



UNIVERSIDAD
DE BURGOS

GUÍA DE FABRICACIÓN DE PCB

José M. Cámara Nebreda
José Antonio González García



Versión 1.0

2016



Introducción.....	0
Puesta en marcha.....	1
Planificación del trabajo	2
Importación del diseño.....	5
Configuración del trabajo	8
Configuración de las herramientas.....	11
Producción de la PCB	13
Fabricación de placas de doble cara	16
Trabajo con smd: colocación de la pasta de soldar.....	25
Anexo I: Generación de Gerber con Eagle.....	26
Anexo II: Generación de Gerber con ORCAD	28
Referencias	31



INTRODUCCIÓN

Este documento pretende servir de guía rápida para la realización de placas de circuito impreso mediante la máquina ProtoMat S63 de LPKF utilizando su software CircuitPro. El punto de partida para ello serán los ficheros en formato estándar generados mediante herramientas de diseño de PCB como es el caso de Orcad o Eagle. El software admite diversos formatos; en nuestro caso emplearemos el formato Extended Gerber para transferir el diseño de la placa y el formato Excellon para transferir la información de taladrado.

Tras la instalación del software será necesario realizar en él la “Configuración del equipo” en la que se ajustará el tipo de máquina con la que se va a trabajar y sus opciones.

Se presupone al lector la capacidad para el diseño de placas de circuito impreso y la generación de los ficheros en los formatos mencionados.

PUESTA EN MARCHA

Una vez instalado el software CircuitPro, se puede empezar a trabajar en la fabricación de placas de circuito impreso. La fresadora y el ordenador se conectan a través de un puerto USB por el que se enviará la información necesaria a la máquina y se monitorizará su progreso.

El volumen de información transmitido es relevante ya que se incluyen imágenes en directo procedentes de la cámara instalada en el cabezal. Esto exige una buena comunicación entre ambos dispositivos, por lo que no se recomienda alargar el cable USB que los une. En nuestro caso, el software se ha instalado en un PC dotado de sistema operativo Windows 7 Profesional. También se ha probado en Windows 8.1 con buen resultado.

El procedimiento para evitar problemas en el arranque consiste en conectar y encender la máquina antes de iniciar el software CircuitPro en el ordenador. Al arrancar el software veremos cómo directamente intenta establecer la comunicación e iniciar la transmisión de imágenes.

Si el proceso de arranque es correcto, ya podemos empezar el trabajo propiamente dicho.

PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO


En esta fase se van a dar los pasos preliminares para el trabajo posterior. Para ello utilizaremos el icono , que da inicio al asistente para la planificación de procesos. A partir de aquí, se abrirá la ventana que se observa en la Figura 1.



FIGURA 1

Seleccionamos el procesamiento de PCB y continuamos. El siguiente paso es la selección de la capa sobre la que se va a trabajar como vemos en la Figura 2.

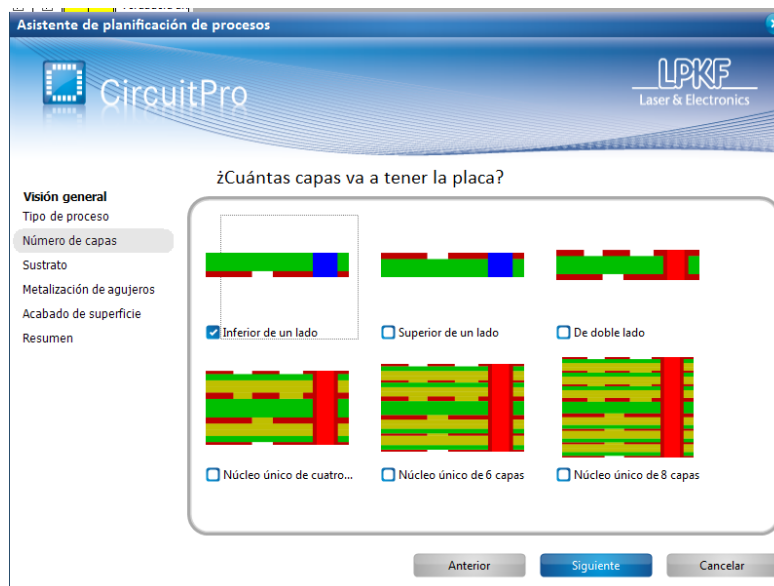


FIGURA 2

Tratándose de un primer ejemplo vamos a comenzar por el caso más sencillo: una sola cara de rutado, la inferior en este caso. A continuación seleccionamos el tipo de placa (material del

substrato). Como es lógico se ha de tratar del material real del que está hecha la placa con la que vamos a trabajar. En nuestro caso es una placa FR-4 (fibra de vidrio + resina epoxy), es el tipo de sustrato más común. Lo vemos en la Figura 3.



FIGURA 3

El último ajuste consiste en la selección del acabado. En nuestro caso solamente está disponible la opción LPKF ProtoPrint, Figura 4.



FIGURA 4

Una vez realizados todos los ajustes podemos observar el resumen (Figura 5).

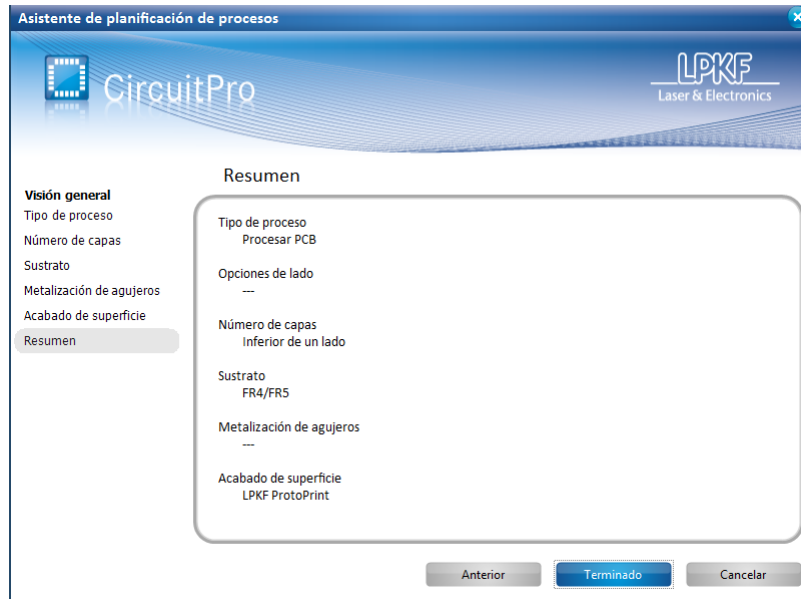


FIGURA 5

Salvo error u omisión, se puede dar por terminado este proceso de planificación.

IMPORTACIÓN DEL DISEÑO

A pesar de que el software proporciona herramientas para diseñar placas de forma manual, vamos a asumir que el diseño de la placa se ha realizado mediante un software EDA externo. Cualquiera que empleemos va a permitir la exportación en formatos que sean compatibles con nuestra máquina. Usaremos el formato Extended Gerber y Excellon para el fichero de taladrado.

Comenzamos el proceso a partir del icono . La Figura 6 nos muestra las dos ventanas que se abren, una sobre otra.

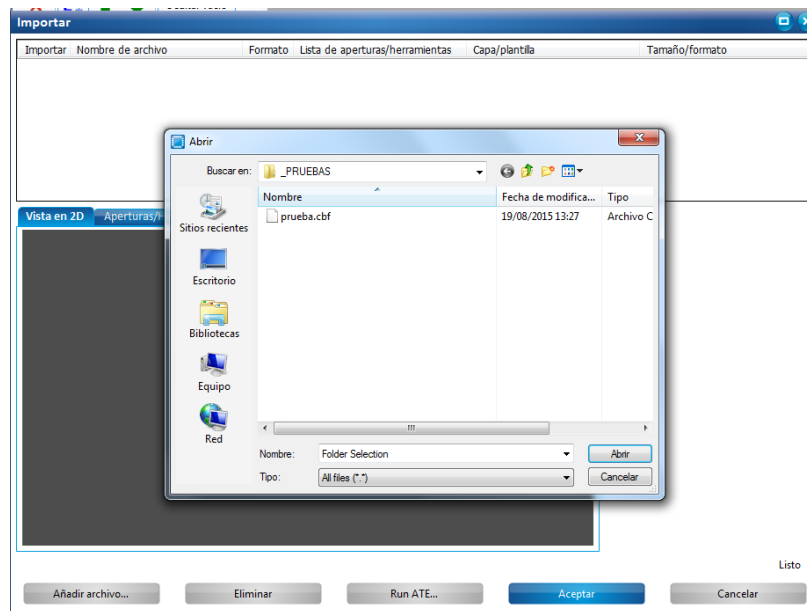


FIGURA 6

Los ficheros que tenemos que seleccionar en nuestro caso son 3, y corresponden con otros tantos ficheros de salida del software EDA que estemos empleando, en nuestro caso Eagle: *.drc, *.plc y *.sol. En el momento de aceptar, se nos abre la ventana que vemos en la Figura 7.

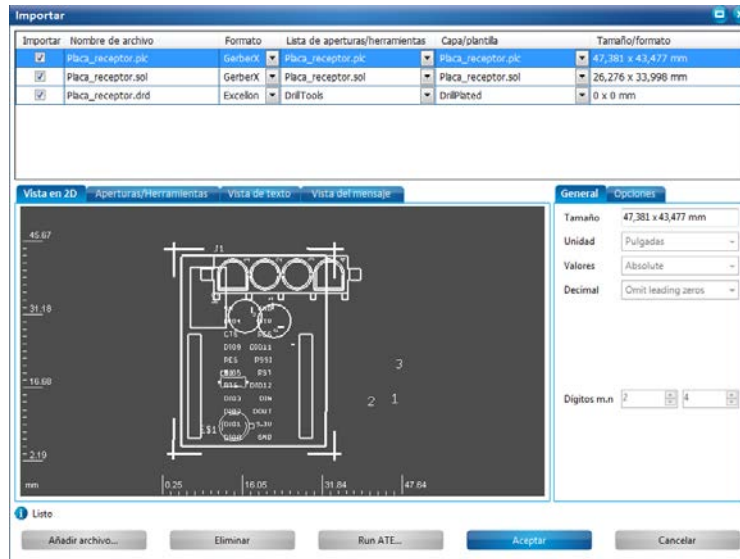


FIGURA 7

Sobre esta misma ventana se van a ajustar las características de cada uno de los ficheros, es decir, el tipo de información que aportan. En el caso del fichero de taladrado, el ajuste por defecto es correcto (DrillPlated). Debemos especificar por tanto que el archivo *.plc contiene el “BoardOutline”, mientras que el archivo *.sol contiene el “BottomLayer”, esto es, la capa inferior que como hemos establecido en la fase de planificación es la que se va a fabricar.

El resultado lo observamos en la Figura 8.

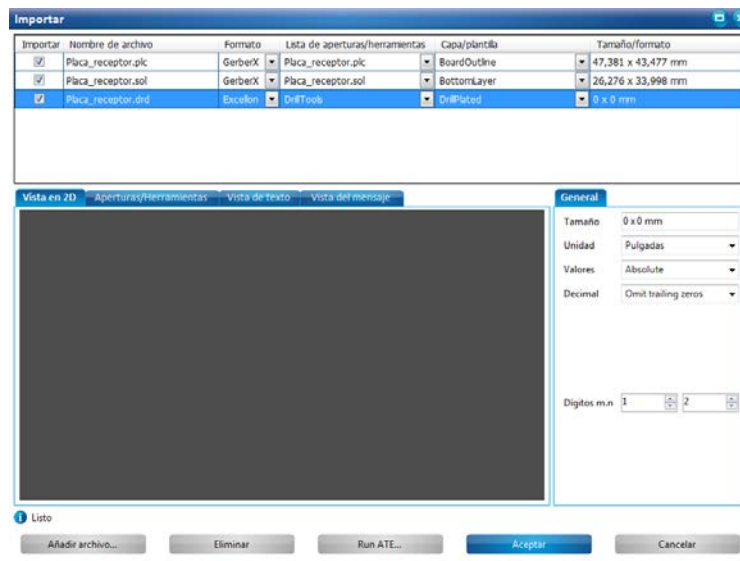



FIGURA 8

- ⚠ Conviene prestar atención al parámetro “Unidad” que establece las unidades (milímetros o pulgadas) en las que se encuentran especificadas las coordenadas dentro de cada fichero. Deben coincidir con las unidades empleadas en la generación de los mismos. Seleccionando cada fichero, la vista 2D debería mostrar gráficamente

cada capa. Todas ellas deberían resultar en un mismo tamaño de placa; de lo contrario, taladros, pistas, etc quedarían desalineados.

- ⚠ En la Figura 8 vemos que el fichero de taladrado se muestra vacío en la vista 2D. Esto se debe a un problema de interpretación del formato de fichero por parte de CircuitPro. La solución que se ha encontrado es seleccionar momentáneamente un formato distinto a Excellon para, a continuación, volver a seleccionar el formato Excellon. Al hacer esto se muestran correctamente los taladros sobre la placa.

A continuación vamos a activar la pestaña CAM mediante el icono del mismo nombre: . En la ventana que aparece activaremos la ocultación de capas vacías, quedando el resultado que aparece en la Figura 9.

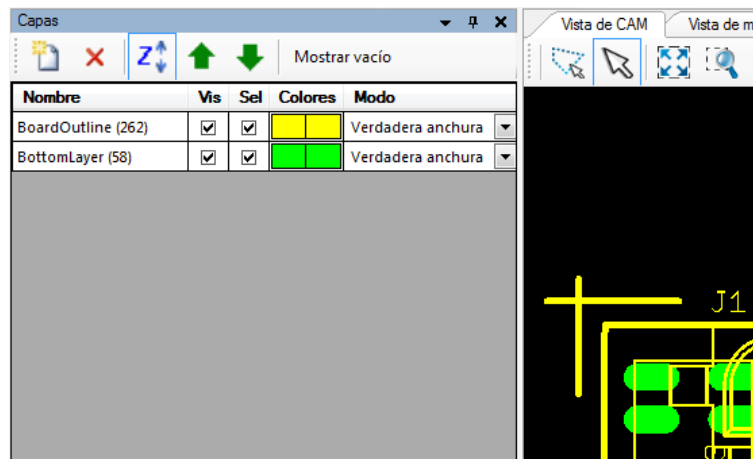



FIGURA 9

CONFIGURACIÓN DEL TRABAJO

En este momento el software CircuitPro dispone de la información que necesita acerca de la placa diseñada para poder fabricarla. Vamos a ver entonces cómo se ha de configurar el trabajo de fabricación de la PCB. Iniciaremos el asistente a través del icono .

El cuadro de diálogo de tecnología que se nos abre nos permite seleccionar de nuevo el material y el grosor de la capa de cobre presente en el mismo como se aprecia en la Figura 10.

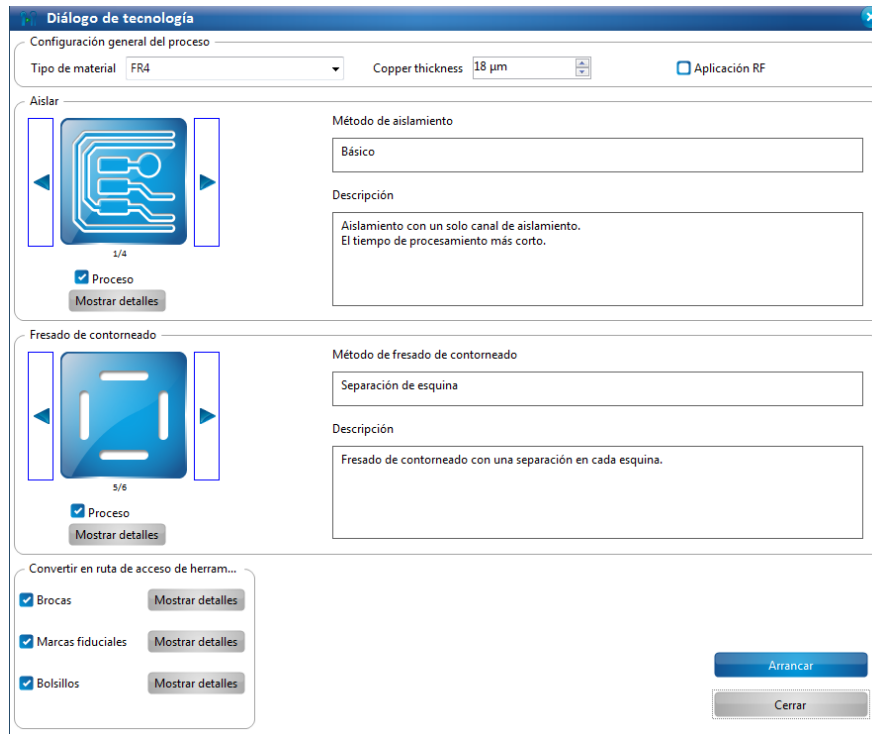



FIGURA 10

-  El material no lo modificaremos si lo habíamos ajustado bien, pero es importante asegurarse de que el espesor de la capa de cobre coincide con el que nos dice el fabricante. Existen varios grosores estándares. Por defecto aparece el de 18 µm, pero también son frecuentes las placas de 35 µm entre otras. En caso de error, que la máquina no detectaría, el resultado sería que el fresado se adentre en el sustrato, si el error es por exceso, o que no llegue a eliminar todo el cobre si es por defecto.

Sin salir de esta ventana activaremos “Mostrar detalles” dentro de la sección “Aislar”, para ver las reglas de fabricación y las herramientas asociadas. Ajustaremos aquí el aislamiento que consideremos adecuado. En nuestro caso vamos a ajustarlo en 0.25mm, para lo cual seleccionaremos en “Herramientas disponibles” End Mill (RF) 0,25mm y la activaremos como herramienta principal. Se modificarán automáticamente tanto la anchura de aislamiento como el aislamiento de PAD como vemos en la Figura 11. De no ser así, los modificaremos de forma manual.

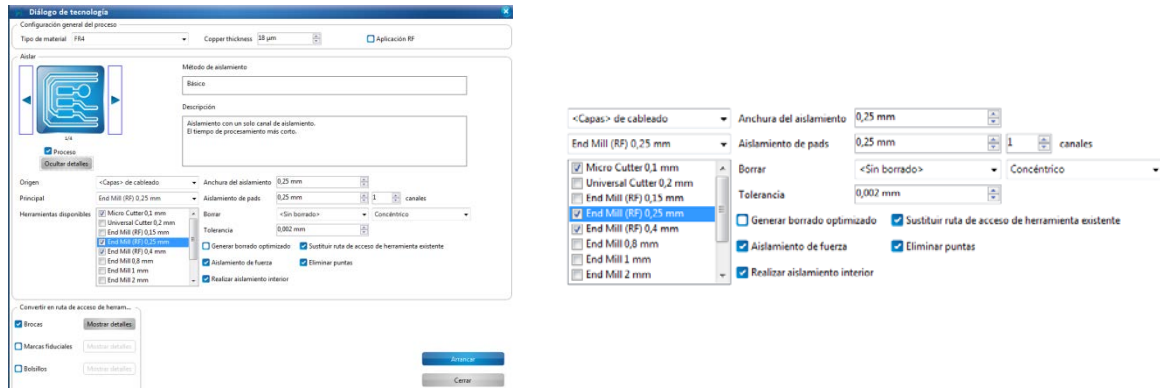


FIGURA 11

En el apartado correspondiente al proceso de contorneado, vamos a seleccionar por ejemplo la herramienta de 1mm como se observa en la Figura 12. Podemos seleccionar diferentes modos de contorneado mediante las flechas que flanquean la figura. De esta manera se puede seleccionar que la placa quede cortada tras la fabricación.

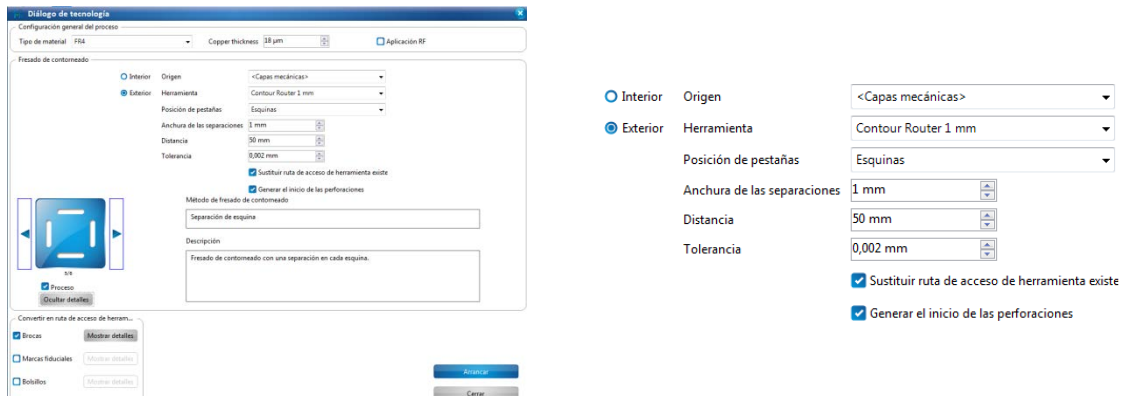


FIGURA 12

Finalmente, y dado que vamos a trabajar en una sola cara, deshabilitaremos “Bolsillos” y “Marcas fiduciales”, quedando el resultado que aparece en la Figura 13.

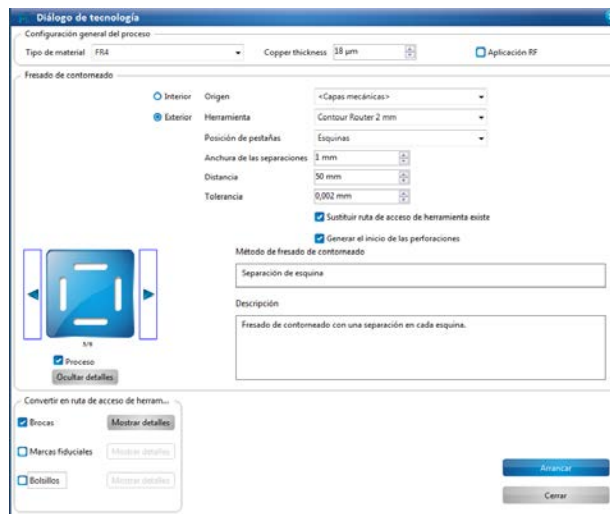


FIGURA 13

A continuación mostramos los detalles de las brocas y seleccionamos como broca de marcado el “Universal cutter 0,2mm” como aparece en la Figura 14.

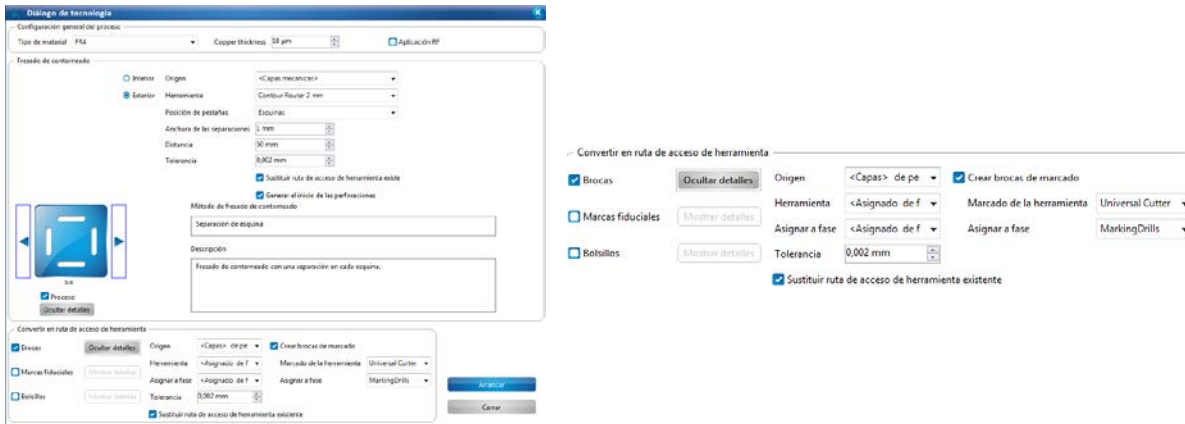


FIGURA 14

Cuando finalmente pulsemos “Arrancar”, se mostrará un resumen de las herramientas necesarias y en su caso las advertencias que sean pertinentes (Figura 15).

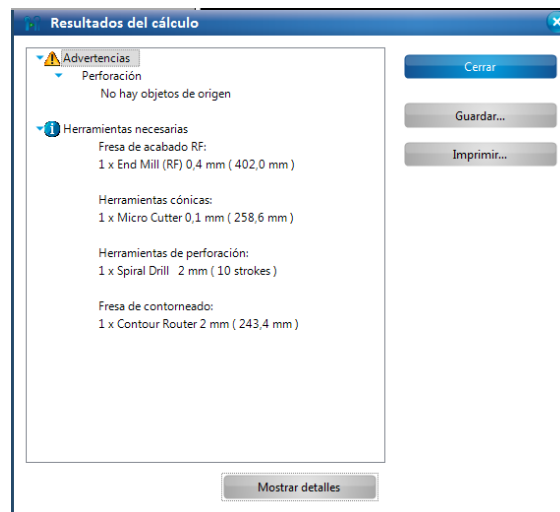



FIGURA 15

Guardamos este archivo y cerramos.

CONFIGURACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS

Mediante el icono  vamos a iniciar la instalación y configuración de las herramientas. Se abre la ventana correspondiente al depósito de herramientas que vemos en la Figura 16.

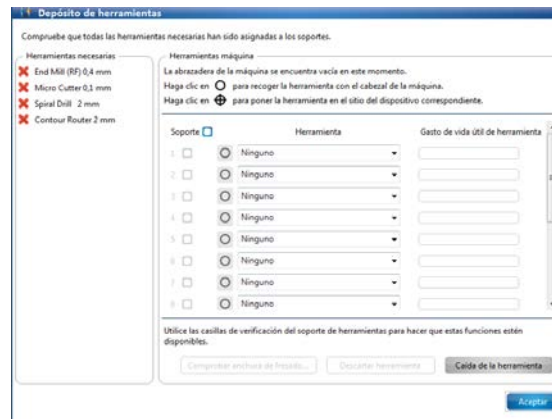


FIGURA 16

A medida que vayamos insertando cada herramienta, configuraremos de qué herramienta se trata y en qué soporte la hemos colocado. Al final obtendremos un resultado como el que vemos en la Figura 17.

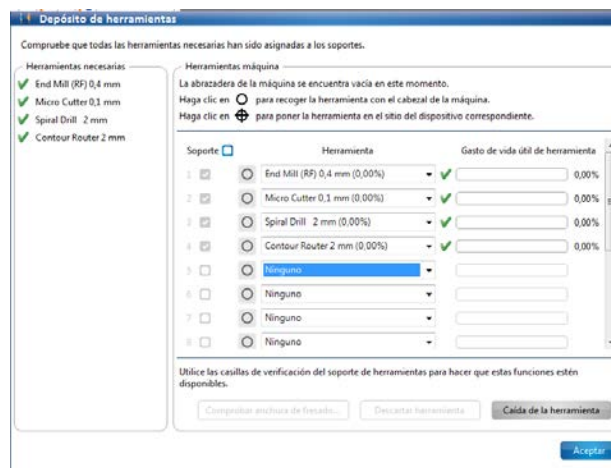



FIGURA 17

 La máquina no es capaz de comprobar que la asignación de herramientas que hemos introducido coincide con su ubicación real, por lo que en caso de error obtendremos un resultado incorrecto o incluso la destrucción de alguna herramienta.

Si todo es correcto, deberíamos ver por colores, como se muestra en la (Figura 18) dónde se ubica el trabajo de cada una de las herramientas configuradas.

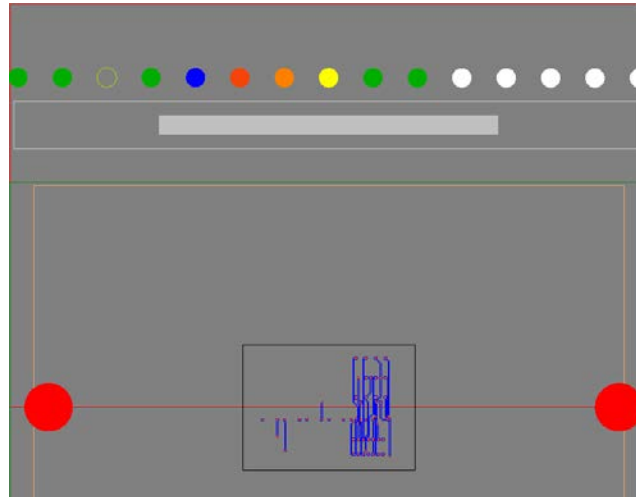


FIGURA 18

El software va a estimar el estado de uso de la herramienta basándose en su vida útil y el grado de utilización que va teniendo en los diferentes procesos y proyectos. Esta información puede ser de utilidad, pero también puede añadir complejidad al trabajo con la máquina, ya que parte del supuesto de que la herramienta no se va a mover de su posición hasta que se retire por desgaste. Suele ser así, especialmente si fabricamos pequeñas series de un mismo prototipo, pero si vamos intercalando muchos trabajos diferentes, es posible que tengamos que retirar herramientas para ceder espacio a otras nuevas. Por otra parte, podemos discrepar con el software en cuanto a la vida útil de la herramienta, reduciéndola o alargándola, en cuyo caso habría que ignorar el aviso correspondiente.

Para realizar el reemplazo de la herramienta gastada, en la ventana correspondiente al depósito de herramientas, deberemos seleccionar aquella que vamos a reemplazar como vemos en la Figura 19. Se activará la opción de “Descartar herramienta”. Posteriormente deberemos retirarla físicamente, introducir la nueva en la misma posición o en otra y darla de alta en el depósito.

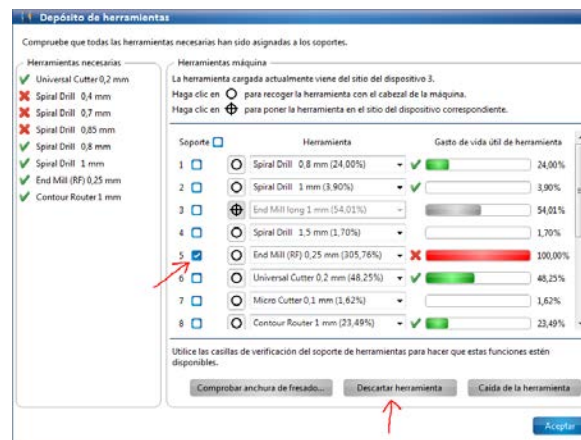



FIGURA 19

PRODUCCIÓN DE LA PCB

Mediante el icono  iniciamos el asistente de producción de placa. En la Figura 20 se muestra el primer paso: la colocación del material, es decir, la placa de circuito impreso en la que se va a trabajar.

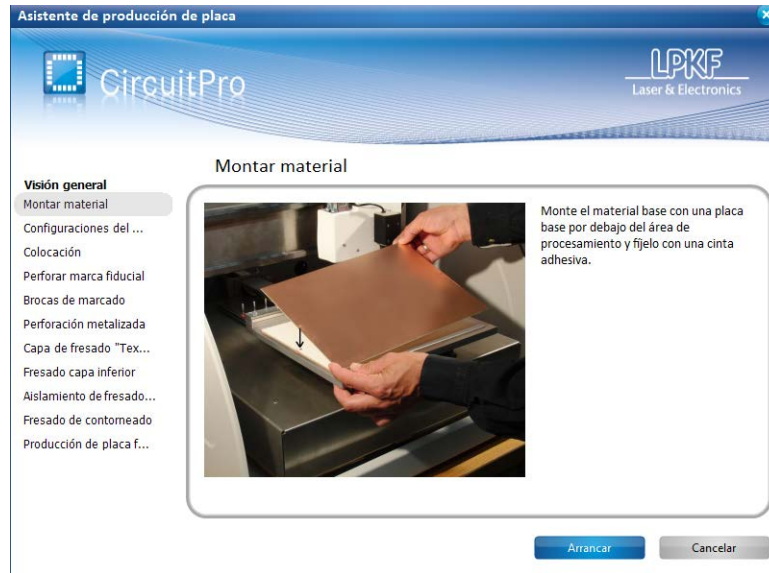


FIGURA 20

El proceso consiste en abrir la tapa de la máquina y colocar la placa sobre el soporte. Nuestro modelo dispone de sujeción de la placa por succión; a pesar de ello es conveniente fijar la placa al soporte mediante cinta adhesiva en ambos lados como se aprecia en la Figura 21. Esto es debido a que en algunas operaciones se suspende la succión temporalmente lo que podría desplazar accidentalmente la placa.

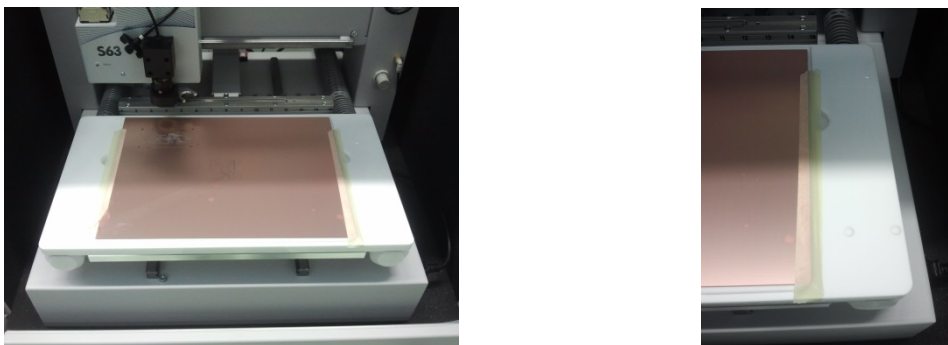


FIGURA 21

A continuación se realizará la configuración del material. Esto incluye de nuevo el tipo de placa y el grosor de la capa de cobre, que ya han sido configurados y que no se van a modificar. Como parámetros novedosos tenemos el grosor del material, que tendrá que coincidir con el proporcionado por su fabricante y el grosor de la placa de apoyo, que viene con la máquina y que es de 2 mm. Todo ello lo podemos apreciar en la Figura 22.

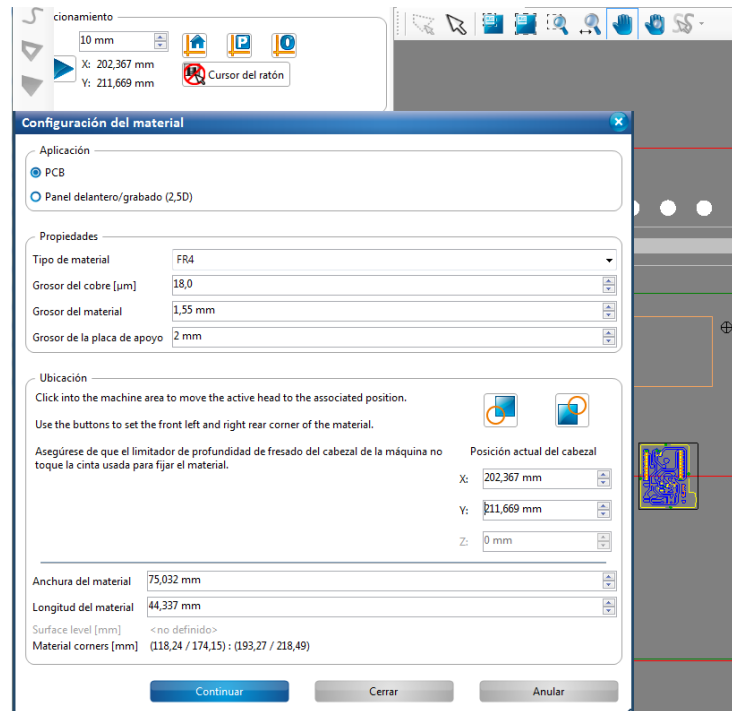


FIGURA 22

La ubicación de la placa es una cuestión muy importante. Mediante esta opción vamos a especificar la ubicación del material disponible para fabricar la placa. De esta manera es posible optimizar el material y evitar que unas placas interfieran con otras. Debemos ajustar la posición, bien de la esquina inferior izquierda o de la superior derecha de la placa sobre la que vamos a fabricar. Esto lo podemos hacer introduciendo directamente sus coordenadas o pinchando sobre la imagen de la placa que se observa en segundo plano. Veremos que el cabezal se posiciona en el lugar deseado. De esta manera podemos verificar que es efectivamente la localización correcta.

Pulsaremos continuar para pasar a ajustar la ubicación de nuestra placa dentro del material. Mediante esta opción podemos establecer el lugar exacto de fabricación y optimizar así el material disponible. Como se puede apreciar en la Figura 23, podemos introducir manualmente las coordenadas del centro de la placa o arrastrarla sobre la imagen que aparece en segundo plano, al lugar deseado.

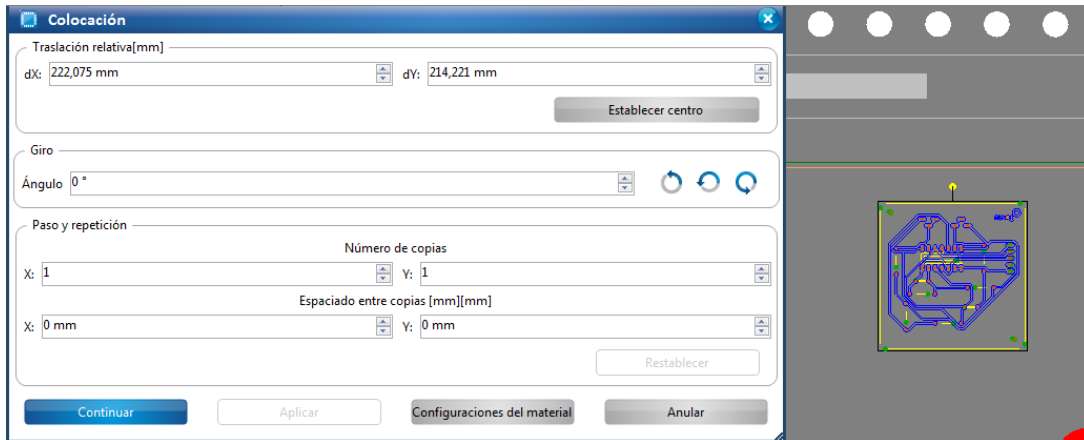


FIGURA 23

Aceptaremos finalmente las opciones por defecto para el trabajo a una cara y comenzará el fresado. Si todo el proceso anterior ha sido correcto, podemos dejar trabajar a la máquina hasta que termine la PCB.

FABRICACIÓN DE PLACAS DE DOBLE CARA

Finalizado el proceso de fabricación a simple cara, vamos a pasar a describir el modo de trabajo para poder fabricar placas de doble cara. El punto de partida es análogo al caso de simple cara, pero con la diferencia de que ahora necesitaremos incorporar un fichero más a nuestro proyecto: el correspondiente a la cara “Top”.

La secuencia de trabajo va a comenzar de la misma manera que en una sola cara. Iniciaremos el Asistente para la planificación de procesos. En él vamos a introducir una modificación en el momento de seleccionar el número de capas; seleccionaremos “De doble lado” como se muestra en la Figura 24.

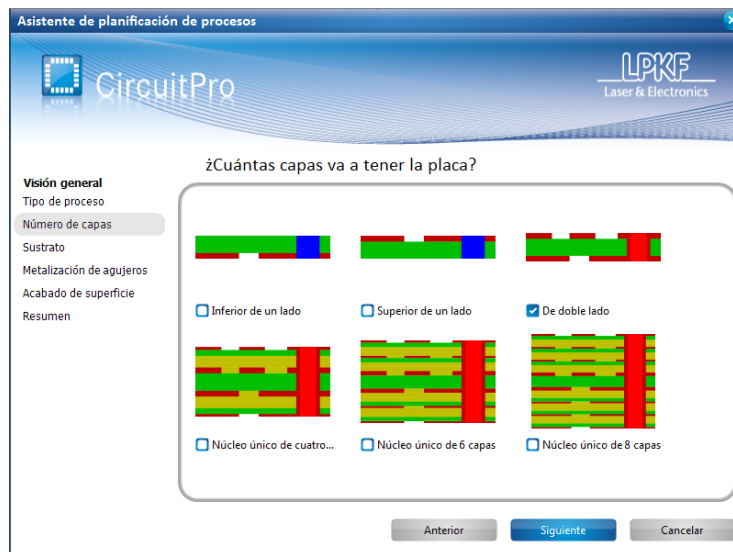


FIGURA 24

Enseguida se nos pedirá introducir qué sistema de metalización de taladros vamos a utilizar. En este caso, como se aprecia en la Figura 25, no se plantea ninguna opción concreta, de manera que seleccionamos “Otro sistema”.

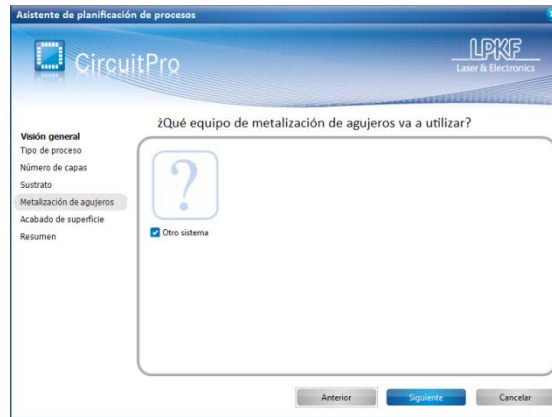



FIGURA 25

Siguiendo con la secuencia habitual, cargaremos los ficheros de diseño (incluyendo ahora el de la cara superior) y los visualizaremos para asegurarnos de que su aspecto y medidas son correctos.

Un paso nuevo en el trabajo a doble cara es la inserción de orificios fiduciales. Se emplean para que la máquina sea capaz de referenciar su posición respecto a la placa cada vez que se manipula el material. Esta operación no se puede vincular a las herramientas de colocación de la placa que ya se han mostrado dada su exigencia de precisión. En este caso, el software añadirá unos orificios (de 2 a 4) en las posiciones que le indiquemos y buscará su posición cada vez que se deba mover el material de forma manual. Nos situaremos en la vista de CAM y, una vez pulsado el icono , haremos click en el lugar en el que queremos insertar cada orificio. Lo habitual es ubicarlos en las 4 esquinas de la placa (puede ser por la parte exterior para que no interfieran con ningún otro elemento). como vemos en la Figura 26 También se pueden colocar 2 en esquinas opuestas y debería ser suficiente.

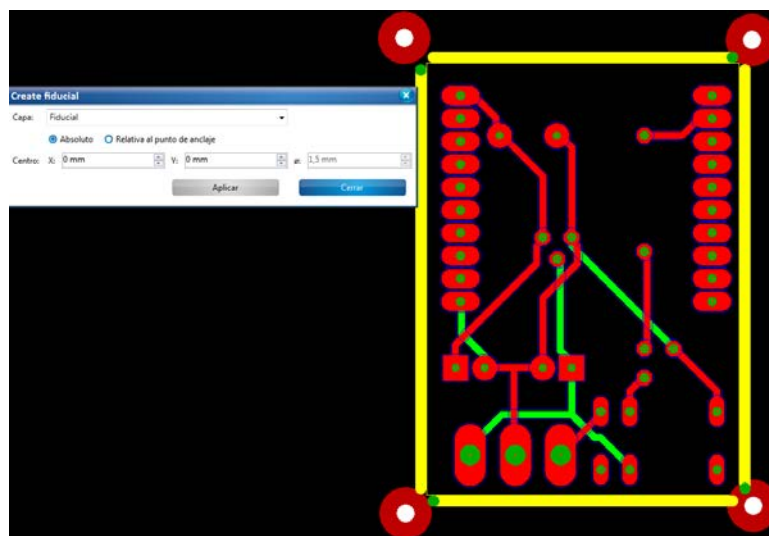


FIGURA 26



Si la posición en la que han quedado no nos satisface, se pueden repositionar, seleccionándolos primero mediante el icono  y pulsando previamente el icono  moverlos a la posición deseada como vemos en el detalle de la Figura 27.



FIGURA 27

Después iniciaremos el asistente de configuración del trabajo en el que ahora sí debemos dejar activado el uso de marcas fiduciales, aunque mantendremos sus opciones por defecto (Figura 28).

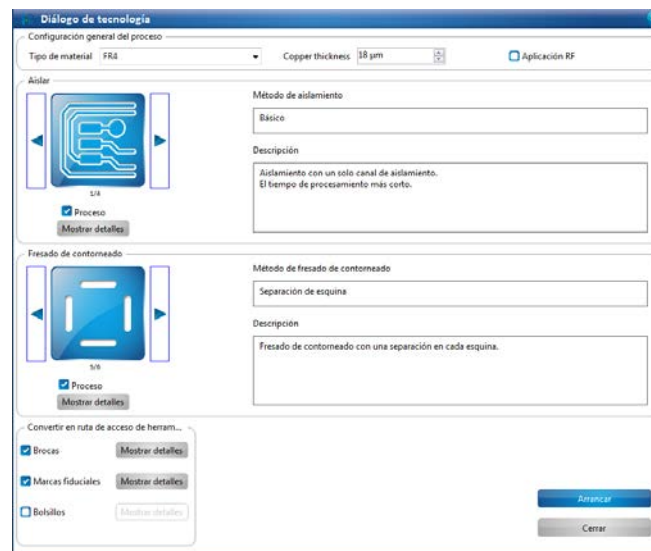


FIGURA 28

Una vez ubicadas las herramientas se iniciará el proceso de fabricación. En este momento abandonaremos el método utilizado para simple cara, es decir, el recurso al asistente de producción de la placa. Esto se debe a que la única configuración posible para la fabricación a doble cara, no permite configurar nuestro proceso de metalizado que emplea la tecnología Proconduct y en su lugar asume que la metalización se va a realizar por procedimientos químicos. Como consecuencia, la secuencia de eventos que se plantea no es adecuada para nuestro caso. Por ejemplo, el instante en que se propone extraer la placa para la metalización de taladros (Figura 29), precede al fresado de la misma lo cual resulta sumamente inconveniente ya que nuestro horno de refusión, Protoflow E no permite introducir la placa completa. Nos vemos obligados por tanto a generar una secuencia de eventos manualmente para que sea posible metalizar los taladros una vez finalizada la placa.



FIGURA 29

La generación manual de eventos se realiza a través del panel de procesado de la Figura 30.

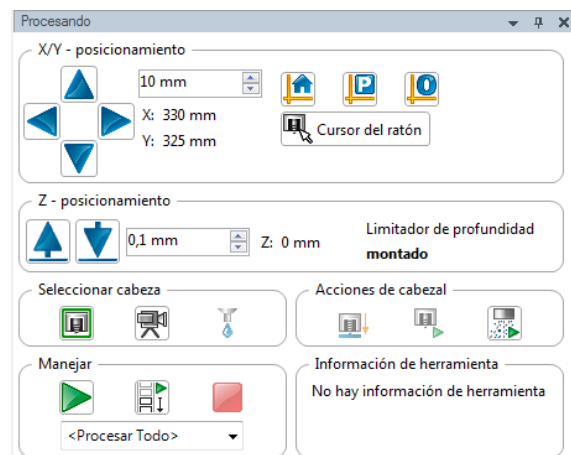


FIGURA 30

Dentro del apartado “Manejar” podemos seleccionar las distintas fases del proceso y ejecutarlas individualmente.

Los pasos que vamos a realizar serán los siguientes:

1. Montar el material.
2. Definir las características del material y su posición en la mesa de vacío. Para ello acudimos al menú “Editar” y seleccionamos la opción “Configuración del material”. Típicamente el cobre de las placas de doble cara va a tener un grosor de 18 μm , mientras que el espesor del propio material va a ser de 1,55 mm.
3. Configurar la colocación de la placa dentro del material. Esta operación la podemos realizar a través del menú “Control de la máquina” mediante la opción “Colocación”.
4. Perforación de las marcas fiduciales (DrillFiducial).
5. Fresado de la cara inferior (MillingBottom).
6. Extracción del material y giro del mismo para dejar expuesta la cara superior.

7. Fresado de la cara superior (MillingTop).
8. Extracción del material para colocar el film protector.
9. Colocación del film protector. Se trata de un film adhesivo que va a proteger la placa en el momento de administrar la pasta de metalización de los taladros. El kit Proconduct incluye para ello láminas adhesivas, (aunque un plástico adhesivo de oficina puede ser válido) y un rodillo de goma que se debe aplicar con fuerza sobre la placa en el momento en que se extrae la parte adhesiva de la lámina y se ubica sobre la placa, para evitar que se formen burbujas. Se puede optar por ubicar el film en uno de los lados (el inferior) de la placa pero es recomendable colocarlo en ambos para una mayor protección.
10. Introducción del material, con el film protector por la cara inferior.
11. Reajuste de las características del material. Es importante notar que, al añadir el film adhesivo a la placa, su grosor ha variado. Esto se debe ajustar para que el cabezal se eleve lo suficiente al moverse con las herramientas. En nuestro caso, la parte adhesiva de la lámina tiene un grosor de 100 μm por lo que incrementamos el grosor del material en esta cantidad, quedando en 1,65 mm si aplicamos el film por una sola cara o 1,75 mm si lo aplicamos en ambos lados.
12. Marcado. Se trata de un proceso previo al taladrado en el que la máquina utiliza las brocas de marcado para facilitar el taladrado posterior (MarkingDrills).
13. Taladrados metalizados. En este momento se realizan las perforaciones metalizadas de la placa. Se perforará tanto la placa como el film adherido a ella (DrillingPlated).
14. Extracción del material para rotación. Para pasar al siguiente proceso debemos colocar la placa de nuevo con la cara superior expuesta.
15. Contorneado. Para solventar el problema de la capacidad de nuestro horno vamos a finalizar completamente la placa con su contorneado. Este proceso perfora el borde exterior de la placa, lo que nos permite extraerla del resto del material (ContourRouting).
16. Extracción del material para metalización de los taladros. El trabajo con la Protomat ha finalizado.

En este momento disponemos de nuestra placa asilada y dotada de un film protector. Vamos a aplicar la pasta de metalización extendiéndola con la rasqueta que forma parte del kit Proconduct. La rasqueta está dotada de un extremo de goma con el que se extiende la pasta de manera que cubra toda la placa y prestando atención a que se introduzca por los taladros (Figura 31). Este proceso se realizará sobre un papel para que la pasta no manche la superficie de apoyo al llegar al extremo opuesto.



FIGURA 31

⚠ Cada vez que extraemos y reintroducimos el material, la máquina debe posicionarlo correctamente. Para ello buscará los orificios fiduciales. En este proceso es posible que, al aplicar el film, hayamos cubierto alguno o todos. Aun así, la transparencia del film debe permitir que la máquina los encuentre; quizá necesite un poco de ayuda de nuestra parte para enfocar y para posicionar el primer orificio y luego veremos que encuentra el resto con cierta facilidad. Al comandar los procesos de forma manual, la máquina nos propondrá buscar los fiduciales en cada nuevo paso. Es conveniente realizar este proceso aunque lleve algún tiempo. En primer lugar va a necesitar enfocar correctamente la cámara, tarea para la que nos pedirá ayuda para confirmar que el enfoque es correcto como se ve en la parte derecha de la Figura 32.

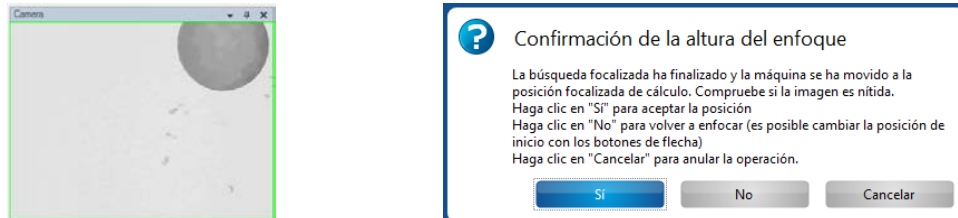


FIGURA 32

A la izquierda vemos la imagen de la cámara que deberá presentar nitidez como en este caso. No es necesario que la imagen del orificio esté centrada; se trata de que esté enfocada para que la máquina sea capaz de encontrar todos los fiduciales a continuación.

Dependiendo de las condiciones de luz ambiental y otros factores, es posible que el enfoque no sea correcto. En ese caso podemos ayudarlo manual mente utilizando las fechas de posicionamiento que vemos en la Figura 33.

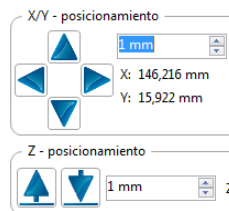


FIGURA 33

Mediante el posicionamiento x/y podemos acercar la cámara a la posición de uno de los agujeros, mientras que el ajuste en z nos permitirá regular el enfoque de la cámara. Una vez que el agujero se vea con nitidez en la imagen de la cámara podemos seleccionar la opción "Sí" en la ventana de la Figura 32 para que la máquina busque los fiduciales.

A continuación va a ser necesario facilitar que la pasta fluya a través de los taladros con un doble objetivo: impregnar las paredes interiores y abrir los orificios. Para ello vamos a hacer uso de la mesa de vacío que incorpora la Protomat 63. Para ello retiraremos la placa de sujeción que se encuentra habitualmente debajo de la placa y la sustituiremos por la plancha de nido de abeja que acompaña al kit Proconduct. Sobre ella colocaremos el filtro de color blanco que también incluye el kit y sobre él nuestra placa. Como nuestra placa se encontrará lejos de cubrir toda la superficie de succión, será necesario tapar el área alrededor para que la fuerza de succión se concentre en la placa. Esta tarea se puede realizar con trozos de papel (Figura 34) o con plástico como el que se incluyen en el kit Proconduct



FIGURA 34

Una vez preparado el conjunto, se acciona al aspirador de la máquina de forma manual actuando sobre el pulsador de “Power” (Figura 35) y regulando la fuerza de aspiración hasta que veamos que los taladros se han abierto. El uso de papel resulta más fácil y normalmente más barato, pero el nivel de vacío que genera es algo menor, por lo que suele ser necesario esperar unos segundos para que los taladros queden liberados.



FIGURA 35

Completado este proceso, se apaga el aspirador pulsando de nuevo “Power” para que su control vuelva al modo remoto y se extrae la placa. El siguiente paso es retirar el film protector. Se trata de un proceso delicado ya que se debe evitar que la pasta impregne el cobre de la placa y, a ser posible, evitar también mancharse con ella.

La metalización de los taladros requiere el curado de la pasta que ha quedado en el interior de los taladros. Para ello se puede utilizar cualquier horno que nos permita calentar la placa durante 30' a 160°C. En nuestro caso utilizaremos el horno de refusión ProtoFlow E. Tiene la ventaja de que se puede gobernar remotamente a través de su software, pero el inconveniente ya mencionado de que el tamaño de la placa que se puede introducir es reducido.

El software del horno es sencillo. Dispone de 3 pestañas:

- Administración, que permite fundamentalmente dar de alta el dispositivo y registrarse.
- Programando perfil: que permite seleccionar el perfil de calentamiento adecuado.
- Grabando perfil: que nos permite iniciar y detener el calentamiento y monitorizar su progreso.

En la pestaña “Programando perfil” (Figura 36) podemos acceder a los perfiles preprogramados en el horno mediante el botón “Leer todos” y seleccionar en este caso el perfil 7 (Figura 37) que corresponde con el de curado de la pasta de soldar y que, como veremos recibe el nombre de “Proconduct”.

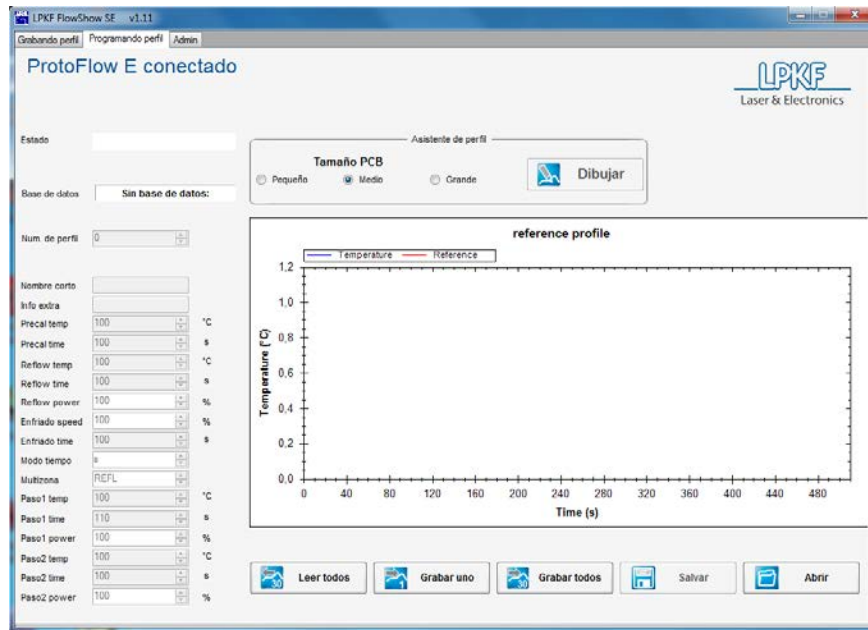


Figura 36

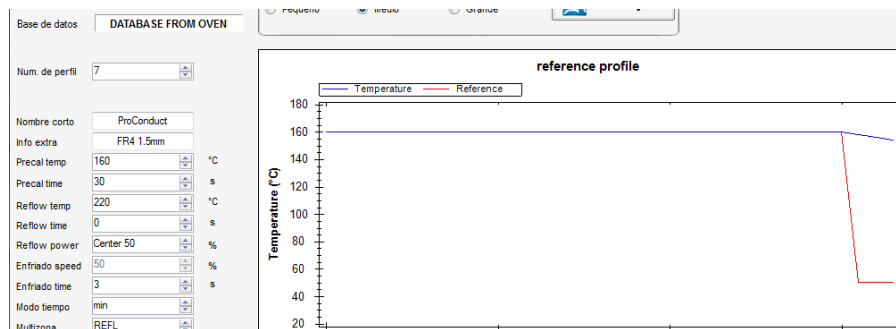



FIGURA 37

Le mandamos “Grabar” y pasamos a la pestaña “Grabando perfil” (Figura 38) en la que ordenaremos el comienzo del calentamiento del horno haciendo click en “Inicio”, lo cual nos pedirá que activemos “Autostart”. A partir de ahí seguiremos las instrucciones que nos vaya dando el propio horno a través de sonidos de alarma y del display incorporado en la parte superior.



FIGURA 38


Transcurridos los 30 minutos, la placa estará completamente finalizada. Todos los taladros deberían seguir abiertos y mostrar continuidad entre ambas caras.

 El trabajo con la pasta de soldar puede ser dificultoso. Una incorrecta manipulación puede provocar que la placa se “ensucie” y que las líneas de fresado queden cortocircuitadas. Nosotros hemos decidido depositar la pasta sobre placas ya finalizadas y cortadas principalmente para poder introducirlas en el horno de refusión cuyo tamaño es reducido. En este caso es aconsejable dejar un margen de seguridad alrededor de la placa. Esto se puede llevar a cabo alejando el “board outline” del diseño, especialmente por un lado que es el que luego nos servirá para la manipulación.

TRABAJO CON SMD: COLOCACIÓN DE LA PASTA DE SOLDAR

El proceso de dispensación de la pasta de soldar para los componentes de montaje superficial (SMD) comienza una vez que tenemos la placa fresada y taladrada, incluso con los taladros ya metalizados.

El primer paso que se ha de realizar es incorporar la información necesaria al proyecto. Concretamente, el fichero con las coordenadas de deposición de pasta en la cara superior. En Eagle, esta capa se denomina tCream (capa 31). La plantilla de generación de Gerber por defecto e Eagle incluye la máscara de soldadura de cara a un proceso serigráfico, por lo que nos genera el fichero adecuado por defecto.

En su lugar, vamos a generar esta información de forma manual, sin usar plantillas. Para ello abrimos el procesador CAM de Eagle mediante el icono  que nos da entrada a la ventana correspondiente. En ella vamos a crear un trabajo siguiendo el estándar Extended Gerber, al que llamaremos “PastaTop” cuya salida vamos a dirigir al fichero “PastaTop.gtp”. Seleccionamos la capa 31 y pulsamos en “Process Job”. Los ajustes los podemos ver en la Figura 39.

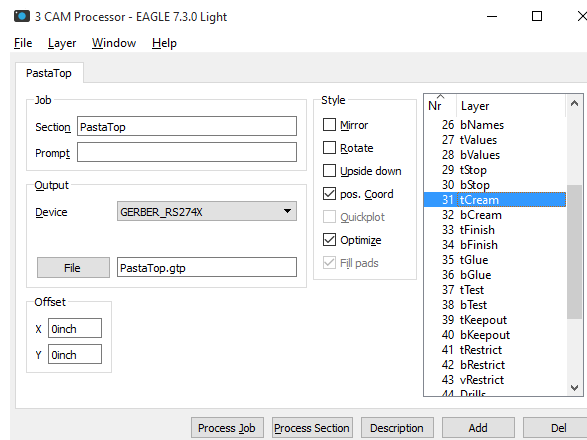


FIGURA 39

El fichero generado lo añadiremos a nuestro proyecto en CircuitPro.


ANEXO I: GENERACIÓN DE GERBER CON EAGLE

Los ficheros estándar que se incorporan a CircuitPro para la fabricación de la placa proceden de un programa de CAD externo. Uno de los más habituales es Eagle y es también uno de los que CircuitPro permite configurar como CAD de origen.

Para fabricar placas de doble cara necesitamos incorporar 3 ficheros:

- | | | |
|--------------------------------|-------|--------------------------------------|
| 1. Fichero de taladrado | *.drc | Generado en formato Excellon |
| 2. Fichero de la cara inferior | *.sol | Generado en formato Extended Gerber. |
| 3. Borde exterior de la placa | *.plc | Generado en formato Extended Gerber. |
| 4. Fichero de la cara superior | *.cmp | Generado en formato Extended Gerber. |

En el caso de placas de simple cara, el fichero número 4 no se incluiría.

El postproceso de Eagle genera estos ficheros tal cual se necesitan, excepto en el caso del borde exterior, que requerirá unos pequeños ajustes. Empezaremos arrancando la herramienta CAM  en Eagle que nos dará acceso a la ventana de postproceso que vemos en la Figura 40.

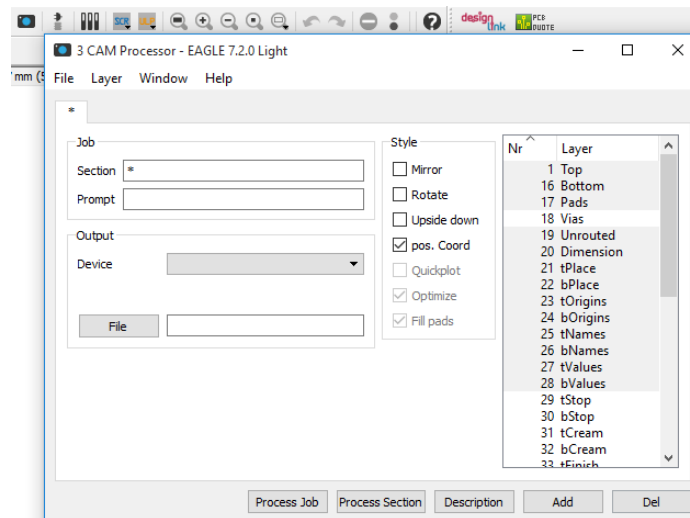


FIGURA 40

A continuación seleccionaremos la opción File -> Open -> Job, que nos da acceso a las plantillas disponibles que vemos en la Figura 41. Seleccionaremos la plantilla “excellon.cam” para generar el archivo de taladrado y la plantilla “gerb274x.cam” para generar el resto.

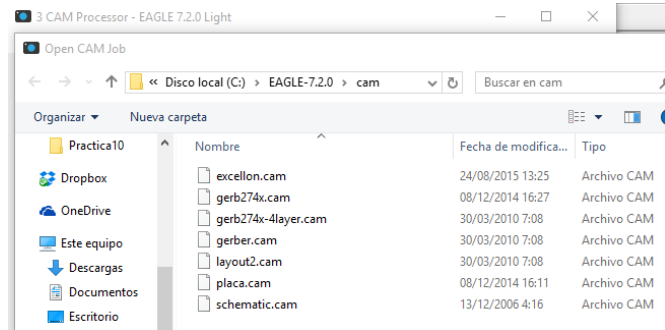


FIGURA 41

Nos vamos a centrar en la generación del fichero *.plc, ya que los ajustes por defecto son válidos para el resto. Antes de realizar el postproceso “Process Job” debemos ir a la pestaña “Silk screen CMP” que vemos en la Figura 42 y desactivar la selección de las capas 21 (tPlace) y 25 (tNames), dejando únicamente seleccionada la capa 20 (Dimension) que es la que contiene el borde exterior. Una vez realizado este ajuste podemos pulsar el botón “Process Job” para generar los ficheros Gerber.

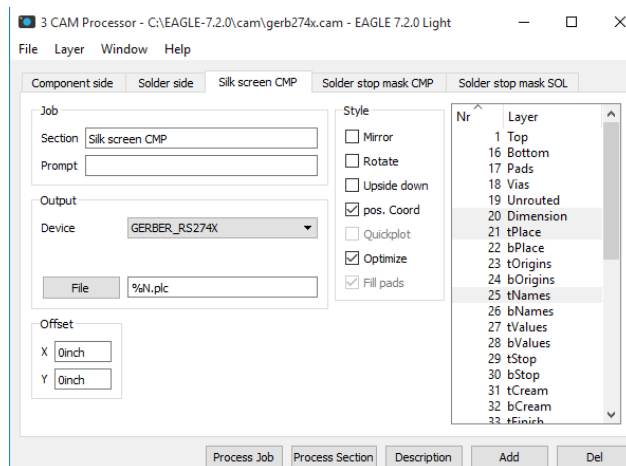


FIGURA 42

ANEXO II: GENERACIÓN DE GERBER CON ORCAD

Orcad no es uno de los programas de CAD electrónico con los que CircuitPro trabaja por defecto. Debemos conseguir generar con él una relación de ficheros que se puedan importar correctamente. Se podría recurrir al formato estándar .dxf para relizar la incorporación, pero aquí vamos a describir cómo lograr que Orcad genere una información equivalente a la que proporciona Eagle para trabajar a simple y doble cara.

El principal inconveniente se encuentra en la exigencia de CircuitPro de disponer del borde exterior de la placa de forma explícita. Los ajustes de postproceso en Layout se encuentran en el menú Options -> Post Processor Settings, que nos da entrada a la hoja de propiedades de cada una de las capas (Figura 43).

Plot output File Name	Batch Enabled	Device	Shift	Plot
*.TOP	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Top Layer
*.BOT	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Bottom Layer
*.GND	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Ground Plane
*.PWR	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Power Plane
*.IN1	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 1
*.IN2	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 2
*.IN3	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 3
*.IN4	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 4
*.IN5	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 5
*.IN6	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 6
*.IN7	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 7
*.IN8	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 8
*.IN9	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 9
*.I10	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 10
*.I11	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 11
*.I12	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 12
*.SMT	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Soldermask T
*.SMB	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Soldermask B
*.SPT	No	EXTENDED GERBER	No shift	Solder Paste
*.SPB	No	EXTENDED GERBER	No shift	Solder Paste B
*.SST	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Silkscreen Top
*.SSB	No	EXTENDED GERBER	No shift	Silkscreen Bottom
*.AST	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Assembly Top
*.ASB	No	EXTENDED GERBER	No shift	Assembly Bottom
*.DRD	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Drill Drawing

FIGURA 43

Para fabricar una capa vamos a necesitar el fichero *.BOT junto con la información de taladrado y el borde exterior de la placa. En caso de trabajar a doble cara, tendremos que añadir el fichero *.TOP.

La información de taladrado se generará automáticamente en formato Excellon (el aceptado por CircuitPro) si activamos la opción "Create Drill Files" (Figura 44) que se nos presenta si editamos las propiedades de cualquiera de las capas habilitadas en la Figura 43, haciendo click derecho. El fichero generado será throughhole.tap.

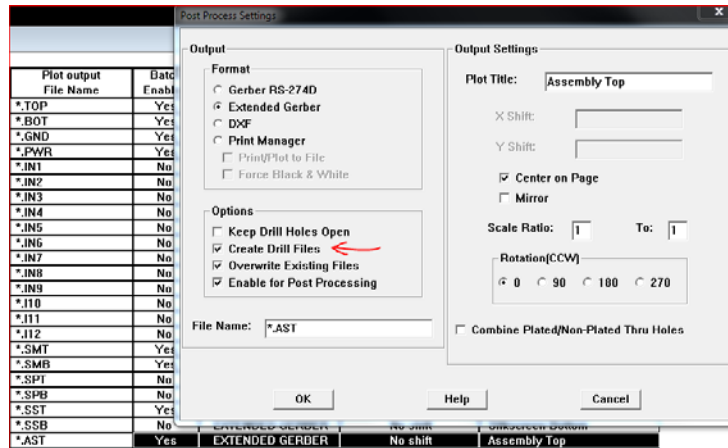


FIGURA 44

Orcad no proporciona de forma aislada el borde exterior de la placa en ninguna de sus capas. Vamos a seleccionar en su defecto la capa de ensamblado superior, es decir el fichero con extensión *.AST (assembly top). Seleccionamos una cara superior ya que CircuitPro taladra el borde exterior por defecto en esa cara.

Una vez generados los archivos a través de del menú Auto-> Run postprocessor, los llevaremos a nuestro proyecto en CircuitPro. En este entorno tendremos que realizar dos procesos antes de poder proceder con la fabricación de la placa:

1. Ajustar las cifras significativas de las unidades de medida de los ficheros para que todos se ajusten al tamaño real. Esto suele ser necesario realizarlo en el fichero de taladrado: "thruhole.tap" (Figura 45).

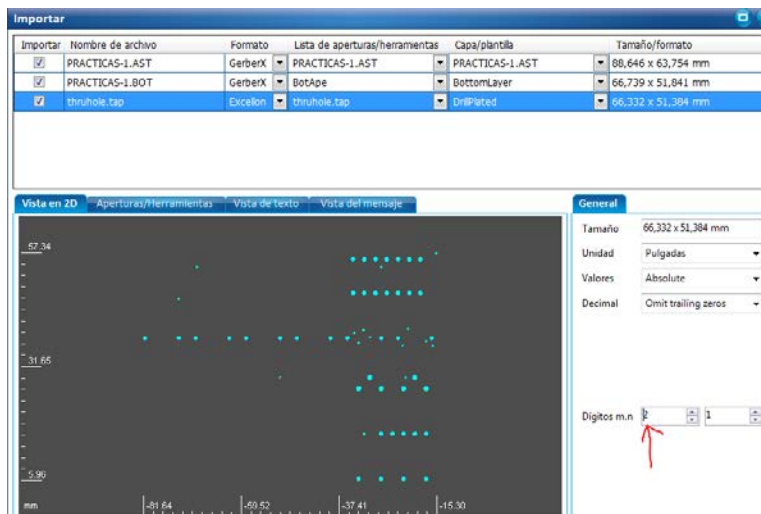


FIGURA 45

2. Del contenido del fichero *.AST eliminar la imagen de los componentes, dejando solamente el borde exterior de la placa y asignar éste a la capa "BoardOutline". En la Figura 46 vemos la secuencia de eventos que conforman esta operación:

- Tenemos la placa completa con el contenido de todas las capas incorporadas visible.
- Dejamos únicamente visible el contenido del fichero *.AST deshaciendo la selección como se ve en la parte superior.
- Seleccionamos todos los componentes que aparecen en el interior de la placa.
- Los suprimimos.
- Seleccionamos el borde exterior y a través del click derecho, seleccionamos la opción Asignar objetos a la capa -> BoardOutline
- Volvemos a hacer visible todo el contenido y vemos que ahora el borde exterior aparece en color amarillo y la imagen de los componentes ha desaparecido.

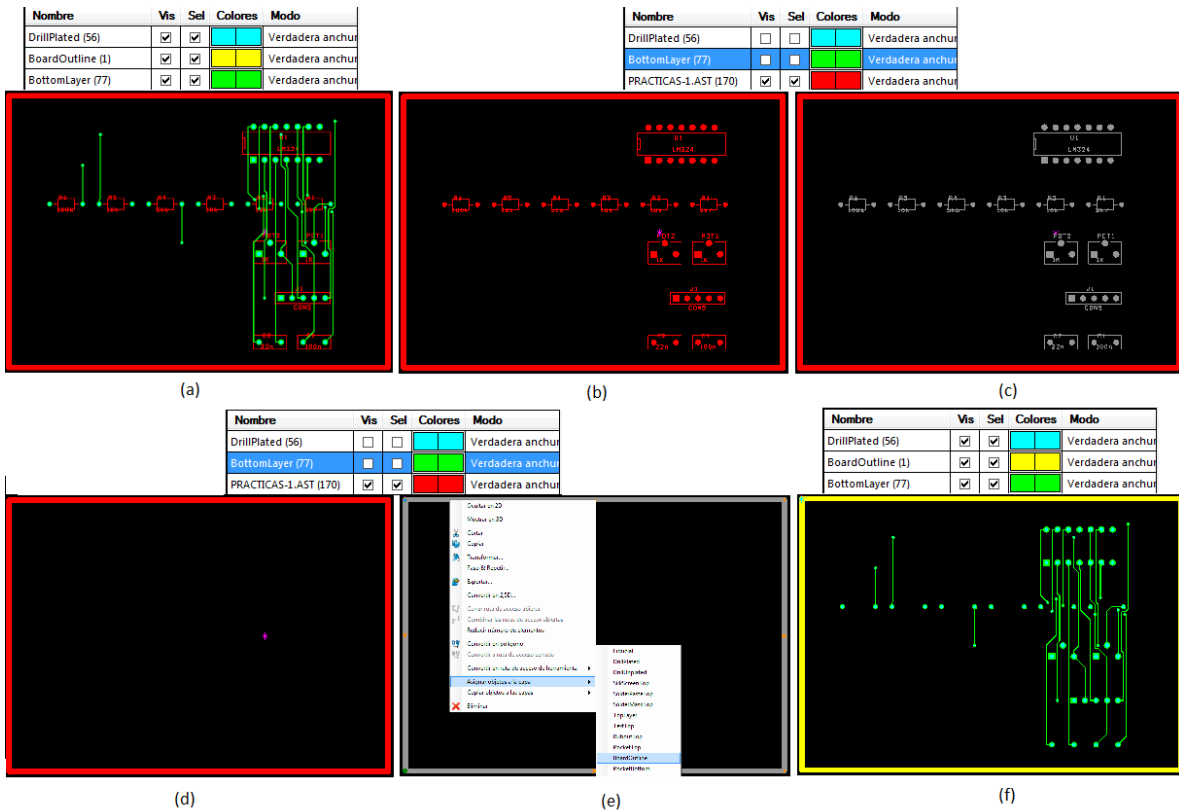


FIGURA 46

REFERENCIAS

Esta guía se ha realizado con el apoyo del videotutorial [LPKF S63 CIRCUITPRO](#), cuya visualización recomendamos para aclarar algunas cuestiones que puedan resultar confusas.

Otro documento de consulta recomendado es el manual de usuario de CircuitPro:
LPKF CircuitPro 2.1. How to guides. LPKF Laser & Electronics AG.

En el siguiente sitio web se puede encontrar una plantilla de trabajo para generar desde Eagle los ficheros adecuados para importar desde CircuitPro:
https://docs.google.com/document/d/1aq9l-8oT-zhEsD4lgW8_11D0aADNXAZ-zNdq6EnTKUI/view

Para la deposición de pasta de soldar en huellas de componentes SMD podemos apoyarnos en el vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=VbNvt1UxEII>