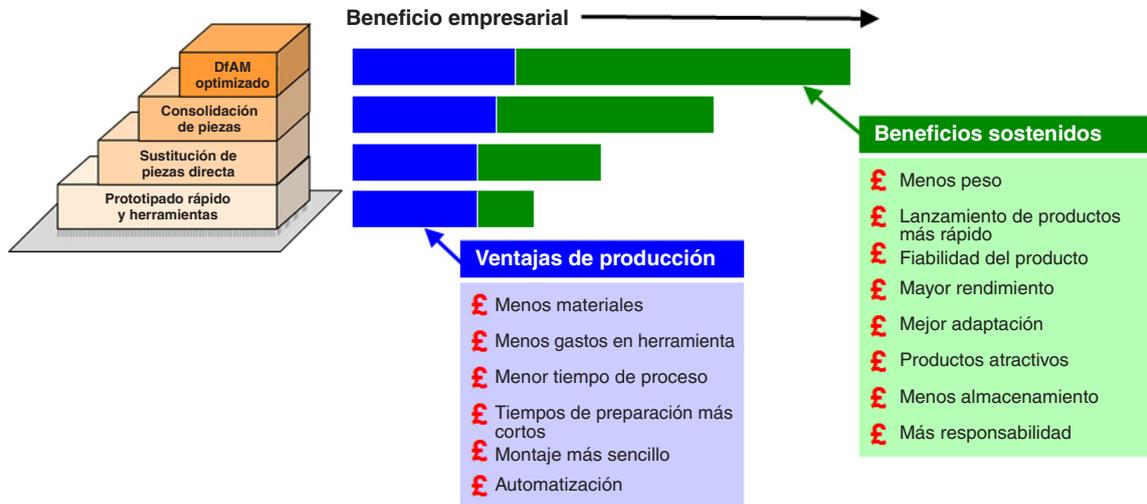


Estrategia de DfAM: creación de un 'espacio de diseño' para obtener el máximo impacto de FA



¿Qué significa estrategia de DfAM?

En el artículo [Imprescindible para DfAM: impresión de piezas de manera eficiente y eficaz](#), explicaba alguna de las características técnicas y limitaciones del proceso de fundición por láser y cómo esto define las reglas de especificación de las características de las piezas y la construcción de fabricación aditiva (FA). Este conocimiento es táctico: nos ayuda a construir con éxito los diseños, pero no nos dice lo que podemos diseñar.

Este artículo analiza las consideraciones estratégicas de alto nivel sobre hasta dónde es posible forzar el diseño para conseguir productos con el máximo rendimiento.

¿Cuál es el grado de libertad de diseño?

La fabricación aditiva (FA) nos proporciona toda la libertad para diseñar productos innovadores, con capacidad exclusiva para construir piezas complejas y a medida. Si se aplican correctamente, estas estrategias de diseño pueden crear productos rentables, ligeros y de alto rendimiento, con ventajas importantes durante toda su vida útil.

Estas prestaciones y ventajas se analizan más detalladamente en mis artículos [Impacto de la fabricación aditiva, 1ª parte](#) e [Impacto de la fabricación aditiva, 2ª parte](#).

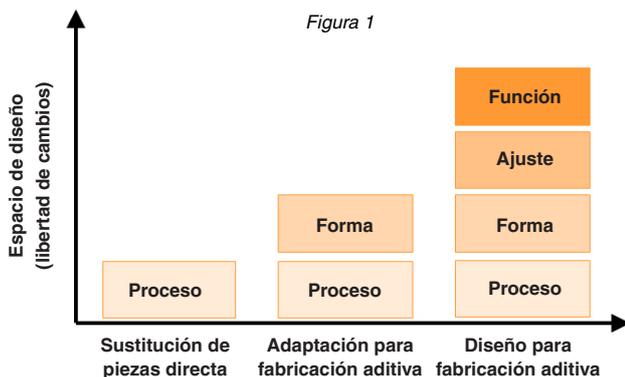
Las prestaciones de FA que se pueden explotar y el beneficio que se puede obtener dependen del grado de libertad o de las restricciones de funcionamiento. Otro posible enfoque para la optimización es el tamaño del 'espacio de diseño' (consulte la Figura 1).

Sustitución de piezas directa

En un extremo, no hay libertad para cambiar el diseño de la pieza en absoluto, por ejemplo, la FA se utiliza para una sustitución de piezas directa. Hemos decidido mantener el diseño fijo, ya que el coste y el tiempo de preparación, inspección y calificación de un nuevo diseño puede ser prohibitivo. La pieza de FA debe ser una sustitución de una forma, montaje y función de la pieza existente, sin cambios en su forma o las interfaces con otros elementos del sistema. Lo único que cambia es el proceso, es decir, el cambio a FA, que puede aportar una reducción del tiempo y ventajas de automatización mediante la eliminación de herramientas complejas y procesamiento manual y, quizá, un menor consumo de material a través de la fabricación de componentes prácticamente finalizados.

Adaptación a nivel del componente

Si el espacio de diseño se amplía al nivel del componente, es posible realizar cambios en su forma para tener en cuenta las prestaciones y limitaciones del proceso de AM. Aquí, la pieza de FA debe ser una sustitución de ajuste y funcionamiento de la pieza actual, pero con libertad para cambiar el proceso y la forma de la pieza. En este caso, es posible la adaptación para FA (AfAM), a menudo con ventajas significativas de peso, coste y rendimiento.



Diseño de 'hoja en blanco' a nivel del sistema

Si el espacio de diseño se amplía superando el nivel de componente y fuera de un sistema o subsistema, es posible adoptar un diseño para FA (DfAM) real. Tenemos la oportunidad de crear un diseño de 'hoja en blanco' para aprovechar todas las prestaciones de la FA. Ahora, incluso es posible abrir la función del componente para modificarla, así como el ajuste, la forma y el proceso empleado para fabricarla. Al influir en las decisiones de diseño a nivel del sistema, es posible optimizar el rendimiento del producto, no solo la pieza.

Estudio: colector hidráulico

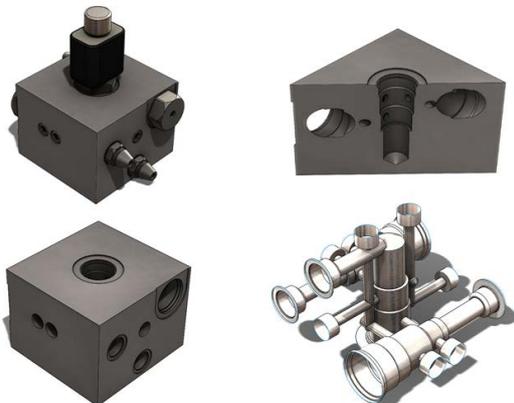
Analizamos un problema de diseño habitual para ver los efectos en la práctica: un colector hidráulico de un circuito que soporta presiones de 200 a 500 bar. Se trata de una aplicación con limitación de peso, que incluye un circuito sencillo compuesto por dos válvulas de comprobación, a una electroválvula y las tomas de salida (tipo de inserción de macho).



Principales elementos de un circuito de colector hidráulico

Diseño convencional: colector de bloque

Utilizamos la opción por defecto: un colector de bloque convencional diseñado para un proceso de mecanizado. Este diseño tiene una masa de 4,6 kg.



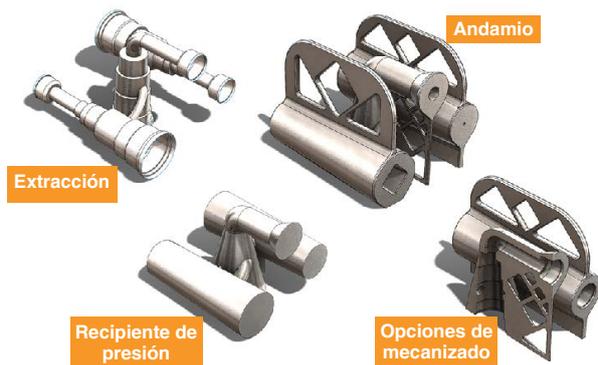
Las ventajas de este enfoque sencillo son una fase de diseño relativamente sencilla y el tiempo del ciclo de fabricación corto para este circuito sencillo.

Tiene las limitaciones de un rendimiento de transferencia de fluido no completamente optimizado, puesto que, debido a la red de perforaciones cruzadas de conducciones, la pieza es enorme y, por tanto, compromete el rendimiento del producto y utiliza el material de forma ineficiente, por lo que se necesitan ocho piezas adicionales de tapones de presión para completar el ensamblaje.

Adaptación para FA (AfAM)

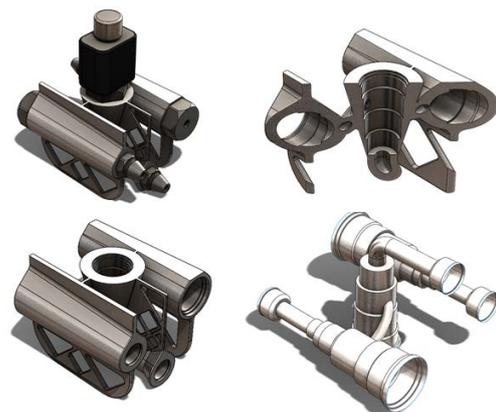
A continuación, analizamos cómo se puede mejorar el diseño optimizando la forma del colector para adaptar un proceso de FA. Recuerde que el circuito hidráulico debe mantenerse igual, así como las posiciones de las válvulas, que deben coincidir con el resto de las conducciones.

El proceso de diseño para AfAM del colector empieza con la extracción y mejora de las rutas del fluido, sobre las que se crean recipientes de presión para soportar las cargas especificadas. A continuación, se determina la orientación de la pieza durante la construcción y se aplica un soporte o andamio, que mantiene unidos los elementos de la válvula y proporciona el soporte durante el proceso de construcción. Por último, se estudian las operaciones de mecanizado necesarias para crear las interfaces de precisión.



Este proceso se trata con más detalle en mi artículo [Colectores mínimos](#), que describe la aplicación de FA a un diseño de colector más complejo.

En este ejemplo sencillo, el resultado es un colector mucho más compacto, con una masa de solo 1 kg, una reducción del 78%. Con esta sustitución 'directa' del colector de bloque, se obtiene una mejora del rendimiento del fluido, con menos tapones de presión.



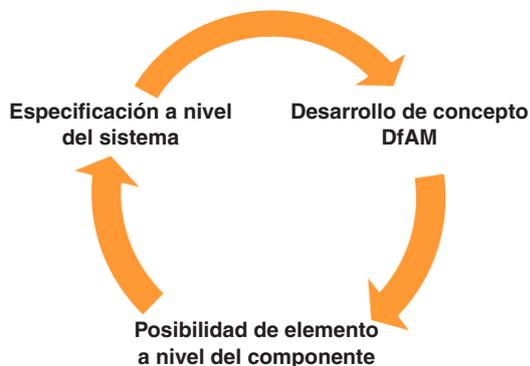
Por tanto, es un buen avance. Sin embargo, aún quedan algunas limitaciones. Los canales horizontales necesitan soportes, y hay que dejar material suficiente para el mecanizado de acabado. También hemos averiguado que estas piezas ligeras son intrínsecamente menos rígidas que sus equivalentes con mayor masa y pueden complicar el proceso de mecanizado de acabado.

Diseño para FA (DfAM)

¿Qué podemos hacer si eliminamos las restricciones restantes y ampliamos el espacio al nivel del sistema? La respuesta es 'mucho', pero antes analicemos brevemente el proceso DfAM.

Un producto optimizado para DfAM real es siempre un diseño de una hoja en blanco, cuyo objetivo es maximizar el rendimiento de una aplicación particular. A pesar de la libertad que ofrece la FA, hay que seguir una metodología de diseño rigurosa, como en cualquier otra tarea de diseño, con la diligencia debida en áreas como el análisis de coste/beneficio, evaluación de conceptos, optimización de diseño y modificación para la fabricación.

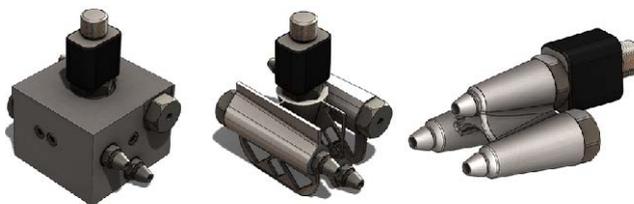
En el diseño de productos para AM, existe una estrecha relación entre la especificación a nivel del sistema, el trabajo de DfAM en el componente y las oportunidades de mejora de rendimiento del componente y el sistema que esto aporta. La capacidad de fabricación rápida de la AM permite un enfoque iterativo en la optimización de diseño del producto:



En el caso del colector, al ampliar el espacio de diseño al nivel del sistema, se obtienen mejoras adicionales considerables. Es posible alinear todas las válvulas para que apunten en la misma dirección, de forma que se añada auto-soporte a la pieza y se reduce el material necesario para conectar todos los canales de fluido. La pieza compacta es, naturalmente, más rígida, mientras que la alineación de las válvulas simplifica las tareas de mecanizado de acabado. También es posible consolidar las tomas de salida en el diseño, rebajando el peso a solo 0,4 kg, menos de la mitad de diseño para AfAM y un 91% de reducción respecto al colector de bloque original.



Aunque el diseño DfAM de esta naturaleza es muy completo, es justo reconocer que es también muy exigente. El trabajo de CAD es a menudo complejo, y la ingeniería y el diseño a nivel del sistema deben ser flexibles para poder reaccionar e incorporar las ventajas potenciales de DfAM.



Convencional

AfAM

DfAM

Versión	Masa (kg)	Ahorro
Convencional	4.6	-
AfAM	1	78%
DfAM	0,4	91%

Resumen

De hecho, la FA es un campo en el que obtiene lo que aporta. Si puede disponer del espacio de diseño para pensar y trabajar a nivel del sistema, puede desarrollar más capacidad de FA para crear productos de altas prestaciones y eficacia.

Las piezas optimizadas mediante DfAM son más ligeras, tienen mayor rendimiento y son más rápidas de fabricar, por tanto, son más rentables que los recambios directos o los diseños adaptados.

Si adopta todas las prestaciones de la FA, podrá desarrollar productos con un rendimiento líder del sector y un plan de negocios convincente.



Acerca del autor

Marc Saunders, director de aplicaciones de FA

Marc Saunders tiene más de 25 años de experiencia en fabricación de alta tecnología. En puestos anteriores en Renishaw, desempeñó un papel fundamental en el desarrollo de la galardonada plataforma de mecanizado automático RAMTIC de la empresa, y ha facilitado soluciones completas de metrología a clientes del sector aeronáutico.

Marc gestiona la red global de Centros de Soluciones de fabricación aditiva de Renishaw, que permite a los clientes interesados en desarrollar la FA como proceso de producción obtener experiencia práctica con la tecnología antes de comprometerse con un nuevo proyecto.

www.renishaw.es/additive