

P  
ORTADA

## Contenido

1	Introducción .....	6
2	Objetivo .....	7
3	Contexto .....	7
4	Naturaleza del proceso grabado del cobre del sustrato base. ....	7
5	Tecnología adoptada.....	8
6	Materiales y útiles.....	8
6.1	Vinilo adhesivo.....	8
6.2	Material de transferencia. ....	8
6.3	Compuestos químicos.....	9
6.4	Maquinas, software, útiles y herramientas. ....	9
7	Metodología.....	13
8	Metodología al detalle .....	15
8.1	Diseño de la máscara del TOP.....	15
8.2	Diseño de la máscara del BOTTOM.....	16
8.3	Limpieza del sustrato y almacenaje.....	17
8.4	Corte del vinilo de las máscaras con cutter plotter y software CutStudio .....	17
8.5	Adhesión del material de transferencia, por el lado vinilo, sobre los motivos de ambas máscaras. Utilizar una espátula. ....	20
8.6	Colocación de la máscara TOP en la parte superior de la mesa de centraje...	21
8.7	Corte de la ventana en el lado papel del TOP.....	22
8.8	Colocación, escuadrado y fijación del sustrato a la mesa de centraje .....	24
8.9	Retirada de la ventana abierta sobre el papel de la máscara TOP. NO retirar el resto de papel.....	25
8.10	Unión de la base y la parte superior de la mesa de centraje.....	25

8.11	Presión, no excesiva, sobre ambas partes de la mesa de centraje para adherir el vinilo al sustrato.....	25
8.12	Separación, con sumo cuidado, de la base y la parte superior de la mesa de centraje. El vinilo debe quedar adherido al sustrato. ....	25
8.13	Asegurar la adhesión del vinilo al sustrato. Presionarlo suavemente sobre el papel de transferencia con una espátula. ....	26
8.14	Retirada del vinilo de la base de la mesa de centraje procurando dejar adheridos los motivos al sustrato.....	26
8.15	Asegurar la adhesión del vinilo al sustrato. Presionarlo suavemente con una espátula. Poner un papel entre la espátula y el vinilo para evitar el contacto directo con este. ....	26
8.16	“Flipado” o reflejado verticalmente del sustrato, escuadrado y fijado de nuevo. La esquina a utilizar está marcada con un punto negro, igual que en el punto 6. ....	26
8.17	Colocación de la máscara del BOTTOM en la parte superior de la mesa de centraje (pius), con el papel cara arriba. Hacer coincidir la escuadra de centrado de la máscara con la escuadra marcada con un punto negro. ....	27
8.18	Corte de la ventana en el lado papel en la máscara del BOTTOM.....	27
8.19	Retirada de la ventana abierta sobre el papel de la máscara BOTTOM. NO retirar el resto de papel.....	27
8.20	Repetir los puntos del 10 al 15.....	27
8.21	Eliminar, con unas pinzas, el vinilo sobrante de los motivos adheridos al sustrato en ambas caras.....	27
8.22	Preparación de las herramientas y la pecera para el baño del sustrato en la solución oxidante. No olvidar la colocación de la manguera de nitrógeno para la circulación de la solución. Verificar que la válvula de nitrógeno está cerrada. ....	28
8.23	Preparación de la solución oxidante dentro de la “pecera”. Siempre dentro de vitrina de extracción de gases. ....	28

8.24	Colocación del sustrato dentro de pecera. Mediante un soporte con pinzas que viene con la “pecera”.	28
8.25	Controlar la temperatura de la solución y la evolución del ataque del cobre.	28
8.26	Una vez atacado todo el cobre, extraer la placa y colocarla bajo un chorro de agua DI durante varios minutos.	28
8.27	Secar la placa con chorro de nitrógeno.	28
8.28	NO eliminar el vinilo.	28
8.29	Preparar la máquina de <i>scriber</i> para el corte del sustrato (cerámica). Este preparado incluye: el ajuste de la punta de diamante (cara de corte, ángulo, longitud saliente y fuerza) y la adicción de alcohol refrigerante al depósito provisto para ello.	28
8.30	Corte del sustrato.	29
8.31	Eliminación del vinilo en cada uno de los sustratos de menor tamaño resultantes.	29
8.32	Limpieza de los sustratos individuales resultantes.	29
8.33	Almacenado en ambiente protegido. Campana de vacío con desecante.	29
9	Resultados	30
10	Conclusiones	31
11	Propuesta de mejoras	32
12	Anexos	33
12.1	Anexo 1. Listado de máquinas utilizadas	33
12.2	Anexo 2. Listado de herramientas software utilizadas	33
12.3	Anexo 3. Listado de utilajes utilizados	33
12.4	Anexo 4. Listado de herramientas utilizadas	33

## 1 Introducción

En la actualidad uno de los **pilares básicos** en la evolución hacia una **generación y conversión de la energía eléctrica más eficaz y eficiente** es la investigación de nuevas tecnologías, y por ende el uso de **mejores componentes**, en la **Electrónica e Potencia** (PE).

*Nuevos componentes, nuevos retos en packaging*

En consecuencia, la aparición de **nuevos componentes** en la electrónica, y muy especialmente en la electrónica de potencia, siempre ha significado **nuevos retos** para la **elaboración de encapsulados** que se adapten lo mejor posible a dichos componentes y a los entornos de trabajo para los cuales han sido pensados.

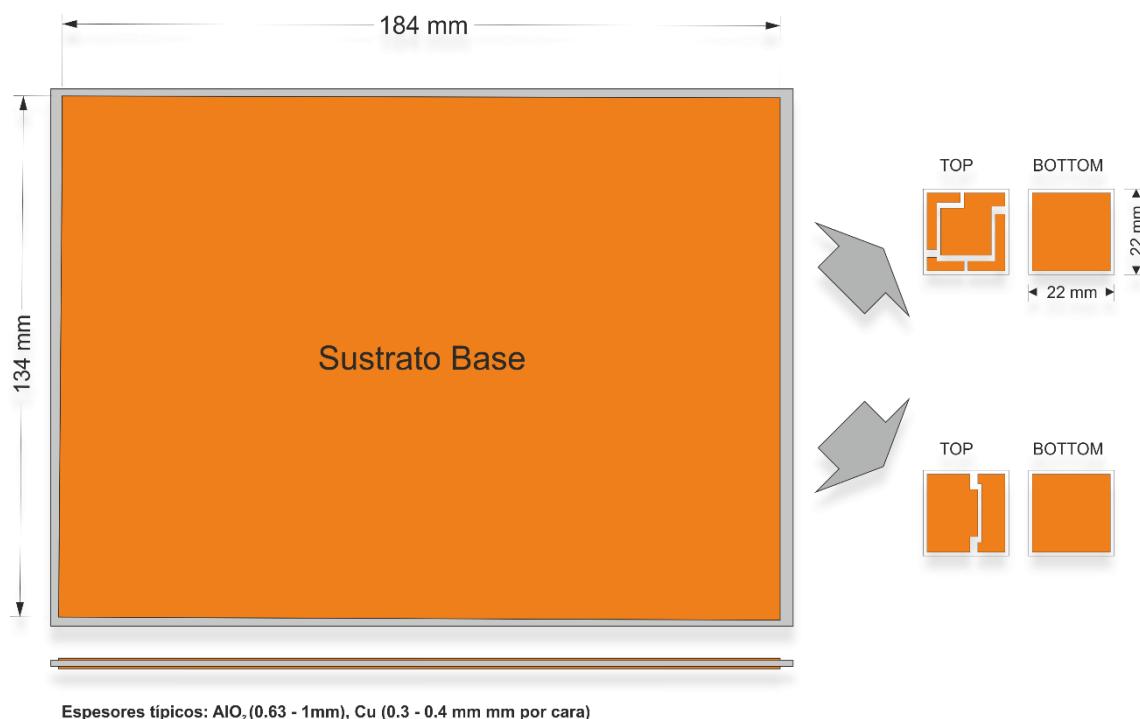
**Componentes** basados en tecnologías como el SiC **pueden trabajar** a más altas temperaturas y mayores tensiones de bloqueo, por ejemplo, **200°C y hasta 4.5kV**.

*Direct Copper Bond Substrate (DCB)*

Bajo dichas condiciones de trabajo, **la aplicación de la tecnología DCB** en la fabricación de encapsulados en electrónica de potencia **cobra sentido**.

## 2 Objetivo

El objetivo de este documento es plasmar, como nota técnica, los **pasos seguidos en el proceso de manipulación y transformación de las DCBs (sustrato base)**, procedentes de fábrica, para la elaboración de sustratos que irán alojados en encapsulados para electrónica de potencia. La siguiente imagen resume dicho objetivo.



## 3 Contexto

El proceso se ha llevado a cabo en el seno del **Grupo de Dispositivos y Sistemas de Potencia que forma parte del Departamento de Integración de Sistemas en el Instituto e Microelectrónica de Barcelona (IMB-CNM-CSIC)**. Por lo tanto, se ha hecho uso de los laboratorios del grupo, así como de otros laboratorios del centro como el Laboratorio de Prototipaje y el Laboratorio de Química General.

## 4 Naturaleza del proceso grabado del cobre del sustrato base.

La naturaleza del proceso estándar de grabado de cobre en sustratos base por inmersión en solución oxidante, nos lleva a la **consideración de diversos aspectos** que son de relevancia, a la hora de optar por una tecnología que pueda dar buen resultado. La

**resistencia al baño acido (también lateral) y tiempo**, resistencia a la **temperatura** y tiempo, el **grosor de cobre a atacar**, la **buenas adherencias al cobre** (pero no excesiva), la **facilidad retirada de la máscara**, placa **doble o simple cara**, **error de centraje** (caso doble) admisible o el **tamaño de los motivos** a reproducir, son algunos de los aspectos a tener en cuenta.

## 5 Tecnología adoptada.

Bajo la consideración de dichos aspectos y después la experiencia acumulada en la elaboración de placas PCB con diversas técnicas (Film seco fotosensible, spray fotosensible, vinilo adhesivo), se ha optado la elaboración de las máscaras con vinilo adhesivo de 70 micras que permite el corte con facilidad y una buena definición de los motivos.

## 6 Materiales y útiles.

### 6.1 Vinilo adhesivo.

Las características del vinilo utilizado son las siguientes:

<b>Casa</b>	Metamark.
<b>Modelo</b>	M7 Negro
<b>Tipo</b>	Polimérico Calandrado 70 $\mu$ . Adhesivo Acrílico.
<b>Vida</b>	7 años.
<b>Adherencia</b>	Permanente.
<b>Temperatura trabajo</b>	+5 a 55 °C.

### 6.2 Material de transferencia.

El material de transferencia es un papel adhesivo de adherencia suficientemente alta para poder remover el vinilo de su soporte de papel (bobina) pero lo suficientemente baja como para no despegarlo una vez entra en contacto con el sustrato.

### 6.3 Compuestos químicos.

### 6.4 Maquinas, software, útiles y herramientas.

Tal y como indicamos en el apartado 2, el objetivo de esta nota técnica es plasmar el procedimiento para la elaboración de sustratos a doble cara de 21 x 21, en especial sustratos con un dieléctrico de tipo cerámico.

La elaboración de este tipo de sustratos es de cierta complejidad, siendo necesario el uso de diferentes maquinas, software, útiles y herramientas.

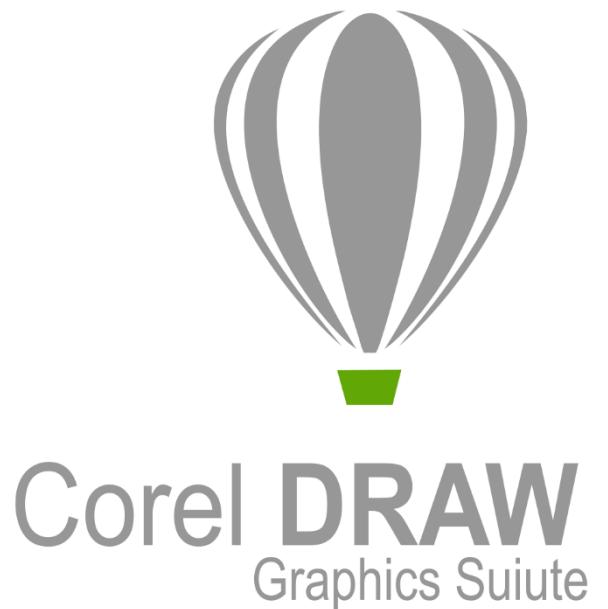
*Máquinas para el procesado de las máscaras de vinilo.*

Para empezar, necesitaremos máquinas para el procesado del vinilo, estas serán máquinas como el cutter plotter de Roland modelo Camm-1 Servo o el láser de corte de Epilog modelo Mini 24.



*Software para el diseño y drivers*

En segundo lugar, para el diseño de las máscaras y pilotado de las máquinas comentadas en el párrafo anterior necesitaremos los programas y drivers oportunos como CorelDraw y CutStudio.



### Útiles

Por otro lado, un diseño a doble cara requiere la incorporación de de útiles auxiliares para el **centraje (mesa de centraje)** de ambas caras **TOP y BOTTOM**.

Insertar foto parte superior de la mesa de centraje

Insertar foto base de la mesa de centraje

### Herramientas específicas para el procesado de sustratos

El procesado de los sustratos requiere de herramientas para el **atacado del cobre expuesto del sustrato (“pecera”)** y para el **post-procesado que incluye el corte** con la máquina de “**scriber**” además de la **limpieza** de dichos sustratos con el **baño de ultrasonidos** y el **almacenaje** de estos en **campana de vacío con material desecante**.

Insertar foto pecera

Insertar foto scriber

Insertar foto ultrasonidos

Insertar foto campana vacio

## Procesado de sustratos DCBs para aplicaciones en electrónica de potencia

### *Herramientas básicas*

Finalmente, y no por ello menos importante, necesitaremos herramientas básicas como pinzas para separar el vinilo y papel no deseado, cuchillas, cutter y tijeras para cortar el vinilo y el papel.



## 7 Metodología.

A grandes rasgos los pasos en el proceso de fabricación de los sustratos será el siguiente:

1. Diseño de la máscara del TOP.
2. Diseño de la máscara del BOTTOM.
3. Limpieza del sustrato y almacenaje.
4. Corte del vinilo de las máscaras con el cutter plotter y el software CutStudio.
5. Adhesión del material de transferencia, por el lado vinilo, sobre los motivos de las máscaras. Utilizar una espátula.
6. Corte de la ventana en el lado papel en la máscara del TOP.
7. Colocación, escuadrado y fijación del sustrato en la base de la mesa de centraje.  
La esquina a utilizar está marcada con un punto negro.
8. Colocación de la máscara del TOP en la parte superior de la mesa de centraje (pius), con el papel cara arriba. Hacer coincidir la escuadra de centrado de la máscara con la escuadra marcada con un punto negro.
9. Retirada de la ventana abierta sobre el papel de la máscara TOP. NO retirar el resto de papel.
10. Unión de la base y la parte superior de la mesa de centraje.
11. Presión, no excesiva, sobre ambas partes de la mesa de centraje para adherir el vinilo al sustrato.
12. Separación, con sumo cuidado, de la base y la parte superior de la mesa de centraje. El vinilo debe quedar adherido al sustrato.
13. Asegurar la adhesión del vinilo al sustrato. Presionarlo suavemente sobre el papel de transferencia con una espátula.
14. Retirada del vinilo de la base de la mesa de centraje procurando dejar adheridos los motivos al sustrato.
15. Asegurar la adhesión del vinilo al sustrato. Presionarlo suavemente con una espátula. Poner un papel entre la espátula y el vinilo para evitar el contacto directo con este.
16. “Flipado” o reflejado verticalmente del sustrato, escuadrado y fijado de nuevo.  
La esquina a utilizar está marcada con un punto negro, igual que en el punto 6.

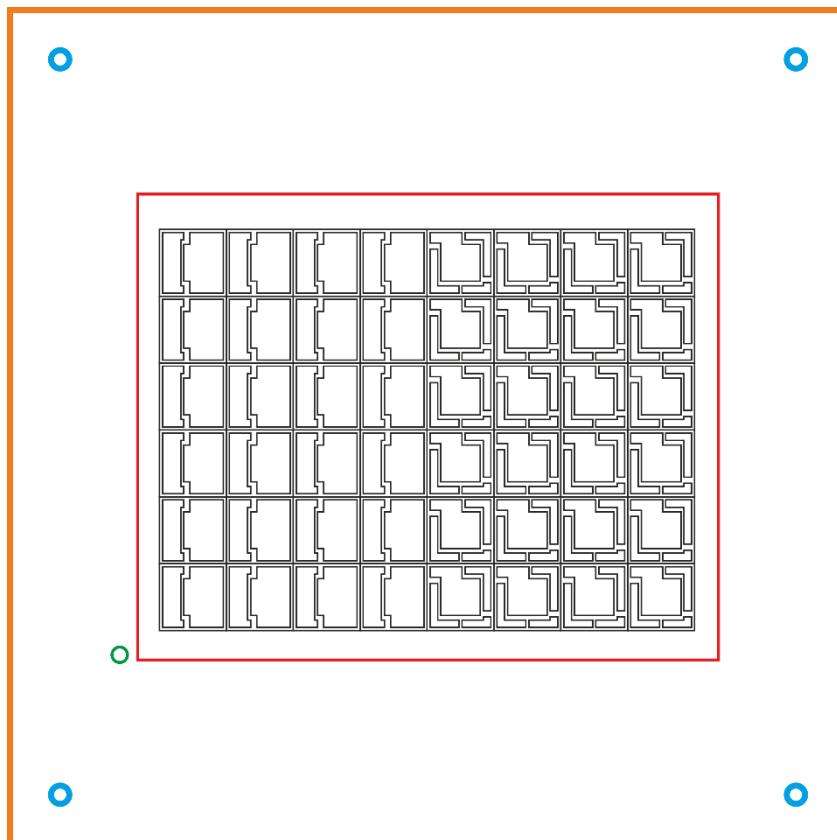
17. Colocación de la máscara del BOTTOM en la parte superior de la mesa de centraje (pius), con el papel cara arriba. Hacer coincidir la escuadra de centrado de la máscara con la escuadra marcada con un punto negro.
18. Corte de la ventana en el lado papel en la máscara del BOTTOM.
19. Retirada de la ventana abierta sobre el papel de la máscara BOTTOM. NO retirar el resto de papel.
20. Repetir los puntos del 10 al 15.
21. Eliminar, con unas pinzas, el vinilo sobrante de los motivos adheridos al sustrato en ambas caras.
22. Preparación de las herramientas y la pecera para el baño del sustrato en la solución oxidante. No olvidar la colocación de la manguera de nitrógeno para la circulación de la solución. Verificar que la válvula de nitrógeno está cerrada.
23. Preparación de la solución oxidante dentro de la “pecera”. Siempre dentro de vitrina de extracción de gases.
24. Colocación del sustrato dentro de pecera. Mediante un soporte con pinzas que viene con la “pecera”.
25. Controlar la temperatura de la solución y la evolución del ataque del cobre.
26. Una vez atacado todo el cobre, extraer la placa y colocarla bajo un chorro de agua DI durante varios minutos.
27. Secar la placa con chorro de nitrógeno.
28. NO eliminar el vinilo.
29. Preparar la máquina de *scriber* para el corte del sustrato (cerámica). Este preparado incluye: el ajuste de la punta de diamante (cara de corte, ángulo, longitud saliente y fuerza) y la adicción de alcohol refrigerante al depósito provisto para ello.
30. Corte del sustrato.
31. Eliminación del vinilo en cada uno de los sustratos de menor tamaño resultantes.
32. Limpieza de los sustratos individuales resultantes.
33. Almacenado en ambiente protegido. Campana de vacío con desecante.

## 8 Metodología al detalle

### 8.1 Diseño de la máscara del TOP

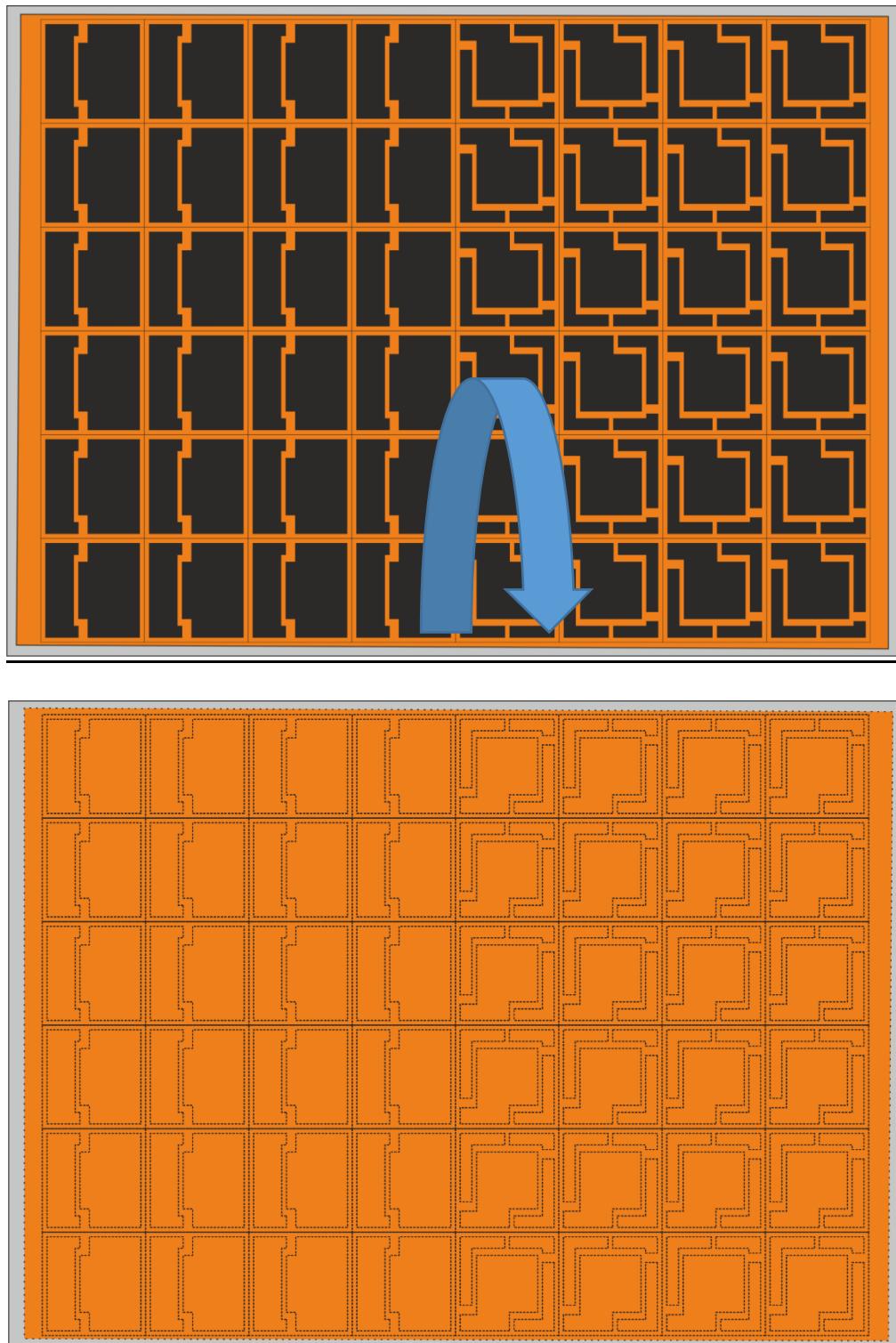
Diseñaremos la máscara del TOP teniendo en cuenta que necesitaremos **agujeros de centraje** con protección de papel a su alrededor para evitar la deformación del vinilo (agujero) al entrar en los pius de centraje, **un motivo que nos indique la esquina de centrado**, una **ventana para descubrir los motivos antes de adherir la máscara** a una de las caras del sustrato base y el **perímetro** de la propia máscara. En la siguiente imagen pueden distinguirse, por colores y de exterior a interior:

Color	Objeto
Naranja	Perímetro
Azul	Agujeros de centraje
Verde	Esquina de centrado
Rojo	Ventana para descubrir motivos antes de adherir la máscara
Negro	Motivos de la máscara

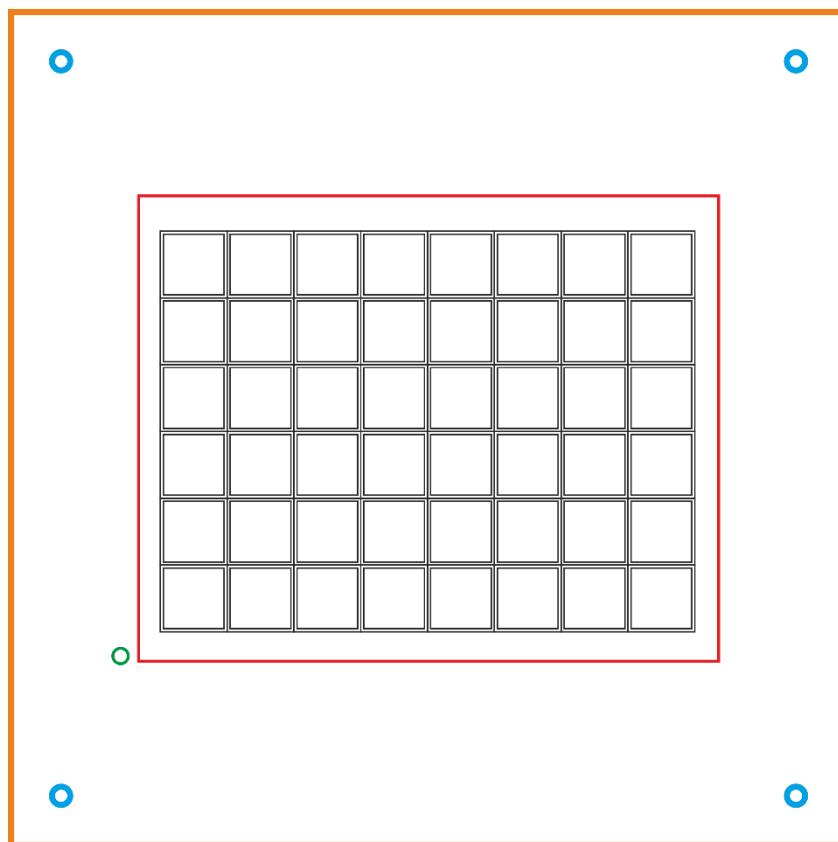


## 8.2 Diseño de la máscara del BOTTOM

Diseñaremos la máscara del BOTTOM como en el caso del diseño de la TOP, pero, teniendo en mente que debemos conseguir el centraje con los motivos de la cara TOP la cual ha sido “*flipada*” o reflejada verticalmente.



Por lo tanto, la máscara del BOTTOM quedaría de la siguiente manera.



### 8.3 Limpieza del sustrato y almacenaje.

Para asegurar la buena adhesión del vinilo al cobre del sustrato limpiaremos este sumergido en acetona durante 10 minutos, lo secaremos con nitrógeno y lo almacenaremos en campana de vacío con material desecante.

### 8.4 Corte del vinilo de las máscaras con cutter plotter y software CutStudio

La fabricación de la máscara del TOP y BOTTOM siguen un proceso idéntico, por tanto, en este apartado solo describiremos la fabricación de la máscara del TOP.

#### *Cargado del papel y cuchilla de corte*

Cargaremos el rollo de vinilo en el plotter de corte usando el porta-rollos que puede acoplarse a este por la parte posterior. A continuación, desplazamos los dos rodillos móviles para ajustarlos sobre las marcas blancas, dependiendo del lugar y área que queramos utilizar.

Acto seguido, bajamos la palanca (evitando cualquier pliegue del vinilo) que permite presionar los rodillos móviles contra el rodillo base.

Como penúltimo paso, indicamos a la máquina que vamos a trabajar con rollo de vinilo. Esperamos a que la máquina reconozca el material y finalmente introducimos el porta-cuchillas (y cuchilla) en el cabezal de corte.



#### *Selección del origen de corte*

Si fuera necesario podríamos cambiar el origen de trabajo de la máquina tal y como indica el manual de usuario. Esto nos permitirá trasladar el origen de trabajo a zonas del vinilo que nos interesen, por ejemplo, para evitar zonas del vinilo sobre las que ya hemos trabajado.

#### *Ajustes de corte para los motivos del grabado y perímetro*

Después de cargar el porta-cuchillas ajustamos en la máquina la velocidad y la fuerza de corte, en nuestro caso serán los siguientes para el corte de los motivos de grabado:

#### **Corte motivos del grabado y perímetro**

<b>Herramienta</b>	Cutter plotter Roland Camm-1 Servo + Cuchilla + CorelDraw X7 (CDR-X7) + driver Roland para CDR-X7
<b>Velocidad (cm/s)</b>	5
<b>Fuerza (gramos)</b>	130
<b>Número de pasadas</b>	2

*Ajustes de corte para los agujeros pasantes*

Después de cargar el porta-cuchillas ajustamos en la máquina la velocidad y la fuerza de corte, en nuestro caso serán los siguientes para el corte de los motivos de grabado:

**Ajustes para corte de vinilo y papel con Roland Camm-1 Servo (agujeros pasantes)**

Herramienta			
Velocidad (cm/s)	3		
Fuerza (gramos)	150 - 250		
Numero de pasadas	Primera pasada	Velocidad (cm/s)	3
	Segunda pasada	Fuerza (gramos)	150
		Velocidad (cm/s)	3
		Fuerza (gramos)	250

*Producto obtenido*

Una vez cortado el vinilo procedemos a extraer la lámina completa (papel + vinilo) cortándola con unas tijeras por la marca del perímetro. El producto obtenido es el que puede verse a continuación.



8.5 Adhesión del material de transferencia, por el lado vinilo, sobre los motivos de ambas máscaras. Utilizar una espátula.

Antes de cortar las ventanas de las máscaras procederemos a pegar el papel de transferencia sobre el lado vinilo, tanto en el TOP como en el BOTTOM. Será necesario utilizar una herramienta tipo espátula para conseguir una buena adhesión del papel.



8.6 Colocación de la máscara TOP en la parte superior de la mesa de centraje.

Colocaremos la máscara TOP en parte superior de la mesa de centraje con el lado papel a la vista (NO en contacto con la mesa). Procuraremos hacer coincidir la esquina de centrado de la máscara con la esquina de centrado de la parte superior de mesa, la que está marcada con un punto negro.

**Insertar FOTO**

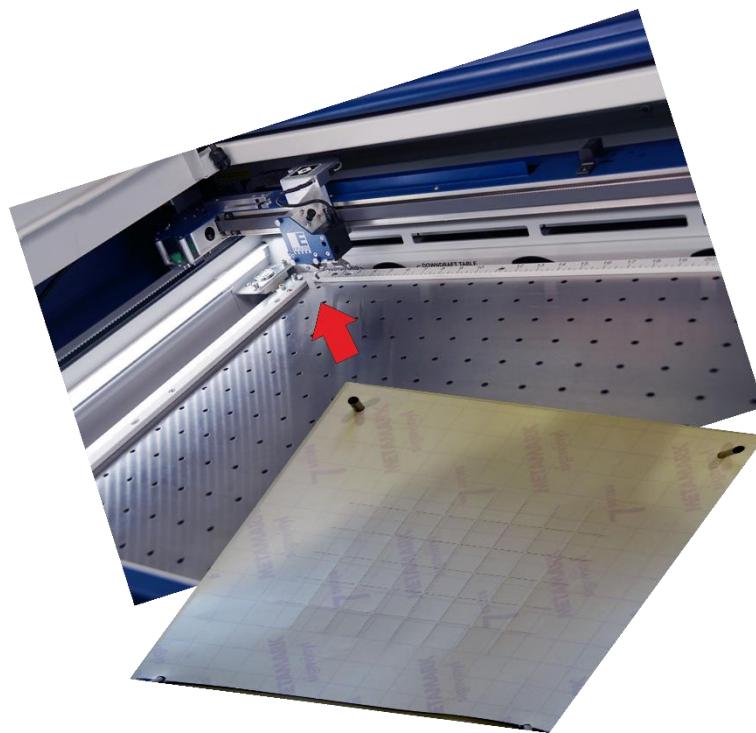
### 8.7 Corte de la ventana en el lado papel del TOP

Una vez hecho los cortes del vinilo, procederemos a abrir la ventana en el lado papel de la máscara TOP, con el láser Epilog Mini 24 que encontraremos en el mismo Laboratorio de Prototipaje donde se encuentra el cutter plotter.



Con el fin de conseguir un buen alineamiento de la ventana con la máscara, se cortará el lado papel con dicha máscara montada (pius de centraje) sobre la parte superior de la mesa de centraje. Las siguientes fotografías muestran este paso con más detalle.





#### *Ajustes de corte para la ventana en papel*

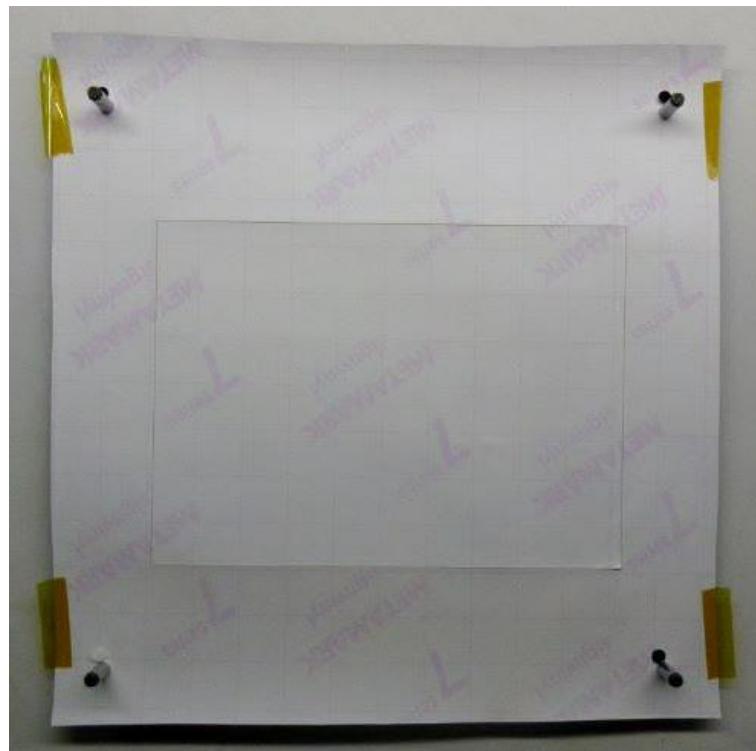
Después de colocar nuestro vinilo en la parte superior de la mesa de centraje (con el papel hacia arriba) y después de colocar el conjunto en la esquina superior izquierda del área de trabajo del láser, procedemos al corte con los siguientes ajustes.

#### **Ajustes para corte ventana en papel con Epilog Mini 24**

<b>Herramienta</b>	Epilog Mini 24 + CDR-X7 + driver impresión Epilog para CDR-X7.
<b>Velocidad (cm/s)</b>	100% * Max ( $\approx$ 150)
<b>Potencia (W)</b>	10% * Max (30 W)
<b>Número de pasadas</b>	2
<b>Frecuencia (Hz)</b>	5000
<b>Resolución (dpi)</b>	1200
<b>Número de pasadas</b>	2

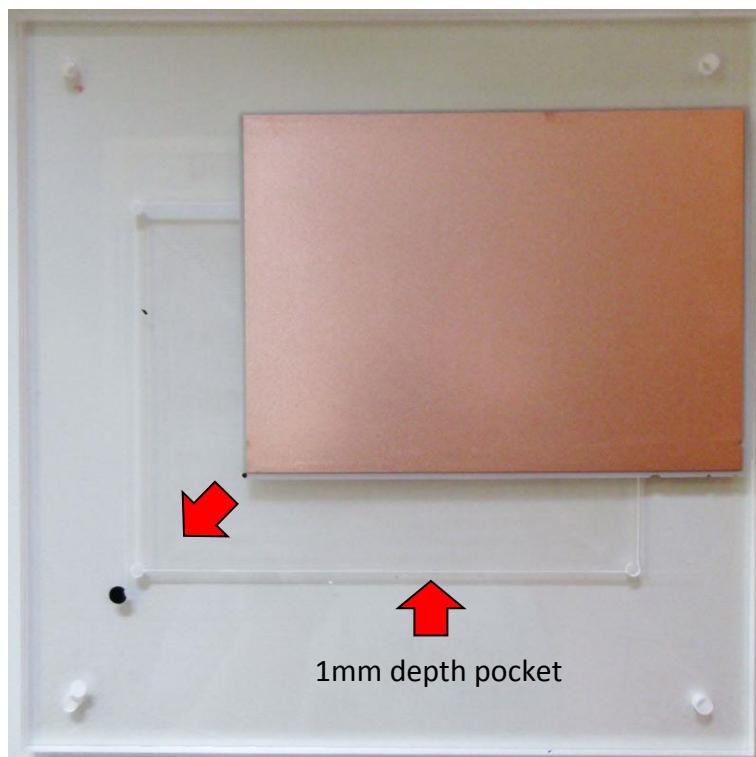
*Producto obtenido*

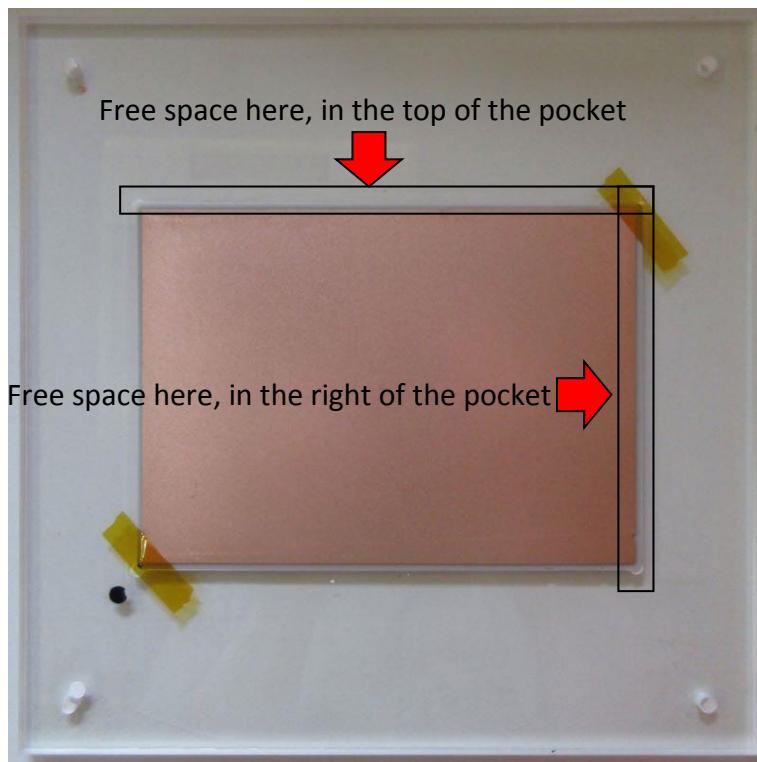
El corte de la ventana puede apreciarse en la siguiente imagen.



### 8.8 Colocación, escuadrado y fijación del sustrato a la mesa de centraje

La esquina a utilizar está marcada con un punto negro.





8.9 Retirada de la ventana abierta sobre el papel de la máscara TOP. NO retirar el resto de papel.

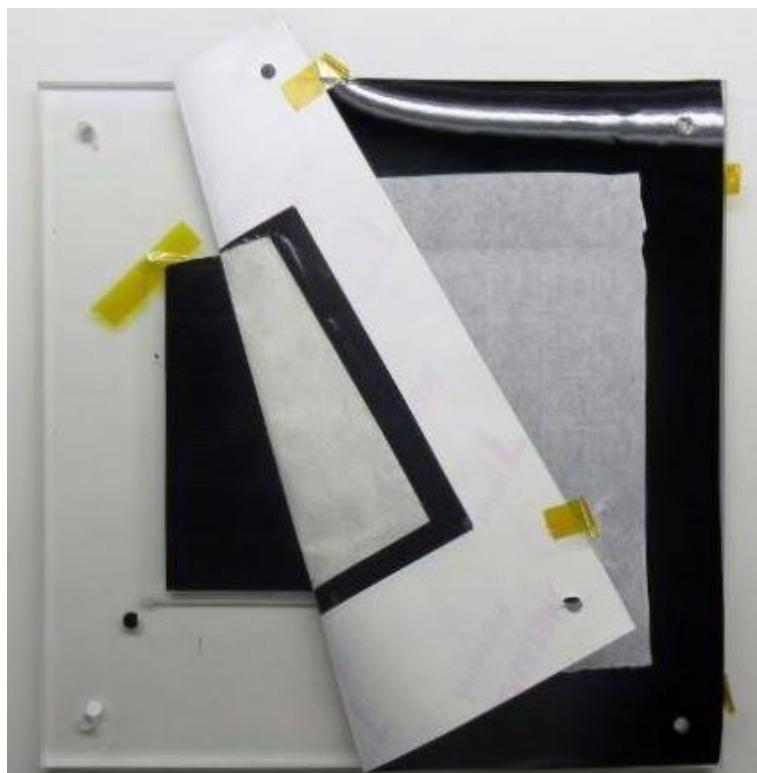
8.10 Unión de la base y la parte superior de la mesa de centraje.

8.11 Presión, no excesiva, sobre ambas partes de la mesa de centraje para adherir el vinilo al sustrato.

8.12 Separación, con sumo cuidado, de la base y la parte superior de la mesa de centraje. El vinilo debe quedar adherido al sustrato.

8.13 Asegurar la adhesión del vinilo al sustrato. Presionarlo suavemente sobre el papel de transferencia con una espátula.

8.14 Retirada del vinilo de la base de la mesa de centraje procurando dejar adheridos los motivos al sustrato.



8.15 Asegurar la adhesión del vinilo al sustrato. Presionarlo suavemente con una espátula. Poner un papel entre la espátula y el vinilo para evitar el contacto directo con este.

8.16 “Flipado” o reflejado verticalmente del sustrato, escuadrado y fijado de nuevo. La esquina a utilizar está marcada con un punto negro, igual que en el punto 6.

## Procesado de sustratos DCBs para aplicaciones en electrónica de potencia

8.17 Colocación de la máscara del BOTTOM en la parte superior de la mesa de centraje (pius), con el papel cara arriba. Hacer coincidir la escuadra de centrado de la máscara con la escuadra marcada con un punto negro.

8.18 Corte de la ventana en el lado papel en la máscara del BOTTOM.

8.19 Retirada de la ventana abierta sobre el papel de la máscara BOTTOM. NO retirar el resto de papel.

8.20 Repetir los puntos del 10 al 15.

8.21 Eliminar, con unas pinzas, el vinilo sobrante de los motivos adheridos al sustrato en ambas caras.



## Procesado de sustratos DCBs para aplicaciones en electrónica de potencia

8.22 Preparación de las herramientas y la pecera para el baño del sustrato en la solución oxidante. No olvidar la colocación de la manguera de nitrógeno para la circulación de la solución. Verificar que la válvula de nitrógeno está cerrada.

8.23 Preparación de la solución oxidante dentro de la “pecera”. Siempre dentro de vitrina de extracción de gases.

8.24 Colocación del sustrato dentro de pecera. Mediante un soporte con pinzas que viene con la “pecera”.

8.25 Controlar la temperatura de la solución y la evolución del ataque del cobre.

8.26 Una vez atacado todo el cobre, extraer la placa y colocarla bajo un chorro de agua DI durante varios minutos.

8.27 Secar la placa con chorro de nitrógeno.

8.28 NO eliminar el vinilo.

8.29 Preparar la máquina de *scriber* para el corte del sustrato (cerámica). Este preparado incluye: el ajuste de la punta de diamante (cara de corte, ángulo, longitud saliente y fuerza) y la adición de alcohol refrigerante al depósito provisto para ello.

8.30 Corte del sustrato.

8.31 Eliminación del vinilo en cada uno de los sustratos de menor tamaño resultantes.

8.32 Limpieza de los sustratos individuales resultantes.

8.33 Almacenado en ambiente protegido. Campana de vacío con desecante.

## 9 Resultados

## 10 Conclusiones

## 11 Propuesta de mejoras

## 12 Anexos

12.1 Anexo 1. Listado de máquinas utilizadas

12.2 Anexo 2. Listado de herramientas software utilizadas.

12.3 Anexo 3. Listado de utilajes utilizados.

12.4 Anexo 4. Listado de herramientas utilizadas.