

Sistemas de armas 4.0



Alfredo Sanz y Calabria
Academia de las Ciencias y las Artes Militares
Sección de Futuro de las Operaciones Militares

21 de mayo de 20211

En el pasado, las Fuerzas Armadas solían ser la vanguardia tecnológica. En muchos casos la sociedad civil se beneficiaba de los adelantos que se producían como consecuencia de los conflictos armados. Hoy en día sigue habiendo conflictos, pero, salvo contadas excepciones, suelen ser de baja intensidad. En consecuencia, o bien se emplean otros recursos, no necesariamente militares para su gestión, o bien se resuelven de otra manera. Como resultado -y debemos alegrarnos por ello- los ejércitos ya no suelen ser los grandes impulsores de la investigación, el desarrollo y la innovación, sino las empresas.

Pensándolo bien, la Defensa no tiene porqué ser la punta de lanza de la investigación, pero, cuando así suceda, las Fuerzas Armadas deberían ser lo más ágiles posible en la incorporación de los avances que se produzcan, cualquiera que sea su origen. En caso contrario la disuasión, que es uno de los ejes vertebradores de la seguridad, se vería seriamente comprometida.

La logística no es una excepción. En este sentido el Plan de Concentración de Órganos Logísticos Centrales del Ejército (COLCE) abre una ventana de oportunidad para repensar de manera integral el Sistema de Mantenimiento de sus

materiales con la finalidad de mejorar su eficiencia y sostenibilidad mediante una amplia digitalización.

Estos tres términos: eficiencia, sostenibilidad y digitalización se han convertido en palabras de moda. En más de una ocasión se emplean reunidas en el ámbito de lo que ha dado en llamarse cuarta revolución industrial, cuya manifestación más tangible es el concepto de Industria 4.0.

El modelo de Industria 4.0 implica la completa digitalización de la cadena de valor, desde los proveedores hasta los clientes, gracias a la integración de sensores y al procesamiento de los datos que éstos generan mediante software inteligente. Su objetivo es predecir, controlar, planear y producir de una forma más eficiente y sostenible.

Así que es un buen momento para preguntarse: ¿cómo incorporar la cuarta revolución industrial y la Industria 4.0 en el acervo de Defensa, no sólo del COLCE? En mi opinión, la clave se encuentra en el ciclo de vida de los sistemas de armas.

La OTAN define el ciclo de vida como la evolución a lo largo del tiempo de un Sistema de Interés desde su concepción hasta su retirada del servicio.

Históricamente, a la hora de dotarse de sistemas de armas, las Fuerzas Armadas han hecho aproximaciones puntuales, parciales, disjuntas y, las más de las veces, espasmódicas al concepto de ciclo de vida.

Puntuales porque en los últimos decenios, aunque se ha tratado en ocasiones de adquirir sistemas (y su sostenimiento) atendiendo a toda su vida operativa, todavía quedan muchos ejemplos en los inventarios de compras de oportunidad o que, por motivos que luego desarrollaré, nunca llegaron a alcanzar toda su madurez.

Parciales porque en los casos en los que se pensó en el ciclo de vida de un sistema, raramente desde su especificación se tuvo en cuenta toda su extensión, incluido su sostenimiento, evolución, retirada del servicio y eventual reposición.

Disjuntas porque los organismos responsables de la adquisición y sostenimiento suelen ser distintos, y su cultura corporativa e intereses también diferentes; a lo que no contribuye, precisamente, la escasez de ingenieros de sistemas entre sus filas.

Espasmódicas por varios motivos. En primer lugar, porque no existe un programa de financiación plurianual que dote de estabilidad al ciclo de vida de los sistemas de armas. En segundo lugar, porque la consideración de un sistema de armas desde el punto de vista de su ciclo de vida exige una cultura específica que abarca al conjunto de la organización, desde el que redacta la necesidad operativa hasta

el responsable de su empleo, pasando por todo el resto de actores. Finalmente, porque sería necesario disponer de un sistema de gestión del conocimiento que proporcionara una continuidad que hoy en día no existe, toda vez que la vida típica de los grandes sistemas de armas se extiende en muchos casos más allá del periodo en servicio del personal que los especifica, diseña, emplea, sostiene, etc...

Mediante una aproximación más rigurosa al ciclo de vida podrían incorporarse, desde la fase de definición de requisitos, aspectos propios de la cuarta revolución industrial tales como los de mantenimiento predictivo, el Internet de las cosas, el *big data*, la modularización de componentes, la realidad aumentada, la documentación electrónica S1000D, la robotización, la fabricación aditiva, las técnicas de distribución de última milla, tipo "Amazon", y los gemelos digitales; lo que redundaría en aumentar la operatividad de los sistemas, así como en disminuir la cola y las huellas logística y energética.

El mantenimiento predictivo se basa en la determinación de la probabilidad de fallo de un sistema en función de la evolución de determinados parámetros. Para llevarlo a cabo es necesaria la definición de los elementos a monitorizar; la inclusión de sensores que permitan la medida de los citados parámetros; y la conexión de estos sensores a un sistema que permita extrapolar la probabilidad de fallo. Es evidente que esta monitorización se realiza mientras el equipo está en funcionamiento, por lo que este tipo de mantenimiento, bien aplicado, reduce tanto los tiempos dedicados a diagnóstico como el personal necesario para el mismo.

Si los sensores anteriores se conectan mediante una red del tipo Internet de las Cosas (*Internet of the Things - IoT*) a un sistema que sea capaz de tratar big data, con capacidad de aprendizaje (*machine learning*) apoyada en inteligencia artificial, no solamente estaremos en condiciones de prever cuándo un módulo va a fallar y de sustituirlo antes de la avería, sino que, por integración de los diferentes sistemas, puede hacerse una gestión de repuestos ágil, incluso anticipada. Este modelo, a la larga, incrementaría de manera importante la disponibilidad, abarataría los costes, disminuiría la carga del sistema logístico y por ende las necesidades de energía; y, de paso, la mano de obra necesaria para la gestión de stocks.

La modularización, por su parte, simplificaría el mantenimiento predictivo. Cuantos más módulos iguales o similares haya en un ámbito determinado, menor es el número de variables a considerar. Además, y como es obvio, se posibilita la intercambiabilidad de los propios módulos. Por otra parte, la modularización facilitaría la reducción de especialistas si se asocia a técnicas de realidad aumentada y de documentación electrónica S1000D, toda vez que los propios usuarios podrían realizar operaciones que hoy consideramos de 2º escalón o superiores.

La documentación electrónica S1000D se genera en forma de módulos de datos. Un módulo puede contener texto, vídeo, audio, etc., es auto-contenido y puede emplearse dondequiera que esa información sea necesaria. Todos los módulos de un sistema se organizan en una estructura jerárquica mediante un procedimiento de codificación normalizado y se referencian mediante metadatos. Esta solución permite la actualización de un dato concreto sin necesidad de modificar toda la estructura. Dicha modificación se “transmite” inmediatamente a todas las publicaciones conectadas.

La realidad aumentada consiste en el uso de imágenes virtuales que se superponen al mundo real. Para su empleo se utilizan unas gafas de realidad virtual en las que se proyecta sobre la imagen (real) de lo que está viendo el operador, determinadas visuales, bien con información, bien con acciones a desarrollar. Es evidente que tanto en el caso de contar con rutinas de mantenimiento previamente grabadas y organizadas mediante documentación S1000D, como en el caso de recibir - vía conexión de datos - dichas rutinas mientras otro operador las realiza en la retaguardia, los propios usuarios con una mínima instrucción técnica estarían en condiciones de llevar a la práctica actividades que hoy corresponden a los escalones de mantenimiento superiores.

La robotización aplicada a los sistemas de armas permitiría en algunos casos que los propios sistemas se auto-repararan durante el funcionamiento, o aprovechando cualquier parada técnica. Puede parecer ciencia-ficción, pero cabe preguntarse si entre los drones que está previsto acompañen a la plataforma principal del futuro sistema de combate aéreo (*Future Combat Air System* – FCAS) no podría haber alguno que estuviera dedicado (o que fuera reprogramable) para realizar reparaciones de emergencia.

La fabricación aditiva, más conocida como impresión 3D, avanza a un ritmo vertiginoso y ya se está empleando, por ejemplo, en la estación espacial internacional. En su versión más casera sólo emplea resinas, pero las tecnologías más adelantadas permiten fabricar tarjetas electrónicas o incluso alimentos. Es indudable que si los futuros sistemas de combate contaran con impresoras 3D, las materias primas y el software adecuado, podría eliminarse en parte el stock de repuestos, que podrían «fabricarse» en el momento que fuera necesario su empleo.

Si sumamos a todo lo anterior un sistema de distribución de repuestos, o de las materias primas que precisa la fabricación aditiva, similar al que emplea Amazon, incluso empleando drones con las características adecuadas, estaríamos en condiciones de disminuir aún más la carga logística que soportan las Unidades; y con ella la relación *tooth-to-tail*, que es la que normalmente se emplea para medir su eficiencia.

Los gemelos digitales o *digital twins* (Alberto Sols, ACAMI) son conjuntos de modelos o réplicas digitales de sistemas. El gemelo digital permite simular, experimentar y analizar el comportamiento de un sistema, activo físico, proceso o producto, para optimizar su gestión. Un gemelo digital no es un modelo de un sistema, sino el conjunto de modelos necesarios para poder representar, de manera suficientemente precisa, el sistema de interés. La incorporación de un gemelo digital desde la fase de concepción de un sistema de armas permitiría mejorar su diseño, optimizar el mantenimiento predictivo, avanzar en el desarrollo de la documentación electrónica S1000D y de la simulación necesaria para el adiestramiento con el material final, así como simular los procesos de fabricación aditiva y mantenimiento correctivo.

Para que todo este conjunto funcione, son necesarios ciertos requisitos previos, algunos de los cuales ya se han apuntado. Por un lado, una cierta previsibilidad en los presupuestos de Defensa, así como una mejor formación de toda la cadena, desde los responsables de la definición de requisitos hasta los usuarios finales, y un sistema de gestión del conocimiento que permita acopiar, almacenar y analizar los datos necesarios para hacer evolucionar el sistema en la dirección correcta.

Otra de las necesidades esenciales es el diseño de las redes de comunicación logística, normalmente preteridas en beneficio (lógico, por otra parte) de las dedicadas a operaciones. Sin embargo, los avances en comunicaciones de banda ancha, el empleo de radios definidas por software, etc., deberían permitir, mediante mecanismos apropiados de gestión de medio y de espectro, el despliegue de dichas redes.

No cabe duda de que esta aproximación debería modificar parte de la propia estructura de Defensa, pero otro tanto debe suceder con los proveedores de sistemas, que deberían acompañar al cliente final durante todo el ciclo de vida, lo que implica la necesidad de mejorar la cooperación público-privada. En línea con lo que apuntaba al principio, la Industria de Defensa puede jugar un papel decisivo empujando, cuando no liderando, la transición desde una concepción de los sistemas de armas propios de la época industrial a este nuevo paradigma que damos en llamar 4.0.

En conclusión, puede decirse que la logística asociada a los sistemas de armas del futuro debe ser más eficiente en todos los aspectos, incluyendo entre ellos el energético. La incorporación de nuevas tecnologías permite anticipar algunas de las tendencias que han de marcar los nuevos desarrollos. El Ministerio de Defensa está dando pasos en la dirección adecuada mediante sus directivas y documentación estratégica.

Tal vez falte darle algo de coherencia a la forma de materializar este esfuerzo. Puede decirse, siguiendo el ejemplo que nos brinda el Génesis, que algo no existe mientras no se le da nombre. Creo que, de la misma manera que se ha popularizado el término Industria 4.0 para denominar al conjunto de iniciativas que se están llevando a cabo para la aplicación de la cuarta revolución industrial al mundo de la empresa, el término Sistemas de Armas 4.0 permitiría agrupar bajo un único paraguas y dar coherencia a aspectos que en el momento presente ya se encuentran representados en los grandes programas, tales como el de la Fragata F-110, el submarino S-80 o el VCR 8 x 8; pero que cobrarán mayor relevancia, si cabe, ante desafíos tecnológicos de la envergadura del COLCE o del FCAS.

Tal vez sea el momento de empezar a hablar de los Sistemas de Armas 4.0. Ya se sabe: lo que no tiene nombre, no existe.