

EFICIENCIA Y FIRMA INFRARROJA DEL BUQUE DE GUERRA

Julio Manuel PERNAS URRUTIA
Doctor ingeniero naval y oceánico



El arte de la guerra se basa en el engaño.

El Arte de la Guerra. Sun Tzu (siglo v . a. de C.)

Introducción



NA gran parte del total de radiación infrarroja (IR) emitida por el buque de guerra tiene su origen en la propulsión, debido a que no toda la energía generada se transforma en trabajo efectivo, incrementándose de este modo su susceptibilidad y, por lo tanto, su siniestralidad.

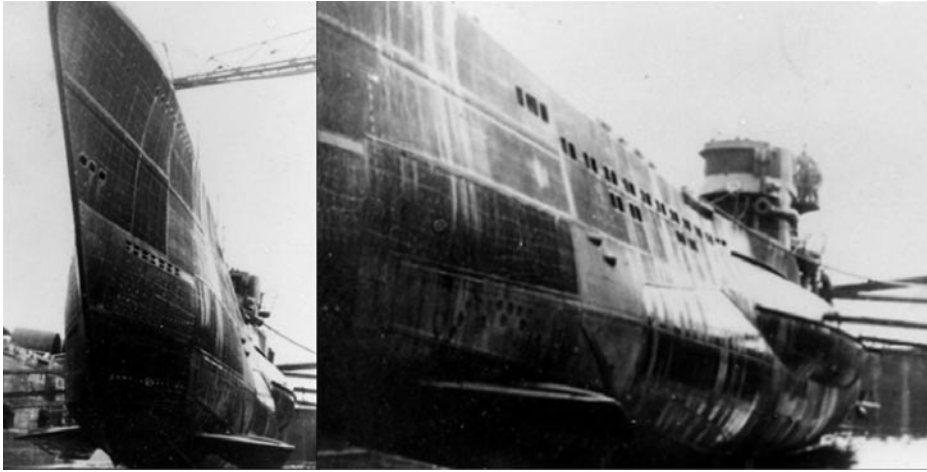
El presente artículo pretende describir las principales fuentes de firma IR del buque de guerra, las contramedidas actuales y futuras, finalizando con la presentación de un estudio en el que, en función de las contramedidas seleccionadas, se demuestra la capacidad del buque de persuadir amenazas aéreas mediante el empleo de técnicas de decepción o engaño dentro del

entorno de eficiencia energética planteado.

Antecedentes

Dicen que fue la Armada canadiense a finales de los años 30 la primera que se preocupó de la reducción de la firma de sus buques con un camuflaje contrailuminación de luz difusa en el rango visible. También se suele adjudicar este honor al submarino alemán *U-480*, ya que contaba con un revestimiento de caucho y una capa de bolsas de aire para no ser detectado por los sonares de los buques aliados (1).

(1) RIOLA, J. M.; PERNAS, J. M. (2014): «Reducción de la firma IR mediante la refrigeración de los gases de exhaustación en buques de guerra». *Boletín Técnico de Ingeniería de la Armada (ETSIAN-DIENA-JEPER)*, núm. 6, pp. 32-37, ISSN: 2659-6458 (ed. línea).



Botadura del *U-480* de la Kriegsmarine el 14 de agosto de 1943 (2)

Desde entonces la reducción de la firma es una disciplina de táctica militar y contramedidas que cubre una amplia gama de técnicas utilizadas en plataformas aéreas, navales y terrestres, alcanzando incluso a los propios combatientes, y que persigue disponer de un «camuflaje» que dificulte la detección.

En el caso particular de la radiación IR, se considera un rango de longitudes de onda de 0,75 a 1.000 μm (del visible a las microondas). Además, al estar relacionada con la emisión y transmisión de calor, se emplea en múltiples aplicaciones de defensa, como por ejemplo sistemas de guiado de amenazas aéreas, cámaras de detección nocturna, etc., por lo que resulta común que las armadas y marinas especifiquen niveles de emisión IR como parte del conjunto de requisitos de programa NSR (*NATO Staff Requirements*) mediante el empleo de programas y modelos para evaluar nuevos diseños en función de las condiciones ambientales, niveles de supresión de firma implementados, etc. Dichos requerimientos incluyen contramedidas IR (bengalas) y tácticas para su despliegue (3).

Cambiando de tercio, en el año 1893, siendo la máquina de vapor de James Watt de uso habitual en la propulsión de buques, el ingeniero Rudolf Diesel

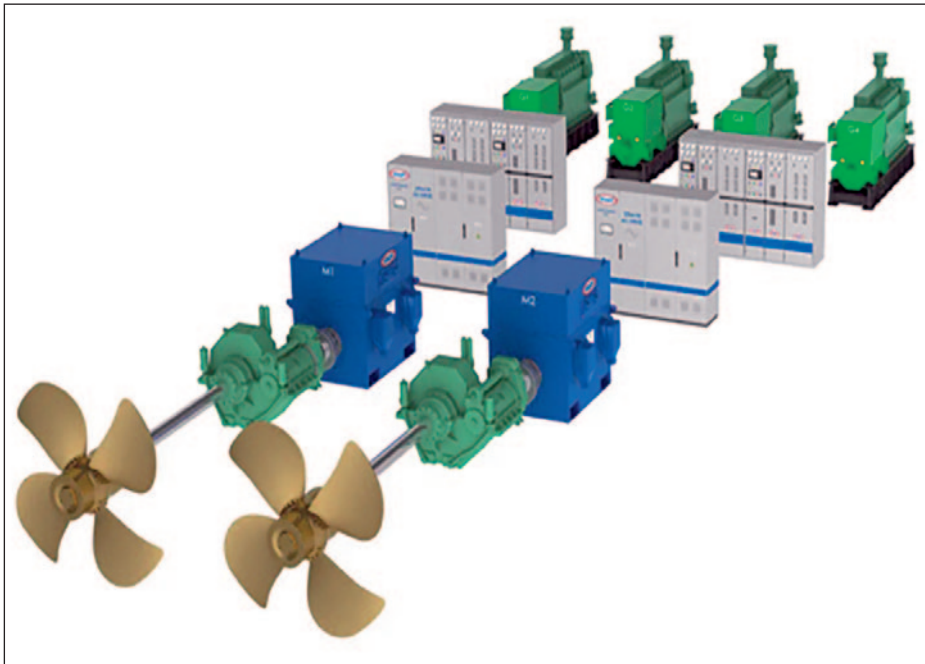
(2) «U-480 and the Secrets around the *Stealth* U-boats of the Kriegsmarine», Deutsches U-Boot-Museum Foundation, Cuxhaven-Altentruch (Alemania), <http://dubm.de/en/stealth-u-boats/>

(3) VAITEKUNAS, D.; THOMPSON, J.; REID, F.: «IR vulnerability of Modern Warships using SHIP/NTCS». Presentado en las Actas del I Simposio de Detección Militar. París, septiembre 2000. https://www.davis-eng.com/docs/papers/IR_Vulnerability_of_modern_warships_2000.pdf

solicita en el Kaiserliches Patentamt de Berlín la patente de su invención, el motor diésel, capaz de alcanzar rendimientos en torno al 40 por 100 (4).

En el año 1947, la Royal Navy emplea por primera vez una turbina de gas en uno de los tres ejes del buque *MGB-2009*. Posteriormente, a partir de modificaciones realizadas en turbinas de gas de aeronaves, nace la primera generación para buques, conocida como «turbina de gas marinizada».

Desde la década de los 80 del siglo pasado, los sistemas de propulsión de los buques de guerra están evolucionando desde las transmisiones tradicionales mecánicas a las eléctricas bajo el concepto de propulsión IFEP (*Integrated Full Electric Propulsion*), mucho más ventajoso desde el punto de vista del control operacional y de la eficiencia energética.



Esquema característico de propulsión diésel-eléctrica (5)

(4) CASANOVA, E. (2001): *Máquinas para la propulsión de buques*. Universidad de A Coruña, ISBN: 84-95322-96-X.

(5) RAMÍREZ, A.: «Estado del arte para una propulsión totalmente eléctrica», *REVISTA GENERAL DE MARINA*, tomo 279, noviembre 2020, pp. 779-797, ISSN: 2530-2361 (ed. línea).

Supervivencia

A la hora de evaluar la capacidad de supervivencia del buque de guerra hay que considerar, entre otros aspectos, la susceptibilidad o incapacidad de la unidad para evitar ciertos sensores. La susceptibilidad dependerá, a su vez, del espectro de energía emitido y/o reflejado, encontrándose intrínsecamente relacionada con las firmas del buque. Por lo tanto, habrá que tener en cuenta los siguientes aspectos (6):

- Susceptibilidad: probabilidad de recibir impactos. Dependerá del espectro de energía emitido y/o reflejado.
- Vulnerabilidad: grado de deterioro alcanzado tras un ataque. Dependerá del nivel de compartimentado, tipo de estructura, etcétera.
- Siniestralidad: probabilidad de destrucción después de recibir un impacto.

Los conceptos de susceptibilidad y vulnerabilidad contribuirán de manera directa a la siniestralidad y supervivencia del buque de guerra del modo siguiente (7):

$$\begin{aligned} \text{Siniestralidad} &= \text{Susceptibilidad} \times \text{Vulnerabilidad} \\ \text{Supervivencia} &= 1 - \text{Siniestralidad} \end{aligned}$$

Las firmas o campos físicos principales del buque de guerra son: la firma IR, correspondiente a la radiación electromagnética emitida en dicha franja del espectro; la firma RADAR (*Radio Detection And Ranging*), relacionada con la energía de tipo electromagnético reflejada por la obra muerta y superestructura del buque; la acústica, relativa a la energía vibratoria de la maquinaria transmitida al mar, y la magnética, asociada a los campos magnéticos generados por la estructura del buque (8).

En este sentido, la tecnología *stealth* consistirá en la instalación de contramedidas en el buque de guerra con el fin de hacerlo invisible a detectores IR, RADAR, SONAR (*Sound Navigation and Ranging*), etc., lo que obligará a astilleros y fabricantes de equipos a dedicar esfuerzos con el fin de reducir la susceptibilidad de las nuevas unidades producidas.

(6) VILLA, R.; CARRAL, L. M.; FRAGUELA, J. A.; PERNAS, J. M.: «Estado del arte y futuro de los sistemas de supresión de firma IR en buques de guerra mediante la refrigeración de gases de exhaustación». COPINAVAL 2015 (Uruguay), pp. 142-150, ISBN: 978-9974-91-047-8.

(7) CASANOVA, E., (2009): *El Buque de Guerra*, 2.^a ed., Fondo Editorial de Ingeniería Naval (FEIN), Madrid, ISBN: 978-84-933198-8-5.

(8) VALDÉS, R. H.; VALLEDOR, A.; REGALADO, A.; DÍAZ, N. (2012): «Campos físicos de buques», COPINAVAL 2012 Cuba, pp. 19-43, ISBN: 978-9974-91-047-8.

Particularidades IR

Cualquier objeto a una temperatura superior a 0° K emitirá energía en la región IR del espectro electromagnético, de acuerdo con la Ley de Planck. En el caso del buque de guerra, la atmósfera va a tener un efecto atenuador, absorbiendo la práctica totalidad de radiación IR emitida por el buque a la atmósfera, excepto en ciertas bandas o «ventanas atmosféricas» —de tres a cinco micrómetros (μm) o banda MWIR (*Medium Wavelength Infrared*) y de ocho a doce o banda LWIR (*Long Wavelength Infrared*)— caracterizadas por elevados valores de transmitancia y baja atenuación atmosférica.

En cuanto a las fuentes de radiación IR del buque de guerra, clasificadas estas en función de las bandas MWIR y LWIR, se tienen las siguientes (9):

- Gases de exhaustación, con una contribución muy significativa en la banda MWIR debido a la presencia de dióxido de carbono y vapor de agua a elevada temperatura.



Imagen característica de un buque sin sistemas de supresión IR (10)

(9) VILLA, R. (2020): «Firma infrarroja (IR) en buques de guerra». *Boletín Técnico de Ingeniería de la Armada (ETSIAN-DIENA-JEPER)*, núm. 18, pp. 30-36, ISSN: 2659-6458 (ed. línea).

(10) THOMPSON, J.; VAITEKUNAS, D.; BIRK, A. M. (2000): «IR Signature Suppression of Modern Naval Ships». Davis Engineering Ltd. Ottawa (Canadá), https://www.davis-eng.com/docs/papers/irss_paper.pdf

- El casco, la superestructura y los elementos de cubierta por la incidencia del sol y un insuficiente aislamiento en las cámaras de máquinas. Su contribución principal será en la banda LWIR.
- Conductos de exhaustación y otras superficies calentadas por los gases de escape, contribuyendo en ambas bandas (MWIR y LWIR).

Por lo tanto, se puede establecer que la firma IR del buque de guerra tendrá una componente interna, que incluye el calor desprendido por exhaustaciones de motores, sistemas de ventilación, etc., destacando la contribución de los motores y generadores eléctricos, y una componente externa procedente del entorno del buque, siendo en este caso las principales fuentes de radiación el sol, el resplandor del cielo y el mar.

Amenazas y contramedidas IR

En función de las bandas MWIR y LWIR, las amenazas IR se pueden clasificar en (11):

- Misiles autoguiados pasivos IR, en las bandas MWIR y LWIR.
- Detección y seguimiento con cámaras térmicas tipo FLIR (*Forward Looking InfraRed*), principalmente en la banda LWIR.

El guiado de misiles autoguiados pasivos dependerá únicamente del blanco como fuente de radiación, siendo independiente de la plataforma de lanzamiento. En cuanto a la detección y seguimiento, los buques de guerra se localizarán por la firma IR dividida sobre un fondo de mar y otro de cielo, principalmente en la banda LWIR.

Dentro del conjunto de contramedidas IR o IRCM (*InfraRed Counter Measures*) que debe tener un buque para alcanzar la condición *stealth*, destacan las siguientes (12):

- Aislamientos en cámaras de máquinas y otros espacios donde se disipe calor.
- Sistemas de agua salada *wash-down*, a través de rociadores dispuestos a lo largo del buque en cubierta intemperie, mamparos externos y costados.

(11) GREIG, A. R.; COOMBES, J.; ANDREWS, D. J.; PAWLING, R. P. (2009): «Modelling the heat distribution in a warship». III World Maritime Technology Conference (WMTC), Mumbai, India.

(12) VILCHEZ, F.; SIERRA, H.: «Detectabilidad de Buques de Combate». COPINAVAL 1999, Colombia, pp. 287-302, ISBN: 978-9974-91-047-8.



USS *John Finn* durante las pruebas del sistema *wash-down* (13)

- Eductores/difusores para enfriar tanto los conductos como los gases de exhaustación de motores de combustión interna.

Los sistemas de distribución de agua salada o *wash-down* consisten básicamente en un conjunto de rociadores dispuestos a lo largo del buque para la reducción de la temperatura en cubiertas, mamparos y costados exteriores.

La refrigeración de gases y conductos de exhaustación será generalmente de tipo pasivo, manteniendo la temperatura del difusor por debajo de 25° K respecto del ambiente, trabajando el sistema con una tasa de dilución de gases del 50 por 100 en el eductor (14).

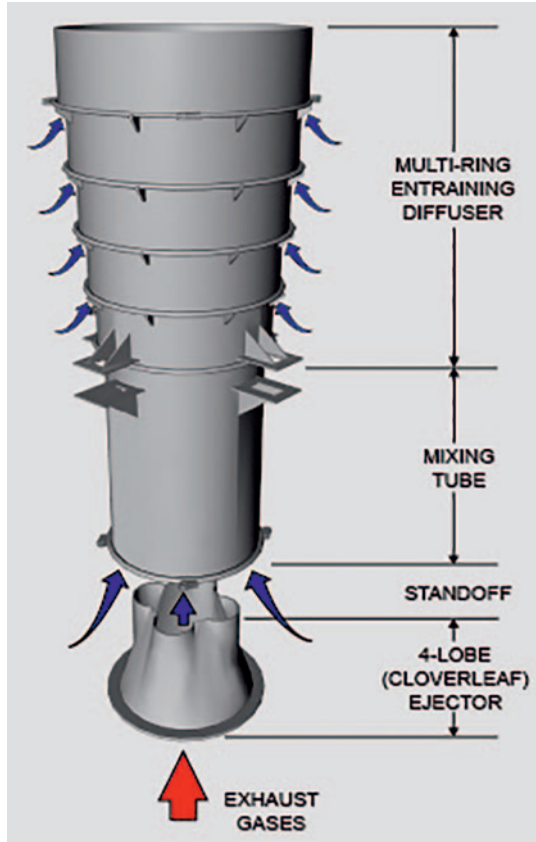
(13) <https://www.flickr.com/photos/usnavy>

(14) CHO, Yong-Jin; KO, Dae-Eun (2017): «A study on the Heat Flow Characteristics of IRSS». IV International Conference on Advanced Materials, Mechanics and Structural Engineering (AMMSE), China. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/269/1/012091/pdf>

Niveles IRSS y tendencias IRCM e IRST

A partir de la experiencia de empresas de desarrollo de sistemas de supresión de firma IR para buques, se concluye que la mayoría de esquemas se pueden organizar en cuatro niveles IRSS (*InfraRed Signature Suppression*) (15):

- IRSS I, sin supresión (línea base de la plataforma).
- IRSS II, refrigeración básica del metal visible de la exhaustación y de las superficies exteriores del buque mediante la activación de sistemas de descontaminación NBQ (de menor extensión que los *wash-down*).
- IRSS III, refrigeración básica del metal visible de la exhaustación, de los gases de exhaustación por debajo de 523° K de temperatura y de las superficies exteriores del buque mediante sistemas *wash-down* (de mayor extensión que los de descontaminación NBQ).
- IRSS IV, refrigeración básica del metal visible de la exhaustación, de los gases de exhaustación por debajo de 423° K de temperatura y de las superficies exteriores del buque mediante sistemas *wash-down*.



Sistema de supresión de firma IR para gases y conductos de exhaustación (16)

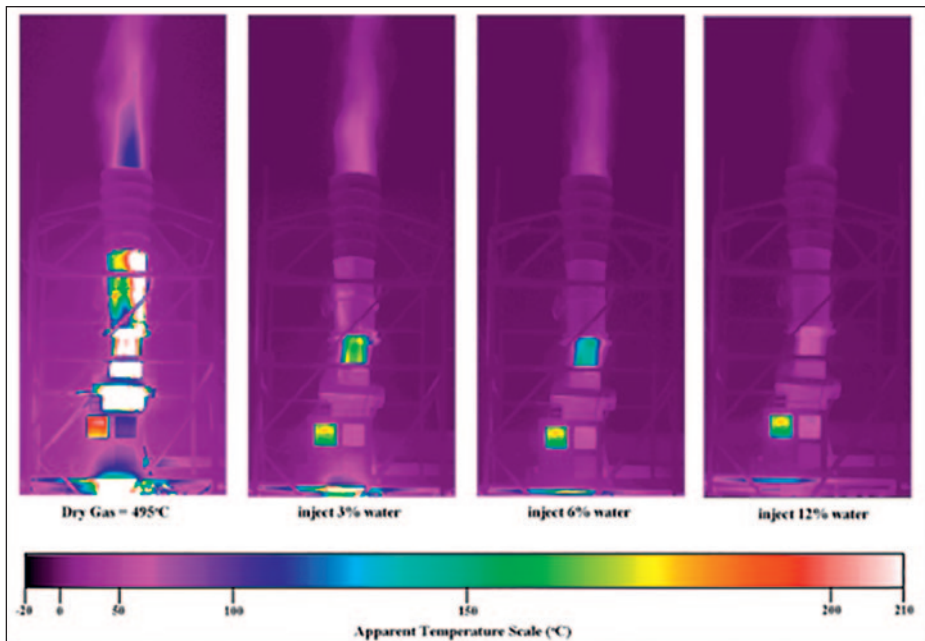
(15) DAVIS, W. R.; THOMPSON, J. (2002): «Developing an IR signature specification for military platforms using modern simulation techniques». Presentada en la Conferencia SMi: Signature Management in Pursuit of Stealth III, Londres. <https://www.davis-eng.com/docs/papers/IR%20Signature%20Specification.pdf>

(16) https://www.davis-eng.com/exhaust_suppression.html

En próximos años, los sistemas IRCM deberán conseguir los siguientes objetivos (17):

- Mayor capacidad de refrigeración de gases de exhaustación y, particularmente, en turbinas de gas marinas como fuente principal de guiado de amenazas.
- Mayor capacidad de enfriamiento de superficies expuestas a la intemperie como fuente de detección y seguimiento.

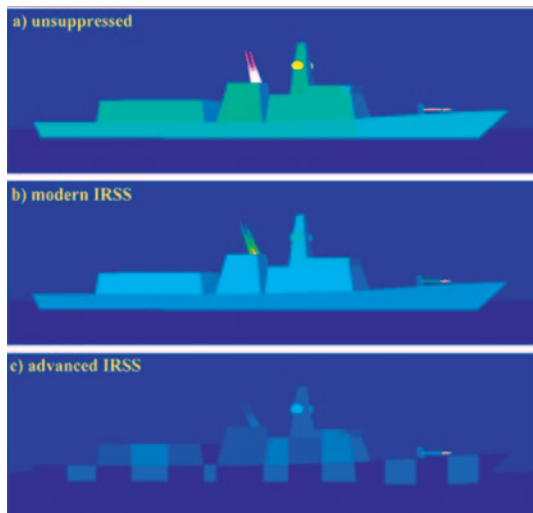
Respecto de la refrigeración de gases de exhaustación, actualmente existen desarrollos en base a prototipos híbridos denominados SWI (*Sea Water Injection*), consistentes en añadir rociadores de agua salada a los sistemas tradicionales mediante eductor/difusor.



Imágenes IR del sistema SWI en funcionamiento (18)

(17) VILLA, R.; PERNAS, J. M.: «Control de firma IR en buques de guerra. Estado del arte y futuro». Actas VII Congreso Nacional de i + d en Defensa y Seguridad (DESEi + d 2019), pp. 589-594, ISBN: 978-84-9091-501-1 (ed. línea).

(18) HISCOKE, B.: «IR suppression-exhaust gas cooling by water injection. Pre-sentado en MECON Exhibition GmbH». Hamburgo (Alemania), septiembre 2002. <https://www.davis-eng.com/docs/papers/Exhaust%20Gas%20Cooling.pdf>



Imágenes IR en función del modo de enfriamiento seleccionado (20)

Recientes estudios confirman que la inyección de agua dulce nebulizada, junto con el sistema tradicional mediante eductor/difusor, permite reducir la temperatura de los gases de exhaustación por debajo de 423° K (IRSS IV) (19).

Respecto a la capacidad de enfriamiento de las superficies del buque expuestas a la intemperie, las generaciones más modernas de amenazas autoguiadas IR serán capaces de identificar objetivos capaces de identificar objetivos en base a su forma y dimensiones mediante el uso de algoritmos de reconocimiento de imágenes, lo que hace que el empleo de señuelos como técnica de

decepción o engaño sea cada vez menos efectivo. Soluciones avanzadas, como el sistema OSM (*Onboard Signature Manager*), permitirán configurar diferentes modos de enfriamiento con el fin de dificultar la identificación del buque.

En cuanto a sistemas de detección y seguimiento o IRST (*Infrared Search and Track*), como resultado del programa tecnológico adjudicado a la unión temporal de las empresas Indra-Tecnobit para dotar a la futura *F-110* de un sistema de detección y seguimiento por IR (21), surge el sistema fijo sin partes móviles instalable en el mástil integrado IRST i110, el cual ofrece una vigilancia automática de 360°, simultánea en todo momento y con sensibilidad en las bandas MWIR y LWIR, siendo uno de los sensores esenciales que dotará

(19) PERNAS, J. M.; RIOLA, J. M. (2015): «Refrigeración de gases de exhaustación con agua nebulizada. Estudio de interacción entre fases». *Boletín de Observación Tecnológica en Defensa*, núm. 48, pp: 12-13, ISSN: 2444-4839. <https://publicaciones.defensa.gob.es/boletin-de-observacion-tecnologica-en-defensa-48.html>

(20) THOMPSON, J.; VAITEKUNAS, D.; BROOKING, B. (2000): «Lowering Warship Signatures: Electromagnetic and Infrared». Presentada en la SMi Conference: Signature Management-The Pursuit of Stealth, Londres. https://www.davis-eng.com/docs/papers/lowering_warship_signatures.pdf

(21) FERNÁNDEZ, N. (2015): «La UTE Indra-Tecnobit logra el programa tecnológico del sistema IRST de la futura *F-110* por 9,7 millones», *Infodefensa*, edición España. <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/3131530/ute-indra-tecnobit-logra-programa-tecnologico-sistema-irst-futura-f-110-97-millones>

a la futura *F-110* de las capacidades de vigilancia, reconocimiento, inteligencia y adquisición de información sobre amenazas asimétricas, gracias a la utilización de algoritmos de súper resolución e inteligencia artificial (22).

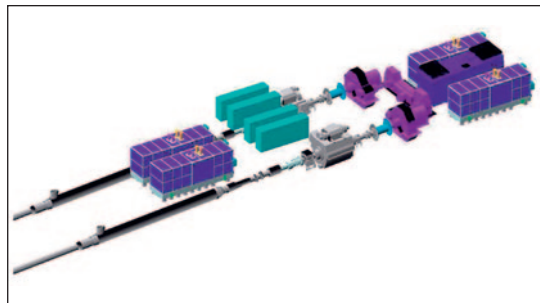
Además, el sistema IRST i110 tendrá capacidad de detección de amenazas a muy baja altura, tales como misiles rozaolas o enjambres de embarcaciones, cuyo objetivo principal es el impacto en la línea de flotación del buque.

Propulsión

El buque de guerra necesita disponer de potencia elevada para alcanzar velocidades punta operativas, a pesar de que la mayor parte de su vida activa navegará a velocidad económica. Debido a esto, y a la necesidad de ahorro de combustible, las armadas y marinas han iniciado y afianzado soluciones hacia la reducción de consumos, horas de funcionamiento, etc., mediante el uso de sistemas de propulsión redundantes.

De la combinación de motores diésel y turbinas de gas surgen los sistemas de propulsión CODAD (*COmbined Diesel And Diesel*), CODOG (*COmbined Diesel Or Gas turbine*), CODAG (*COmbined Diesel And Gas turbine*), COGOG (*COmbined Gas turbine Or Gas turbine*), COGAG (*COmbined Gas turbine And Gas turbine*) y las variantes eléctricas CODELAG (*COmbined Diesel ELectric And Gas turbine*), COEOD (*COmbined Electric Or Diesel*) y COEOG (*COmbined Electric Or Gas turbine*) (23).

El siguiente gráfico representa la curva de rendimientos de un sistema CODELOG (curvas verde y roja) frente a uno CODOG (azul y roja). Como se puede comprobar, gracias al empleo de propulsión diésel-eléctrica, el motor diésel puede trabajar de forma constante a régimen óptimo (rendimiento máximo). El

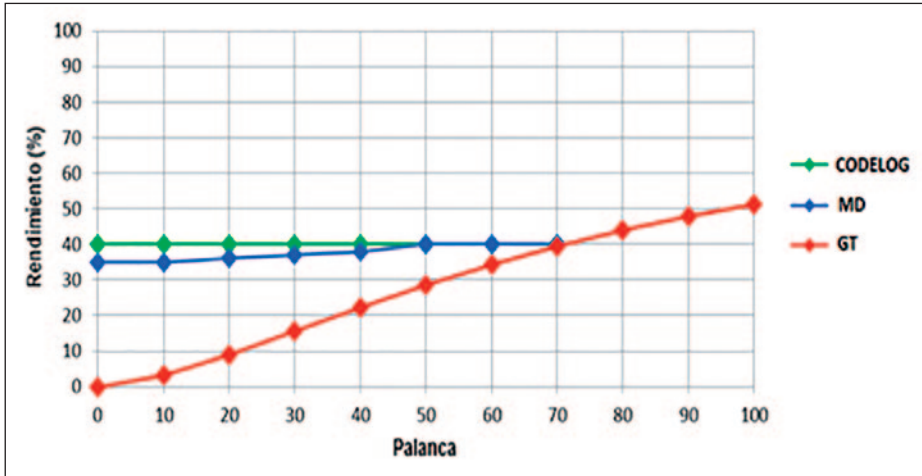


Propulsión CODELAG de la futura fragata *F-110* (24)

(22) GRUPO OESÍA (2021): «La tecnología de Tecnobit-Grupo Oesía presente en las fragatas *F-110*», <https://grupooesia.com/fragata-f-110/>

(23) SEJO, I. (2013): «Plantas propulsoras combinadas para buques de guerra». *Boletín Técnico de Ingeniería de la Armada (ETSIAN-DIENA-JEPER)*, núm. 4, pp. 32-37, ISSN: 2659-6458 (ed. línea).

(24) «La Navantia del siglo XXI» (2018), <https://www.navantia.es/wp-content/uploads/2018/05/F-110-La-Navantiadel-siglo-XXI-4.pdf>



Rendimientos de configuración CODELOG vs. CODOG (25)

resto de energía no dedicada a la propulsión se empleará en otros consumidores (servicios auxiliares, sistemas de sensores y armas, etcétera).

En este sentido, el sistema CODELOG resultará más eficiente, permitiendo al buque trabajar con rendimientos del 40 al 51 por 100 a lo largo de todo el rango de velocidades, en comparación con el sistema CODOG (del 35 al 51 por 100), por lo que aprovechará mejor la energía generada, reduciéndose de este modo la susceptibilidad IR del buque.

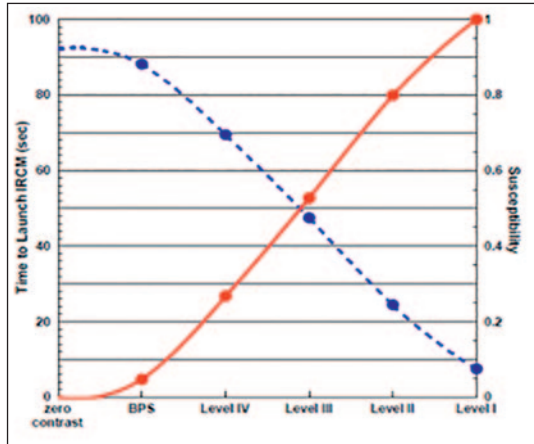
IRCM, IRSS y amenazas aéreas

A partir de un modelo de destructor no clasificado de 2.400 t de desplazamiento, propulsión CODOG, dos turbinas de gas de 20 MW, dos motores diésel de 4 MW y tres generadores eléctricos de 1 MW, se puede predecir la contribución de las dos componentes de firma IR (gases y superficies exteriores) en función del nivel de supresión IRSS adoptado y de la distancia a la que puede ser detectado por un sensor de banda MWIR situado a una altura de diez metros sobre el nivel del mar y bajo la peor condición solar WPS (*Worst Possible Signature*).

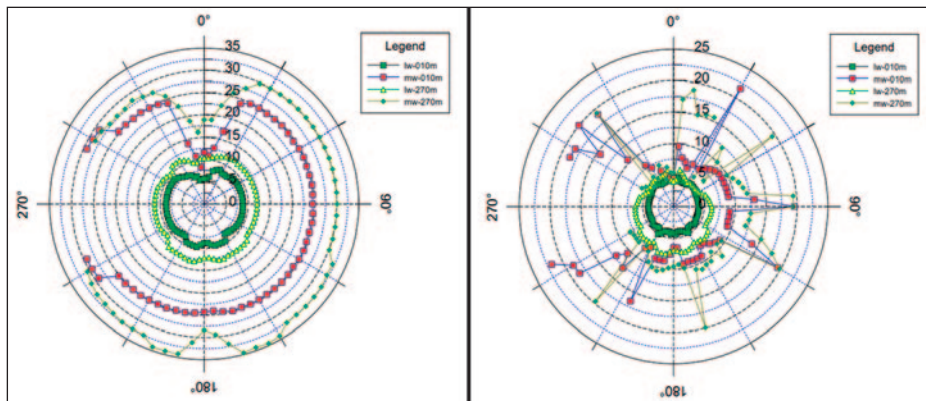
(25) PERNAS, J. M.; VILLA, R.; ESPONA, R. J.; HERITIER, C.; PÉREZ, R. (2021): «Infrared signatures in the modern warship». *International Journal Maritime Engineering (IJME)*. Royal Institution of Naval Architects (RINA), vol. 163, part. A2, pp. A-113 - A-124, ISSN: 0957-553.

Como se puede comprobar en la siguiente figura (derecha), conforme se incrementa el nivel IRSS, se consigue, por un lado, reducir la susceptibilidad de la plataforma en términos IR (curva de color rojo) y, por otro, incrementar el tiempo disponible para el lanzamiento de contramedidas IRCM (color azul).

La siguiente figura (inferior) muestra los resultados de simulaciones realizadas con *software* de predicción y análisis de firma IR con las siguientes consideraciones:



Susceptibilidad y tiempo disponible IRCM en función del IRSS (26)



Rangos de detección (km) sin IRCM (izquierda) y con IRCM (derecha) activados (27)

(26) DAVIS, W. R.; THOMPSON, J. (2002): «Developing an IR signature specification for military platforms using modern simulation techniques». Presentada en la SMi Conference: Signature Management in Pursuit of Stealth III, Londres. <https://www.davis-eng.com/docs/papers/IR%20Signature%20Specification.pdf>

(27) VAITEKUNAS, D. (2010): «IR Susceptibility of naval ships using ShipIR/NTCS». Presentado en SPIE Defence & Sensing. Orlando (Florida). <https://www.davis-eng.com/docs/papers/IR%20susceptibility%20of%20naval%20ships%20-%20SPIE%202010.pdf>

- Condición de buque a máxima potencia (propulsión con turbinas de gas).
- Fuentes principales de firma IR (gases y superficies exteriores).
- Contramedidas IRCM disponibles (eductores/difusores y *wash-down*).
- Clima más desfavorable (soleado).
- Sensores tipo MWIR y LWIR a diferentes alturas (10 y 270 m respecto del mar).

Por lo tanto, la activación de medidas IRCM tendrá un gran impacto en la banda MWIR (curvas de colores morado y cian) por la fuerte reducción de la temperatura de los gases y del metal visible de los conductos, mientras que en la banda LWIR (curvas verdes y amarillas) el impacto resultará mucho menor.

Conclusiones

La variante eléctrica CODELOG resultará más eficiente que la CODOG, ya que será capaz de transformar, en trabajo efectivo, una mayor cantidad de energía que de otra manera sería enviada al exterior en forma de calor y radiación IR, por lo que se puede concluir que las variantes eléctricas resultarán más eficientes que las tradicionales en las mismas condiciones de funcionamiento. Con relación a esto último, desde la puesta en servicio del buque de proyección estratégica *LHD* hasta el actual programa de fragatas *F-110*, pasando por los buques de acción marítima *BAM*, la Armada ha apostado por sistemas de propulsión eléctrica para buques de nueva construcción por cuestiones de eficiencia, costes de servicio, impacto ambiental y susceptibilidad.

Respecto de las medidas IRCM, su activación tendrá un gran impacto en la banda MWIR, mientras que en la LWIR será mucho menor. En cualquier caso, queda demostrada la reducción de susceptibilidad IR del buque. Además, la capacidad de autoguiado de misiles pasivos se verá dificultada, incrementándose los tiempos disponibles para el despliegue de señuelos IR y, por lo tanto, su eficacia.

En relación con este asunto, el pasado mes de diciembre de 2020 arrancó el proyecto SEA DEFENCE (*Survivability, Electrification, Automation, Detectability, Enabling Foresight of European Naval Capabilities in Extreme conditions*) a partir del programa EDIDP (*European Defence Industrial Development Programme*), en el que participan un total de 20 empresas de ocho naciones europeas, entre las que se encuentran las españolas Navantia, SAES y el Centro Tecnológico Naval y del Mar (28).

(28) <https://seadefence.eu>



Helicóptero del HMS *Dragon* (D-35) de la Royal Navy desplegando bengalas IR (29)

El SEA DEFENCE pretende proporcionar a la Comisión Europea y a los Estados miembros una hoja de ruta completa y actualizada sobre las tecnologías que han de ser incluidas en plataformas navales futuras. Debido a las crecientes capacidades de detección de las nuevas generaciones de sensores, el proyecto SEA DEFENCE pretende identificar las acciones a desarrollar para contrarrestar dichas amenazas en base a la aplicación de tecnologías tanto actuales como emergentes.



(29) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HMS_Dragon%27s_Lynx_Helicopter_Firing_Flares_MOD_45156167.jpg

Antena satélite en la Estación Radio de Bermeja, orientada al satélite XTAR-EUR que da servicio a los terminales en operaciones, febrero de 2022. (Foto: Raúl Carrillo Mateo)

