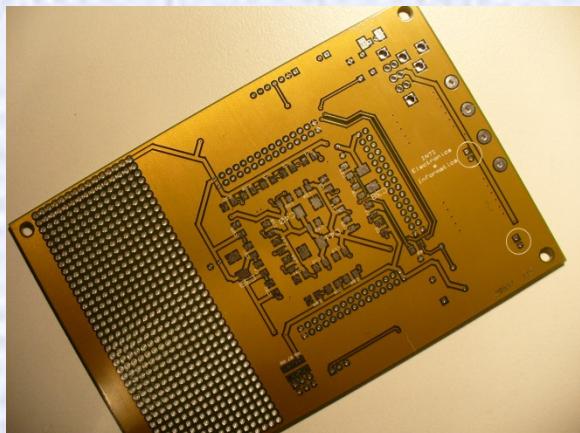
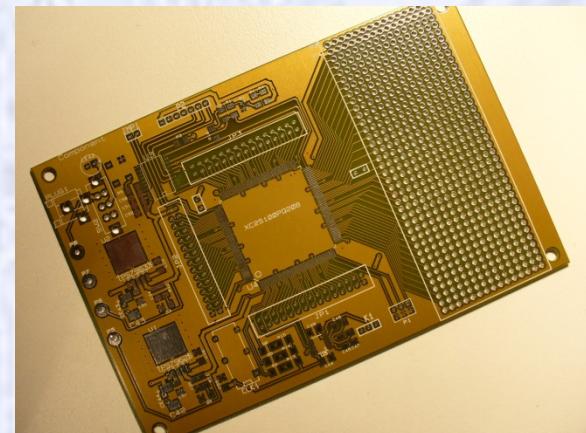


Nociones sobre Diseño de Circuitos Impresos



Circuitos Electrónicos II (66.10)
Departamento de Electrónica

Ing. Fabián Acquaticci



Proceso de Diseño

- Dibujar el diagrama esquemático o circuito
- Generar la lista de conexiones (netlist)
- Diagramar el circuito impreso
- Fabricar las plaquetas

! Existen diferentes procesos de fabricación, los cuales se deben tener en mente a la hora de realizar los diseños.

Sistemas para Diseño con PC

Fabricante	Página Web
Advanced Microcomputer Systems	www.advancedmsinc.com
Altium	www.acceltech.com
CadSoft (EAGLE)	www.cadsoft.de
ExpressPCB	www.expresspcb.com
Interactive Imaging Technologies	www.interactiv.com
Ivex Design	www.ivex.com
KiCad	kicad.sourceforge.net/
Orcad	www.orcad.com
Protel Technology	www.microcode.com

Circuitos impresos

Los circuitos impresos se puede clasificar según el número de capas en los siguientes tipos:

- Circuitos de una sola capa conductora o simple faz
- Circuitos de dos capas conductoras o doble faz
- Circuitos de cuatro o más capas conductoras o multicapa

!

Los circuitos de una sola capa tienden a desaparecer debido a los compromisos y dificultades en la realización de impresos EMC.

Circuitos impresos

Composición de un circuito impreso:

- Lado de componentes (top side)
- Lado de soldaduras (bottom side)
- Islas (pads)
- Pistas de cobre (tracks)
- Texto e inscripciones
- Símbolos de montaje de los componentes
- Máscara antisoldante (antisolder masks)

Circuitos impresos

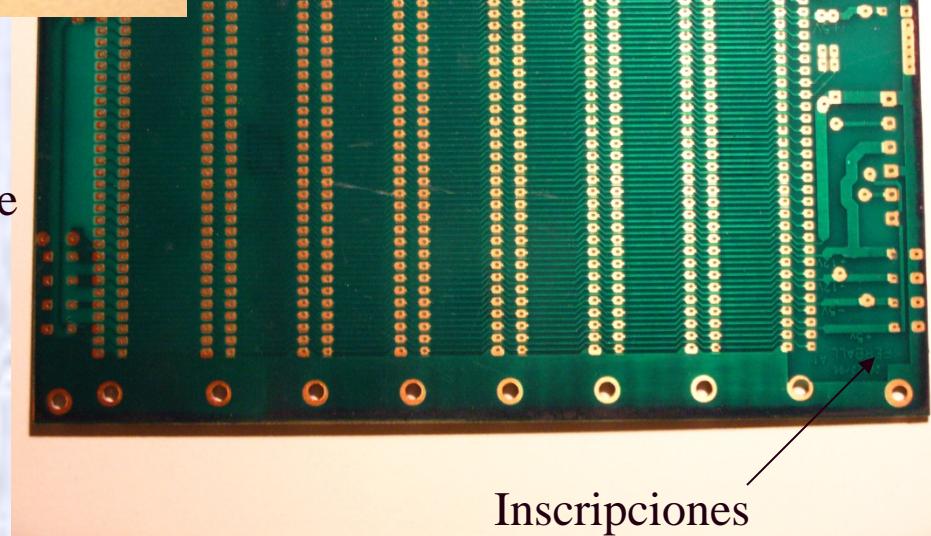
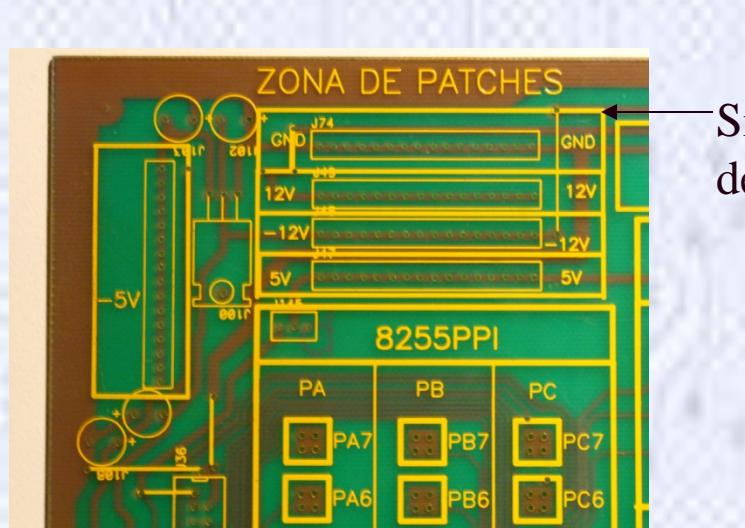
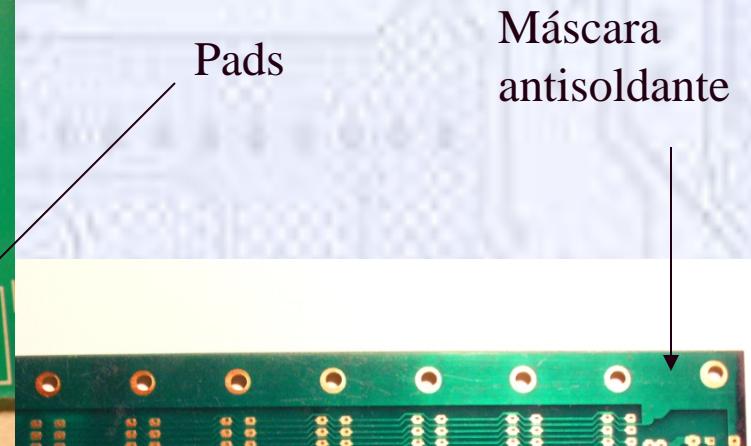
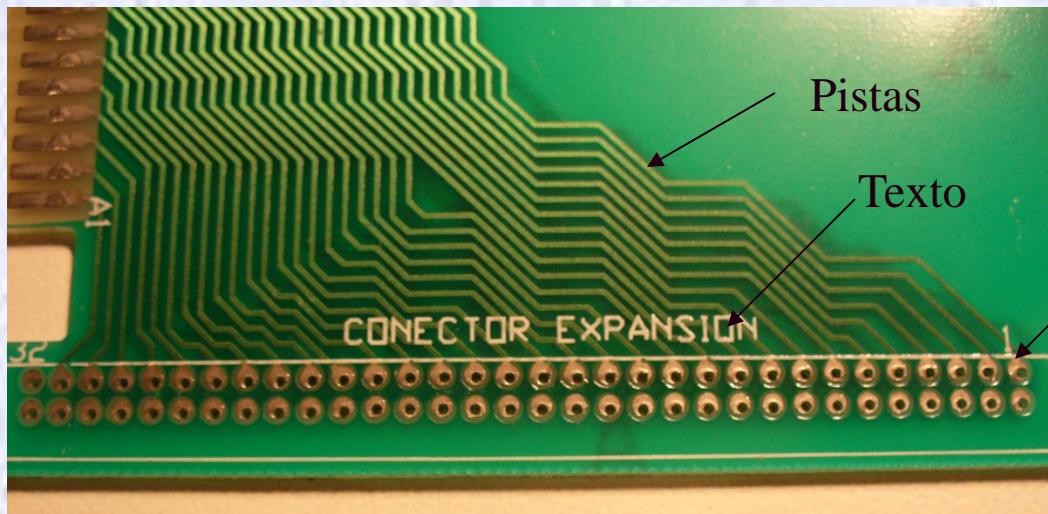
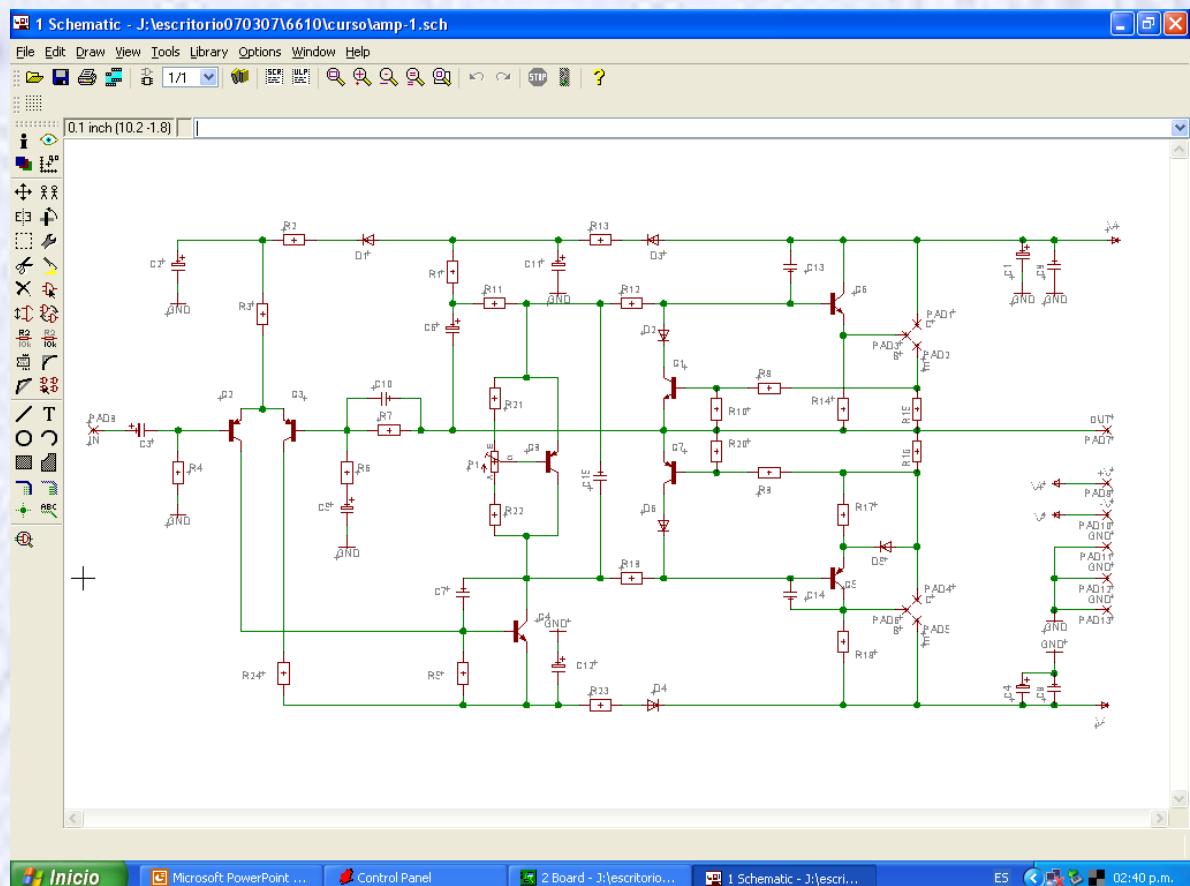


Diagrama esquemático

Está compuesto por cuatro clases de elementos:

- Componentes
- Símbolos
- Conexiones
- Anotaciones



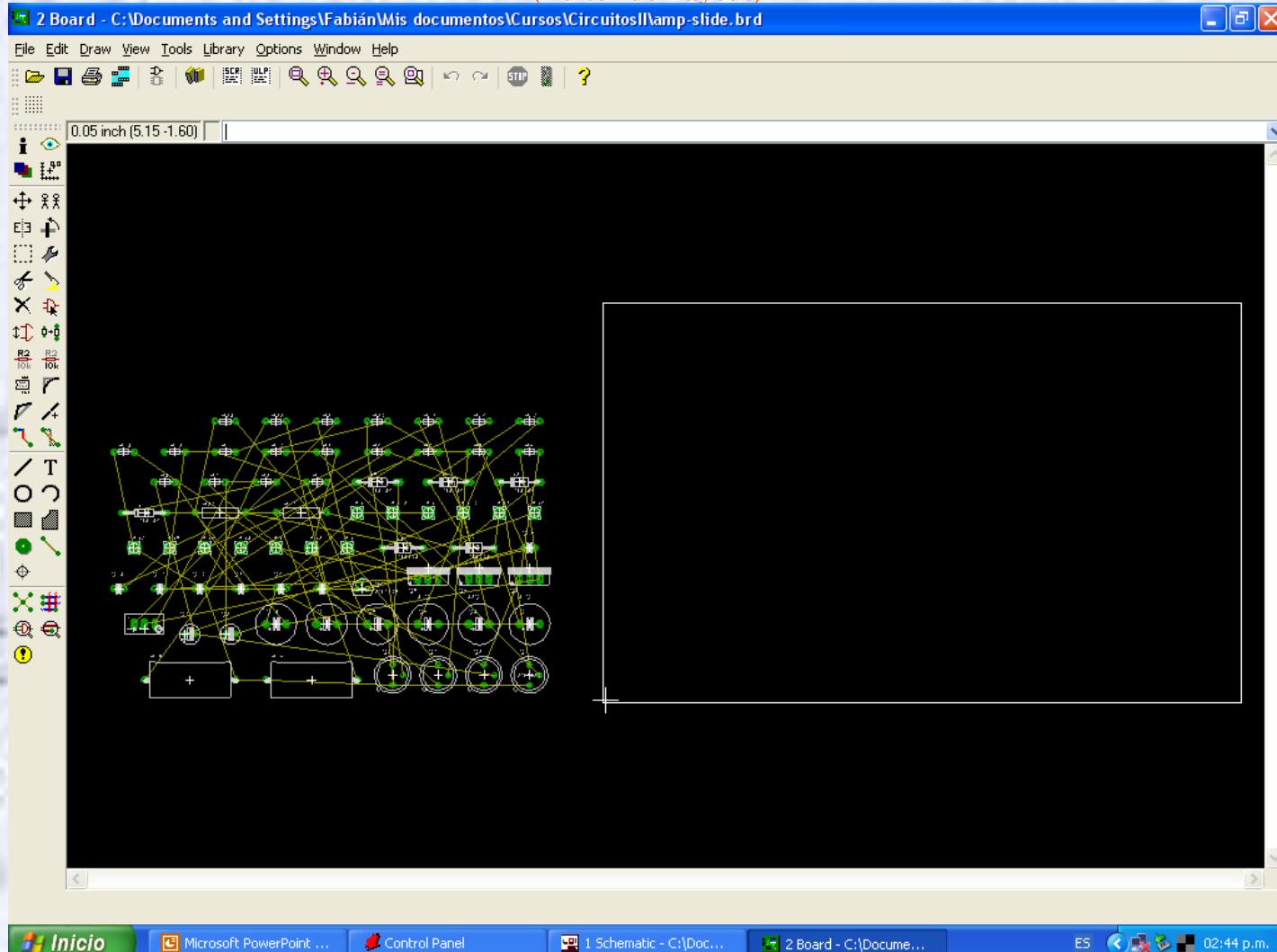
Diagramación de circuitos impresos

Para diagramar un circuito impreso, se debe:

- Importar la lista de conexiones (netlist).
- Colocar los contenedores para cada uno de los componentes.
- Asignar a cada contenedor el nombre correspondiente al componente que identifica en el esquema.
- Recorrer la lista de conexiones e ir trazando las pistas para unir todos los pads indicados.
- Reorganizar las pistas para que no se entrecrucen.
- Optimizar las conexiones y el tamaño.

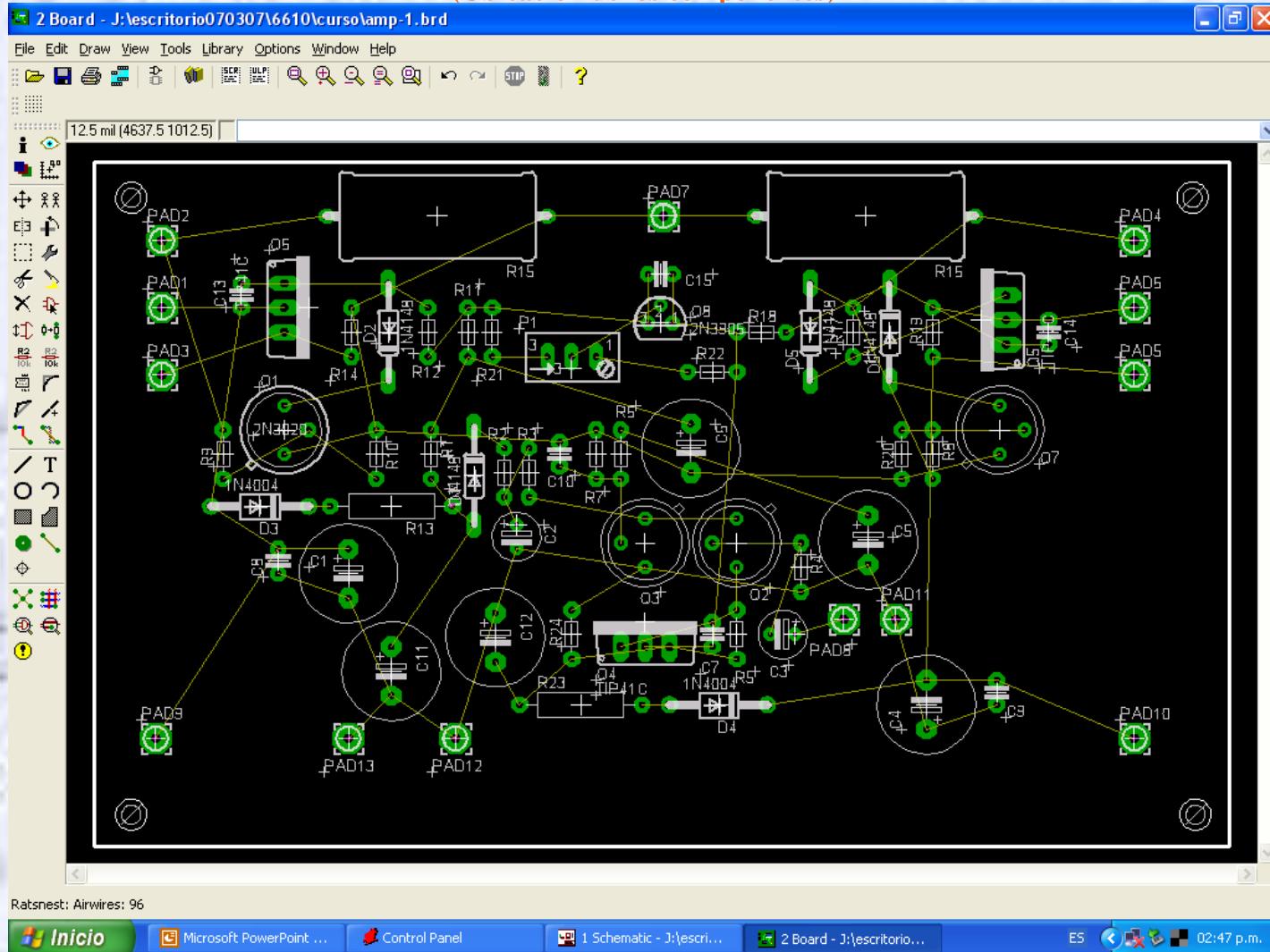
Diagramación de circuitos impresos

(Editor de Layout)



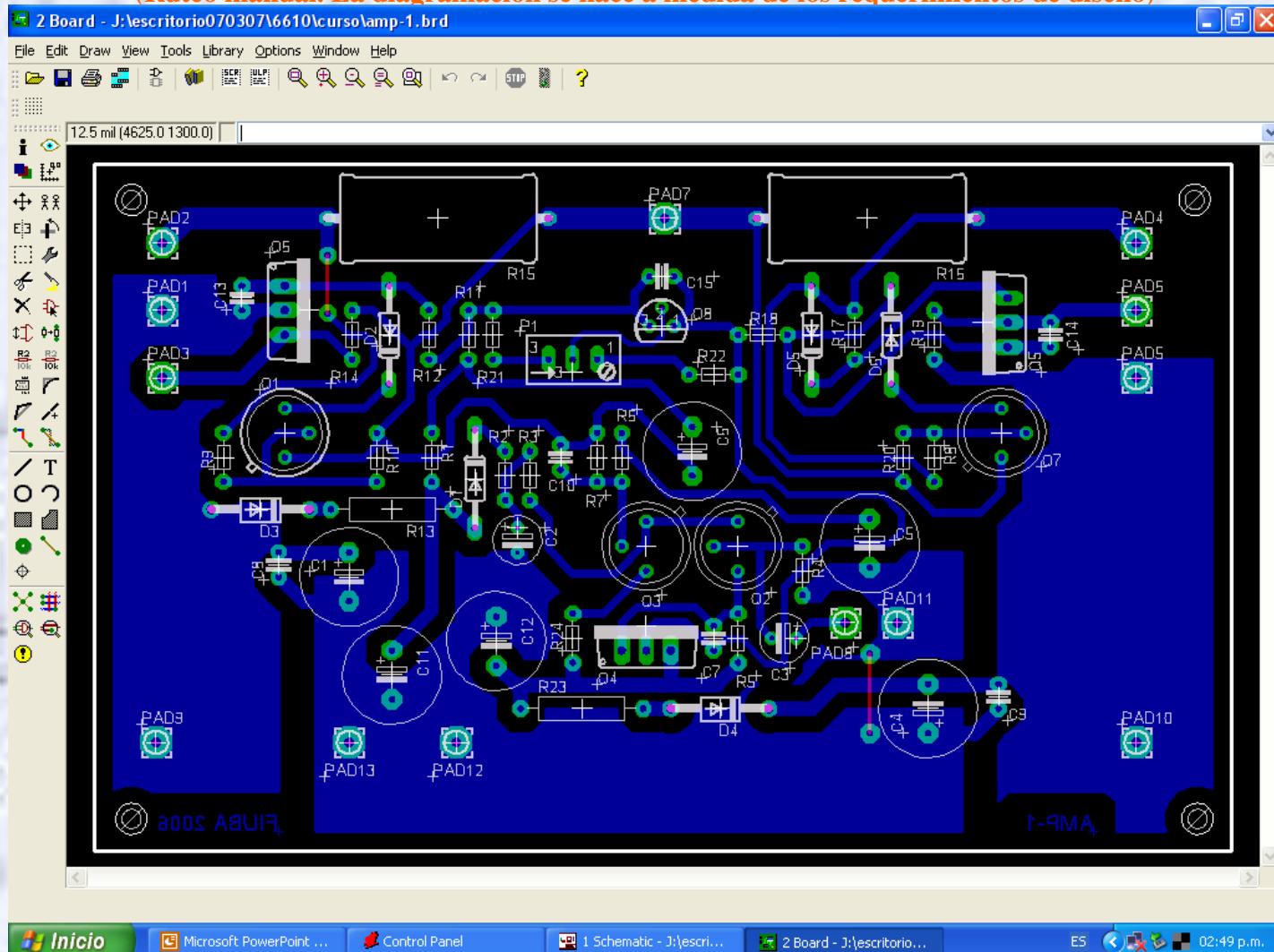
Diagramación de circuitos impresos

(Ubicación de los componentes)



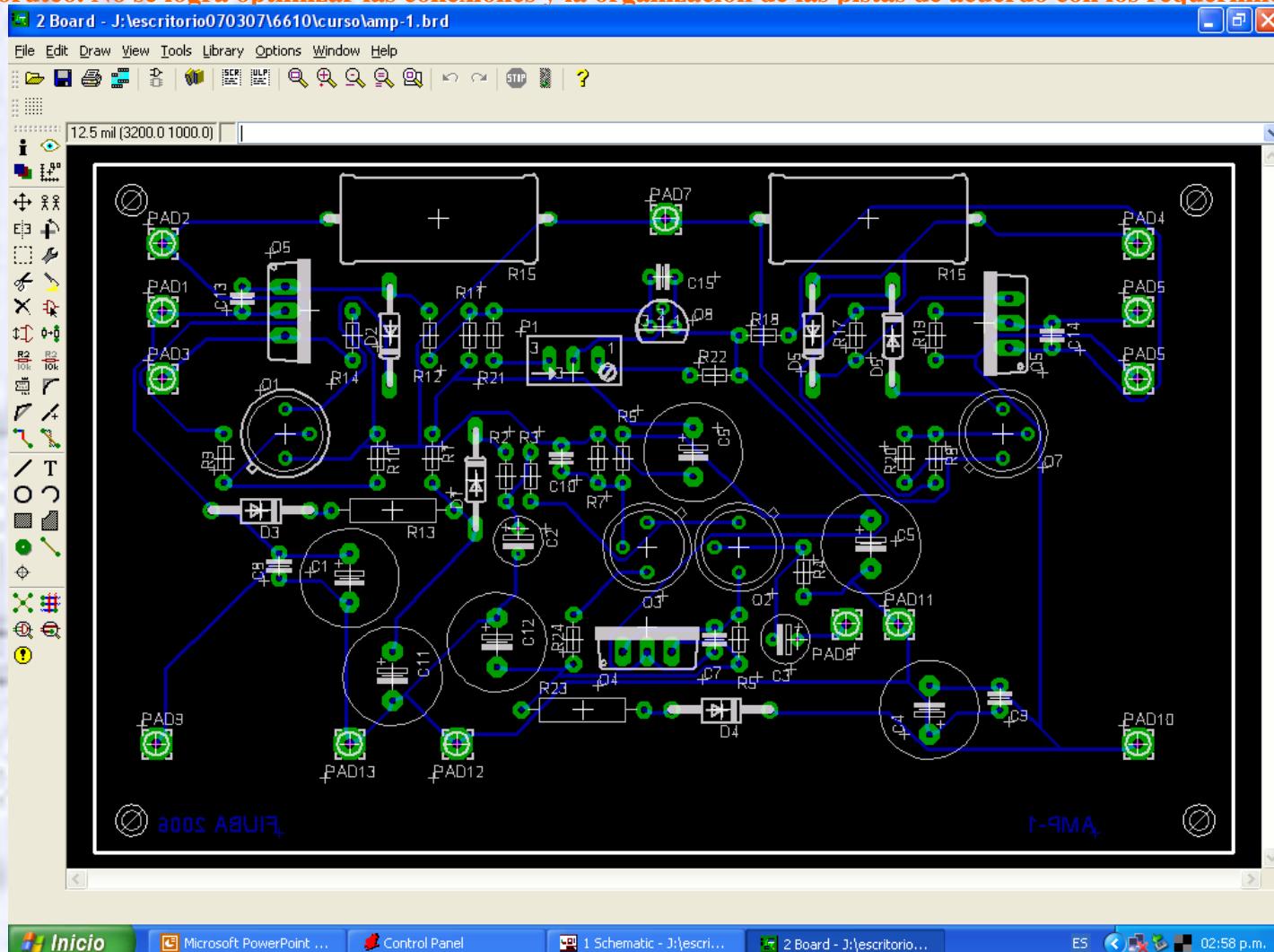
Diagramación de circuitos impresos

(Ruteo manual. La diagramación se hace a medida de los requerimientos de diseño)

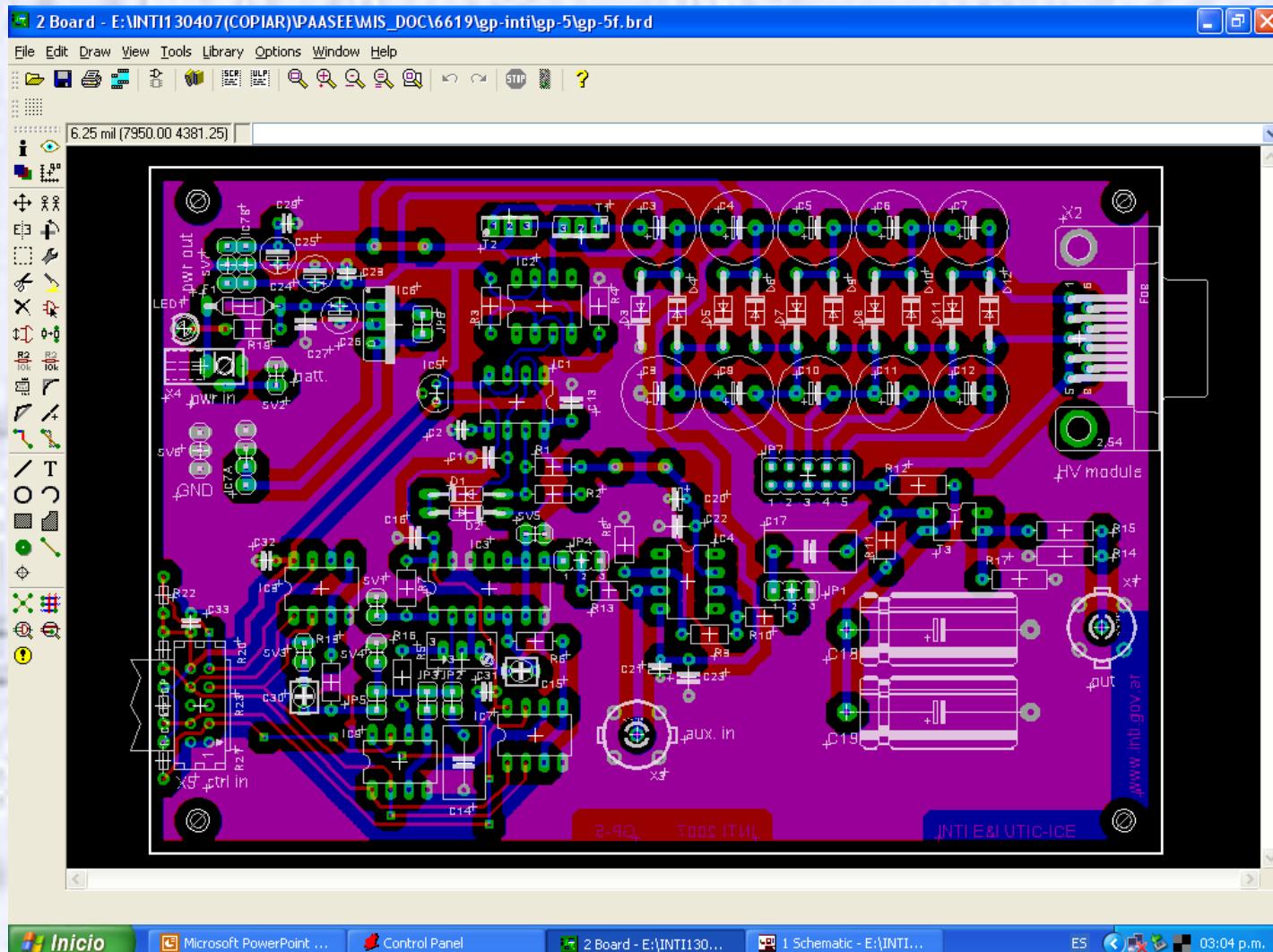


Diagramación de circuitos impresos

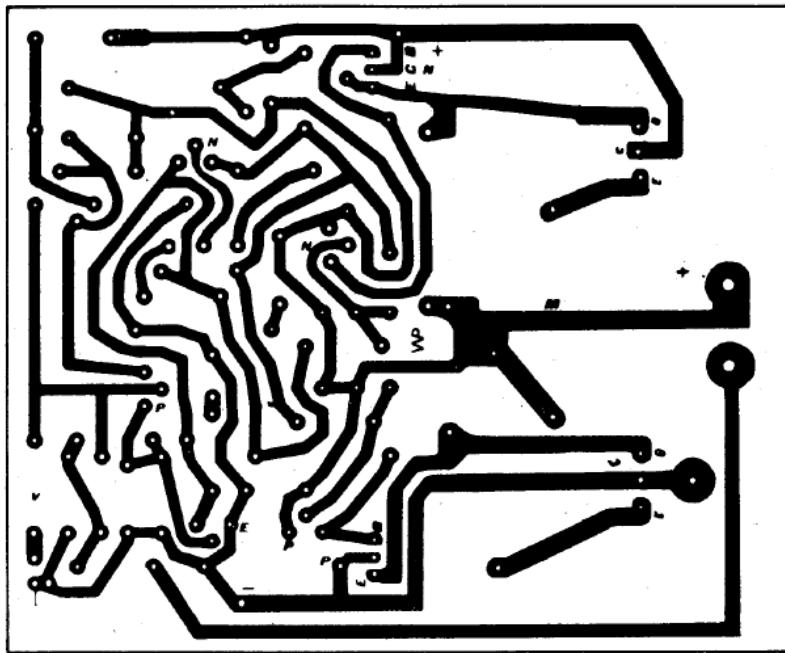
(Autoruteo. No se logra optimizar las conexiones y la organización de las pistas de acuerdo con los requerimientos)



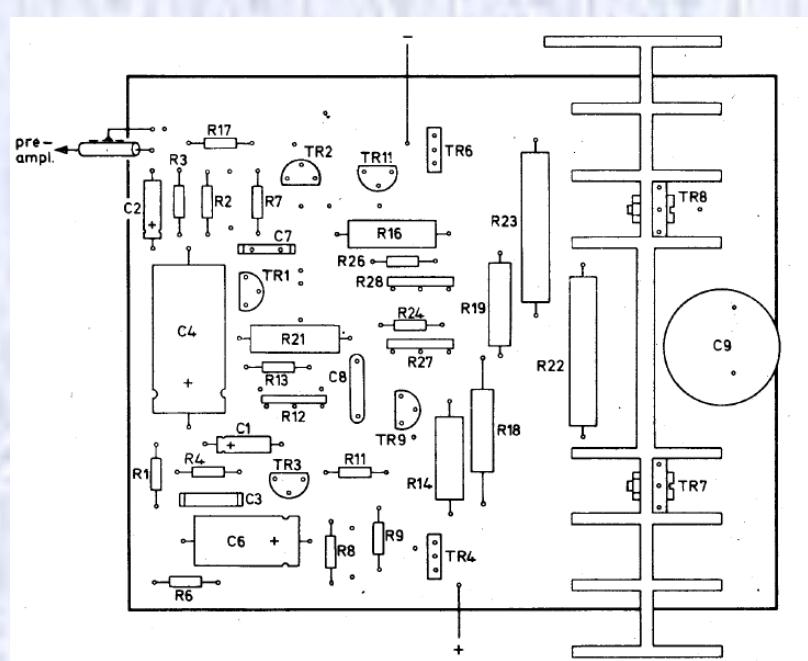
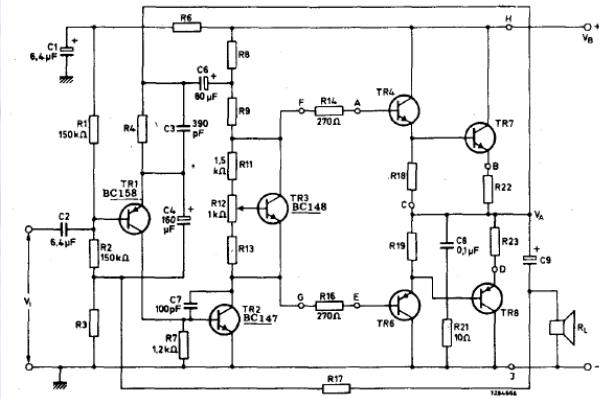
Diagramación de circuitos impresos



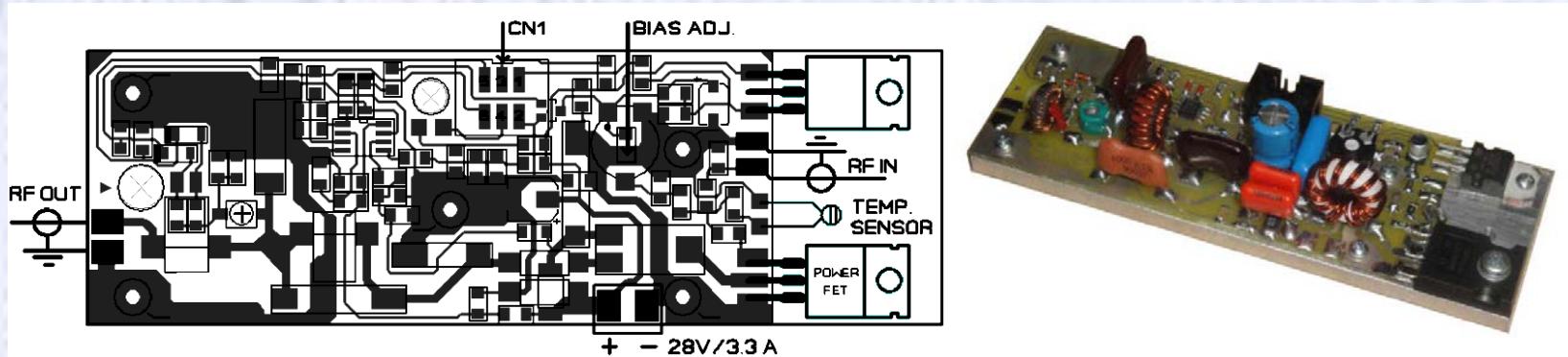
Diagramación de circuitos impresos



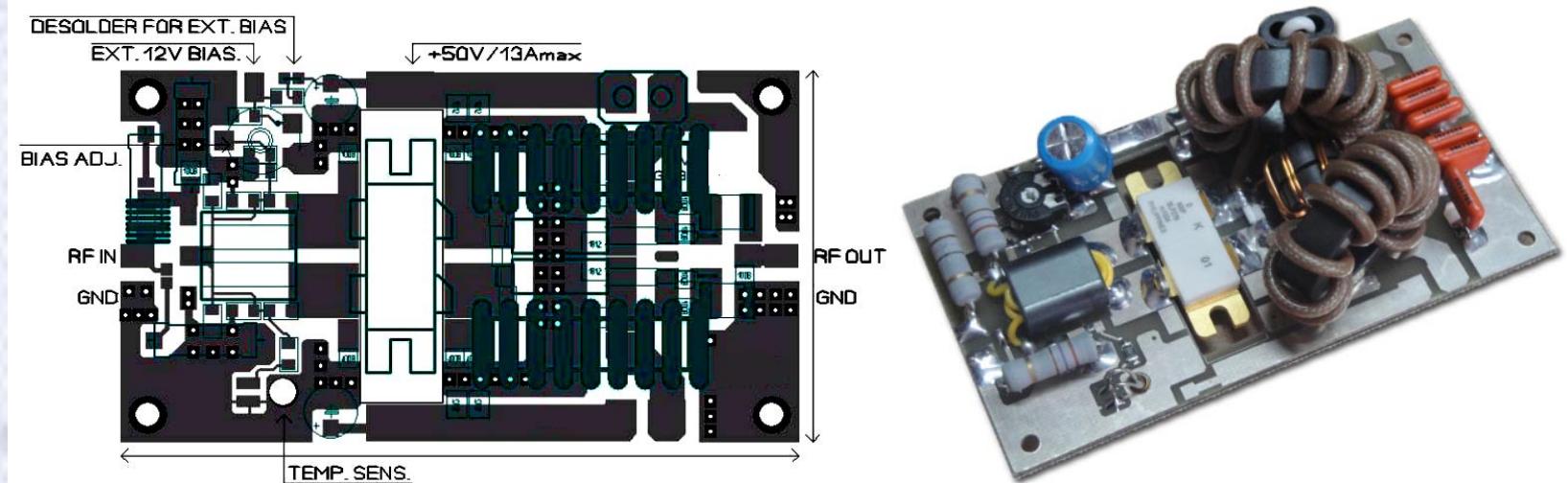
AMPLIFICADOR DE AUDIODE DE 25 WATTS



Diagramación de circuitos impresos



AMPLIFICADOR AM 60 WATTS



AMPLIFICADOR HF 300 WATTS

Diagramación de circuitos impresos

Las múltiples Capas:

Cada capa agrupa un conjunto de elementos que tienen algo en común.

- **Serigrafía** (silkscreen): Incluye los símbolos de montaje de los componentes, textos e inscripciones. Se imprime del lado de componentes
- **Cobre inferior** (bottom copper): Incluye los pads y las pistas de cobre del lado inferior (lado de soldaduras) de la placa.
- **Cobre superior** (top copper): Incluye los pads y las pistas del lado superior (lado de componentes de la placa).

Diagramación de circuitos impresos

En la aplicación cada capa aparece como un color diferente, para que se puedan diferenciar. En base a estas capas, la aplicación genera otras dos en forma automática:

- **Máscara inferior** (bottom solder mask): Cubre todos los pads del lado inferior (lado de soldaduras) de la placa, indicando que esas zonas son las que no se deben cubrir con la laca protectora de la máscara antisoldante (antisolder mask). Pues, estas son las partes en donde se deben realizar las soldaduras.

- **Máscara superior** (top solder mask): Idem anterior, pero para los pads del lado superior (lado de componentes) de la placa.

! Durante la diagramación, la vista de las diferentes capas es desde el lado superior.

Diagramación de circuitos impresos

Grosores de las pistas:

Corriente (A)	Grosor (mil)	Corriente (A)	Grosor (mil)
0.30	10	4.0	100
0.40	15	6.0	150
0.70	20	8.0	200
1.0	25	10.0	250
2.0	50	16.0	400

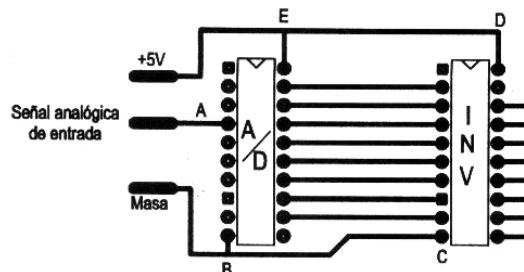
Diagramación de circuitos impresos

Durante la diagramación del impreso se debe considerar:

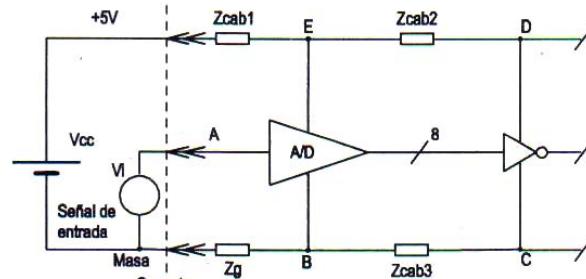
- Ubicación de los componentes
- Trazado de las pistas de alimentación y masa
- Trazado de las pistas de señales

Diagramación de circuitos impresos

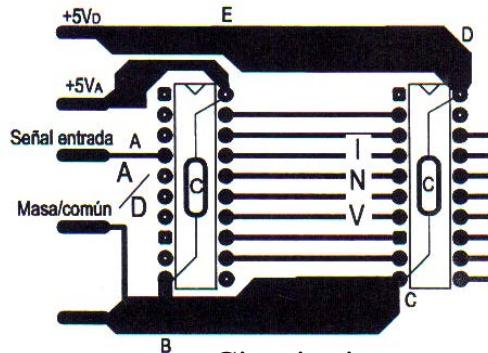
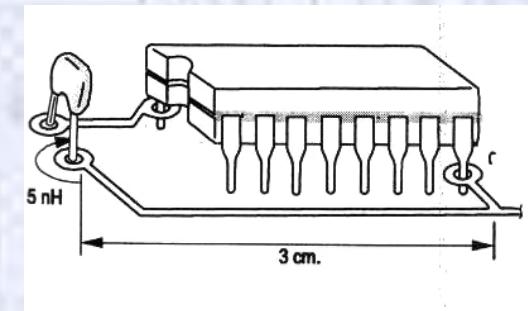
Ejemplo de interconexión de componentes:



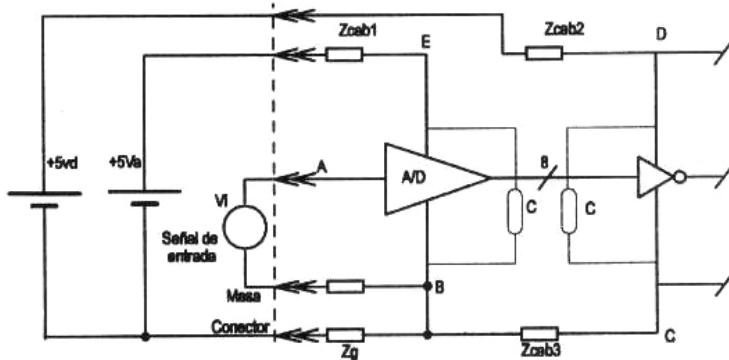
Circuito impreso



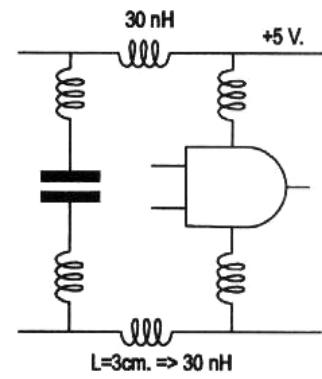
Circuito real



Circuito impreso mejorado



Capacitor de desacople



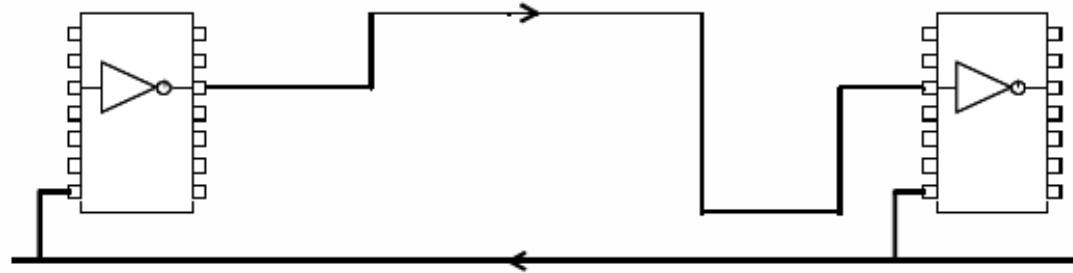
Diagramación de circuitos impresos

Circuitos impresos simple faz:

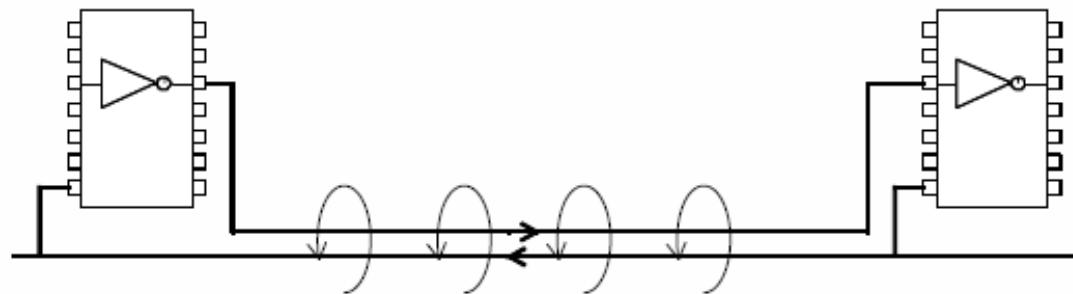
- Disminuir la impedancia de los caminos, ensanchándolos cuando sea posible.
- Hacer los caminos lo más cortos posibles.
- Colocar capacitores de desacople entre masa y alimentación.
- Utilizar fuentes de alimentación separadas para circuitos digitales y analógicos.
- Unir la masa digital y analógica en un único punto.

Diagramación de circuitos impresos

Caminos de retorno de señal y de alimentación:



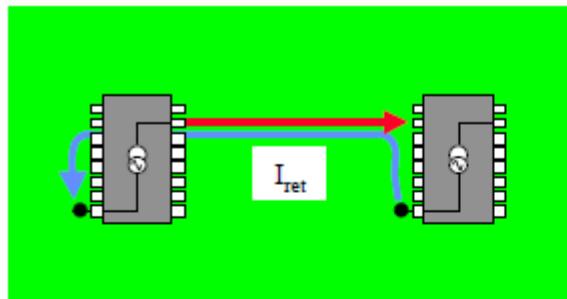
Bad practice: wide separation of signal and return, hence low M



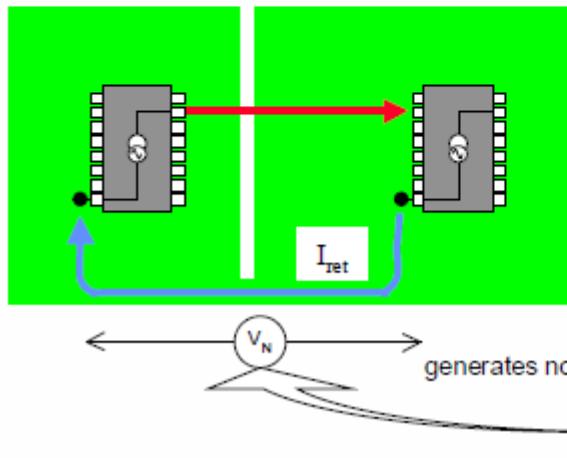
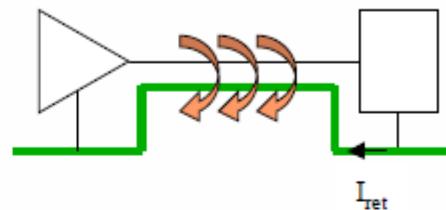
Good practice: close coupling of signal and return, $M \approx L$

Diagramación de circuitos impresos

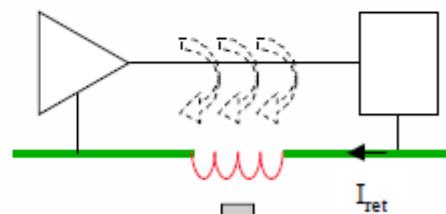
Efecto de una discontinuidad sobre el retorno de corriente:



No split: high mutual inductance,
low ground inductance

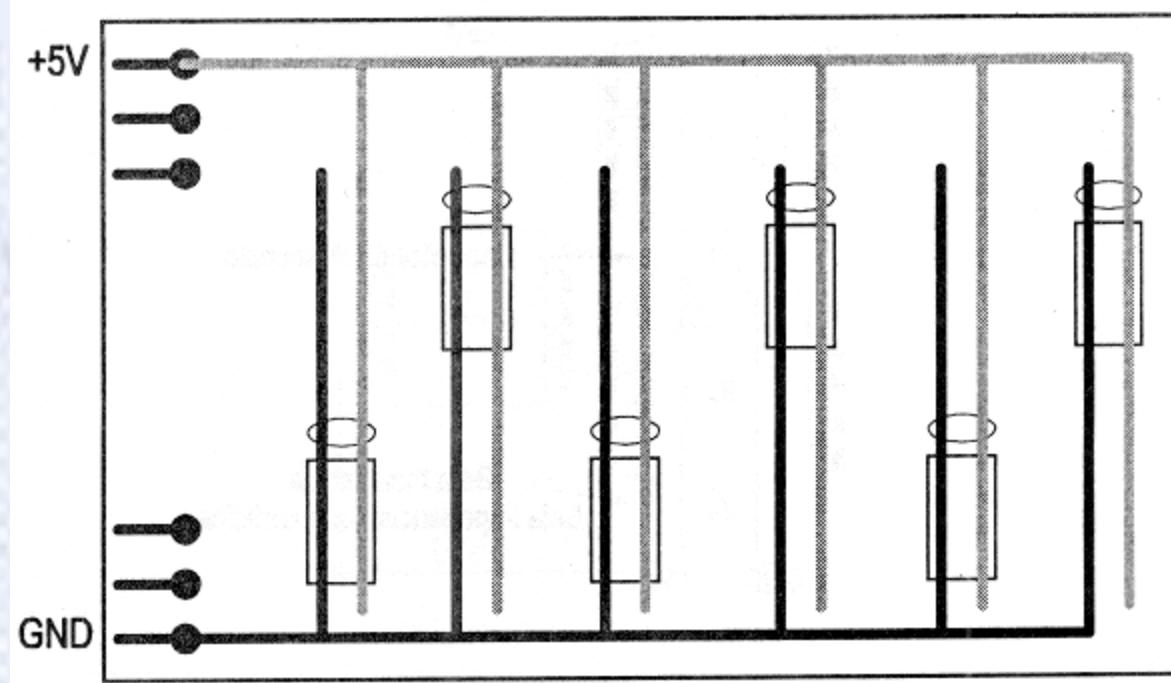


Extra return path adds ground inductance



Diagramación de circuitos impresos

Distribución errónea de masa y alimentación:

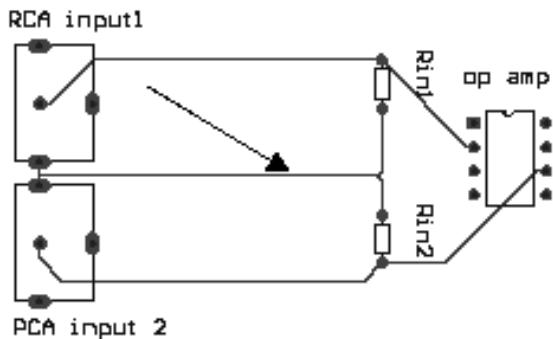


- Trazos largos y finos, con elevada inductancia y resistencia.
- Gran distancia entre caminos de alimentación y su retorno, por lo tanto capacidades pequeñas e inductancias elevadas.
- Espiras de corriente a través de los integrados.
- Acoplamiento inductivo y capacitivo entre caminos de distintas ramas de alimentación y su retorno.

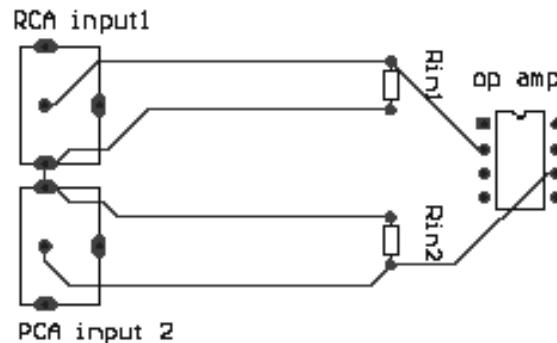
Los acoplamientos inductivos son origen de ruido. Cuando un campo magnético variable atraviesa el área encerrada por una espira conductora, en los extremos de ésta se obtiene una diferencia de potencial, cuya magnitud es directamente proporcional al área involucrada.

Diagramación de circuitos impresos

Problemas de tierra y PCBs



Incorrecto. La tierra no es “limpia”.



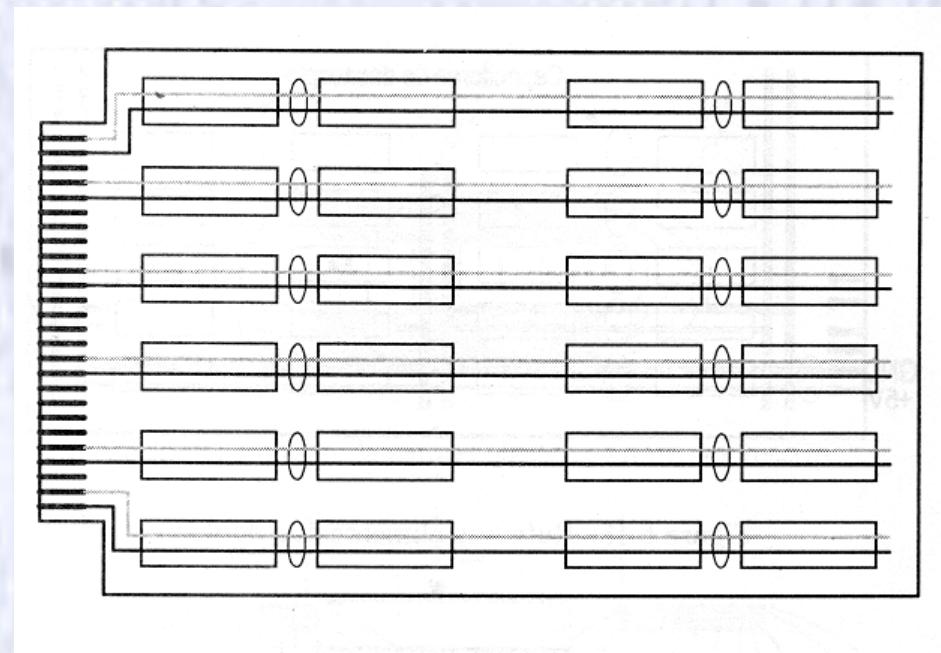
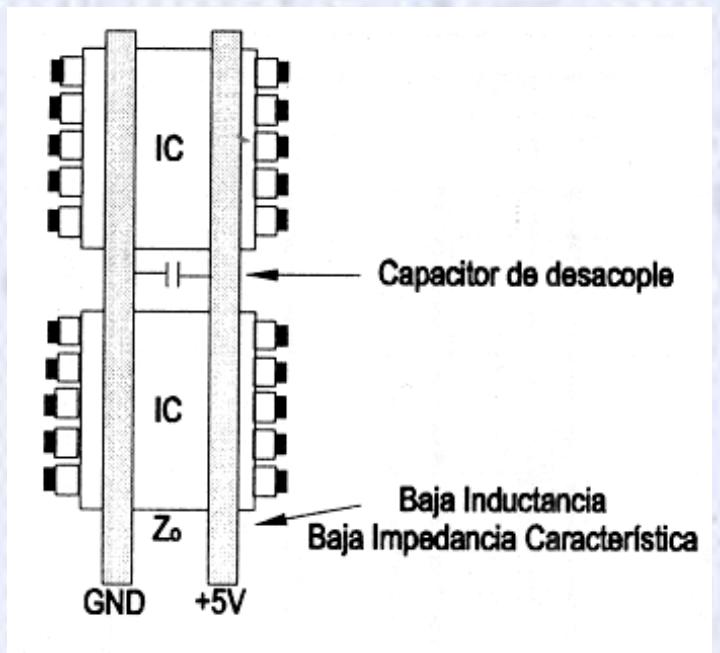
Correcto. Al dividir la pista crítica en dos ya no hay interacción de una pista con otra.

En diseños de bajo ruido debe prestarse especial atención a la tierra. Todas las tierras deben partir de un único punto y desde el dirigirse a todos los demás. Esta técnica se llama interconexión en estrella Recordar que las pistas introducen efectos parásitos capacitivos, inductivos y resistivos.

Una pista de 10 mils y 10 cm de longitud, cuyo cobre posee un espesor de 35 um y una resistividad de 0.016 ohm.mm²/m tiene una resistencia de 0.18 ohm y presenta una inductancia de 1 uH.

Diagramación de circuitos impresos

Distribución mejorada de masa y alimentación:



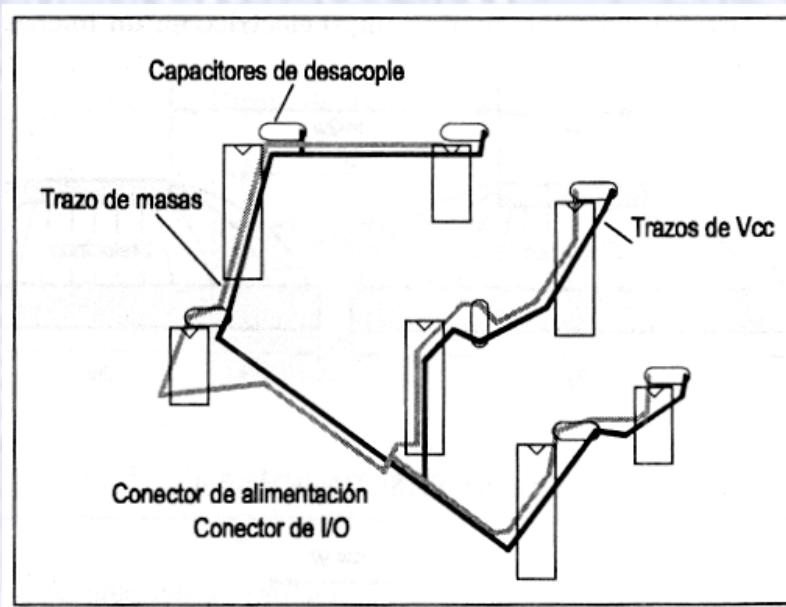
- La velocidad de propagación en un circuito impreso típico es de 150 mm/ns.
- Las pistas de un circuito impreso se comportan como líneas de transmisión cuando el tiempo de propagación es mayor que 1/10 del período de una señal senoidal, como por ejemplo, la señal portadora en un sistema de comunicación. De igual modo, si el tiempo de propagación es mayor que el tiempo de transición en un circuito digital.

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Diagramación de circuitos impresos

Circuitos impresos doble faz:

Distribución masa y alimentación:



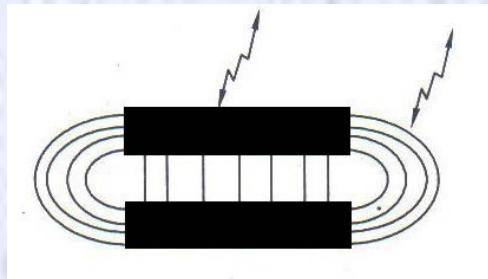
- Se obtienen menores impedancias que con los circuitos simple faz.
- A pesar de las posibilidades de conexión por el uso de through holes, se debe ser cuidadoso puesto que este tipo de unión posee alta impedancia.
- Las líneas de alimentación pueden ser ruteadas en sendas caras, una sobre otra, lo cual conduce a una menor impedancia característica, reduciéndose aún más las posibilidades de radiación.



! Las líneas por sí mismas funcionan como antenas y con solo dos capas es imposible confinar más el campo magnético.

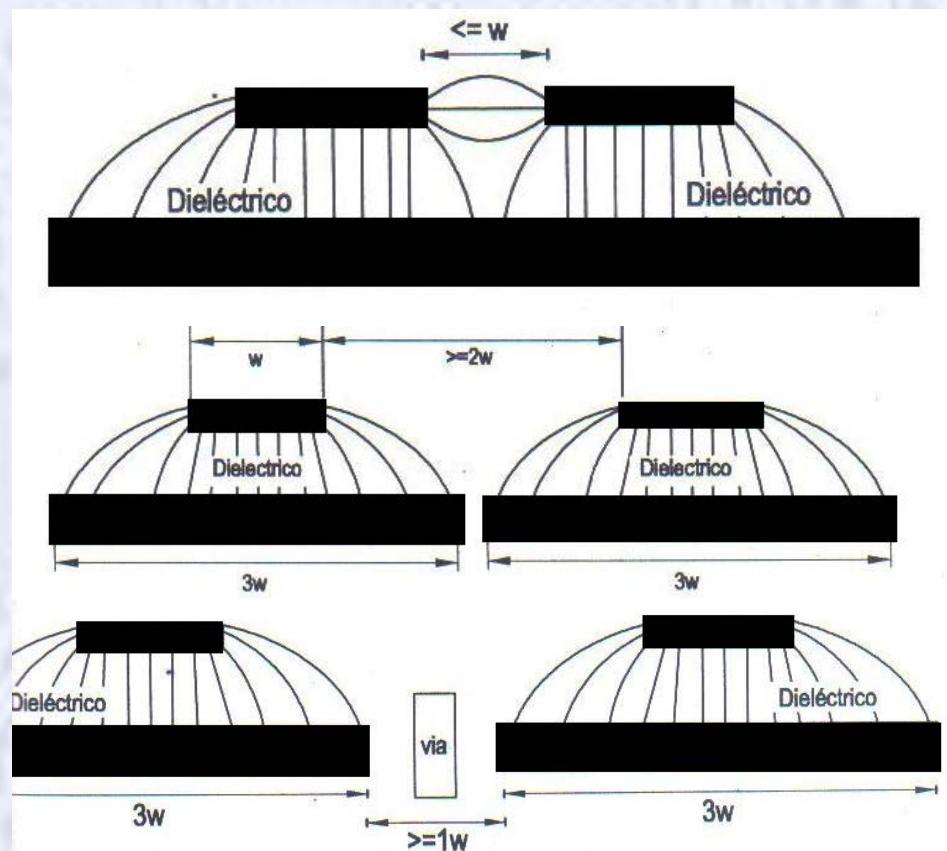
Diagramación de circuitos impresos

Dimensionamiento Práctico de Microstrips



Distorsión del campo eléctrico

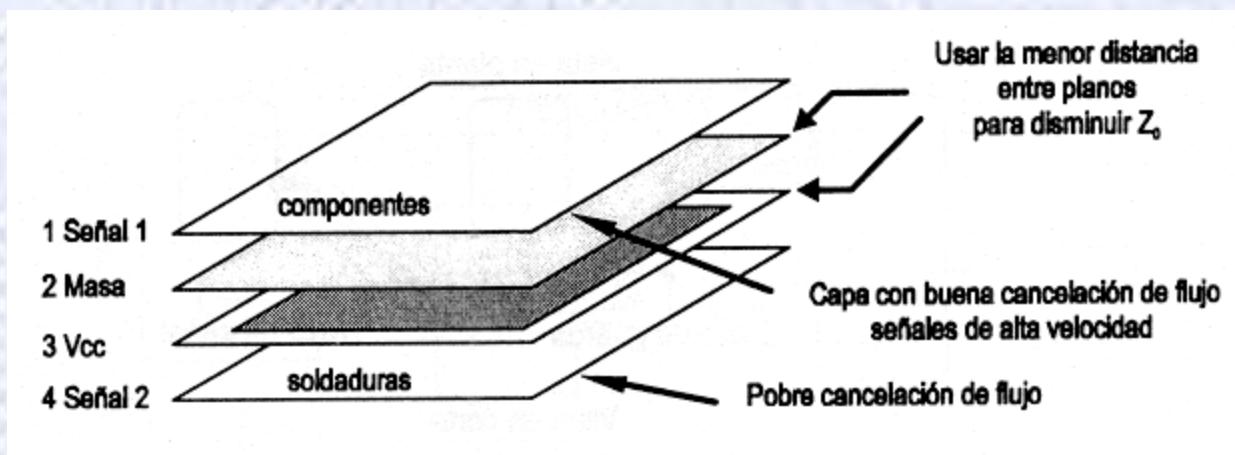
1. Toda línea debe estar a $1w$ del borde del plano más pequeño
2. La separación entre líneas internas debe ser $2w$ en ausencia de obstáculos.
3. Los trazos diferenciales se rutean con $1w$ y a $2w$ de los demás.



Diagramación de circuitos impresos

Circuitos impresos multicapa:

Ejemplo de circuito impreso de cuatro capas:



Se utiliza la regla de 20h para el 78% y 100 h para el 95% de confinamiento del campo EM.

! El uso de más de dos capas aumenta las posibilidades de conexión por unidad de área, pero al mismo tiempo se pueden obtener grandes beneficios desde el punto de vista EMC.

Diagramación de circuitos impresos

Resumen

- En general, en un circuito simple faz, los caminos de los conductores de alimentación deben ser lo más ancho posibles y estar dispuestos uno próximo al otro con el objetivo de disminuir el área efectiva y por lo tanto la impedancia característica.
- Los capacitores de desacople deben ser los adecuados, de modo que funcionen a la frecuencia correspondiente debiendo estar ubicados lo más cerca posible de los circuitos integrados.
- Las líneas de señal deben crear la menor área compatible con la distribución de los elementos con su camino de retorno. Esta consideración es muy importante tanto para los caminos de alta corriente y/o velocidad como para líneas de gran sensibilidad.

Diagramación de circuitos impresos

Resumen

- En los circuitos de baja frecuencia es más conveniente lograr una buena distribución de componentes que mantener el control de impedancia.
- Siempre se debe reducir el área efectiva y evitar bucles de masa o alimentación.
- Todas las superficies no utilizadas de impreso deben ser completadas con cobre y conectadas a masa.
- Minimizar las capacidades parásitas entre masa y las líneas de señal.
- Los PCB de dos capas tienen aplicación en circuitos sencillos de baja frecuencia con un mínimo de líneas críticas y donde el cumplimiento de las normas es fácilmente obtenible.
- Cuando se desea realizar un circuito de excelente prestación en términos de EMC y en alta frecuencia, es necesario recurrir a circuitos multicapa.

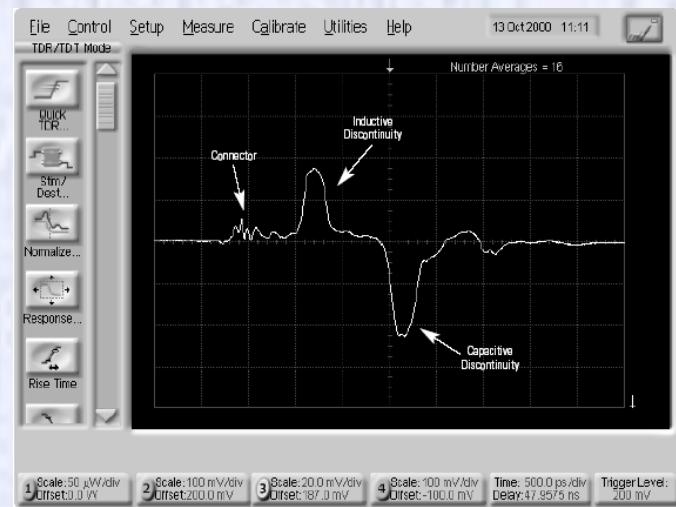
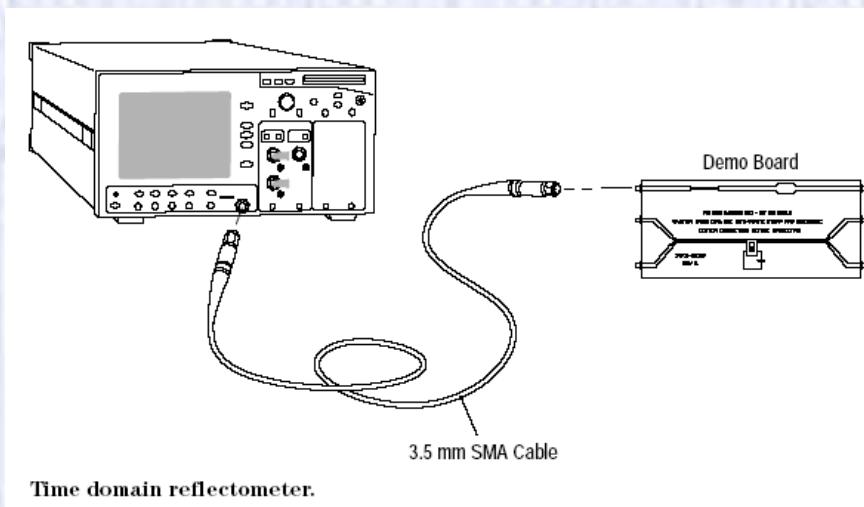
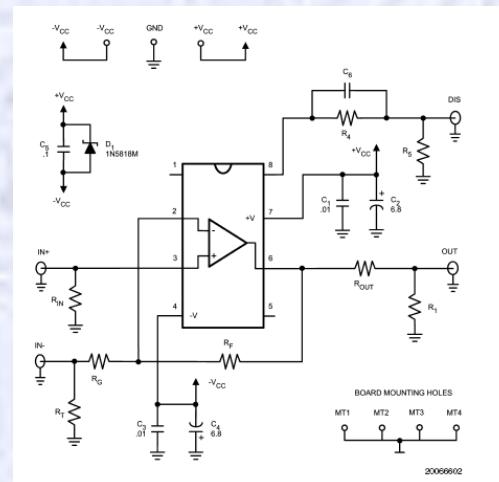
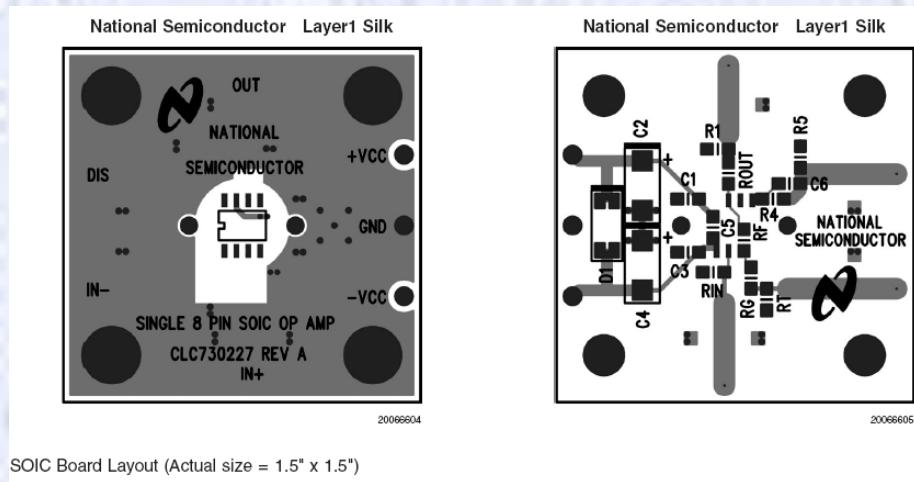
Diagramación de circuitos impresos

Resumen

1. Puesta a tierra de PCBs (regla de $\lambda/20$)
2. Separación de zonas
3. Capacitores de filtro
 1. En la entrada de alimentación para asegurar la entrega de corriente instantánea y una variación mínima de tensión.
 2. En la salida hacia circuitos auxiliares.
 3. Adyacentes a circuitos que consuman mucha corriente.
 4. En el lugar más lejano del punto de alimentación.
 5. Adyacentes a circuitos muy rápidos
 6. En zonas de gran densidad.
4. Líneas a 45°

Diagramación de circuitos impresos

(Ejemplo: LMH6624)



Diagramación de circuitos impresos

(Ejemplo: LMH6624)

Features

VS = $\pm 6V$, TA = 25°C, AV = 20, (Typical values unless specified)
Gain bandwidth (LMH6624) 1.5GHz
Input voltage noise 0.92nV/
Input offset voltage (limit over temp) 700uV
Slew rate 350V/ μs
Slew rate (AV = 10) 400V/ μs
HD2 @ f = 10MHz, RL = 100Ω -63dBc
HD3 @ f = 10MHz, RL = 100Ω -80dBc
Supply voltage range (dual supply) $\pm 2.5V$ to $\pm 6V$
Supply voltage range (single supply) +5V to +12V
Improved replacement for the CLC425 (LMH6624)
Stable for closed loop |AV| ≥ 10

Applications

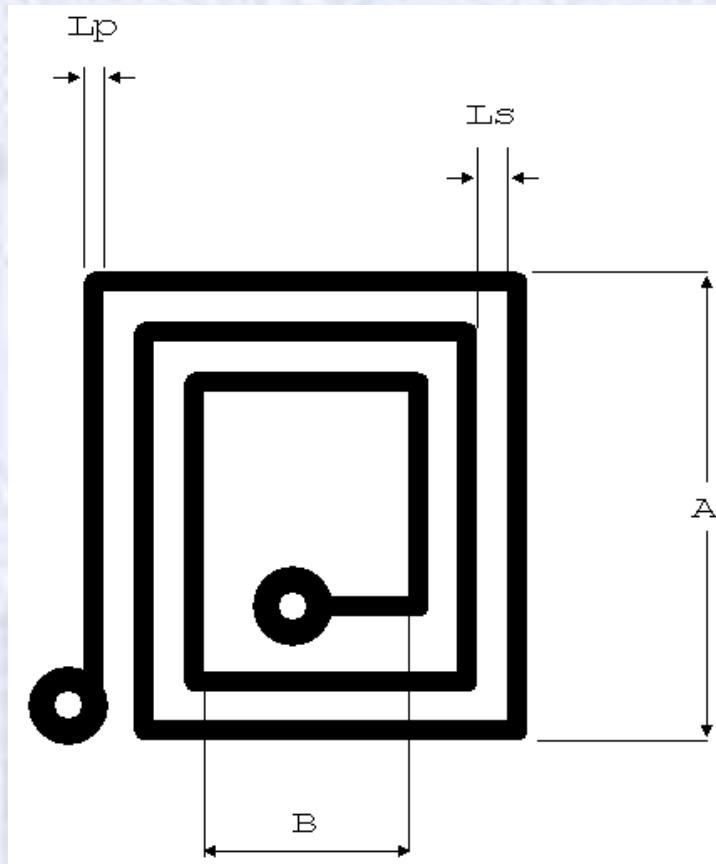
Instrumentation sense amplifiers
Ultrasound pre-amps
Magnetic tape & disk pre-amps
Wide band active filters
Professional Audio Systems
Opto-electronics
Medical diagnostic systems

LAYOUT CONSIDERATION

National Semiconductor suggests the copper patterns on the evaluation boards listed below as a guide for high frequency layout. These boards are also useful as an aid in device testing and characterization. As is the case with all highspeed amplifiers, accepted-practice RF design technique on the PCB layout is mandatory. Generally, a good high frequency layout exhibits a separation of power supply and ground traces from the inverting input and output pins. Parasitic capacitances between these nodes and ground may cause frequency response peaking and possible circuit oscillations (see Application Note OA-15 for more information). Use high quality chip capacitors with values in the range of 1000pF to 0.1F for power supply bypassing. One terminal of each chip capacitor is connected to the ground plane and the other terminal is connected to a point that is as close as possible to each supply pin as allowed by the manufacturer's design rules. In addition, connect a tantalum capacitor with a value between 4.7 μF and 10 μF in parallel with the chip capacitor. Signal lines connecting the feedback and gain resistors should be as short as possible to minimize inductance and microstrip line effect. Place input and output termination resistors as close as possible to the input/output pins. Traces greater than 1 inch in length should be impedance matched to the corresponding load termination.

Diagramación de circuitos impresos

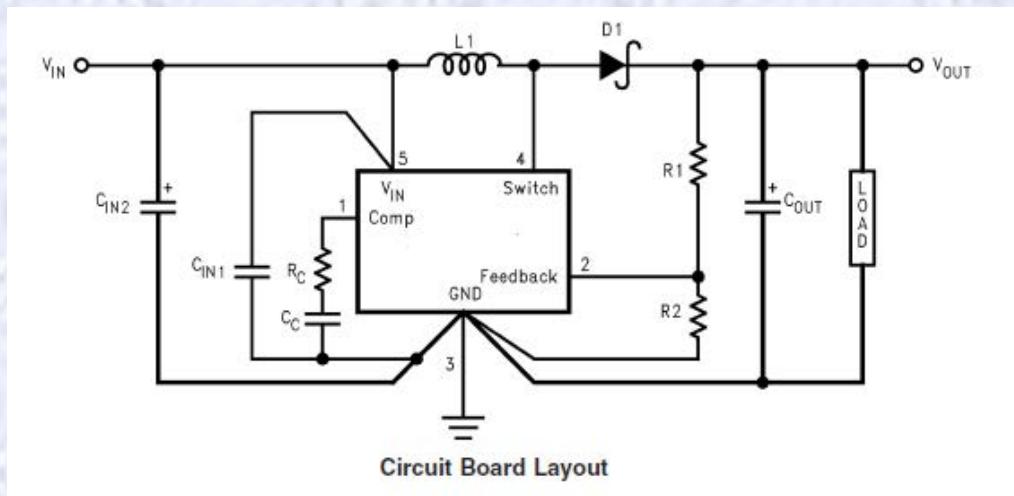
(Ejemplo: Pancake Coils)



$$L = 5,6568 \cdot [N \cdot L_p + (N-1) \cdot L_s] \cdot N^{\frac{5}{3}} \cdot [0,9031 + \log(N \cdot L_p + (N-1) \cdot L_s)]$$
$$A = 3 \cdot [N \cdot L_p + (N-1) \cdot L_s]$$
$$B = [N \cdot L_p + (N-1) \cdot L_s]$$

Diagramación de circuitos impresos

(Ejemplo: Switching Regulator)

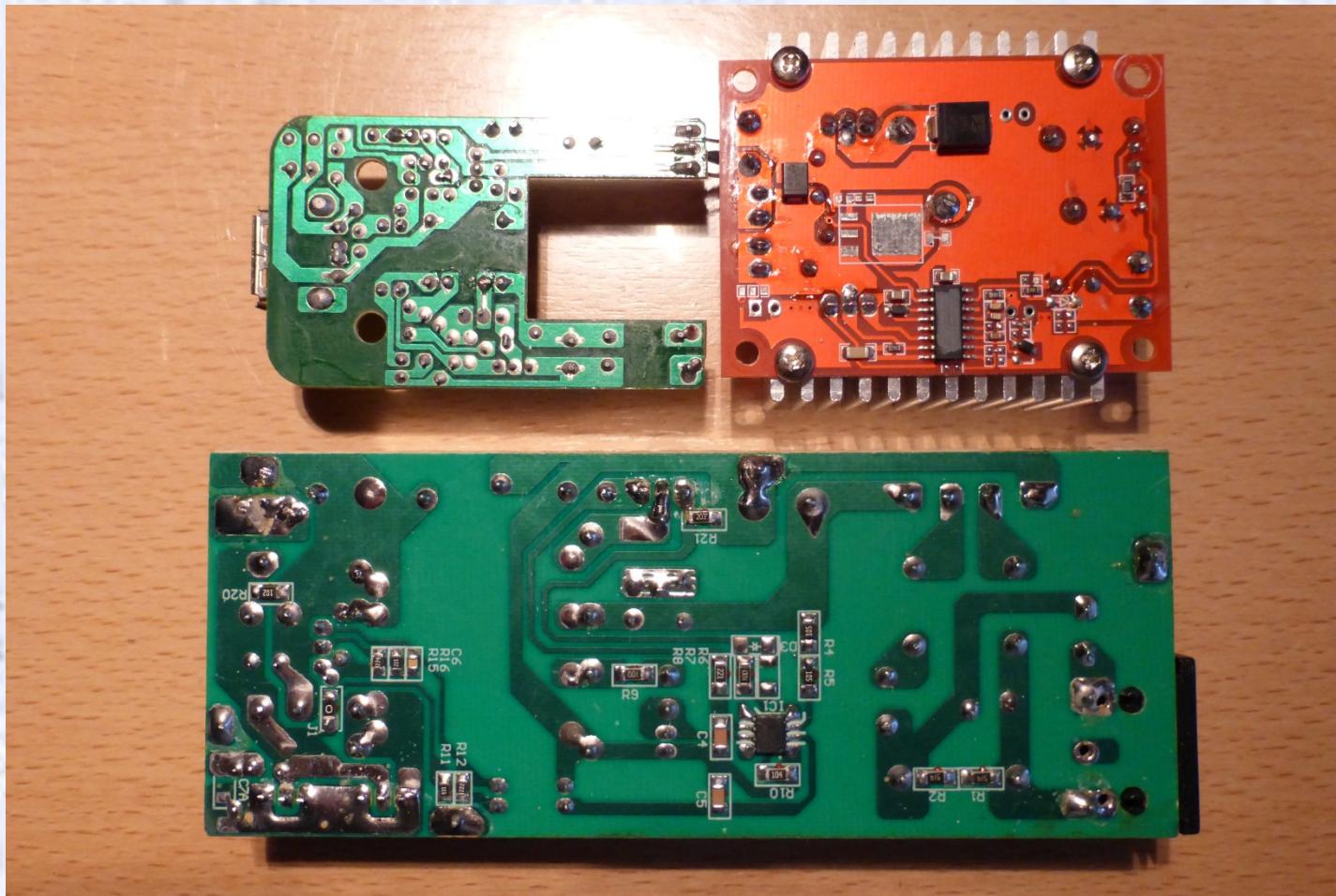


CIRCUIT LAYOUT GUIDELINES

As in any switching regulator, layout is very important. Rapidly switching currents associated with wiring inductance generate voltage transients which can cause problems. For minimal inductance and ground loops, keep the length of the leads and traces as short as possible. Use single point grounding or ground plane construction for best results. Separate the signal grounds from the power grounds. When using the Adjustable version, physically locate the programming resistors as near the regulator IC as possible, to keep the sensitive feedback wiring short.

Diagramación de circuitos impresos

(Ejemplo: Switching Regulator)



Diagramación de circuitos impresos

Recomendaciones para el diseño.

Pautas para lograr circuitos impresos prolijos, funcionalmente correctos y un armado y puesta en marcha más eficiente:

- Trabajar con un snap-grid de 25 mills.
- Trabajar con grillas más pequeñas solo cuando sea imprescindible y volver inmediatamente a 25 mills.
- Las pistas deben comenzar y terminar en el centro del pad, nunca sobre el borde.
- Los bordes de la placa se deben definir con un trazo de 12 mils en el lugar de corte. De igual forma se deben indicar las caladuras.
- Dejar una franja de 0.4 mm sin cobre en todo el contorno del circuito impreso.
- Si el tamaño del circuito impreso es crítico se debe tener en cuenta el método de corte o panelización utilizado.

Diagramación de circuitos impresos

Recomendaciones para el diseño.

Pautas para lograr circuitos impresos prolijos, funcionalmente correctos y un armado y puesta en marcha más eficiente:

- Definir los diámetros de perforado. Tener en cuenta los incrementos mínimos entre valores.
- Mantener la cantidad de diámetros de perforado distintos en un número mínimo sin perder funcionalidad.
- Verificar las medidas reales de los componentes para evitar dificultades durante el proceso de armado, especialmente en diseños de dimensiones reducidas o posicionamientos muy cercanos.
- Utilizar una relación diámetro pad/diámetro perforado (corona) adecuada al tipo de PCB. Mayor corona, mayor resistencia mecánica del pad, y facilidad en los procesos de soldadura y reparación.

Diagramación de circuitos impresos

Recomendaciones para el diseño.

Pautas para lograr circuitos impresos prolijos, funcionalmente correctos y un armado y puesta en marcha más eficiente:

- Estandarizar los puentes de alambre para agilizar los procesos de armado al poder performar el mismo como cualquier componentes axial.
- Verificar antes de enviar el diseño a producción los layers definidos para las máscaras antisoldantes y la legibilidad de los layers de impresión de componentes. Muchas veces es necesario reordenar las leyendas.

Diagramación de circuitos impresos

Elección del tamaño del Pad

! La posibilidad de reparar exitosamente una placa electrónica que necesite el reemplazo de algún componente dañado, está dada entre otras cosas por el diámetro de sus pads y su relación con respecto al diámetro de perforado. Durante los procesos de soldadura o reparación de un circuito impreso, el calor es destructivo si no se lo disipa adecuadamente.

Posibilidad de reparación	Densidad de componentes	Tamaño Pad	Relación pad / diámetro perforado
Alta	Baja	Ideal	x 2
Alta	Media	Ideal	x 2
Alta	Alta	Nominal	x 1.75
Media	Baja	Ideal	x 2
Media	Media	Ideal	x 2
Media	Alta	Nominal	x 1.75
Baja	Baja	Ideal	x 2
Baja	Media	Nominal	x 1.75
Baja	Alta	Mínimo	x 1.5

Diagramación de circuitos impresos

Especificaciones de fabricación

PLACAS PTH	
Espacio Mínimo isla una isla	0,010 "(0,25 mm)
Espacio Mínimo conductor una isla	0,010 "(0,25 mm)
Espacio Mínimo Entre Conductores	0,010 "(0,25 mm)
Ancho Mínimo de pista	0,010 "(0,25 mm)
Pad Mínimo	0,050 "(1,27 mm)
Pad Mínimo párrafo vías	0,050 "(1,27 mm)
Corona pad	0,012 "(0,30 mm)
Diámetro Mínimo de perforado	0,27 "(0,70 mm)
Distancia Mínima Entre Perforaciones	> R1 + R2
Distancia pista Borde (routing)	0,015 "(0,38 mm)
Distancia pista Borde (scoring y guillotina)	0,030 "(0,75 mm)
Espacio Mínimo párrafo Planos de masa	0,012 "(0,3 mm)
Ancho Mínimo traza leyenda Componentes	0,006 "(0,15 mm)
Altura Mínima Carácter	0,050 "(1,30 mm)
Apertura Mínima mascara antisoldante	0,008 "(0,20 mm)

Diagramación de circuitos impresos

Especificaciones de fabricación

PLACAS CONVENCIONALES	
Espacio Mínimo isla una isla	0,012 "(0,3 mm)
Espacio Mínimo conductor una isla	0,012 "(0,3 mm)
Espacio Mínimo Entre Conductores	0,012 "(0,3 mm)
Ancho Mínimo de pista	0,012 "(0,30 mm)
Pad Mínimo	0,070 "(1,77 mm)
Corona pad	0,016 "(0,40 mm)
Diámetro Mínimo de perforado	0,027 "(0,70 mm)
Distancia Mínima Entre Perforaciones	> R1 + R2
Distancia pista Borde (routing)	0,015 "(0,38 mm)
Distancia pista Borde (scoring y guillotina)	0,030 "(0,75 mm)
Espacio Mínimo párrafo Planos de masa	0,012 "(0,3 mm)
Ancho Mínimo traza leyenda Componentes	0,006 "(0,15 mm)
Altura Mínima Carácter	0,040 "(1,0 mm)
Apertura Mínima mascara antisoldante	0,008 "(0,20 mm)

Fabricación “casera” de impresos

Los pasos básicos para generar un circuito impreso son:

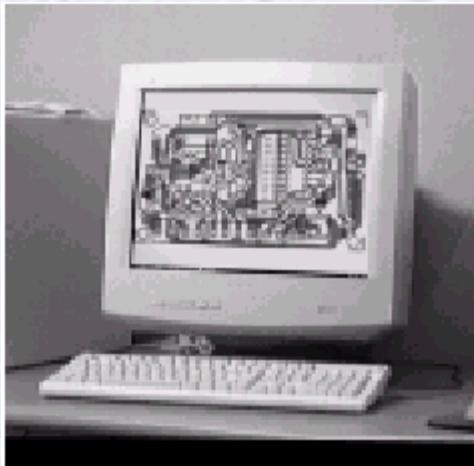
- Prepararación de la placa
- Transferencia del dibujo del circuito impreso a la placa
- Procesado químico
- Perforado
- Protección del circuito impreso

! Antes de proceder a la fabricación del circuito impreso, es conveniente probar el montaje de los componentes reales sobre el papel.

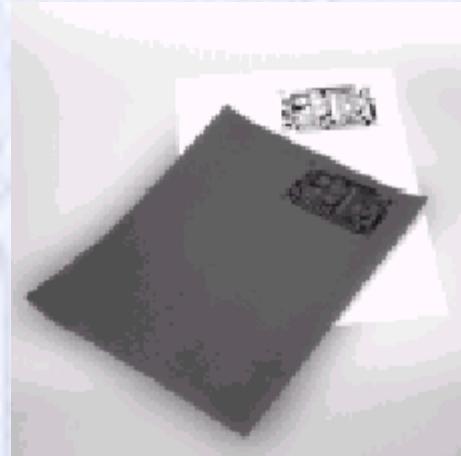


Fabricación “casera” de impresos

Sistema de transferencia térmica



Diseñar el circuito
impreso



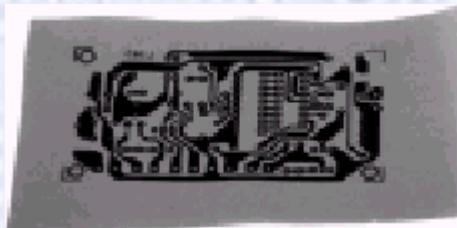
Imprimir una imagen
especular del PCB
(mediante impresora
láser) sobre papel de
transferencia térmica



Recortar la
impresión

Fabricación “casera” de impresos

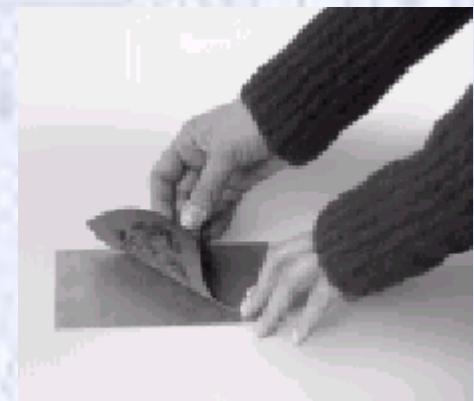
Sistema de transferencia térmica



Es conveniente dejar un margen alrededor del circuito impreso



Limpiar la placa cobreada



Apoyar la impresión de manera que la cara activa, que es la que contiene el “toner” esté en contacto con el cobre

Fabricación “casera” de impresos

Sistema de transferencia térmica



Pasar la plancha
caliente (170°C a
190°C)



Dejar enfriar y
separar el papel de la
placa

Fabricación “casera” de impresos

Sistema Fotosensible



Máscaras positivas



Insolación



Revelado con
metasilicato de sodio

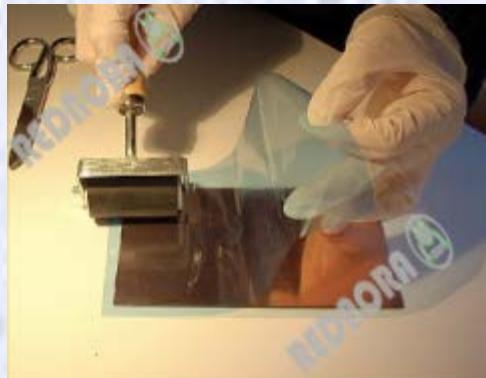
DURANTE EL REVELADO TENER EN CUENTA QUE:

EL METASILICATO DE SODIO ES ALTAMENTE CÁUSTICO.

- ES NECESARIO UTILIZAR GUANTES DE LÁTEX Y ANTEOJOS PROTECTORES.
- A PESAR DE UTILIZAR GUANTES, PUEDEN TENER POROS. DEBEN UTILIZARSE PINZAS DE PLÁSTICO PARA MANIPULAR LA PLACA Y PROCURAR NO INTRODUCIR LOS DEDOS EN LA MEZCLA.
- SE DEBE HACER EN UNA CUBETA DE PLÁSTICO.
- NO SE DEBE ARROJAR EL REVELADOR EN EL DESAGÜE. GUARDARLO EN UN RECIPIENTE DE PLÁSTICO OPACO.

Fabricación “casera” de impresos

Sistema Fotosensible



Fotopolímero laminado negativo



Insolación

DURANTE EL REVELADO TENER EN CUENTA QUE:



Revelado con
metasilicato de sodio

EL METASILICATO DE SODIO ES ALTAMENTE CÁUSTICO.

- **ES NECESARIO UTILIZAR GUANTES DE LÁTEX Y ANTEOJOS PROTECTORES.**
- **A PESAR DE UTILIZAR GUANTES, PUEDEN TENER POROS. DEBEN UTILIZARSE PINZAS DE PLÁSTICO PARA MANIPULAR LA PLACA Y PROCURAR NO INTRODUCIR LOS DEDOS EN LA MEZCLA.**
- **SE DEBE HACER EN UNA CUBETA DE PLÁSTICO.**
- **NO SE DEBE ARROJAR EL REVELADOR EN EL DESAGÜE. GUARDARLO EN UN RECIPIENTE DE PLÁSTICO OPACO.**

Fabricación “casera” de impresos

Ataque Químico



Tricloruro de hierro



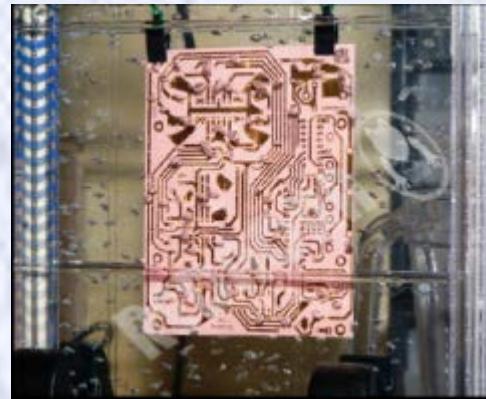
Ataque químico. Sumergir la placa en el ácido para eliminar el cobre innecesario

DURANTE EL ATAQUE QUÍMICO:

- ES NECESARIO UTILIZAR GUANTES DE LÁTEX Y ANTEOJOS PROTECTORES.
- A PESAR DE UTILIZAR GUANTES, PUEDEN TENER POROS. DEBEN UTILIZARSE PINZAS DE PLÁSTICO PARA MANIPULAR LA PLACA Y PROCURAR NO INTRODUCIR LOS DEDOS EN LA MEZCLA.
- SE DEBE HACER EN UNA CUBETA DE PLÁSTICO.
- NO DEBE REALIZARSE EN RECIENTOS CERRADOS Y DEBE HABER VENTILACIÓN.
- NO ARROJAR EL TRICLORURO DE HIERRO AL DESAGÜE.

Fabricación “casera” de impresos

Ataque Químico



Persulfato de Amonio

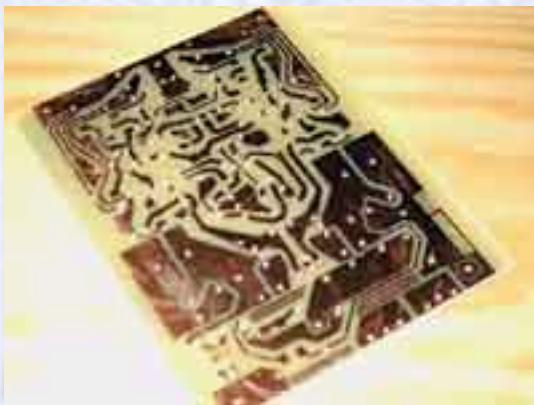
Ataque químico. Sumergir la placa en el ácido para eliminar el cobre innecesario

DURANTE EL ATAQUE QUÍMICO:

- ES NECESARIO UTILIZAR GUANTES DE LÁTEX Y ANTEOJOS PROTECTORES.
- A PESAR DE UTILIZAR GUANTES, PUEDEN TENER POROS. DEBEN UTILIZARSE PINZAS DE PLÁSTICO PARA MANIPULAR LA PLACA Y PROCURAR NO INTRODUCIR LOS DEDOS EN LA MEZCLA.
- SE DEBE HACER EN UNA CUBETA DE PLÁSTICO.
- NO DEBE REALIZARSE EN RECIENTOS CERRADOS Y DEBE HABER VENTILACIÓN.
- NO ARROJAR EL PERSULFATO DE AMONIO AL DESAGÜE.

Fabricación “casera” de impresos

Terminación



Taladrado



Limpieza



Elección del material

- Material FR2 (Resina fenólica / Papel)
 - Productos de producción masiva
 - Se debe tener en cuenta:
 - grado de absorción de humedad
 - Resistencia de aislación
 - Constante dieléctrica
- Material FR4 (Resina epoxi / Fibra de vidrio)
 - Productos de alto grado tecnológico
 - Alta estabilidad dimensional
 - Bajo coeficiente de absorción de humedad
 - Buena resistencia a la temperatura

Elección del material

Características FR2

PROPERTY	TEST METHODS IEC-249.1	TEST CONDITIONING	UNIT	REQUIRED VALUE	STANDARD VALUE
Surface resistance	2.2	C-96/40/90	MΩhm	MINIMUM 1000	60000
Volume resistivity	2.3	C-96/40/90	MΩhm x m	MINIMUM 500	4000
Dissipation factor	2.7	C-96/40/90	---	MAX 0.07	0.04
Dielectric constant	2.7	C-96/40/90	---	MAX 5.5	4.6
Bow	3.1	A	mm	d MAX 38	3
Twist	3.3	A	mm	d MAX 20	4
Peel strength	3.6.2	260°C/10s	N/mm	MIN 1.0	1.71
Blistering (Solder Float)	3.7.2	260°C	sec.	MIN 10	35
Dimensional stability	3.11	E-0.5/150	mm/m	2.0	0.6
Flexural strength	4.1	A	N/cm²	MINIMUM 10000	12500
Flammability UL-94 (Vertical Burning Test)	4.3.4	A E-24/125	---	FV 0 or FV 1 VO	FV 0 94 VO
Water absorption	4.4	E-24/50 + D-24/23	mg	MAX 60	35
Punching processability (Suitable Temperature)	MTL-0043	---	°C	---	40
Comparative tracking index	IEC-112	---	V	---	250
Shear strength	DIN 7735	---	N/mm²	---	64
Approvals: Underwriters Laboratories Inc. File nr. E 90646					
Note: Test panel thickness is 1,6 mm/1 oz, single side.					

* MTL - 0043 : Internal test method based on DIN rules.

Designation of Conditioning:
Number code:

1st number: Duration of conditioning in hours
2nd number: Conditioning temperature in centigrade
3rd number: Relative humidity

A: As received
C: Humidity conditioning
D: Immersion conditioning in distilled water
E: Temperature conditioning

Características FR4

	TEST METHODS MIL-S 13949	TEST CONDITIONING	UNIT	REQUIRED VALUE	STANDARD VALUE
Bow	3.7.2.1	A	%	MAXIMUM 1.5	0.40
Twist	3.7.2.1.	A	%	MAXIMUM 1.5	0.50
Peel strength after solder float	0.5 oz 1 oz 2 oz 3.7.4	288°C/10s	lb/in	> = 6 > = 8 > = 11	8 10 11
Peel strength after elevated temperature	0.5 oz 1 oz 2 oz 3.7.4	E-2/125	lb/in	> = 4 > = 5 > = 6	5.5 7 6
Peel strength after exposure to plating solutions	0.5 oz 1 oz 2 oz 3.7.4	---	lb/in	> = 4.5 > = 7 > = 9	8 10 11
Surface resistivity	3.7.5	C-96/35/90	MΩhm	MINIMUM 10 E4	10 E7
Volume resistivity	3.7.5	C-96/35/90	MΩhm x cm	MINIMUM 10 E6	10 E8
Water absorption	3.7.7	E-01/105 + D-24/23	%	MAX 0.35	0.15
Dielectric Breakdown parallel to lamination (step by step)	3.7.8	D-48/50 + D-0.5/23	kV	> = 40	> 45
Dissipation factor	3.7.10	D-24/23	---	MAX 0.035	0.02
Dielectric constant	3.7.10	D-24/23	---	MAX 5.4	4.5
Flexural strength	3.7.12	A	lb/in²	MINIMUM 50000	60000
Arc Resistance	3.7.13	D-48/50 + D-0.5/23	sec	> = 60	80
Flammability UL-94 (Vertical Burning Test)	3.7.14	E-24/125	---	VO	94 VO
Approvals: Underwriters Laboratories Inc. File nr. E 90646 Defense Logistics Agency (MIL-S 13949)					
Note: Test panel thickness is 1,6 mm/1 oz, single side.					

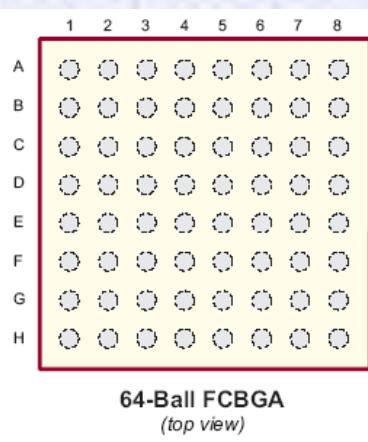
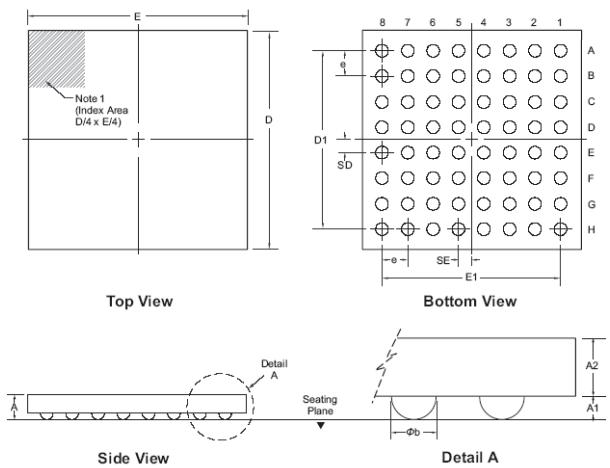
LCI FI-UBA

<http://laboratorios.fi.uba.ar/lci/especificaciones.html>

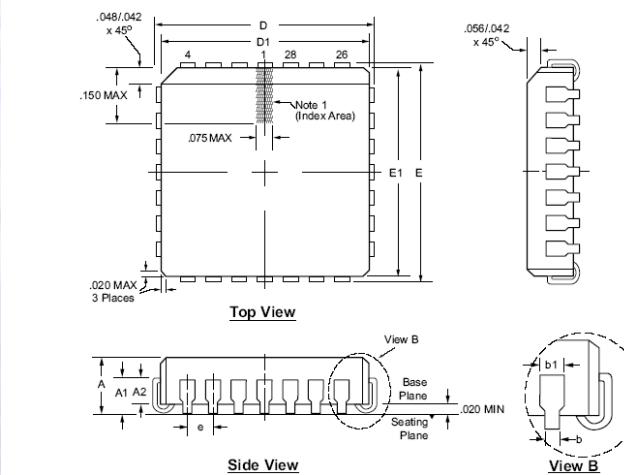
- El tamaño máximo de placa que se puede hacer es de 29cm x 19cm. Los materiales utilizados son en simple faz FR2 y en doble faz FR4.
- **Pistas (tamaños mínimos):** 12 mils de ancho de pista.
- 12 mils de separación entre pistas.
- 12 mils de separación entre pads y pistas.
- Diámetro del pad o vía= Diámetro del agujero + 24 mils.
- Tamaños de mechas para realizar los agujeros en la placa: 0,7mm; 0,8mm; 1mm; 1,1mm; 1,3mm; 3mm.
- El laboratorio no cuenta con el proceso de PTH (Plated Through Hole).
- **Archivos necesarios:**
 - **Gerber** del bottom.
 - **Gerber** del top (en el caso que sea doble faz).
 - **Drill**
 - **PDF o PS** del bottom en negativo.
 - **PDF o PS** del top en negativo (en el caso que sea doble faz).

Soldadura y Desoldadura de Componentes Electrónicos

64-Ball FCBGA Package Outline
8x8mm body, 2.45mm height (max.), 0.80mm pitch



28-Lead PLCC Package Outline
.453x.453in body, .180in height (max.), .050in pitch

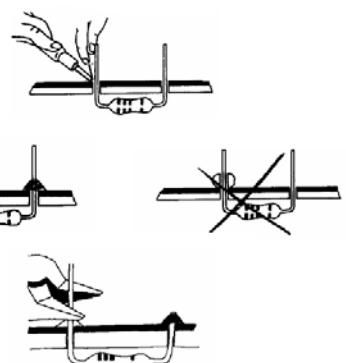


Selección de la temperatura de la punta

Fusión rápida y controlable sobre la soldadura.

Fusión completa de 2 a 5 seg.

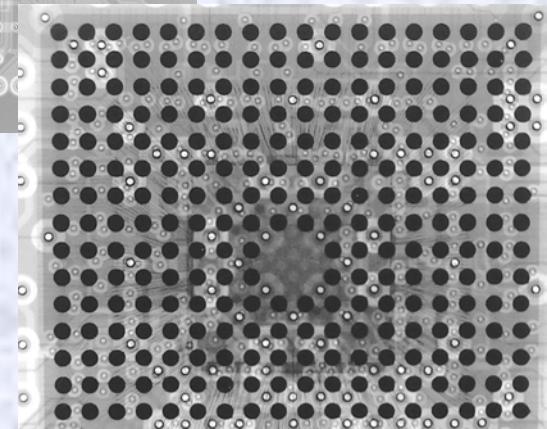
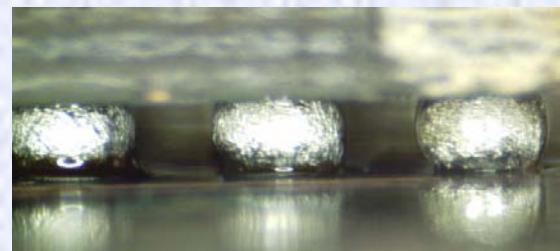
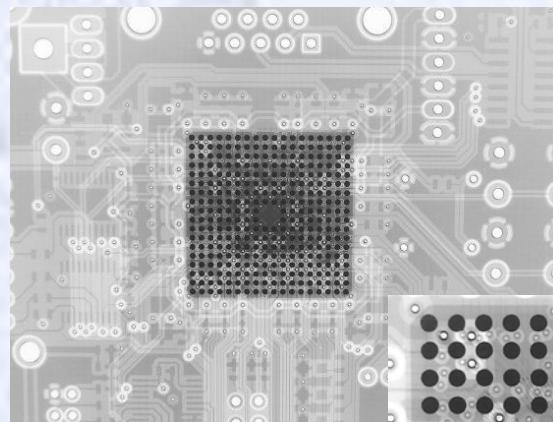
Temperatura entre 315° a 400° (según la aplicación)



Soldadura y Desoldadura de Componentes Electrónicos



Soldadura y Desoldadura de Componentes Electrónicos



Soldadura e inspección de un chip BGA

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO

DISEÑO CONCEPTUAL

- 1.Comprende el problema a resolver
- 2.Análiza los requerimientos del usuario
- 3.Define los requerimientos técnicos
- 4.Define y Analiza las especificaciones funcionales y de diseño*
- 5.Releva y Analiza soluciones existentes
- 6.Propone alternativas de diseño y selecciona una solución adecuada
- 7.Tiene en cuenta qué mediciones deberán realizarse, cómo se realizarán y los recursos necesarios
- 8.Plantea los diagramas en bloques del sistema y sub-sistemas*
- 9.Explica y Comprende el funcionamiento del sistema y sub-sistemas.*

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO

DISEÑO CIRCUITAL

- 1.Explora distintos circuitos y analiza CORRECTAMENTE su funcionamiento*
- 2.Calcula CORRECTAMENTE TODOS los componentes de circuitos individuales y las condiciones de funcionamiento*
- 3.Investiga y selecciona los componentes
- 4.Valida y optimiza el diseño mediante simulaciones y mediciones, y determina todos los parámetros de funcionamiento de los circuitos
- 5.Determina si las especificaciones del circuito son alcanzables*
- 6.Realiza las simulaciones, indica y explica los circuitos simulados, los puntos de medición, los parámetros utilizados y los resultados obtenidos
- 7.Realiza mediciones, indica y explica los circuitos implementados, las mediciones realizadas, los instrumentos utilizados y los resultados obtenidos*
- 8.Realiza los diagramas esquemáticos con las referencias de todos sus componentes
- 9.Realiza el listado de componentes indicando referencia, descripción, valor, parámetros, fabricantes y posibles proveedores para cada componente.

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO

INTEGRACIÓN

1. Analiza mínimamente los condicionantes eléctricos (SE y CEM), mecánicos (vibraciones y rigidez) y térmicos (dissipación de los componentes)*
2. Diseña los circuitos impresos de acuerdo a las reglas básicas de ruteo*
3. Dimensiona el montaje de los distintos módulos, los puntos de fijación, los mecanismos de dissipación y el conexionado
4. Muestra en detalle la localización de los componentes, el diagrama de conexionado y el ensamblado del prototipo
5. Presenta el diagrama esquemático COMPLETO, listado de componentes y partes COMPLETO y el listado de proveedores*
6. Realiza pruebas funcionales y ambientales básicas, indicando el procedimiento de ensayo y los resultados obtenidos
7. Analiza los modos y efectos de falla de cada componente
8. Determina la confiabilidad de los componentes
9. Optimiza el diseño en base a los resultados de los puntos anteriores.

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO

MEDICIONES Y OPTIMIZACIÓN

1. Diseña un plan de ensayos funcionales y ambientales*
2. Diseña un plan de ajustes y verificaciones para la puesta en marcha*
3. Realiza correctamente las mediciones de todos los parámetros de funcionamiento *
4. Presenta los instrumentos utilizados, los bancos de medición, procedimientos y los resultados
5. Analiza los resultados de las mediciones
6. Compara las especificaciones técnicas con los parámetros caracterizados de acuerdo al plan de ensayos
7. Compara valores calculados, simulados y medidos
8. Analiza los objetivos alcanzados y hace recomendaciones para futuros diseños
9. Optimiza el diseño en base a los resultados de las mediciones para cumplir con las especificaciones.