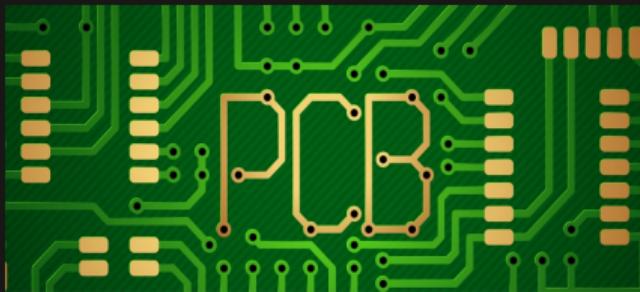


Fundamentos de diseño de circuitos impresos

Diseño de dispositivos para el IoT



Marco Teran
Universidad Sergio Arboleda

2023

Contenido

- 1 Componentes de protección
- 2 Flujo de diseño de circuitos impresos
- 3 Planeación
- 4 Pasos para diseñar una PCB
- 5 Diseño de PCB manufacturables
- 6 Normas de diseño de circuitos impresos
- 7 Creación de componentes
- 8 Colocación de componentes
 - Ancho de pista y enrutamiento

Componentes de protección

Fusibles

Fusibles

Componentes electrónicos que se utilizan para proteger circuitos eléctricos de corriente excesiva, limitando el paso de la corriente eléctrica cuando su valor supera un umbral determinado. Se componen de un material conductor de baja fusión que se rompe cuando la corriente eléctrica que circula por él supera un cierto valor, interrumpiendo así el flujo de corriente y evitando daños en el circuito.

- Protegen los circuitos eléctricos de sobrecargas y cortocircuitos.
- Existen diferentes tipos de fusibles, según su capacidad de interrupción y su tiempo de respuesta.
- Los fusibles se seleccionan en función de la corriente y la tensión del circuito en el que se van a utilizar.



Fusibles



Figura 1: Diferentes tipos de fusibles.

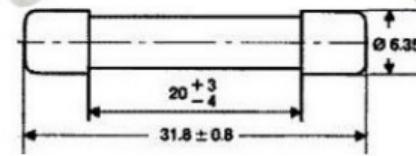
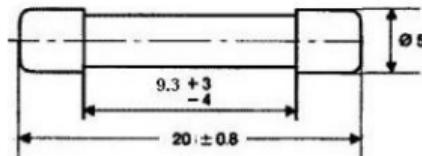
- Fusibles de acción rápida (fast-acting fuses)
- Fusibles de acción lenta (time-delay fuses)
- Fusibles de alta potencia (high-power fuses)
- Fusibles de vidrio (glass fuses)
- Fusibles de cartucho (cartridge fuses)
- Fusibles de cerámica (ceramic fuses)
- Fusibles de montaje superficial (surface mount fuses)
- Fusibles reseteables (resettable fuses)

Fusibles de cristal

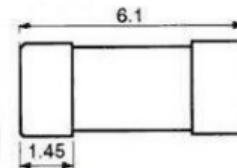
5x20mm



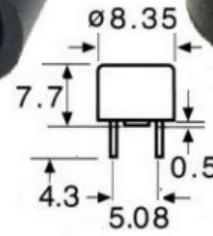
6x32mm



Fusibles NANO SMD



Fusible miniatura TR5



Fusibles



Fusible *



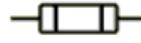
Fusible



Fusible



Fusible



Fusible



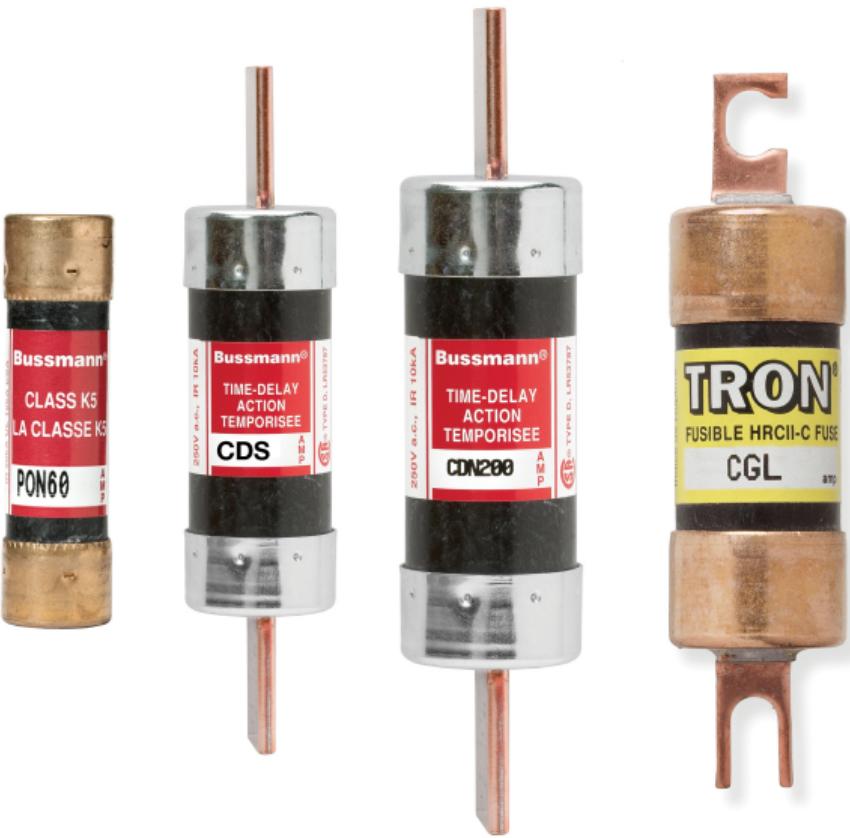
Fusible de
operación lenta



Fusible de
operación rápida

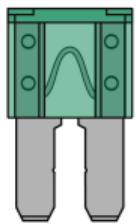
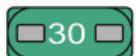


El lado ancho, es
el lado de la red

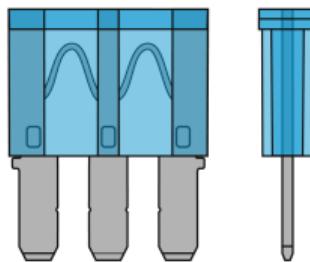


Blade type fuse

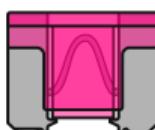
Micro2 fuse



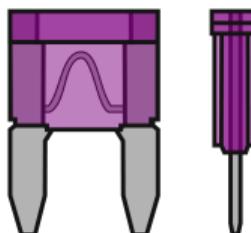
Micro3 fuse



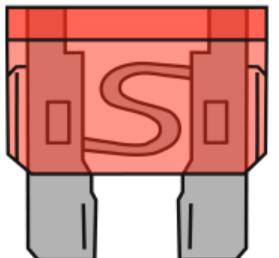
Low-profile
mini fuse



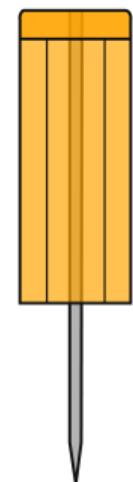
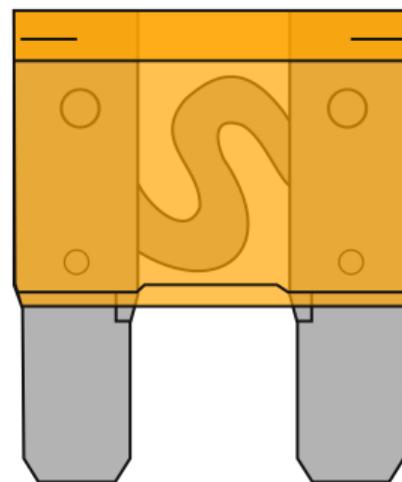
Mini fuse



ATO (regular) fuse



Maxi fuse



Descargadores de tensión

Los dispositivos electrónicos son susceptibles a la descarga electrostática (ESD), la cual puede dañarlos permanentemente. La protección contra ESD es una medida esencial para garantizar la durabilidad y fiabilidad de los circuitos electrónicos.

Descargadores de tensión

L

os Descargadores de Tensión, también conocidos como Arresters, son dispositivos utilizados para proteger los equipos eléctricos y electrónicos de las sobretensiones. Se colocan en paralelo con los equipos que se desean proteger, y en caso de que se produzca una sobretensión, el descargador actúa como una vía de escape para la corriente de alta energía, protegiendo así los equipos.

- Los Descargadores de Tensión son capaces de soportar grandes picos de corriente durante un corto periodo de tiempo.
- Estos dispositivos tienen una respuesta muy rápida a las sobretensiones, lo que los hace ideales para proteger equipos sensibles como los electrónicos.
- Son capaces de proporcionar una protección continua a los equipos, lo que los hace ideales para instalaciones de larga duración.



Descargadores de tensión

Tipos:

- Descargadores de Tensión de Óxido de Zinc (ZnO): son los más comunes y se utilizan para proteger equipos eléctricos y electrónicos de baja y alta tensión.
- Descargadores de Tensión de Carburo de Silicio (SiC): son más resistentes que los de ZnO y se utilizan para proteger equipos de alta tensión, como transformadores y líneas de transmisión de energía.
- Descargadores de Tensión de Óxido Metálico (MOV): son dispositivos de bajo costo y se utilizan en aplicaciones de baja y media tensión para proteger equipos electrónicos y eléctricos.
- Descargadores de Tensión de Gas: estos dispositivos utilizan gas como medio de extinción de arco y se utilizan para proteger equipos de alta tensión y sistemas de potencia.



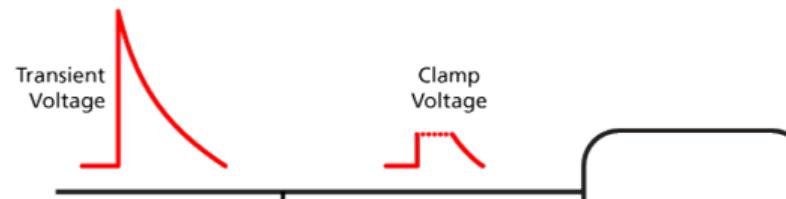
Diodos de protección contra descarga electrostática (ESD)

L

os diodos de protección contra descarga electrostática (ESD) son dispositivos electrónicos diseñados para proteger los circuitos electrónicos de los daños causados por la descarga electrostática. Estos diodos son comúnmente utilizados en los circuitos integrados para prevenir daños a los mismos.

Características principales:

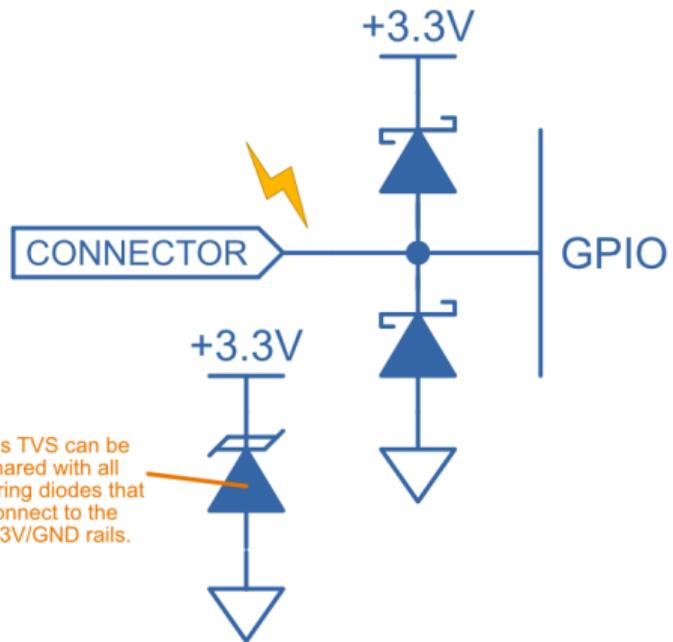
- Rápida respuesta de clamping: Los ESD protection diodes tienen una respuesta rápida para proteger el circuito integrado de la sobretensión causada por la descarga electrostática.
- Alta capacidad de corriente de pico: Los ESD protection diodes tienen una alta capacidad de corriente de pico para manejar grandes cantidades de energía generadas por la descarga electrostática.
- Baja capacitancia: Los ESD protection diodes tienen baja capacitancia para evitar la degradación del rendimiento del circuito integrado.

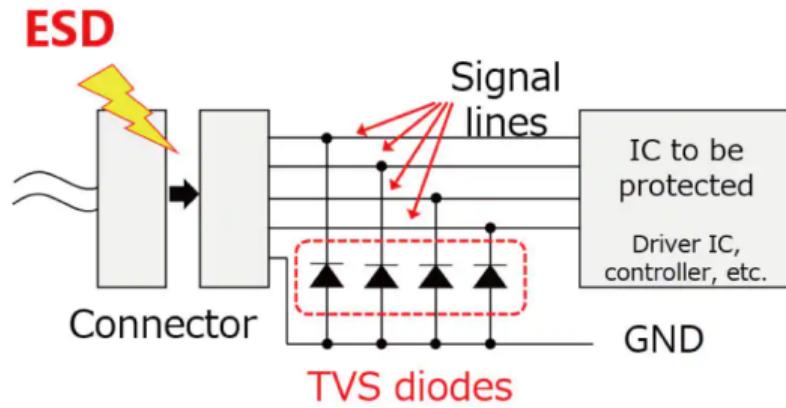


Tipos de ESD diodos

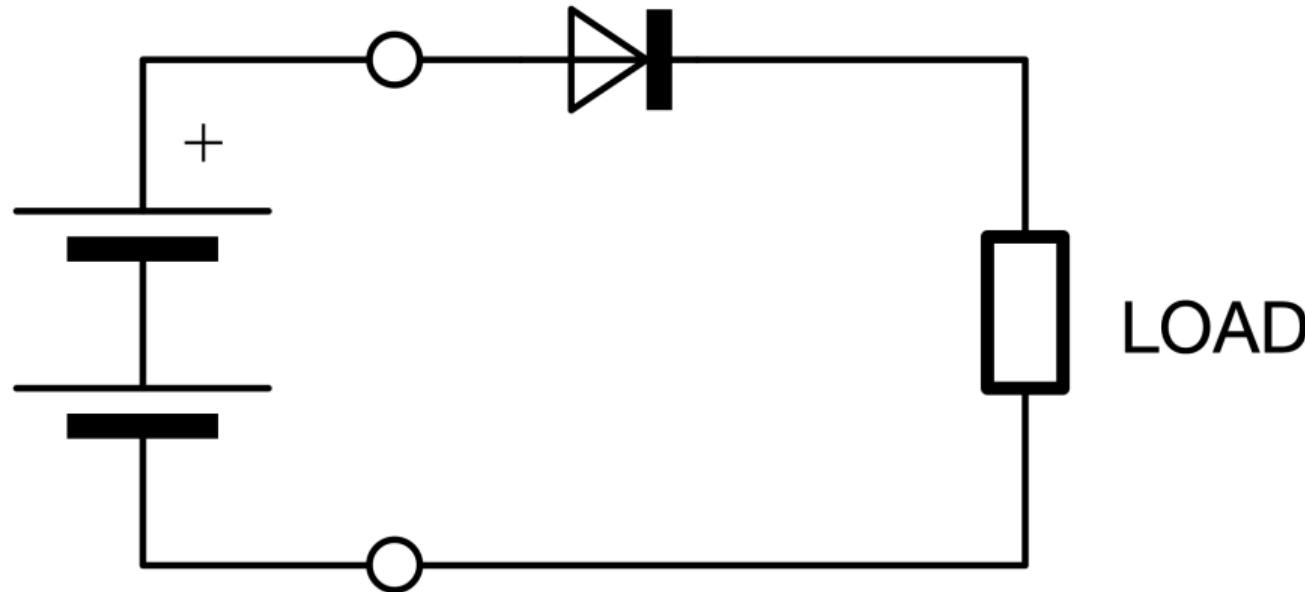
- Diodos de unión PN: los diodos de unión PN son los más comunes y están diseñados para operar en el rango de voltajes bajos a medios.
- Diodos de protección TransZorb: los diodos TransZorb son diodos de unión PN que tienen una mayor capacidad de corriente de pico y se utilizan en circuitos con un rango de voltaje más amplio.
- Diodos de protección TVS: los diodos de protección TVS son similares a los TransZorb, pero tienen una capacidad de corriente de pico aún mayor y se utilizan en aplicaciones de alta tensión.

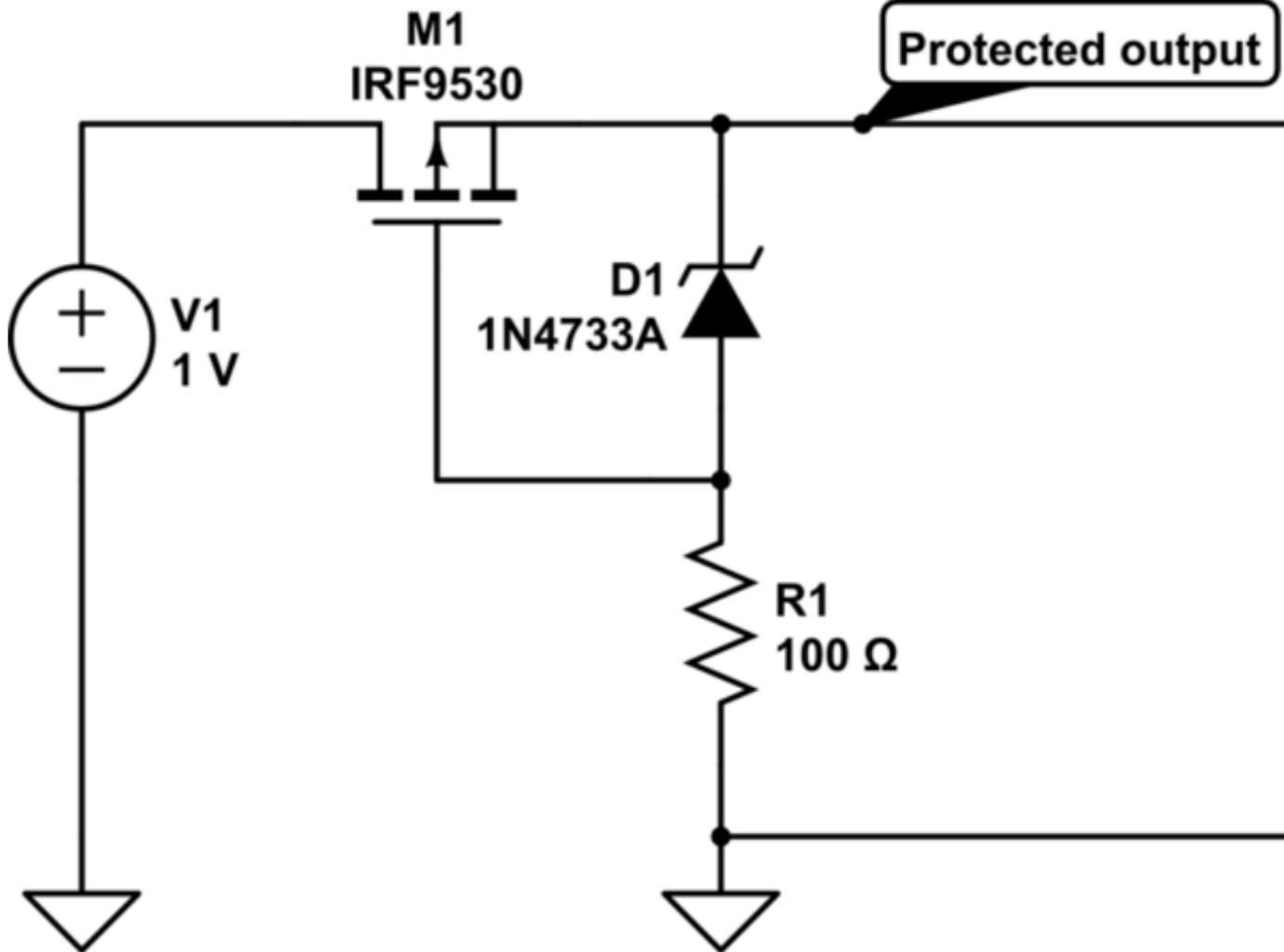






Protección contra tensión inversa

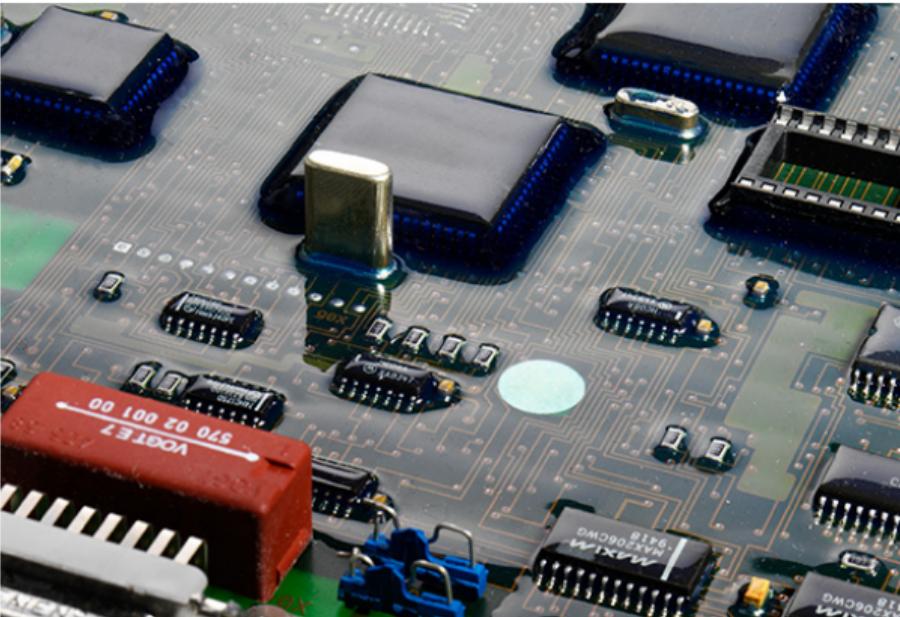




Protección mecánica

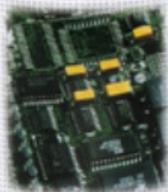


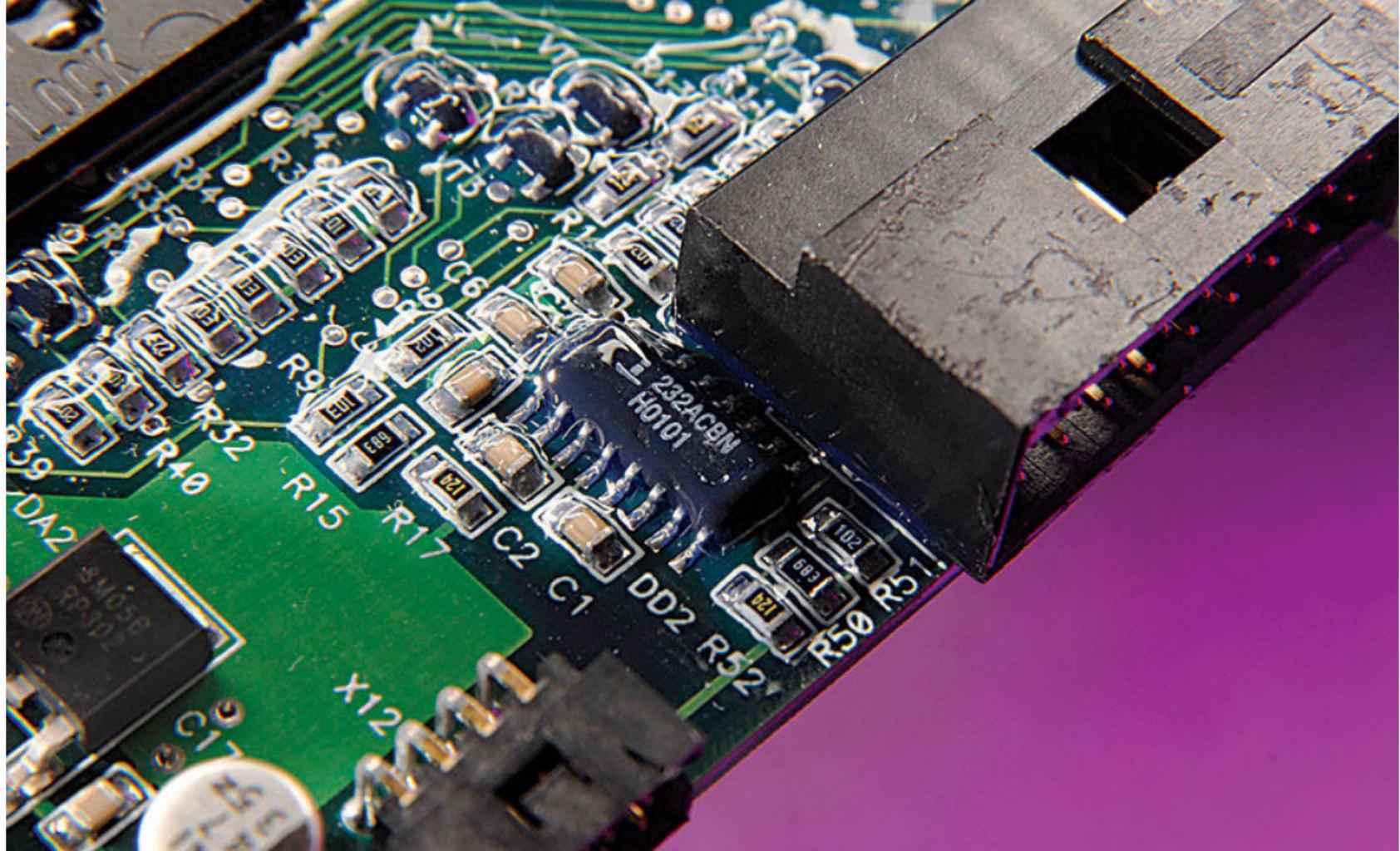


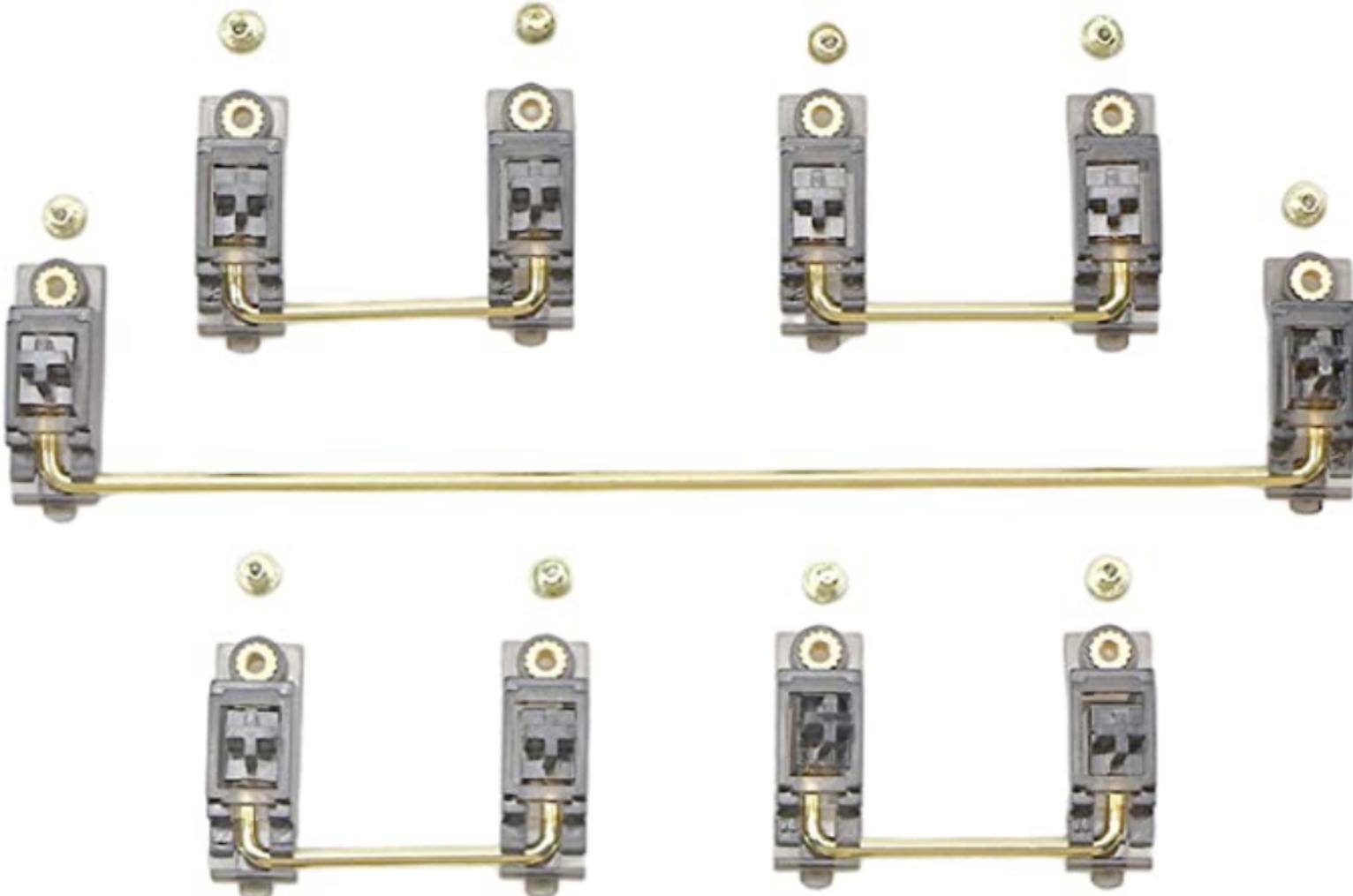


IT-1084

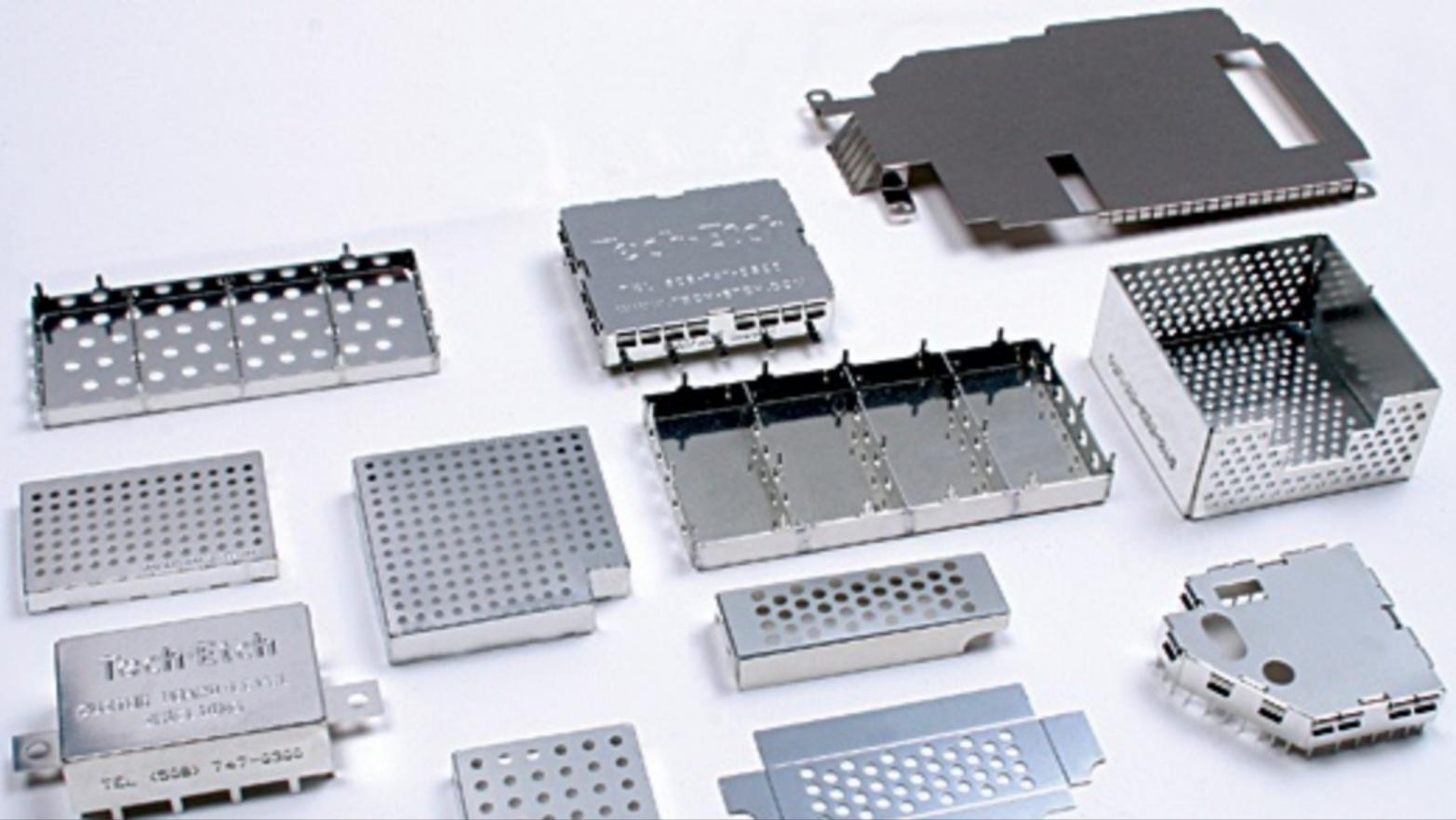
**PCB
PROTECTION
SPRAY**

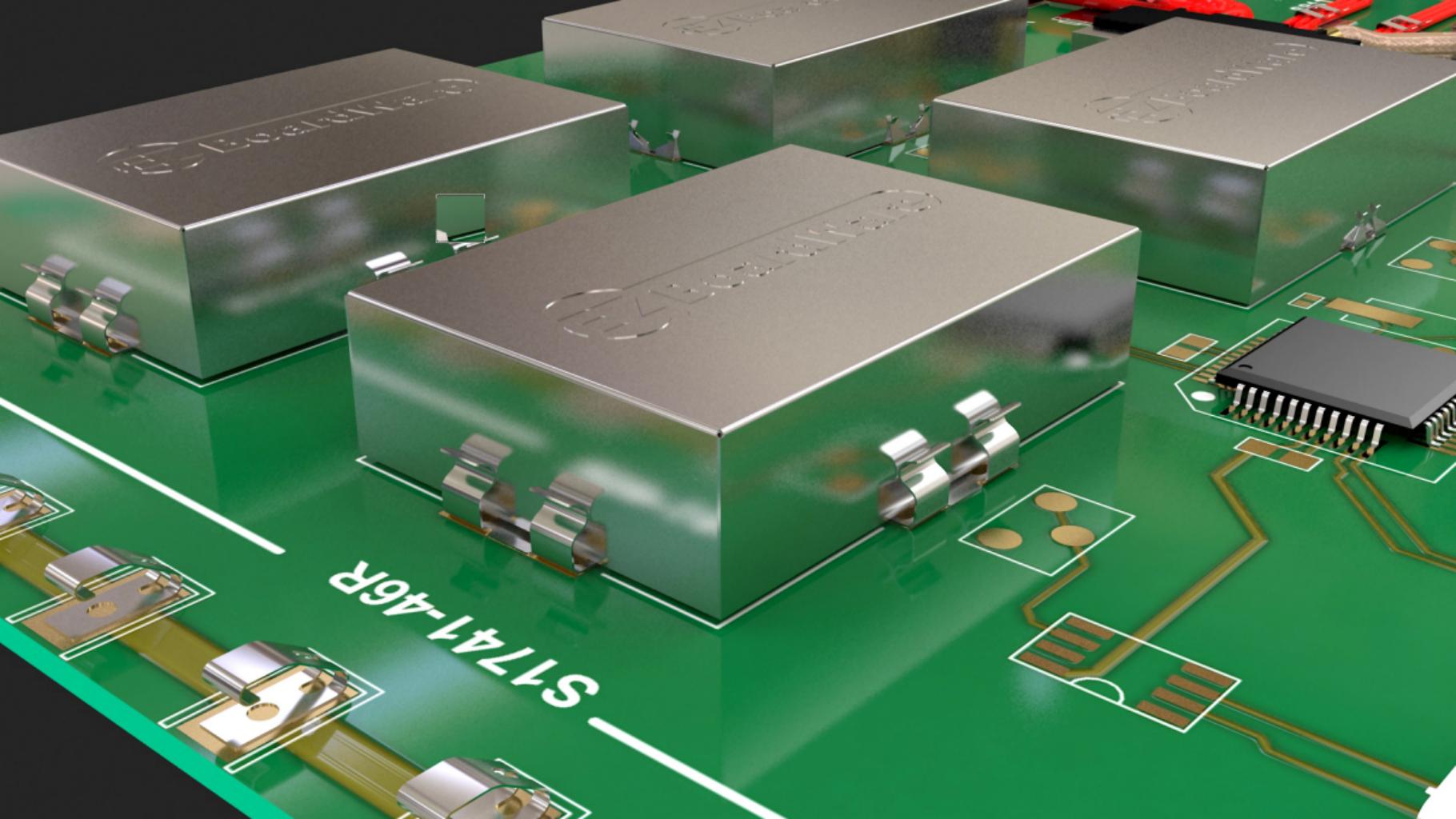


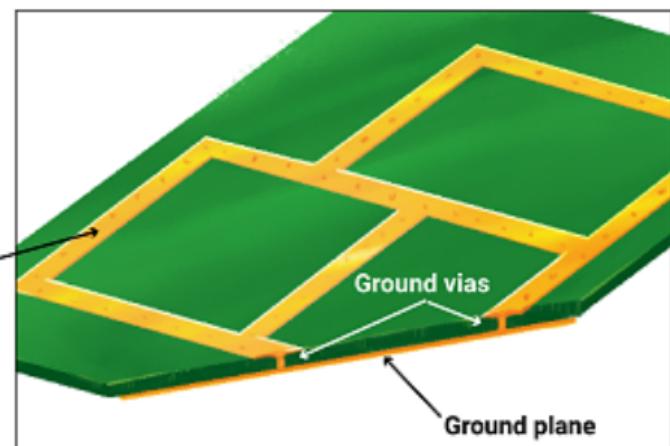
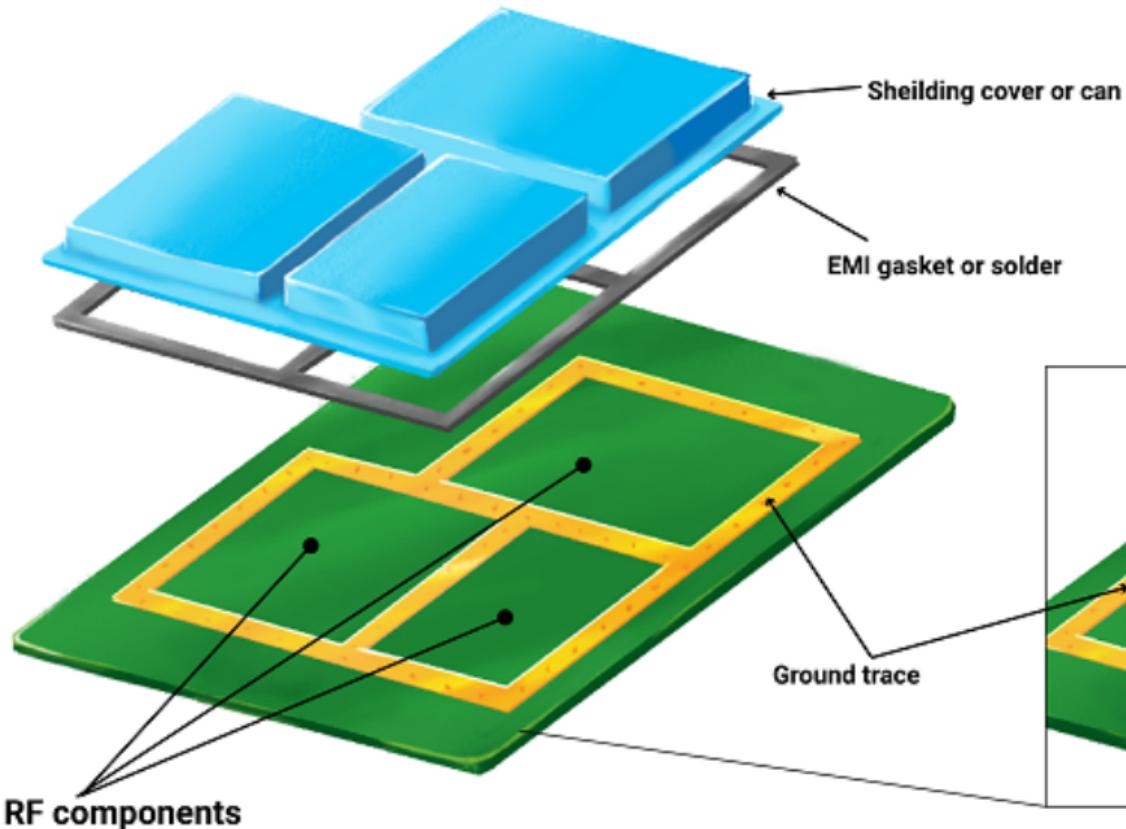


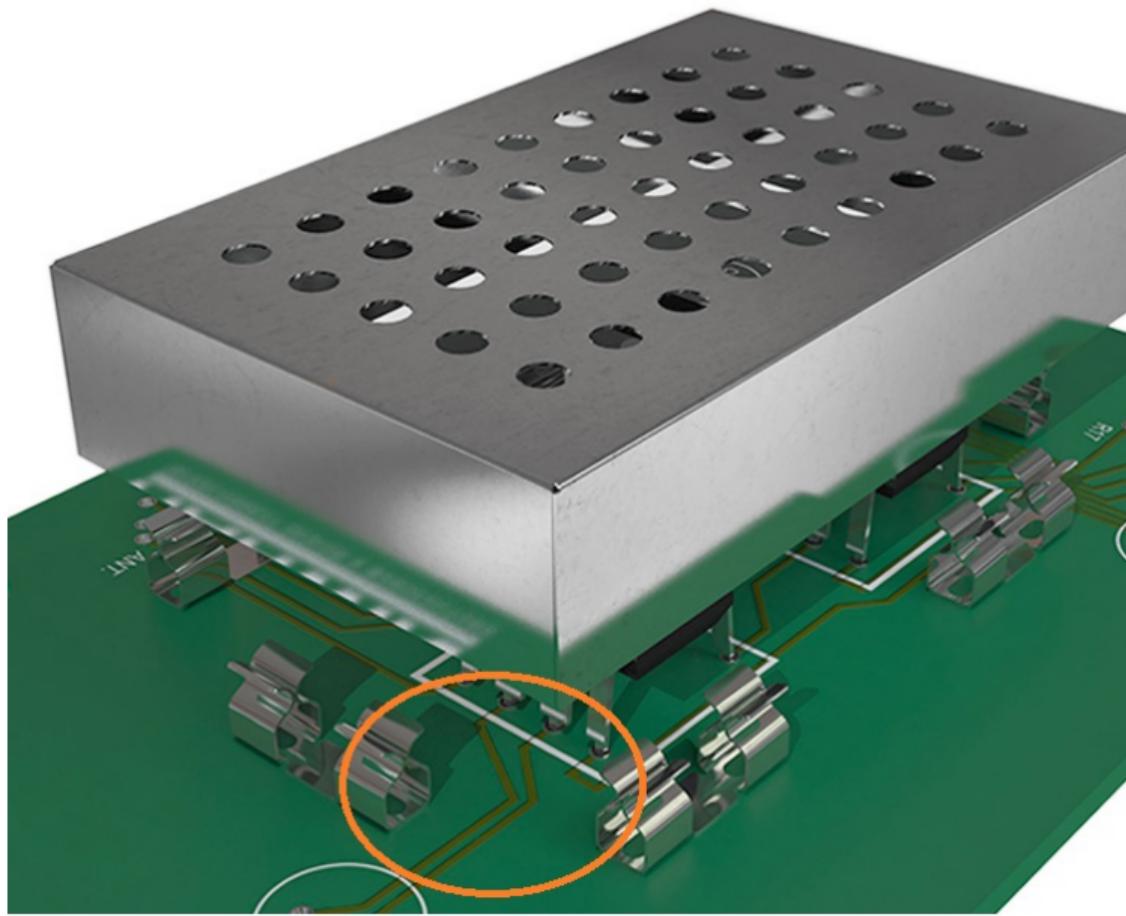


Protección EMI









Flujo de diseño de circuitos impresos

Planeación

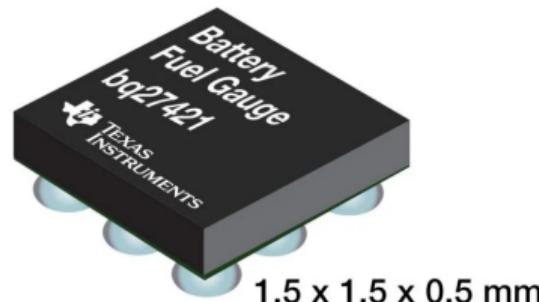
Brainstorming: lluvia de ideas

- Objetivo: generar tantas ideas como sea posible!
- Utilice las "necesidades" como guía aproximada
- No (todavía) estar limitado por restricciones o requisitos formales
- Idealmente, una lluvia de ideas en un grupo para que surja la diversidad de perspectivas



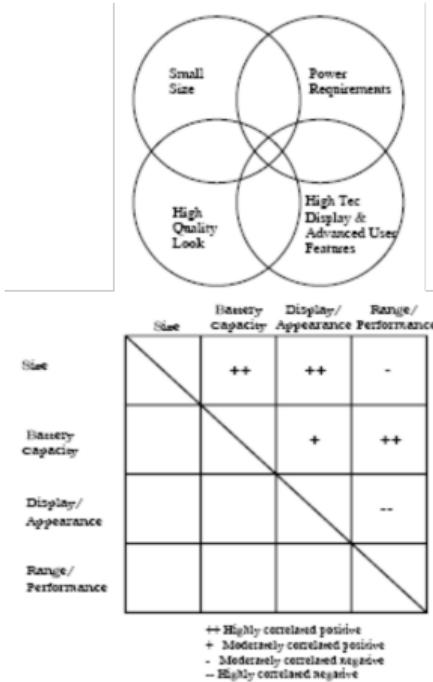
Ejemplo de lluvia de ideas: medición de energía en redes de sensores

- Necesidad: medir la energía consumida por una mota
- Lluvia de ideas
- Conceptos de diseño resultantes:
 - Batería de un solo chip "fuel gauge"
 - Resistive Current Sensing;
 - Resistencia de detección de lado alto + procesamiento de señal |
 - Resistencia de detección de lado bajo + procesamiento de señal
 - Regulador de conmutación modulado por frecuencia de pulso



Los requisitos y las limitaciones a satisfacer

- Clasificación de los requisitos:
 - Funcionalidad
 - Performance
 - Usabilidad
 - Fiabilidad
 - Capacidad de mantenimiento
 - Costos
- Los requisitos pueden estar en desacuerdo



Los requisitos y las limitaciones a satisfacer

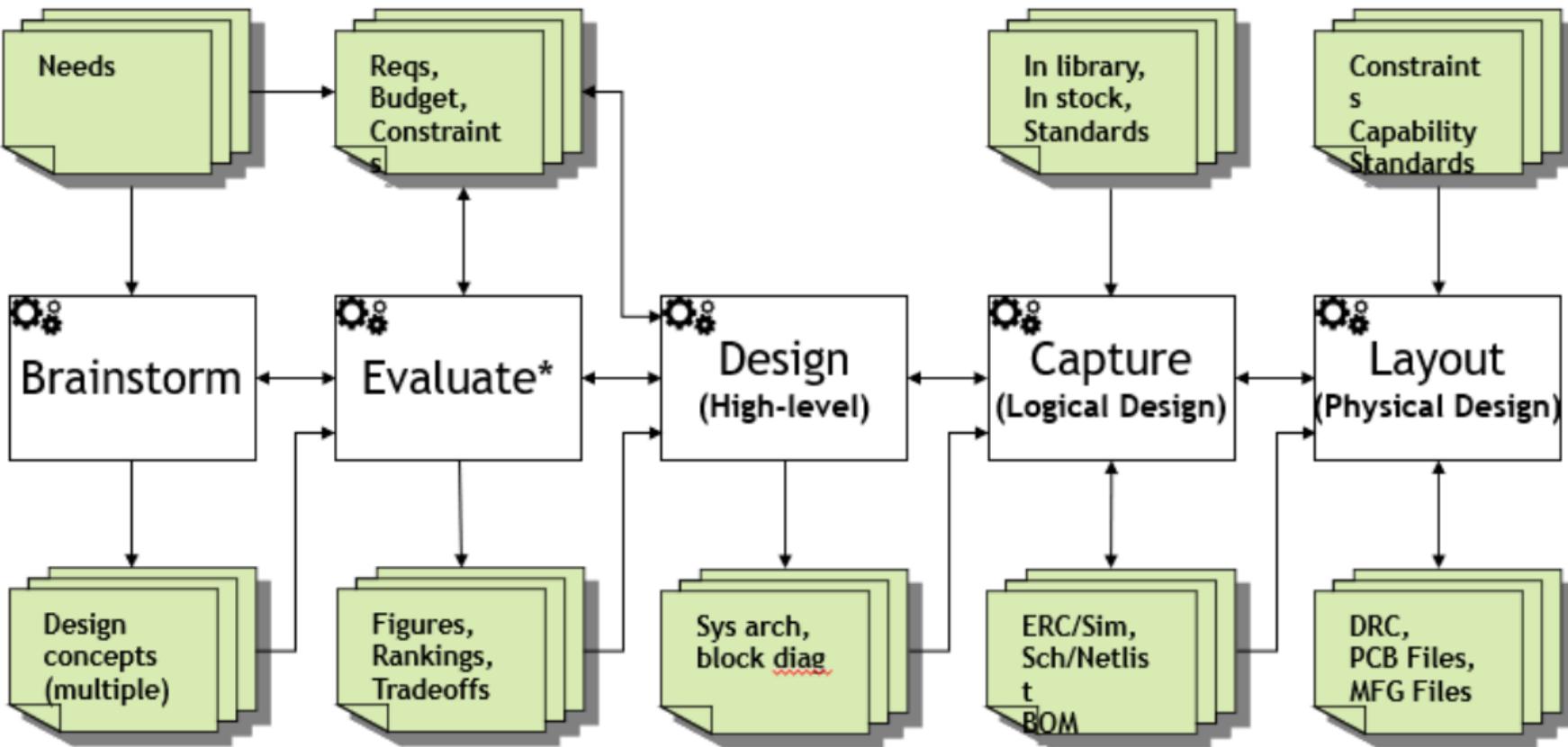
- **Objetivo:** identificar a los mejores candidatos para llevar adelante
- Usar requisitos y restricciones como métrica
- Obtener la participación de las partes interesadas en las decisiones
- Considerar también
 - Tiempo de salida al mercado
 - Factores económicos
 - Costes de ingeniería no recurrente (NRE)
 - Unit cost
 - Familiaridad
 - Opciones de segunda fuente
- Si ninguno de los candidatos pasa, dos opciones:
 - Volver a la lluvia de ideas
 - Ajuste los requisitos (aunque es difícil cambiar las necesidades)

Diseñar

- Traducir un concepto en un diagrama de bloques
- Traducir un diagrama de bloques en componentes
- De arriba hacia abajo
 - Comenzar a un alto nivel y descomposición recursiva
 - Definir claramente la funcionalidad del subsistema
 - Definir claramente las interfaces de subsistemas
- Ascendente
 - Comience con los bloques de construcción y el aumento de la integración
 - Añadir "pegamento lógico." entre los bloques del sistema
- Combinación
 - Bueno para diseños complejos con subsistemas de alto riesgo

Diseñar

- El diseño puede ser difícil
- Se deben tomar muchas decisiones importantes
- ¿Sensado analógico o digital?
 - ¿Fuente de alimentación de 3.3V o 5.0V?
 - ¿Componentes single-chip o discretos?
- Hay que analizar muchas alternativas
 - ¿Mayor resolución o menor potencia?
 - ¿Mayor tasa de bits o mayor alcance, dada la misma potencia?
- Las decisiones pueden estar acopladas y ser de largo alcance
- Un cambio puede repercutir en todo el diseño
 - Evite estos diseños, si es posible
 - Difícil en diseños complejos y altamente optimizados



*evaluate through models,
prototypes, and discussions

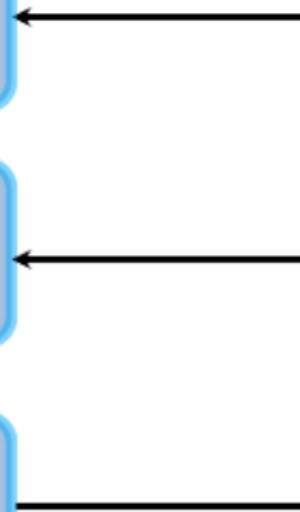
Schematic Capture

Place Components

Route Traces

Generate Gerbers

Fab!



Iteration

Pasos para diseñar una PCB

Decida qué funcionalidad necesita

- Convierta esa funcionalidad en pequeños módulos
 - Sensado de movimiento -> IMU
 - Comunicarse con el teléfono -> módulo Bluetooth
- Investigue los componentes de cada módulo
 - Lea siempre las hojas de datos
 - Compruebe que las huellas son soldables
- Elija un procesador o embebido que pueda interactuar con sus módulos y que cumpla con otros requisitos
 - Intente no elegir algo demasiado complicado

Realice el esquemático del sistema

- Confirme que cada pieza tiene un símbolo esquemático y una huella
 - Si no los tiene, haz los tuyos propios
- Coloque todas las piezas en el esquema y conéctelas
- Recuerda añadir muchos tapones de derivación
- Comprueba los errores para asegurarte de que todo está bien conectado

Realice la PCB

- Comprobar las normas y reglas de diseño
- Coloque las piezas en un lugar razonable (minimice las rats nest, conexiones incompletas entre huellas)
- Utilizar zonas de cobre para la alimentación y la tierra
- Rutear las rutas restantes (utilizar una anchura mayor para la corriente alta)
- Compruebe el DRC

Cosas que necesito para empezar

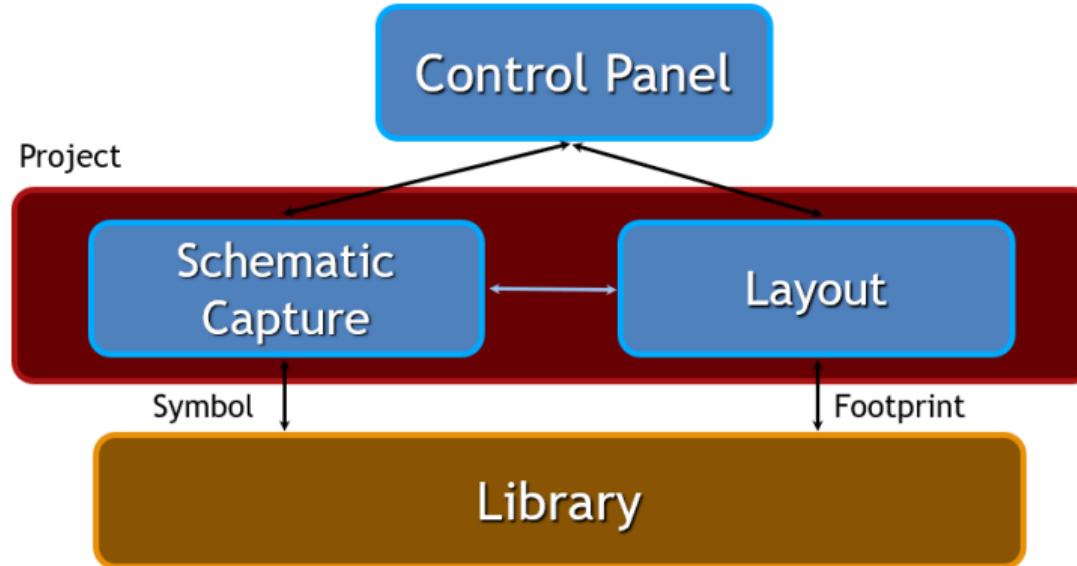
■ Un Plan

- Diagrama de bloque / Bosquejo de servilleta
- Selección de componentes
- Conexiones y consideraciones de prueba
- Consideraciones de potencia y rendimiento

■ Un nuevo proyecto

■ Acceso a las bibliotecas

Una herramienta CAD para diseñar un tablero



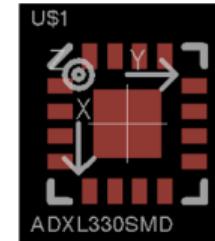
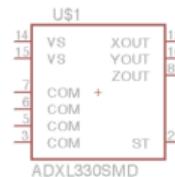
Componente

Símbolo + Huella + Dispositivo = Componente

Symbol
Sym

Device
Dev

Footprint
Pac



La captura esquemática

La captura esquemática convierte un diagrama de bloques en un diseño detallado

■ Selección de piezas

■ ¿En la librería?

- **Sí:** genial, ¡úsalo! (**¡PERO VERIFICA PRIMERO!**)
- **No:** debe crear un símbolo esquemático.

■ ¿En stock?

- **Sí:** genial, puede usarlo!
- **No:** elige un parque diferente (**VERIFICAR TIEMPO DE ESPERA**)

■ ¿Bajo presupuesto?

■ ¿Voltaje correcto? Cuidado: 1.8V, 3.3V, 5.0V

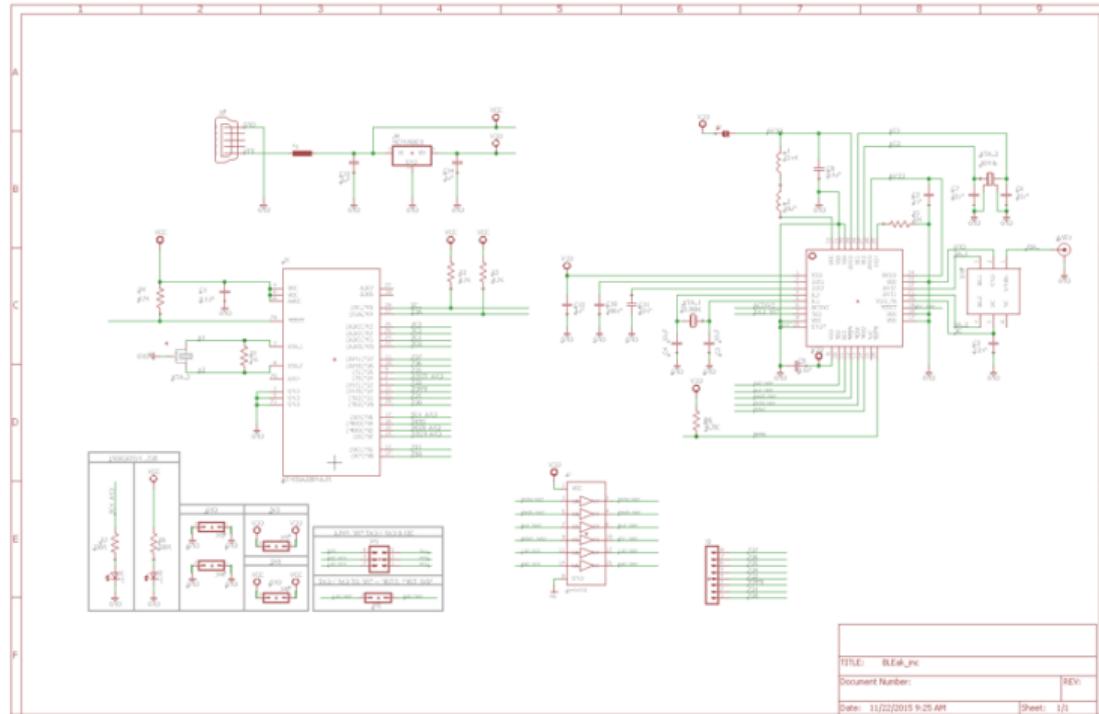
■ Plan de trabajo aproximado

■ Colocar las partes

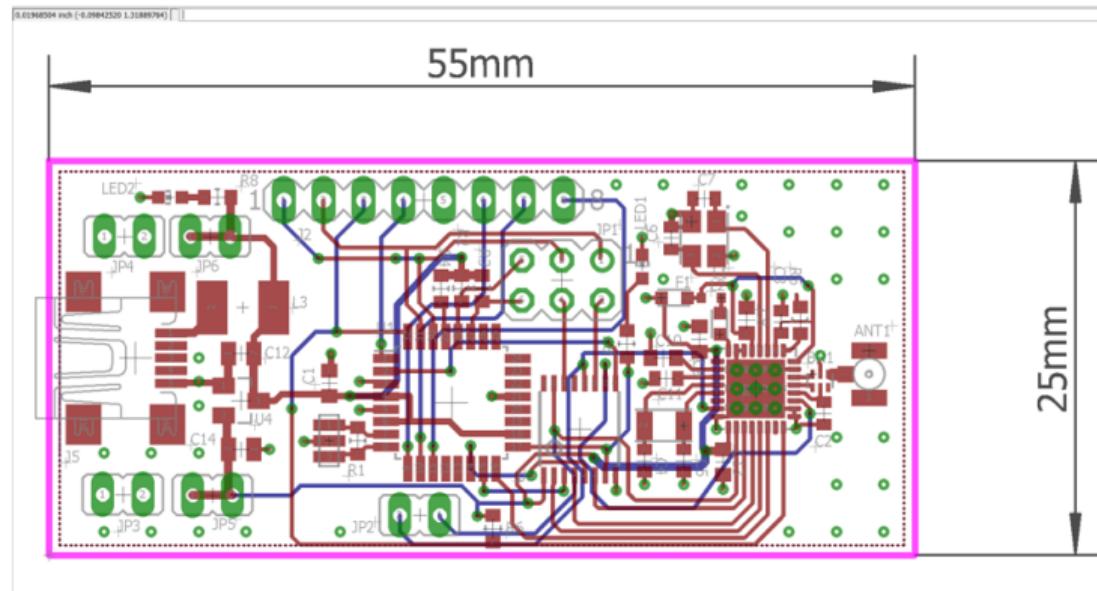
■ Conectar las partes

■ Establecer pautas de diseño (p. ej., trazas de 50 ohmios, etc.)

El flujo de trabajo del diseño de circuitos: Captura de esquemáticos



El flujo de trabajo del diseño de circuitos: diseño de PCB



Diseño de PCB manufacturables

Enfoque: El mundo no es ideal

- El cobre NO es un súper conductor, ni es soldadura
- El cobre no puede llevar cantidades infinitas de corriente
- ¡Los pads tienen que ser soldables! Debe pensar en la línea de montaje
- Las rutas de la PCB tienen resistencia, impedancia, inductancia
- Los pines y pads tienen capacitancia, impedancia
- Las vías son inductivas, capacitivas
- El acoplamiento ocurre entre pistas, zonas de cobre, planos, etc.
- El ruido se propaga a lo largo de las rutas de señal, planos de tierra
- Cuidado con los amplificadores
- Señales y componentes digitales son ruidosos
- Un circuito analógico es susceptible al ruido
- Las antenas lo oyen todo

Diseño de PCB

El diseño es el proceso de transformación de un esquema (**netlist**) en un conjunto de Gerber y archivos de perforación adecuados para la fabricación

- Entrada: esquemático (o netlist)
- Utiliza: librerías de partes
- Salidas
 - Gerbers photoplots (capas top, bottom, middle layers)
 - Copper
 - Soldermask
 - Silkscreen
 - Archivos de taladro (NC drill files)
 - Aperturas
 - Posiciones X-Y
 - Dibujos de manufactura
 - Nombre del componente y ubicación
 - Archivo de selección y lugar (Pick and place)
- Acciones
 - Crear piezas
 - Definir el esquema de la junta
 - Planificación del suelo
 - Definir capas
 - Colocación de piezas
 - Enrutamiento manual (planos de tierra/suministro, señales de RF, etc.)
 - Autoenrutamiento (señales no críticas)
 - Verificación de las normas de diseño (RDC)

Diseño de PCB

Las restricciones de diseño pueden afectar el tamaño de la placa, la colocación de componentes y la selección de capas

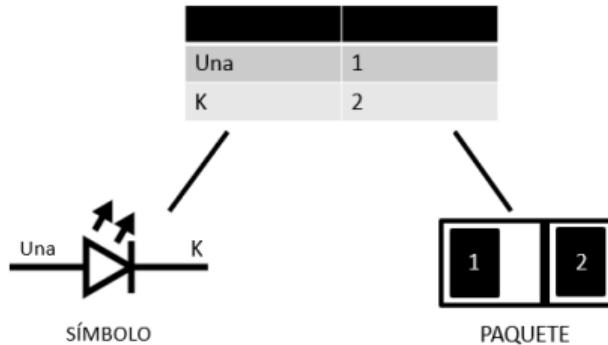
- Las restricciones son requisitos que limitan el espacio de diseño (esto puede ser muy bueno)
- Ejemplos
 - El sensor de humedad debe estar expuesto
 - El circuito debe ajustarse a una huella dada
 - El sistema debe funcionar desde una fuente de alimentación de 3V
- Algunas restricciones son difíciles de satisfacer, pero fáciles de acomodar si hay buena negociación.
- Consejo: el requerimiento de "hacerlo lo más pequeño posible" no es una restricción. Más bien, es una receta para un diseño altamente denso y complejo.

Normas de diseño de circuitos impresos

Creación de componentes

Creación de componentes

Dispositivo - símbolo - Paquete

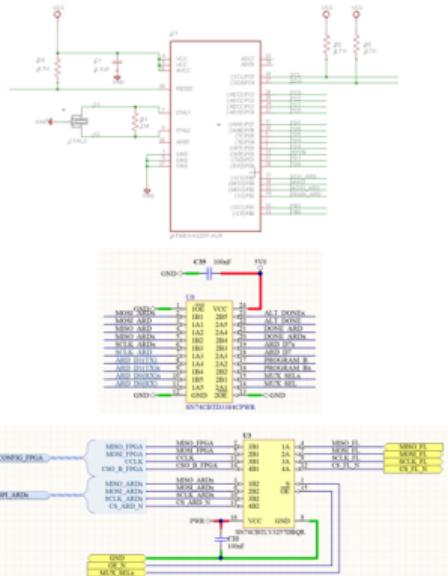


Construcción de símbolos impresionantes

- Pines de grupo significativamente
- Considere el cableado del esquema
- Considerar el flujo de diseño
- **Modelo tradicional:**
 - Pines de alimentación superior, fondo de tierra*
 - Entradas izquierda, salidas derecha
 - Tirar hacia arriba
 - Tirar hacia abajo
 - Los pasadores de reloj necesitan espacio
 - Dejar espacio para el desacoplamiento
 - Ahorre espacio para resistencias en serie

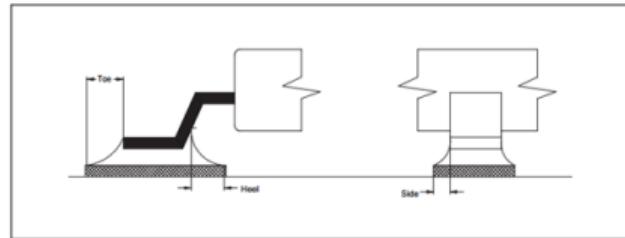
Creación de huellas

- Se trata de la geometría de almohadilla y serigrafía!
- La norma **IPC-7351** define estándares para el patrón de tierra e incluye calculadora de terceros para la geometría del pad componente
- **Algunos consejos de serigrafía:**
 - Silkscreen ancho de línea 10 mils (jugar seguro)
 - Asegúrese de que la serigrafía es visible desde debajo del componente (ningún punto de adición de serigrafía debajo de una pieza, puede ser problemático)
 - Asegúrese de que el límite de serigrafía es lo suficientemente amplio para dar cabida a la deriva comp
 - Los detalles de orientación son críticos
 - Dirección, polaridad (ledes, casquillos polarizados)
 - Marcadores Pin-one (cada CI debe tener un punto)



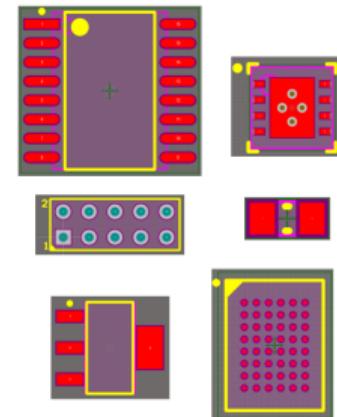
Básicos de pads

- Caer en una de dos categorías: a través de agujero o montaje en superficie
- Los pads son consistentemente más grandes que el pin del componente
- Los pads *Gullwing* tienen un dedo del pie, un talón y un lado, donde otras almohadillas cuadradas tienen lados de igual tamaño
- Los pads pueden extenderse fuera del cuerpo del componente, o los cables pueden no ser visibles cuando se montan los componentes

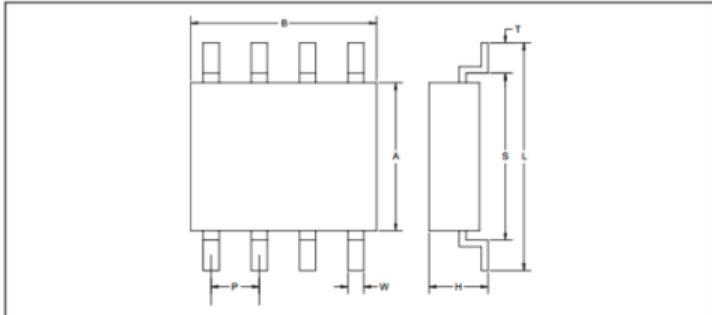


Forma del pad

- Los pads SOIC y gaviotas con plomo (p. ej., QFP) deben ser oblongas, rectángulos redondeados
- Marca "Pin 1" con una almohadilla cuadrada y un punto de serigrafía al lado para mayor claridad
- Los pads de orificio pasante son circulares generales, aunque las clavijas son comúnmente cuadradas o rectangulares, aseguran espacio para colocar las clavijas (incluyen espesor de chapado en los cálculos)
- Los paquetes SOT (p.ej. LDOs, transistores) usan almohadillas cuadradas, rectangulares
- Paquetes sin plomo incl. QFNs, diodos, etc. comúnmente usan almohadillas cuadradas y vías para el alivio térmico
- Los SMTs discretos (resistencias, tapas) usan almohadillas cuadradas
- Los paquetes Ball Grid Array (BGA) usan almohadillas redondas

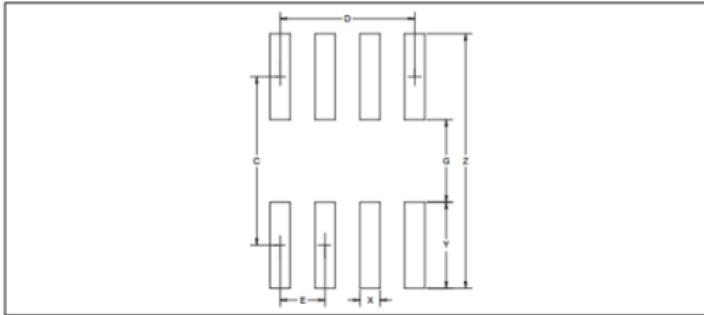


Dimensiones del pad



| PACKAGE | PKG # | L MIN | L MAX | W MIN | W MAX | T MIN | T MAX | A MIN | A MAX | B MIN | B MAX | H MIN | H MAX | P NOM | LEAD COUNT |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------------|
| SOT-8 | 182 | 0.228 | 0.244 | 0.013 | 0.020 | 0.016 | 0.050 | 0.150 | 0.157 | 0.189 | 0.196 | 0.053 | 0.069 | 0.0500 | 8 |
| SOT-14 | 235 | 0.228 | 0.244 | 0.013 | 0.020 | 0.016 | 0.050 | 0.150 | 0.157 | 0.186 | 0.194 | 0.053 | 0.069 | 0.0500 | 14 |
| SOT-16 | 265 | 0.228 | 0.244 | 0.013 | 0.020 | 0.016 | 0.050 | 0.150 | 0.157 | 0.186 | 0.194 | 0.053 | 0.069 | 0.0500 | 16 |
| SOT-18W | 211 | 0.394 | 0.419 | 0.013 | 0.020 | 0.016 | 0.050 | 0.291 | 0.299 | 0.398 | 0.413 | 0.093 | 0.104 | 0.0500 | 16 |
| SOT-18W | 219 | 0.394 | 0.419 | 0.013 | 0.020 | 0.016 | 0.050 | 0.291 | 0.299 | 0.447 | 0.463 | 0.093 | 0.104 | 0.0500 | 18 |
| SOT-20 | 221 | 0.394 | 0.419 | 0.013 | 0.020 | 0.016 | 0.050 | 0.291 | 0.299 | 0.496 | 0.512 | 0.093 | 0.104 | 0.0500 | 20 |
| SOT-24 | 239 | 0.394 | 0.419 | 0.013 | 0.020 | 0.016 | 0.050 | 0.291 | 0.299 | 0.595 | 0.614 | 0.093 | 0.104 | 0.0500 | 24 |
| SOT-28 | 217 | 0.398 | 0.419 | 0.013 | 0.020 | 0.020 | 0.041 | 0.291 | 0.299 | 0.697 | 0.713 | 0.093 | 0.104 | 0.0500 | 28 |
| SOT-23-5 | 331 | 0.102 | 0.118 | 0.010 | 0.020 | 0.014 | 0.022 | 0.059 | 0.069 | 0.110 | 0.118 | 0.035 | 0.057 | 0.0374 | 5 |
| SOT-23-6 | 332 | 0.102 | 0.118 | 0.010 | 0.020 | 0.014 | 0.022 | 0.059 | 0.069 | 0.110 | 0.118 | 0.035 | 0.057 | 0.0374 | 6 |
| SOT-23-8 | 348 | 0.102 | 0.118 | 0.011 | 0.018 | 0.004 | 0.024 | 0.059 | 0.069 | 0.110 | 0.118 | 0.035 | 0.057 | 0.0256 | 8 |
| MSOP-8 | 337 | 0.189 | 0.197 | 0.011 | 0.015 | 0.018 | 0.026 | 0.114 | 0.122 | 0.114 | 0.122 | 0.032 | 0.048 | 0.0256 | 8 |
| SSOP-20 | 334 | 0.291 | 0.323 | 0.009 | 0.016 | 0.022 | 0.037 | 0.197 | 0.220 | 0.272 | 0.295 | 0.077 | 0.079 | 0.0256 | 20 |
| SSOP-24 | 338 | 0.291 | 0.323 | 0.009 | 0.016 | 0.022 | 0.037 | 0.197 | 0.220 | 0.311 | 0.338 | 0.077 | 0.079 | 0.0256 | 24 |
| SSOP-28 | 324 | 0.291 | 0.323 | 0.009 | 0.016 | 0.022 | 0.037 | 0.197 | 0.220 | 0.390 | 0.413 | 0.077 | 0.079 | 0.0256 | 28 |
| SSOP-16 | 322 | 0.228 | 0.244 | 0.009 | 0.012 | 0.016 | 0.050 | 0.149 | 0.157 | 0.188 | 0.197 | 0.053 | 0.069 | 0.0250 | 16 |
| SSOP-48 | 333 | 0.395 | 0.420 | 0.009 | 0.013 | 0.020 | 0.040 | 0.291 | 0.299 | 0.613 | 0.630 | 0.053 | 0.069 | 0.0250 | 48 |
| SSOP-56 | 346 | 0.395 | 0.420 | 0.008 | 0.013 | 0.020 | 0.040 | 0.291 | 0.299 | 0.720 | 0.730 | 0.095 | 0.110 | 0.0250 | 56 |

Figura 2: Dimensiones del empaquetado

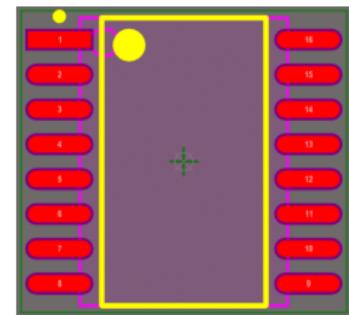


| PACKAGE | PKG # | Z MIN | Z MAX | G MIN | G MAX | X MIN | X MAX | Y REF | C/C REF | D REF | E NOM |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|--------|
| SOT-8 | 182 | 0.273 | 0.277 | 0.089 | 0.093 | 0.018 | 0.022 | 0.094 | 0.183 | 0.150 | 0.0500 |
| SOT-14 | 235 | 0.273 | 0.277 | 0.089 | 0.093 | 0.018 | 0.022 | 0.094 | 0.183 | 0.200 | 0.0500 |
| SOT-16 | 265 | 0.273 | 0.277 | 0.089 | 0.093 | 0.018 | 0.022 | 0.094 | 0.183 | 0.350 | 0.0500 |
| SOT-18W | 211 | 0.447 | 0.451 | 0.254 | 0.258 | 0.018 | 0.022 | 0.099 | 0.353 | 0.350 | 0.0500 |
| SOT-18W | 219 | 0.447 | 0.451 | 0.254 | 0.258 | 0.018 | 0.022 | 0.099 | 0.353 | 0.400 | 0.0500 |
| SOT-20W | 221 | 0.447 | 0.451 | 0.254 | 0.258 | 0.018 | 0.022 | 0.099 | 0.353 | 0.450 | 0.0500 |
| SOT-24W | 239 | 0.447 | 0.451 | 0.254 | 0.258 | 0.018 | 0.022 | 0.099 | 0.353 | 0.550 | 0.0500 |
| SOT-28W | 217 | 0.448 | 0.451 | 0.278 | 0.282 | 0.018 | 0.022 | 0.099 | 0.365 | 0.650 | 0.0500 |
| SOT-23-5 | 331 | 0.147 | 0.151 | 0.034 | 0.038 | 0.017 | 0.021 | 0.058 | 0.093 | 0.075 | 0.0374 |
| SOT-23-6 | 332 | 0.147 | 0.151 | 0.034 | 0.038 | 0.017 | 0.021 | 0.058 | 0.093 | 0.075 | 0.0374 |
| SOT-23-8 | 348 | 0.147 | 0.151 | 0.015 | 0.019 | 0.016 | 0.020 | 0.068 | 0.083 | 0.077 | 0.0256 |
| MSOP-8 | 337 | 0.226 | 0.230 | 0.097 | 0.101 | 0.014 | 0.018 | 0.066 | 0.164 | 0.077 | 0.0256 |
| SSOP-20 | 334 | 0.351 | 0.355 | 0.177 | 0.181 | 0.013 | 0.017 | 0.069 | 0.266 | 0.230 | 0.0256 |
| SSOP-24 | 338 | 0.351 | 0.355 | 0.177 | 0.181 | 0.013 | 0.017 | 0.069 | 0.266 | 0.281 | 0.0256 |
| SSOP-28 | 324 | 0.351 | 0.355 | 0.177 | 0.181 | 0.013 | 0.017 | 0.069 | 0.266 | 0.333 | 0.0256 |
| SSOP-16 | 322 | 0.273 | 0.277 | 0.089 | 0.093 | 0.011 | 0.015 | 0.094 | 0.183 | 0.175 | 0.0250 |
| SSOP-48 | 333 | 0.448 | 0.452 | 0.275 | 0.279 | 0.012 | 0.016 | 0.069 | 0.364 | 0.575 | 0.0250 |
| SSOP-56 | 346 | 0.448 | 0.452 | 0.275 | 0.279 | 0.012 | 0.016 | 0.069 | 0.364 | 0.675 | 0.0250 |

Figura 3: Dimensiones del pad

Ejemplo del pad SOIC

- Uso de superficies de montaje redondeadas
 - Liberación limpia de la plantilla de pasta de soldadura
 - Reduce el volumen de soldadura
 - Una forma más natural para soldar en su forma líquida
 - Concentra la soldadura donde más se necesita
- Regla general -> tome el tamaño nominal de la almohadilla y agregue 40 mils a la longitud (20 dedos, 20 talón)
- Regla general -> tome el tamaño nominal de la almohadilla y:
 - Pitch = 50mils, añadir 10 mils a la anchura
 - Pitch = 0.8mm, utilice almohadillas de 20 mils de ancho
 - Pitch = 0.65mm, utilice almohadillas de 16 mils de ancho
 - Pitch = 0,5 mm, utilice almohadillas de 14 milímetros de ancho



Colocación de componentes

Colocación de componentes

Pensando en el futuro

- Tómate tu tiempo.
- Desenredar las líneas de vuelo.
- Piensa en los aviones.
- Consider testability.
- ¿Ajuste mecánico?
- Primero los componentes complejos.
- Mantenga la serigrafía.
- Piense detenidamente en los componentes de dos caras

Colocación de componentes

Pensando en el futuro

- Tienes que colocar los patrones en el tablero.
 - Es necesario no superponerlos para que los componentes puedan caber en la placa.
 - Quieres dejar espacio para que los rastros conecten todo.
- Esta es una forma de arte.
 - De hecho, encontrará personas que despotrican sobre las colocaciones "descuidadas.^o" "poco profesionales".
- Algunas herramientas harán esto por ti. A nadie parece gustarle. (En realidad, algunos no son tan malos)

Colocación de componentes

- El mundo ama a las pequeñas ciudades... odia la expansión urbana (no sea LA, sea Shanghai)
- Agrupar circuitos analógicos y digitales en secciones separadas
- Mantenga las secciones (alimentación, MCU, transceptor, analógico, etc.) apretadas, aunque mantenga suficiente espacio para soldar, esp. si se suelda a mano
- Mira las partes altas vs. partes cortas y no te pintes en una esquina cuando sueldas a mano (no puedes alcanzar algo)
- Los componentes se deslizan al soldar (flotador), mantienen las piezas separadas >10 mils para el ensamblaje de la máquina y >20 para el ensamblaje manual a menos que tenga cortes de soldadura graves
- Mantenga el desacoplamiento a w/ en un minuto de 100 mil de los pines del componente, 50 mil es mejor
- Mantenga los circuitos analógicos cerca del IO del tablero
- Mantenga los componentes 150mils del borde del tablero para que las abrazaderas se puedan utilizar

Algunos consejos generales

- ¿Sus Reglas de Diseño están configuradas correctamente?
- Ejecute a menudo la verificación de reglas de diseño (DRC).
- Ejecute el Control de Reglas Eléctricas (ERC) con frecuencia.
- Guarde una instantánea de su archivo de ubicación.

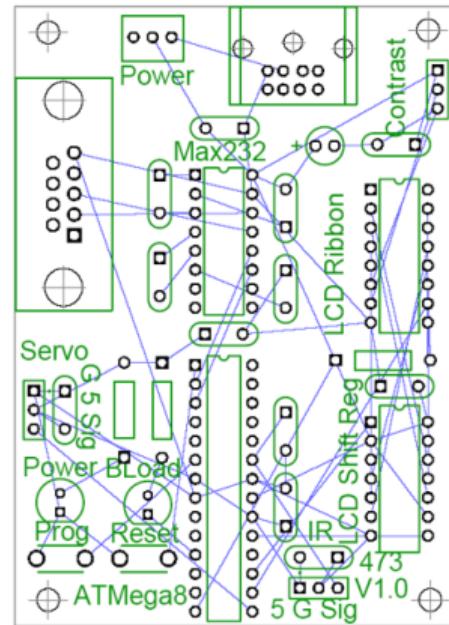
Ancho de pista y enrutamiento

Enrutamiento

- Una ruta (o net) es una conexión entre dispositivos.
 - Puede consistir en múltiples trazas
- Hay reglas de diseño que incluyen:
 - Anchura mínima de trazas
 - Espacio mínimo entre trazas y agujeros
 - Espacio mínimo entre agujeros y agujeros.
- Estas reglas varían según el fabricante.
 - ¡Aún mejor, las unidades variarán según el fabricante!

Rat's net

El rat's net muestra la ubicación de los dispositivos y las conexiones, pero no el enrutamiento



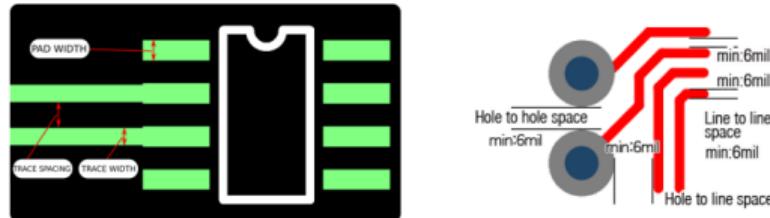
Autoruteo

Puede utilizar un autoroteo para enrutar tus pistas

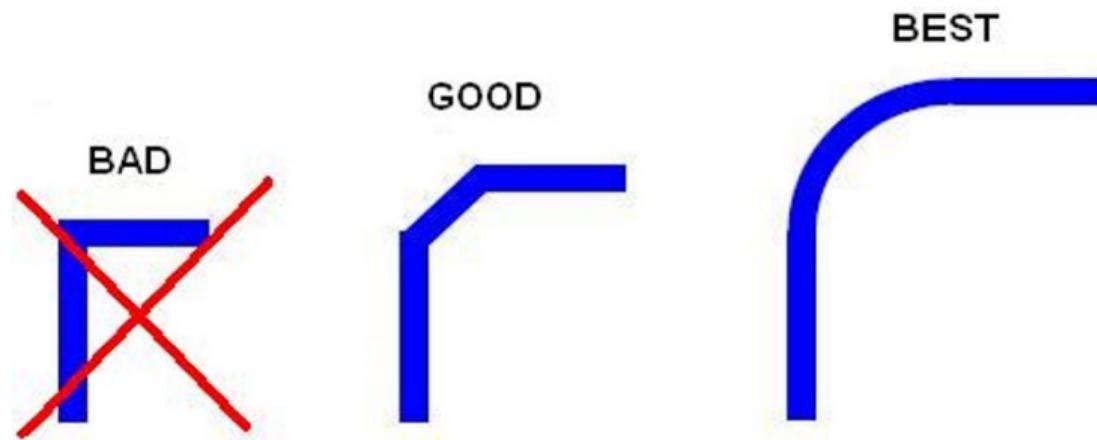
- Algunas personas odian estos como el diseño será "feo"
- Ahorra un montón de tiempo.
- Curiosamente, no es tan bueno como una persona puede hacerlo.
- Pero mucho más rápido.

Clearances

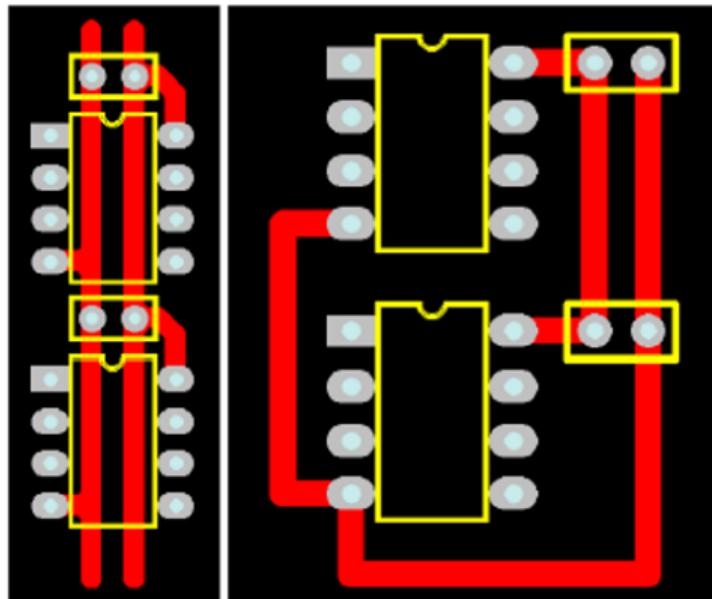
- De nuevo habrá espacio entre las huellas, los agujeros plateados y entre sí.
 - Hay que cumplir con los requisitos del fabricante.
 - 15 milésimas es una buena idea
 - A menudo se puede bajar a 6 o 10.
- Para los sistemas de alta potencia hay reglas sobre estas cosas.



Ruteo

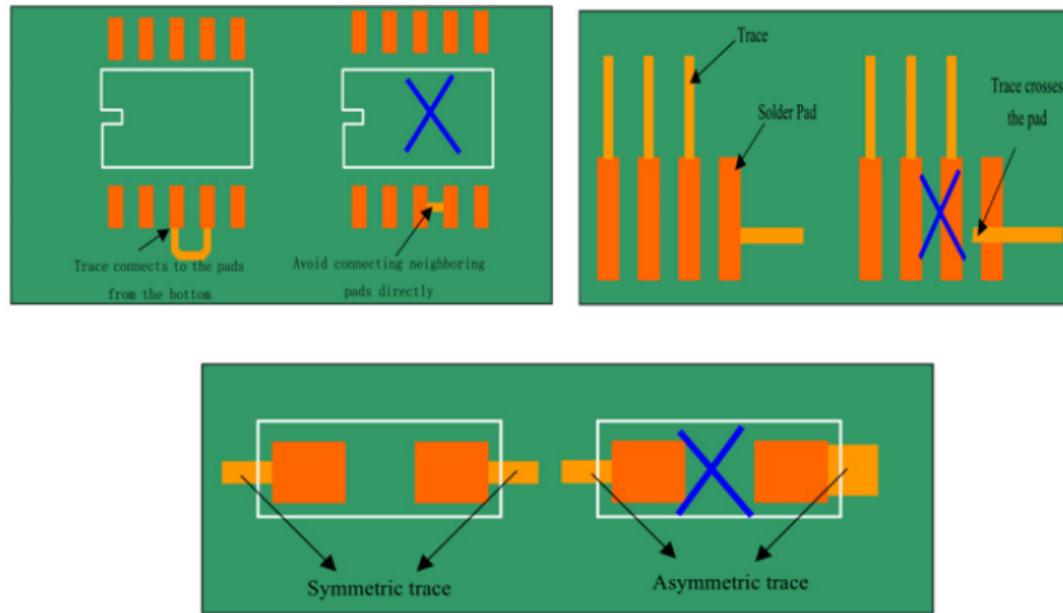


Calidad de ruteo



An example of GOOD power routing (Left) and BAD power routing (Right)

Conexión de rutas con pads



Ancho de vía

- En general, la mayoría de los fabricantes de PCB parecen tener mínimos de ancho de traza de 6-10 milésimas.
 - La mayoría están dispuestos a ir más pequeño por un precio.
- Una regla general es utilizar un mínimo de 50 milésimas de pulgada para la alimentación/tierra y 15-25 para todo lo demás.
 - Esto es para disminuir la resistencia de las trazas.
 - En general, usted está preocupado por la disipación de calor.
 - Hay muchas directrices para la anchura/potencia, pero en general se trata de:
 - Una traza de 10cm necesita ser de 10 milímetros de ancho si va a llevar 1 amperio.
 - 5 amperios a 10cm requerirían 110 milímetros.

Ancho de la pista

- El problema de las trazas anchas es que son difíciles de enrutar.
 - En particular, es posible que desee ir entre los pines de un dispositivo.
- Una solución es ser ancho normalmente y "bajar el cuello" cuando sea necesario.
 - Esto es más razonable de lo que se piensa.
 - Piensa en resistencias en serie.



Ancho de la pista

- Fuente de alimentación -> Mucho más científico... basado en la amperaje (corriente)
- Capacidad de transporte de corriente
 - Aumento de la temperatura
 - Espesor del cobre
 - Anchura de la pista
 - Necesidades de corriente

| Track Width Reference Table (for 10deg C temp rise). Track Width is in Thous (mils) | | | |
|---|---------------|----------------|-----------------|
| Current (Amps) | Width for 1oz | Width for 2 oz | milli Ohms/inch |
| 1 | 10 | 5 | 52 |
| 2 | 30 | 15 | 17.2 |
| 3 | 50 | 25 | 10.3 |
| 4 | 80 | 40 | 6.4 |
| 5 | 110 | 55 | 4.7 |
| 6 | 150 | 75 | 3.4 |
| 7 | 180 | 90 | 2.9 |
| 8 | 220 | 110 | 2.3 |
| 9 | 260 | 130 | 2.0 |
| 10 | 300 | 150 | 1.7 |

Ancho de la pista

Formula IPC 2221

$$i = KT \times 0.44 \ Ac \times 0.725$$

Donde, i = corriente necesaria

$K = 0,048$ para las capas externas

$0,024$ para las capas internas

ΔT = aumento de la temperatura en C

Ac = área de la sección transversal (ancho x espesor)

Reglas de diseño

| | Margen | Ancho de pista | Diam vía | Tdro vía | Diam microvía | Tdro microvía |
|---------------------|--------|----------------|----------|----------|---------------|---------------|
| Default | 0,22 | 0,25 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,1 |
| Colcircuitos | 0,22 | 0,25 | 0,9 | 0,4 | 0,3 | 0,1 |

Reglas de diseño

| Net Classes: | | | | | | |
|----------------|-----------|-------------|---------|-----------|----------|------------|
| | Clearance | Track Width | Via Dia | Via Drill | uVia Dia | uVia Drill |
| Default | 0.2 | 0.25 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.1 |
| Power | 0.3 | 0.4 | 0.7 | 0.5 | 0.3 | 0.1 |

Add **Remove** **Move Up**

Reglas de diseño

Via Options:

Blind/buried Vias:

Do not allow blind/buried vias
 Allow blind/buried vias

Micro Vias:

Do not allow micro vias
 Allow micro vias

Minimum Allowed Values:

Min track width (mm): 0.1524
Min via diameter (mm): 0.4
Min via drill dia (mm): 0.254
Min uvia diameter (mm): 0.2
Min uvia drill dia (mm): 0.1

Specific via diameters and track widths, which can be used to replace default Netclass values on demand, for arbitrary vias or track segments.

Custom Via Sizes:

Drill value: a blank or 0 => default Netclass value

| | Diameter | Drill |
|-------|----------|--------|
| Via 1 | 0.4826 | 0.3302 |
| Via 2 | 0.5 | 0.4 |
| Via 3 | 1.905 | 0.254 |
| Via 4 | | |
| Via 5 | | |
| Via 6 | | |
| Via 7 | | |
| Via 8 | | |

Custom Track Widths:

| | Width |
|---------|--------|
| Track 1 | 0.1524 |
| Track 2 | 0.254 |
| Track 3 | 0.381 |
| Track 4 | 0.508 |
| Track 5 | 0.8128 |
| Track 6 | |
| Track 7 | |
| Track 8 | |

¡Muchas gracias por su atención!

¿Preguntas?



Contacto: Marco Teran
webpage: marcoteran.github.io/
e-mail: marco.teran@usa.edu.co

