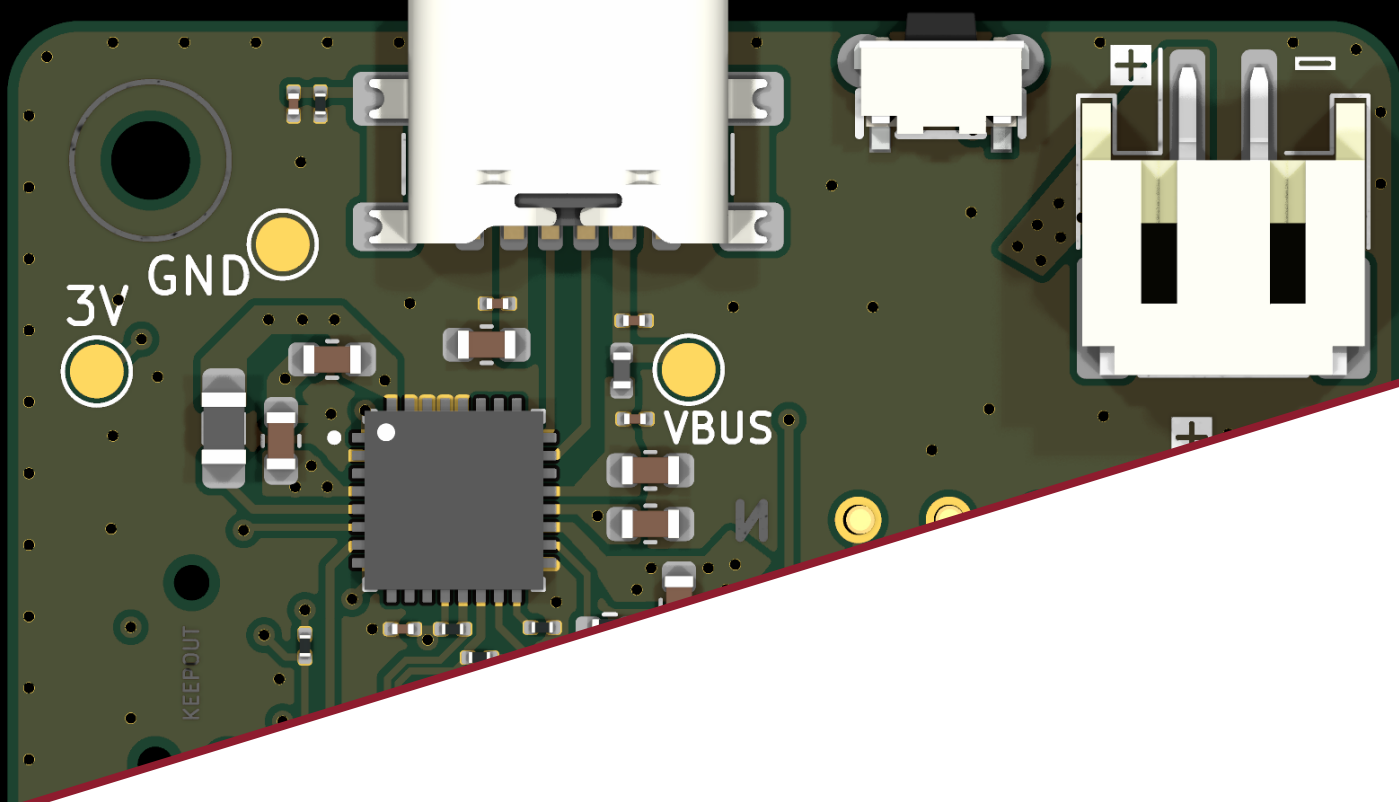




GUÍA PRÁCTICA • DISEÑO DE PCB

Antes de fabricar tu primera PCB

Ejemplos guiados en KiCad y una checklist rellenable
para revisar tu diseño antes del pedido.

INCLUYE

18
comprobaciones



Santiago F. Scagliusi

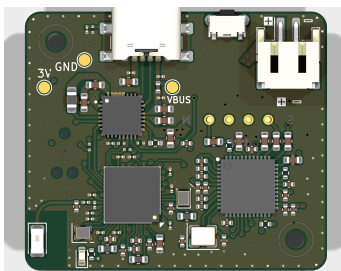
Doctor en ingeniería electrónica

Cómo revisar tu PCB con esta guía

Aprende a detectar un problema, comprobar el criterio y decidir qué corregir.

Si ya tienes un diseño, abre el esquema y la PCB de la misma revisión. Sigue el recorrido y marca la checklist de las páginas 14 y 15.

Si todavía no has diseñado una placa, los ejemplos te ayudarán a entender varias comprobaciones que necesitarás antes de tu primer pedido.



Utilizaremos capturas de un diseño real y algunos ejemplos simplificados. Los valores supuestos se indicarán en cada caso.

EL RECORRIDO

- Páginas 3–4 · Entiende el método: Separación al borde y configuración de las reglas.
- Páginas 5–7 · Revisa las conexiones: Correspondencia esquema–PCB, conector y alimentación.
- Páginas 8–10 · Revisa trazado y montaje: Retornos, antena si existe y holguras.
- Página 11 · Prepara el prototipo: Puntos de medida y condiciones del primer encendido.
- Páginas 12–13 · Prepara el pedido: Revisión de archivos y paquete para el fabricante.
- Antes de empezar: Abre el archivo .kicad_pro y guarda esquema y PCB con la misma revisión. Ejecuta ERC en el editor de esquemas, resuelve sus incidencias y actualiza la PCB desde el esquema. Después comprueba la paridad (página 5).

Al terminar tendrás una pauta para revisar tu diseño y sabrás dónde buscar la información necesaria para estas comprobaciones. Los ejemplos con valores supuestos enseñan el método. Para tu placa, usa las condiciones del fabricante y las fichas de tus componentes; completa la revisión con los requisitos de tu producto.

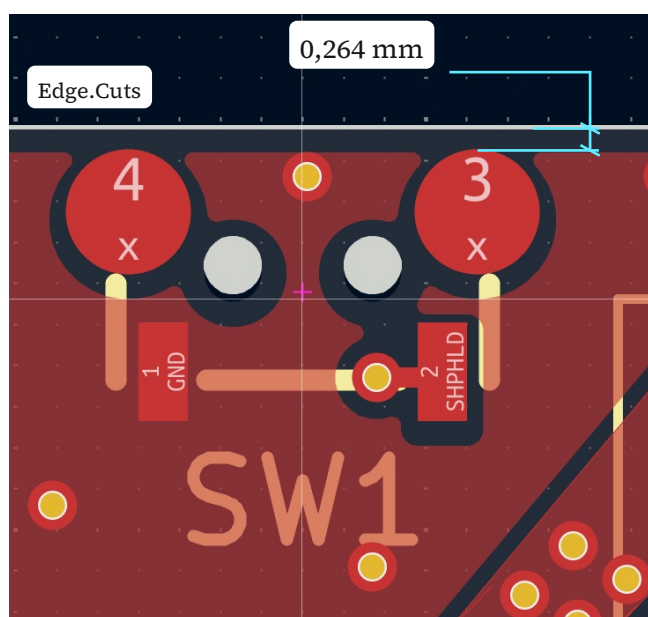
Mide la separación entre cobre y borde

Un contacto de cobre está demasiado cerca del borde de la placa.

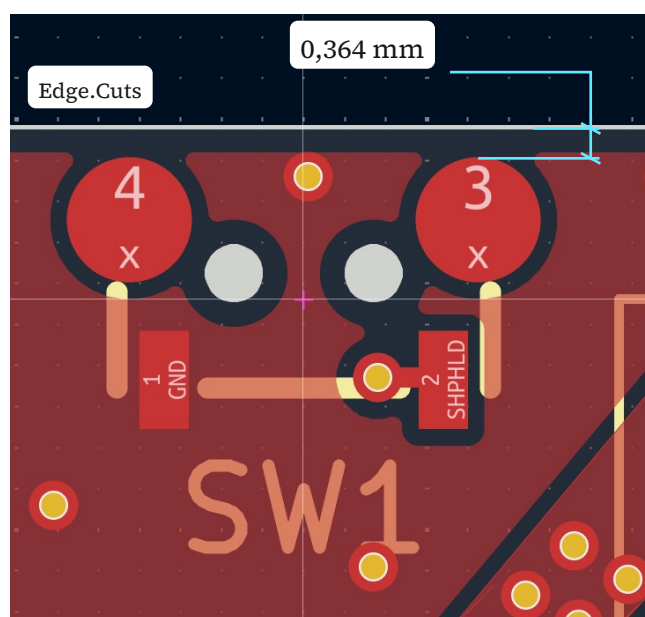
En este ejemplo fijamos una separación mínima de 0,30 mm para practicar el método. Comprobaremos la distancia, corregiremos la posición y volveremos a revisarla.

En KiCad, Edge.Cuts define el contorno y F.Cu es la capa de cobre superior. SW1 identifica el interruptor; el pad 3 es uno de los contactos de cobre de su huella. Mide entre cobre y borde por los puntos más próximos, no desde el centro del pad.

ANTES · No cumple



DESPUÉS · Cumple



Capturas de KiCad · vista superior, mismo encuadre y escala. La cota parte del borde del cobre del pad 3.

COMPRUEBA → CORRIGE → VUELVE A COMPROBAR

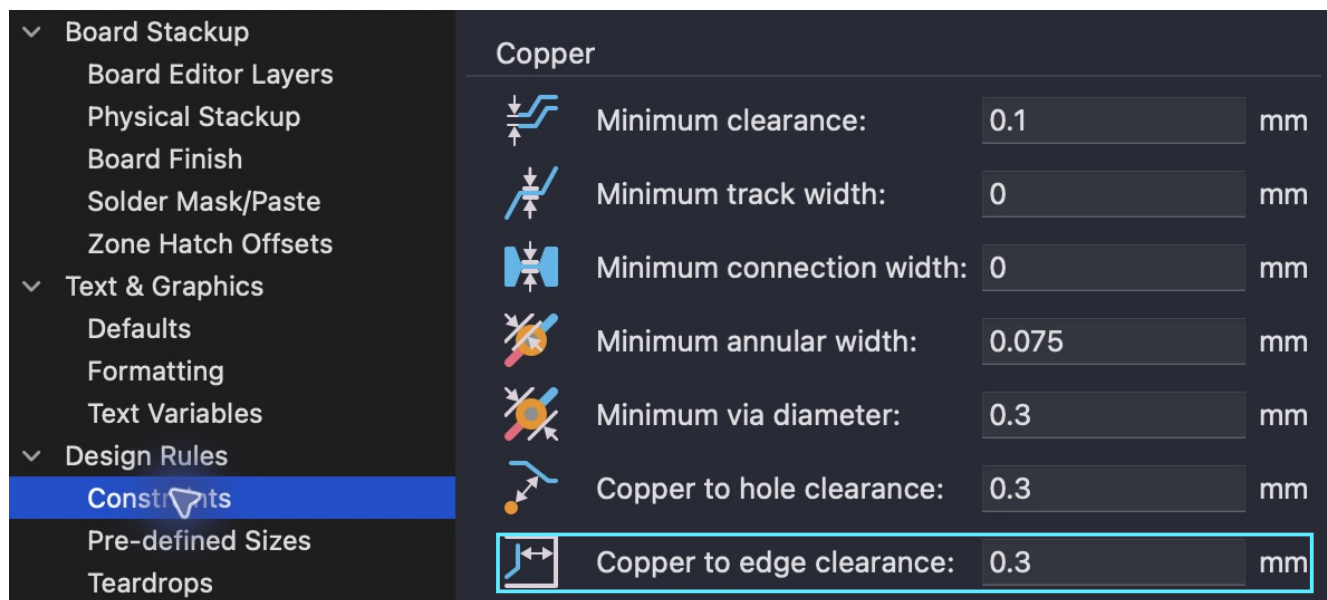
- Antes: 0,264 mm es menor que 0,300 mm: ese pad no cumple.
- Corrección: Mueve la huella completa 0,10 mm hacia dentro. El pad queda a 0,364 mm y cumple este mínimo. Rellena las zonas y repite el DRC, el comprobador de reglas de diseño, para revisar también las conexiones y los demás objetos.

En tu checklist: marca el punto 02 cuando todo el cobre cumpla la separación acordada. En la página siguiente verás dónde configurar esa regla.

Ajusta las reglas de fabricación en KiCad

Introduce los límites acordados con el proveedor antes de ejecutar el DRC.

Abre Configuración de placa → Reglas de diseño → Restricciones. En esta captura de KiCad en inglés, la ruta aparece como Board Setup → Design Rules → Constraints.



Captura de KiCad 10.0.3. Copper to edge clearance es la separación mínima entre el cobre y el contorno. El campo resaltado contiene 0,3 mm.

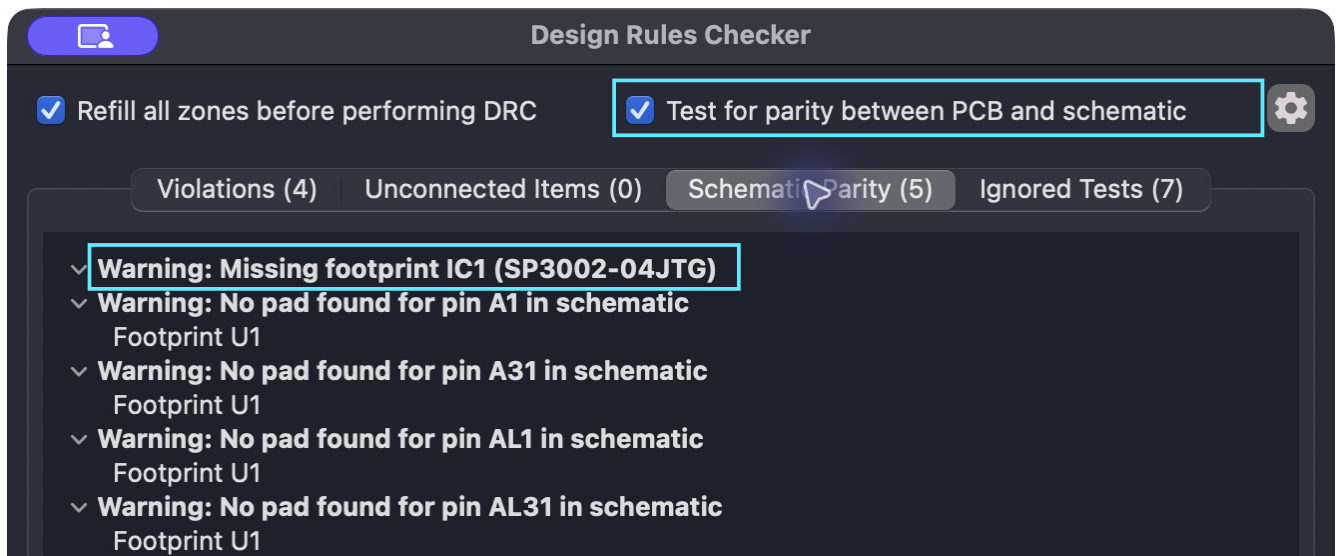
- Introduce el dato del fabricante: Confirma la separación para el proceso y el pedido elegidos [F1]. Introduce el valor que corresponda a tu pedido.
- Ejecuta la comprobación: Abre Inspeccionar → Comprobador de reglas de diseño. Rellena las zonas antes del DRC y revisa cada aviso. En la variante de SW1, el informe identifica cobre demasiado próximo al borde.
- Vuelve a comprobar: Repite el DRC después del cambio y comprueba que no has introducido otros problemas. La correspondencia entre esquema y PCB se revisa aparte (página 5).
- Ancho de las pistas de alimentación: En la calculadora de KiCad introduce corriente, espesor de cobre, capa y aumento de temperatura permitido [K3]. Comprueba además la caída de tensión y los estrechamientos junto a los pads.

Ejemplo de caída, no de límite térmico: para cobre de 35 μm , 20 mm de largo y 0,25 mm de ancho, $R = \rho L / (wt) \approx 0,039 \Omega$ con $\rho = 1,72 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$. A 0,5 A, la caída es unos 20 mV. Con 0,50 mm de ancho baja a unos 10 mV. Falta comprobar la temperatura admisible antes de elegir el ancho.

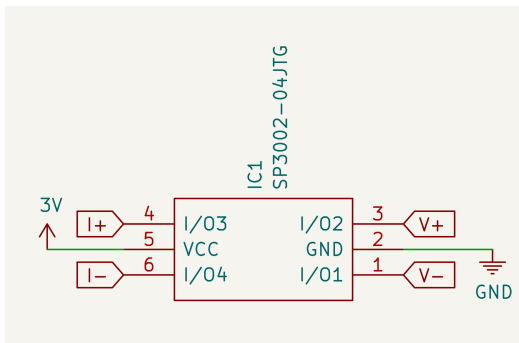
Comprueba que no falta ningún componente

La paridad compara las referencias y conexiones del esquema con la PCB.

Abre la PCB desde su proyecto y, en el DRC, activa Test for parity between PCB and schematic. Ejecuta la comprobación y abre la pestaña Schematic Parity.



Captura de KiCad. La primera línea indica que falta la huella de IC1. Nos centraremos en esta incidencia; los demás avisos también necesitan revisión.



RESUELVE LA DIFERENCIA

IC1 sí está en el esquema.

Este fragmento de la hoja AD5941 identifica SP3002-04JTG y sus conexiones. La PCB revisada no contiene su huella.

Resultado: falta la huella de IC1. Resuelve la diferencia antes de marcar el punto 05.

Si debe montarse, asigna una huella adecuada, colócala y conecta; después actualiza la lista de materiales (BOM). Si no pertenece a esta revisión, corrige el esquema y actualiza la PCB. DNP significa «no montar» y no equivale a eliminar una huella sin revisar sus conexiones.

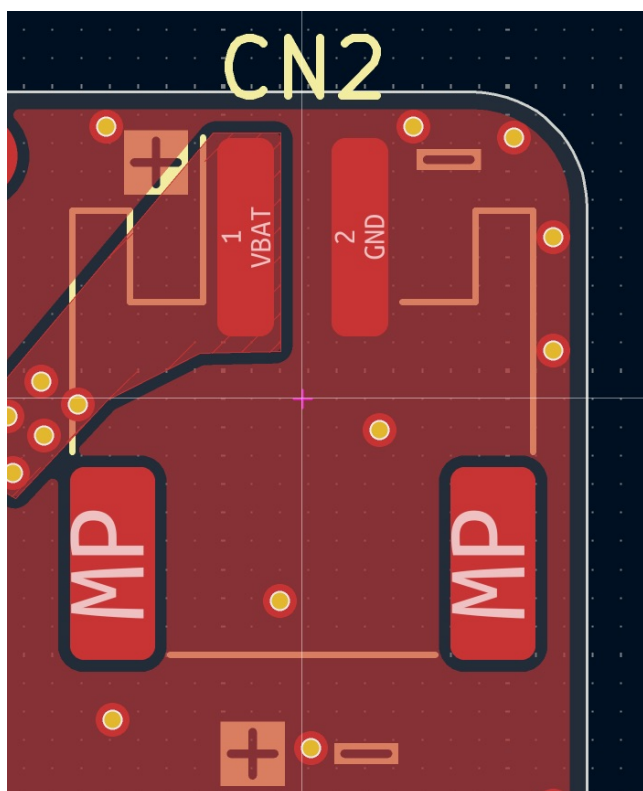
Repite ERC, DRC y paridad tras corregir. Comprueba las conexiones además de las distancias geométricas.

Conector y cable: comprueba la polaridad

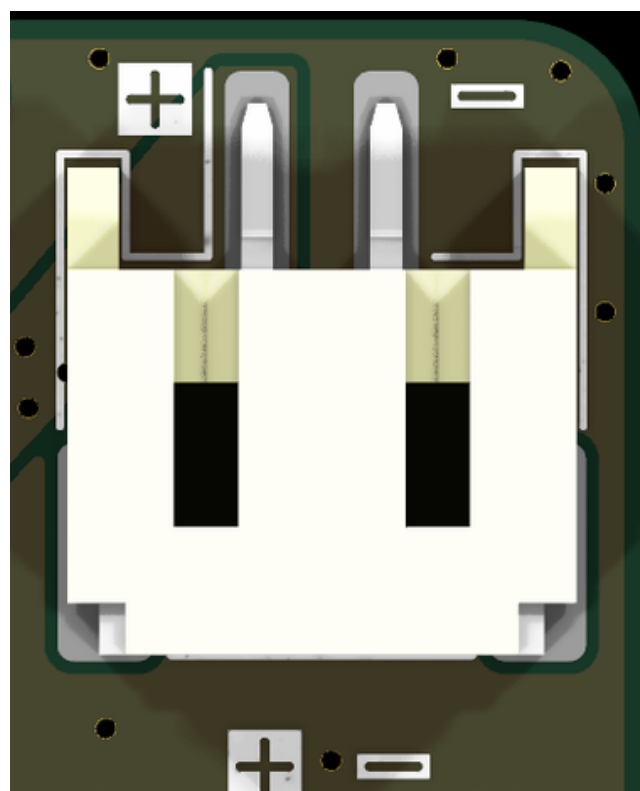
Sigue la correspondencia entre número de pad, red y contacto.

Busca CN2 en la placa. Lee los nombres dentro de los pads: 1 · VBAT y 2 · GND. Las marcas + y – permiten relacionar esas redes con el conector, visto desde arriba.

KiCad · F.Cu y serigrafía



Modelo 3D · misma orientación



Diseño real · huella JST PH S2B-PH-SM4-TB y su modelo 3D. Ambas vistas miran la PCB desde arriba. MP identifica las fijaciones mecánicas, no contactos eléctricos.

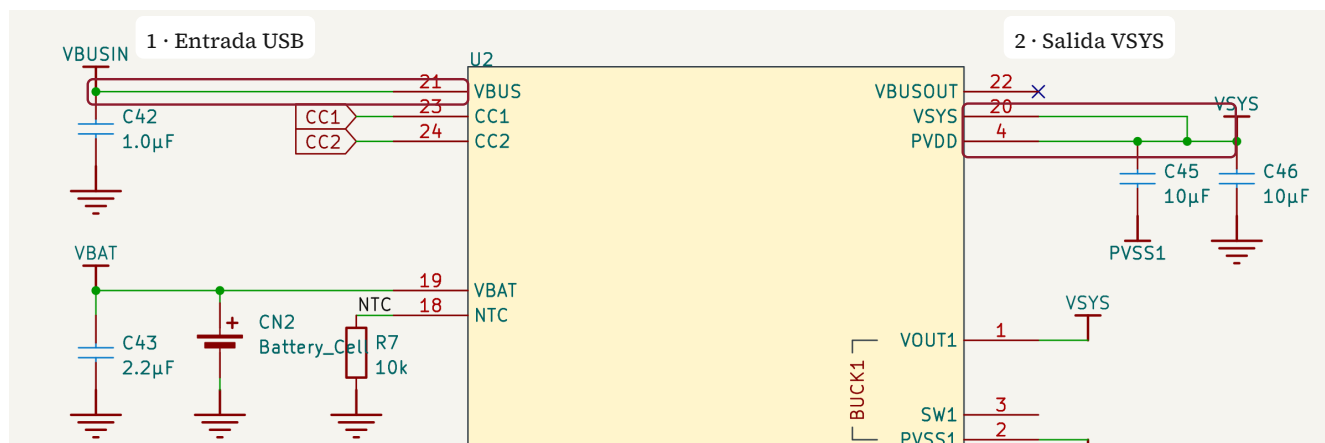
- **Comprueba la asignación:** Selecciona cada pad y abre sus propiedades: contrasta número y red con el esquema. En este diseño, el positivo de batería llega al pad 1 y masa al pad 2.
- **Verifica el cable concreto:** Identifica su referencia y su cara de acoplamiento, el lado por el que se enchufa el conector, en el plano del fabricante. La vista frontal del cable cambia la orientación respecto a estas vistas superiores.

Antes de conectar: con USB y batería desconectados, comprueba por continuidad el cable suelto. El contacto destinado al positivo debe llegar al pad 1, y el negativo al pad 2. Estas vistas permiten comprobar la asignación en la placa; la polaridad del conjunto se verifica con el cable que vayas a utilizar.

Revisa la alimentación con USB y batería

Sigue la entrada USB hasta la salida que alimenta el sistema.

Empieza por tres preguntas: ¿qué fuente está conectada, ¿qué parte de la placa recibe energía y qué debe ocurrir. Aquí conectamos USB y dejamos la batería desconectada. Sigue la entrada USB resaltada hasta el integrado de alimentación y localiza su salida al sistema, VSYS:



Esquema real de KiCad · fragmento de la hoja Power. VBUSIN llega desde el USB a través de FB1, en la hoja Connectors and Mounting. Las etiquetas conectan ambas hojas.

USB CONECTADO, BATERÍA DESCONECTADA

Con una entrada USB válida, el integrado alimenta VSYS desde USB [D2]. Esperamos que el sistema pueda encenderse sin batería. En el esquema, revisa ese camino y estima la carga. Cuando recibas el prototipo, mide VSYS y comprueba la corriente de arranque.

¿Puede arrancar con USB y sin batería?

Supuesto de trabajo: USB válido de 5 V, sin suspensión, y 50 mA de consumo total previsto en la entrada.

Compara: el ajuste inicial de 100 mA deja hasta 95 mA disponibles según la ficha del nPM1304 [D2]. Quedan 45 mA respecto a los 50 mA previstos.

Decisión: ese presupuesto permite continuar la revisión. Comprueba también el pico de arranque y las cargas que comparten la entrada.

Ojo con la tensión: VSYS sigue a VBUS con la caída interna. Antes de conectarla a un circuito de 3,3 V, localiza la regulación que necesita.

Revisa en el esquema los estados previstos: solo batería (camino de alimentación), USB + batería (alimentación y carga compatible) y ninguna fuente (apagado y posibles alimentaciones desde otras conexiones). Prepara las medidas de arranque y consumo para el prototipo.

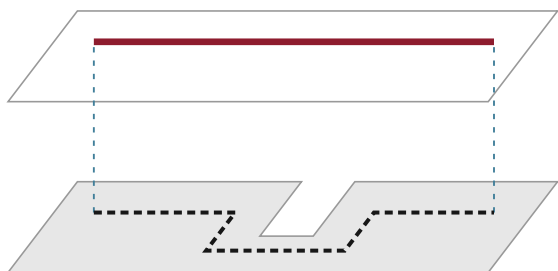
Evita cortes bajo las señales rápidas

En este ejemplo, la señal va por la capa superior y el retorno por el plano de masa situado debajo.

Un corte en el cobre de referencia obliga al retorno de alta frecuencia a desviarse. Cambia el trazado para mantener una referencia continua debajo de la pista.

ANTES · cruza el corte

1 Señal en la capa superior

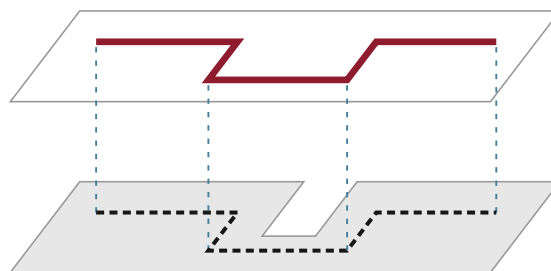


2 Plano de masa debajo de la señal

El retorno rodea el hueco.

DESPUÉS · evita el corte

1 Señal en la capa superior

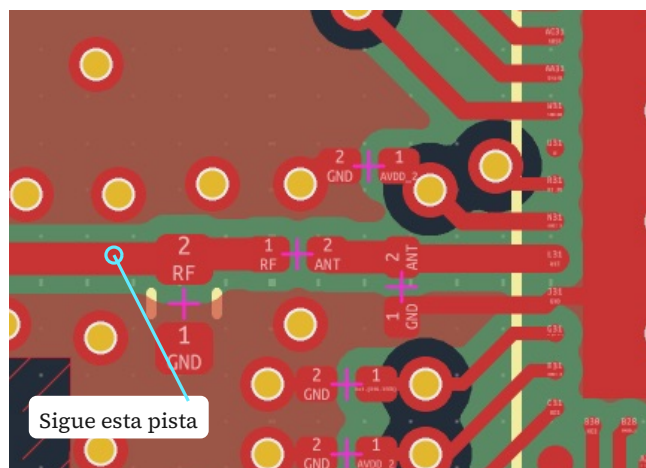


2 Plano de masa debajo de la señal

Pista y retorno quedan alineados.

Rojo: pista de señal. Negro discontinuo: recorrido principal del retorno.

Diagrama conceptual. Las guías azules proyectan el mismo punto entre capas; no son vías. El corte afecta al cobre de masa, no al material de la placa [A1].



Ahora en KiCad

Sigue la pista roja señalada. Muestra F.Cu e In1.Cu en el panel Capas. Alterna su visibilidad sin mover la vista para comprobar qué cobre queda debajo de la pista.

Rojo: F.Cu. Verde: In1.Cu.

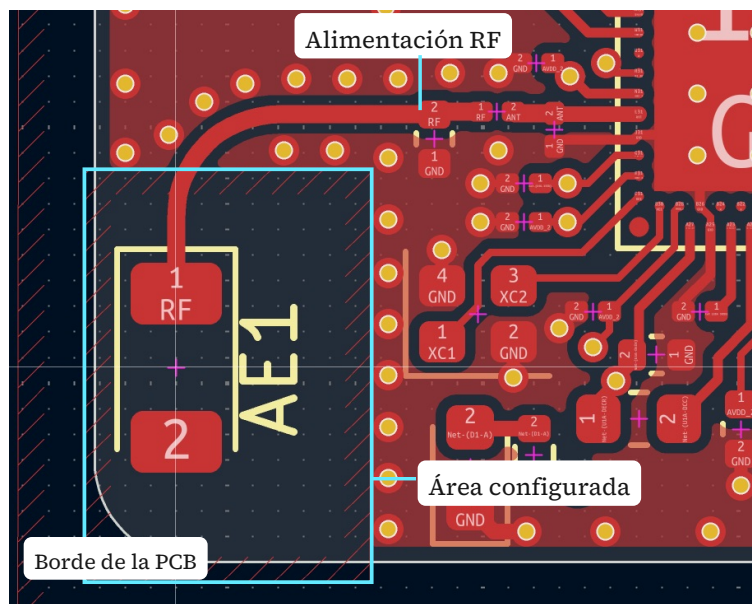
Confirma la red de la zona y que sea la referencia adyacente en tu apilado. Sigue todo el recorrido, incluidos cambios de capa: una vía de masa solo ayuda si conecta los planos de referencia implicados.

DESACOPLO: CERCA DEL PIN Y CON RETORNO CORTO

Localiza cada pin de alimentación y el condensador que recomienda su ficha. Sigue el recorrido pin → condensador → masa: coloca el condensador junto al pin, con conexiones cortas y una conexión próxima al plano de masa [D3]. Tenerlo en la misma red pero lejos del integrado deja un recorrido inductivo mayor. Revisa el layout recomendado del componente antes de rutear el resto.

Revisa la zona libre de la antena

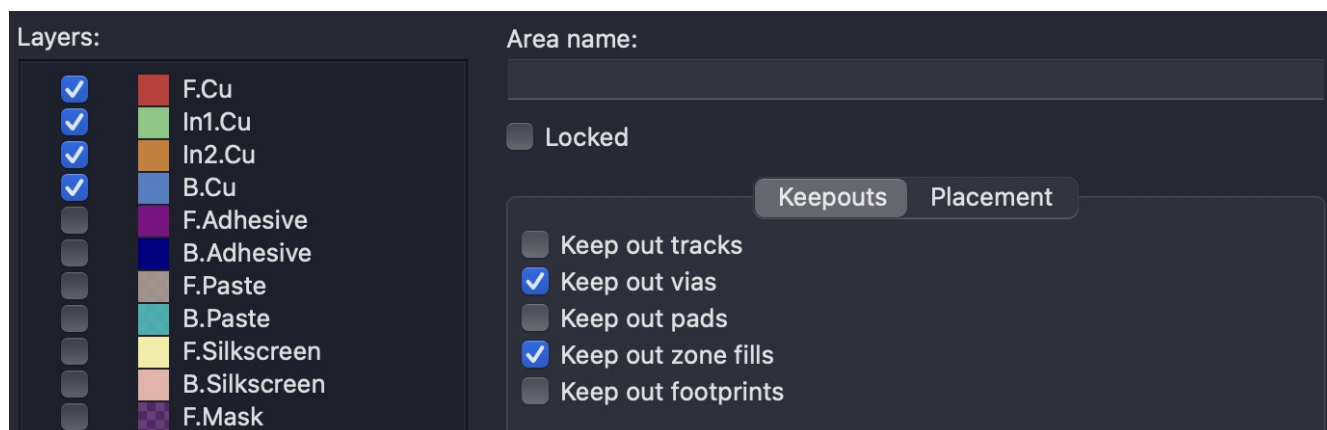
Compara el área de KiCad con la documentación de la antena comprada.



Localiza AE1.

La pista RF llega al pad 1. El contorno claro de la placa y el cobre próximo permiten situar el área resaltada.

Selecciona el borde del área y pulsa E. Comprueba capas y objetos restringidos en sus propiedades.



Propiedades reales: F.Cu, In1.Cu, In2.Cu y B.Cu; vías y rellenos prohibidos. Pistas, pads y huellas permitidos.

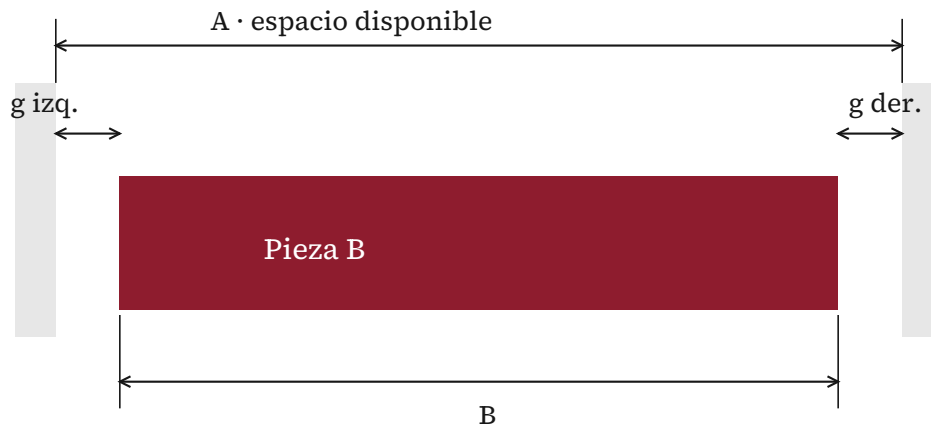
Contrasta el requisito: identifica la referencia completa del fabricante (MPN) en la lista de materiales y compara posición, dimensiones y capas desde el punto de alimentación o el borde indicado en su diseño de referencia.

Qué has aprendido: localizar el área y leer sus restricciones. Para aceptar su tamaño y posición necesitas el MPN de tu antena y su diseño de referencia; el nombre de una huella no basta.

Calcula la holgura de montaje

Comprueba que la placa cabe en la carcasa incluso al considerar las tolerancias.

Ejemplo con dimensiones supuestas. Fijamos una holgura total mínima de 0,3 mm.



$g_{\text{total}} = g_{\text{izquierda}} + g_{\text{derecha}} = A - B$ · Esquema no a escala

Ejemplo calculado. A representa el espacio disponible; B, la pieza que debe entrar. Las holguras laterales suman la holgura total.

Dimensiones: $A = 10,0 \pm 0,2$ mm; $B = 9,5 \pm 0,1$ mm. La holgura total nominal es 0,5 mm. En el peor caso:

$g_{\text{mín}} = (10,0 - 0,2) - (9,5 + 0,1) = 0,2$ mm
Solo quedan 0,2 mm. La separación es insuficiente.

Corrección: $A = 10,2 \pm 0,2$ mm; B no cambia.

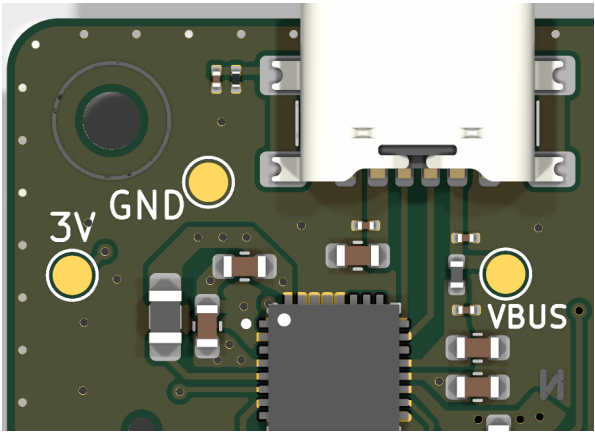
$g_{\text{mín}} = (10,2 - 0,2) - (9,5 + 0,1) = 0,4$ mm
Supera los 0,3 mm totales. Cumple la separación requerida.

Si la pieza está centrada, quedan 0,2 mm por lado; sin centrado, el reparto puede ser desigual.

- **Modelo:** Alinea PCB y carcasa con un origen común; añade batería, cables, fijaciones y herramienta de inserción.
- **Montaje:** Comprueba que puedes insertar y fijar las piezas en el orden previsto. Conserva el plano y el cálculo para revisar el ajuste después.

Qué preparar para el primer encendido

Antes del pedido, identifica los puntos de medida y define los valores esperados. Cuando recibas la placa, utiliza esa información para preparar la prueba.



Diseño real. Recorte de la PCB de ejemplo: puntos rotulados 3V, GND y VBUS. Confirma cada red en el esquema y por continuidad antes de medir.

Ejemplo de preparación, no valores medidos en Myohm. Sustituye estos supuestos por las tensiones, tolerancias y corrientes de tu circuito.

QUÉ VAS A MEDIR	EJEMPLO CON NÚMEROS	PARAR SI...
Salida regulada de ejemplo	3,0 V $\pm$ 3 %: rango calculado 2,91–3,09 V. Supuesto didáctico.	Fuera del rango fijado en tu diseño.
Entrada de ejemplo	Fuente de laboratorio a 5,0 V; USB y batería desconectados.	Tensión inesperada o calentamiento.
Corriente de ejemplo	Si prevés 50 mA estables y verificas arranque <80 mA, prepara límite de 100 mA.	La fuente limita o el consumo supera lo previsto.

- Antes de alimentar: Inspecciona la placa. Sin alimentación, mide la resistencia entre cada línea de alimentación y masa.
- Prepara la fuente: Fija tensión y límite de corriente según las condiciones recomendadas y el consumo previsto.
- Primeras medidas: Alimenta y mide primero las tensiones. Detén la prueba si se cumple alguna condición de parada.

Consulta también los máximos absolutos del componente; no los uses como valores normales de operación.

Revisa los Gerber y los taladros

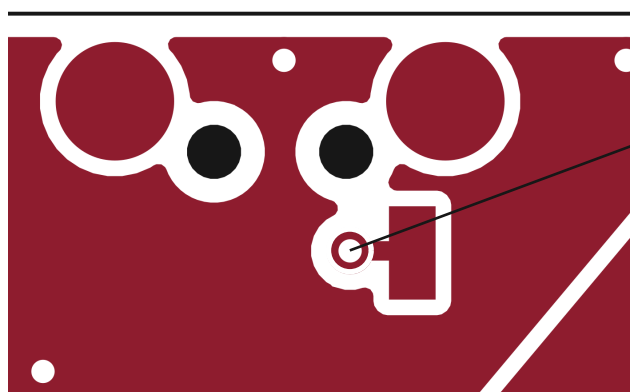
El fabricante recibe Gerber y taladros; comprueba el conjunto en un visor independiente.

En el ejemplo de KiCad se exportaron cuatro capas de cobre, máscaras, serigrafías, contorno y taladros. Gerber describe cada capa; el archivo de taladros añade posiciones y diámetros. Deben pertenecer a la misma revisión.

ARCHIVOS DE EJEMPLO	QUÉ MIRAR EN EL VISOR
F_Cu.gtl · In1_Cu.g1 · In2_Cu.g2 · B_Cu.gbl	Cuatro capas de cobre, orden y orientación.
F_Mask.gts · B_Mask.gbs	Aperturas de máscara sobre pads y puentes.
F_Silkscreen.gto · B_Silkscreen.gbo	Texto, polaridad y solapes.
Edge_Cuts.gm1 · AllInOne.original.drl	Contorno cerrado y taladros alineados.

Prueba concreta: carga todas las capas y el archivo de taladros. Comprueba que están todas las capas previstas en tu diseño; en este ejemplo son cuatro capas de cobre. Confirma contorno, dimensiones y revisión del pedido. Si faltan taladros o una capa, vuelve a exportar desde la revisión guardada [K1, F1].

Si encargas el montaje, compara la lista de materiales (BOM) y el archivo de posiciones (CPL): deben coincidir las referencias que se montarán. La BOM identifica qué comprar (MPN y cantidad); el CPL indica X/Y, cara y rotación [F2].



Taladro de vía · Ø 0,300 mm
Comprueba su centro y el anillo de cobre alrededor.

Granate: cobre F.Cu.
Blanco: zonas sin cobre y taladros de vías.
Negro: geometría de Edge.Cuts, incluidos recortes interiores.

Archivos exportados, visualizados con Gerbonara: F.Cu, contorno y taladros. El recorte permite comprobar la alineación de una vía; revisa también las demás capas.

Prepara el paquete que recibirá el fabricante

Separa la documentación que conservas del paquete que enviarás al fabricante.

QUÉ CONSERVAS	QUÉ ENVÍAS AL FABRICANTE
Esquema y PCB editables, revisión y variantes	Gerber, contorno y taladros verificados.
Informes ERC/DRC y decisiones pendientes	BOM, CPL y planos de montaje, si contratas ese servicio.
Ficha del pedido y captura del visor	Apilado de capas y especificaciones adicionales acordadas.

Identifica el pedido: proyecto, revisión, fecha, número de capas, material, espesor, acabado y servicio contratado. Exporta todos los archivos desde esa revisión y conserva una captura del visor del fabricante.

ANTES DE APROBAR EL MONTAJE: PIN 1 Y POLARIDAD

Abre la ficha del MPN exacto y comprueba si el dibujo mira el encapsulado desde arriba o desde abajo. Relaciona función del pin → número del símbolo → número del pad. Un símbolo y una huella pueden coincidir entre sí y estar ambos equivocados respecto a la pieza.

COMPRUEBA	QUÉ DEBE COINCIDIR
Integrado	Pin 1 de la ficha, pad 1 de la huella y marca física de orientación.
Diodo o LED	Ánodo y cátodo de la ficha con las redes del esquema y los pads.
Condensador polarizado	Terminal positivo y negativo con sus redes. Consulta qué polaridad indica la marca del encapsulado.

En el visor del ensamblador, revisa la rotación y la cara de montaje de estas piezas. La marca de serigrafía debe ayudar a montarlas sin tener que adivinar.

Tu checklist antes del pedido · 1/2

Marca cada punto cuando lo hayas comprobado y cumpla lo indicado. Deja sin marcar lo que debas revisar o corregir. Si no corresponde a tu diseño, selecciona «No aplica» donde esté disponible.

PROYECTO

VERSIÓN PCB

FECHA

- | | | |
|--------------------------|---|------|
| ☐ | 01 · Esquema y PCB son de la misma revisión y he resuelto el ERC | P. 2 |
| ☐ | 02 · El cobre cumple la separación al borde acordada | P. 3 |
| ☐ | 03 · He configurado las reglas y calculado el ancho de alimentación para su corriente | P. 4 |
| ☐ | 04 · He revisado los avisos del DRC y corregido los problemas. Las excepciones tienen justificación técnica | P. 4 |
| ☐ | 05 · He resuelto las diferencias entre esquema y PCB | P. 5 |
| ☐ | 06 · La numeración y las redes del conector son correctas | P. 6 |
| ☐ | No aplica | |
| ☐ | 07 · He comprobado por continuidad la polaridad del cable | P. 6 |
| ☐ | No aplica | |
| ☐ | 08 · He revisado en el esquema qué ocurre en cada estado de alimentación previsto | P. 7 |
| ☐ | 09 · Las señales críticas tienen referencia y retorno continuos | P. 8 |
| ☐ | No aplica | |

Pendientes y notas, opcional

Anota únicamente lo que necesites recordar. Ejemplo: «Punto 7: confirmar la referencia del cable».

Guarda una copia para cada versión de tu placa.
Resuelve los puntos pendientes antes de preparar el pedido.

Tu checklist antes del pedido · 2/2

Marca cada punto cuando lo hayas comprobado y cumpla lo indicado. Deja sin marcar lo que debas revisar o corregir. Si no corresponde a tu diseño, selecciona «No aplica» donde esté disponible.

- | | | |
|--------------------------|--|-------|
| ☐ | 10 · La zona libre de la antena cumple su documentación | P. 9 |
| ☐ | No aplica | |
| ☐ | 11 · La holgura mínima es suficiente y el montaje es posible | P. 10 |
| ☐ | 12 · He identificado puntos de medida accesibles | P. 11 |
| ☐ | 13 · He preparado las condiciones y los límites del primer encendido | P. 11 |
| ☐ | 14 · He revisado las capas, dimensiones y taladros exportados | P. 12 |
| ☐ | 15 · He comprobado que la lista de materiales y el archivo de posiciones incluyen los mismos componentes | P. 12 |
| ☐ | No aplica | |
| ☐ | 16 · El paquete del fabricante contiene la revisión y los archivos correctos | P. 13 |
| ☐ | 17 · He comprobado los pines, el pin 1 y la polaridad con las fichas de los componentes | P. 13 |
| ☐ | 18 · Los condensadores de desacoplo tienen conexiones cortas al pin y a masa | P. 8 |

Pendientes y notas, opcional

Anota únicamente lo que necesites recordar. Ejemplo: «Punto 10: confirmar la referencia de la antena».

Guarda una copia para cada versión de tu placa.
Resuelve los puntos pendientes antes de preparar el pedido.

Fuentes para repetir las comprobaciones

Consulta la revisión vigente y la ficha del componente exacto de tu diseño.

[K1] KiCad 10 · PCB Editor y DRC

<https://docs.kicad.org/10.0/en/pcbnew/pcbnew.html>

[K2] KiCad 10 · Schematic Editor

<https://docs.kicad.org/10.0/en/eeschema/eeschema.html>

[F1] JLCPCB · preparación de Gerber (ejemplo de proveedor)

<https://jlcpcb.com/help/article/gerber-files-preparation>

[F2] JLCPCB · BOM y CPL (ejemplo de ensamblador)

<https://jlcpcb.com/help/article/advice-for-bom-and-cpl-files-preparation>

[A1] Analog Devices · AN-1142, retorno y layout

<https://www.analog.com/en/resources/app-notes/an-1142.html>

[D2] Nordic · nPM1304, SYSREG y límites de entrada

https://docs.nordicsemi.com/r/bundle/ps_npm1304/page/vbusin.html

[K3] KiCad · calculadora de anchura de pistas

https://docs.kicad.org/9.0/en/pcb_calculator/pcb_calculator.html

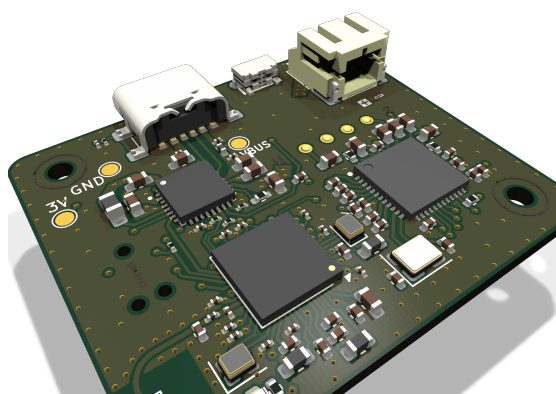
[D3] Texas Instruments · desacoplo y recorrido de retorno

<https://www.ti.com/document-viewer/lit/html/SSZT341/GUID-0660063B-16C2-4085-BB29-A1CD1B5FB09E>

Sobre los ejemplos: capturas y esquema del proyecto Myohm, con KiCad 10.0.3. La separación al borde incluye una variante de posición para comparar antes y después. La variante de SW1 es didáctica; las capturas no representan un pedido aprobado. Documentación consultada el 28/09/2026.

Da el siguiente paso: diseña tu propio wearable

Estoy preparando una formación en la que diseñaremos un wearable de medida de bioimpedancia, con carga por USB-C y envío de datos por Bluetooth mediante un Nordic nRF5340.



QUÉ VAS A DESARROLLAR

El esquema, la PCB y los archivos de fabricación en KiCad, y la carcasa en Fusion, paso a paso. Empezamos desde cero con KiCad; recomiendo conocimientos básicos de electrónica.

Tendrás vídeos grabados de todo el proceso y sesiones en directo para resolver dudas y revisar los diseños de cada alumno. Estimo unas 30–40 horas; la dedicación final sigue en preparación.

Precio previsto: 370 €. Programa y fecha de apertura en preparación. El montaje, las pruebas del prototipo y la programación del firmware quedan fuera de este curso.

Apúntate para recibir el programa y el aviso de apertura. Dejar tu correo te suma a la lista de interés; todavía no formaliza una matrícula.

Quiero recibir el programa →



Santiago F. Scagliusi

Doctor en ingeniería electrónica