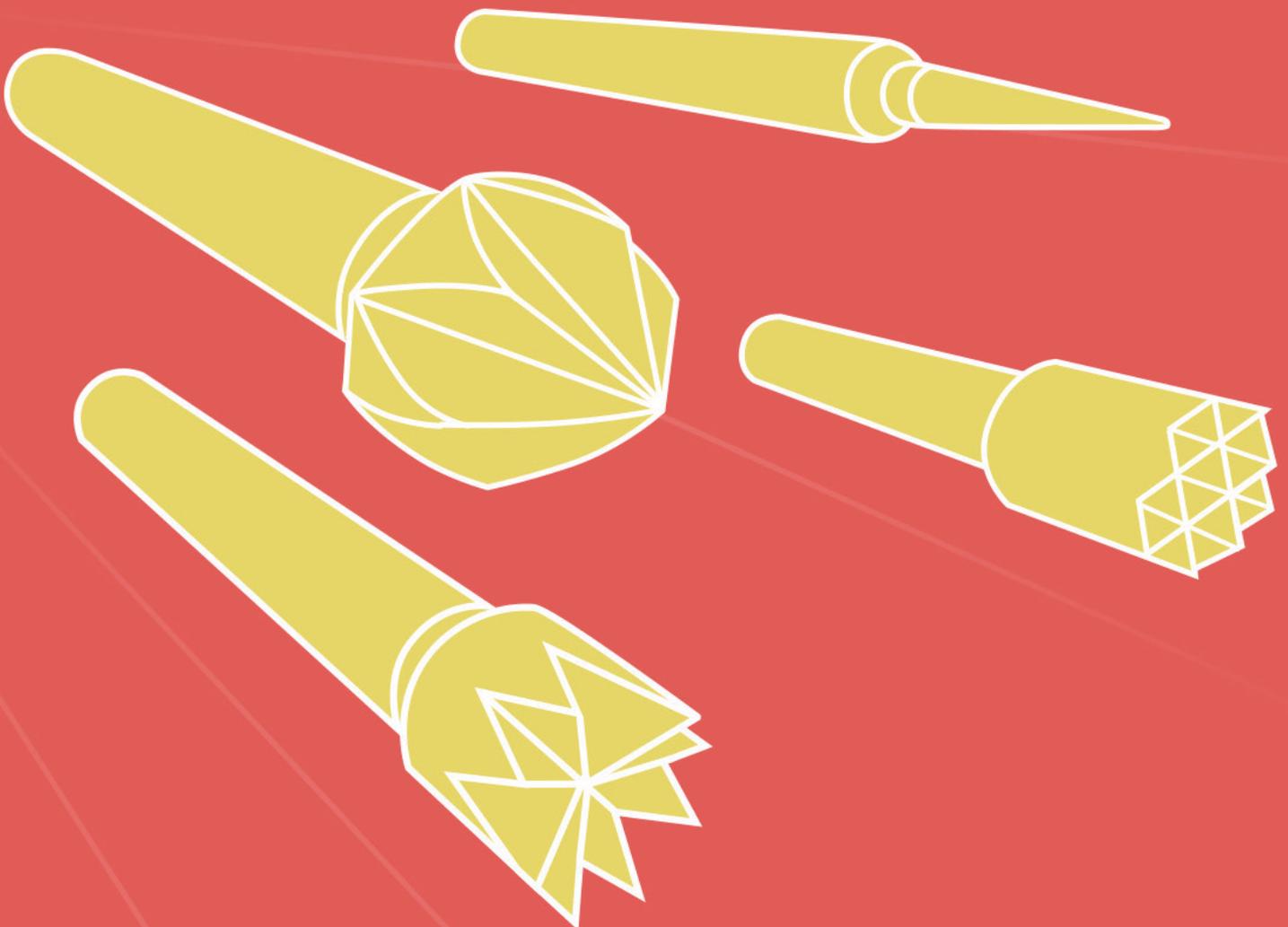


***Altium***<sup>®</sup>

# Diseño de la testabilidad



**Christopher E. Carlson**

Senior Field Applications Engineer

# DISEÑO DE LA TESTABILIDAD

---

## RESUMEN

El coste total de producción de una placa completa puede desglosarse en varias categorías básicas: el coste de fabricación de la PCB vacía, el de los componentes, el del ensamblaje y el de las pruebas. Este último, el coste de probar el funcionamiento de una placa terminada, puede representar entre un 25% y un 30% del coste total de producción del producto.

Hay dos aspectos lógicos que conforman el diseño para obtener rentabilidad: el diseño para la fabricabilidad (Design for Manufacturability, DFM), es decir, el desarrollo de un producto con el menor coste de fabricación posible y con la menor tasa de defectos, y el diseño para la testabilidad (Design for Testability, DFT). Al diseñar un producto con la mayor cobertura de pruebas y la capacidad de aislar rápidamente los fallos, tanto en lo que respecta a los errores de fabricación como a los fallos de los componentes, el DFT se convierte en un elemento fundamental a la hora de diseñar para obtener la máxima rentabilidad. En este documento, exploraremos el DFT en profundidad, y, en particular, analizaremos las pruebas en circuito (ICT).

## DIRECTRICES PARA EL DFM Y EL DFT

A la hora de elegir un fabricante por contrato (CM, por sus siglas en inglés), éste debe proporcionar, en todo momento, las directrices para el DFM y el DFT. Asegúrate siempre de conseguir y leer estas directrices para cada fabricante que te plantees contratar. La revisión de las directrices de DFM y DFT de los diferentes CM puede ofrecerte una visión del nivel de experiencia, conocimiento y capacidad de cada uno. Por lo tanto, estas directrices son una herramienta útil a la hora de decidir cuál es la mejor manera de fabricar los productos de tu empresa.

## PLANIFICAR CON ANTELACIÓN

Las primeras preguntas que hay que hacerse cuando se planifica un diseño son:

1. ¿Quién va a llevar a cabo la prueba de montaje?
2. ¿Qué capacidades tiene?

Las primeras preguntas que hay que hacerse cuando se planifica un diseño son: 1.) ¿Quién va a llevar a cabo la prueba de montaje? y 2.) ¿Qué capacidades tiene? Las directrices de DFT serán útiles en la planificación inicial del diseño. Sin embargo, es una buena idea contactar al CM directamente y poder comentar sus necesidades específicas con un ingeniero de pruebas experto. El ingeniero de pruebas hablará de sus capacidades y te informará sobre las diferentes metodologías de prueba que puede ofrecerte. Una combinación de un escaneo de límites (JTAG), una prueba de ICT automatizada, laminografía de rayos X (AXI) e inspección visual (vision manual y computerizada) te proporcionará la cobertura de pruebas más completa. También te dará acceso a información inmediata sobre el proceso de fabricación, de modo que puedas ajustar rápidamente el flujo de trabajo según sea necesario, y detectar y rechazar los componentes defectuosos.

A continuación, debes considerar qué cobertura de prueba es necesaria para garantizar que el producto final sea de calidad. Utilizar todo el arsenal de capacidades de prueba disponibles puede o no ser requerido para su aplicación, y de hecho, puede tener un coste prohibitivo. Por ejemplo, no es lo mismo producir un satélite de alto estándar que destinada a orbitar la tierra, para lo cual será conveniente llevar a cabo todas las pruebas disponibles para garantizar que el producto acabado funcione de forma fiable durante años en un entorno en el que no existe la posibilidad de realizar reparaciones; que trabajar en tarjetas de felicitación musical, en cuyo caso una prueba simple y funcional.

## PRUEBAS ICT

Las pruebas en circuito (ICT) permiten detectar varias anomalías, tanto en la fabricación como en los componentes. Existen dos tipos sistemas de pruebas ICT. Uno de los sistemas utiliza un banco de pruebas que encapsula el ensamblaje del circuito impreso (PCA, por sus siglas en inglés) que se está probando y sondea varias nets para realizar la prueba. El segundo consiste en una "flying probe", donde las sondas se controlan mediante un sistema informático para hacer contacto eléctrico con nets específicas del PCA que se está probando.

Entre los elementos que se pueden someter a prueba se encuentran los cortos/abiertos, los componentes faltantes, componentes colocados con una polarización incorrecta o incluso con un mal valor, y otros muchos aspectos. Los testers ICT también pueden alimentar el PCA bajo prueba y probar circuitos analógicos y digitales para verificar la operación apropiada. Los sistemas de pruebas de ICT pueden realizar este tipo de pruebas con un elevado volumen de rendimiento.

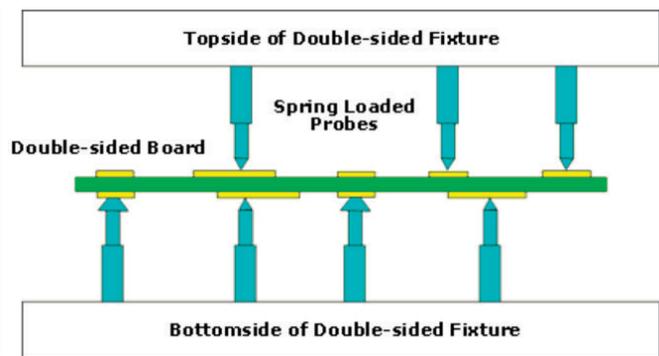
# DISEÑO DE LA TESTABILIDAD

## CONSIDERACIONES DEL DISEÑO DE LAS PRUEBAS DE ICT

Los requisitos varían ligeramente en lo referente a los puntos de prueba para los testers de ICT que emplean cabezales de prueba frente a las pruebas de "flying test".

Para los sistemas de prueba que utilizan un cabezal de prueba, habrá directrices DFT que determinen las características de un punto de prueba. En el momento de planificar la colocación y disposición del PCB, asegúrate de tener a mano las directrices del DFT que te ha pasado el CM, que será quien llevará a cabo las pruebas finales de ensamblaje.

El banco de pruebas de ICT analizará diversas características de la placa, realizando mediciones y suministrando energía, señales de estímulo y de medición en el PCA que se está probando. Los sistemas de prueba pueden inspeccionar los dos lados del PCA. Sin embargo, mantener los puntos de prueba a un lado de la placa disminuirá la complejidad del banco de pruebas, resultando en un menor coste y un mayor retorno de la inversión (ROI) para el producto.



Banco de pruebas de ICT [1]

Ten en cuenta que, una vez se ha desarrollado un banco de pruebas para un PCA, cualquier modificación adicional del banco de pruebas, para facilitar los cambios en el producto, tendrá como consecuencia costes adicionales. Y estos costes adiciones pueden acumularse. Por lo tanto, hay que tener cuidado, cuando se hacen modificaciones en el PCA, de no mover ninguna de las ubicaciones de los puntos de prueba existentes.

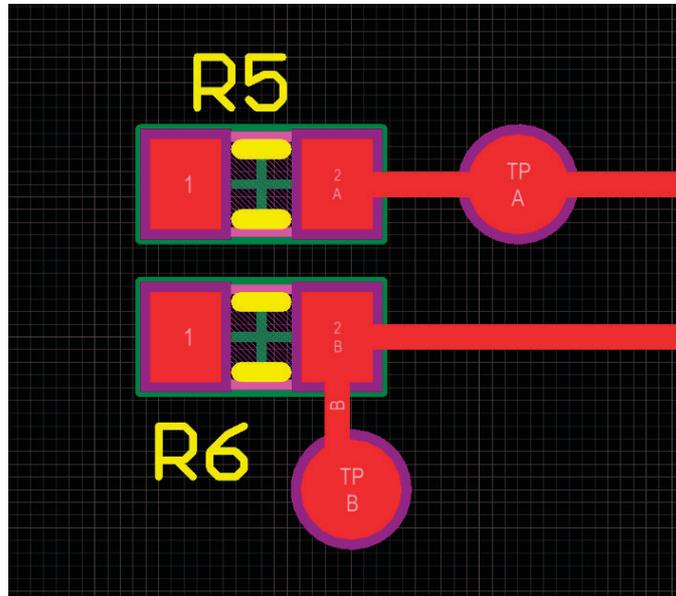
Muchas de las características de un PCA pueden utilizarse como puntos de prueba para el ICT. Existen diferentes tipos de sondas con resorte (pines) que facilitan la realización de una conexión eléctrica adecuada a una red en el PCA.



Sondas para pruebas de ICT [2]

# DISEÑO DE LA TESTABILIDAD

Los pads de agujeros through-hole con un cable que sobresale se pueden examinar a menudo, como los pines del conector que sobresalen en el lado secundario (inferior) de la placa. Las vías se pueden utilizar a menudo como puntos de prueba. Sin embargo, los pads SMT con componentes soldados puede que no funcionen como puntos de prueba válido cuando se recurre a un banco de pruebas.

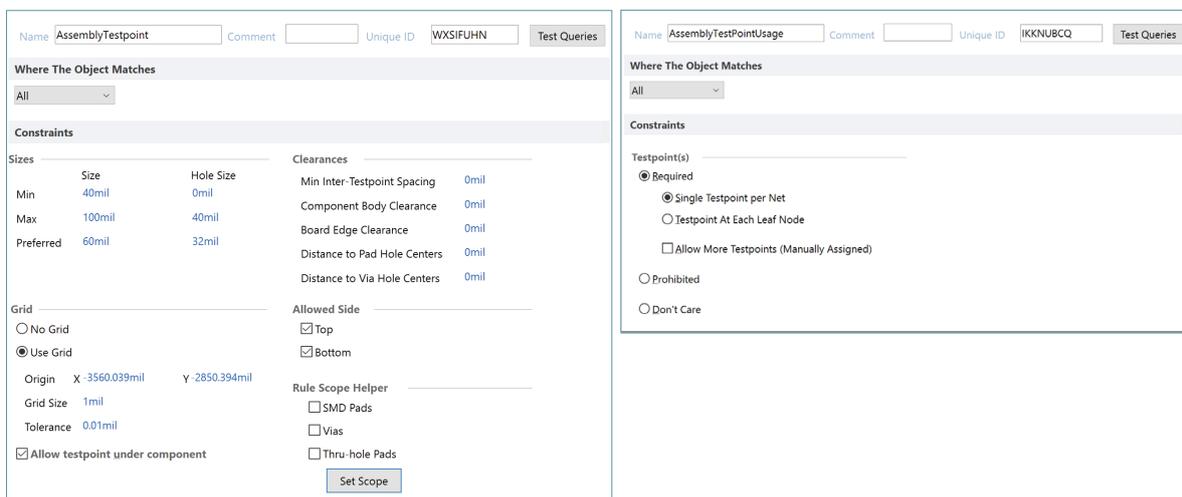


Puntos de prueba (PT) para tests ICT

Cuando se aplica la tecnología SMT y no hay vías disponibles para usar como puntos de prueba, se deben incorporar pads de punto de prueba en el diseño. La geometría y clearance de los pads para los tests de ICT deben incluirse en las directrices del DFT proporcionadas por el CM que realiza la prueba.

Otra información relevante que el documento DFT debe incluir son las distancias entre los puntos de prueba, la distancia hasta el borde del tablero y qué se puede utilizar como puntos de prueba.

La herramienta EDA utilizada para realizar el diseño de la placa incluirá un conjunto de reglas de diseño en las que se definirá lo que constituye un punto de prueba, junto con la cobertura de prueba necesaria. Si se configuran correctamente estas reglas (de acuerdo con las directrices del DFT) durante las etapas de planificación del diseño, la producción de la documentación de la prueba se convierte en un proceso automatizado.



Reglas del test ICT para las características de un punto de prueba y la cobertura de los puntos de prueba

# DISEÑO DE LA TESTABILIDAD

Testpoint Net Status		
Net	Bare-board Fabrication	In-circuit Assembly
1V2	Incomplete	Incomplete
1V8	Incomplete	Incomplete
1V8_FT	Incomplete	Incomplete
3V3	Incomplete	Incomplete
3V3_FT	Incomplete	Incomplete
16M_IN	Incomplete	Incomplete
16M_OUT	Incomplete	Incomplete
32.768K_IN	Incomplete	Incomplete
32.768K_OUT	Incomplete	Incomplete
A0	Incomplete	Incomplete
A1	Incomplete	Incomplete
A2	Incomplete	Incomplete
A3	Incomplete	Incomplete
A4	Incomplete	Incomplete
A5	Incomplete	Incomplete
A6	Incomplete	Incomplete
A7	Incomplete	Incomplete

Manager automatizado de puntos de prueba

Report Formats

Text

CSV

IPC-D-356A

Test Point Layers

Top layer

Bottom layer

Units

Imperial

Metric

Coordinate Positions

Reference to absolute origin

Reference to relative origin

IPC-D-356A Options

Adjacency Information 25mil

Board Outline Keep-Out Layer

Conductor Traces

OK Cancel

Generación de archivos de punto de prueba

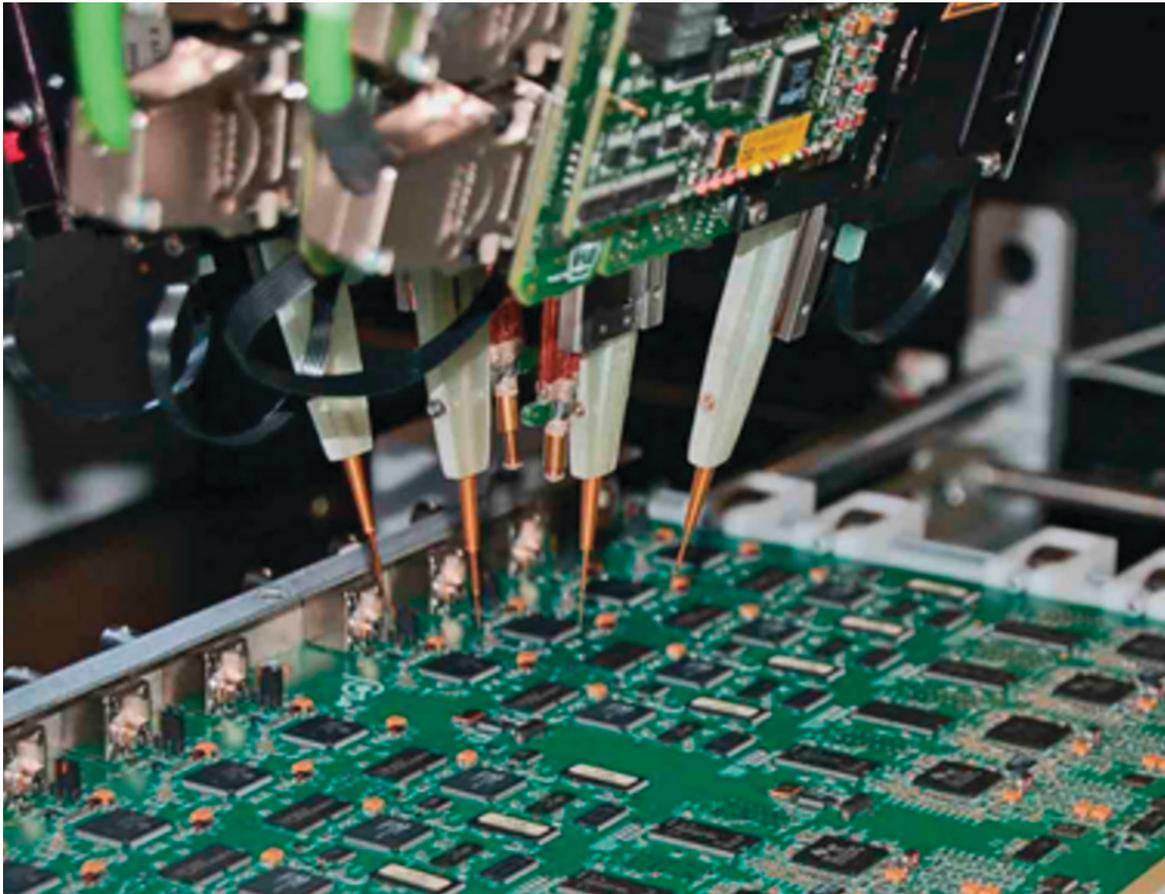
Una vez que se ha configurado el punto de prueba y las reglas de diseño, la herramienta EDA dispondrá de funciones automatizadas para asignar los puntos de prueba en el diseño. En términos generales, la documentación producida consistirá en un archivo o informe de puntos de prueba, que contendrá las coordenadas de cada punto de prueba. Este informe se puede generar en diversos formatos de archivo, incluido el formato IPC-D-356A. El CM que realiza la prueba o que crea el banco de pruebas puede requerir otros formatos de archivo. Consulta con el CM del equipo de pruebas qué datos necesita para producir el banco de pruebas.

## PRUEBA DE "FLYING PROBE"

En el caso de los "flying probes", no se requieren herramientas para un banco de pruebas, por lo que será la solución de pruebas ICT de menor coste. Además, también permiten examinar los cables de los componentes SMT soldados en el PCA. A la hora de comprobar si el fabricante en contrato tiene capacidad para realizar pruebas de ICT, puede ser prudente preguntar si tiene la capacidad de realizar pruebas de ICT del tipo de "flying probes". Esto sólo requerirá la programación del sistema de prueba y no los costes de herramientas para producir el banco de pruebas. Además, las órdenes de modificación (ECO) del PCA no requerirán evitar cambios en los puntos de prueba, ya que cualquier diferencia entre el ensamblaje antiguo y el nuevo precisará únicamente cambios en la programación.

# DISEÑO DE LA TESTABILIDAD

---



*Sistemas de pruebas de ICT "flying probe" [3]*

## CONCLUSIÓN

Dado que la fase de prueba de una placa de circuito impreso completa representa hasta el 30% de los costes totales, es más importante que nunca que planifiques bien y diseñes estrategias concretas para el proceso DFT, lo que comienza con el conocimiento de las capacidades del fabricante y de la definición de qué cobertura de pruebas se considera necesaria para garantizar un producto terminado de calidad. Una vez que hayas completado la fase de planificación, una prueba TIC exhaustiva te permitirá detectar algunas anomalías potenciales antes de que la placa esté totalmente fabricada.

## CITAS

[1] ICT Test Fixture. Digital image. N.p., n.d. Web.

[http://www.mtarr.co.uk/courses/topics/0251\\_fixt/index.html](http://www.mtarr.co.uk/courses/topics/0251_fixt/index.html)

[2] ICT Test Probes. Digital image. Peak Test. N.p., n.d. Web.

<http://www.peaktest.co.uk/about/product-guides/headstyles>

[3] Flying Probe ICT Test System. Digital image. Acdi. N.p., 2 July 2011. Web.

<http://www.acdi.com/latest-news/ict-without-expensive-fixtures-acdi-expands-capabilities-with-in-house-flying-probe-tester>