

GUÍA DE FABRICACIÓN DE PCB

José M. Cámara Nebreda José Antonio González García



Versión 1.0

2016



| Introducción | 0 |
|---|---|
| Puesta en marcha | |
| Planificación del trabajo | 2 |
| Importación del diseño | 5 |
| Configuración del trabajo | 8 |
| Configuración de las herramientas | |
| Producción de la PCB | |
| Fabricación de placas de doble cara | |
| Trabajo con smd: colocación de la pasta de soldar | |
| Anexo I: Generación de Gerber con Eagle | |
| Anexo II: Generación de Gerber con ORCAD | |
| Referencias | |
| | |



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.

| Asistente de planificación | de procesos | × |
|----------------------------|--|---------------------|
| Circui | tPro | Laser & Electronics |
| Visión general | Seleccione el tipo de proceso. | |
| Tipo de proceso | | |
| Número de capas | | |
| Sustrato | | |
| Metalización de agujeros | | |
| Acabado de superficie | North States and State | |
| Resumen | Procesar PCB Procesar elementos 2,50 | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | Siguiente Cancelar |
| | | |

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 substrato más común. Lo vemos en la 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).







| Asistente de planificación | de procesos | | 8 |
|--|---|----------|---------------------|
| Circui | tPro | | Laser & Electronics |
| Visión general Tipo de proceso Número de capas Sustrato Metalización de agujeros Acabado de superficie Resumen | Resumen Tipo de proceso Procesar PCB Opciones de lado Número de capas Inferior de un lado Sustrato FR4/FR5 Metalización de agujeros Acabado de superficie LPKF ProtoPrint | | |
| | | Anterior | Terminado Cancelar |



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.

| on orthog | Nambra da archiva | Formato | Lista de anesturas/herramientas | Caes/elastila | | Tama | ão lformato | |
|-----------|---------------------------------------|---------------|---------------------------------|---------------|-------------|-----------|-------------|---|
| portar | | r. | | copo, proneno | | x | | |
| | | Buscaren: 🚹 P | RUEBAS | - 0 1 | 🧈 💷 | | | |
| | a | Nomb | re | Fecha d | le modifica | Tipo | | |
| ta en | 2D Aperturas/H Sitios | ecientes | ieba.cbf | 19/08/2 | 015 13:27 | Archivo C | | |
| | | | | | | | | |
| | Esc | ritorio | | | | | | |
| | Bibl | otecas | | | | | | |
| | li li | N | | | | | | |
| | Eq | uipo | | | | | | |
| | | N | m | | | | | |
| | · · · · · · · · · · · · · · · · · · · | led Nombre | Folder Selection | | - [| Abrir | | |
| | | Tipo: | All files (*.*) | | • | Cancelar | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | J | | 1 |
| ٨ña | dir archivo | Fliminar | Rup ATE | | Acentar | | Cancelar | |

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: *.drd, *.plc y *.sol. En el momento de aceptar, se nos abre la ventana que vemos en la Figura 7.





| mporta | , | | | | | | | | • • |
|--|---|---------------------|----------|---------------------------|---------|--------------------|-------------|--------------------|-----|
| Importar | Nombre de archivo | Formato | | Lista de aperturas/herrar | nientas | Capa/plantila | Tar | naño/formato | |
| | Placa_receptor.plc | Gerberit | | bca_receptor.plc | | Placa_receptor.plc | 47,3 | 181 x 43,477 mm | |
| V | Placa_receptor.sol | GerberX | | Placa_receptor.sol | | Placa_receptor.sol | 26,2 | 76 x 33,998 mm | |
| X | Placa_receptor.drd | Excellon | • | DnilTools | | DrilPlated | * 0 x | 0 mm | |
| Vista en | 2D Aperturas/He | rramientas Vista de | text | o 🔭 Vista del mensaje | | | General | Opciones | |
| | | | | | | | Tamaño | 47,381 x 43,477 mm | _ |
| | | | | | | | Unidad | Puloadas | - |
| | | | Ň | | | | Valores | Absolute | |
| | | · 4 4-1 4 | <u>~</u> | | | | Decimal | Omit leading zeros | |
| <u>- 31.</u> 18 - <u>16.68</u> - <u>2.19</u> | | | |). | | | Dígitos m.r | a [2 (A)] [4 | |
| mm | | 0,25 | s | | 47.64 | | | | |
| Listo | | | | | | | | | |
| | and the second se | | | | | | | | |

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.

| Importar | Nombre de archivo | Formato | _ | Lista de anerturas/herra | mientas | Cana/nbntila | т | amaño/formato | |
|----------|------------------------|-----------------|----|--------------------------|---------|--------------|-----------|---------------------|---|
| IV. | Placa recentor nic | GerherX | | Placa recentor pir | - | BoardOutline | × 43 | 381 x 43 477 mm | - |
| 12 | Place recentor sol | Gerbert | | Placa receptor sol | | Bottom aver | × 2/ | 276 x 33 998 mm | - |
| V | Place_receptor.ded | Excelon | | DelTook | | DriPlated | | 0 mm | |
| | | | | | | | | | |
| ista en | 20 Aperturas/Herramier | itas 🗍 Vista de | te | ito Vista del mensaje | | | General | 0 x 0 mm | |
| | | | | | | | Unidad | Pulgadas | |
| | | | | | | | Valores | Absolute | |
| | | | | | | | Decimal | Omit trailing zeros | |
| | | | | | | | Digitos n | .n 1 <u>*</u> 2 | |
| Listo | | | | | | | | | |



▲ 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: ^{CAM}. 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 ^{IN}.

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.

| 🕅 Diálogo de tecnología | | × |
|---|--|--------------------|
| Configuración general del proceso | | |
| Tipo de material FR4 | Copper thickness 18 μm | Aplicación RF |
| Aislar | Método de aislamiento Básico Descripción Aislamiento con un solo canal de aislamiento. El tiempo de procesamiento más corto. | |
| Fresado de contorneado | | |
| | Método de fresado de contorneado Separación de esquina Descripción Fresado de contorneado con una separación en cada esquina. | |
| Voceso Mostrar detalles | | |
| Convertir en ruta de acceso de herram | | |
| Brocas Mostrar detailes | | |
| Marcas fiduciales Mostrar detalles Bolsillos Mostrar detalles | | Arrancar Cerrar |

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 substrato, 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.





| | | | | | | | Config | guraci | ón del tral | bajo. |
|---|--|--|---|---|---|---|-------------------------------------|-----------------|---------------------------|-------|
| opper thickness ¹⁸ µ | m. (* | Aplicación RF | × | | | | | | | |
| e aislemiento | | | _ | | | | | | | |
| in ato con un role cara | de airlamianto | | | <capas> de cableado</capas> | • | Anchura del aislamiento | 0,25 mm | (Å) (¥) | | |
| o de procesamiento n | uis corto. | | | End Mill (RF) 0,25 mm | Ŧ | Aislamiento de pads | 0,25 mm | a V | 1 🖶 canales | |
| ichura del aislamiento slamiento de pads | 0,25 mm 0,25 mm | 1 canales | | Micro Cutter 0,1 mm Universal Cutter 0,2 mm End Mill (RF) 0,15 mm | • | Borrar Tolerancia | <sin borrado=""> 0,002 mm</sin> | • | Concéntrico | - |
| irrar Ierancia | <sin borrado=""> 0,002 mm</sin> | Concentrice | * | End Mill (RF) 0,25 mm End Mill (RF) 0,4 mm | | Generar borrado optim | nizado 🛛 🗹 Sustitu | r ruta de acces | o de herramienta existent | te |
| Generar borrado opti Aislamiento de fuerzi Realizar aislamiento i | mizedo 🛛 Sustituir rute o Eliminar punti sterior | de acceso de herramienta existente IS | | End Mill 0,8 mm End Mill 1 mm End Mill 2 mm | + | Aislamiento de fuerza Realizar aislamiento int | C Elimina | r puntas | | |



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.

| Christipuodi spondi di joinetti Prach di di contrando Prach di di contrando Prach di di contrando Prach di di contrando Prach di contrendo ti nu o tr | Diálogo de tecnología | | | * | | | | |
|---|--|--|--|---|--------------------------|---|--|-------------|
| Tep de manier 14 Caper Photones Freads de contenneade Freads de contenneade Freads de contenneade I fance Caper Photones I fance Caper Photones I fance I fance <th>- Configuración general del proceso</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> | - Configuración general del proceso | | | | | | | |
| Preside de contourseel I blance I blance< | Tipo de material FR4 | Copper thick | kness 18 µm | | | | | |
| Constraint matter and access thream. | Concernation of the Automation | Copper Mid Grigen Heranismids Posicion de pestales Acchura de las seganciones Distancia Tolerancia Mittoch de freusdo Separación de reg Deccipción Treado de contexe | Interes i i i para interfactore factore factore a serie de la para el conserio de la para e | | O Interior S Exterior | Origen Herramienta Posición de pestañas Anchura de las separaciones Distancia Tolerancia | <capas mecánicas=""> Contour Router 1 mm Esquinas 1 mm ♠ 50 mm ♠ 0,002 mm ♠ ✓ Sustituir ruta de acceso de herramier ✔ Generar el inicio de las perforaciones</capas> | • • • |

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.

| Configuración genes | al del proceso | | | | |
|------------------------|------------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------|---------------|
| Tipo de material Fl | 14 | Copper thick | ness 18 µm | (A) (*) | Aplicación RF |
| Fresado de contornes | sdo | | | | |
| | O Interior | Origen | «Capas mecánica | 43× | - |
| | Exterior | Herramienta | Contour Router 2 | mm | |
| | | Posición de pestañas | Esquinas | | · · |
| | | Anchura de las separaciones | 1 mm | * | |
| | | Distancia | 50 mm | 1 | |
| | | Tolerancia | 0,002 mm | (a) (b) | |
| | | | 🔽 Sustituir ruta d | e acceso de herran | nienta existe |
| | | Método de fresado d | Generar el inic le contorneado | io de las perforacio | nes |
| | | Separación de esqu | ina | | |
| | | Descripción | | | |
| | | Fresado de contore | veado con una sepa | ración en cada eso | puine. |
| | | | | | |
| Proceso | | | | | |
| Ocultar deta | lles | 1 | | | |
| Convertir en ruta de a | ecceso de herram | | | | |
| Brocas | Mostrar detalles | | | | |
| Marcas fiduciales | | | | | |
| Boltillos | | | | | Airantar |
| 0.01001001 | | | | | |

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.

| Diálogo de tr | ecnologia | | | | | | ĸ | | | | | | |
|----------------------|----------------------|------------------------------|---|---|-----------------|---------------|----------|------------------------|----------------------|-----------------|---|--|----------------------|
| - Configuración gana | nal del proceso | | | | | | | | | | | | |
| Tipo de material | FRA | | Copper thick: | ies 38 pm 💮 | 1 | Aplicación #F | | | | | | | |
| Fremdo de contorr | esda | 197 | | | | | | | | | | | |
| | U Pres | ar ungen | | «сларак теклисак» | | - | | | | | | | |
| | B Loter | spr Herrano | evta | Contour Router 2 mm | | • | | | | | | | |
| | | Pesición | de pestañas | Excurat | | | | | | | | | |
| | | Anchura | de las separaciones | 1 നന | | | | | | | | | |
| | | Distancia | | 30 mm | | | | - Convertir en ruta de | acceso de herramient | | | | |
| | | Telerand | • | 0,002 mm | | | | Contrato en tato de | eccese ac menormicin | | | | |
| | | | | Sustituir rute de accese de | e heriamienta o | shite | | Brocas | Ocultar detailes | Origen | <capas> de pe</capas> | Crear brocas de marcado | |
| | | | Mitodo de frecado de | 🛃 Generar el inicio de las pe e contornosido | frationes | | | - | | Herramienta | <asignado de="" f<="" td=""><td> Marcado de la herramient </td><td>a Universal Cutter 👻</td></asignado> | Marcado de la herramient | a Universal Cutter 👻 |
| | | | Separación de esqui | na | | | | Marcas fiduciales | | Asignar a fase | <asignado de="" f<="" td=""><td> Asignar a fase </td><td>MarkingDrills +</td></asignado> | Asignar a fase | MarkingDrills + |
| | | | Descripción | | | | _ | Bolsillos | | Tolerancia | 0,002 mm | а. Т | |
| 3.4 | cater: | | Frezado de contorro | ada con una separación en e | tada esquira. | | | | | 🛃 Sustituir rut | ta de acceso de herrar | mienta existente | |
| Convertir en ruta de | acceso de heramienta | | | | | | | | | | | | |
| Drecer | Ocultar detailes | Crigen | «Capas» cepe | Crear brocas de mars | rado | | | | | | | | |
| Marcas Fiduciales | | Heranierta Asignar a fase | <hi>skignado de f kAsignado de f</hi> | Marcadu de la herrar Augnar a fese | mente Univer | ngDrilli, • | Armite . | | | | | | |
| Enis Max | | Tolerancia | 0,002 mm | E] | | | Cana | | | | | | |
| | | Sestituér ru | ta de acceso de heira | nierta existence | | | | | | | | | |

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).

| Advertencias | Certar |
|---------------------------------------|----------|
| Perforación | Centar |
| No hay objetos de origen | |
| _ | Guardar |
| 🚺 Herramientas necesarias | |
| Fresa de acabado RF: | Imprimir |
| 1 x End Mill (RF) 0,4 mm (402,0 mm) | |
| Herramientas cónicas: | |
| 1 x Micro Cutter 0,1 mm (258,6 mm) | |
| Herramientas de perforación: | |
| 1 x Spiral Drill 2 mm (10 strokes) | |
| Fresa de contorneado: | |
| 1 x Contour Router 2 mm (243,4 mm) | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| Meeting detailer | |

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.

| Soporte 🖸 | | Herramienta | - 64 | |
|-----------|-------------|--|---|---|
| 0 | 100 State 1 | | 0 | asto de vida útil de herramienta |
| | O Ningun | 0 | | |
| 0 | O Ningur | 0 | • | |
| 0 | O Ningur | e . | • | |
| 0 | O Ningun | ¢. | • | |
| 0 | O Ningun | 0 | • | |
| 0 | O Ningun | 0 | - C | |
| 0 | O Ningun | 0 | • 0 | |
| 0 | O Ningun | 8 | • | |
| | | O Ningun O Ningun O Ningun O Ningun O Ningun O Ningun O Ningun | Ninguna Ninguna | Ninguna N |

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.

| Find Mill (RF) 0,4 mm Micro Cutter 0,1 mm Spiral Drill 2 mm | La abrazadera de Haga clic en O Haga clic en Φ | aquina la máquina se encuentra vacía en este para recoger la herramienta con el ca para poner la herramienta en el sitio | momento. Ibezal de la máquina. del dispositivo correspon | diente. |
|---|--|---|--|--|
| Contour Router 2 mm | Soporte | Herramienta | Gasto de v | ida útil de herramienta |
| | : 🛛 🖸 | End Mill (RF) 0,4 mm (0,00%) | | 0,00% |
| | 2 🖾 🖸 | Micro Cutter 0,1 mm (0,00%) | • • | 0,00% |
| | : E (C | Spiral Drill 2 mm (0,00%) | | 0,00% |
| | + E2 C | Contour Router 2 mm (0,00%) | | 0,00% |
| | > 🗆 🖸 | Ninguno | • | |
| | • 🗆 🖸 | Ninguno | • | |
| | 700 |) Ninguno | • | |
| | = C C | Ninguno | • | |
| | Utilice las casillas disponibles. | de verificación del soporte de herrami ranchura de fresade | entas para hacer que esta | os funciones estén Calida de la herramienta |



▲ 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.





Configuración de las herramientas.





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 al 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.





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.





| Cionamiento 10 mm X: 202,367 m Y: 211,669 m | m Cursor del ratón | 5 🗎 🎘 🔍 🤱 🕘 S- |
|--|---|----------------|
| Aplicación PCB O Panel delantero/grab | aderial ado (2,5D) | * |
| Propiedades Tipo de material Grosor del cobre [µm] Grosor del material Grosor de la placa de ap Ubicación Click into the machine Use the buttons to set t Asegúrese de que el lim toque la cinta usada pa | FR4 18,0 1,55 mm 2 mm area to move the active head to the associated position. he front left and right rear corner of the material. initador de profundidad de fresado del cabezal de la máquina no ra fijar el material. | |
| Anchura del material Longitud del material Surface level [mm] Material corners [mm] | 75,022 mm 44,337 mm < no definido> (118,24 / 174,15) : (193,27 / 218,49) | 2 2 |
| | Continuar Cerrar | Anular |

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.





Producción de la PCB.

| 🔲 Colocación | |
|---------------------------|-------------------------------------|
| _ Traslación relativa[mm] | |
| dX: 222,075 mm | dY: 214,221 mm |
| | Establecer centro |
| Giro | |
| Ángulo 0° | |
| Paso y repetición | |
| Número | e copias |
| X: 1 | Y: 1 |
| Espaciado entre | ppias [mm][mm] |
| χ: 0 mm | Y: 0 mm |
| | Restablecer |
| Continuar Aplicar | Configuraciones del material Anular |

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.

| | | -7 |
|--------|----|------------|
| \geq | 15 | $ \langle$ |
| | 10 | |



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.

| Asistente de planificaciór | de procesos | | 8 |
|----------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|
| C Gircui | tPro | | Laser & Electronics |
| Visión general | żCuántas capas va | a tener la placa? | |
| Número de capas | | | |
| Sustrato | | | |
| Metalización de agujeros | | | |
| Acabado de superficie | | _ | _ |
| Resumen | Inferior de un lado | Superior de un lado | 🗹 De doble lado |
| | | | |
| | Núcleo único de cuatro | 🔲 Núcleo único de 6 capas | Núcleo único de 8 capas |
| | | Anterior | Siguiente Cancelar |

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".





| Asistente de planificació | n de procesos | | 6 |
|---|-------------------------|---------------------------------|------------------|
| Circu | itPro | Laser & E | KF lectronics |
| Visón general Tipo de proceso Número de capas Sustrato Metalazación de apujeros Acabado de superficie Resumen | 2Qué equipo de metaliza | ción de agujeros va a utilizar? | |
| | 1 | Anterior | Cancelar |

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 suposición 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 o, 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 reposicionar, 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).

| ontiguración general del proceso | | | | | |
|--------------------------------------|----------|---|-----------------------------------|-------------------|---------------|
| lipo de material FR4 | • | Copper thickness | 18 gam | 4. T | Aplicación RF |
| listar | | | | | |
| | Mét | odo de aislamiento | | | |
| | Ba | sico | | | |
| | Des | ripción | | | |
| | Ai El | slamiento con un solo tiempo de procesamie | canal de aislar nto más corto. | niento. | |
| Mostrar detailes | | | | | |
| Fresado de contorneado | | | | | |
| | Mét | odo de fresado de con | torneado | | |
| | Se | paración de esquina | | | |
| | Desi | ripción | | | |
| | Fre | esado de contorneado | con una separ | ación en cada esc | juina. |
| 5/0 | | | | | |
| Proceso | | | | | |
| Company or Gales | | | | | |
| Converor en ruta de acceso de herram | 0 | | | | |
| Brocas Mostrar detailes | | | | | |
| Marcas fiduciales Mostrar detalles | 1 | | | | - |
| Bolsillos (Mentre detailes | | | | | Artencar |
| | | | | | Cana |

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.





Fabricación de placas de doble cara.



FIGURA 29

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

| Procesando 👻 👎 🗙 |
|--|
| X/Y - posicionamiento 10 mm X: 330 mm Y: 325 mm Cursor del ratón |
| Z - posicionamiento 0.1 mm 🚔 Z: 0 mm Limitador de profundidad montado |
| Seleccionar cabeza Acciones de cabezal |
| |
| / Manejar // Información de herramienta |
| Procesar Todo> No hay información de herramienta |

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.
- 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 μ m 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





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 pro 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





Fabricación de placas de doble cara.





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 160ºC. 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".

| Grabando perfil | Programando p | erfi Admi | n - | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------------|------------|------|------|------|------------|------------|--------------|------------|------|---------------------|------|--------|-----|------------------|-------|
| ProtoF | low E d | oneo | tado | | | | | | | | | | | L | LPA aser & El | |
| Estado | | | | | | Tamaño | РСВ | Asistente de | e perfil — | 1 | Dibuja | r | | | | |
| Base de datos | Sin ba | ise de dal | os: | Ľ | eque | cno 🦉 | Negao | 0.04 | nde | | | | | | | |
| Num de perfi | 0 | | | | _ | Tem | perature - | Refere | nce | refe | rence profile | | | | | |
| Nombre corto | | | | | 1.2 | Į | | | | | ••••••• | **** | | | | |
| info extra | | | | | 1,0 | Ŧ | | | | | | | | | | |
| Precal temp | 100 | | °C | | | ŧ | | | | | | | | | | |
| Precal time | 100 | | 5 | 5 | 0,8 | + | | | | | | | | | | |
| Reflow temp | 100 | | °C | 1 | | Ŧ | | | | | | | | | | |
| Reflow time | 100 | 1 | 5 | E Sa | 0.0 | Ŧ | | | | | | | | | | |
| teflow power | 100 | 1 | 96 | E | 0.4 | 1 | | | | | | | | | | |
| Enfriado speed | 100 | 4. (1) | % | - | | 1 | | | | | | | | | | |
| Enfriado time | 100 | | 5 | | 0,2 | + | | | | | | | | | | |
| Modo tiempo | 8 | (A) (V) | | | | Ŧ | | | | | | | | | | |
| Mutizona | REFL | 14 | | | 0,0 | +++++ | | ** * * * | | | ** + * * * + * | ++++ | | -+- | | |
| Paso1 temp | 100 | (A) (B) | °C | | | 0 40 | 80 | 120 | 160 | 200 | 240 280 | 320 | 360 | 400 | 440 | 480 |
| Paso1 time | 110 | 1 | 8 | | | | | | | | Time (s) | | | | | |
| aso1 power | 100 | 1 | % | | | | | | | | | | | | | |
| Paso2 temp | 100 | | °C | - | | | | | | | | | | | | |
| Paso2 time | 100 | | 8 | | 3 | Leer todos | | Grabar u | no | 2 | Grabar todos | - | Salvar | | Ð | Abrir |
| | | | | | | | | | 1000 | | Philodocoucherandor | | | | | |

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.





| | | | | | | | CONTRACTOR OF |
|--|---------------------|------------------|----------------|------------|---------|-------------|--------------------|
| Grabando perfil Programando | operfil Admin | | | | | | |
| ProtoFlow E | conectado | | | | | (| าดพล |
| Perfi actual | a | | | | | Lase | er & Electronics |
| Nombre LF-SMALL | info extra FR | 4 1.5mm | | | | | |
| Precalent T= 170 °C | t- 150 a | | Estado | | | | Inicio |
| Reflow T= 250 °C Enfriado T= 80 % | t= 90 s t= 500 s | P= 100 % | Medición Proto | low tast | | | |
| Mutizona REFL | Modo tiempo | 5 | Descripción | NAM REPT | | | Parar |
| | | | | | | 21 | Autostart(REGISTRI |
| | | Sens incomorados | | Grahador d | e perfi | 1 | |
| Tiempo de proceso s | Temp 0 | 0 | 0 0 | 0 | 0 0 | | |
| | Centro | V tzquierd V t | Verecha V A | 2 B | C ID | Ref. Reflow | Ref. Precal |
| | | | profile reco | rding | | | |
| Center Refi refi | erence Preh ref | - Right | СН1 | - CH2 | - снэ | - CH4 | |
| 1,2 | | | | | | • • • • | |
| I | | | | | | | 1 |
| 1.0 | | | | | | | - |
| 1.0 | | | | | | | 1 |
| 1.0 0.8 | | | | | | | - |
| 1.0 0.8 0.6 | | | | | | | |
| 1.0 0.8 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 | | | | | | | - |
| 1.0 1.0 0.8 0.6 0.4 | | | | | | | |
| 1.0 6.0 0.0 0.0 1.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 | | | | | | | |
| 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 | | | + + + + + + | 400 | 500 | | 700 |

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 no 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.

| PastaTop Job Sectiog PastaTop Prompt Qutput Qutput Qevice GERBER_RS274X ♥ File PastaTop.gtp Offset X Qinch Y Qinch ♥ Contract Contract Contract V Qutput |
|--|
| |

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

| File Layer Window Help | | | |
|------------------------|-----------|--|---|
| * | | | |
| Job | Style | Nr Layer | ^ |
| Section * | Mirror | 1 Top | |
| Promot | Rotate | 16 Bottom | |
| Tompt | | 17 Pads 18 Vias | |
| Output Device | Optimize | 19 Unrouted 20 Dimension 21 tPlace 22 bPlace 23 tOrigins | ļ |
| File | Fill pads | 24 bOrigins 25 tNames 26 bNames 27 tValues 28 bValues | |
| | | 29 tStop 30 bStop 31 tCream 32 bCream 33 tEinich | * |



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.





Anexo I: Generación de Gerber con Eagle.

| 3 CAM Processor - EAGLE | 7.2.0 Light | — | × |
|-------------------------|------------------------------------|-------------------|------------|
| Open CAM Job | | | |
| 🛧 📙 « Di | sco local (C:) > EAGLE-7.2.0 > cam | ✓ ひ Buscar en cam | |
| Organizar 🔻 🛛 Nueva ca | arpeta | E | = • 🔳 |
| Practica10 ^ | Nombre | Fecha de modifica | Тіро |
| 😂 Dropbox | excellon.cam | 24/08/2015 13:25 | Archivo CA |
| | gerb274x.cam | 08/12/2014 16:27 | Archivo CA |
| ConeDrive | gerb274x-4layer.cam | 30/03/2010 7:08 | Archivo CA |
| 💻 Este equipo | 📄 gerber.cam | 30/03/2010 7:08 | Archivo CA |
| L Descargas | layout2.cam | 30/03/2010 7:08 | Archivo CA |
| Documentos | 📄 placa.cam | 08/12/2014 16:11 | Archivo CA |
| | | | |

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.

| omponent side Solder side Silk screen CMP | Solder stop mask CMP | Solder stop mask SOL | |
|--|--|--|--|
| Job Section Silk screen CMP Prompt | Style Mirror Rotate Upside down Scoord Quickplot Fill pads | Nr Layer 1 Top 16 Bottom 17 Pads 18 Vias 19 Unrouted 20 Dimension 21 tPlace 22 bPlace 23 tOrigins 24 bOrigins 25 tNames 26 bNames 26 bNames 27 tValues 28 bValues 29 tStop 30 bStop 31 tCream 32 bCream | |

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).

| Plat autout | Batch | | | 1 |
|-------------|---------|-----------------|----------|---------------|
| File Name | Enabled | Device | Shift | Plo |
| *.TOP | Yes | EXTENDED GERBER | No shift | Top Laver |
| *.B0T | 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 |
| *.110 | No | EXTENDED GERBER | No shift | Inner Layer 1 |
| *.111 | No | EXTENDED GERBER | No shift | Inner Layer 1 |
| *.112 | No | EXTENDED GERBER | No shift | Inner Layer 1 |
| *.SMT | Yes | EXTENDED GERBER | No shift | Soldermask T |
| *.SMB | Yes | EXTENDED GERBER | No shift | Soldermask E |
| *.SPT | No | EXTENDED GERBER | No shift | Solder Paste |
| *.SPB | No | EXTENDED GERBER | No shift | Solder Paste |
| *.SST | Yes | EXTENDED GERBER | No shift | Silkscreen To |
| *.SSB | No | EXTENDED GERBER | No shift | Silkscreen Bo |
| *.AST | Yes | EXTENDED GERBER | No shift | Assembly To |
| *.ASB | No | EXTENDED GERBER | No shift | Assembly Bo |
| *.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 thrughole.tap.





Anexo II: Generación de Gerber con ORCAD Layout.

| | 1 | Post Process Settings | |
|--------------------------|---------------|---|--------------------------------------|
| | | Output | Output Settings |
| Plot output File Name | Batc Enabl | Format ⊂ Gerber RS-274D | Plot Title: Assembly Top |
| *.TOP *.BOT | Yes | Extended Gerber OPF | × Shift: |
| *.GND *.PWB | Yes | C Print Manager | Y Shift: |
| *.IN1 *.IN2 | No | Force Black & White | Center on Page |
| *.IN3 *.IN4 | No | Options | ☐ Mirror |
| *.IN5 *.IN6 | No | □ Keep Drill Holes Open | Scale Ratio: 1 To: 1 |
| *.IN7 *.IN8 | No | ✓ Create Drill Files ✓ Overwrite Existing Files | Rotation(CCW) |
| *.IN9 *.I10 | No | Enable for Post Processing | |
| *.111 | No | File Name: *.AST | Combine Plated/Non-Plated Thru Holes |
| *.SMT | Yes | | |
| *.SPT * SPR | No | AV 1 | |
| *.SST *.SSB | Yes | <u> </u> | Cancel |
| *.AST | Yes | EXTENDED GERBER No sh | ift Assembly Top |

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).

| mporta | | | | | | | | |
|----------|---------------------------|----------|-----|---------------------------------|---|-----------------|--------|-------------------------|
| Importar | Nombre de archivo | Formato | | Lista de aperturas/herramientas | 8 | Capa/plantila | | Tamaño/formato |
| V | PRACTICAS-1.AST | GerberX | - | PRACTICAS-1.AST | | PRACTICAS-1.AST | | 88,646 x 63,754 mm |
| V | PRACTICAS-1.80T | GerberX | • | BotApe | | BottomLayer | - | 66,739 x 51,841 mm |
| M | thruhole.tap | Excelion | | thruhole.tap | | DrilPlated | | 66,332 x 51,384 mm |
| | | | | | | | | |
| Vista en | 20 Aperturas/Herramienta: | Vista de | lex | o Vista del mensaje | | | Gene | ral |
| | | | | | | | Tama | ño 66,332 x 51,384 mm |
| 57.34 | | | | | | | Unida | d Pulgadas |
| | | | | | | | Valor | es Absolute |
| | | | | | | | Decin | nal Omit trailing zeros |
| | | | | | | | 8.333 | |
| | | | | | | | | |
| 31 65 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| l. | | | | | | | Dígito | sm.n 😫 📑 1 |
| | | | | | | | 0.50 | 1 |
| | | | | | | | | |
| 5.96 | | | | | | | | |
| mm | -81 64 | -59.52 | | -37 41 | | :30 | | |

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:





- a. Tenemos la placa completa con el contenido de todas las capas incorporadas visible.
- b. Dejamos únicamente visible el contenido del fichero *.AST deshaciendo la selección como se ve en la parte superior.
- c. Seleccionamos todos los componentes que aparecen en el interior de la placa.
- d. Los suprimimos.
- e. Seleccionamos el borde exterior y a través del click derecho, seleccionamos la opción Asignar objetos a la capa -> BoardOutline
- f. 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 <u>LPKF S63 CIRCUITPRO</u>, 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: <u>https://docs.google.com/document/d/1aq9l-8oT-zhEsD4lgW8_11D0aADNXAZ-zNdq6EnTKUI/view</u>

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

