



PROSPECTIVA TECNOLÓGICA EN VETRÓNICA DE CARROS DE COMBATE

La vetrónica, o electrónica del vehículo, permite automatizar tareas y disminuir el esfuerzo y el trabajo de la tripulación, pero para ello debe ser eficaz y fiable. Los sistemas vetrónicos soportan la automatización de múltiples funciones de la tripulación y su desarrollo tecnológico es constante, por lo que adquiere especial importancia que las innovaciones en estos sistemas se integren en los carros de combate con la mayor celeridad posible a medida que se vayan produciendo

Víctor Cavero Tejedor

Caballero alférez cadete de Infantería

Silvia M. Vicente Oliva

Doctora en Ingeniería de Diseño y Fabricación

Agradecimientos a la 2.ª compañía del BICC Flandes y, en especial, a los tenientes Carlos Paccini y Aurelio Montero.

Este artículo toma alguna información del Trabajo Fin de Grado realizado en Ingeniería de Organización Industrial, defendido en enero de 2020 en el Centro Universitario de la Defensa Academia General Militar.

INTRODUCCIÓN

Los ejércitos han ido modernizando sus carros de combate e introduciendo tecnologías de última generación que aumentan la supervivencia y la seguridad de la tripulación a partir de sistemas de defensa activa¹ y otras innovaciones, como sistemas de armas por control remoto o misiles guiados por láser, por ejemplo. Muchos países han introducido mejoras en sus nuevos modelos de carros, como Israel en el Merkava Mark IV, Estados Unidos en el M1A2 Abrams SEP v3 y Rusia en el T-14 Armata, del cual no se tiene todavía mucha información.



Leopardo 2E campo a través

Por su parte, España realizó a partir de finales de 2003 un proceso de sustitución de los Leopard 2A4 por el actual Leopard 2E. Entre las innovaciones en «vetrónica», o electrónica del vehículo, que se incluyeron en esta actualización pueden encontrarse el sistema de control digital por telémetro láser, la visión nocturna y elementos de observación de segunda generación², así como la capacidad de hacer fuego efectivo en blancos en movimiento por todo tipo de terrenos accidentados.

El Leopard 2E que existe hoy en el Ejército de Tierra llevará pronto 20 años de servicio. Por ello, hubo

El carro de combate europeo será el sucesor del Leopard 2E en la Fuerza 2035

intención de actualizarlo hacia el Leopard 2E Plus, con proyectos para dotarlo de nuevos sistemas de defensa

activa y de conciencia situacional³. No obstante, en un informe actualizado sobre la Fuerza 2035 se designa el carro de combate europeo (impulsado por Francia y Alemania) como el sucesor natural del Leopard 2E. El futuro carro de combate europeo (conocido por el momento como *Main Ground Combat System*, MGCS) es el que sustituirá a las familias de carros actuales en el continente al dotarlo de las últimas tecnologías en el año 2035. Así, España ratifica su compromiso con el proyecto de defensa europea común para facilitar la cooperación e integración de nuevos materiales y técnicas que favorezcan las operaciones conjuntas con otros países.



Es necesario un análisis sobre el grado de desarrollo y prestaciones que ofrecen las tecnologías electrónicas en los vehículos de combate actuales

La vetrónica permite automatizar cada vez más tareas dentro del carro, por lo que la tripulación puede realizar mejor su trabajo y reducir el número de tripulantes.

La arquitectura de la vetrónica de un vehículo blindado de combate (en inglés, *Armoured Fighting Vehicles* o AFV) puede incluir los siguientes subsistemas:

- Control de los sistemas de armas.
- Control del vehículo.
- Suspensión activa.

- Control y monitorización de la potencia.
- Control de los sensores del vehículo.
- Recogida de información.
- Sistemas de transmisiones y comunicaciones.

El centro especializado Combat Vehicles Research and Development Establishment (CVRDE) realizó en el año 2016 un análisis sobre el grado de desarrollo y prestaciones que ofrecían las tecnologías electrónicas

en los vehículos de combate actuales. Determinó que los tres tipos de información más relevante para cada vehículo (y que la electrónica puede suponer una gran mejora de prestaciones) corresponden a las siguientes áreas: avisos relacionados con la seguridad, información para diagnóstico de la actividad en el exterior del vehículo y, finalmente, información sobre el estado del mismo. En concreto, el CVRDE estudiaba los siguientes sistemas: la «red-en-el-vehículo», control en tiempo real del entorno para la gestión digital de la fuente de alimentación, pantallas táctiles integradas, salpicadero para el conductor con configuración multipágina y automatización de algunas funciones de tripulación. Concluían indicando que estas tecnologías proporcionarán en el futuro una visión exterior de 360° desde dentro del vehículo, existirán sistemas de procesado de imagen, así como ayudas flexibles al conductor y a la tripulación en función de la misión que tengan que acometer.

Los objetivos de la vetrónica de carros de combate están relacionados con las finalidades tácticas que pretenden alcanzar

Los objetivos de la vetrónica de carros de combate están relacionados con las finalidades tácticas que pretenden alcanzar (figura 1) para automatizar tareas, mejorar la recepción e interpretación de la información, mejorar los sistemas de tiro y de defensa activa, así como hacer una gestión más eficiente del consumo de energía y combustible. Todo ello redundará en una necesidad de menor tripulación que se encuentra mejor atendida y



Figura 1. Descripción de características de la vetrónica y finalidades tácticas en carros de combate

puede tomar decisiones más rápidamente, con menor coste y menor huella logística. Sin embargo, también se puede encontrar como inconvenientes que las tareas de mantenimiento de primer escalón podrían ser más complejas y que algunos procedimientos de trabajo habría que cambiarlos.

Este artículo recoge los análisis que se realizaron en el año 2019 para conocer los sistemas electrónicos del Leopard 2E desde el punto de vista de quienes los emplean en el Ejército de Tierra español, así como su operatividad en distintos escenarios. Pero para indagar más sobre la electrónica disponible en carros de combate de los que disponen otros ejércitos, se revisaron las prestaciones en materia electrónica de los carros más representativos que se encuentran actualmente en servicio. También se recopiló información relativa a las tecnologías electrónicas que podrían utilizarse con fines de defensa, al indagar sobre las invenciones registradas en la Oficina Internacional de Patentes, con el objetivo de conocer quién posee estas tecnologías y en qué país se encuentran. Estos estudios se han resumido en los siguientes apartados junto con unas conclusiones finales.

SISTEMAS VETRÓNICOS DEL LEOPARDO 2E

Para indagar sobre los nuevos sistemas electrónicos capaces de mejorar la operatividad del carro y la fiabilidad de los sistemas electrónicos del carro se realizaron 26 entrevistas, entre los días 5 de septiembre y 10 de octubre de 2019, a personal militar con distintos perfiles, para enriquecer el proceso de obtención de información basándose en diferentes escenarios de operaciones. Estos escenarios fueron determinados previamente por siete expertos tomados de la muestra total: dos oficiales, cuatro suboficiales y una persona de tropa que, como media, acumulaban 36 meses de servicio en la unidad. Entre todos ellos habían ejercido todos los puestos tácticos.

La mayoría de las 26 personas entrevistadas pertenecían a la tropa (61,54 %), tenían entre 26 y 30 años

(46,15%), se encontraban en un puesto táctico de especialista (30,77 %) y llevaban más de dos años en servicio (más del 80 % de la muestra) (Tabla 1).

ESCALA	
Tropa	61,54 %
Suboficiales	23,08 %
Oficiales	15,38 %
	100,00 %

EDAD	
Desde 20 a 25 años	30,77 %
Entre 26 y 30 años	46,15 %
Desde 21 a 35 años	15,38 %
Más de 35 años	7,69 %
	100,00 %

PUESTO TÁCTICO	
Jefe de Carro	15,38 %
Radio-Cargador	11,54 %
Tirador	19,23 %
Cargador	7,69 %
Especialista	30,77 %
Otros (Profesores,...)	15,38 %
	100,00 %

SERVICIO EN AÑOS (MESES)	
Hasta 1 año (0,12]	3,85 %
Entre 1 y 2 años (12,24]	15,38 %
Entre 2 y 3 años (24,36]	46,15 %
Entre 3 y 5 años (36,60]	19,23 %
Entre 5 y 7 años (60,84]	3,85 %
Entre 7 y 10 años (84,120]	7,69 %
Más de 10 años	3,85 %
	100,00 %

Tabla 1. Caracterización de la muestra

Escenarios de operaciones considerados (grupo de expertos):

1. Representa la misión de Afganistán, con grandes cadenas montañosas, temperaturas extremas (mucho calor en el día y frío por la noche), así como un enemigo insurgente que posee medios para buscar un contacto directo aunque su instrucción en muchas ocasiones es escasa.
2. Representa la misión de Mali, con amplias llanuras y zonas subtropicales, temperaturas muy altas

durante todo el año, así como un enemigo insurgente con un grado bajo de organización que evita el contacto directo.

3. Representa la misión de Letonia, con la mayor parte de su territorio llano y abundantes ríos y lagos, humedad elevada y temperaturas muy bajas en invierno, y un enemigo convencional con medios y tácticas muy similares a las nuestras.
4. Representa una zona urbanizada (ciudad destruida tras la guerra tipo Alepo, Siria), con un clima frío durante todo el año y un enemigo poco organizado que trabaja por células utilizando a la población como escudo humano, aunque dispone de tecnología moderna tipo misiles contracarro.

Respecto a las opiniones de la muestra, el sistema electrónico con una mayor prioridad respecto a su implementación en España en el carro Leopard 2E fue el de alerta láser. Esta tecnología de defensa pasiva⁴ aumenta la supervivencia tanto del carro como de la tripulación, ya que alerta al jefe en el caso de que este sea fijado por un láser.

En comparativa respecto a otros carros, el sistema de protección activa israelí Trophy fue el segundo con mayor afinidad de los entrevistados. Esta tecnología es capaz de interceptar, mediante dos lanzadores, el proyectil enemigo antes de que alcance al carro mientras calcula (a través de una sofisticada base de datos) el tipo de munición que el enemigo ha utilizado para, inmediatamente, abatir el origen de fuegos, lo que aumenta la supervivencia del carro de combate.

El sistema que tuvo una menor prioridad de implementación es el sistema de aire acondicionado. Esto quizá se debe a que los escenarios que se proponen, a excepción de Mali, son muy fríos. Sin embargo, lo cierto es que esta tecnología, más allá de proporcionar mayor comodidad a la tripulación, evitaría otro tipo de problemas, como el sobrecalentamiento del sistema de seguimiento del arma, llamado EWNA, teniendo en cuenta los informes consultados de mantenimiento correctivo sobre averías de los últimos años.

Por otro lado, para sintetizar las preocupaciones de los entrevistados (tanto respecto al desempeño de los sistemas electrónicos como de estos en cada uno de los escenarios descritos), se crearon unas agrupaciones de atributos que permiten obtener protección, armamento, comodidad y transmisiones del carro. Dentro de cada uno de ellos se propusieron a elección innovaciones tecnológicas y/o productos que ya existen en el mercado o prestaciones equivalentes, con el siguiente resultado:

1. Protección

Propuesta de alerta láser + conciencia situacional (Iron Vision) + sistema de protección activa tipo Trophy.

La conciencia situacional puede basarse en unas gafas especiales conocidas como *Iron Vision* que proporcionarían una visión de 360° al jefe de carro, «viendo a través del metal del carro». También permiten observar el campo de batalla desde el interior del vehículo a todos los tripulantes mediante un casco inteligente (similar al utilizado por los pilotos de cazas) que recoge la información transmitida a través de las cuatro cámaras instaladas en el exterior. Podría abrir fuego donde se dirija la mirada, si así se configura.

La protección activa se refiere a algún tipo de tecnología, como la Trophy (desarrollada por la empresa israelí Rafael) para interceptar, de la manera más adecuada, el proyectil enemigo antes de que alcance al carro.

2. Armamento

Propuesta: Mini Samson + cargador automático.

Minis Samson⁵ es un puesto remoto común de armas que permite disparar desde el compartimento de la tripulación sin que el tirador tenga que salir al exterior. En España ya se disfruta de una tecnología de este tipo en el vehículo RG-31 Nyala fabricado por la empresa BAE Systems Land Systems OMC en Sudáfrica.

3. Comodidad: aire acondicionado

Un sistema de aire acondicionado resolvería los problemas de fatiga de la tripulación causados por las altas temperaturas y contribuiría a reducir los fallos eléctricos más comunes producidos por el sobrecalentamiento en algunos elementos.

La solución sería dotar el carro de un sistema de refrigeración que fuera capaz, por un lado, de enfriar la electrónica, principalmente la EWNA y, por otro lado, de bajar las altas temperaturas en la cámara de combate para que la tripulación sea capaz de combatir en ambientes más cálidos.

4. Transmisiones

Propuesta: Radio Synaps.

Las radios definidas por *software* que permiten una mejor intercomunicación de voz y datos que, en caso de modernización, serían de su programación y

no del dispositivo físico. Por ello, podrían estar en servicio muchos años mediante las preceptivas actualizaciones. Radio Synaps⁶ es una radio de este tipo desarrollada por la empresa Thales para el combate colaborativo en tiempo real adoptada por Francia.

A la vista del gráfico 1 se pueden extraer principalmente dos conclusiones. La primera es que la prioridad de la mayoría de entrevistados fue la protección, antes incluso que el propio armamento. La segunda es que el combate en población, reflejado en las interacciones del escenario 4, preocupaba más que el combate en un escenario convencional contra un enemigo de similares capacidades. Esto se puede deber a que la instrucción durante la última década le ha dado prioridad a técnicas de contra-insurgencia y de combate dentro de núcleos de población.

La prioridad de la mayoría de entrevistados fue la protección, antes incluso que el propio armamento

SISTEMAS VETRÓNICOS DE OTROS EJÉRCITOS EN CARROS DE COMBATE

Se analizaron también los sistemas vetrónicos relevantes de los carros en servicio de ejércitos de referencia como Rusia, Estados Unidos o Israel. Algunos de estos carros, anunciados como novedad, como pueden ser el M1A2 Abrams SEP v4 o el T-14 Armata todavía no se encuentran en la dotación de sus respectivos ejércitos, por lo que no se han incluido en este estudio. Pero a continuación se realiza una descripción general de los elementos vetrónicos más reseñables de los restantes.

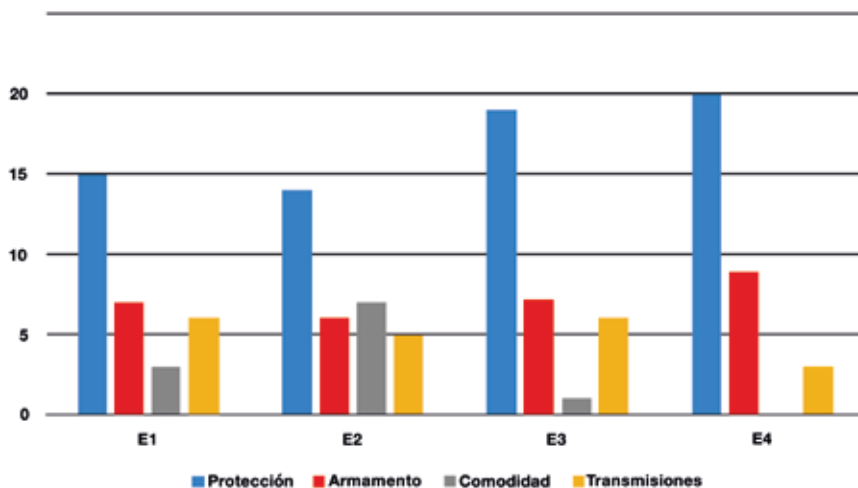


Gráfico 1. Afinidad de los sistemas electrónicos por grupos en cada escenario



M1A2 Abrams

El M1A2 Abrams SEP v2 en Estados Unidos de América tiene una antigüedad de 40 años (cuatro años desde su última configuración) y presenta las siguientes innovaciones: puesto de control remoto común de armas (CROWS II), pantallas a color de alta resolución, un sistema de mira infrarroja de segunda generación (FLIR) de día y de noche, así como una arquitectura del *software* abierta para introducir nuevas actualizaciones sin rediseños. Es operable por cuatro tripulantes.



T-90S

El T-90S lleva 27 años en servicio en Rusia (17 años desde su última configuración). Sus innovaciones son el sistema de guía por láser semiautomático, el puesto de control remoto de armas, el sistema de advertencia por iluminación láser y el cargador automático del arma principal que operan tres personas.



Merkava Mark IV

El carro israelí Merkava Mark III lleva 30 años en servicio, aunque ya se está introduciendo en las unidades el Mark IV. Entre sus innovaciones se destaca el puesto de control remoto de armas, el sistema de advertencia por iluminación láser Amcoram LWS-2, un sistema radio que permite enlazar a la tripulación con el elemento de combate a pie y aire acondicionado para una tripulación de cuatro personas (aunque puede transportar hasta seis).



AMX-56 Leclerc

El AMX-56 Leclerc francés lleva 27 años en servicio y, entre sus innovaciones, destacan el sistema de protección Galix (defensa activa), un cargador automático del arma principal, el freno hidrocínético que permite reducir la velocidad bruscamente cuando se va a recibir un impacto y aire acondicionado. Es operable por, solamente, tres tripulantes.

El carro de Corea del Sur K2Black Panther lleva en servicio solamente cinco años y su función de control de postura es único, ya que (mediante un sistema de suspensión hidroneumática) permite reducir el perfil del carro de combate al mismo tiempo que el sistema de advertencia láser apunta directamente al origen de fuego. Además, dispone de cargador automático del arma principal y protección activa a partir de un sistema de radar de banda milimétrica que libera automáticamente granadas de humo de detección visual e infrarroja al tiempo que advierte del peligro a la tripulación de, solamente, tres ocupantes.



K2BlackPanther

El carro Tipo10 de Japón lleva ocho años en servicio. Al igual que el coreano, dispone de cargador automático del arma principal y suspensión activa hidroneumática, que permite reducir el perfil del carro de combate pero, además, absorbe el retroceso cuando dispara. Su transmisión variable continua, un sistema de conciencia situacional (visión 360°) y una función de mando y control integrada le permiten compartir información de todo tipo, tanto con otros carros como con elementos de combate a pie que posean este sistema. Lo operan, únicamente, tres ocupantes.



Carro de combate Tipo 10 de Japón

Los países orientales considerados tienen carros relativamente jóvenes dotados con las últimas tecnologías vetrónicas

Así se puede observar cómo los países occidentales tienen carros de una antigüedad relativamente alta, aunque han sufrido actualizaciones para

mantener su operatividad. A su favor, algunos países se encuentran en desarrollo avanzado de nuevos vehículos que los reemplacen. En cambio, los países orientales considerados tienen carros relativamente jóvenes dotados con las últimas tecnologías vetrónicas.

TECNOLOGÍAS VETRÓNICAS REGISTRADAS COMO PROPIEDAD INDUSTRIAL

Se realizó un análisis de las invenciones registradas en materia vetrónica internacionalmente, a través de la *World Intellectual Property Organization* (WIPO) hasta el 18 de diciembre de 2019. Aunque las invenciones de defensa no tienden a registrarse por parte de las organizaciones y empresas del sector, o no al menos de forma

pública⁷, debido a que la electrónica es una tecnología de uso dual⁸ se ha realizado este análisis con fines de exploración, sin un trabajo pormenorizado de cada elemento tecnológico o de sus componentes (mediante familia de patentes, por ejemplo) que representaría un trabajo mucho más fino.

En concreto, se solicitaron documentos públicos que en el resumen contuvieran la cadena de búsqueda *electronic warfare or vetronic*. La búsqueda se ajustó por los códigos temáticos de la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) y se limitó a los aparatos electrónicos, de tecnología audiovisual, telecomunicaciones, comunicación digital, procesos básicos de comunicación y tecnología informática, como considera en electrónica la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM)⁹.

El objetivo de la búsqueda fue localizar innovaciones tecnológicas de los últimos diez años del ámbito no restringido por ministerios y departamentos de Defensa que pudieran tener relación con la electrónica de los carros de combate. El resultado fueron 257 documentos de propiedad industrial concedidos en los Estados Unidos de América (85), China (37), la Federación Rusa (33) y Corea (29), entre otros.

Las solicitudes a través de Patente Europea solamente han sido 13 en estos últimos diez años, cinco de ellos en el Reino Unido. Y, de entre todos ellos, en idioma español y con registro en la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) solo figura un documento de la empresa Thales, que es traducción (de patente europea presentada en Francia), que comprende una invención para dispositivo y procedimiento de localización pasiva de objetos radiantes¹⁰.

En cuanto a la temática de su utilización, la mayoría se trata de dispositivos y sistemas para permitir la localización de la dirección por radio (la categoría G01S, con un 43,97 % del total de documentos) (Tabla 2).

CIP	Nº Doc.	Descripción
G01S	113	Localización de la dirección por radio
H04B	29	Transmisión de señales portadoras de información
H04K	26	Comunicaciones secretas, perturbación de las comunicaciones
G09B	21	Material de demostración; mapas geográficos
G06F	14	Procesamiento eléctrico de datos digitales
H01Q	14	Antenas
G01R	12	Medida de variables eléctricas
F41H	10	Blindaje y enmascaramiento
H01P	10	Guías de ondas, resonadores
F41G	8	Aparatos de mira y puntería
TOTAL	257	

Tabla 2. Número de documentos de patentes. Fuente: WIPO y elaboración propia

Si se realiza una revisión por años de publicación desde 2010, el ritmo al que se han registrado patentes relacionadas con la electrónica y la guerra electrónica

desde 2016 es muy alto y creciente (el año 2019 aún no estaba completo todavía, ya que el volcado se produce cada ciertos meses) (gráfico 2).

Nº de documentos por año

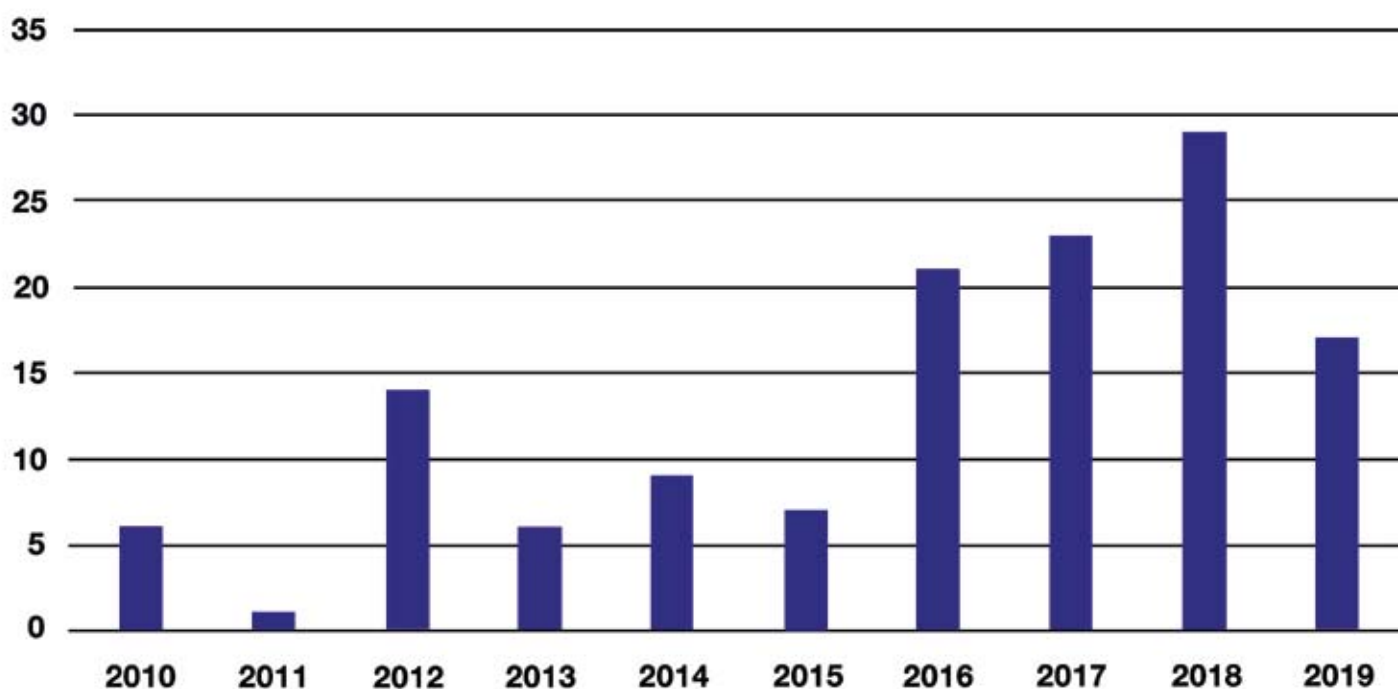


Gráfico 2. Número de documentos de patentes por año. Fuente: WIPO y elaboración propia

Atendiendo a los sectores técnicos identificados y considerados en la tabla 3, se

recopilaron 147 documentos que corresponden a los grupos determinados

en las distintas categorías (códigos CIP asociados) que indica la OEPM

Grupo	CIP	Descripción abreviada	Nº Docs.	Observaciones
Aparatos electrónicos, ingeniería electrónica, energía eléctrica	H01	Elementos electrónicos básicos	30	14 de EE. UU
	H02	Producción, conversión o distribución de energía eléctrica	2	Todas de EE. UU
Tecnología audiovisual	G11B	Registro de información basado en movimiento relativo entre soporte y transductor	1	China
	H04N 5	Detalles de los sistemas de televisión	1	De Raytheon
	H05K	Circuitos impresos, envoltorios	3	De China, EE. UU y Turquía
Telecomunicaciones	G08C	Sistemas de transmisiones de valores medidos	1	De China
	H01P	Guías de ondas, resonadores	10	
	H01Q	Antenas	14	
	H04B	Transmisión	27	
	H04K	Comunicaciones secretas, perturbación de las comunicaciones	25	10 de EE. UU, 8 de la Federación Rusa
	H04N	Transmisión de Imagen	1	De Raytheon
Comunicación digital	H04L	Transmisión de información digital	8	2 de Boeing
	H04W	Servicios especiales para redes de comunicación inalámbricas; recursos	4	
Tecnología informática	G06	Cálculo	20	12 de EE. UU, 5 de China
TOTAL			147	

Tabla 3. Documentos de patentes por sector técnico identificado. Fuente: WIPO y elaboración propia



Leopardo 2E

De entre estos sectores, las tecnologías y dispositivos para telecomunicaciones (77) tenían la mayor representación, seguidos del grupo de aparatos electrónicos (32). Por países, los Estados Unidos de América (EE. UU.) tienen la mayor cantidad.

En algunas tecnologías se distinguían empresas como únicos solicitantes. Así es en las de detalles de sistemas de televisión (H04N 5) y transmisión de imagen (H04N), que las únicas patentes pertenecían a la empresa Raytheon; y las tecnologías registradas y relacionadas con transmisión de información digital pertenecían a Boeing (H04L).

China fue el único país solicitante de una patente para la tecnología de registro de información basado en movimiento relativo entre soporte y transductor (G11B) y de sistema de transmisiones de valores medidos (G08C).

El Leopardo 2E necesitaría un sistema de defensa activa y un sistema de conciencia situacional

CONCLUSIONES

Por un lado, dadas las tendencias de los actuales carros de combate, el español necesitaría un sistema de defensa activa, fundamental para aumentar la supervivencia del carro (ya sea el Trophy israelí u otro similar).

Como mínimo, esta protección ha de contar con un sistema de alerta por iluminación láser que avise a la tripulación en el caso de que hayan sido fijados por algún tipo de láser.

Por otro lado, y siguiendo con estas tendencias, sería fundamental que el Leopardo 2E incorporara un sistema de conciencia situacional, el cual ya existe en el Ejército español (en el VCZ Castor), que diera a la tripulación la capacidad de obtener conocimiento de lo que ocurre a su alrededor para hacer frente a diferentes amenazas y facilitar los procesos de mando y control y designación de objetivos, entre otros.

En general, los carros de combate del entorno OTAN llevan muchos años en servicio pero ya existen iniciativas para reemplazarlos que atenderán a más objetivos que los estrictamente tecnológicos, como pueden ser políticos, de cohesión, base industrial de defensa europea, etc.

Hay pocas tecnologías vetrónicas en desarrollo por parte de países europeos o bien no se están protegiendo

Finalmente, el gran incremento de las tecnologías registradas en relación con la vetrónica señala a los países y empresas que están invirtiendo más en estas. La baja representatividad de entidades europeas que protegen sus invenciones en esta materia solo apunta a una disyuntiva: hay pocas tecnologías vetrónicas en desarrollo o bien no se están protegiendo; ello dificultará mucho que el futuro carro de combate europeo pueda disponer de los mejores sistemas y prestaciones para uso propio o para exportar a otros países si no se les procuran tecnologías avanzadas de uso dual.

NOTAS

1. Los sistemas de defensa activa previenen contra los sensores de un arma que apunta al carro. Se consideran destructivos si contraatacan a los proyectiles cuando se acercan o no destructivos si solo producen alteraciones en estos para que fallen.
2. Esta segunda generación proporciona un contraste mejor en la imagen con mayor resolución y fiabilidad. Se diferencia de la de primera generación en que, además de amplificar la luz que hay en el ambiente, lleva añadida una placa de microcanal (MCP, en sus siglas en inglés) y un fotocátodo para mejorar la calidad y nitidez de la imagen, especialmente alrededor de los bordes de la lente. La placa detecta partículas individuales (electrones,

iones, neutrones, así como radiación ultravioleta y rayos X) y las multiplica hasta crear una resolución espacial. El fotocátodo es un electrodo cargado negativamente que, incluido en un dispositivo de detección de luz como un fotomultiplicador o fototubo que está recubierto con un compuesto fotosensible, si es alcanzado por un fotón, la energía absorbida provoca la emisión de electrones debido al efecto fotoeléctrico.

3. La conciencia situacional permite realizar una representación de todos los factores que ocurren en un entorno (objetos, personas, condiciones ambientales, etc.) y que podrían afectar al desarrollo de una misión, ya que ofrece información para facilitar la toma de decisiones al mejorar la capacidad de respuesta.
4. Se trata de dispositivos en los que se activa una alarma cuando el vehículo es señalado por un telémetro láser (enemigo). Existen otro tipo de defensas pasivas que comprenden aparatos de alerta de radio contra sistemas radar (enemigos) que permitirían guiar munición hacia el carro.
5. Samson se corresponde con Samson Remote Controlled Weapon Station, una estación remota de artillería para ametralladoras de 12,7 y 14,5 mm, y lanzagranadas automáticos de 40 milímetros, que pesa entre 140 y 160 kilogramos y lo fabrica la empresa israelí Rafael desde el año 1998.
6. Este sistema facilita alta velocidad de transmisión de datos, así como seguridad, integridad y confidencialidad de los mismos. Cumple con el estándar OTAN y el estándar europeo de alta velocidad de datos ESSOR (European Secure Software Defined Radio) desarrollado por las Fuerzas Armadas de seis naciones europeas (Finlandia, Francia, Italia, Polonia, España y Suecia).
7. En la Ley de Patentes española (Ley 24/2015, de 24 de julio) se recoge un título por el que algunas invenciones se pueden declarar secretas (total o parcialmente) para favorecer la protección de tecnología por motivos estratégicos por parte del Estado español. Y en el entorno de los países que se encuentran en el Tratado del Atlántico Norte (OTAN) es una práctica habitual y regulada.

8. Las tecnologías que ya existen en el campo civil, al aplicarlas al ámbito de defensa, permiten reducir riesgos y costes de desarrollo aunque puedan existir otros gastos adicionales (certificación, etc.).
9. El documento que centra las actividades de electrónica en cada categoría internacional CIP se puede consultar en el siguiente enlace: https://www.oepm.es/export/sites/oepm/comun/documentos_relacionados/Memorias_de_Actividades_y_Estadisticas/estadisticas/Tabla_Concordancia_Sectores_Tecnicos_Con_CIP.pdf [Accedido el 16 de diciembre de 2019]
10. Shape, P. Dispositivo y procedimiento de localización pasiva de objetos radiantes. THALES. Referencia: FR 0504192. Francia; 2012.

BIBLIOGRAFÍA

- AYERBE, C., LAZARIC, N., CALLOIS, M., Y MITKOVA, L.: «*The new challenges of organizing intellectual property in complex industries: A discussion based on the case of Thales*», *Technovation*, vol. 34, n.º 4, pp. 232-241; 2014.
- Defenseupdate(2013)«Rafael Trophy Family - Active Protection Systems» [Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=OtmGnRMlspQ>] [Accedido: 28-Feb-2020].
- Ejército de Tierra. Fuerza 35 (2019). Enlace: [Disponible: https://ejercito.defensa.gob.es/ca/Galerias/Descarga_pdf/EjercitoTierra/Publicaciones/fuerza_35.pdf] [Accedido: 28-Feb-2020].
- LIVADA, B., R. JANKOVIĆ, R., Y NIKOLIĆ, N.: «*AFV vetrronics: Displays design criteria*», *Strojniški vestnik-Journal of Mechanical Engineering*, vol. 58, n.º 6, pp. 376-385; 2012.
- MARTÍ SEMPÈRE, C.: *Tecnología de la defensa: Análisis de la situación española*. Instituto Universitario General Gutiérrez Mellado de Investigación sobre la Paz, la Seguridad y la Defensa. 2006.
- SIVAKUMAR, P., VARADHAN, J., PONNUSAMY, N., Y REGINALD, R.: «*Driver's intelligent dashboard and vision system for modern armoured fighting vehicles*», 2.ª International Conference on Advances in Electrical, Electronics, Information, Communication and Bio-Informatics (AEEICB), pp. 733-737; 2016.■