

PRIMER RADAR NAVAL AESA NACIONAL: PRISMA-25X

Juan José NIETO CONDE



Introducción



L PRISMA-25X, que estará en servicio en las fragatas *F-110*, es el primer radar de su clase diseñado y construido en España. Incorpora antenas con tecnología AESA (*Active Electronically Scanned Array*) que le permiten efectuar una exploración electrónica sin necesidad de rotación de la antena.

Este tipo de antena del radar de superficie PRISMA-25X posibilita una óptima integración con el buque dentro de un mástil integrado, en el que se fusionan la mayoría de sensores en una estructura común. Por otra parte, desde el punto de vista operativo, la exploración electrónica proporciona la ejecución de funciones operativas de forma simultánea (multifuncionalidad), lo que constituye uno de los aspectos clave y novedosos

de este sensor radar 2D de exploración de superficie en banda X.

Como antecedente no naval, ya existe en España un radar AESA en la Base Aérea de Morón, el S3TSR desarrollado por Indra para el S3T (*Spanish Space Surveillance and Tracking*), destinado a establecer un sistema de alerta y protección frente al riesgo que suponen los residuos espaciales o *space debris*.

Los programas tecnológicos (PROTEC) de la *F-110*

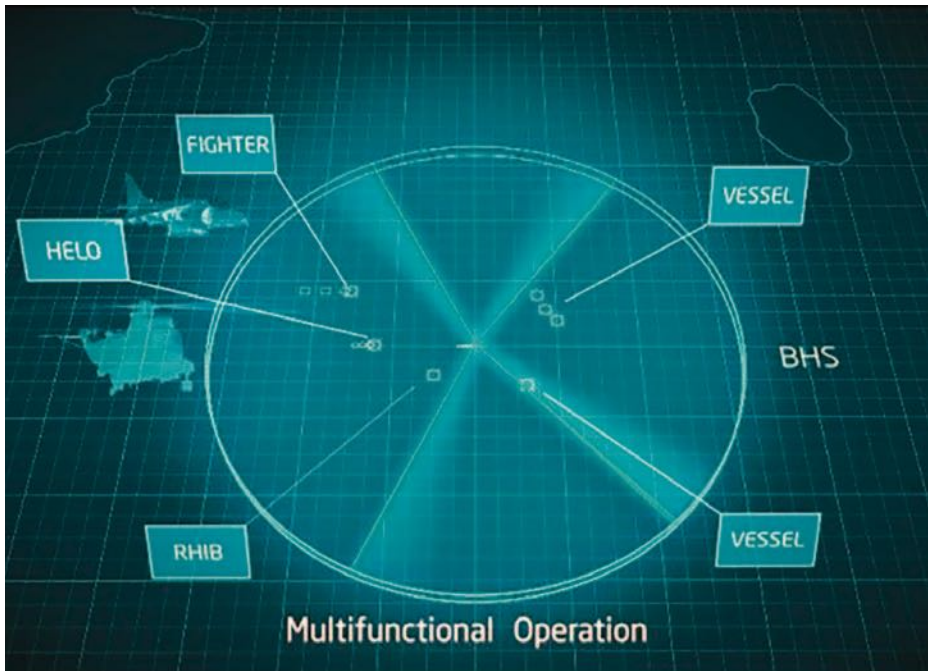
Fruto del estudio de viabilidad del mástil integrado efectuado por Navantia e Indra entre los años 2011 y 2013 para la *F-110*, se decidió que para la vigilancia ASuW se contase con un radar de exploración de superficie integrado, junto con el resto de sensores radar y de guerra electrónica, en el mástil integrado del buque.

En los REM (Requisitos de Estado Mayor) de la *F-110*, se determinan para este radar unas capacidades superiores a las de los sistemas radar de superficie actualmente embarcados, por lo que en el año 2015 se decidió acometer el desarrollo de un nuevo sensor, por parte de la empresa española Indra, con la última tecnología aplicable al campo radar para obtener las mejores prestaciones operativas.

Este proyecto, ejecutado junto con otros destinados a la fragata *F-110*, se denominó Programa Tecnológico Radar Banda X (PROTEC RBX) y consistía en un programa de I + D + i con el objetivo de demostrar la capacidad de la industria nacional para desarrollar un radar de estas características. El resultado final de este programa era la fabricación, instalación e integración en SCOMBA de dos facetas en el Centro de Integración de Sistemas en Tierra (CIST) situado en la Base Naval de Rota.

Podemos resumir los requisitos según los cuales se desarrolló este nuevo sensor en los siguientes puntos:

- Detección y seguimiento de blancos de superficie y aéreos de baja cota de manera simultánea, sin necesidad de conmutación del modo de operación del radar.



PRISMA-25X, radar multifunción.

- Proporcionar la información necesaria para la designación de blancos de superficie a la dirección de tiro del buque (DORNA).
- Facilitar la información necesaria para apoyar la aproximación de aeronaves ELVA (*Emergency Low Visibility Approach*).
- Reducción de la firma radar del buque.
- Posibilidad de operarse desde el sistema de combate SCOMBA.

Para satisfacer estos requisitos se necesitaba una evolución tanto en el concepto funcional del radar como en su arquitectura. Como ya se ha dicho, no se utiliza una antena rotatoria, sino cuatro facetas —*arrays* estáticos AESA— integradas en la estructura del mástil para reducir la firma radar. Estas facetas son similares a los *arrays* de los radares SPY, pero su forma es alargada, al ser su exploración vertical limitada (solo para compensar el balance y cabezada del buque). Esta tecnología permite a cada faceta apuntar en cualquier dirección en todo momento, lo que incrementa de manera significativa las capacidades de exploración radar, su velocidad de barrido y, por tanto, la capacidad de refresco sobre los contactos radar, pudiendo reposicionar sobre estos el haz para mejorar su seguimiento.

El PROTEC RBX ha ido superando todas sus revisiones de diseño y se han fabricado las dos facetas previstas y el *back-end*, compuesto por los módulos REX (Receptor/EXcitador) y de proceso, que serán descritos posteriormente. Ya se han completado satisfactoriamente las pruebas FAT (*Factory Acceptance Test*) y en su fase final se hallan las ambientales, tras las que se efectuarán los ensayos en campo abierto en el CEAR (Centro de Evaluación y Análisis Radioeléctrico del INTA), en Guadalajara, en la primera mitad del año 2021.



PRISMA-25X en el CIST.

Una vez acabado el PROTEC RBX, este «medio» PRISMA-25X será trasladado al Centro de Sistemas en Tierra (CIST), donde se probará junto con los sensores desarrollados en los otros PROTEC de la *F-110* en un entorno mucho más próximo al que operarán a bordo de la fragata: *clutter* de mar (eco en la superficie), blancos de oportunidad, proximidad de la costa, etc. Se pondrá especial atención a que no existan pérdidas en los seguimientos de los blancos al pasar de ser detectados por una faceta a la contigua (es por esta razón que se incluyen dos facetas en el PROTEC).

Novedades *hardware*

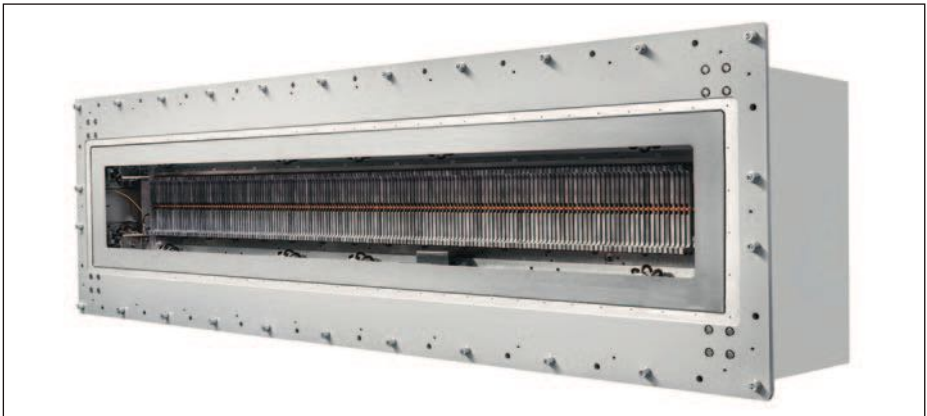
Empezando por el *hardware*, como hemos dicho consta de antenas activas, formadas por multitud de TRM (módulo transmisor/receptor) de estado sólido, lo que permite aumentar el alcance radar y mejorar sus prestaciones en un entorno litoral. Estos TRM dan una mayor robustez y disponibilidad operativa al radar, ya que se sustituye el amplificador de potencia único de los radares tradicionales por cientos de amplificadores cuya potencia se combina, de manera análoga al funcionamiento de las lámparas LED, siendo capaz de seguir operando manteniendo prácticamente intactas sus capacidades operativas en caso de fallo en varios módulos (*graceful degradation*).

Para el desarrollo de estos módulos TRM se partía de la experiencia previa de Indra en otros proyectos y en sus capacidades de fabricación de tecnología de potencia basada en semiconductores de arseniuro de galio (GaAs). Como capacidad de crecimiento, está prevista la migración a tecnología nitruro de galio (GaN), con mayor potencia radiada, mejorando el alcance y detección de blancos de baja sección si se requiriera en el futuro. Los TRM de GaN son los empleados en el PROTEC RBS para el radar aéreo en banda S en el que Indra colabora con Lockheed Martin.

El control digital de los módulos TRM permite el apuntamiento horizontal del radar, sin giro mecánico, aportando una mayor velocidad y flexibilidad de apuntamiento a cualquier zona de interés.

Las columnas de elementos radiantes que componen las facetas proporcionan el apuntamiento electrónico en elevación para compensar el movimiento de la plataforma, preservando de este modo la cobertura del radar sin necesidad de estabilización mecánica, ya que su haz es en forma de pincel y no el abanico vertical clásico de los radares de superficie.

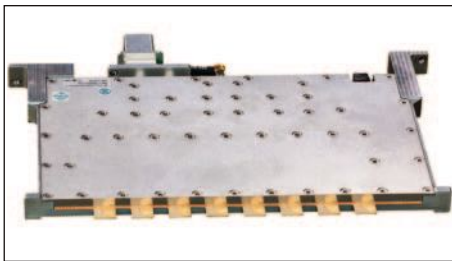
La combinación de los módulos TRM formando haces simultáneos (*multi-beam*) permite generar un diagrama monopulso que mejora la precisión angular del radar en la localización de los blancos sin necesidad de incrementar las dimensiones de las facetas.



Faceta sin radomo y detalle de la misma.

Novedades software

La capacidad multifunción del radar permite simultanear la vigilancia ASuW con el apoyo a la dirección de tiro en superficie, la detección y seguimiento de blancos aéreos a baja altura y la designación de blancos de interés (*cueing*) desde SCOMBA, así como el apoyo en la senda de aproximación de aeronaves propias (ELVA). Todas estas funciones pueden ser realizadas de manera simultánea sin necesidad de que el operador tenga que conmutar el modo de operación, siendo el *software* del radar el que selecciona el refresco



Columna de elementos radiantes y *back-end*.

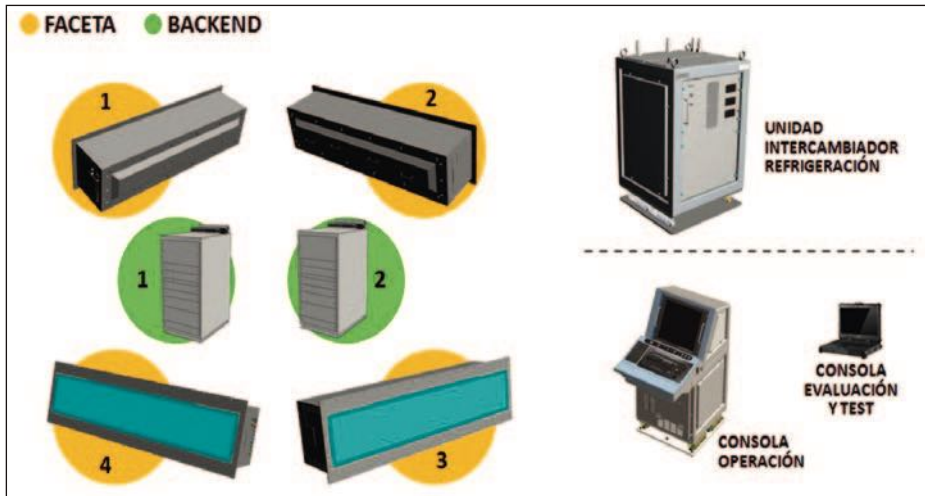
de la información adecuado para cada una de las necesidades, incrementando el refresco para blancos designados y manteniendo uno más bajo para blancos lentos de superficie.

Este nuevo *software*, denominado planificador, complementa las mejoras en el *hardware*, incrementando las capacidades de vigilancia en escenarios complejos y contra blancos típicos de la amenaza asimétrica, con bajo nivel de retorno de señal radar. El planificador recibe todas las peticiones de ubicación del haz en distintos puntos (*dwells*). Estas pueden ser síncronas o asíncronas, según repitan un patrón para completar la exploración en todo el horizonte (existe un modo de funcionamiento deceptivo que simula la exploración mecánica de un radar convencional) o bajo petición para las funcionalidades que requieren seguimiento. Esta funcionalidad es mucho más avanzada que el tradicional TWS (*track while scan*) de los radares clásicos, en el que se va haciendo el seguimiento de las trazas con los datos obtenidos en cada vuelta de exploración.

Por último, este sistema está concebido para proveer una importante integración con el SCOMBA, de modo que aproveche las sinergias con otros sensores de la plataforma y complemente sus capacidades mediante la fusión de datos. También proporciona a SCOMBA su estado de alistamiento mediante un BITE (*built-in test equipment*) extendido, que a su vez es enviado al gemelo digital del buque (réplica virtual en la que se modelizan todos los sistemas de a bordo) para facilitar el sostenimiento del radar.

Arquitectura

El radar instalado a bordo (PRISMA-25X completo) se compone de cuatro facetas que proporcionan la exploración de todo el horizonte y dos *racks*



Arquitectura del sistema.

back-end, con los procesadores y los REX, que posibilitan la operación simultánea de las cuatro facetas. Además, se incluyen sistemas auxiliares de alimentación, refrigeración y consola de operación propia (aunque también es operable desde SCOMBA). La arquitectura modular del sistema, con redundancia en los componentes electrónicos más críticos, como los procesadores, alimentación, etc., permite obtener unos niveles de disponibilidad y resistencia a fallos muy elevados. Esta redundancia debe ser gestionada por el *software* del radar para conmutar en caso de fallo de un elemento.

Capacidades del radar PRISMA-25X

Se enumeran a continuación las principales capacidades del nuevo radar desarrollado por Indra dentro de los programas tecnológicos de la futura *F-110* demandadas por la Armada y obtenidas mediante la arquitectura y las tecnologías expuestas en este artículo:

- Operación en Banda X con capacidad multifunción.
- Exploración y seguimiento de blancos de superficie y aéreos de baja elevación.
- Cobertura en todo el horizonte mediante cuatro facetas AESA de apuntamiento electrónico.
- Compensación del balance y cabezada del buque mediante apuntamiento electrónico en elevación.



Fragata *F-110*. (Foto: www.navantia.es).

- Diagrama de radiación con alta directividad y bajos lóbulos secundarios que mejoran el alcance del sistema, discreción y resistencia en guerra electrónica.
- Procesamiento monopulso en acimut, aumentando la precisión y reduciendo sus dimensiones y el impacto del radar en el mástil.
- Arquitectura modular, amplificación distribuida y módulos redundantes con conmutación en caso de fallo.
- Resistencia *anticlutter*.
- Medidas de protección electrónica (EPM).
- Detección y aislamiento de fallos (BITE) automático.
- Calibración automática.
- Modo *Fire Channel*: Apoyo al enfrentamiento ASuW.
- Modo ELVA: aproximación de helos en condiciones de baja visibilidad.
- Función de inicio rápido de trazas.
- Función de preservación de trazas ante pérdidas de detección.
- Integración con SCOMBA:
 - Operación y *cueing* desde SCOMBA para trazas de interés.
 - Modo *Training* de operación.
 - Envío al gemelo digital de datos de alistamiento y BITE extendido.

Conclusiones

El Ministerio de Defensa, la industria nacional y la Armada han trabajado conjuntamente en el desarrollo del nuevo radar PRISMA-25X, que se encuentra en fase de pruebas con resultados satisfactorios hasta la fecha. Las expectativas depositadas en este radar de superficie están a la altura de las exigencias del entorno operativo en el que se desenvolverán las fragatas *F-110*. Para ello se han acometido innovaciones tecnológicas que han supuesto un reto y han desembocado en el desarrollo del primer radar naval AESA construido en España. El siguiente paso, el radar AESA de exploración aérea, no parece ya tan lejano.



BIBLIOGRAFÍA

- GONZÁLEZ GARCÍA, A. J.: «Nueva generación de radares de exploración de superficie AESA». *Boletín de Observación Tecnológica en Defensa*, núm. 57, 2.º trimestre de 2018.
- «The Future *F-110* Frigate of the Spanish Navy», Perfiles IDS, julio 2018.
- NIETO CONDE, J. J.: «Diseño y simulación de radares multifunción. Función exploración», ETSIT UPM, julio 2000.
- www.indracompany.com.
- www.navantia.es.
- www.armada.mde.es.

El patrullero *Infanta Elena* efectuando un ejercicio de tiro, diciembre de 2020. (Foto: María José Gil Fernández).

