, este es un sitio apropiado para informarle de que hemos utilizado una capa de ranuras y vaciados, puesto que

este no es un procedimiento estándar para transmitir la información. Esto se puede hacer añadiendo una simple nota explicando que hemos utilizado la capa “MECH1” en nuestro diseño para esta finalidad.

Cuando hemos cumplimentado toda la información ya podemos pulsar sobre el botón ‘Generar’ para crear todos los ficheros de salida con toda la información necesaria para la fabricación de nuestra PCB.

# Apéndice I.-Creación de nuevos encapsulados.

PROTEUS se suministra con varias librerías con una gran cantidad de encapsulados diferentes disponibles para ser utilizados en nuestros diseños. En secciones anteriores de esta guía ya tuvimos ocasión de ver como se podían seleccionar y utilizar en nuestro trabajo.

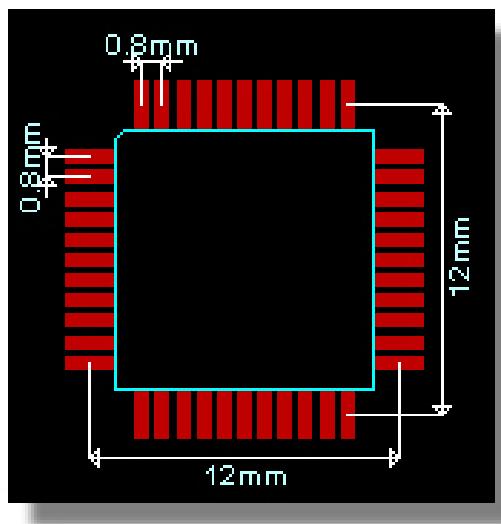
Como es lógico, resulta imposible suministrar todos los posibles encapsulados existentes en el mercado e incluso podemos necesitar uno no existente de forma estándar en el mercado y que tiene que ajustarse exactamente a algún componente fabricado específicamente para nuestra empresa. Por eso, en algunas ocasiones, nos vemos obligados a crear nuestro propio encapsulado con sus huellas correspondientes.

PROTEUS nos posibilita su creación con un procedimiento sencillo que vamos a describir detalladamente por pasos en este apéndice.

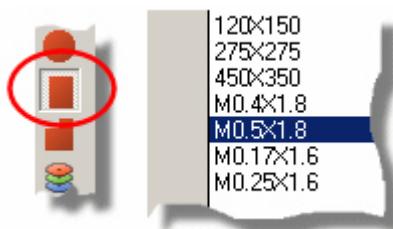
- Aunque este apartado hace una detallada descripción del proceso de creación de un nuevo encapsulado, en la práctica debería ser innecesario tener que hacerlo, salvo que nosotros mismos fabriquemos un componente. Además de las librerías suministradas con Proteus, hoy día, prácticamente es posible encontrar cualquier componente en las web especializadas presentes en internet (Ultra-librarian, Samacsys, SnapEda, etc.). El asistente para la búsqueda de componentes a través de internet incorporado por Proteus debería ser nuestra primera opción. Si un componente no está presente en las librerías de Proteus, nuestro segundo esfuerzo deberá dedicarse a buscarlo en dichas webs. El uso del asistente de la importación se muestra en vídeos presentes en nuestro canal de Youtube.

## I.1.-Dibujo del encapsulado.

Vamos a crear, como ejemplo, el encapsulado del tipo SQFP44. Se corresponde con un integrado de forma cuadrada de 12mm de lado con 44 patillas (11 en cada lado) con un salto (distancia entre los centros de dos patillas seguidas una de la otra) de 0,8mm.



Empezaremos por seleccionar la herramienta para crear una huella tipo SMD rectangular (Rectangular SMT pad mode). Puesto que necesitamos crear huellas estándar de 0,5mm x 1,8mm, podemos escoger el tipo M0.5X1.8, que ya viene predeterminado en PROTEUS.



Si la huella del tamaño que necesitamos no existiese en las librerías suministradas con PROTEUS, podemos crearla, como ya vimos en

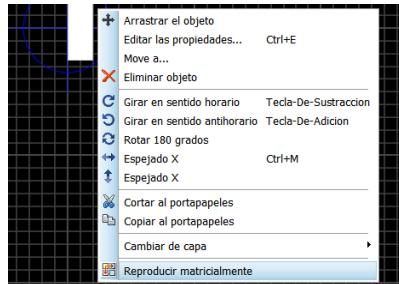
un epígrafe anterior en este tutorial, utilizando el botón “C” situado en la zona superior del selector de objetos y completando los datos que la definen con los que se muestran en la imagen siguiente.



Nos debemos asegurar que en el selector de capas tenemos seleccionada la capa “Top Copper” y, una vez hecho, podemos crear la huella de la forma habitual, situando el cursor del ratón donde queremos posicionarlo y pulsando el botón izquierdo.

A continuación, desplazamos el cursor y pulsamos el botón derecho para abandonar el modo de colocación de huellas. Inmediatamente, nos colocamos sobre la huella recién dibujada hasta que quede resaltada.

Con la huella resaltada, pulsamos el botón derecho para mostrar el menú contextual y seleccionamos la opción ‘Reproducir matricialmente’. También podemos utilizar la opción del mismo nombre del menú ‘Edición’.



Es importante tener en cuenta que el comando reproducir matricialmente realizará su trabajo sobre todos los objetos que tengamos seleccionados en el momento en que lo ejecutemos. Por eso debemos asegurarnos de que tenemos seleccionada la huella y sólo la huella que nos interesa.

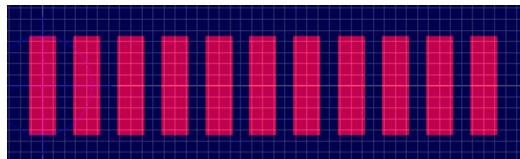
Nuestro integrado tiene once patillas en cada lado, por lo que tenemos que crear once huellas para cada lado de nuestro encapsulado. Para hacerlo tenemos que copiar diez veces la huella a saltos de 0,8mm de distancia en el eje X. Por lo tanto, debemos seleccionar los siguientes valores en la ventana de diálogo del comando reproducir matricialmente.



Es importante tener en cuenta que necesitamos indicar las unidades de medida que deseamos usar. Así que siempre hay que completar

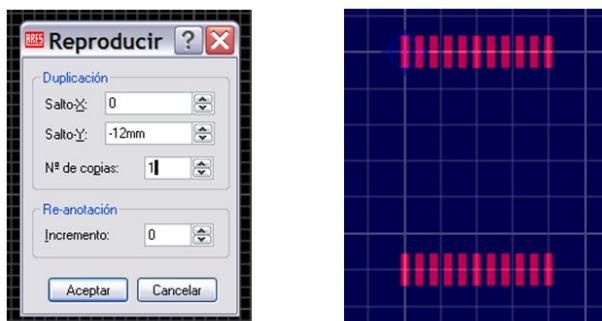
el valor de la distancia indicando si queremos usar milímetros (mm) o milésimas de pulgadas (th).

Con estos valores crearemos una matriz de una sola fila de huellas con el paso correcto. Podemos utilizar el zoom para aumentar la imagen y la herramienta de medida para confirmar que todo ha funcionado correctamente. La imagen siguiente muestra el resultado de la operación.

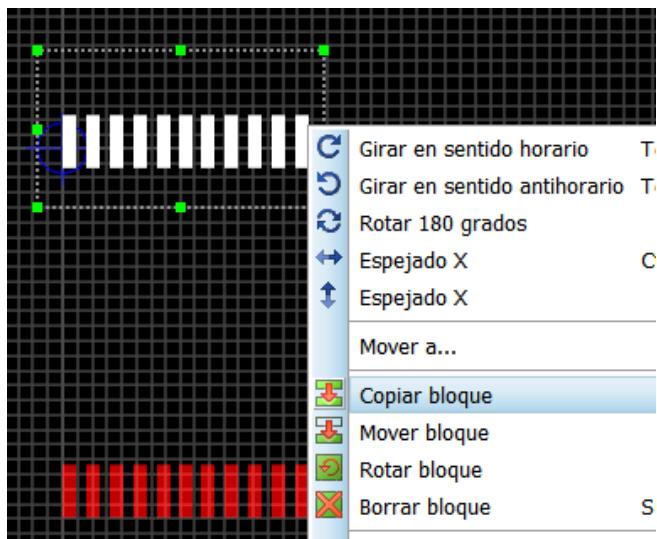


Nuestro siguiente paso será duplicar esta fila de huellas para utilizarla en la zona inferior del encapsulado. Comenzaremos por utilizar la herramienta 'modo selección' y crear una caja alrededor de la fila completa de huellas.

Una vez seleccionadas, utilizaremos de nuevo el comando 'reproducir matricialmente' en el menú 'Edición'. Esta vez queremos una sola copia situada 12mm más abajo (o más arriba) desde la posición que ocupa actualmente nuestra fila de huellas. Si usamos valores negativas en la casilla de coordenadas crearemos la nueva fila de huellas por debajo y si usamos valores positivos, la crearemos por encima de la fila existente actualmente.

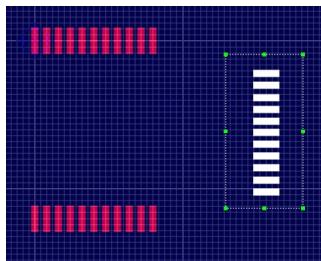


Ahora necesitamos crear las otras dos filas de huellas. Vamos a crear una caja seleccionando una de las filas completas de huellas. Una vez seleccionadas pulsamos el botón derecho y elegiremos la opción ‘copiar bloque’ en el menú contextual que nos aparece.



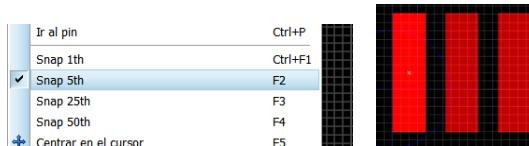
Vamos a desplazar el cursor del ratón a un área vacía de la ventana de edición y pulsamos el botón izquierdo para colocar una copia de las huellas.

A continuación, desplazamos un poco el cursor del ratón y pulsamos el botón derecho para abandonar el modo copia. Volvemos a crear una caja de selección alrededor de la fila recién creada, pulsamos el botón derecho y seleccionamos la opción ‘Rotar bloque’ en el menú contextual que nos aparece. Especificamos un ángulo de 90 grados para que las almohadillas queden perfectamente alineadas. Tenemos que obtener un resultado similar al mostrado en la siguiente imagen.



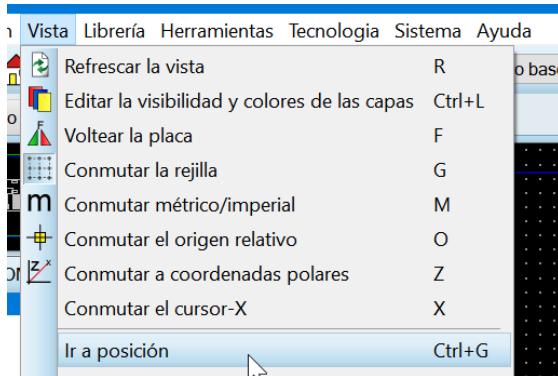
Ahora necesitamos colocar la nueva fila de huellas en su posición adecuada. Para ello es más fácil colocar, en primer lugar, un marcador en la posición donde deseamos colocar la nueva fila de huellas. Para este encapsulado el centro de la huella superior del conjunto izquierdo debe estar situada a 2mm por debajo y 2mm a la izquierda de la huella izquierda del conjunto superior. Con esta información, ya podemos colocar con precisión nuestra fila de huellas.

Colocamos el cursor del ratón sobre la huella más a la izquierda del conjunto superior hasta que quede resaltada. Para ser lo más precisos posibles vamos a seleccionar un forzado apropiado utilizando el atajo de teclado “F2”.

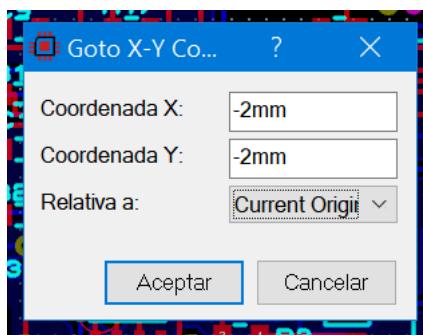


Conviene recordar en este momento que podemos pasar de unidades imperiales a métricas siempre que lo deseemos utilizando el atajo de teclado “M”.

Ahora, utilizaremos el atajo de teclado “O” para crear un origen de coordenadas relativo en la posición en la que nos encontramos (el centro de la huella situada más a la izquierda del conjunto superior) y utilizaremos la opción ‘Ir a posición’ del menú ‘Vista’.

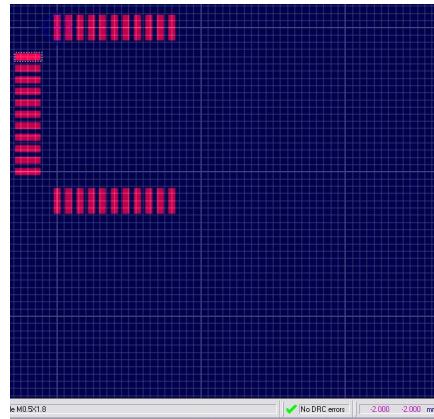


En la ventana de diálogo que aparece introduciremos los valores -2mm para ambas casillas, la coordenada X y la Y. Debemos seleccionar ‘current origin’ en la lista desplegable del parámetro ‘Relativa a’ para indicar que el desplazamiento se hará con relación al actual origen de coordenadas. Pulsaremos aceptar para colocar el marcador en su sitio.

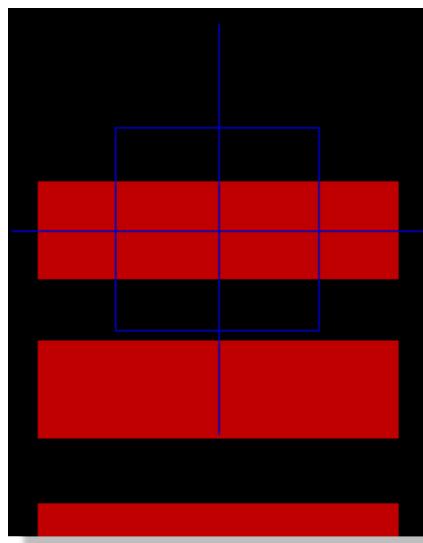


El marcador que acabos de ubicar nos permite fijar el centro de la huella superior de nuestra tercera fila de huellas. Crearemos una caja de selección alrededor de la fila. Pulsaremos el botón izquierdo dentro de la caja de selección y desplazaremos el cursor hasta el marcador.

Seguro que para llevarlo a cabo nos vendrá bien utilizar los atajos de teclado F6 y F7 para regular el zoom y ajustar de nuevo el forzado con el atajo de teclado “CTRL-F1”.



Tenemos que lograr mover el centro de nuestra huella hasta hacerlo coincidir con el centro del marcador que habíamos creado.



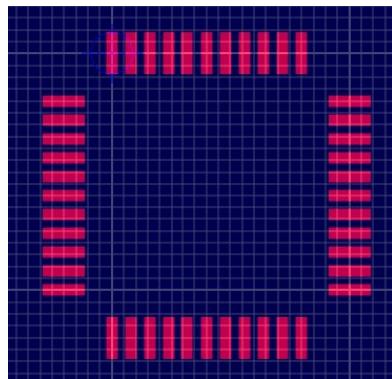
Una vez terminada con esta operación, seleccionaremos el marcador que usamos para llevarla a cabo y lo borramos.

El paso final para crear todas las huellas, consiste en duplicar el conjunto izquierdo para obtener el conjunto derecho. Para ello volveremos a utilizar la herramienta matriz. Igual que en caso

anterior, seleccionamos el conjunto izquierdo de huellas. Utilizamos la opción ‘Reproducir matricialmente’ del menú ‘Edición’ y seleccionamos los valores 12mm para el eje X, 0mm para el eje Y y 1 para el número de copias.



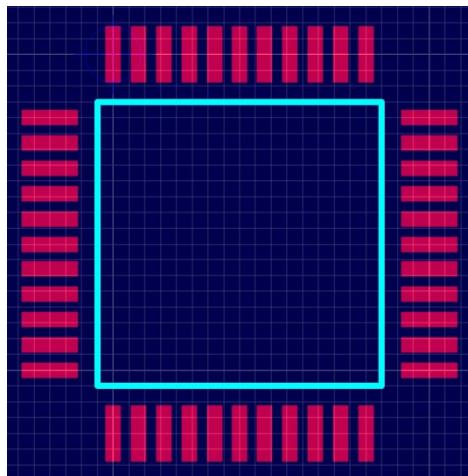
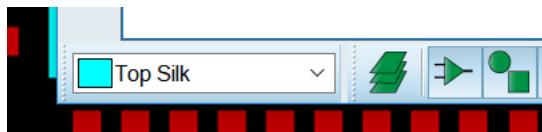
El resultado debe ser similar al que se muestra en la siguiente imagen.



Ahora vamos a dibujar el grafico que marca el espacio que ocupa el encapsulado. Empezaremos seleccionando la herramienta ‘Modo gráfico 2D caja’ de la barra de herramientas lateral.

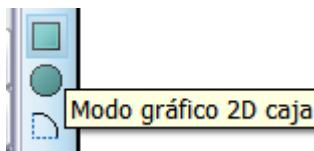


Comprobaremos que en el selector de capas tenemos seleccionada la capa 'top silk' y dibujaremos las cuatro líneas dentro de la zona de las huellas formando una caja. Nuestra tarea será más sencilla si seleccionamos el forzado más adecuado con el atajo de teclado 'F2'.

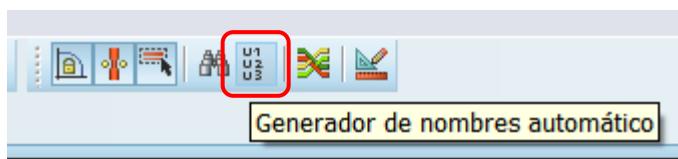


En este caso, como el cuerpo de nuestro integrado es rectangular, es mucho más sencillo utilizar la herramienta 'Modo gráfico 2D caja' para esta tarea. Todo el resto de herramientas para dibujar gráficos en 2D están disponibles para poder realizar el encapsulado lo más

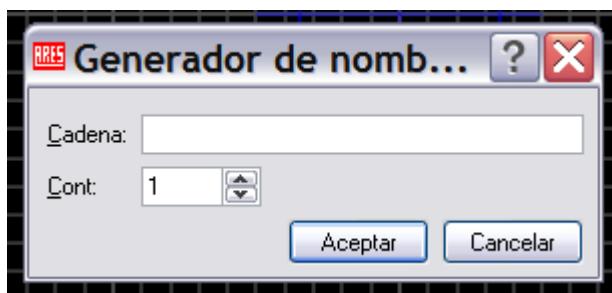
ajustado posible a nuestras necesidades. Es un buen momento para practicar con varias de ellas y encontrar siempre la que nos resulte más cómoda en cada operación.



Nuestra próxima tarea consiste en numerar las huellas para que se correspondan con los números de las patillas. Para ello vamos a usar el generador de nombres automático que nos ofrece PROTEUS. Seleccionaremos la herramienta 'Generador de nombres automático' de la barra de herramientas superior.

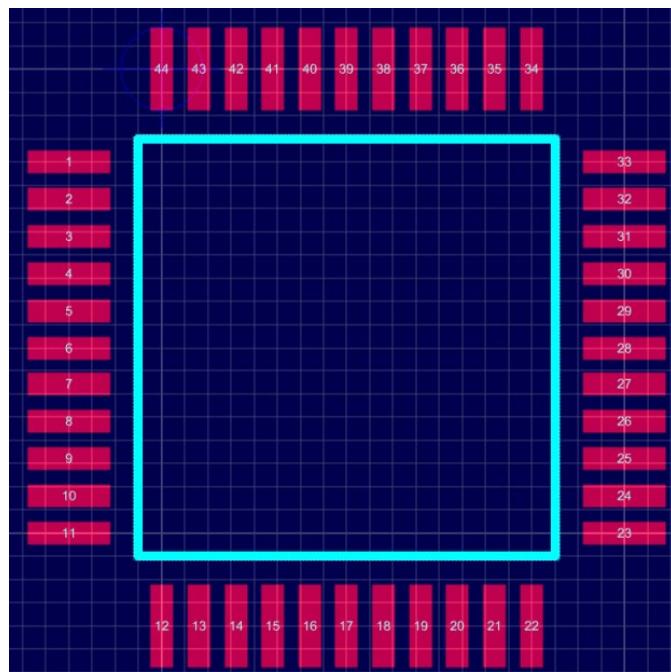


Para nuestro caso, no tenemos que introducir ningún valor en la ventana de diálogo que aparece. Simplemente los dejamos en blanco, pulsamos sobre el botón 'Aceptar' y vamos pulsando con el botón izquierdo del ratón una a una en las huellas, y por orden, para que se numeren.

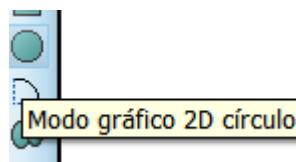


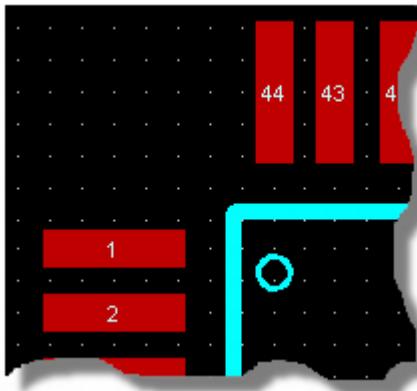
Empezaremos por la huella superior del conjunto izquierdo y seguiremos con todas las demás siguiendo el sentido contrario de las agujas del reloj.

Cuando hayamos llegado a nuestra última huella, la número 44 que debe ser la primera de la izquierda del conjunto superior, pulsaremos la tecla “ESC” para abandonar el modo de asignación.

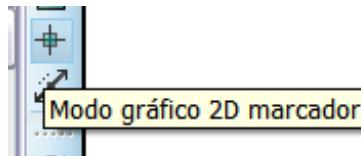


Normalmente, es costumbre colocar una pequeña marca (un punto) junto al pin número 1 como ayuda visual para su identificación. Lo podemos realizar utilizando la herramienta ‘Modo gráfico 2D círculo’ de la barra de herramientas lateral. Nos aseguraremos que tenemos seleccionada la capa “top silk” en el selector de capas y ajustaremos el forzado con el atajo de teclado “CTRL-F1” para facilitar nuestro trabajo

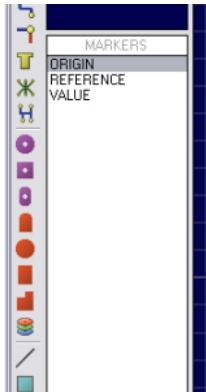




La última fase de nuestro trabajo consiste de dos pasos. Primero fijaremos un punto de origen para nuestro dispositivo. Este punto de origen se define con el objetivo de ayudarnos a colocar nuestro encapsulado (una vez que ya lo tengamos integrado en nuestra librería) en la posición deseada dentro de nuestro diseño. En segundo lugar, debemos definir la posición donde aparecerá la etiqueta con la referencia de nuestro dispositivo. Para estas dos tareas utilizaremos los marcadores.

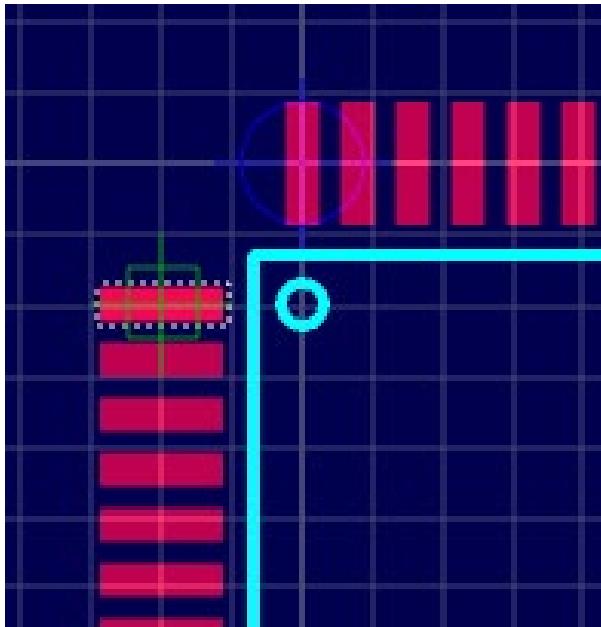


Seleccionaremos la herramienta ‘Modo gráfico 2D marcador’ en la barra de herramientas lateral y en la ventana de selección de objetos nos aseguramos de seleccionar “ORIGIN”.

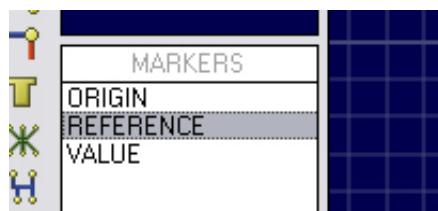


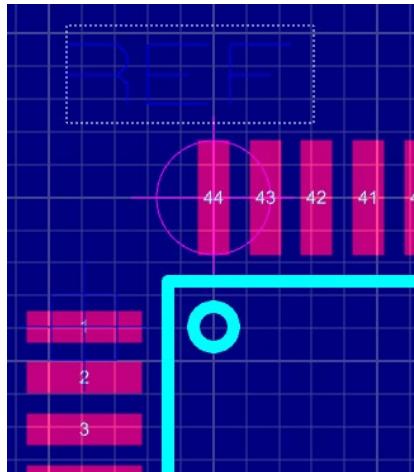
Es importante que nos percatemos, de que en este momento lo que queremos es fijar un punto que nos servirá más adelante cuando vayamos a utilizar el encapsulado en nuestros diseños. Este punto será el que utilice PROTEUS para situar nuestro encapsulado y como centro de rotación si deseamos hacerlo girar. Por eso la decisión del lugar que utilicemos para colocar este centro, debe ser tomada por el usuario según sus intereses y buscando lo que le resulte más cómodo y práctico para su trabajo futuro. Para los propósitos de esta guía vamos a colocar el centro sobre la huella de la patilla número 1, que suele ser lo habitual.

Pulsaremos el botón izquierdo del ratón y comprobaremos que un origen se ha situado donde tenemos colocado el cursor del ratón (un cuadrado cruzado por dos rayas, una horizontal y otra vertical, en su punto medio). Moveremos ahora el ratón hasta situarnos sobre el centro de la huella de la patilla 1 y pulsaremos de nuevo el botón izquierdo para ubicar la marca de origen en ese punto.



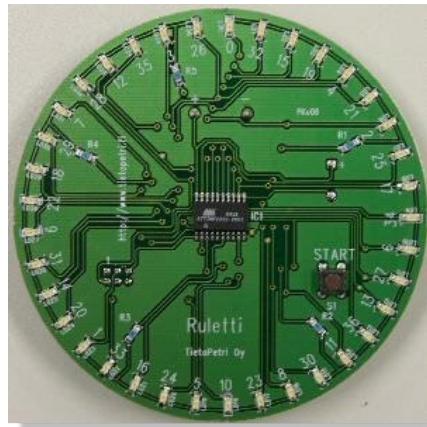
Ahora cambiaremos en la ventana de selección de objetos y seleccionaremos la opción “REFERENCE”. La marca Referencia sirve para indicar dónde se va a situar la etiqueta con la referencia del componente (v.g. U1, R10, C3) siempre en relación al dibujo del componente. Lógicamente, esta elección es muy subjetiva y cada diseñador tiene sus preferencias. Para esta guía vamos a colocarlo sobre el componente y ladeado hacia la izquierda. Una etiqueta con el rótulo “REF” aparecerá donde situemos este marcador.





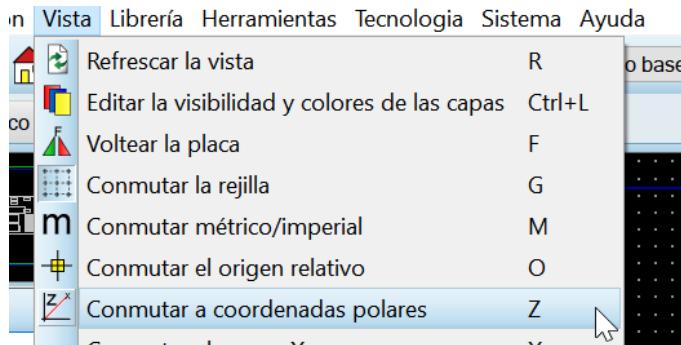
Con este último paso ya hemos terminado el proceso y nuestro encapsulado está terminado. Ahora ya estamos en condiciones de almacenarlo como un elemento más de nuestra librería para poder utilizarlo en nuestros futuros diseños.

Vamos a estudiar un caso muy especial para ver otra de las facilidades que nos brinda Proteus en el diseño de los encapsulados. Supongonamos que tenemos que construir un encapsulado para un componente que tiene sus huellas distribuidas circularmente como el que se muestra en la siguiente imagen.

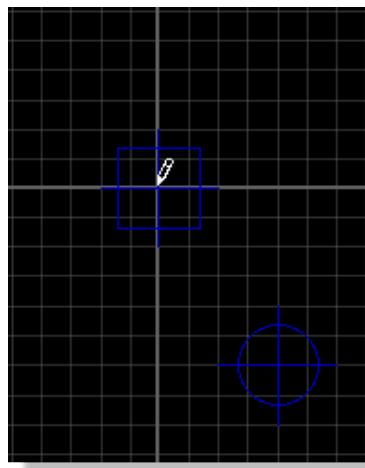


El comando ‘reproducir matriacialmente’ puede ser utilizado utilizando coordenadas cartesianas o polares. Como queremos colocar huellas en una forma circular debemos seguir los siguientes pasos.

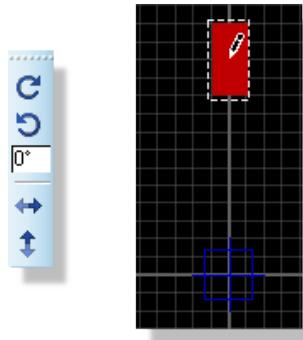
Seleccionamos la opción conmutar a coordenadas polares del menú Vista o usamos el atajo de teclado ‘Z’.



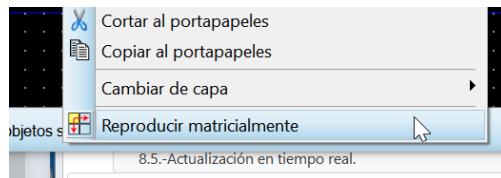
Fijamos un falso origen usando el atajo de teclado ‘O’.



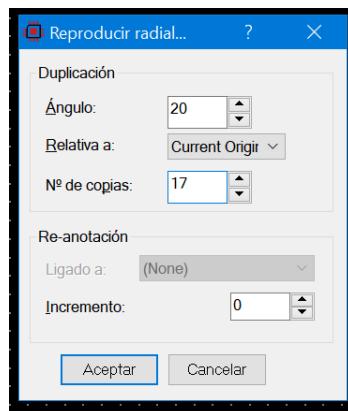
Orientamos y movemos la primera huella a una distancia igual al radio del círculo del falso origen.



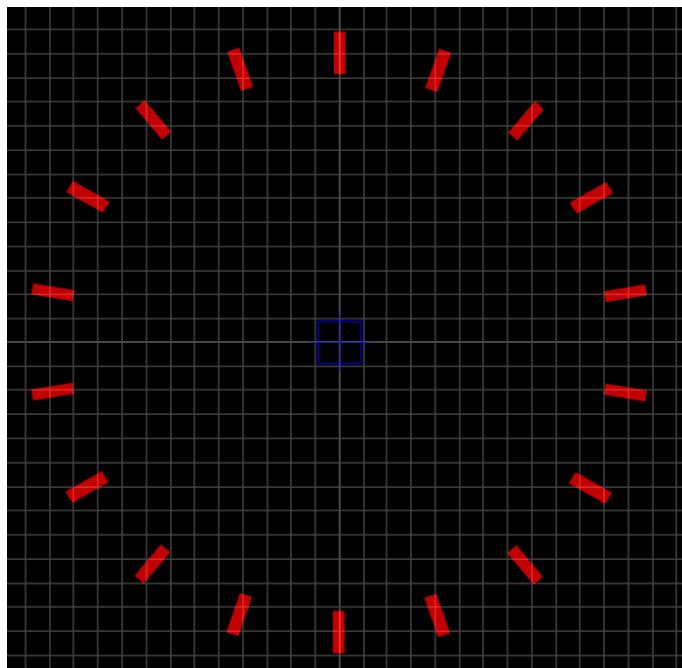
Seleccionamos la huella y desde el menú contextual que abrimos con el botón derecho del ratón seleccionamos la opción ‘reproducir matricialmente’



En la ventana de diálogo que aparece seleccionamos el ángulo (20) el número de copias (17) para completar el círculo de huellas. Observe que en este caso nos pregunta ángulo y no coordenadas porque hemos elegido previamente trabajar con coordenadas polares.

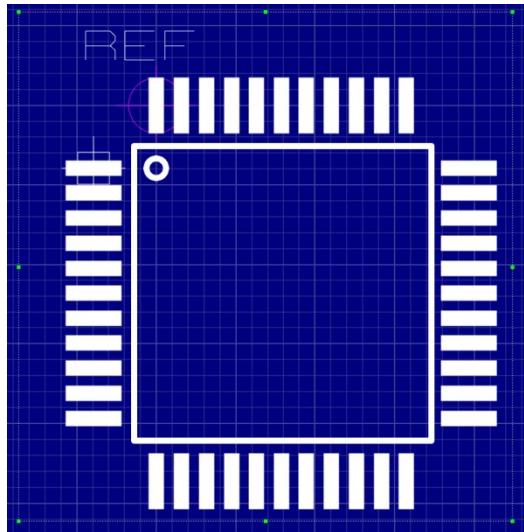


El resultado obtenido debe ser el que se muestra en la pantalla siguiente.

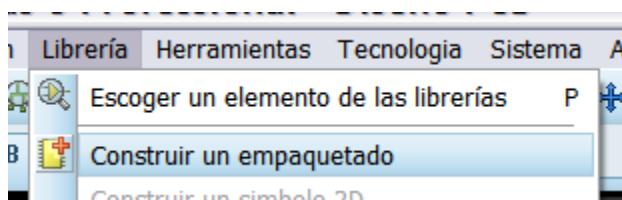


## I.2.-Archivado de nuestro encapsulado como un elemento de librería.

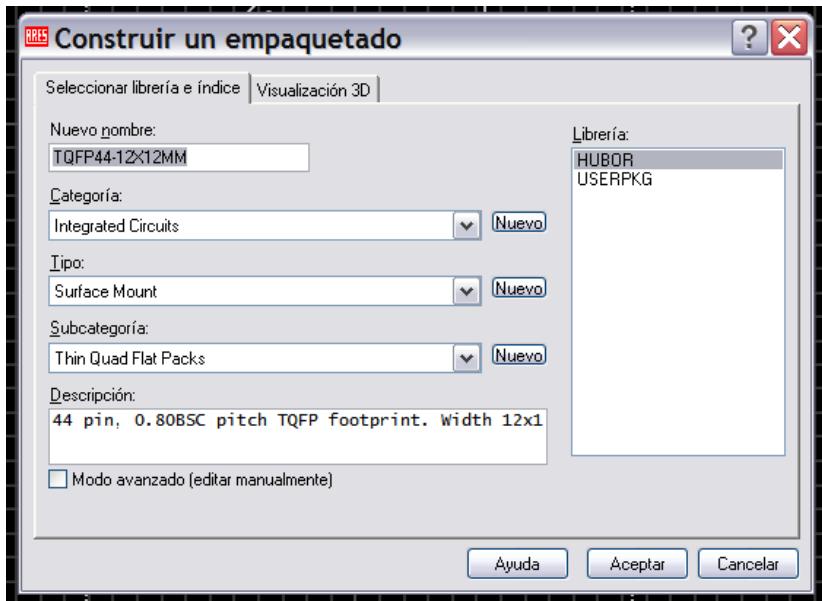
Lo primero que tenemos que hacer es crear una caja de selección alrededor de nuestro encapsulado que lo abarque completamente. No hay que olvidarse de incluir los marcadores que hayamos creado.



Ahora, utilizaremos la opción ‘Construir un encapsulado’ del menú ‘Librería’.



La primera parte de la ventana de diálogo que aparece es bastante sencilla y similar a la que ya hemos visto otras veces en este tutorial.



La descripción del encapsulado se puede utilizar como criterio de búsqueda cuando estamos navegando en la búsqueda de encapsulados, por lo que merece la pena dedicar un poco de tiempo para buscar una descripción suficientemente clara para ayudarnos en el futuro. Para los campos categoría, tipo y subcategoría podemos optar por utilizar valores existentes seleccionables desde la lista que nos ofrecen o crear nuevos que se ajusten a nuestras necesidades.

Por último, en el lado de la derecha, podemos elegir la librería donde vamos a guardar nuestro nuevo encapsulado. Las librerías suministradas por PROTEUS son de sólo lectura y, por lo tanto, no podemos guardarlo en ellas. Así que tendremos que utilizar una de las librerías de usuario. Vamos a nombrar a nuestro encapsulado como 'TEST-PKG'. En nuestro caso, vamos a utilizar la librería 'USERPKG' que, por defecto, es la definida para almacenar encapsulados creados por el usuario.

Podemos crear nuestras propias librerías de encapsulados utilizando el gestor de librerías. Para estudiar en profundidad las diferentes opciones que tenemos para el manejo de librerías, incluyendo su

creación o eliminación, podemos consultar en la ayuda en línea. Puede ampliar la información sobre el gestor de librerías desde la ayuda en línea.

Nunca debemos incorporar nuestros encapsulados a las librerías suministradas por Labcenter porque se perderían cuando se realice alguna actualización de la suite Proteus.

Cuando hayamos terminado de introducir todos los datos, vamos a pasar a la otra pestaña titulada 'Visualización 3D'. No pulsaremos todavía sobre el botón 'Aceptar' porque todavía nos resta trabajo por hacer.

### **I.3.- Imagen tridimensional del encapsulado.**

Llegados a este punto, nuestro objetivo será proporcional al sistema tanta información como sea posible para obtener una imagen tridimensional de nuestro encapsulado cuando deseemos obtener vistas en tres dimensiones del diseño de nuestra PCB.

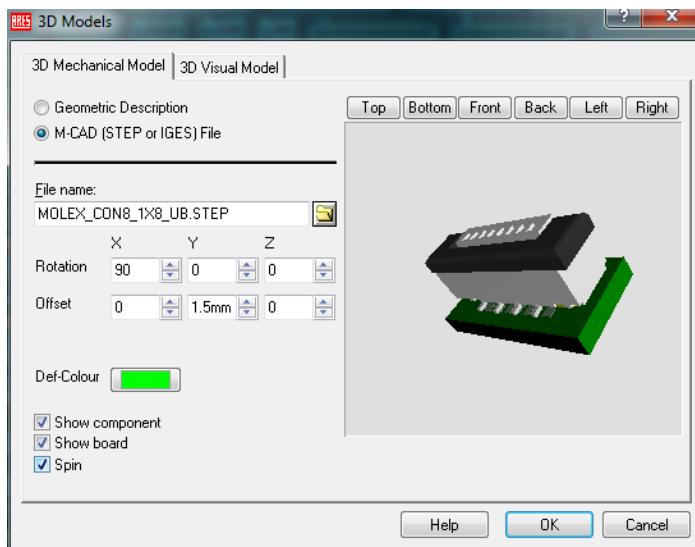
Para realizar este trabajo resulta una ayuda inestimable la ventana de pre-visualización que se muestra a la derecha y que va ajustando su contenido a medida que vamos introduciendo nuevos parámetros.

Como vimos en el apartado dedicado a los modelos tridimensionales podemos definir la imagen tridimensional usando ficheros STEP/IGES (para modelo grandes y complejos) o usando modelos de descripción geométrica (para los más sencillos)

Si elegimos la opción descripción geométrica, para el propósito de esta tutorial nos resulta suficiente con utilizar los parámetros y asignarles los valores que se ven en la imagen siguiente:



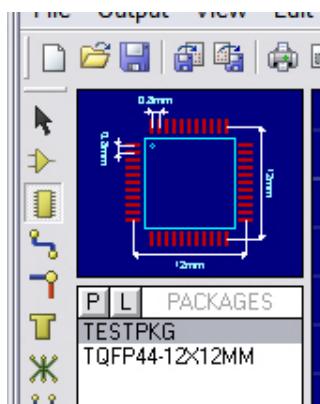
Si elegimos queremos usar un fichero STEP debemos seguir los siguientes pasos: Descargar el fichero STEP y colocarlo en el directorio MCAD de la carpeta donde tengamos instalado PROTEUS. Seleccionar el fichero desde la ventana de diálogo y fijar las propiedades de rotación y desplazamiento del origen.



Hay que tener en cuenta que los ficheros STEP aunque muy populares suelen tener una calidad menor para evitar el uso de ficheros demasiado grandes. Nunca debemos olvidar que el fichero STEP más grande ralentiza la operación de mostrar la imagen en tiempo de ejecución. Los modelos de descripción geométrica deben ser utilizados cuando no disponemos de un fichero STEP de un tamaño razonable.

Cuando hayamos terminado de introducir todos los datos ya podemos pulsar sobre el botón ‘Aceptar’ para guardar toda la información de nuestro nuevo encapsulado en la librería.

Si ahora seleccionamos la opción ‘Modo encapsulado’ en la barra de herramientas lateral, tenemos que ser capaces de ver que un nuevo elemento llamado TESTPKG aparece y se tiene que haber colocado correctamente en las categorías que hayamos indicado.



Si colocamos este encapsulado en nuestro diseño podemos observar varias cosas.

- Para colocarlo, el punto de anclaje tiene que corresponderse con la marca que situamos sobre la huella de la patilla 1.
- No aparece etiqueta, porque hemos utilizado directamente la herramienta ‘modo encapsulado’ y por lo tanto no tiene ninguna referencia asociada en nuestro diseño. Tendríamos que haber utilizado algún componente en la pestaña Esquema

electrónico con este tipo de encapsulado, para que la etiqueta con la referencia aparezca.

- Podemos evocar la visualización en tres dimensiones (sólo disponible en las versiones correspondientes a las licencias de mayor nivel), para ver la imagen tridimensional de nuestro componente.

