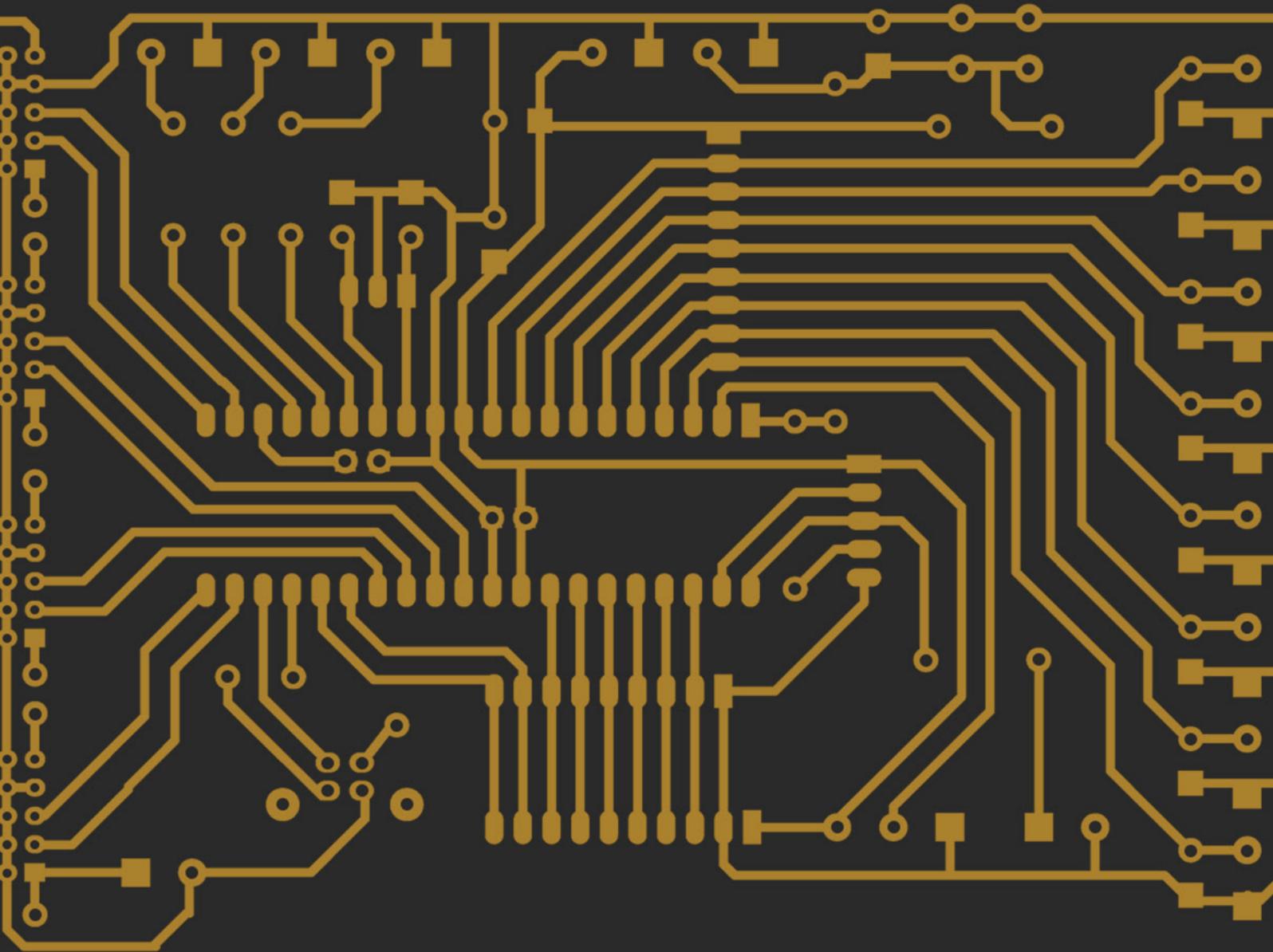


***Altium***<sup>®</sup>

# Respondiendo a los desafíos de los wearables



**Mark Forbes**

Director of Marketing Content

# RESPONDIENDO A LOS DESAFÍOS DE LOS WEARABLES

No hay duda de que los dispositivos electrónicos que se pueden llevar puestos se califican como "productos rompedores". Se prevé que el mercado de prendas de vestir inteligentes irá de 30.000 millones de dólares en 2016 hasta alcanzar los 150.000 millones de dólares en 2026[1]. Sin tecnología rigid-flex, la mayoría de estos dispositivos son técnicamente imposibles de diseñar. Esto significa que los diseñadores de PCB deben convertirse en expertos del diseño, las pruebas y la fabricación en un mundo portátil y "plegable".

Los productos más conocidos son probablemente los relojes inteligentes que se conectan a los smartphones, y los dispositivos de fitness que también se llevan en la muñeca. Pero más allá de estos productos de consumo, los accesorios inteligentes han avanzado enormemente en el campo de la medicina y en el militar. Ahora, el auge de las prendas inteligentes podría eliminar virtualmente la posibilidad de incorporar PCBs rígidos. Este artículo explorará qué hace que los accesorios de vestir inteligentes (wearables) sean únicos, y qué se necesita para diseñar con éxito PCBs flexibles y rigid-flex.

## FUNCIONES COMPLEJAS SIGNIFICAN PCBS COMPLEJOS

No hace falta decir que un dispositivo que se puede llevar puesto tiene que ser pequeño y virtualmente imperceptible para el que lo lleva. En el caso de los dispositivos médicos, sucede algo similar: sus usuarios normalmente no quieren que los demás los noten. No hace mucho tiempo, los "wearables médicos" eran bastante grandes y a menudo requerían un cinturón o una correa para el hombro.

En la actualidad, los accesorios de vestir inteligentes están en todas partes, siendo el reloj de pulsera de entrenamiento uno de los más populares. Estos dispositivos utilizan sensores para controlar varios parámetros y calcular varios valores relacionados con el fitness. El desafío es que requieren que tal sofisticación se implemente en dispositivos de muy reducido tamaño, lo que requiere técnicas de PCB flexibles. Los relojes inteligentes proporcionan a los diseñadores un poco más de espacio, pero con el aumento de la complejidad de las características hace que este espacio se quede pequeño en seguida.



*Figura 1: Los dispositivos médicos que se pueden llevar puestos han evolucionado tanto que tienen el tamaño de una venda, si bien incorporan, al mismo tiempo, una gran cantidad de memoria e inteligencia. Dispositivos como este hacen un uso considerable de los PCBs rigid-flex tridimensionales. Fotografía cortesía de MC10, Inc.*

Los wearables médicos han evolucionado hasta convertirse en pequeños "parches" discretos que se usan para supervisar un área particular de la anatomía. Son totalmente autónomos, con electrodos, adhesivos, batería recargable y funciones inteligentes, como en el ejemplo de la figura 1.

## DISEÑO DE PCBS RIGID-FLEX

Los wearables que se adhieren al cuerpo humano de una manera u otra exigen circuitos flexibles y layouts muy densos. Y no sólo eso, sino que las formas de las placas son a menudo redondas, elípticas o incluso con formas más inusuales. Desde el punto de vista de un diseñador, estos proyectos requieren una colocación y un enrutamiento inteligente. Para estas placas tan pequeñas y densas, una herramienta de PCB optimizada para diseños rigid-flex hace que la manipulación de formas extrañas sea mucho más fácil.

La mayoría de los PCBs diseñados hoy en día consisten en placas rígidas para conectar circuitos. Sin embargo, los accesorios de vestir inteligentes presentan una serie de dificultades para los diseñadores de PCB que las placas rígidas no pueden satisfacer. Estos son algunos de esos problemas y lo que los diseñadores pueden hacer para solucionarlos.

# RESPONDIENDO A LOS DESAFÍOS DE LOS WEARABLES

## Diseño en 3D

Una de las principales ventajas de los diseños rigid-flex es la capacidad de doblar los circuitos flexibles de la manera necesaria para que toda la electrónica quepa en un espacio tridimensional. Los circuitos flexibles permiten que todo el conjunto se doble y se pliegue para ajustarse a la carcasa. La figura 2 muestra un producto rigid-flex típico. Se pueden ver tres placas rígidas están conectadas entre sí por circuitos flexibles. Los circuitos flexibles se doblan para permitir que las placas rígidas encajen en el paquete del producto, ocupando un espacio mínimo.

Pero conectar placas rígidas no es el único desafío al que debemos enfrentarnos al trabajar con diseños rigid-flex. Los doblados se deben diseñar con precisión para que las placas se alineen donde deben ser montadas sin ejercer tensión en los puntos de conexión. Hasta hace poco, los ingenieros utilizaban modelos de "paper doll" para simular el montaje de la placa. Ahora se dispone de herramientas de diseño que proporcionan un modelado en 3D del ensamblaje rigid-flex, lo que permite un diseño más rápido y una precisión mucho mayor, como se muestra en la figura 3.

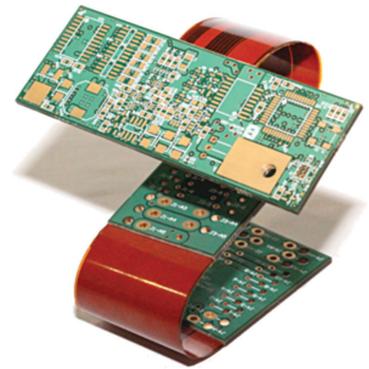


Figura 2: Típicamente, el diseño rigid-flex tiene los componentes montados en placas rígidas interconectadas por circuitos flexibles. Los circuitos flexibles permiten que el ensamblaje se doble para que encaje en la caja del producto.

## Diseño de Stackup Rigid-to-Flex

El stackup del PCB consiste en un mapa de las capas de una placa de circuito impreso. Este apilamiento es crítico para cualquier diseño de PCB, pero aún más cuando se diseña con técnicas rigid-flex. Las mejores herramientas de diseño de PCB rigid-flex permiten diseñar el stackup con las partes rígidas y flexibles del ensamblaje integradas, tal y como ocurrirá con el producto final. Con los circuitos flexibles, el área de doblado debe ser diseñada para minimizar la tensión de las pistas y los pads.

En la figura 4 se muestra un stackup completo, con placas rígidas a la izquierda y a la derecha, que se flexionan entre ellas. El número de capas y los materiales utilizados para esas capas añaden complejidad al diseño. Eso hace que sea muy importante diseñar cuidadosamente el apilamiento con un software de PCB que pueda manejar todo el ensamblaje flexible y rígido.

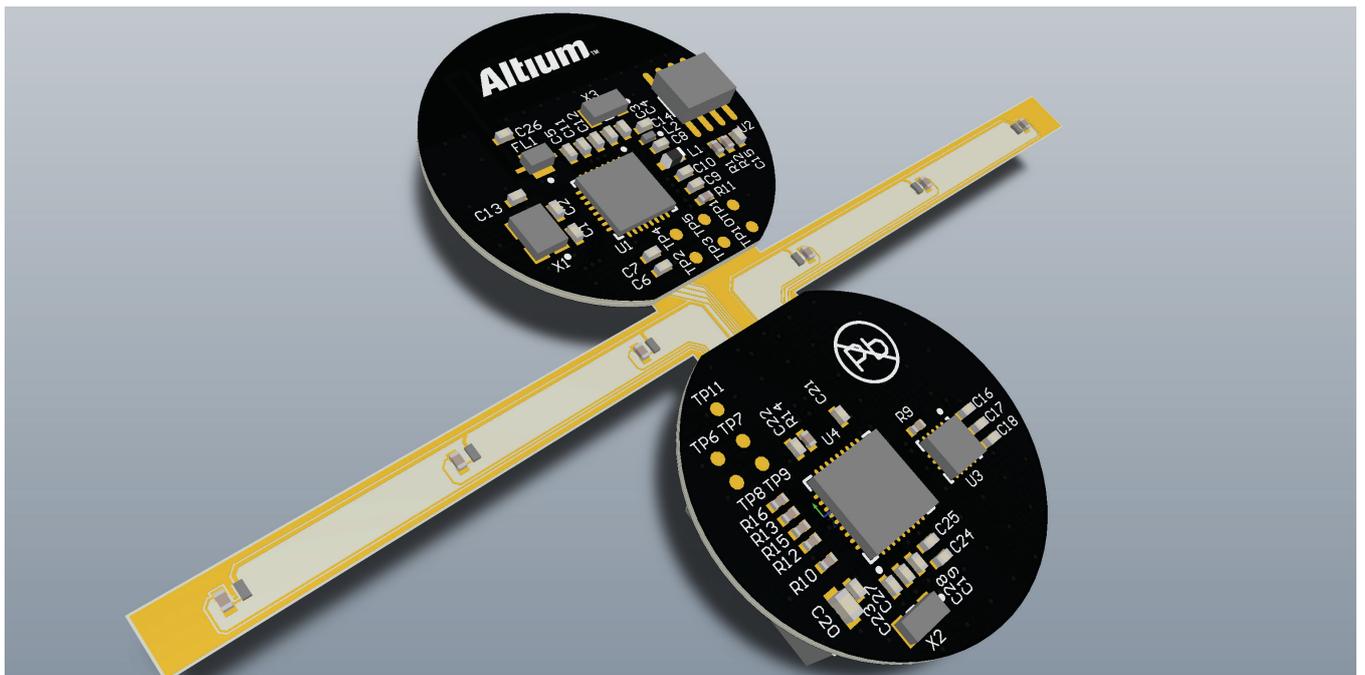


Figura 3: El software de diseño de PCB que proporciona un modelado 3D permite a los diseñadores ver exactamente cómo se ajusta el ensamblaje del PCB.

# RESPONDIENDO A LOS DESAFÍOS DE LOS WEARABLES

## Manejar el doblado de los circuitos flexibles

La capacidad de dar forma al ensamblaje final de los PCBs rígidos y flexibles para que encajen en la caja del producto es la principal ventaja de los circuitos flexibles. Por supuesto, esto plantea una serie de problemas que no se encuentran en los PCB rígidos, ya que al doblar el circuito flexible se producen tensiones que no se producen con las placas rígidas.

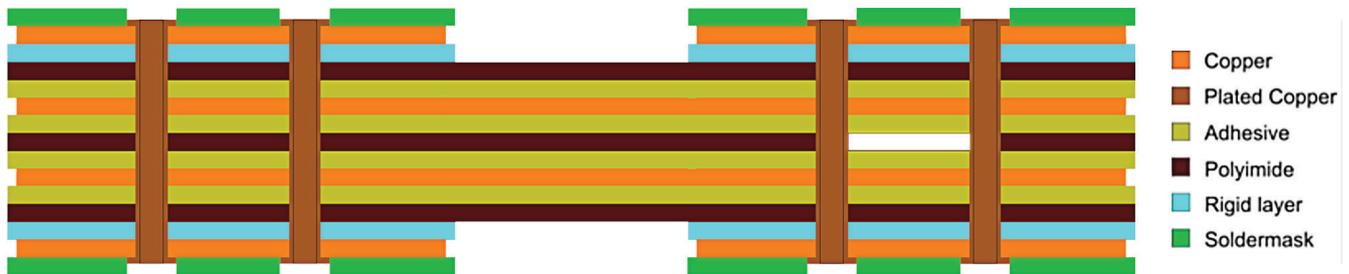


Figura 4: El software de diseño de la placa de circuito impreso debería permitirle trabajar con todo el conjunto. Aquí, las placas rígidas están en cada extremo, conectadas por un circuito flexible de dos capas.

Aquí hay cuatro consejos para incorporar en tu próximo proyecto de diseño rigid-flex:

**1. Aumenta la fiabilidad de las pistas:** La curvatura que soportan los circuitos flexibles significa que el cobre es más probable que se deslamine que en una placa rígida. La adherencia del cobre al sustrato es menor que en una placa FR4 también. La mayoría de los fabricantes de placas recomiendan utilizar el metalizado de agujeros through-hole y los anchor stubs para los pads de componentes SMT y reducir al máximo las aberturas del coverlay.

**2. Refuerza las pistas y vías con teardrops:** si no se controla, la flexión del sustrato puede provocar la deslaminación y el fallo del producto. Sin embargo, las pistas y las vías pueden reforzarse para evitar la deslaminación. Sustituir los pads de los teardrops (Figura 5) por pads circulares. Los teardrops añaden material adicional, fortaleciendo los pads para prevenir la delaminación. El uso de los teardrops también puede producir un mejor rendimiento en la fabricación al dar más tolerancia a la perforación.

**3. Compensa las pistas en los circuitos flexibles de doble cara:** Alinear las pistas una encima de la otra en los circuitos flexibles de doble cara puede causar problemas con la distribución de la tensión, particularmente en el pliegue. Para igualar las tensiones, así como para añadir más flexibilidad, compensa las trazas en los circuitos flexibles de doble cara.

**4. Evita los ángulos rectos en las pistas:** Las esquinas de las pistas están sujetas a más tensión de flexión que las pistas rectas. Con el tiempo, las esquinas pueden deslaminarse, causando el fallo del producto. Evita los problemas de deslaminación utilizando caminos rectos. Cuando las pistas deban cambiar de dirección, utiliza curvas o curvas lineales a trozos en lugar de provocar ángulos de 90°.

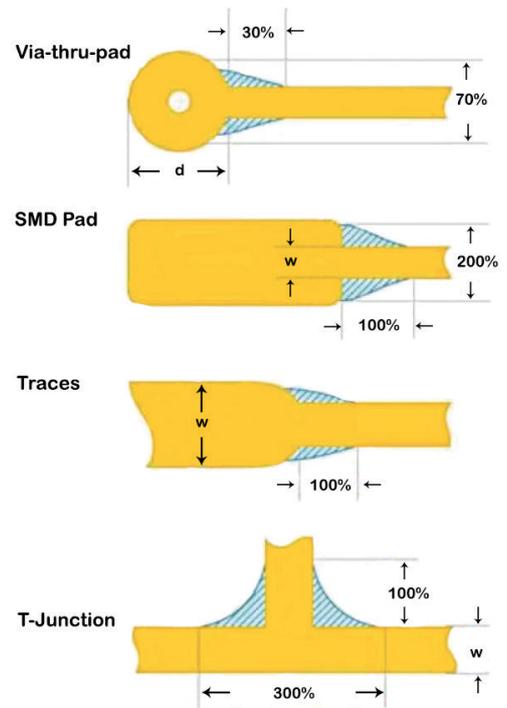


Figura 5: Los teardrops aumentan la resistencia de las pistas y mejoran el rendimiento.

# RESPONDIENDO A LOS DESAFÍOS DE LOS WEARABLES

---

## FABRICACIÓN

Calificar a varios fabricantes es un requisito en la mayoría de las empresas, pero calificar a los fabricantes de materiales rígidos-flexibles es un poco más difícil que en el caso de las placas de circuito impreso rígidas estándar. Hacer los deberes para evaluar a los fabricantes y comunicar claramente las expectativas de diseño son la clave para asegurar que el montaje rigid-flex se fabricará correctamente.

La mejor manera de enfocar la fabricación es considerarla desde el inicio del diseño. De esa manera, es conveniente que hables con ellos para asegurarte de que tu diseño se ajusta a sus requisitos en todo momento durante el diseño. También puedes incorporar sus requisitos en los procesos de diseño para fabricación (DFM) y de comprobación de reglas de diseño (DRC) que utilices. Lo más importante es recurrir a estándares de diseño, como el IPC-2223, para comunicarte con sus fabricantes.

El paquete de datos de diseño terminado debe ser ensamblado previo a su entrega al fabricante. Los formatos Gerber pueden funcionar para PCBs rígidos, pero con la complejidad adicional de un ensamblaje rigid-flex, tanto los proveedores de herramientas de software para PCB como los fabricantes recomiendan que se utilice un formato de intercambio de datos inteligente. Los dos formatos inteligentes más populares son ODB++ (versión 7 o posterior) y IPC-2581, ya que permiten especificar claramente los requisitos de las capas.

## ¡CONVIÉRTETE EN UN EXPERTO EN DISEÑO RIGID-FLEX!

Las prendas de vestir inteligentes requieren lo que los PCB tradicionales no pueden ofrecer: la capacidad de flexionarse, estirarse y moverse mientras se llevan puestas o están adheridas al cuerpo. Las combinaciones de PCBs rígidos que contienen la mayoría o todos los componentes se combinan con circuitos flexibles que pueden doblarse con el movimiento del cuerpo, además de permitir a los diseñadores hacer sus diseños plegables, realizaciones en 3D.

El diseño de circuitos flexibles presenta retos más allá de los de las placas rígidas. El diseño del apilamiento es de primordial importancia: debe ser correcto tanto para la función como para la fiabilidad a largo plazo. Debido a que la flexión ejerce más presión sobre el cobre, es necesario utilizar técnicas que refuercen las pistas y los pads para asegurar la adhesión. Por último, hay que ser más diligente tanto en la localización como en la comunicación con los fabricantes de rigid-flex.

Altium Designer® proporciona el conjunto de herramientas más completo para trabajar con diseños rigid-flex. Los stackups se pueden mapear completamente y luego modelar en 3D. Las técnicas de mejora de la fiabilidad y los teardrops son simples y rápidas. Además, puedes seleccionar ODB++ o IPC-2581 para formatear los datos de salida de la fabricación y asegurar una comunicación completa.

## REFERENCIAS

[1] [Wearable Technology 2016-2026: James Hayward, Dr. Guillaume Chansin, Harry Zervos; IDTechEx.](#)

[Más información sobre la gestión de pilas de capas.](#)

[Más información sobre Edición 3D Nativa](#)

[Visualización del diseño rigid-flex antes de pasar al prototipo](#)