

Fabricación de PCB,s “en seco” mediante el sistema CAM

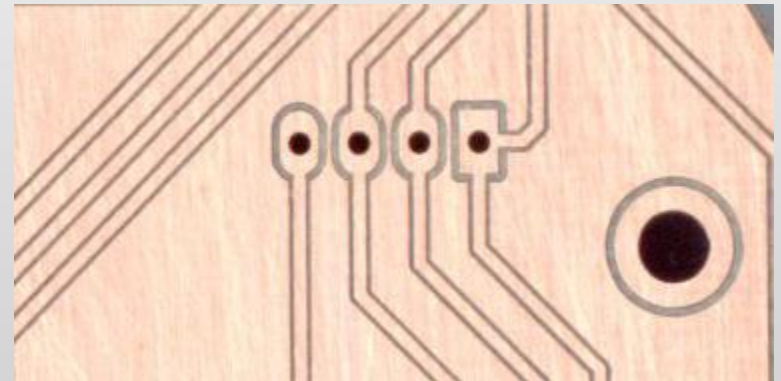
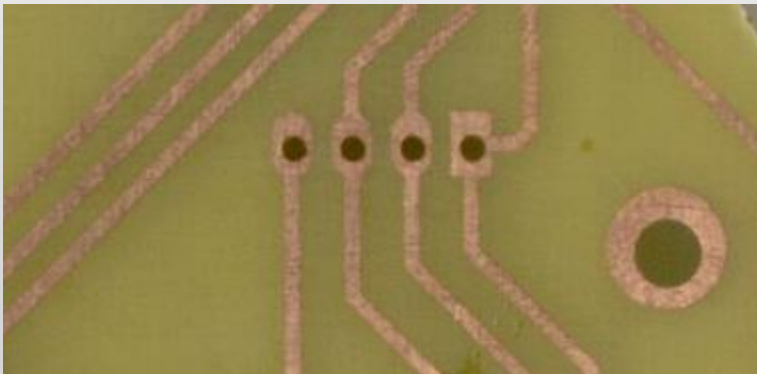
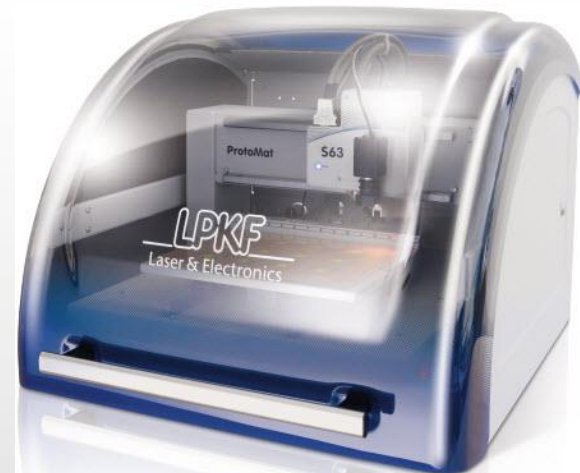
LPKF ProtoMat S63
CircuitPro



Contenido.

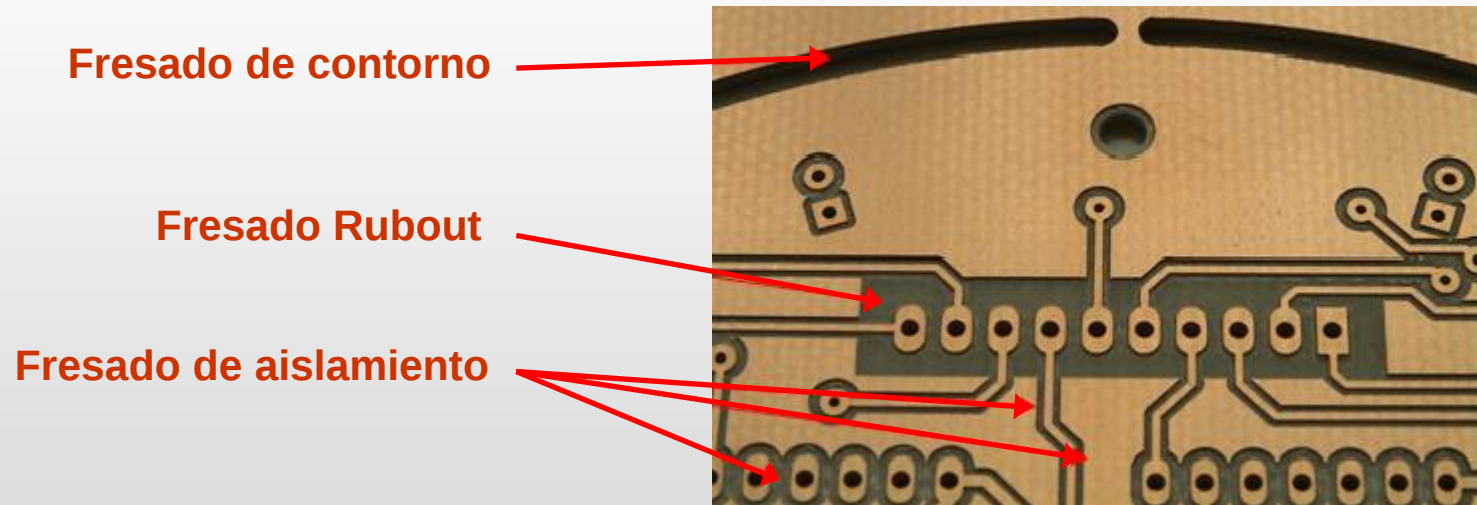
- Fabricación de circuitos impresos.
- El plotter fresador ProtoMat S63 de LPKF.
- Instalación, puesta en marcha y mantenimiento del equipo.
- Materiales y herramientas.
- CircuitPro.
- Proceso de fabricación de una PCB a doble cara.

- Mediante procedimientos químicos.
- Fabricación en seco mediante microfresado . → (prototipos y pequeñas series)



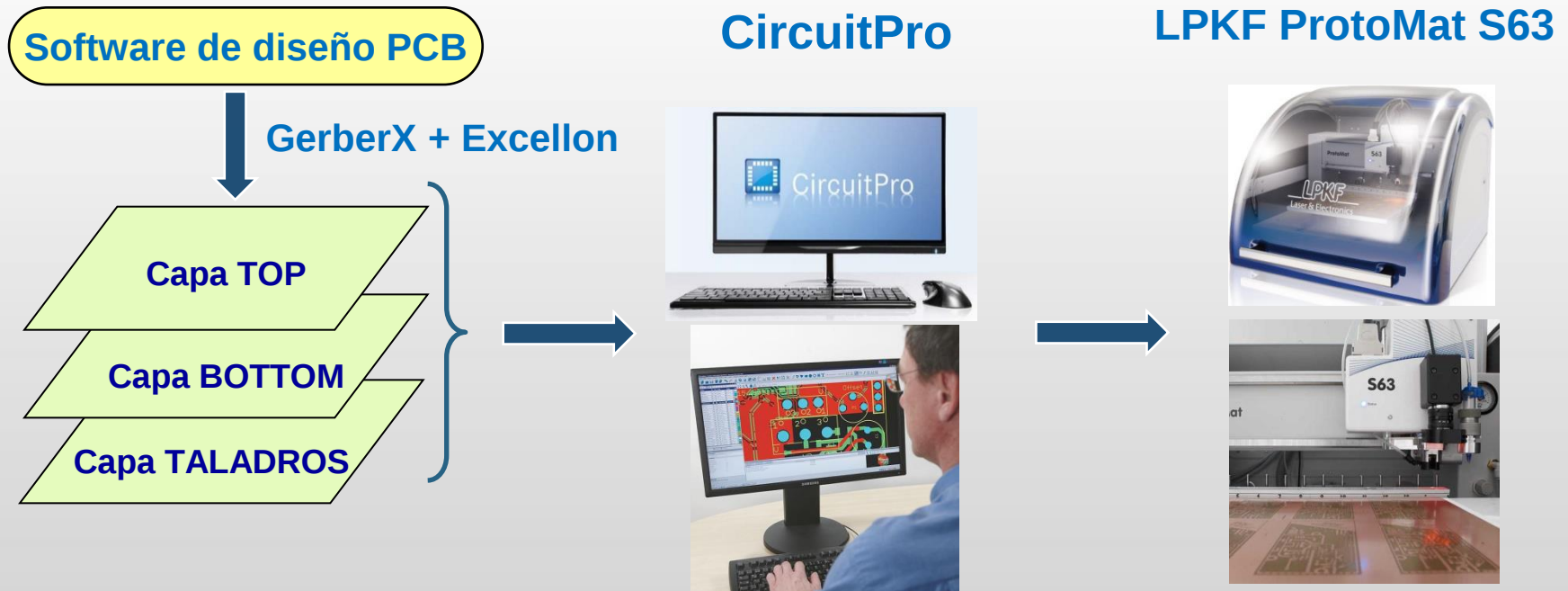
■ Fabricación en seco mediante microfresado .

- ✓ Consiste en aislar las pistas del resto del cobre circundante mediante el fresado de su contorno lateral.
- ✓ Detalles del microfresado (CAM).



▪ Sistema CAD-CAM -- LPKF ProtoMat S63 + CircuitPro.

Este sistema no hace uso de fotolitos ni ácidos, emplea en su lugar microfresadoras de control numérico y sistemas CAD-CAM que procesan la información de los archivos Gerber y Excellon para el mecanizado automático. ▶



Es un sistema de máquina, software y herramienta orientado a la producción de prototipos y pequeñas series de placas de circuito impreso.

■ Principales aplicaciones:



Fresar/Taladrar placas de circuito impreso de 1 y 2 capas



Fresar/Taladrar materiales multicapa.



Fresar de contornos de placas de circuito impreso



Grabar placas frontales / carteles



Fresar recortes en placas frontales



Fresar objetos 3D



Fresar patrones de pasta de soldadura SMD



Dispensar pasta de soldadura



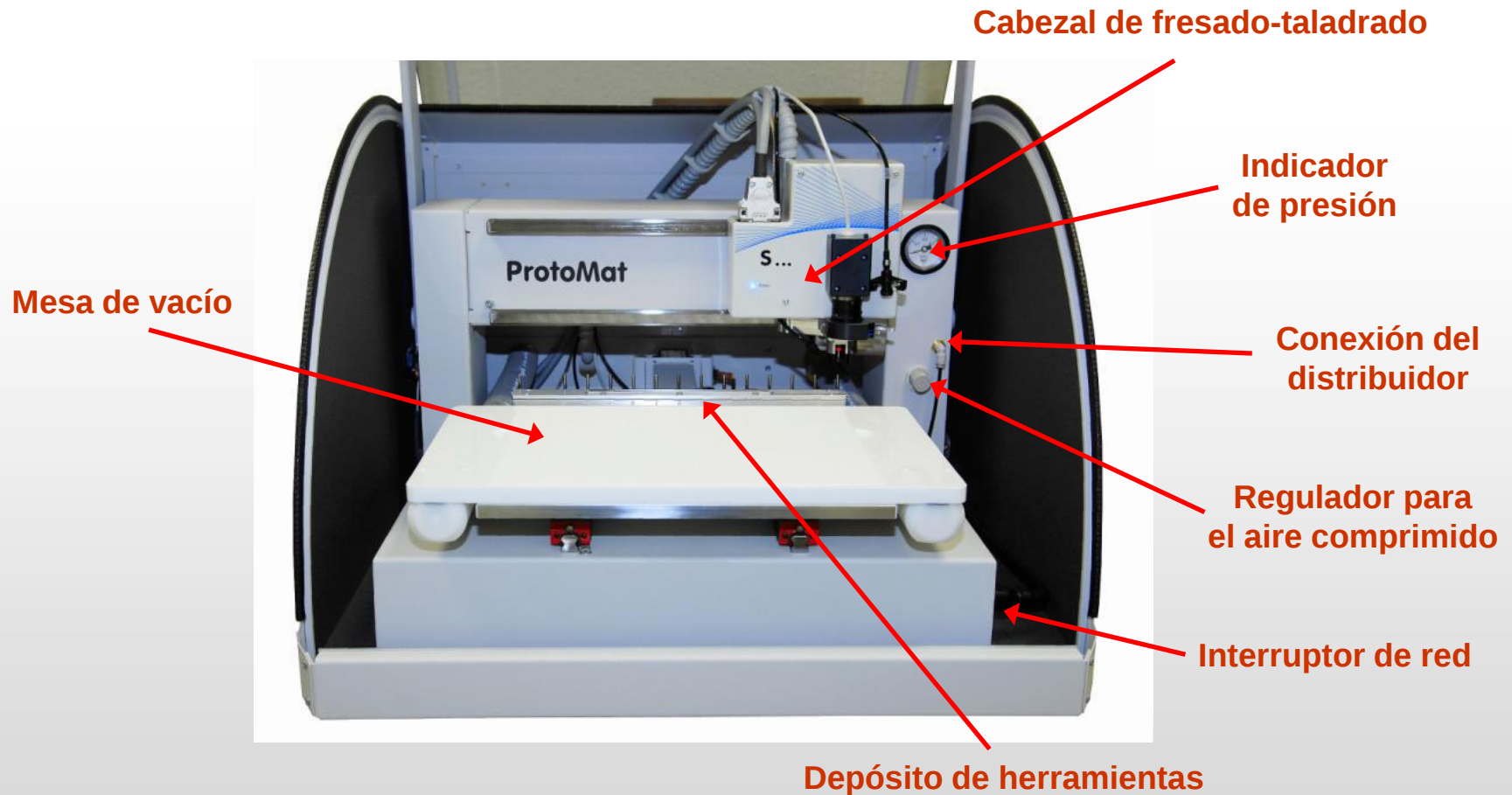
■ Características técnicas.

- ✓ Área de trabajo, 229 x 305 mm,
- ✓ Motor con variación de velocidad de hasta 60.000 rpm
- ✓ Intercambio de herramienta automático 
- ✓ Ajuste de la profundidad de fresado automático 
- ✓ Recorrido a través del eje X, Y y Z
- ✓ Velocidad de traslación 150 mm por segundo.
- ✓ Mínimo tamaño de Pista/Aislamiento: 0,1mm/0,1mm (4 mils)
- ✓ Diámetro mínimo tamaño de taladro: 0,2 mm
- ✓ Velocidad de taladrado 120 golpes por minuto
- ✓ Materiales de trabajo: FR3, FR4, G10, plástico, aluminio, ...

■ Estructura.



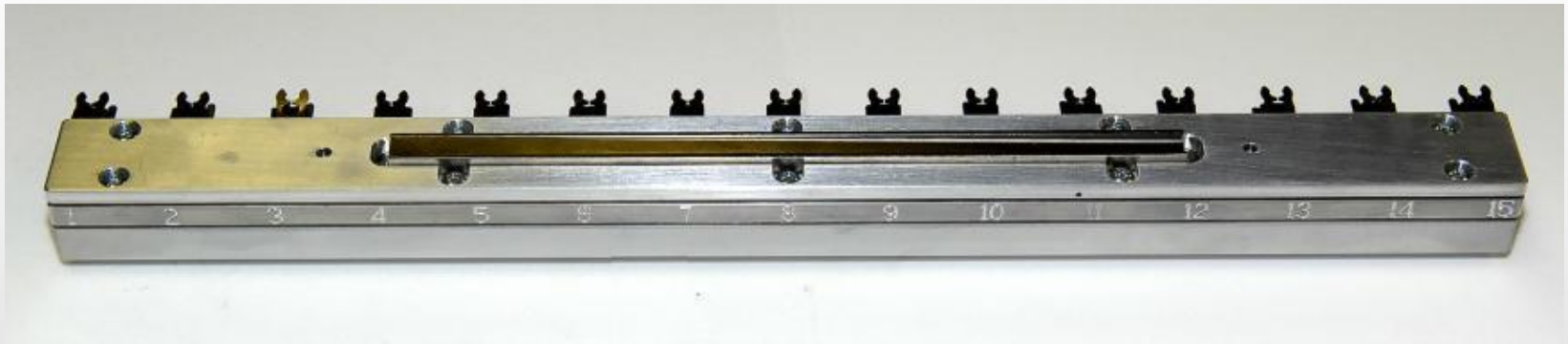
Estructura



Estructura

Depósito de herramientas

- ✓ Capacidad para 15 herramientas



Estructura

Cabezal de fresado-taladrado

LED de estado

Encendido

El plotter de circuitos impresos está listo para funcionar.

Intermitente

La mordaza está en movimiento o mensaje de error.



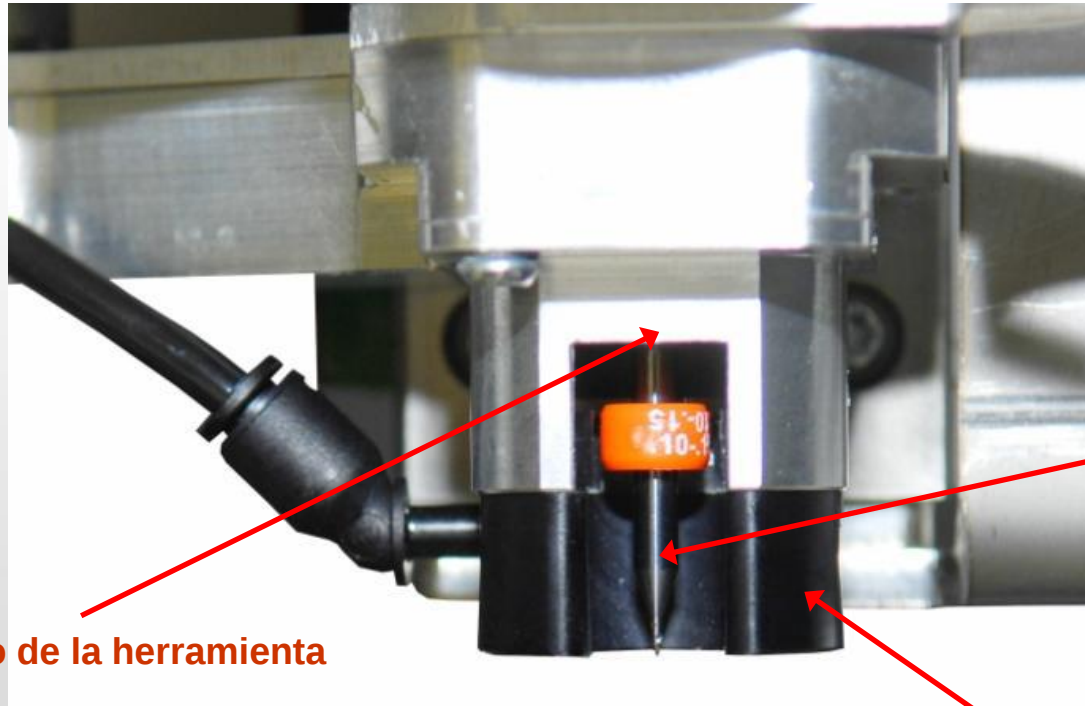
Cámara

Distribuidor

Alojamiento de la herramienta

Estructura

Alojamiento de la herramienta



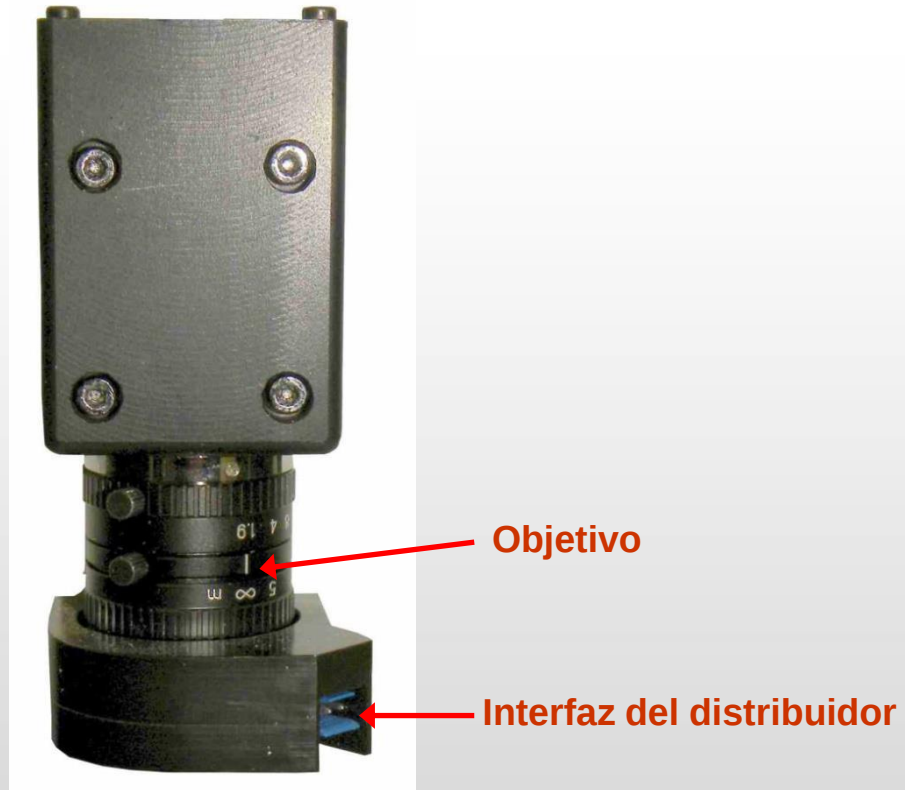
Herramienta

Alojamiento de la herramienta

Limitador de la profundidad de trabajo

Estructura

Cámara



Estructura

Extractor de polvo

El sistema de aspiración para el ProtoMat S63 de LPKF se caracteriza por una función automática de encendido y apagado.

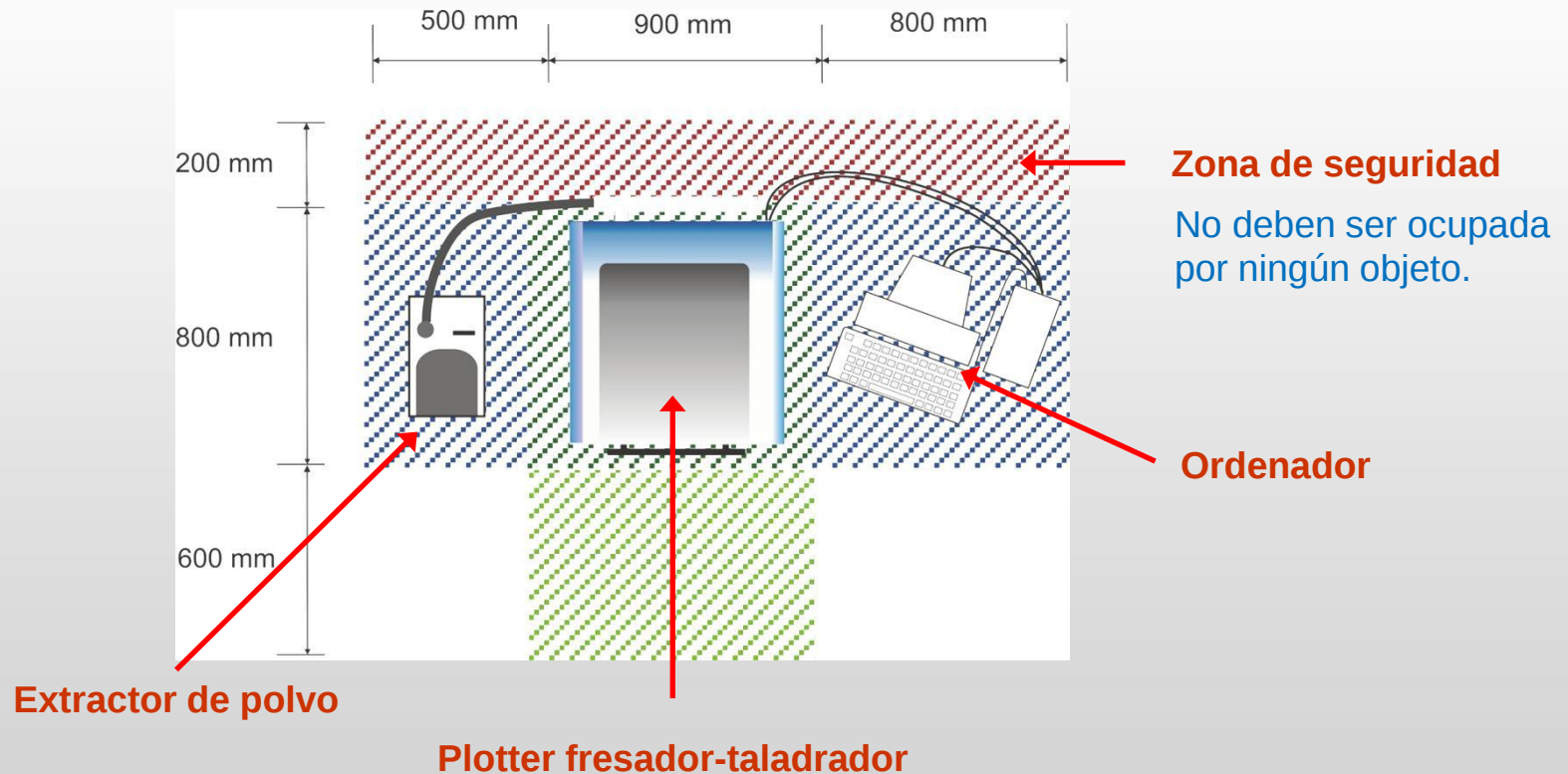


- Montaje
- Conexión de los elementos
- Puesta en marcha
- Operaciones de mantenimiento
- Área de soporte

Montaje

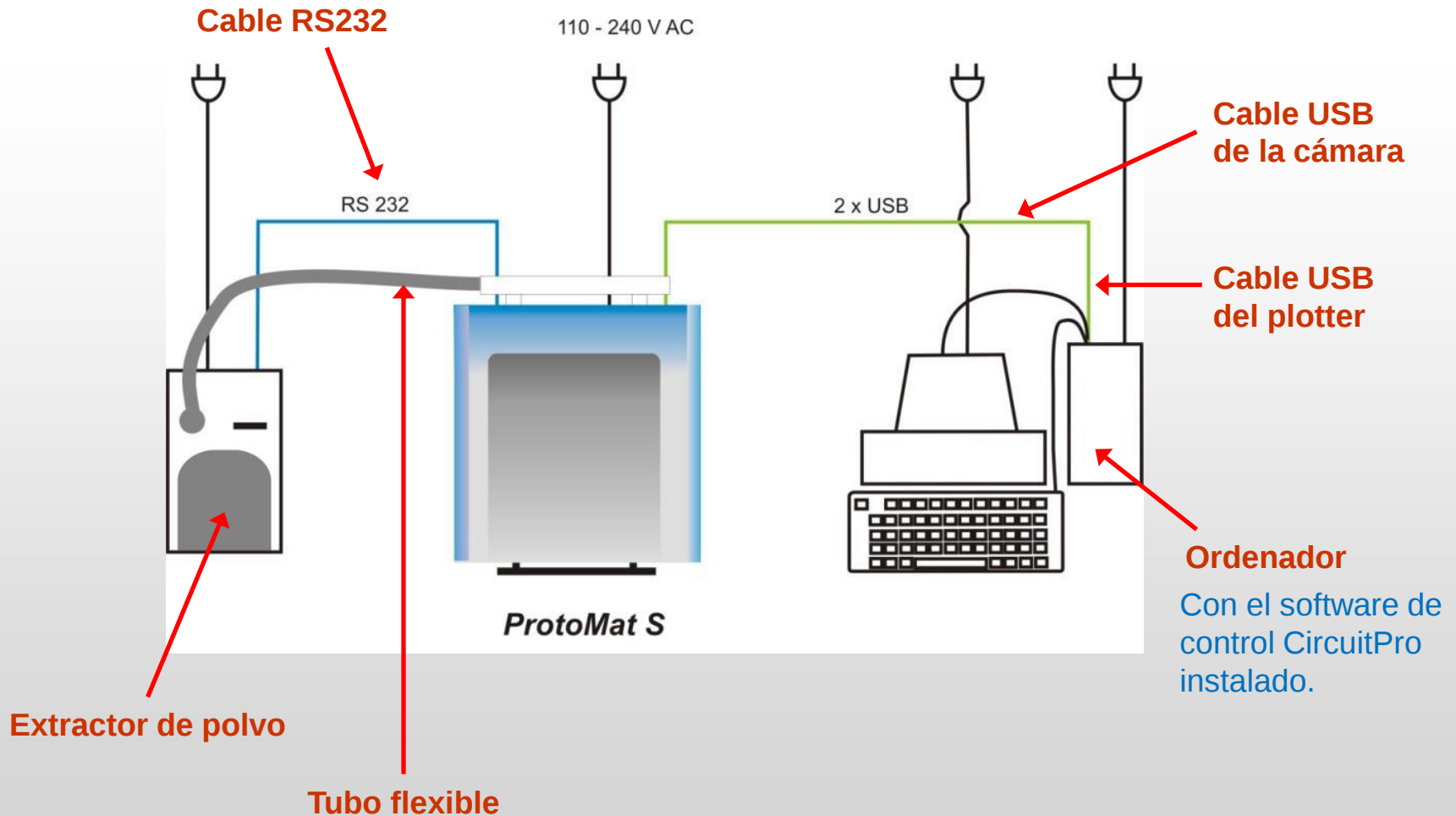
■ Espacio necesario

- ✓ Mesa de trabajo estable con una capacidad de carga de 60 kg.
- ✓ El área de trabajo debe de ser de al menos 800 x 900 mm



Conexión de los elementos

- ✓ La máquina debe estar apagada antes de conectar los cables

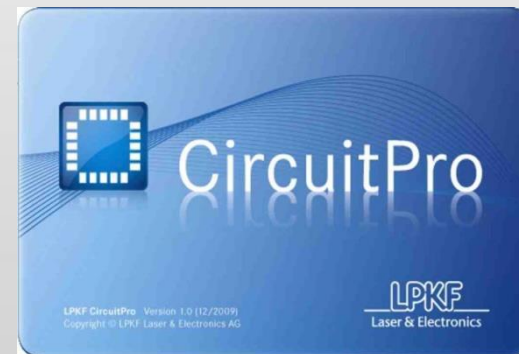


Puesta en marcha

■ Iniciar el sistema

Inicie el sistema siempre en el mismo orden:

1. Revise todos los cables y tubos flexibles de conexión.
2. Encienda el extractor de polvo.
3. Ponga el selector del modo de funcionamiento en Automático.
4. Seleccione la potencia de aspiración.
5. Abra la pantalla del plotter de circuitos impresos.
6. Encienda el plotter de circuitos impresos poniendo el interruptor principal en la posición 1 (ON).
7. Cierre la pantalla protectora.
8. Inicie el ordenador.
9. Inicie CircuitPro.



Puesta en marcha

■ Proceso de trabajo

Tiene lugar en tres fases:

1. Iniciar el sistema. (según se ha descrito en el apartado anterior)

El programa CircuitPro se inicia y comienza a controlar el plotter de circuitos impresos.

2. Ejecutar el trabajo.

Seleccionar el modo de trabajo, por ej., taladrado manual, fresado manual o modo automático según requiera el material.

A continuación, en modo automático las fases de producción se seleccionan y son ejecutadas por el plotter de circuitos impresos

3. Apagar el sistema.

Cerrar el software de control CircuitPro.

El plotter de circuitos impresos, el ordenador y el extractor de polvo tienen que desconectarse

Operaciones de mantenimiento

■ Puesta a punto regular

✓ Inspección visual antes de cada puesta en marcha.

1. Revisar los cables o tubos flexibles.
2. Comprobar si la pantalla de aislamiento acústico presenta daños visibles
3. Comprobar si el cabezal fresador-taladrador y la mesa de traslación presentan daños visibles

✓ Limpieza regular.

1. Desenchufar el plotter de la red eléctrica.
2. Limpiar la pantalla de aislamiento acústico y la mesa de traslación con un paño antiestático seco y un pincel.

Operaciones de mantenimiento

■ Mantenimiento

- ✓ Limpieza del limitador de la profundidad de trabajo cada 100 horas de servicio.
- ✓ Limpieza del portaherramientas cada 100 horas de servicio.
- ✓ Cambiar el filtro de polvo fino del extractor de polvo, cuando se perciba una reducción en la potencia de extracción.

Operaciones de mantenimiento

■ Mantenimiento de los husillos de transporte y guías lineales

Para los ejes X e Y:

✓ Mantenimiento del rail guía y del husillo del eje Y.

- El primer paso es limpiar los carriles y los ejes antes de engrasarlos.

- ▶ El video “*LPKF_Maintenance of the guide rail and Y axis.mp4*” muestra cómo realizar el mantenimiento en los ProtoMats S43, S63 y S103.

✓ Mantenimiento del husillo del eje X.

- ▶ El video “*LPKF_X spindle maintenance.mp4*” muestra cómo realizar el mantenimiento en los ProtoMats S43, S63 y S103.

Deben realizarse al menos una vez al año.

Esto prolonga la vida útil y garantiza un funcionamiento óptimo.

Operaciones de mantenimiento

■ Mantenimiento de la pinza:

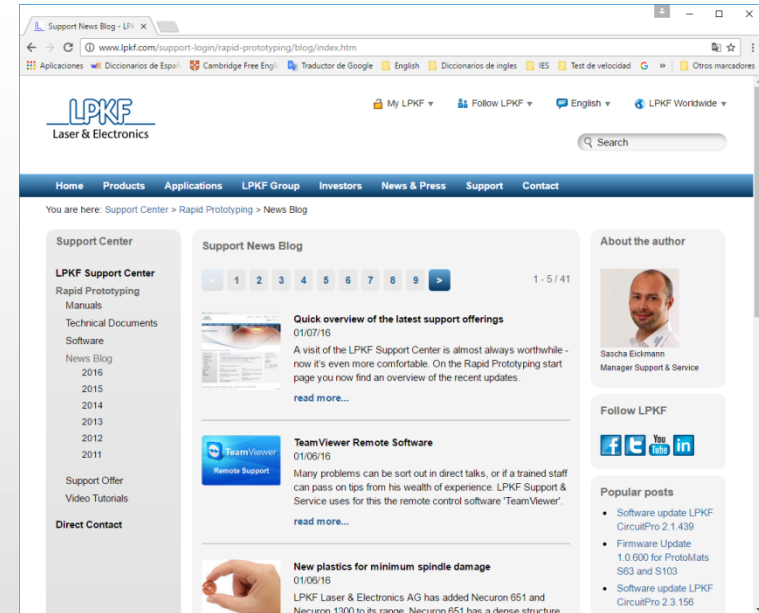
- Para asegurarse de que los ajustes automáticos de la herramienta siguen siendo precisos, es importante limpiar la pinza una vez por semana.
 - Limpiar el componente también asegura que las herramientas se mantengan firmes y confiables en la pinza, con beneficios para la larga vida útil de la mecánica.
-  El video “*LPKF_Collet_maintenance.mp4*” muestra cómo se desmonta la pinza de la máquina y se da servicio en los ProtoMats S43, S63 y S103.

Área de soporte

www.lpkf.com/support/

www.lpkf.com/support-login/rapid-prototyping/blog/index.htm

- ✓ Actualizaciones del software y del firmware
- ✓ Manuales , video tutoriales, ...
- ✓ Mantenimiento remoto
- ✓ ...
- ✓ Para registrarse se necesita:
 - N° de serie de la máquina
 - Dirección de correo electrónico.



En España:

www.lpkfspain.com

www.lasertecom.com

Rapid PCB Prototyping Laser Tecom Electrónica S.L.

Roberto Jimenez
Tel.: +34 91 847 55 05
Fax: +34 91 847 56 47

C/ Rosales, nº 4
E - 28794 Guadalix de la Sierra
(Madrid)

■ Herramientas

Podemos clasificarlas en dos grupos:

- ✓ Herramientas para el mecanizado de superficies de diferentes materiales con una longitud total de **36 mm** y un diámetro de mango de 3,175 mm (1/8"):

- Fresa Universal
- Microfresador
- Fresa HF
- Cortador doble

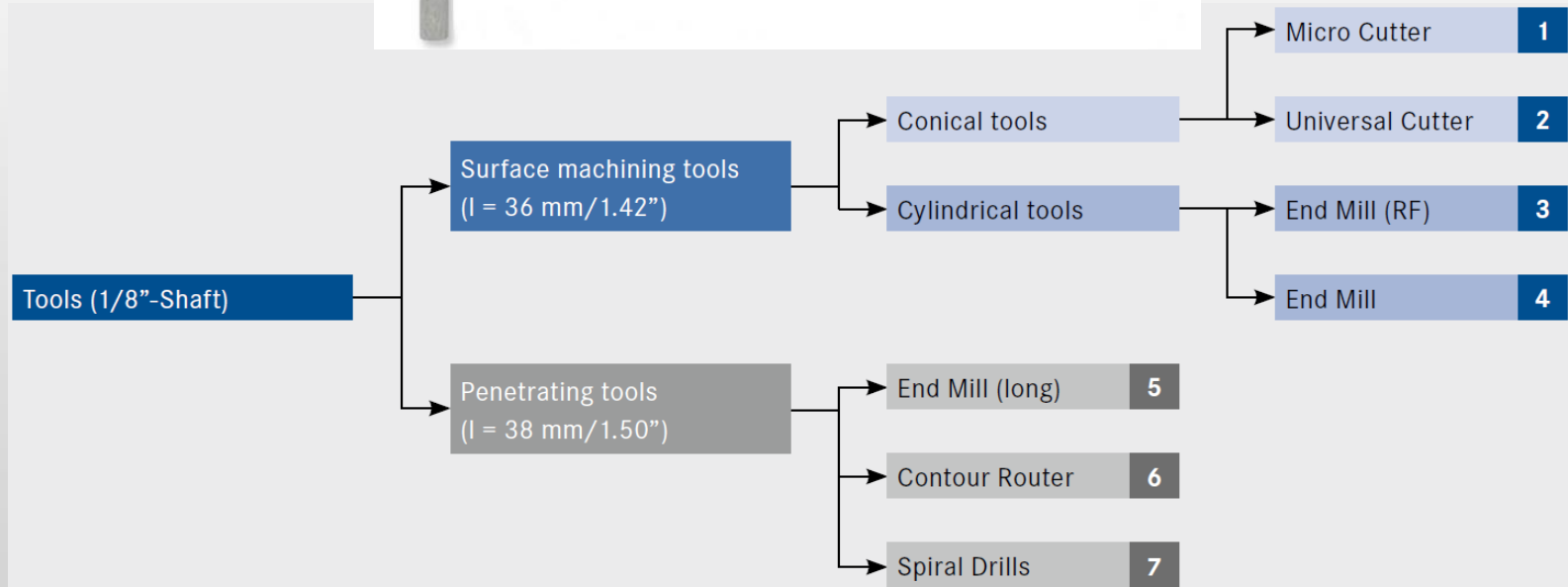
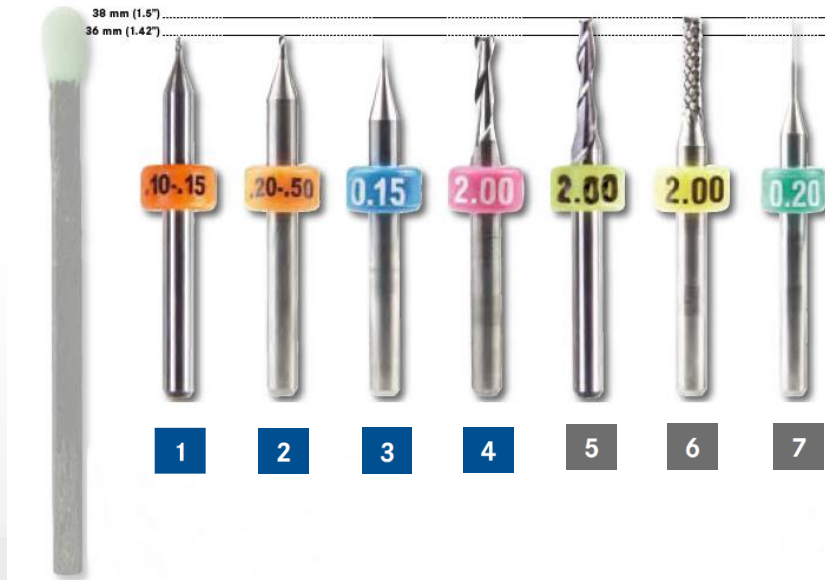


- ✓ Herramientas universales para taladrar y fresar contornos con una longitud total de **38 mm** y diámetro de mango de 3,175 mm (1/8").

- Broca espiral
- Fresa de contornos
- Fresa de doble hoja



■ Herramientas



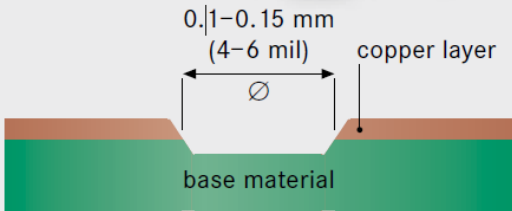
Herramientas

Microfresador

Para el fresado de aislamientos con un ancho de aislamiento: 0,1 mm - 0,15 mm

Micro Cutter/Fine-Line Milling Tool 1/8"

Conical custom-designed tool with orange distance ring.

1	Part no.	Length, milling width	Application
 	115836	36 mm, 0.10 - 0.15 mm (4 - 6 mil)	For fine isolation tracks on 18 µm thick Cu.

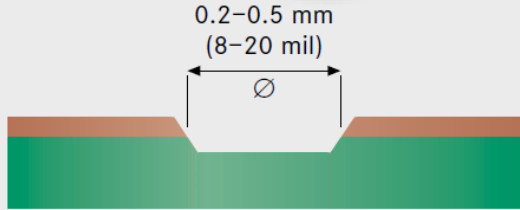
Herramientas

Fresa Universal

Para el fresado de aislamientos con un ancho de aislamiento de 0,2 mm - 0,5 mm.

Universal Cutter 1/8"

Conical custom-designed tool with orange distance ring.

2	Part no.	Length, milling width	Application
 	115835	36 mm, 0.2 - 0.5 mm (8 - 20 mil)	For milling different isolation track widths in any copper-plated base material.

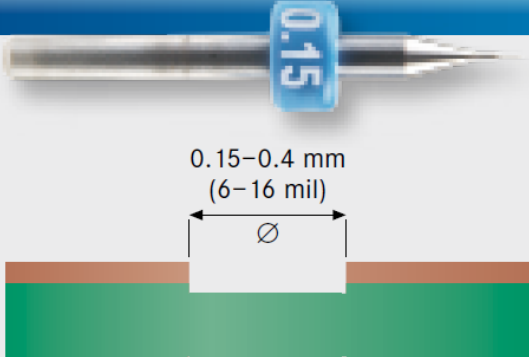
Herramientas

Fresas HF

Para siluetas de estructuras HF (mínima profundidad de penetración en el material soporte, fuerte inclinación de flancos). Diámetro: 0,15 mm, 0,25 mm, 0,4 mm.

End Mill (RF) 1/8"

Cylindrical custom-designed tool with blue distance ring.

3	Part no.	Length, milling width	Application
	115832	36 mm, d = 0.15 mm (6 mil)	Finest isolation tracks in RF applications.
	115833	36 mm, d = 0.25 mm (10 mil)	
	115834	36 mm, d = 0.40 mm (16 mil)	

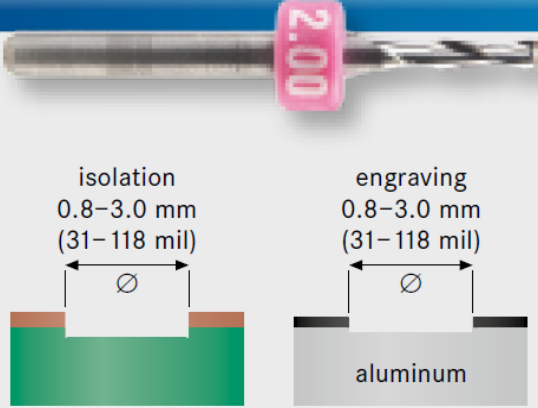
Herramientas

Cortador doble

Para el fresado de placas frontales de aluminio y para fresar canales de aislamiento más anchos. Diámetro: 0,8 mm, 1,0 mm, 2,0 mm, 3 mm.

End Mill 1/8"

Cylindrical custom-designed tool with violet distance ring.

4		Part no.	Length, milling width	Application
		115839	36 mm, d = 0.80 mm (31 mil)	For wider isolation tracks, rub-out areas and engraving aluminium front panels.
		115840	36 mm, d = 1.00 mm (39 mil)	
		129100*	36 mm, d = 2.00 mm (79 mil)	
		129101*	36 mm, d = 3.00 mm (118 mil)	

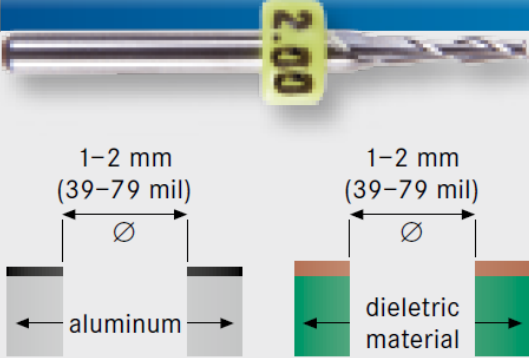
Herramientas

Fresa de doble hoja

Para fresar placas frontales de aluminio y contornos de materiales HF de diámetro: 1 mm, 2 mm.

End Mill long 1/8"

Cylindrical custom-designed tool with light green distance ring.

5	Part no.	Length, milling width	Application
	115837	38 mm, d = 1.00 mm (39 mil)	For cutting aluminium and routing soft base materials for RF- and microwave applications.
	129102*	38 mm, d = 2.00 mm (79 mil)	

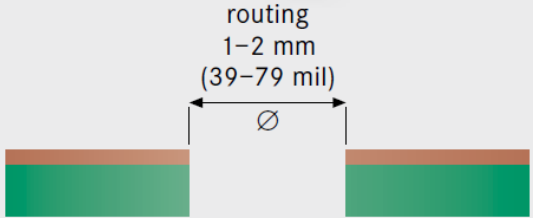
Herramientas

Fresa de contornos

Para fresar taladros > 2,4 mm y para fresar contornos de placas de circuito impreso de diámetro: 1 mm, 2 mm, 3 mm.

Contour router 1/8"

Cylindrical custom-designed tool with yellow distance ring.

6		Part no.	Length, milling width	Application
		115844	38 mm, d = 1.00 mm (39 mil)	For milling inner and outer contours and holes > 2.4 mm (> 94 mil).
		129099*	38 mm, d = 2.00 mm (79 mil)	
				

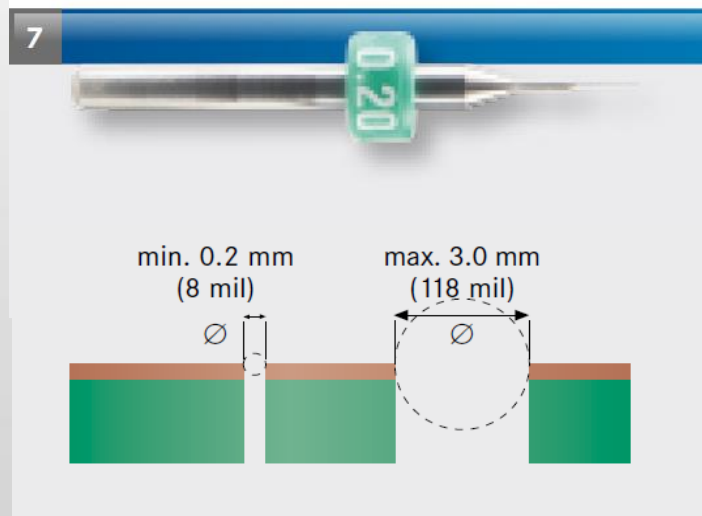
Herramientas

Broca espiral

Para taladrar diversos materiales, en particular materiales base de placas de circuito impreso con diámetro: 0,15 mm - 2,4 mm (desde 0.2 mm en pasos de 0.1) Los diámetros de agujero > 2,4 mm, se producen automáticamente con una fresa de contornos.

Spiral Drill 1/8"

Cylindrical tool with green distance ring.



Part no.	Length, milling width
115846	38 mm, d = 0.20 mm (8 mil)
115847	38 mm, d = 0.30 mm (12 mil)
115848	38 mm, d = 0.40 mm (16 mil)
115849	38 mm, d = 0.50 mm (20 mil)
115850	38 mm, d = 0.60 mm (24 mil)
115851	38 mm, d = 0.70 mm (28 mil)
115852	38 mm, d = 0.80 mm (31 mil)
115853	38 mm, d = 0.85 mm (33 mil)
115854	38 mm, d = 0.90 mm (35 mil)
115855	38 mm, d = 1.00 mm (39 mil)
115856	38 mm, d = 1.10 mm (43 mil)
115857	38 mm, d = 1.20 mm (47 mil)
115858	38 mm, d = 1.30 mm (51 mil)
115859	38 mm, d = 1.40 mm (55 mil)
115860	38 mm, d = 1.50 mm (59 mil)
115861	38 mm, d = 1.60 mm (63 mil)
115862	38 mm, d = 1.70 mm (67 mil)
115863	38 mm, d = 1.80 mm (71 mil)
115864	38 mm, d = 1.90 mm (75 mil)
115865	38 mm, d = 2.00 mm (79 mil)
115866	38 mm, d = 2.10 mm (83 mil)
115867	38 mm, d = 2.20 mm (87 mil)
115868	38 mm, d = 2.30 mm (91 mil)
115869	38 mm, d = 2.40 mm (94 mil)
115870	38 mm, d = 2.95 mm (116 mil)
115871	38 mm, d = 3.00 mm (118 mil)

■ Consumibles

✓ Material base (placa virgen):

El material base estándar es fibra de vidrio con resina de epoxy FR4 con un grosor de 1,5 mm. Disponible a simple y doble cara con película de cobre de 5µm, 18µm y 35µm.

Copper-clad FR4 board material (1.5 mm thick)

Part no.	Description	Plates per package
SET-10-1053	Base material FR4, 229 mm x 305 mm (9" x 12"), 5/5 µm with protective film, predrilled with 3 mm registration holes	10
115968	Base material FR4, 229 mm x 305 mm (9" x 12"), 0/18 µm with protective film, predrilled with 3 mm registration holes	10
115967	Base material FR4, 229 mm x 305 mm (9" x 12"), 18/18 µm, predrilled with 3 mm registration holes	10
SET-10-1001	Base material FR4, 229 mm x 305 mm (9" x 12"), 0/35 µm, predrilled with 3 mm registration holes	10
SET-10-1000	Base material FR4, 229 mm x 305 mm (9" x 12"), 35/35 µm, predrilled with 3 mm registration holes	10
112059	Base material FR4, DIN A3, 5/5 µm with protective film	10
106398	Base material FR4, DIN A3, 18/18 µm	10
106400	Base material FR4, DIN A3, 0/35 µm	10
106401	Base material FR4, DIN A3, 35/35 µm	10



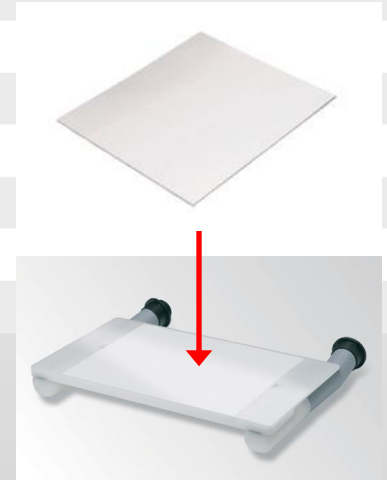
■ Consumibles

✓ Material base poroso para mesa de vacío de serie S

Drill underlay material and parts for vacuum table

Drill underlay materials line the base material and prevent damage to the machine table. The honeycomb or anchoring plates safely secure the base material to the vacuum table and can be changed individually.

Part no.	Description	Plates per package
116148	Vacuum table honeycomb plates for ProConduct and ProtoMat S series, 5 mm thick, Ø 3.5 mm	4
114297	Vacuum table honeycomb plates for ProtoMat H 100, 5 mm thick, Ø 2.5 mm	4
116099	Vacuum table sinter backing plates for ProtoMat S-series	4
116002	Vacuum table sinter backing plates for ProtoMat H100	2
106388	Drill underlay material, DIN A4, d = 2 mm	10
106389	Drill underlay material, DIN A3, d = 2 mm	10
SET-10-1052	Drill underlay material (predrilled), 229 mm x 305 mm (9" x 12"), d = 2	10



- Instalación y configuración.
- Descripción del software.
- Edición de los datos de diseño (operaciones básicas).
- Control de la máquina (operaciones básicas).

Instalación y configuración

■ Requisitos del sistema

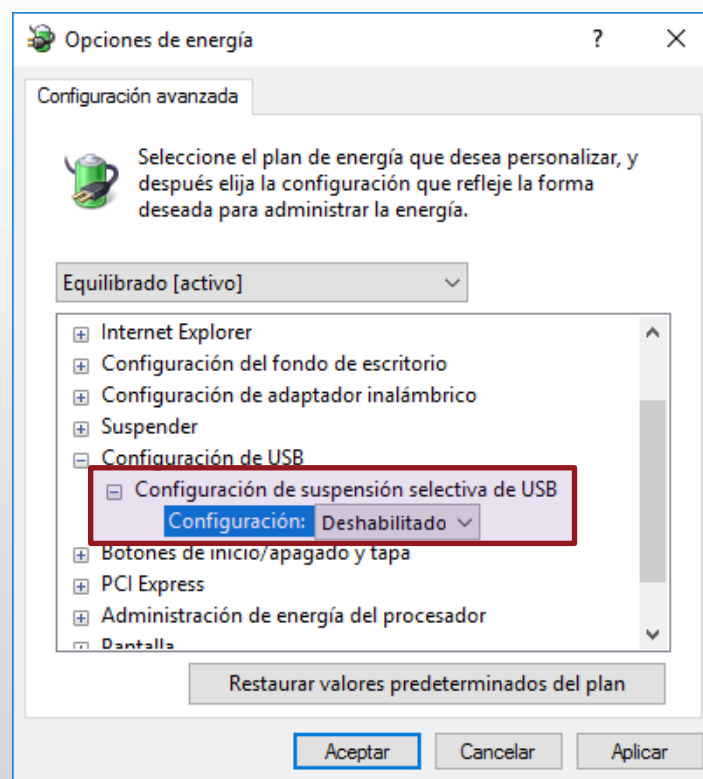
✓ Configuración recomendada para la versión CircuitPro PM 2.3

Component	Recommended system configuration
CPU	Dual core 2.6 GHz
RAM	8 GB
Hard disk memory	2 GB
Graphics board	with 1 GB dedicated memory (non-shared memory) LPKF advises against using the following graphics boards as these cause problems: • Intel 82945G
Screen resolution	1680 x 1050 pixels
USB port	2 x USB 2.0
Operating system	Windows 7 (64bit)

Instalación y configuración

■ Configuración de “Opciones de energía”

- ✓ La función de ahorro de energía USB debe desactivarse para garantizar un funcionamiento estable de Circuito PM.



Instalación y configuración

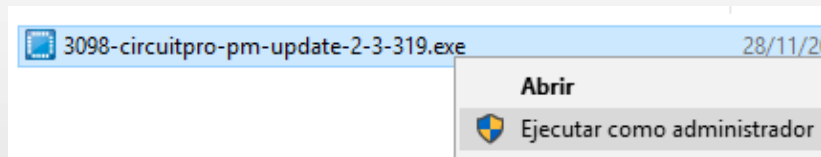
■ Instalación del software

1. Asegúrese de que la máquina no está conectada al ordenador.

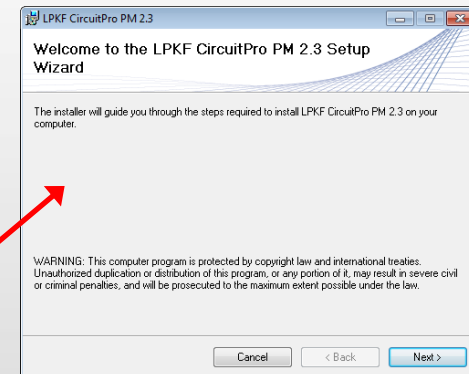
(Los cables USB no deben estar conectados)

2. Descargar del área de soporte de LPKF la última versión de CircuitPro.

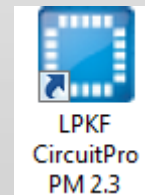
3. Ejecutar el fichero de instalación del programa (con derechos de administrador) .



Se iniciará un asistente que nos guiará a lo largo del proceso de instalación.



4. Finalizado el proceso de instalación se habrá creado en el escritorio un vínculo con el programa CircuitPro.



Instalación y configuración

■ Configuración de la máquina

Una vez instalado CircuitPro, tiene que configurarse una vez para la máquina y el equipo que la acompaña.

El asistente de configuración del equipo se inicia automáticamente la primera vez que arrancamos el programa y nos ayuda a configurar la máquina.

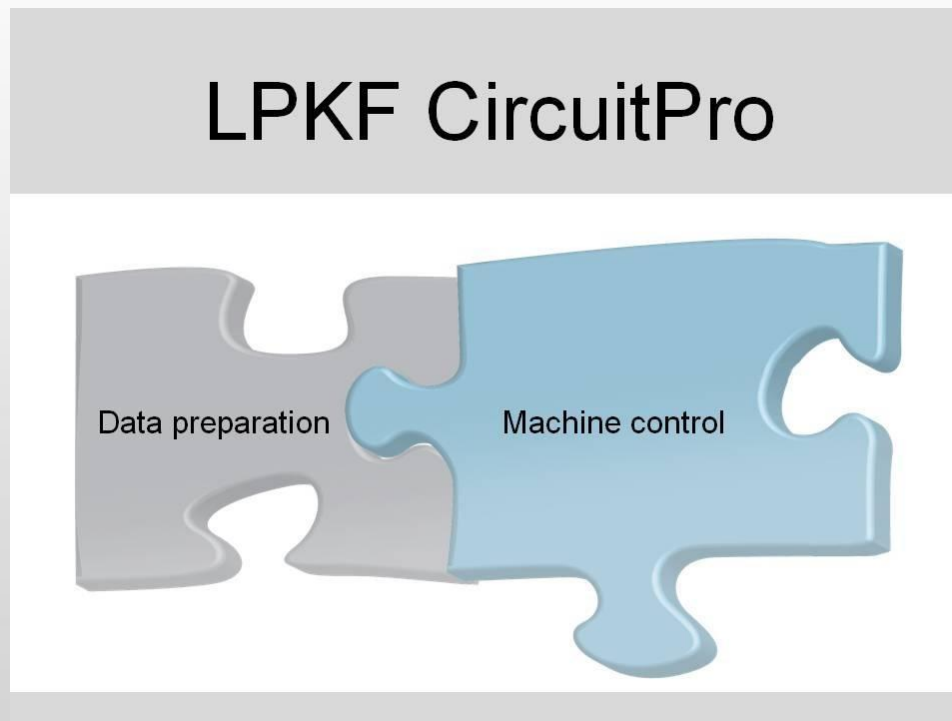
También puede iniciarse desde la barra del menú de CircuitPro:



Descripción del software

El software de sistema CircuitPro de LPKF es una potente aplicación que combina dos importantes componentes de la producción de tarjetas de circuito impreso:

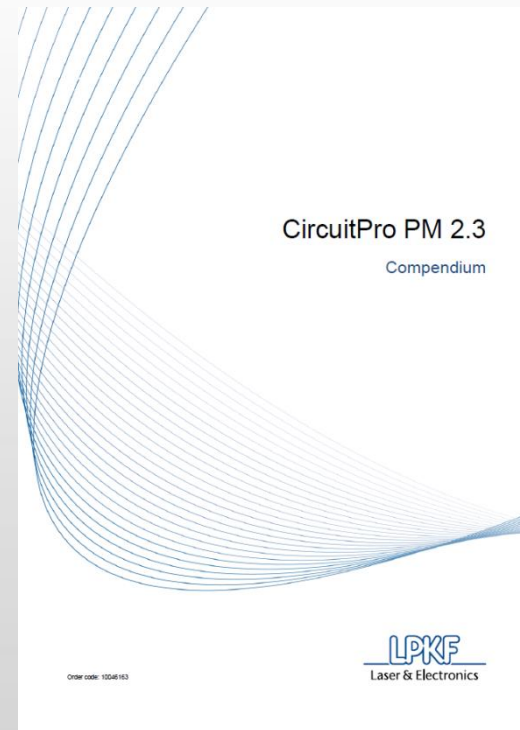
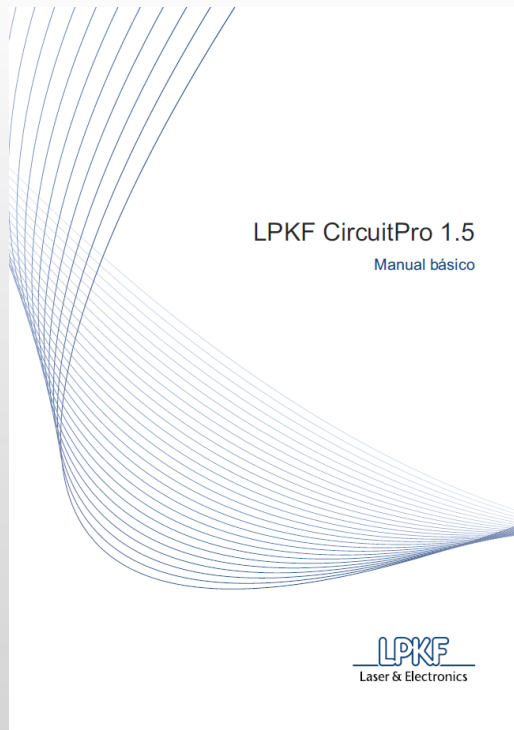
- ✓ Edición de los datos de diseño y
- ✓ Control de la máquina



Descripción del software

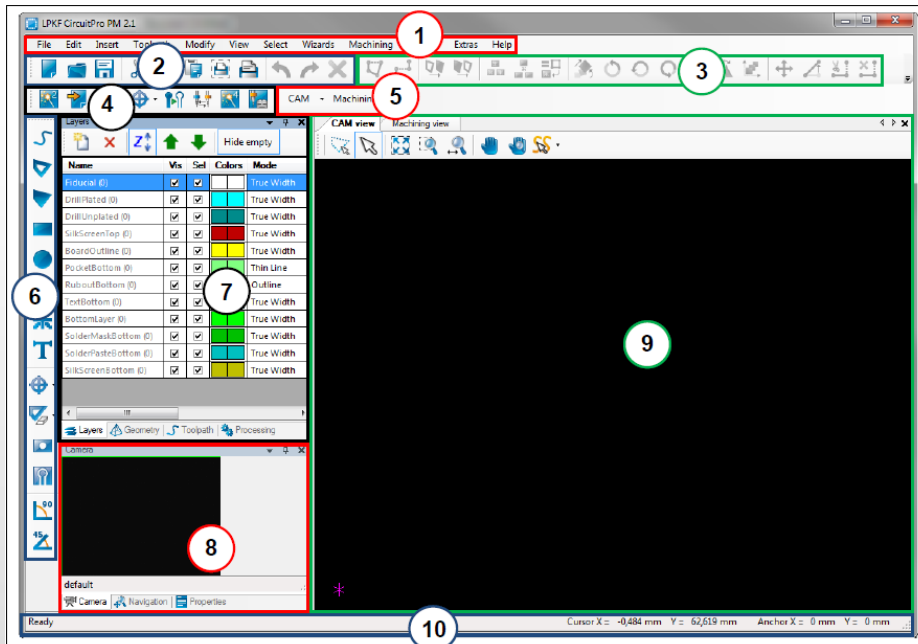
A continuación se muestra una breve descripción del software. Para una descripción más detallada consulte los documentos siguientes:

- ✓ [2661-circuitpro-basic-manual-spanish.pdf](#)
- ✓ [4070-circuitpro-2-3-compendium-v1-1-en.pdf](#)



Descripción del software

Estructura

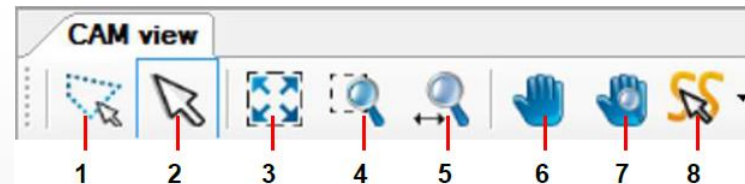
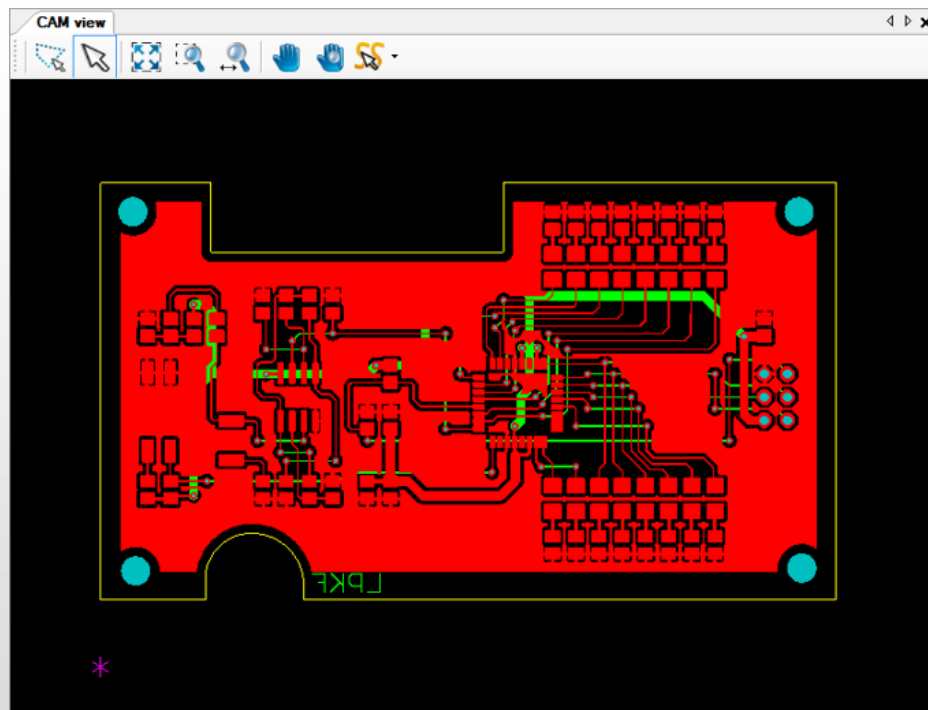


N.º	Área	Nombre
/1/		Barra del menú
/2/		Barra de herramientas "Por defecto"
/3/		Barra de herramientas "Modificar"
/4/		Barra de herramientas "Prototipado"
/5/		Barra de herramientas "Diseños"
/6/		Barra de herramientas "Introducir"
/7/	Capas	El área "Capas" contiene una tabla con la lista de capas independientes de la tarjeta de circuito impreso que va a procesarse.
/8/	Navegación	El área "Navegación" contiene una vista del proyecto con un rectángulo de zoom.
/9/	Vista de CAM	Área de edición con una representación del proyecto en 2D.
/10/	Barra de estado	La barra de estado muestra las coordenadas de la posición actual del cursor y su punto de anclaje. Los resultados de las mediciones aparecen en el recuadro "Longitud".

Descripción del software

Vista de CAM

- ✓ Permite ver en dos dimensiones el objeto procesado y sus capas

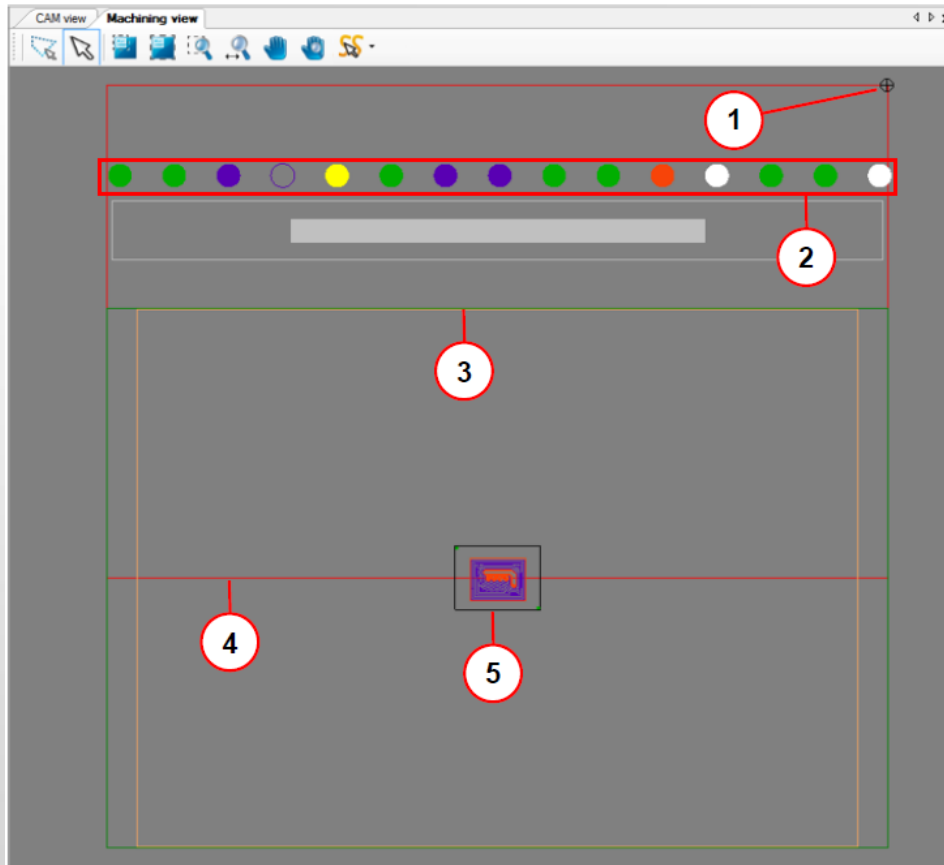


N.º	Descripción de la función
/1/	Selección poligonal: haga clic en este icono para seleccionar objetos dibujando polígonos.
/2/	Selección: Esta flecha tiene que estar activada para seleccionar o crear objetos en la vista de CAM.
/3/	Encajar todo: haga clic en este icono para encajar todo el diseño en la vista de CAM.
/4/	Área de zoom: Haga clic en este icono y seleccione un área para que se amplíe a continuación.
/5/	Zoom: Haga clic en este icono y mueva su ratón para acercar y alejar el diseño.
/6/	Panorámica: Haga clic en este icono para mover todo el diseño a la posición que desee.
/7/	Panorámica global: El área que esté ampliada se alejará al hacer clic en este icono. Volviendo a hacer clic en un área del diseño, dicha área se ampliará.
/8/	Establecer modo de selección de ruta de acceso: Selecciona trayectorias de herramienta contenidas dentro del polígono creado. Hay tres modos disponibles distintos: objeto, curva y elemento.

Descripción del software

Vista de mecanizado

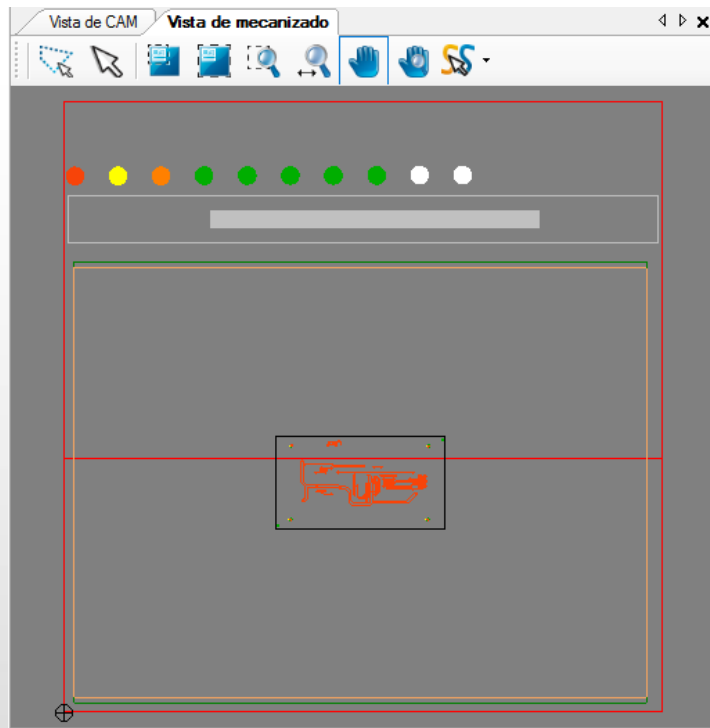
- ✓ Permite ver los datos del proceso.



- /1/ Posición actual del cabezal
- /2/ Mordaza
- /3/ Área de trabajo
- /4/ Eje de reflexión
- /5/ Objeto que va ser procesado

Descripción del software

Vista de mecanizado



N.º	Descripción de la función
/1/	Selección: Esta flecha tiene que estar activada para seleccionar o crear objetos en la vista de CAM.
/2/	Selección poligonal: Haga clic en este icono para seleccionar objetos de dibujando polígonos.
/3/	Encajar todo sólo para los datos del trabajo: Solo aparecen los datos de trabajo. Los demás elementos de la vista de mecanizado permanecen ocultos.
/4/	Encajar todo para los datos del trabajo y el área de la máquina: Modifica la escala de los elementos de la vista de mecanizado y encaja los mismos en el diseño de forma que permanezcan visibles.
/5/	Área de zoom: Haga clic en este icono y seleccione un área para que se amplíe a continuación.
/6/	Zoom: Haga clic en este icono y mueva su ratón para acercar y alejar el diseño.
/7/	Panorámica: Haga clic en este icono para mover todo el diseño a la posición que desee.
/8/	Panorámica global: El área que esté ampliada se alejará al hacer clic en este icono. Volviendo a hacer clic en un área del diseño, dicha área se ampliará.
/9/	Establecer modo de selección de ruta de acceso de herramienta: Selecciona trayectorias de herramienta contenidas dentro del polígono creado. Hay tres modos disponibles distintos: objeto, curva y elemento.

Descripción del software

Barras de herramientas



✓ En CircuitPro hay cinco barras de herramientas.

○ Estándar



○ Introducir



○ Modificar



○ Prototipado



○ Diseños



Descripción del software

Áreas

✓ CircuitPro permite colocar varias áreas del programa en su pantalla:

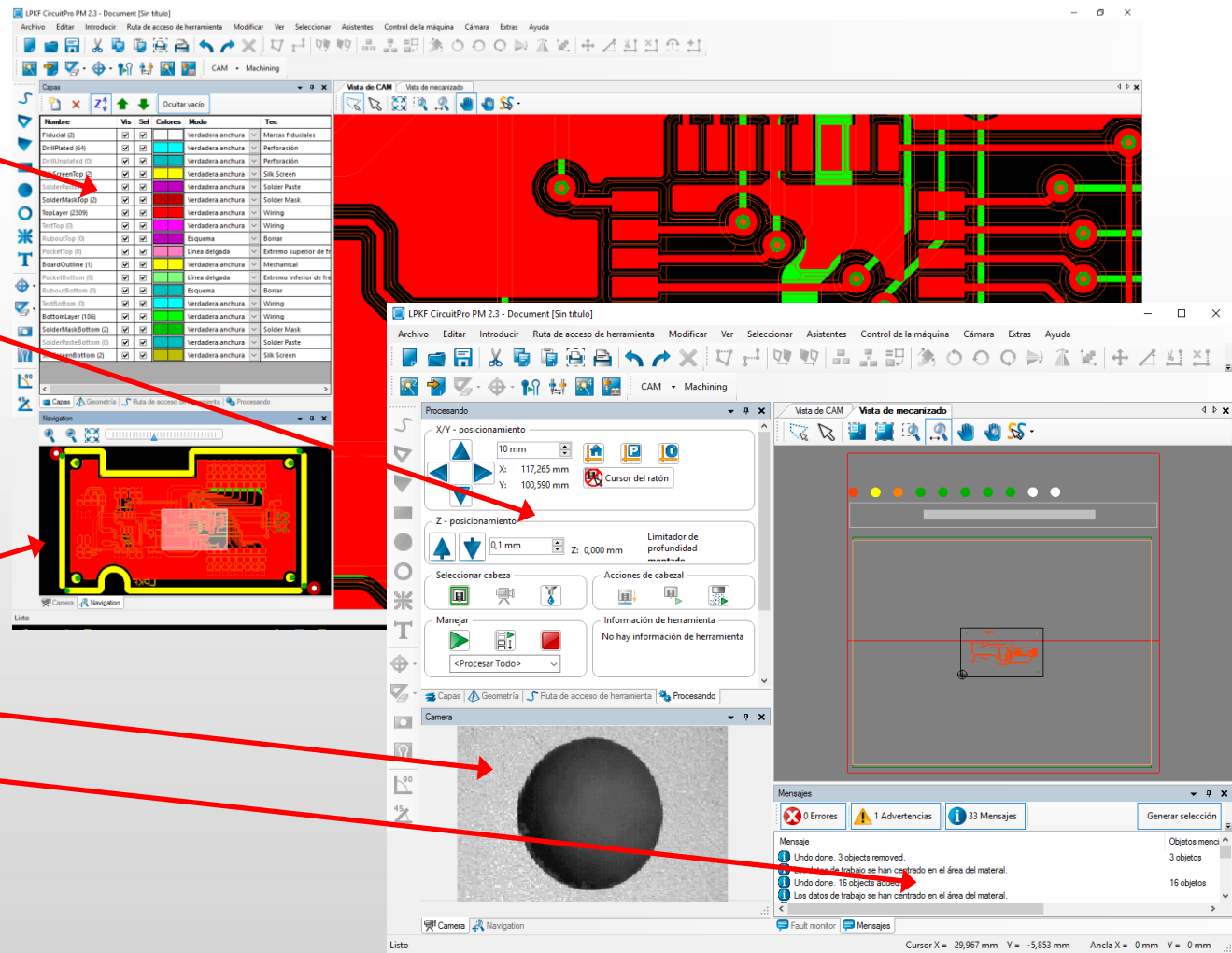
- Capas
- Geometría
- Ruta de acceso de herramienta
- Procesamiento
- Propiedades
- Información de herramienta
- Navegación
- Cámara
- Mensajes
- Monitor de errores

Ver	Seleccionar	Asistentes	Control de la máq
	Capas...		Alt+L
	Geometría...		Alt+G
	Ruta de acceso de herramienta...		Alt+T
	Procesando...		
	Propiedades		Alt+R
	Información de herramienta		Alt+I
	CAM 2D...		Alt+2
	Mecanizado en 2D...		
	Vista en 3D		Alt+3
	Navegación		Alt+Z
	Cámara...		Alt+C
	Mensajes...		Alt+M
	Monitor de errores...		Alt+F
	Diseños		►
	Toolbars		►

Descripción del software

Áreas

- Capas...
- Geometría...
- Ruta de acceso de herramienta...
- Procesando...
- Propiedades
- Información de herramienta
- CAM 2D...
- Mecanizado en 2D...
- Vista en 3D
- Navegación
- Cámara...
- Mensajes...
- Monitor de errores...

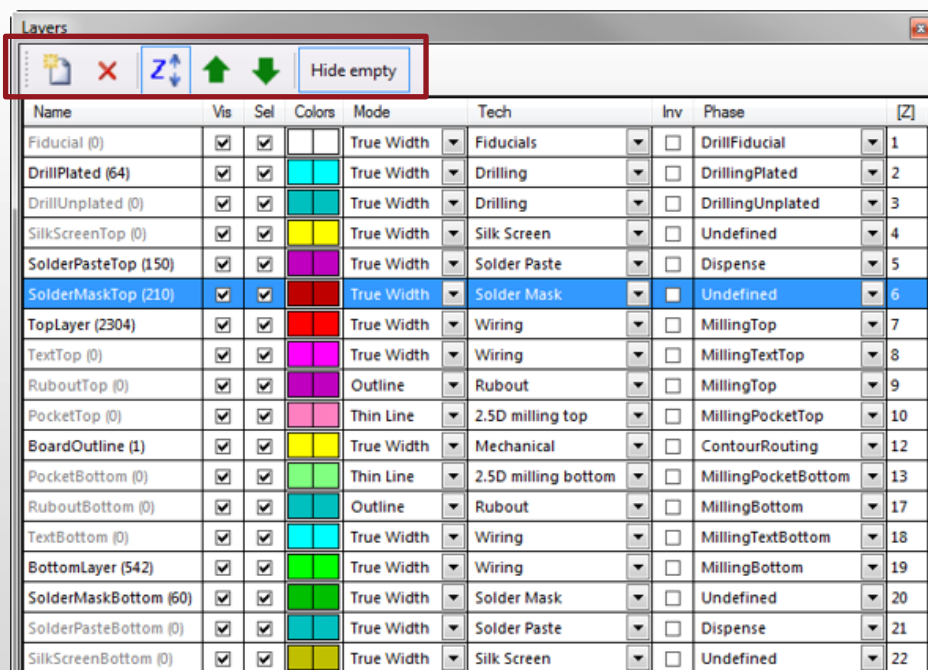


Descripción del software

Área “Capas”

- ✓ Aquí se muestran todas las capas que contiene el proyecto:

La barra de herramientas permite: crear nuevas capas, borrar capas, ordenar las capas, ocultar las capas vacías.

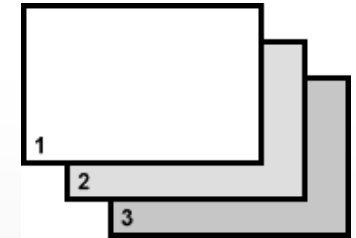


Columna	Descripción
Nombre	Muestra el nombre de la capa. Los números entre paréntesis situados junto al nombre de la capa indican el número de objetos que contiene la misma.
Visible	Muestra u oculta la capa correspondiente en la vista de CAM.
Seleccionable	Active esta función para que la capa se pueda seleccionar en la vista de CAM.
Colores	En esta columna se asigna un color a cada capa. Los colores de las capas que aparecen en la vista de CAM son los indicados en esta columna.
Modo	Esta lista le permite determinar en qué modo de visualización se verá la capa.
Tec	Fije en esta columna el tipo de procesamiento al que corresponde la capa. Por ejemplo, seleccionando el valor "Pasta para soldar" se establece un procesamiento posterior de la capa con pasta para soldar.
Inverso	Fresa el interior de los objetos de la capa de origen. Ejemplo: en una letra o un número se fresa el área interior.
Fase	Determina la fase en la que la capa se debe procesar.
[Z]	Función de ordenación: ordena las capas en la dirección Z según la prioridad de visualización.

Descripción del software

Área “Capas”

- ✓ Los objetos gráficos en las Capas son mostrados en la ventana gráfica en niveles superpuestos.



La columna [Z] en la ventana de lista LAYERS indica el nivel desde la capa de arriba hasta la capa final.

Puede haber objetos gráficos en un nivel inferior ocultos por los objetos gráficos de un nivel superior.

Para colocar una capa en un nivel diferente utilizamos los iconos.



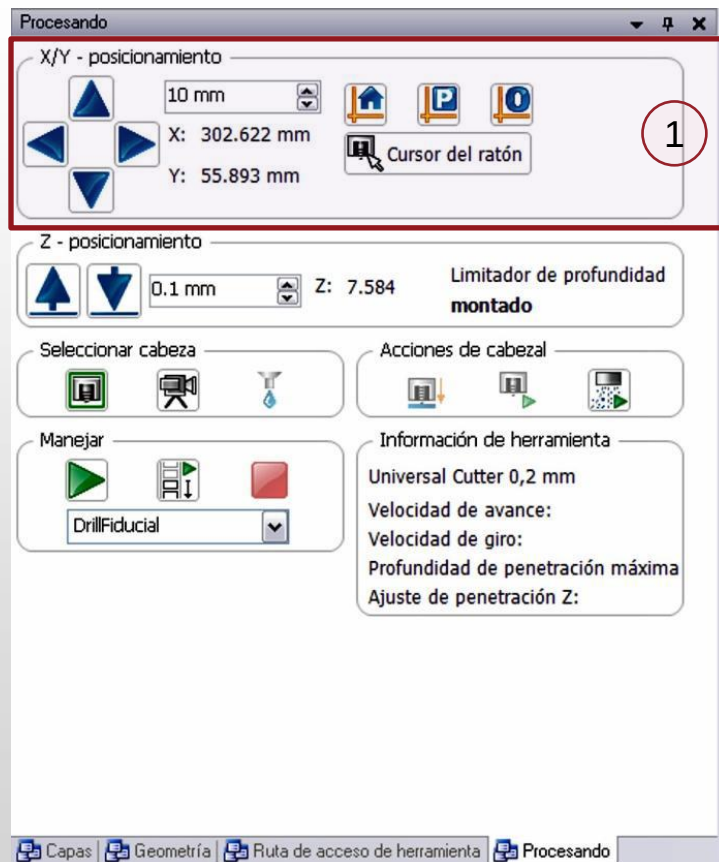
- ✓ El resto de columnas nos permiten, **cambiar los colores, ocultar capas, hacer que sean seleccionables** en la ventana gráfica de trabajo, elegir el modo de visualización de las pistas.

Es muy útil cuando vamos a trabajar sobre una capa, desactivar las casillas visible y seleccionable en el resto de las capas.

Descripción del software

Área “Procesamiento”

- ✓ Aquí se puede controlar el cabezal de fresado y taladrado de la máquina y determinar su altura.

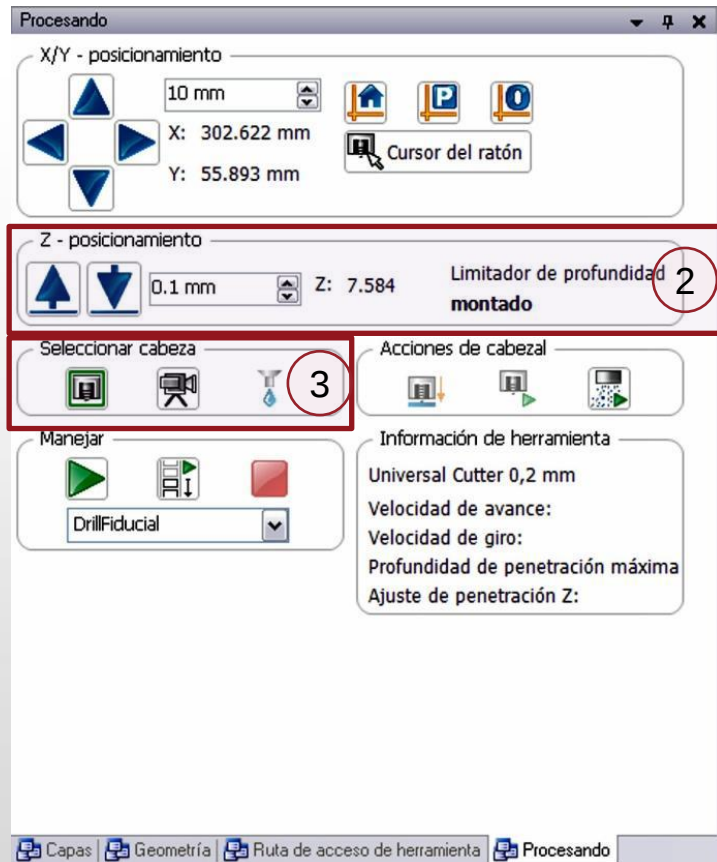


Posicionamiento en X/Y

/1/		Introducción de una distancia para mover el cabezal de la máquina en dirección X e Y. Introduzca la distancia en el cuadro combinado y haga clic en los botones de las flechas. Cada clic desplaza el cabezal de la máquina a la distancia especificada en la dirección elegida.
/1/		Mover el cabezal a la posición de referencia: haga clic en este botón para mover el cabezal de la máquina a la posición de referencia.
/1/		Mover el cabezal a la posición de descanso: haga clic en este botón para mover el cabezal de la máquina a la posición de descanso.
/1/		Mover el cabezal a la posición cero: haga clic en este botón para mover el cabezal de la máquina a la posición cero.
/1/		Habilita el movimiento del cabezal a la posición seleccionada haciendo clic con el ratón en la vista de mecanizado.

Descripción del software

Área “Procesamiento”



Posicionamiento en [Z]

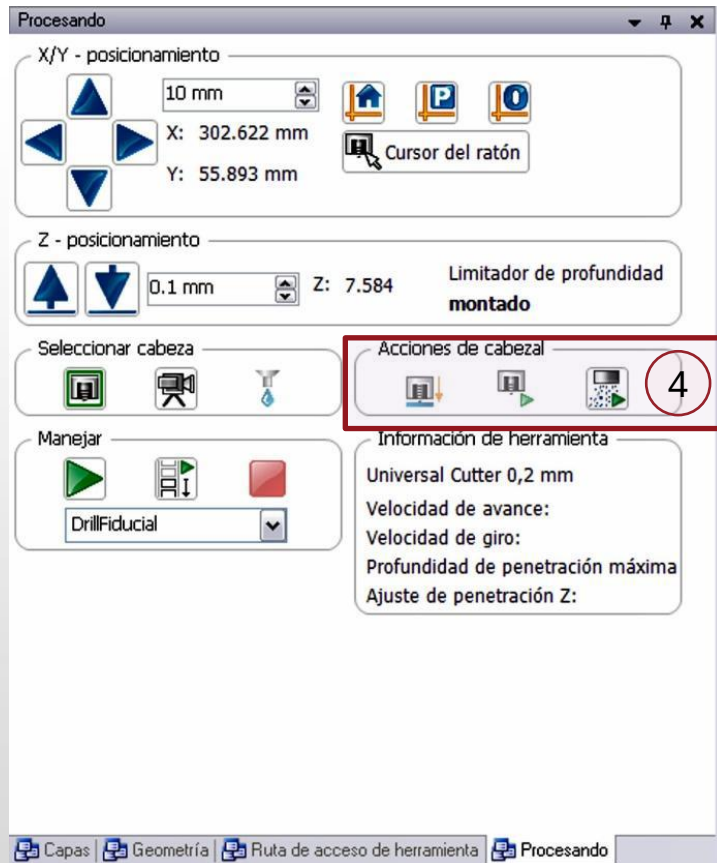
/2/	  0,1 mm	Introducción de una distancia para mover el cabezal de la máquina en dirección Z. Introduzca la distancia en el cuadro combinado y haga clic en los botones de las flechas. Cada clic desplaza el cabezal de la máquina a la distancia especificada en la dirección elegida.

Seleccionar un cabezal

/3/		Selecciona el cabezal de fresado como cabezal activo.
/3/		Selecciona el cabezal de la cámara como cabezal activo.
/3/		Selecciona el cabezal del distribuidor como cabezal activo.

Descripción del software

Área “Procesamiento”

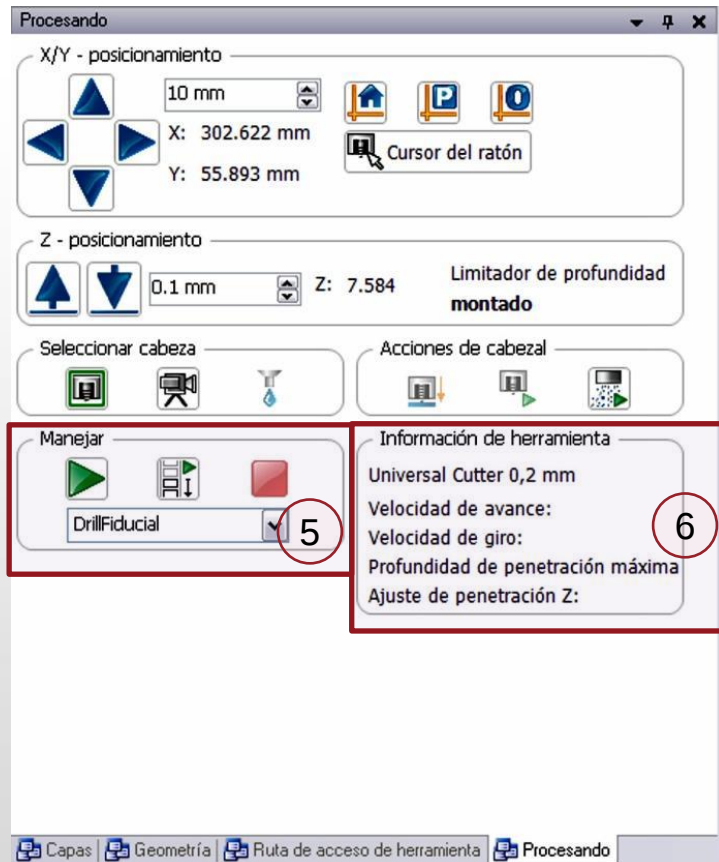


Acciones de cabezal

/4/		Mueve el cabezal de la máquina hacia arriba y hacia abajo.
/4/		Conecta y desconecta el husillo.
/4/		Limpia el distribuidor. Este botón solo está disponible cuando el distribuidor está seleccionado como cabezal activo de la máquina.
/4/		Conecta y desconecta la extracción.

Descripción del software

Área “Procesamiento”



Proceso

/5/	 <Process All>	Inicia el procesamiento. Tenga en cuenta la fase seleccionada en el recuadro inferior.
/5/	 MaterialSettings	Inicia el procesamiento de la fase seleccionada en el recuadro inferior. Todas las fases siguientes se procesan consecutivamente.
/5/		Detiene el procesamiento.
Información de herramienta		
/6/	Muestra los datos de la herramienta situada actualmente en la mordaza.	

Edición de los datos de diseño (operaciones básicas).



- Ejecución del asistente para la planificación de procesos



- Importar datos de producción (Gerber y Excellon)



- Crear áreas de “Rubout”



- Insertar fiduciales



- Generar trayectorias de fresado de aislamientos y contornos.



- Carga del depósito de herramientas



- Iniciar el asistente de producción de placas



Edición de los datos de diseño (operaciones básicas).

Edición datos

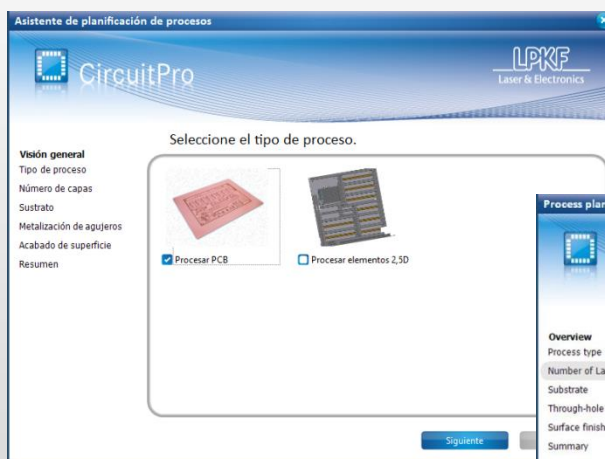
■ Ejecución del Asistente para la planificación de procesos

Ayuda a establecer las propiedades del proyecto de un prototipo

1 Clic en el icono.

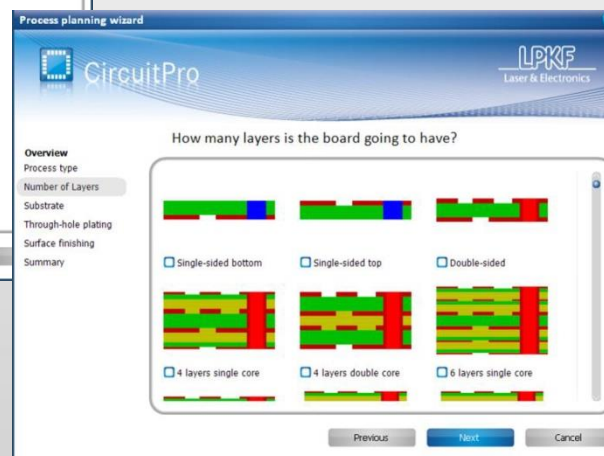


2 Seleccionar el tipo de proceso.



3

Seleccionar el número de capas de cobre que va a utilizar.



Edición de los datos de diseño (operaciones básicas).

Edición datos

■ Ejecución del Asistente para la planificación de procesos

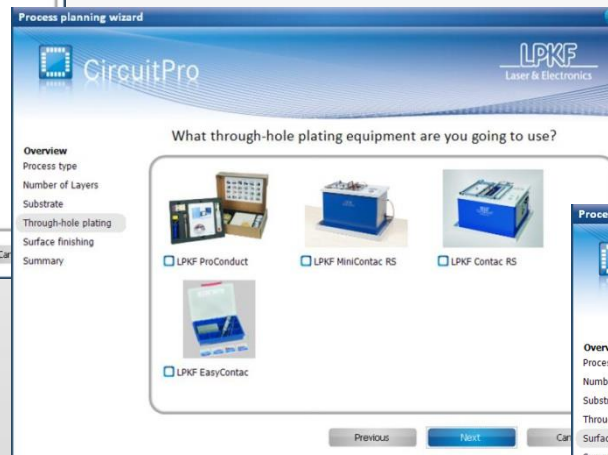
4

Seleccionar el sustrato que va a utilizar.



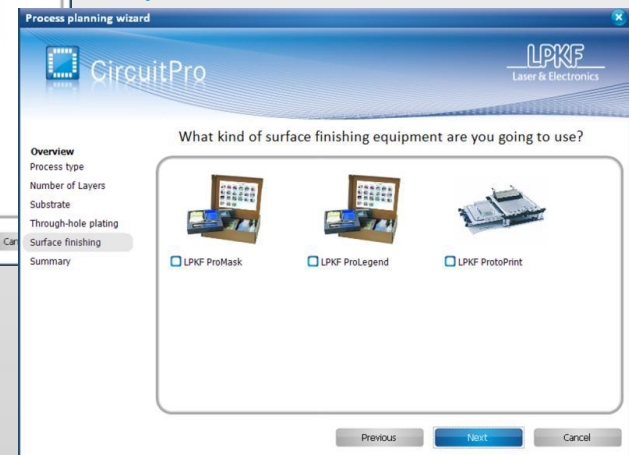
5

Seleccionar que método se utilizará para la metalización de taladros.



6

Seleccionar si se va a utilizar cualquier método de acabado superficial.



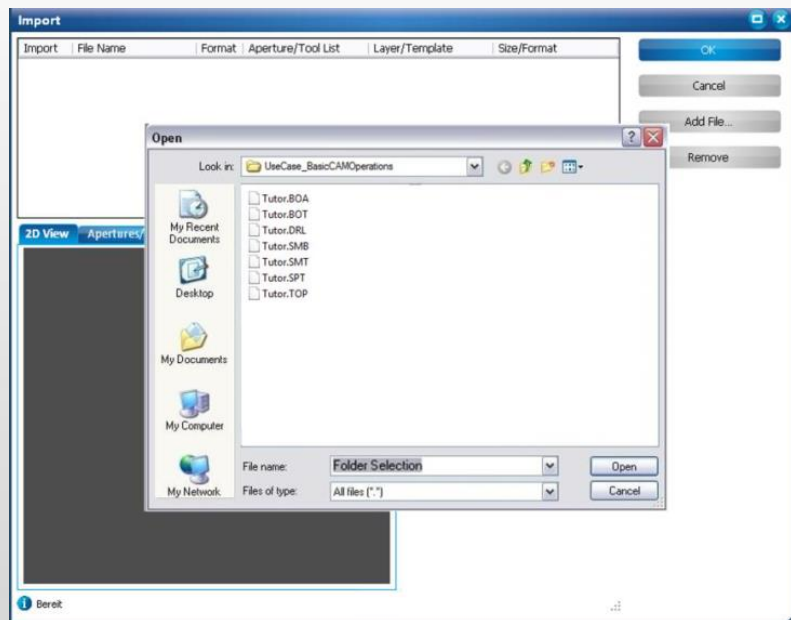
Edición de los datos de diseño (operaciones básicas).

Edición datos

■ Importar datos de producción (Gerber y Excellon)

Importaremos los ficheros generados con el CAD de diseño de PCBs.

- 1 Clic en el icono.
- 2 Seleccionar los ficheros a importar.



- ✓ Tenemos que importar los archivos (gerber) correspondientes a las capas de trazado TOP y BOTTOM, el fichero (excellon) de taladros, y si existe, el fichero (gerber) del contorno.
- ✓ Según el software CAD de procedencia, estos archivos pueden tener diferentes extensiones. (debemos ser capaces de reconocerlos)
- ✓ Se pueden importar varios ficheros a la vez, seleccionándolos simultáneamente mediante la tecla <Ctrl> o la tecla <Shift> para seleccionar un rango, o también seleccionar una carpeta completa.

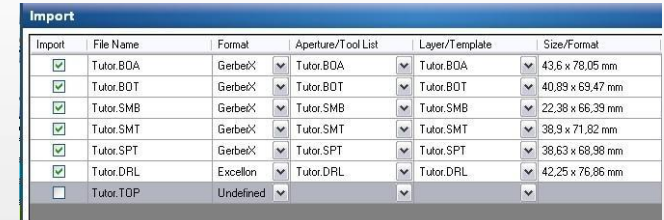
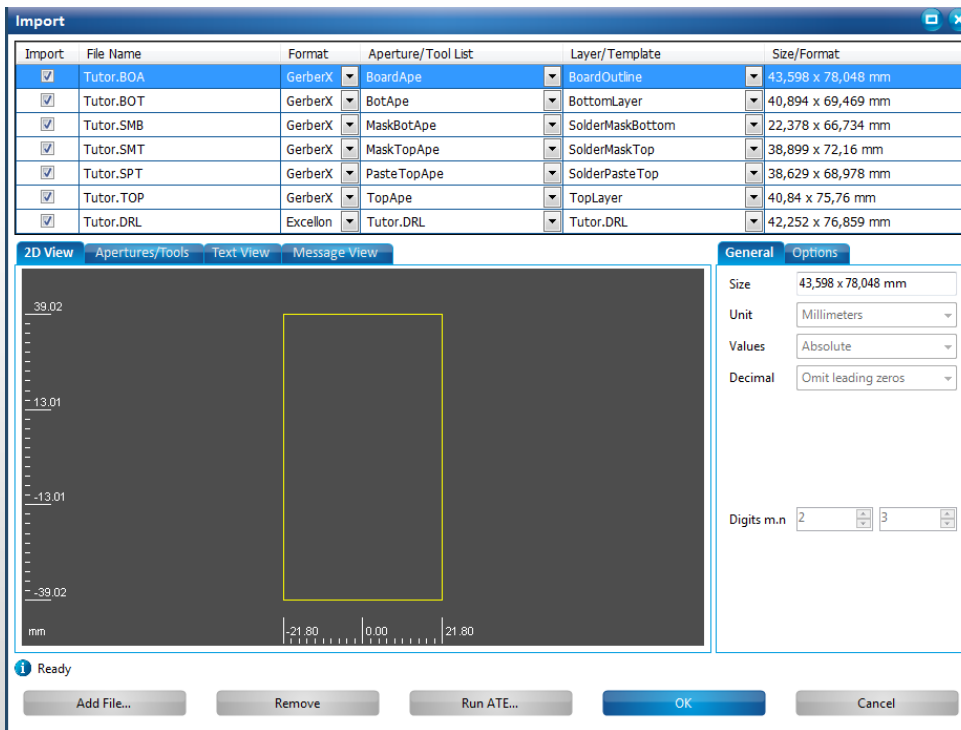
Edición de los datos de diseño (operaciones básicas).

Edición datos

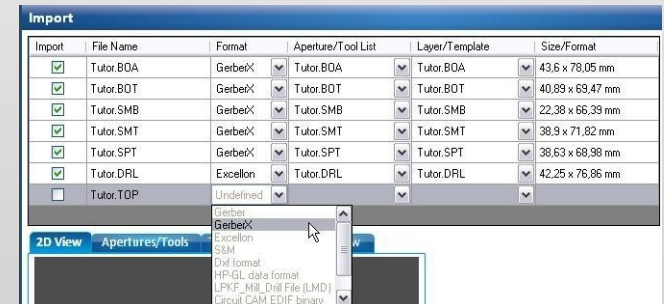
■ Importar datos de producción (Gerber y Excellon)

3 Comprobar los datos cargados y modificarlos si es necesario.

✓ Si CircuitPro no reconoce el formato de archivo, la fila correspondiente en el cuadro de diálogo aparecerá atenuada, y sin información en el resto columnas.



En tal caso, debemos seleccionar el formato de fichero manualmente. La información en las demás columnas aparecerá automáticamente.



Edición de los datos de diseño (operaciones básicas).

Edición datos

■ Importar datos de producción (Gerber y Excellon)

4 Seleccionar la capa de destino.



✓ Una vez seleccionados los archivos a importar, estos deben ser asignados a su correspondiente capa en CircuitPro.

Hay tres maneras de asignar la capa:

1. Mantener la capa que se crea durante la selección de archivos:

En este caso, CircuitPro crea una nueva capa durante la importación de archivos si no existe en la plantilla.

2. Seleccionar de una capa que ya existe en el archivo de plantilla de CircuitPro:

Estas capas se encuentran en las plantillas de CircuitPro y aparecen en el menú desplegable.

3. Crear una nueva capa:

Si desea crear una nueva capa, puede introducir un nombre para la capa en la columna "Capa / Plantilla". CircuitPro crea una nueva capa para este archivo durante la importación de archivos.



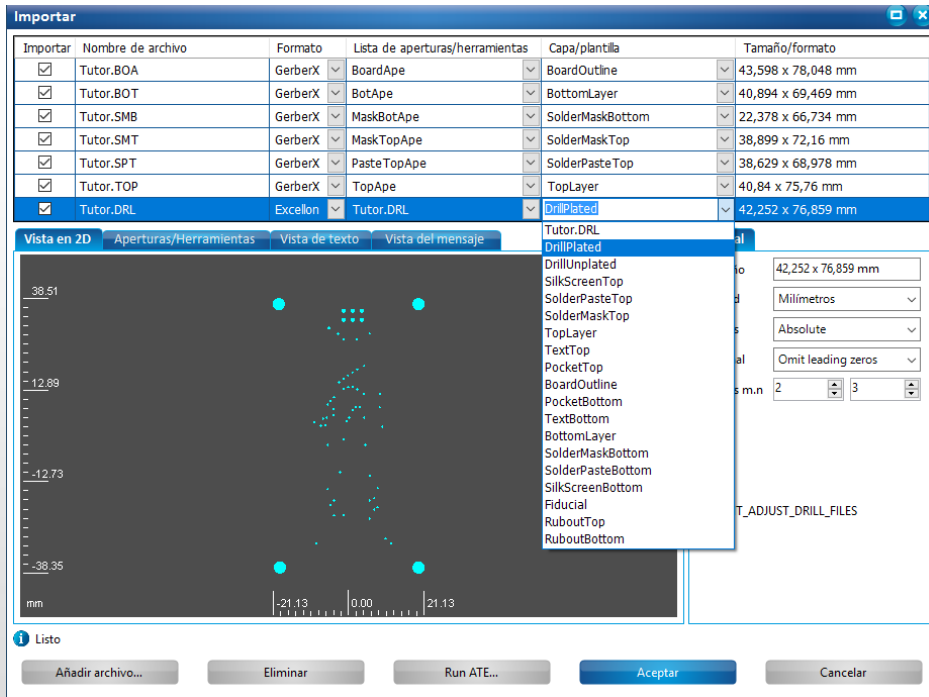
Después de la importación de archivos, las capas se muestran en el panel "Capas" de CircuitPro.

Edición de los datos de diseño (operaciones básicas).

Edición datos

■ Importar datos de producción (Gerber y Excellon)

4 Seleccionar la capa de destino.



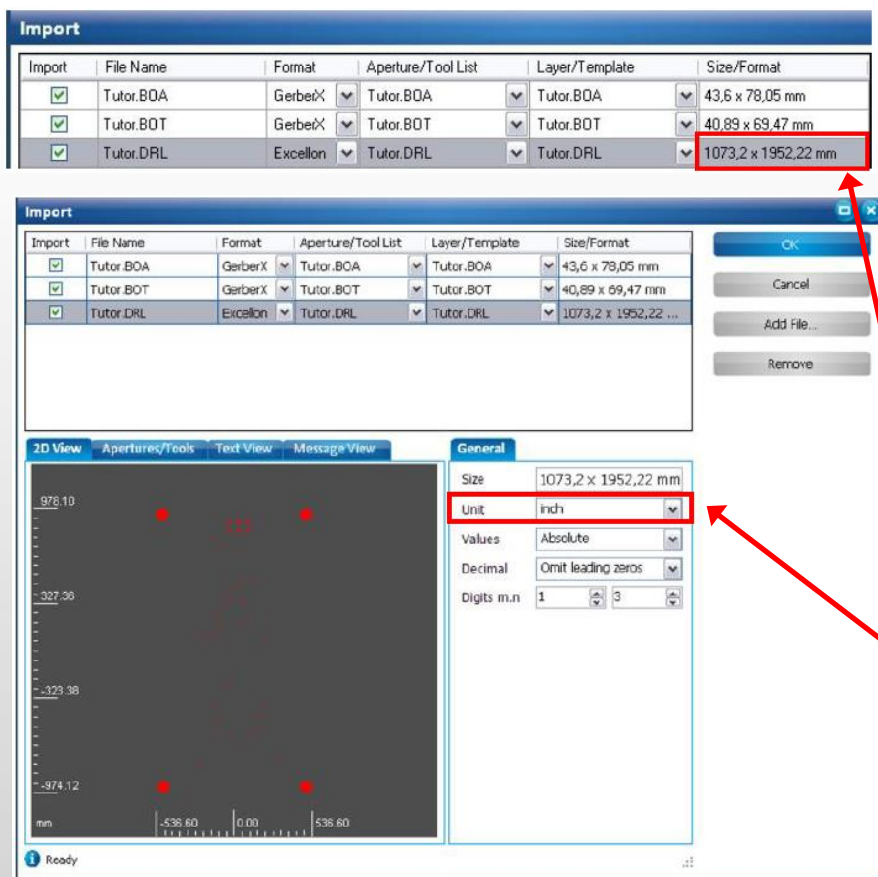
- ✓ Para el **fichero de taladros**, debemos elegir el formato **Excellon**.
- ✓ La capa de destino dependerá de si se está usando algún sistema de metalizado de taladros. Si es así, debemos usar la capa **DrillPlated**. Si no, debemos usar la capa **DrillUnplated**.
- ✓ Esto también afectará a dónde se perforan los agujeros:
 - DrillPlated se perfora en la parte inferior de la placa. (BOTTOM)
 - DrillUnplated se perfora desde la parte superior del tablero. (TOP)
- ✓ Si se trata de una placa a **simple cara**, utilizaremos la capa **DrillUnplated**.

Edición de los datos de diseño (operaciones básicas).

Edición datos

■ Importar datos de producción (Gerber y Excellon)

5 Ajuste / corrección de tamaño y formato.



- ✓ En algunos casos, el diseño del archivo no se muestra correctamente o presenta valores peculiares.

Existen cuatro Posibles causas de esto:

- Unidad de medida incorrecta.
- Número erróneo de dígitos decimales.
- Declaración errónea del valor (relativo / absoluto)
- Supresión nula errónea (decimal).

En tal caso, debemos configurar los valores correctos en la ficha general.

En este ejemplo, debemos cambiar el tipo de unidades a mm para corregir el error.

Edición de los datos de diseño (operaciones básicas).

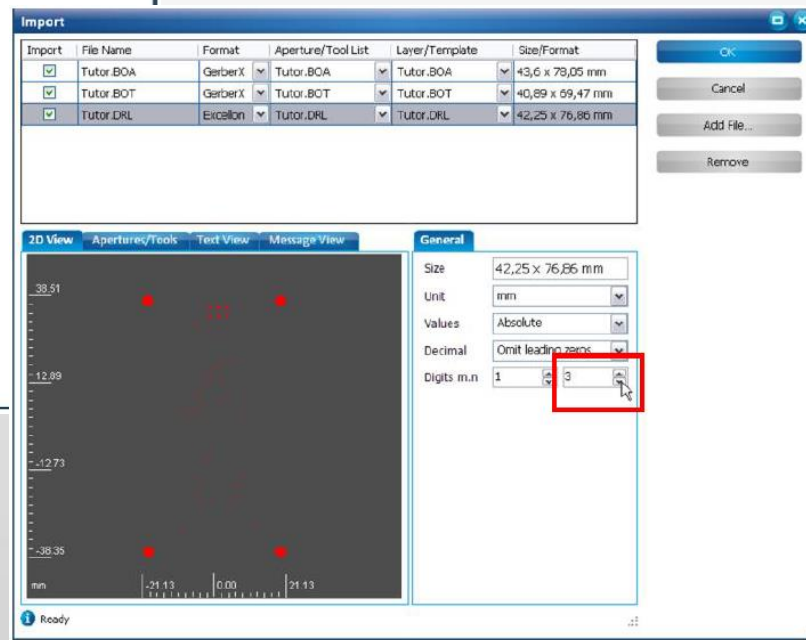
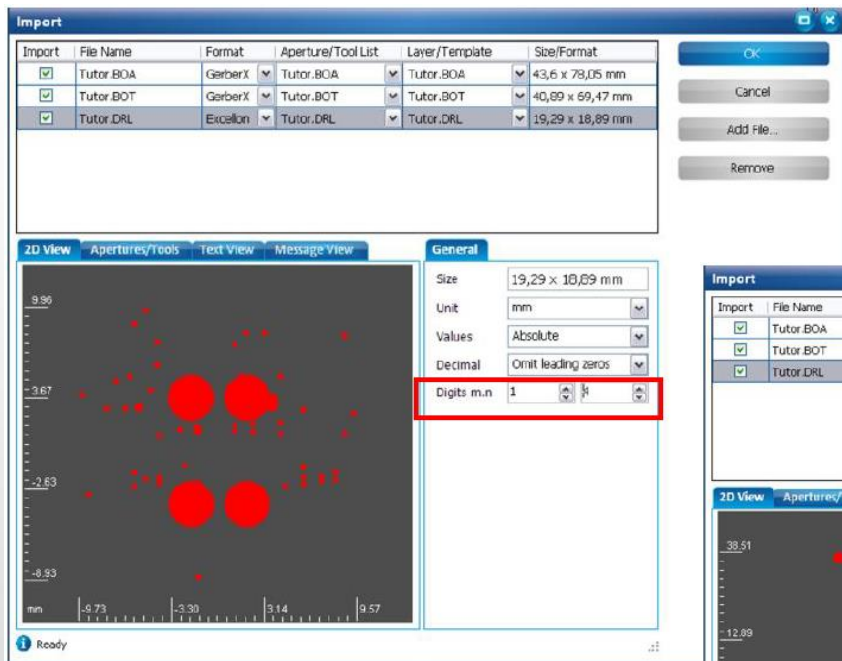
Edición datos

■ Importar datos de producción (Gerber y Excellon)

5 Ajuste / corrección de tamaño y formato.

En este ejemplo el diseño no se muestra correctamente por una configuración errónea del Número de dígitos decimales. El número de dígitos decimales introducidos no coincide con el contenido del archivo

Se corrige cambiando el valor 4 por un 3.



Edición de los datos de diseño (operaciones básicas).

Edición datos

■ Crear áreas de “Rubout”

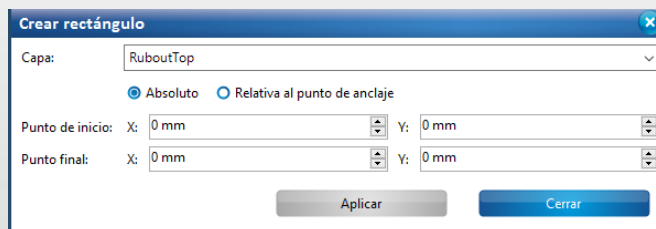
Son zonas donde deseamos eliminar todo el cobre que no sea pista o pad.

Esto puede ser necesario donde haya pads muy pequeños y puedan dar lugar a puentes de soldadura o también para evitar capacidades parásitas en circuitos de alta frecuencia.

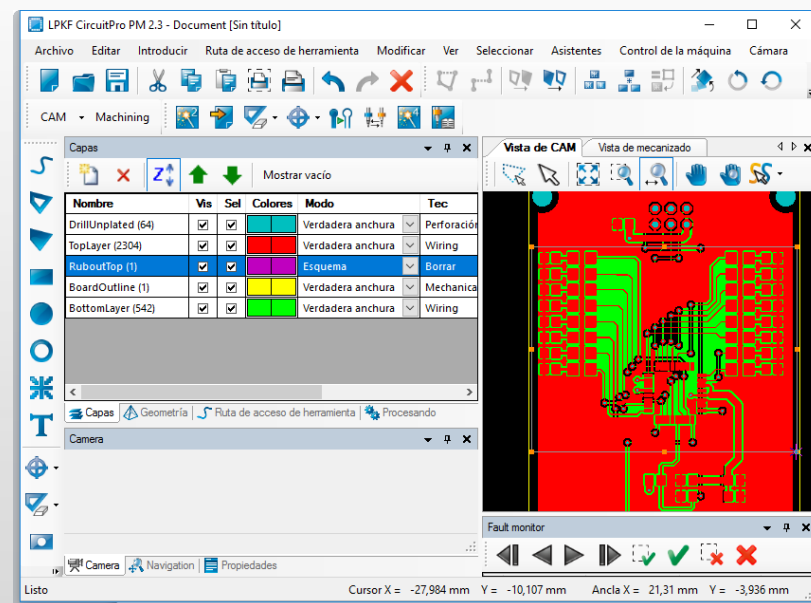
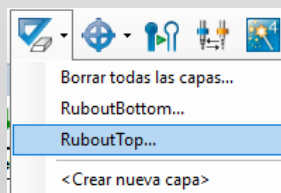
- 1 Clic en el icono.



- 2 A continuación, dibujar el área de vaciado deseada.



Se pueden insertar áreas de borrado en todas las capas o sólo en Bottom o Top.



Edición de los datos de diseño (operaciones básicas).

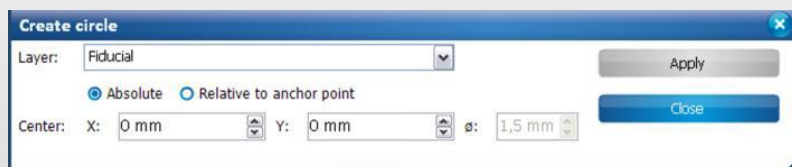
Edición datos

■ Insertar fiduciales

Los fiduciales son las marcas ópticas en la superficie de la placa que sirven de referencia para alinear los lados superior e inferior de la misma.

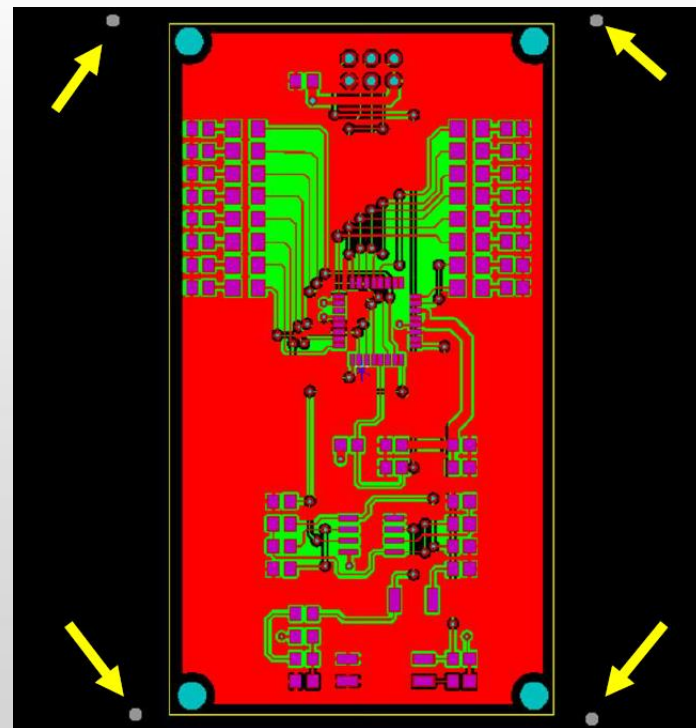
Los fiduciales son taladros con un diámetro de 1,5 mm que son reconocidos por la cámara del sistema ProtoMat.

- 1 Clic en el icono. 
- 2 A continuación, marcar la posición deseada para las marcas fiduciales.



Lo ideal es insertar cuatro referencias justo en cada esquina del tablero, para alinear la parte superior y la inferior.

También se puede trabajar con dos referencias insertadas diagonalmente en el diseño.

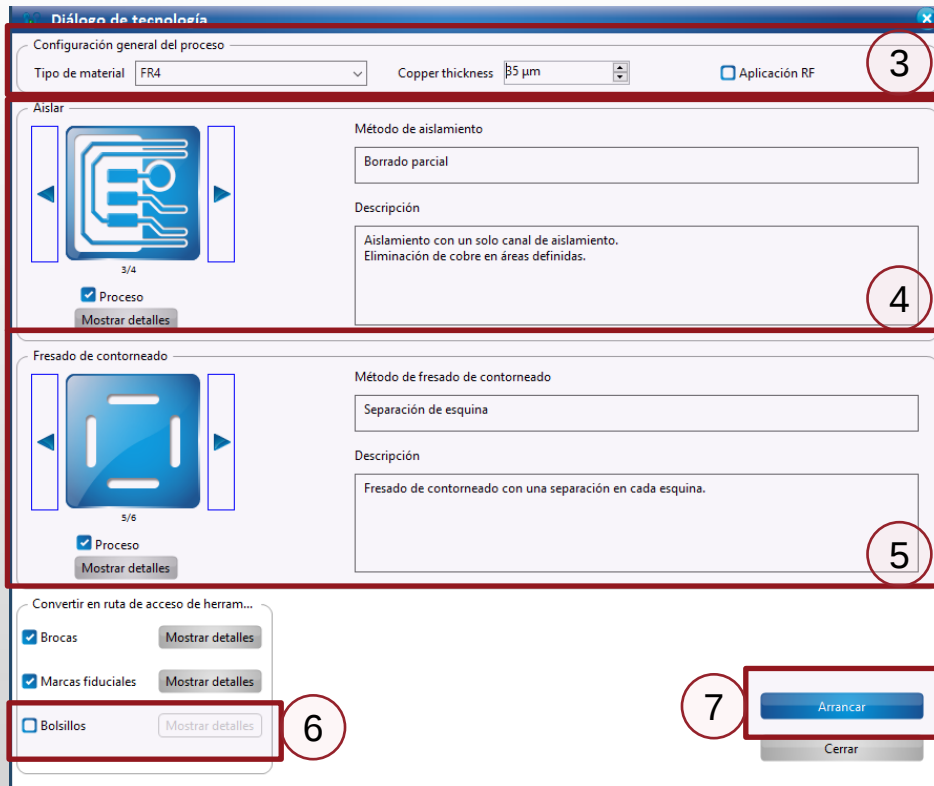


Edición de los datos de diseño (operaciones básicas).

Edición datos

■ Generar trayectorias de fresado de aislamientos y contornos

- 1 Clic en el icono.
- 2 A continuación se abrirá el cuadro de diálogo “Dialogo de tecnología”



En este cuadro realizaremos los siguiente pasos:

- 3 Selección del tipo de material
- 4 Selección del tipo de aislamiento
- 5 Selección del tipo de fresado de contorno
- 6 Desactivar las función bolsillos
- 7 Pulsar el botón “Arrancar”.

En cada paso existen varias opciones seleccionables. Para obtener información detallada sobre cada una, consulte el capítulo “Technology Dialog” en el [compendium](#).

Control de la máquina (operaciones básicas).



- Ejecución del asistente para la planificación de procesos
- Importar datos de producción (Gerber y Excellon)
- Crear áreas de “Rubout”
- Insertar fiduciales
- Generar trayectorias de fresado de aislamientos y contornos.
- Carga del depósito de herramientas
- Ejecución del asistente de producción de placas

Control de la máquina (operaciones básicas).

Control Máquina

■ Carga del depósito de herramientas



- 1 Clic en el icono.
- 2 A continuación se abrirá el cuadro de diálogo “Depósito de herramientas”



Este cuadro de diálogo permite:

Depósito de herramientas

Compruebe que todas las herramientas necesarias han sido asignadas a los soportes.

Herramientas necesarias

- ✓ Spiral Drill 1,5 mm
- ✓ Universal Cutter 0,2 mm
- ✓ Spiral Drill 0,4 mm
- ✓ Spiral Drill 0,6 mm
- ✓ Spiral Drill 1 mm
- ✓ Spiral Drill 2 mm
- ✗ Contour Router 2 mm
- ✗ End Mill 2 mm
- ✓ End Mill 1 mm
- ✗ End Mill 0,8 mm

Herramientas máquina

La herramienta cargada actualmente viene del sitio del dispositivo 1.

Haga clic en para recoger la herramienta con el cabezal de la máquina.

Haga clic en para poner la herramienta en el sitio del dispositivo correspondiente.

Soporte	Herramienta	Gasto de vida útil de herramienta
1 ☒	Universal Cutter 0,2 mm (31,82%)	31,82%
2 ☐	Contour Router 2 mm (0,35%)	0,35%
3 ☐	Spiral Drill 1 mm (0,00%)	0,00%
4 ☐	Spiral Drill 0,4 mm (22,80%)	22,80%
5 ☐	Spiral Drill 0,6 mm (9,53%)	9,53%
6 ☐	Spiral Drill 1 mm (6,25%)	6,25%
7 ☐	Spiral Drill 2 mm (0,40%)	0,40%
8 ☐	Spiral Drill 1,5 mm (0,13%)	0,13%

Utilice las casillas de verificación del soporte de herramientas para hacer que estas funciones estén disponibles.

- Ver una lista de las herramientas necesarias para el proyecto actual.
- Ver las herramientas que están actualmente en la máquina.
- Cargar el depósito de herramientas.
- Ver o devolver la herramienta que está actualmente en la mordaza.
- Coger una herramienta con la mordaza.
- Ver la vida útil transcurrida de la herramienta.
- Comprobar la anchura de fresado de una herramienta (solo para Cortadora universal y Micro cortadora)
- Cambiar una herramienta gastada por una nueva.

Control de la máquina (operaciones básicas).

Comprobar la anchura de fresado

- ✓ Para comprobar la anchura de fresado tiene que haber una herramienta en la mordaza.
- ✓ La comprobación de la anchura de fresado solo está disponible para herramientas Cortadora universal y Micro cortadoras de LPKF.
 1. Se fresa una línea delgada que a continuación es medida con la cámara.
 2. Si la anchura de fresado medida y la que se desea no coinciden, CircuitPro propone automáticamente un valor de corrección.
 3. Podemos aceptar la corrección propuesta o realizar el ajuste deseado.



Control de la máquina (operaciones básicas).

Poner una herramienta fuera de servicio

- ✓ Cuando la vida útil de una herramienta se acaba, dicha herramienta debe descartarse para asegurar unos resultados óptimos del fresado.

Depósito de herramientas

Compruebe que todas las herramientas necesarias han sido asignadas a los soportes.

Herramientas necesarias

- ✓ Spiral Drill 1,5 mm
- ✓ Universal Cutter 0,2 mm
- ✓ Micro Cutter 0,1 mm
- ✓ Spiral Drill 0,5 mm
- ✓ Spiral Drill 0,7 mm
- ✓ Spiral Drill 0,8 mm
- ✗ Spiral Drill 0,9 mm
- ✓ Spiral Drill 1 mm
- ✓ Spiral Drill 1,1 mm
- ✓ Spiral Drill 1,2 mm
- ✓ Spiral Drill 1,3 mm
- ✓ Spiral Drill 2 mm
- ✓ Contour Router 2 mm

Herramientas máquina

La abrazadera de la máquina se encuentra vacía en este momento.

Haga clic en ☐ para recoger la herramienta con el cabezal de la máquina.

Haga clic en ☒ para poner la herramienta en el sitio del dispositivo correspondiente.

Soporte	Herramienta	Gasto de vida útil de herramienta
1 ☐	☐ Spiral Drill 1,5 mm (0,00%) ✓	0,00%
2 ☐	☐ Universal Cutter 0,2 mm (0,00%) ✓	0,00%
3 ☐	☐ Micro Cutter 0,1 mm (0,00%) ✓	0,00%
4 ☐	☐ Spiral Drill 1 mm (0,33%) ✓	0,33%
5 ☐	☐ Spiral Drill 0,7 mm (0,00%) ✓	0,00%
6 ☒	☐ Spiral Drill 0,8 mm (0,00%) ✗	100%
7 ☐	☐ Contour Router 1 mm (4,04%) ✓	4,04%

Utilice las casillas de verificación del soporte de herramientas para hacer que estas funci...



Descartar herramienta

Las herramientas específicas que ha seleccionado se eliminarán de la lista de herramientas utilizables con sus propiedades individuales. Si desea ingresar nuevas herramientas en el depósito, puede añadirlas utilizando los sitios del depósito de herramientas. ¿Desea continuar con la eliminación?

Control de la máquina (operaciones básicas).

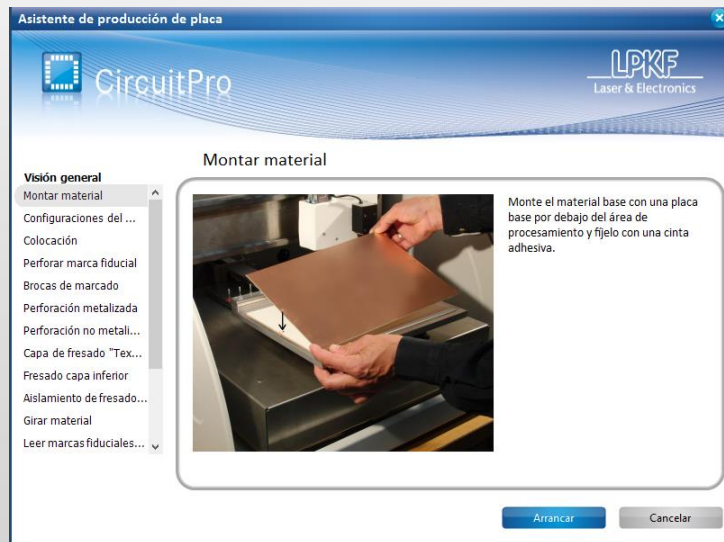
■ Ejecución del asistente de producción de placas

Una vez que hemos editado los datos de producción en la “vista CAM”, continuaremos con las fases de producción de la placa en la “vista de mecanizado”. El asistente de producción de placa nos guía a lo largo de todo el proceso:

- 1 Clic en el icono.



- 2 Fase “Montar Material”



1. Colocar el material base sobre la mesa de la máquina.
2. Sujetar el material base sobre la mesa utilizando cinta adhesiva.

Control de la máquina (operaciones básicas).

■ Ejecución del asistente de producción de placas

3 Fase “Configuración del material”

1. Introducir los valores correctos para el material utilizado.
2. Adaptar los valores de grosor del cobre y espesor del material si es necesario.
3. Definir el área de proceso

Configuración del material

Aplicación

☒ PCB

☐ Panel delantero/grabado (2,5D)

Propiedades

Tipo de material: FR4

Grosor del cobre [μm]: 35,0

Grosor del material: 1,55 mm

Grosor de la placa de apoyo: 2 mm

Ubicación

Click into the machine area to move the active head to the associated position.

Use the buttons to set the front left and right rear corner of the material.

Asegúrese de que el limitador de profundidad de fresado del cabezal de la máquina no toque la cinta usada para fijar el material.

Posición actual del cabezal

X: 0 mm

Y: 0 mm

Z: 0 mm

Anchura del material: 305 mm

Longitud del material: 229 mm

Surface level [({0})]: <no definido>

Material corners [mm]: (5,00 / 8,00) : (310,00 / 237,00)

Continuar Cerrar Anular

Material Settings

Application

☒ PCB

☐ Front panel/Engraving (2.5D)

Properties

Material Type: FR4

Copper Thickness [μm]: 35.0

Material thickness: 1.55 mm

Underlay plate thickness: 2 mm

Location

Click into the machine area to move the milling head to the associated position.

Use the buttons to set the front left and right rear corner of the material.

Please make sure that the milling depth limiter of the machine head does not touch the tape used to fix the material.

Current head position

X: 223,77 mm

Y: 189,27 mm

Z: 0 mm

Material width: 217,27 mm

Material length: 159,27 mm

Surface level [mm]: nondefined

Material Corners [mm]: (5,50 / 20,50) : (223,77 / 189,27)

1

2

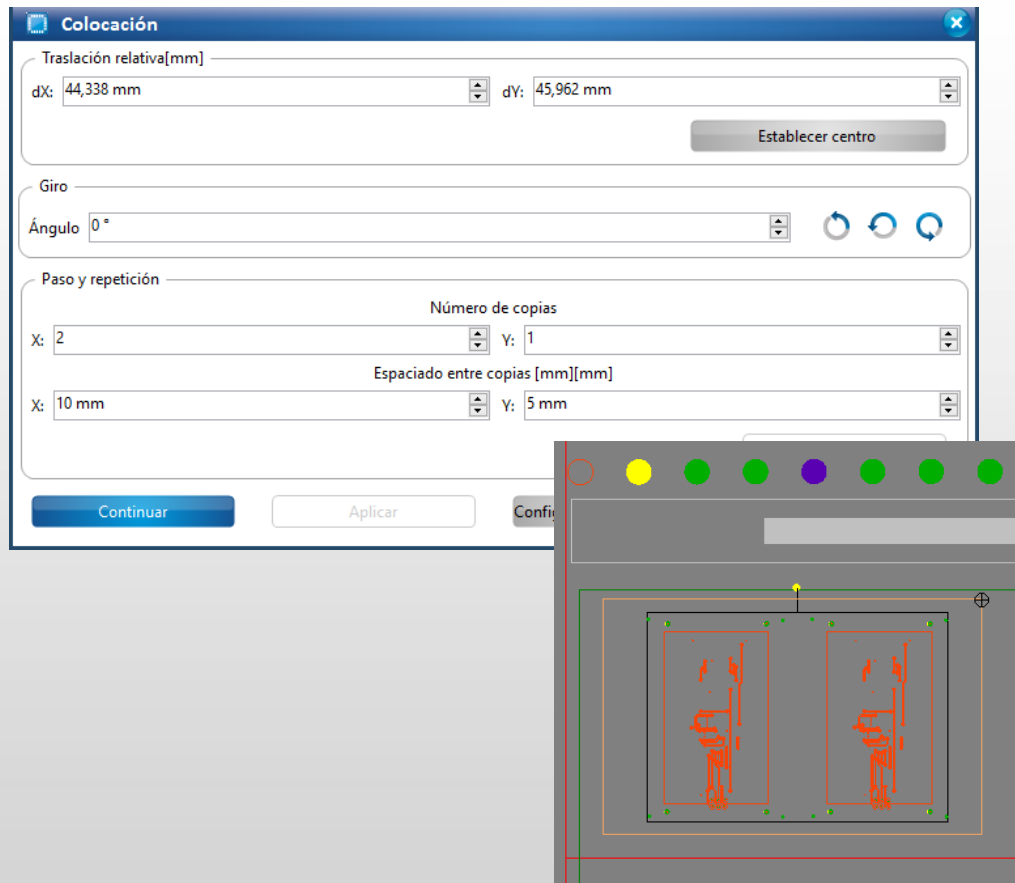
3

4

Control de la máquina (operaciones básicas).

■ Ejecución del asistente de producción de placas

4 Fase “Colocación”



En esta fase, el trabajo se puede colocar arbitrariamente en el material de base y multiplicarlo si es necesario.

1. Haga clic en el trabajo y arrástrelo a la posición deseada con el ratón.
O Introduzca la nueva posición en el cuadro de diálogo.
2. Si lo desea, multiplique los datos del trabajo introduciendo el número de copias y los valores de espaciado en la dirección X e Y en los campos correspondientes

Control de la máquina (operaciones básicas).

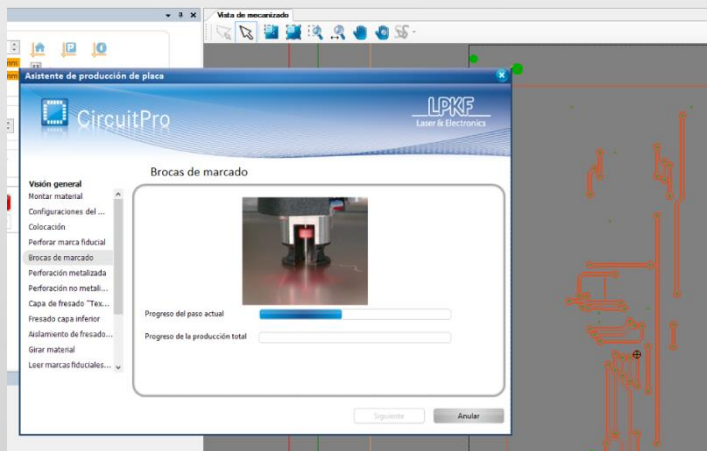
■ Ejecución del asistente de producción de placas

5 Fase “Perforar marca fiducial”



En esta fase, la máquina recoge la herramienta "Spiral Drill 1.5 mm" y perfora las referencias.

6 Fase “Taladros de marcado”

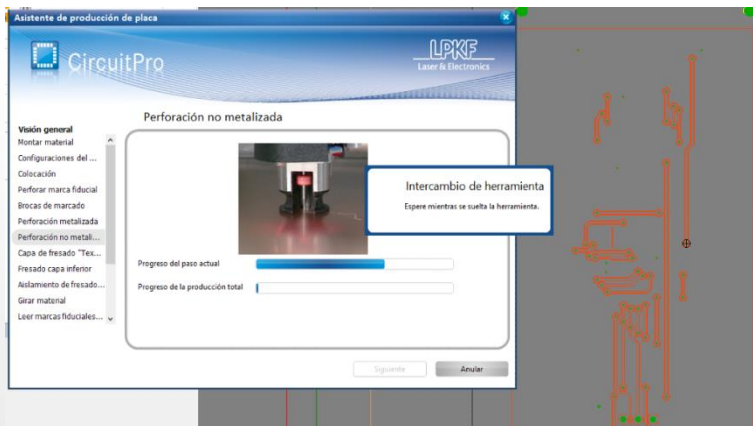


En esta fase, la máquina recoge la herramienta "Cortador universal" y marca las posiciones para los taladros.

Control de la máquina (operaciones básicas).

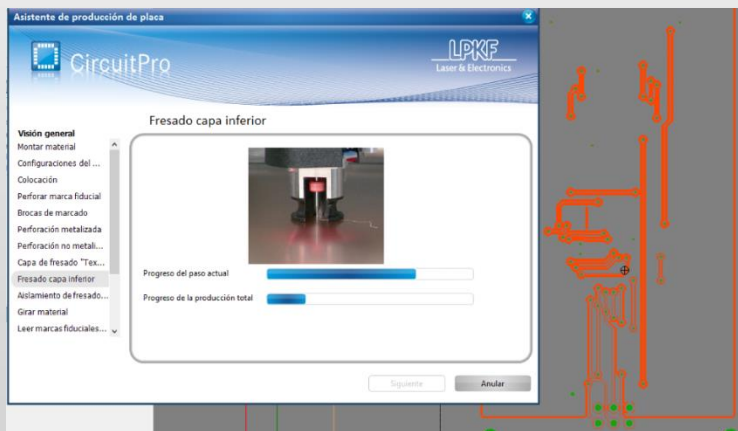
■ Ejecución del asistente de producción de placas

7 Fase “perforación de orificios”



En esta fase, la máquina recoge la herramientas necesarias y realiza los taladros.

8 Fase “Fresado de la capa inferior”



La máquina recoge las herramientas requeridas y realiza el fresado de los canales de aislamiento en la capa inferior (bottom).

Control de la máquina (operaciones básicas).

■ Ejecución del asistente de producción de placas

9 Fase “Girar material”



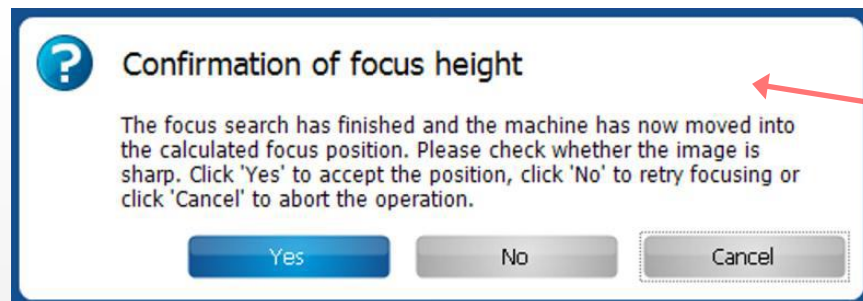
La visualización en la vista de mecanizado cambia. La posición del diseño se ajusta a la placa de circuito.

El lado de la placa a procesar es ahora la cara superior (top)

Control de la máquina (operaciones básicas).

■ Ejecución del asistente de producción de placas

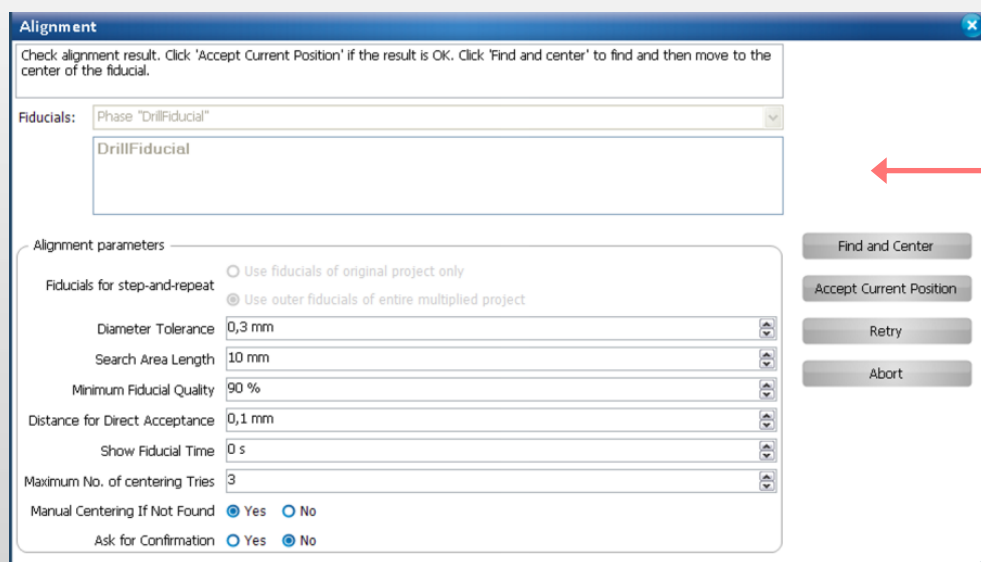
10 Fase “Leer marcas fiduciales”



Si la búsqueda fiducial se realiza por primera vez (después de haber iniciado CircuitPro) la cámara realizará un autofocus cinco veces.

Posteriormente se muestra este mensaje para confirmar la altura de enfoque.

La cámara se mueve a las posiciones de los puntos de referencia y determina la posición exacta. El lado superior está así alineado con el lado inferior.



✓ Si las marcas fiduciales no han sido reconocidas automáticamente, aparecerá este cuadro de dialogo.

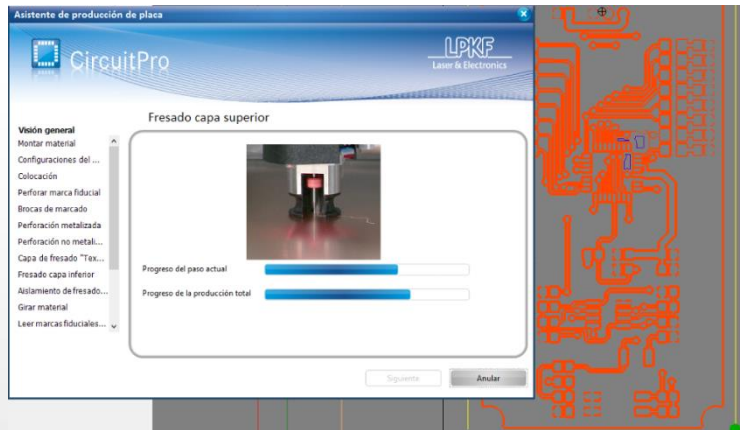
En tal caso:

1. Ampliar el área de búsqueda aumentando el valor del campo “Longitud del área de búsqueda”
2. Vuelva a iniciar la búsqueda.
3. Repita los pasos anteriores si es necesario

Control de la máquina (operaciones básicas).

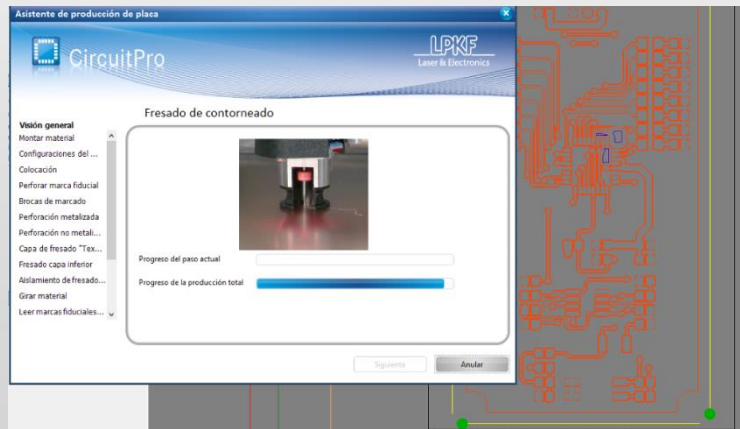
■ Ejecución del asistente de producción de placas

11 Fase “Fresado de la capa superior”



La máquina recoge las herramientas requeridas y realiza el fresado de los canales de aislamiento en la capa superior (top).

12 Fase “Fresado del contorno”



La máquina recoge las herramientas necesarias y realiza los taladros y el corte del contorno de la PCB.

Control de la máquina (operaciones básicas).

■ Ejecución del asistente de producción de placas

Producción de la placa finalizada.



Para completar el proceso de fabricación de un PCB a doble cara, es necesario realizar los siguientes pasos:

- 1) Encendido de la máquina e inicio de CircuitPro.
- 2) Selección de una plantilla y creación de un nuevo documento.
- 3) Importación de datos.
- 4) Inserción de zonas de borrado (Rubout)
- 5) Multiplicar el diseño (si fuese necesario).
- 6) Establecer marcas fiduciales.
- 7) Generar trayectorias de herramientas de fresado de aislamientos y contornos.
- 8) Cargar el depósito de herramientas y asignar las herramientas a las posiciones.
- 9) Inicio de la producción.

El siguiente tutorial le muestra cómo producir una placa de circuito impreso a doble cara con taladros no metalizados.

✓ [Tutorial LPKF Protomat Fab PCB doble cara.pdf](#)

