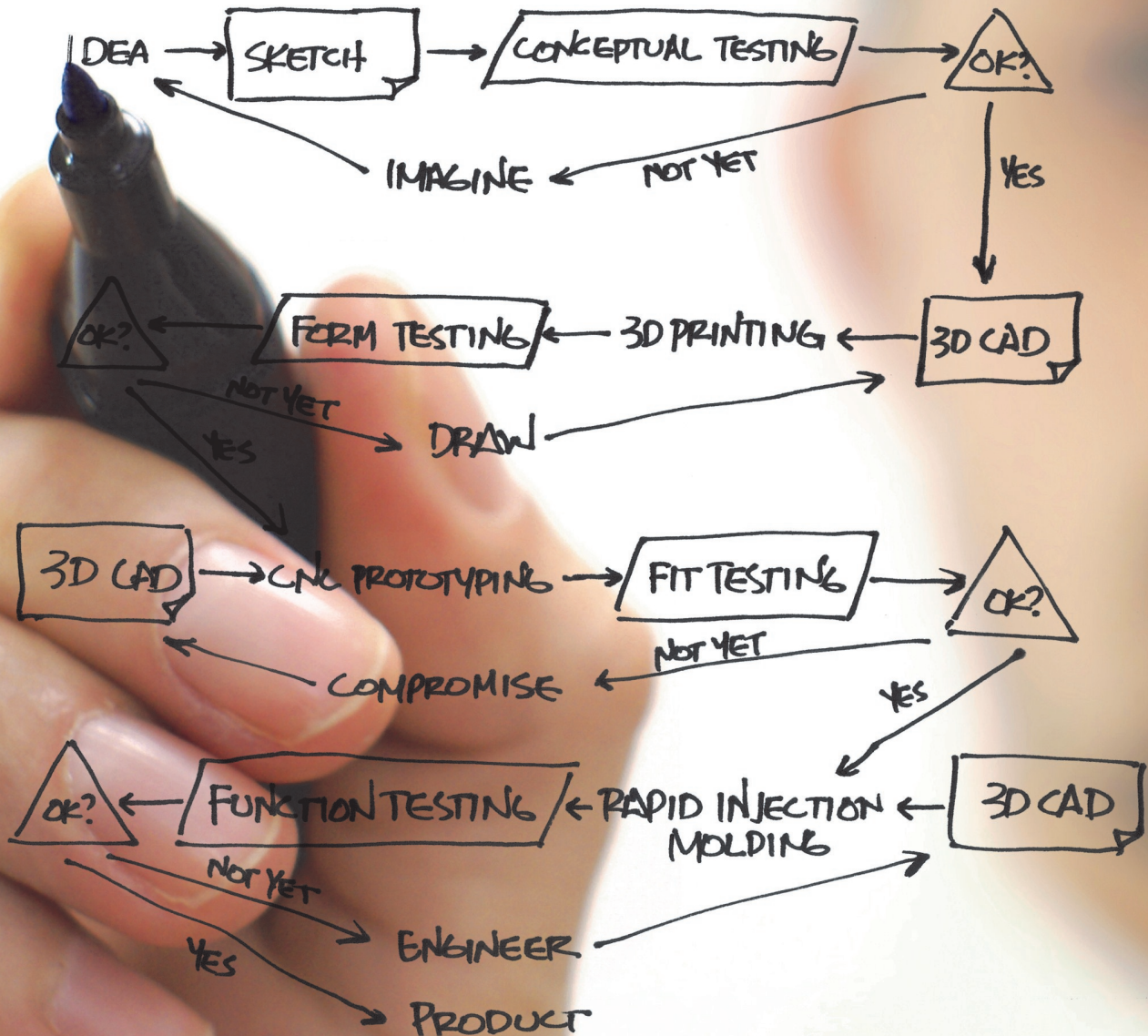


Proceso de creación de prototipos

Selección del mejor proceso para su proyecto



proto labs

Proto Labs, Limited
Savoie—Technolac
18 Allée du Lac Saint André
73382 Le Bourget du Lac Cedex
Francia

www.protolabs.es



Página	Sumario
2	Guía rápida para comparar procesos de prototipado
3	Comparación de los tipos de prototipado
7	Seleccionar un proceso
9	Resumen
10	Notas



Introducción al proceso de creación de prototipos

Ser capaz de obtener rápidamente piezas prototipos para probar el ajuste y la función del componente puede ayudar a que su producto salga al mercado antes que sus competidores. Los ajustes de diseño, materiales, tamaño, forma, montaje, color, posibilidades de fabricación y resistencia pueden llevarse a cabo después de los resultados de sus pruebas y análisis.

Los equipos de diseño de producto de hoy en día tienen a su disposición muchos procesos de creación de prototipos. Algunos de estos procesos utilizan métodos de fabricación tradicionales para producir los prototipos. Otras tecnologías han ido surgiendo y mejorándose en un período relativamente corto de tiempo. Hay docenas de formas de fabricar prototipos. A medida que los procesos siguen evolucionando, el diseñador de producto intenta constantemente determinar qué proceso o tecnología es mejor para su aplicación personal.

El propósito de este libro blanco es explorar las ventajas e inconvenientes de los principales procesos de creación de prototipos disponibles para el diseñador de hoy. Este documento proporciona descripciones detalladas de los procesos y examina las propiedades de los materiales de las piezas, que se fabrican con cada proceso de creación de prototipos específico. Además, incluye un árbol de decisión que pone de relieve las cuestiones clave que deben tener en cuenta los diseñadores a la hora de seleccionar un proceso. A fin de cuentas, el objetivo de este libro es ayudarle a elegir el mejor método de creación de prototipos para su proceso de desarrollo de producto.

Guía rápida para comparar procesos de prototipado

PROCESO	DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA	ACABADO	MATERIALES DE MUESTRA	
SLA	Esterolitografía	Fotopolímero endurecido con láser	2.500-10.000 (psi) 17,2-68,9 (mpa)	Capas aditivas de 0,051-0,152 mm en general	Fotopolímeros de "tipo termoplástico"
SLS	Sinterización selectiva por láser	Polvo sinterizado por láser	5.300-11.300 (psi) 36,5-77,9 (mpa)	Capas aditivas de 0,102 mm en general	Nailons y metales
FDM	Modelado por deposición fundida	Extrusiones fundidas	5.200-9.800 (psi) 35,9-67,6 (mpa)	Capas aditivas de 0,127-0,330 mm en general	ABS, PC, PC/ABS, PPSU
3DP	Impresión tridimensional	Impreso por inyección de tinta con aglutinante líquido sobre polvo	Baja	Capas aditivas de 0,089-0,203mm en general	Polvo de yeso/Aglutinante líquido
Pjet	Poly-Jet	Polímero rociado a presión endurecido con UV	7.200-8.750 (psi) 49,6-60,3 (mpa)	Capas aditivas de 0,015-0,30 mm en general	Fotopolímeros de base acrílica Fotopolímeros elastoméricos
CNC	Control numérico computerizado (mecanizado)	Mecanizado utilizando fresadoras CNC	3.000-20.000 (psi) 20,7-137,9 (mpa)	Mecanizado sustractivo (suave)	La mayoría de productos y termoplásticos/aluminios de ingeniería
RIM	Moldeo por inyección rápida	Moldeo por inyección utilizando un molde de aluminio	3.100-20.000 (psi) 21,4-137,9 (mpa)	Moldeo suave (o con una textura específica)	La mayoría de productos y termoplásticos de ingeniería

Comparación de los tipos de prototipado

SLA



Estereolitografía

La SLA es un proceso de fabricación aditivo que produce piezas en una cuba llena de resina fotorpolímera que se endurece con UV, utilizando un láser controlado por ordenador. El láser se usa para perfilar y endurecer una sección transversal del diseño de la pieza, en la superficie de la resina líquida y el proceso se repite. Cada capa recién endurecida se pega a la capa que tiene debajo. Este proceso se repite hasta que la pieza se haya completado. La SLA fue la primera tecnología de “creación rápida de prototipos”.

Pros: Para los conceptos de modelo o los diseños que se van a usar como piezas maestras para otros métodos de creación de prototipos, la SLA puede fabricar piezas con geometrías complejas y acabados de superficie excelentes, en comparación con otros procesos aditivos. El coste es muy competitivo y la tecnología está disponible por medio de diferentes recursos.

Contras: Las piezas prototipo son más frágiles que las fabricadas con resinas de ingeniería, de tal modo que las que se fabrican utilizando la SLA normalmente son idóneas para pruebas funcionales. Asimismo, puesto que la resina se endurece con UV, la exposición a la luz solar sigue endureciendo la resina y las piezas se pueden volver quebradizas con el tiempo. Aunque la SLA es capaz de hacer piezas con geometrías complejas no ofrece una visión muy reveladora de las posibilidades de fabricación finales del diseño. Los polímeros líquidos pueden ser muy tóxicos.

SLS



Sinterización selectiva por láser

El proceso de SLS utiliza un láser para fabricar las piezas sinterizando (fundiendo) el material en polvo capa a capa, de abajo hacia arriba. Las piezas de SLS pueden ser precisas y más duraderas que las de SLA, pero el acabado es relativamente escaso, con un tacto granuloso o arenoso. Hay menos fuerza entre las partículas fundidas, por lo que tienden a ser más frágiles que las mecanizadas o las moldeadas, hechas con la misma resina. Además, existen pocas resinas disponibles en la forma de polvo que se precisa para el SLS.

Pros: Las piezas de SLS tienen tendencia a ser más precisas y duraderas que las de SLA. El proceso puede producir piezas con geometrías complejas.

Contras: Las piezas tienen una textura granulosa o arenosa y, debido a sus escasas propiedades mecánicas, normalmente no son idóneas para pruebas funcionales. Aunque el SLS es capaz de hacer piezas con geometrías complejas, no ofrece una visión muy reveladora de las posibilidades de fabricación finales del diseño.

FDM

Modelado por deposición fundida

El proceso de FDM fabrica piezas de abajo hacia arriba, utilizando un cabezal de impresión controlado por ordenador. La materia prima para el proceso es un filamento de resina moldeada por extrusión, que la máquina refunde selectivamente en la capa anterior de cada sección transversal de la pieza en cuestión. El proceso de FDM produce piezas en ABS o en PC, por lo que suelen ser más fuertes que las de otros procesos aditivos. Sin embargo, en ocasiones son porosas y presentan excesivos pasos o una textura ondulada en el acabado exterior, especialmente en las uniones de las capas. Con este proceso también puede resultar difícil conseguir tolerancias altas.

Pros: Las piezas de FDM son relativamente sólidas y pueden ser buenas para algunas pruebas funcionales. El proceso puede producir piezas con geometrías complejas.

Contras: Las piezas tienen un acabado de superficie escaso, con un efecto ondulado pronunciado. También es un proceso aditivo más lento que el SLA o el SLS, desde el punto de vista del tiempo de fabricación. Aunque el FDM es capaz de hacer piezas con geometrías complejas, no ofrece una visión muy reveladora de las posibilidades de fabricación finales del diseño.



3DP

Impresión tridimensional

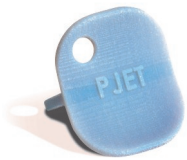
La 3DP utiliza un cabezal de inyección de tinta y un material fundible con agua, similar al “yeso de París”. La máquina coloca una capa fina de polvo de yeso, el cabezal de inyección de tinta pasa por encima y pulveriza gotas diminutas de agua, allí donde se desee conseguir la solidificación. Aunque las piezas son frágiles y ásperas, es fácil incorporar colores al objeto acabado. Este método no es recomendable para una prueba funcional debido a la fragilidad inherente.

Pros: La 3DP ofrece el tiempo de fabricación más rápido de todos los procesos aditivos y se encuentra también entre las opciones más baratas para grandes cantidades de prototipos. Modelos colorados pueden comunicar más información y poseen un atractivo estético. El material de yeso no es tóxico, es barato y fácil de conseguir. El proceso puede producir piezas con geometrías complejas.

Contras: Las piezas son ásperas y frágiles y dispone de muy pocas opciones de material. Aunque la 3DP es capaz de hacer piezas con geometrías complejas, no ofrece una visión muy reveladora de las posibilidades de fabricación finales del diseño.



Pjet



Poly-Jet

El PJET utiliza unos cabezales de inyección de tinta para rociar a presión un material, que se endurece con UV en capas muy finas a alta resolución. Los materiales se rocían a presión en capas ultra-finas sobre una bandeja, capa a capa, hasta que la pieza esté acabada. Cada capa de fotopolímero se endurece por medio de luz UV, inmediatamente después de haberse rociado a presión. El material de soporte tipo gel, diseñado especialmente para soportar geometrías complicadas, se puede retirar a mano fácilmente y rociarse a presión con agua. Este método tiene los mismos inconvenientes del SLA, pero puede conseguir un acabado de la superficie incluso mejor.

Pros: Este proceso consigue un buen acabado de la superficie, el mejor de los procesos aditivos. Es la mejor opción aditiva para piezas complejas con muescas. El proceso puede producir piezas con geometrías complejas.

Contras: Las piezas PJET cuentan con poca fuerza (en comparación con las del SLA). Aunque el PJET es capaz de hacer piezas con geometrías complejas, no ofrece una visión muy reveladora de las posibilidades de fabricación finales del diseño.

CNC



Control numérico computerizado (mecanizado)

Se sujeta un bloque sólido de plástico dentro de una fresadora CNC y se graba en una pieza acabada. Este método produce una resistencia y un acabado de superficie superiores para cualquier proceso aditivo. También cuenta con las propiedades finales y homogéneas del plástico, porque se fabrica con bloques sólidos de resina termoplástica moldeada por extrusión o compresión, al contrario de los procesos aditivos que emplean materiales similares al plástico y se fabrican en capas. La gran gama de selecciones de material permite fabricar las piezas con las propiedades de material que se deseen, tales como: resistencia a la tensión, resistencia a impactos, temperatura de deflexión térmica, resistencia a productos químicos y biocompatibilidad.

Las tolerancias óptimas consiguen piezas adecuadas para realizar pruebas de ajuste y funcionales. Los prototipos se pueden producir en días como los procesos aditivos. Debido a que el proceso consiste en extraer material en lugar de añadirlo, fresar las muescas puede resultar en ocasiones difícil. El mecanizado también tiende a ser algo más caro que los procesos aditivos.

Pros: Las piezas mecanizadas cuentan con un acabado de superficie bueno y son muy sólidas, porque se utilizan resinas plásticas o metales.

Contras: En cuanto a las geometrías, existen algunas limitaciones asociadas al mecanizado CNC y es mucho más caro de hacer internamente que los procesos aditivos, debido al coste de los programadores y los mecánicos que se necesitan para crear las trayectorias CNC y las plantillas de guía para las piezas.

RIM

Moldeo por inyección rápida

El moldeo por inyección rápida se realiza inyectando resinas termoplásticas en un molde, como se hace en el moldeo por inyección de producción. Lo que hace que el proceso sea "rápido" es la tecnología que se emplea para producir el molde, que a menudo es con aluminio en lugar de con el acero tradicional utilizado en moldes de producción. Las piezas moldeadas son fuertes y pueden tener unos acabados excelentes. Es también el proceso de producción estándar industrial para piezas de plástico, por lo que hay ventajas inherentes para crear prototipos en el mismo proceso si la situación lo permite. Se puede utilizar casi cualquier resina de ingeniería, de este modo el diseñador no tiene las limitaciones de material de los procesos de creación de prototipos.

Existe un coste inicial de mecanizado asociado con el RIM que no se da en ningún otro proceso aditivo, ni en el mecanizado CNC. Por lo que en la mayoría de los casos, antes de pasar al moldeo por inyección, tiene sentido hacer una o dos series de prototipos rápidos (sustractivos o aditivos), para comprobar el ajuste y el funcionamiento.

Pros: Las piezas moldeadas se fabrican a partir de una amplia selección de resinas de ingeniería, cuentan con un excelente acabado de superficie y son un gran indicador de las posibilidades de fabricación durante la fase de producción.

Contras: Los gastos en la etapa inicial pueden ser superiores debido a los costes de mecanizado.



Selección de un proceso

Determine el proceso que mejor se ajuste a su proyecto utilizando las herramientas que se muestran a continuación.

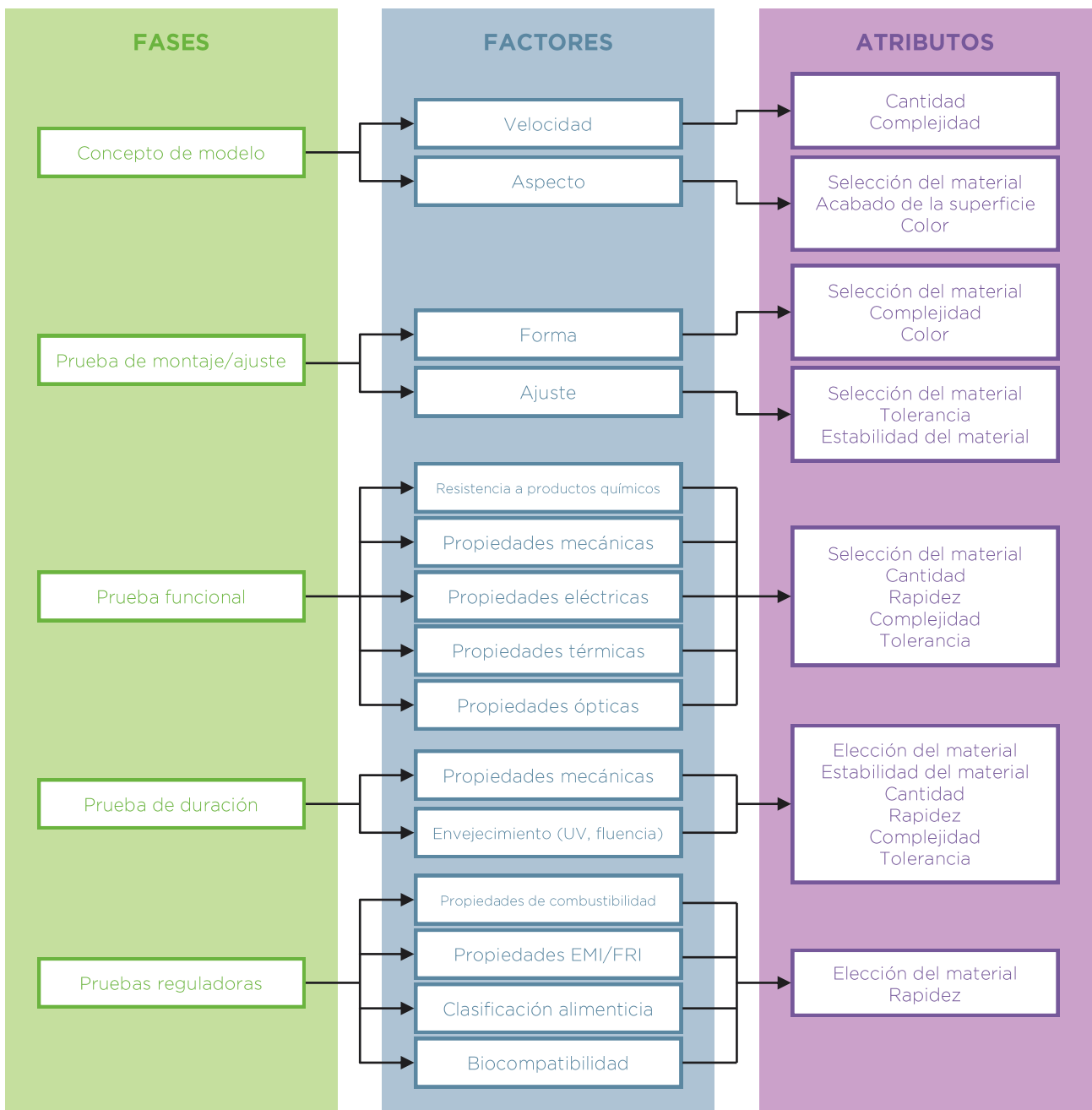
Paso 1: Comience haciendo uso del árbol de decisión siguiente para determinar cuáles son los factores más importantes para su proyecto, teniendo en cuenta la fase en la que se encuentra en su proceso de creación de prototipos, consultando cuando sea necesario las definiciones de la página 8.

Paso 2: Basándose en los atributos recomendados en el Paso 1 para los factores más importantes de su proyecto, compare los procesos utilizando la matriz de la página 8, con el fin de determinar qué proceso es el que mejor se ajusta a su proyecto.

¿En qué fase del proceso de creación de prototipos se encuentra?

¿Cuáles son factores más importantes para usted?

¿Cuáles son los atributos recomendados a tener en cuenta a la hora de seleccionar un proceso?



Comparación de los atributos de un prototipo

ATRIBUTO	SLA	SLS	FDM	3DP	Pjet	CNC	RIM
Cantidad	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	○	⊕
Complejidad	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	○	⊕
Acabado de la superficie	○	○	⊖	⊖	○	⊕	⊕
Selección del material	○	⊖	⊖	⊖	⊖	○	⊕
Estabilidad del material	⊖	○	⊕	⊖	⊖	⊕	⊕
Color	⊖	⊖	○	⊕	⊖	⊖	⊕
Tolerancia	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊕	⊕
Rapidez	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	○
Precio - bajo volumen	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	○	⊖
Precio - gran volumen	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊕

⊖ Escaso ○ Justo ⊕ Bueno

Definiciones

Las definiciones varían y pueden diferir entre diferentes organizaciones, pero las que se aportan a continuación pueden servir como punto de partida.

Concepto de modelo

Un modelo físico en bruto que se hace para mostrar una idea. Los conceptos de modelo permiten que cualquier persona de diferentes áreas funcionales vea la idea, estimulan la imaginación y el debate y provocan una aceptación o un rechazo.

Atributos importantes para la creación de prototipos: Rapidez - tiempo de respuesta para convertir un archivo informático en un prototipo físico. Aspecto - cualquier atributo visual, por ejemplo, color, textura, tamaño, forma, etc.

Prueba de montaje/ajuste

Fabricar algunas o todas las piezas de un montaje, juntarlas y ver si se ajustan correctamente. En la fase en bruto se comprueba si existen errores de diseño, como colocar dos lengüetas con un espaciado de 2" y las ranuras de acople con un espaciado de 1". En la fase final, es una cuestión de diferencias dimensionales y tolerancias de segundo orden. Obviamente cualquier prueba que tenga que ver con tolerancias tiene que utilizar el proceso actual de fabricación o uno que tenga tolerancias similares.

Atributos importantes para la creación de prototipos:

Forma: la forma de la pieza, como las características y el tamaño.

Ajuste: cómo la pieza se acopla con el resto.

Prueba funcional

Sirve para ver cómo funciona una pieza o un montaje cuando se someten a tensiones, representando lo que se verá en su aplicación real.

Atributos importantes para la creación de prototipos:

Resistencia a productos químicos: incluyendo ácidos, bases, hidrocarburos, combustibles, etc.

Propiedades mecánicas: la resistencia de la pieza se mide mediante la resistencia a la tensión, a la compresión, a la flexión, a los impactos, a los desgarros, etc.

Propiedades eléctricas: interacción de los campos eléctricos y la pieza.

Puede incluir la constante dieléctrica, resistencia dieléctrica, factor de disipación, resistividad de superficie y de volumen, deterioro estático, etc.

Propiedades térmicas: cambios de las propiedades mecánicas como consecuencia de los cambios de temperatura. Pueden incluirse el coeficiente térmico de expansión, la temperatura de deflexión térmica, el punto de ablandamiento vicat, etc.

Óptica: la capacidad de transmitir luz. Puede incluir el índice de refracción, la transmitancia y la neblina.

Prueba de duración

Probar las propiedades que pueden cambiar con el tiempo y que son importantes para que un producto siga siendo funcional en toda su duración prevista. La prueba de duración conlleva someter al producto a condiciones extremas (por ejemplo, temperatura, humedad, voltaje, UV, etc.), para estimar en un período de tiempo más corto cómo reacciona en toda su duración prevista.

Atributos importantes para la creación de prototipos:

Propiedades mecánicas - resistencia a la fatiga: la capacidad de resistir numerosos ciclos de carga a diversos niveles de tensión.

Propiedades de envejecimiento (UV, fluencia): la capacidad para resistir la exposición a una luz ultravioleta con una cantidad aceptable de degradación; la capacidad para resistir aplicaciones ampliadas de fuerzas a la pieza, con unos niveles aceptables de deflexión permanente.

Pruebas reguladoras

Es la prueba que especifica un organismo u agencia regulador o de normalización, para asegurar que las piezas son idóneas para un uso particular, como médico, servicio alimentario o una aplicación para el consumidor. Algunos ejemplos son Underwriters Laboratory (UL), la Asociación de Normas Canadiense (CSA, sus siglas en inglés), la Agencia de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA, sus siglas en inglés), la Comisión Federal de Comunicaciones de Estados Unidos (FCC, sus siglas en inglés), la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Comisión Europea (CE).

Atributos importantes para la creación de prototipos:

Propiedades de combustibilidad: la resistencia de un material o de una pieza a la ignición ante la presencia de una llama. Propiedades EMI/RFI: la capacidad de un material, pieza o montaje para protegerse de, o bloquear, una interferencia electromagnética o una interferencia de radiofrecuencia.

Clasificación alimenticia: la aprobación de un material o una pieza para utilizarse en aplicaciones en las que van a entrar en contacto con alimentos, mientras se preparan, se sirven o se consumen.

Biocompatibilidad: la capacidad de un material o una pieza de entrar en contacto con el cuerpo humano o animal, fuera o dentro del mismo, sin causar efectos adversos indebidos (por ejemplo, irritaciones, interacciones con la sangre, toxicidad, etc.). La biocompatibilidad es importante para instrumentos quirúrgicos y muchos dispositivos médicos.

Resumen

Los modelos prototipo sirven de ayuda a los equipos de diseño para tomar decisiones mejor informadas, obteniendo datos de valor incalculable del rendimiento de los prototipos y de su reacción a estos. Cuanto más datos se recojan en esta fase del ciclo de desarrollo del producto, mayores oportunidades habrá de prevenir posibles problemas con un producto o con la fabricación en el futuro. Si se sigue una estrategia de creación de prototipos bien analizada, existen mayores posibilidades de que el producto se introduzca en el mercado a tiempo, que sea aceptado, que funcione de forma fiable y que sea rentable.

¿Cuál es la mejor manera de hacer un prototipo? Como esperamos que haya aprendido a través de este libro blanco, la respuesta depende de la fase del proceso en la que usted se encuentre y de lo que intente conseguir. Al principio del proceso de diseño, cuando las ideas fluyen libremente, los conceptos de modelo son de gran utilidad. A medida que evoluciona el diseño, se hace cada vez más importante disponer de un prototipo que tenga el tamaño, el acabado, el color, la forma, la resistencia, la durabilidad y las características de material del producto final deseado. Por consiguiente, es primordial utilizar el proceso de creación de prototipos correcto. Con el fin de validar su diseño de la forma más efectiva, preste mucha atención a estos tres elementos clave de su diseño: funcionalidad, posibilidades de fabricación y viabilidad.

Si su prototipo puede representar fielmente los atributos del producto final, es **funcional** por definición. Estos requisitos a menudo incluyen cuestiones como las propiedades de material (por ejemplo, resistencia al fuego), precisión dimensional para el ajuste con las piezas de acople y acabados de superficie estéticos para el aspecto.

Si el diseño de su prototipo se puede producir repetidas veces y es económico, de una manera que soporte los requisitos del producto final, es **fabricable** por definición. Estos requisitos incluyen la capacidad de conservar la funcionalidad del diseño como se ha descrito anteriormente, mantener el coste de la pieza por debajo del nivel requerido y cumplir con el calendario de producción.

No importa lo fabuloso que pueda ser un diseño, no irá a ningún sitio si no se puede fabricar. Asegúrese de que su proceso de creación de prototipos tiene esto en cuenta.

Por último, incluso si su diseño del prototipo es funcional y se puede fabricar, no quiere decir que cualquiera desee utilizarlo. Los prototipos son la única forma real de verificar la **viabilidad** del diseño en este sentido. Si su diseño supera también los desafíos asociados a las pruebas de mercado (por ejemplo, exposiciones comerciales y pruebas de capacidad de utilización), y las pruebas reguladoras (por ejemplo, las pruebas norteamericanas de dispositivos médicos), usted se encuentra en el camino correcto para un lanzamiento de producto con éxito.

EUROPA
Proto Labs, Limited
Halesfield 8
Telford
Shropshire
TF7 4QN
Reino Unido

T: +44 (0) 1952 683047
F: +44 (0) 1952 683048
www.protolabs.co.uk

Alte-Neckarelze-Straße 24
74821 Mosbach
Alemania

T: +49 (0) 6261 6436 947
F: +49 (0) 6261 6436 948
www.protolabs.de

Savoie-Technolac
18 Allée du Lac Saint André
73382 Le Bourget du Lac Cedex
Francia

T: +33 (0)4 79 65 46 50
F: +33 (0)4 79 65 46 51
www.protolabs.fr

Via Marcello Prestinari 3/G
28100 Novara
Italia

T: +39 (0) 321 622 831
F: +39 (0) 321 622 831
www.protolabs.it

EE.UU
Proto Labs, Inc
5540 Pioneer Creek Drive
Maple Plain, MN 55359

T: +1 877 479 3680
F: +1 763 479 2679
www.protolabs.com

JAPÓN
Proto Labs K.K.
Yamato-Shi,
Kanagawa, 242-0008
Japón

T: +81 (0) 46-237-3951
F: +81 (0) 46-239-1932
www.protolabs.co.jp

proto labs