



FABRICACIÓN ADITIVA PARA DEFENSA



Junio 2020

Unidad de Prospectiva y Estrategia Tecnológica
Subdirección General de Planificación, Tecnología e Innovación

Fabricación Aditiva para Defensa

La fabricación aditiva es un campo tecnológico que se ha considerado clave y estratégico para el desarrollo de la industria y de la defensa en Europa. Es una tecnología con mucho potencial en multitud de sectores (entre los que se encuentra el de la defensa), ya que en comparación a los métodos de fabricación tradicionales, ofrece una mayor libertad de diseño de piezas y una mayor agilidad a la hora de llevar a cabo el desarrollo y mejora de un producto, y de poder disponer del mismo. Se prevé que a corto/medio plazo pueda tener un impacto muy importante en el ámbito militar, desde un punto de vista logístico y a lo que a tareas de mantenimiento respecta.

¿Qué puedo imprimir?

La fabricación aditiva permite, entre otras cosas, la creación de piezas a demanda (sin necesidad de almacenamiento de un stock), de repuestos (reduciendo los tiempos de obtención e incrementando la disponibilidad), llevar a cabo reparaciones y fabricar piezas a medida o personalizadas (previo diseño de las mismas) para su integración en sistemas más complejos o para su utilización en múltiples tareas.

Actualmente, es posible imprimir piezas de plástico, metálicas, de material compuesto e incluso cerámicas, aunque es cierto que el catálogo de materiales plásticos que se pueden imprimir es bastante más amplio que para el resto. También hay una amplia diversidad de procesos de fabricación aditiva, que dependen tanto del material que se quiera emplear como de la fuente de energía que se utilice (haz láser, calor, haz de electrones, luz UV, etc.) a la hora de fabricar las piezas. Por lo tanto, es lógico pensar que para obtener las prestaciones requeridas para el tipo de pieza que se quiera imprimir, es fundamental elegir la técnica y los materiales más adecuados.

¿Dónde la puedo aplicar?

En general, la fabricación aditiva puede ser utilizada para la obtención de repuestos y

piezas para todo tipo de plataformas (vehículos terrestres, aeronaves, buques, etc.) y otros equipos militares empleados por el Ejército de Tierra, Ejército del Aire y Armada. No sólo se trataría de piezas de serie, sino que se pueden crear piezas totalmente adaptadas a una necesidad concreta (como por ejemplo la estructura de RPAS de pequeñas dimensiones, carcasas, adaptadores, etc.) o herramientas de utillaje específicas para facilitar ciertos procesos de mantenimiento y de reparación. La libertad de diseño que posibilita la fabricación aditiva puede llegar a permitir la fabricación de material quirúrgico, prótesis, etc. personalizadas para tratar al personal herido durante una intervención militar.

Lo más interesante desde un punto de vista logístico es que todo ello se puede hacer tanto en territorio nacional como en los propios escenarios operativos, ya que el tamaño de los equipos necesarios para la fabricación de piezas y el estado actual de desarrollo de la tecnología haría posible el traslado de equipamiento para llevar a cabo tareas de fabricación a cualquier entorno operativo. Esto repercute directamente en un ahorro de costes y de tiempos en la obtención de dichas piezas y por tanto, en una mayor disponibilidad de los sistemas militares presentes en dicho entorno

operativo, para funcionar en condiciones óptimas.



Fig. 1. Prototipo de laboratorio de fabricación aditiva desplegable y aerotransportable (EDA).

¿Y qué técnicas son las más adecuadas?

Plantear utilizar una única técnica de fabricación aditiva para cubrir la mayor parte de las necesidades en defensa es complicado y además, se considera un planteamiento equivocado. Es más, también se considera erróneo pensar en la fabricación aditiva como una tecnología que vaya a sustituir a los procesos de fabricación tradicionales aplicados hasta la fecha. La tendencia que se está viendo en muchos sectores es la incorporación de distintas técnicas de fabricación aditiva a los procesos convencionales, como una “ayuda” para la mejora de la producción y la calidad de los productos finales. Es lo que se denomina como la “hibridación” de los procesos de fabricación.

A continuación, se resumen las características de algunas de las técnicas de fabricación aditiva más destacadas que actualmente se están aplicando en sectores tan importantes y diversos como el de la automoción, aeronáutica, robótica o sanitario.

Multi Jet Fusion

Mediante esta técnica (inventada y desarrollada por HP) se consiguen piezas poliméricas cuyas propiedades dependerán del material polimérico de aporte utilizado.

Se pueden llegar a conseguir piezas de alta densidad y buenas prestaciones mecánicas.

Se depositan capas de polvo polimérico de 80 a 100 micras de espesor, que se funde de manera homogénea aplicando calor procedente de lámparas de luz IR. Se logra una buena precisión en la fusión de material para conseguir geometrías complejas mediante la aplicación de lo que se denominan agentes de fusión (permiten la fusión) y agentes de detalle (bloquean la fusión) sobre la capa de polvo.

Parece una técnica ideal para la creación de piezas que requieren una buena precisión y acabado, pudiéndose obtener de un modo rápido prototipos y piezas funcionales con buenas prestaciones mecánicas.

FDM (Modelado por deposición fundida)

Las técnicas de extrusión de material constituyen el tipo de impresión más común y barata que existe. Se pueden obtener piezas poliméricas o de material compuesto e incluso ya existe la posibilidad de fabricar algunas piezas en metal.

Se carga una bobina de filamento en la impresora 3D y se hace pasar a través de una boquilla del cabezal de extrusión, que se calienta hasta la temperatura deseada y que hace que el filamento se funda. El cabezal se mueve a lo largo de las coordenadas especificadas depositando el material fundido sobre la placa de construcción, donde se enfría y solidifica. Así, se va generando capa a capa hasta que el objeto está completamente formado. Es normal el empleo de estructuras de soporte para evitar deformaciones en la pieza mientras se construye.



Fig. 2. Piezas plásticas obtenidas por FDM (Idonial).

Hay una gran variedad de materiales poliméricos con los que se pueden obtener piezas con muy buenas prestaciones mecánicas, resistencia a temperaturas por encima de los 100°C y a condiciones de intemperie (sometidas a radiación UV, humedad, etc.). Como se ha comentado anteriormente, también se pueden fabricar piezas de material compuesto cargadas con partículas de fibras de carbono o empleando filamentos de fibras continuas (de carbono, de vidrio, kevlar, etc.), que gozan de muy buenas propiedades mecánicas, muy similares a las de una pieza de fibra de carbono obtenida por procesos de fabricación convencionales.

Para la impresión de piezas metálicas se emplearía la tecnología denominada ADAM (*Atomic Diffusion Additive Manufacturing*), que es una técnica más novedosa basada en la extrusión de un filamento que está formado principalmente por partículas metálicas, que se van aglutinando mediante la aplicación de sucesivas fases de sinterizado.

SLS (sinterizado selectivo por láser)

Es un proceso de impresión 3D que consiste en la deposición de capas de material en forma de polvo de manera secuencial en una cámara inerte, sobre las que pasa un

láser que funde de manera selectiva cada una de las capas, hasta conformar la pieza final. Tras la fabricación, se extraen las piezas y son pasadas por un proceso de chorro de arena para su limpieza, quedando terminadas.

Se obtienen piezas que por sus prestaciones mecánicas pueden ser muy adecuadas como piezas funcionales. Además, esta tecnología permite una alta productividad (mayor que mediante otros métodos de fabricación aditiva) y con ello, optimizar los procesos de producción. Actualmente, los equipos más nuevos tienen innovaciones que permiten una gestión más sencilla de éstos o incluso la fabricación de piezas en remoto. En cuanto a materiales, se pueden emplear tanto polímeros (de los que hay una amplia variedad) como metálicos (de los que no hay tantos).

LDM (Deposición de Metal por Láser)

Es una técnica con la que se pueden fabricar piezas metálicas de tamaños relativamente grandes, con buenos acabados superficiales y nivel de definición. El procesado es lo más parecido a un proceso de soldadura por aporte de material. También se conoce como *Laser Cladding* y se considera la técnica ideal para llevar a cabo reparaciones metálicas y aplicar recubrimientos de alta calidad.

Esta capacidad de fabricación se debe principalmente al desarrollo equipos de impresión que disponen de cabezales que permiten el aporte de material en forma de polvo y de hilo. Se pueden emplear láseres independientes en un mismo cabezal de aporte de material y con distintos cabezales existe la posibilidad de trabajar con aporte de hilo y con polvo metálico de forma simultánea.

Las piezas que se obtienen mediante esta técnica presentan unas prestaciones mecánicas similares a las que se pudieran obtener por procesos de fundición, ya que se alcanzan densificaciones del 100% (no hay poros). Existen distintos tipos de aleaciones con las que se puede trabajar, aunque lo que aún no se ha conseguido es hacerlo con distintos tipos de materiales al mismo tiempo, aunque sí crear capas con distintos materiales, siempre y cuando estos sean compatibles en cuanto a su fusión.

¿Con qué inconvenientes nos podemos encontrar?

Una de las razones por las que muchas empresas no han incorporado aún la fabricación aditiva a sus procesos es porque todavía no es una tecnología lo suficientemente madura y no todas las organizaciones están dispuestas a invertir en una tecnología así. Ya se ha visto en apartados anteriores las ventajas que ofrece la fabricación aditiva, pero para poder “competir” con las tecnologías tradicionales de fabricación, debe afrontar algunos retos.

La **calidad** de las piezas fabricadas. A pesar de las mejoras en los últimos años en cuanto a la repetitividad y acabados de las piezas, aún no es posible asegurar una pieza libre de defectos (porosidades y otros daños a nivel microestructural difíciles de detectar) obtenida por fabricación aditiva, motivo por el cual en los sectores donde los requisitos de calidad son muy estrictos, se muestran reticentes a adoptar esta tecnología para la fabricación de piezas que no sean meramente funcionales. Actualmente se está investigando para a conocer mejor los procesos que ocurren durante la fabricación de las piezas. Hay

empresas desarrollando y ofreciendo sistemas de control de la calidad integrados en las propias máquinas que garanticen la calidad de cada capa que se imprime.

Usuario. La impresión 3D, pese a que se ha simplificado para que al usuario le sea cada vez más sencillo producir piezas, requiere de aprendizaje y experiencia, particularmente en lo que se refiere a la capacidad de diseño (no se trata de copiar una pieza, sino de diseñar una pieza para aprovechar las capacidades de la fabricación aditiva), y de manera especial cuando se pretende trabajar con materiales para lograr piezas con altas prestaciones. Estas requieren un mayor “cuidado” para obtener la pieza final con las propiedades adecuadas. La necesidad o no de soportes, la dirección en la que se quiere imprimir la pieza o los post-procesados son algunos de los factores a tener en cuenta. Asesorarse adecuadamente durante la implementación de esta tecnología es fundamental.

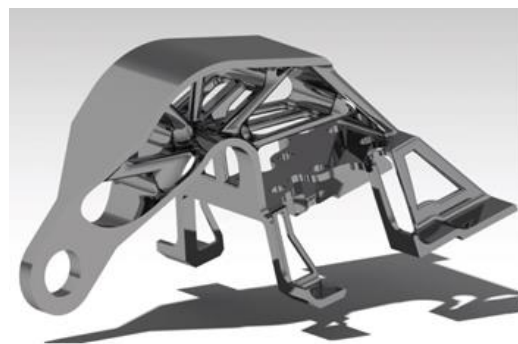


Fig. 3. La etapa de diseño es fundamental para aprovechar al máximo las capacidades de la fabricación aditiva (Idonial).

Equipos. Con el objetivo de disponer de equipos de fabricación aditiva en zona de operaciones, hay que tener en cuenta las condiciones propias de dicho escenario y por lo tanto, analizar qué equipos es más viable que pudieran transportarse e instalarse y cuáles no, siempre teniendo en

cuenta el tipo de pieza que se pretende fabricar. Además, la fabricación aditiva no sólo implica añadir “una máquina más”, sino que es necesario adoptar un proyecto de transformación digital.



Fig. 4. Equipos instalados en un laboratorio de fabricación aditiva desplegable (EDA).

Materiales. Si bien es cierto que el número de materiales crece poco a poco, no poder disponer de un amplio abanico de materiales, hace que no se puedan utilizar procesos de fabricación aditiva en muchas aplicaciones.

Existen limitaciones como la **velocidad** o el **volumen** de impresión, que deben de ser mejoradas para que esta tecnología se pueda equiparar a otras tecnologías de fabricación tradicionales.

Conclusiones y recomendaciones

Es totalmente recomendable la implantación de los procesos de fabricación aditiva en un sector como el de la defensa, principalmente por las ventajas logísticas que ofrece (se pueden imprimir piezas en zona de operaciones) y de cara a un ahorro de costes en las tareas de mantenimiento y de un incremento de la disponibilidad de los sistemas militares (se pueden llevar a cabo reparaciones o sustitución de piezas en menor tiempo).

Se considera necesario el apoyo de empresas especializadas para la implantación de las tecnologías de fabricación aditiva en las FAS, desde la fase de adquisición del equipamiento que permita cubrir sus necesidades hasta la de aprendizaje de uso y mantenimiento del mismo.



Fig. 5. La implantación de la fabricación aditiva en defensa trae consigo grandes ventajas, principalmente de tipo logístico (icas.org).

Con el objetivo de aprovechar mejor las técnicas de fabricación aditiva que se pudieran implantar en defensa, se considera necesaria la inclusión de cláusulas en los procesos de adquisición en los que el suministrador deba aportar librerías para facilitar la fabricación de una serie de repuestos por parte del usuario final, evitando problemas legales derivados de la violación de los derechos de propiedad intelectual.

Tal y como se ha comentado anteriormente, plantear qué tecnologías aplicar en un ámbito como el de la defensa es complejo. El Observatorio Tecnológico de Materiales presenta una serie de consideraciones sobre algunas de las técnicas más comunes:



MULTIJET FUSION

Se trata de una tecnología perfectamente aplicable al sector de la defensa. Se pueden lograr piezas poliméricas con buenas prestaciones mecánicas y acabados, aunque parecen ser no tan resistentes que las obtenidas por FDM. Por otra parte, se obtienen mejores acabados y no requiere del uso de soportes.

Parece la más adecuada para la obtención de material sanitario.

FDM

Es una tecnología muy interesante de cara a poder llevar a cabo piezas con ciertos requisitos mecánicos en zona de operaciones por su versatilidad y porque las impresoras que se necesitan para obtener este tipo de piezas son robustas y no requieren unos ajustes y mantenimiento que requieran la presencia de una mano de obra muy especializada.

Parece la más adecuada para la fabricación de piezas poliméricas y de material compuesto. No parece adecuada para la fabricación de piezas metálicas (tecnología ADAM) para un sector como el de la defensa.

SLS

Esta técnica podría ser más interesante para obtener piezas funcionales para la defensa, aunque por sus características, parece más apropiada para sectores en los que la productividad es lo más importante.

En cuanto a las posibilidades de trasladar e instalar estos equipos en zona de operaciones, parece menos viable que otras técnicas como por ejemplo FDM, motivo por el cual se considera que sería más apta para su colocación en instalaciones permanentes.

LDM

Si se barajase la opción de imprimir metal en zona de operaciones, parece la opción más adecuada. Los equipos de LMD tienen un manejo más sencillo que otros utilizados para imprimir metal (como los de fusión por láser), siendo más fáciles de ubicar, ya que se pueden instalar en espacios no confinados. Además, las últimas impresoras han sido diseñadas para la posible incorporación de módulos para llevar a cabo procesos de mecanizado y post-tratamiento más tradicionales (hibridación).

Se considera que es la técnica ideal para llevar a cabo reparaciones metálicas por adición de material y para aplicar recubrimientos de alta calidad sobre superficies sometidas a un desgaste.