

# EL FUTURO DE LAS COMUNICACIONES DIGITALES TÁCTICAS EN LA ARMADA

## Introducción



CON la entrega de la primera fragata *F-100* se abrirá un nuevo capítulo en la historia de las comunicaciones tácticas digitales en la Armada, motivado por la entrada en servicio del LINK-16, que añade nuevas prestaciones a las proporcionadas por los sistemas LINK-11 ya en servicio en él portaaviones *Príncipe de Asturias*, 41.<sup>a</sup> y 31.<sup>a</sup> Escuadrillas y de manera incipiente en la 21.<sup>a</sup> Escuadrilla.

El sistema de mando y decisión de la fragata *F-100* se conectará con la red LINK-16 por medio de un terminal de datos llamado MIDS-LVT (*Multifunctional Information Distribution System - Low Volume Terminal*). España participa con un porcentaje del 7 por 100 en el programa multinacional que desarrolla dicho terminal, junto con Estados Unidos, Alemania, Francia e Italia.

El sistema LINK-16 permitirá a la *F-100* el intercambio de datos tácticos con otras plataformas de mando y control que ya lo incorporan (aunque a través de otros terminales de datos), tales como E-3 (OTAN), E-2C (Armada Estados Unidos), portaaviones (Estados Unidos, Francia, Reino Unido), cruceros y destructores AEGIS (Estados Unidos), también lo incorporan aviones interceptadores tales como F-14D y F-15C (Estados Unidos). Mención aparte merece el EF-2000, que será la primera plataforma española con LINK-16.

Gracias a la capacidad del sistema de mando y decisión de la *F-100* para reenvío de datos entre LINK-16 y LINK-11, será posible mantener conectados con la red LINK-16 los sistemas LINK-11, actualmente en servicio en la Flota como se verá en este artículo.

## Sistema LINK-16/MIDS

El terminal MIDS es un terminal de datos que prevé al LINK-16 el mismo soporte que el sistema AN/USQ-74 (en portaaviones y fragatas tipo *Santa María*) y equipos asociados proporcionan al LINK-11 (ver figura 1), en concreto:

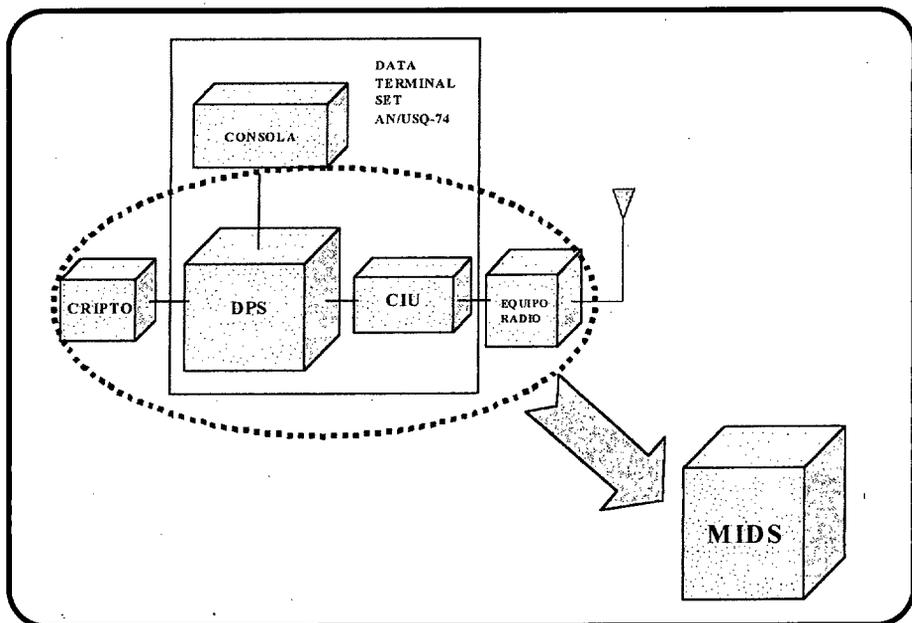


Figura 1. Comparación LINK-11 y LINK-16 a nivel terminal de datos.

- Protocolos de acceso a la red.
- Protocolos de niveles superiores característicos de cada LINK.
- Codificación/descodificación de la información.
- Encriptado/desencriptado.
- Protección contra errores de la información.
- Modulación/demodulación.
- Transmisión/recepción.

Sin embargo, hay grandes diferencias entre ambos terminales de datos; como característica destacable se puede aportar que el terminal MIDS ha sido concebido y desarrollado con tecnología de los años 90, por lo que sus características de peso y volumen le hacen instalable en cualquier plataforma aérea (incluidos aviones interceptadores), superficie, submarina o basada en tierra.

Por su parte, el estándar LINK-16 ha sido adoptado por la OTAN a partir de la norma MIL-STD-6016 (definido por las fuerzas armadas de Estados Unidos) y documentado en el Standar NATO Agreement (STANAG) 5516 y STANAG 5616. El STANAG 5516 describe el catálogo de mensajes (conocido también como serie-J) y las reglas de transmisión de cada uno de ellos. Por su parte, el STANAG 5616 contiene la conversión de formatos y protocolos necesaria para asegurar el reenvío de datos en ambos sentidos entre LINK-11 y LINK-16.

TABLA I

Prestación	Consecuencia
Arquitectura distribuida.	Sin nodos críticos (la caída de un nodo no afecta al funcionamiento de la red).
Mayor ancho de banda disponible.	Mayor cantidad de información transmittible o bien mayor cadencia de refresco de la información.
Arquitectura de red síncrona. ( <i>Time Division Multiple Access</i> )	Temporización de refresco de trazas independientes del número de unidades en red y de la carga de trazas de cada una de ellas.
Resistencia anti-jamming.	Comunicaciones aseguradas en presencia de jamming o interferencia.
Navegación relativa.	Desaparecen problemas de enganche en cuadrícula y duplicidad de trazas.
Identificación propia de unidades (aéreas inclusive).	Claridad en la situación AAW.
Diseño de red adecuada a cada fuerza/operación.	Asignación de ancho de banda a cada tipo de datos sin interferencia entre ellos (p. e., transmisión de órdenes de armas independientes de transmisión información de trazas).
Soporte de voz digitalizada y segura.	Comunicaciones en fonía seguras y robustas.
Capacidad de transmitir vídeo (futuro).	Distribución de imágenes de radares de apertura sintética.
Número de participantes.	Limitado únicamente por el rendimiento de la red, aunque puede dividirse en multi-redes que multiplican el ancho de banda disponible.
Control de aeronaves vía LINK.	Posibilidad de llevar a cabo el control de interceptación sin procedimientos de fonía. Presentación en pantalla del piloto de datos tácticos relevantes.
Capacidad fighter-to-fighter.	Coordinación de armas dentro de un vuelo vía LINK.
Relé automático (datos y voz digitalizada).	Garantía de conectividad en la banda de UHF (principalmente, pero no necesariamente, con una aeronave en vuelo, ver figura 2).
Capacidad de cambio de criptovariables automático.	Cambio de criptovariable automático a 0000Z.

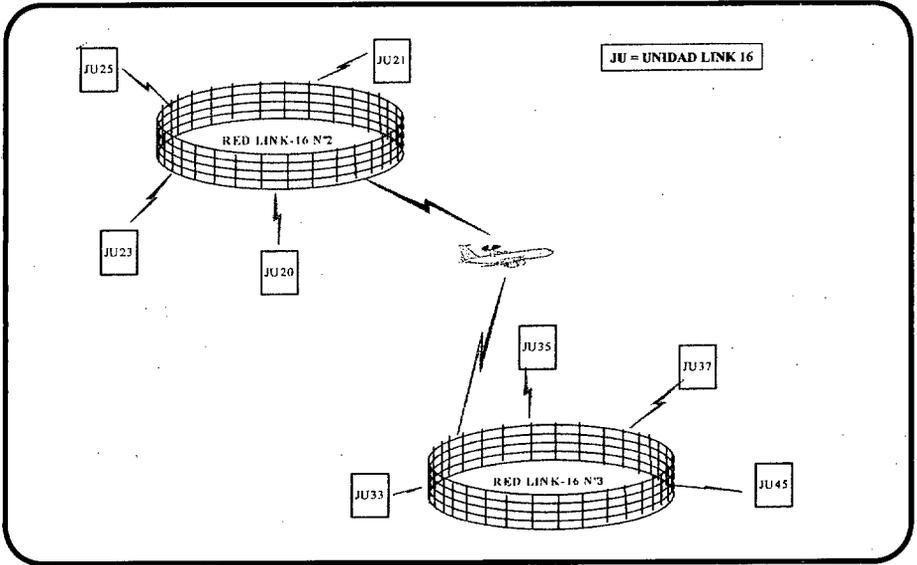


Figura 2. Relé automático LINK-16.

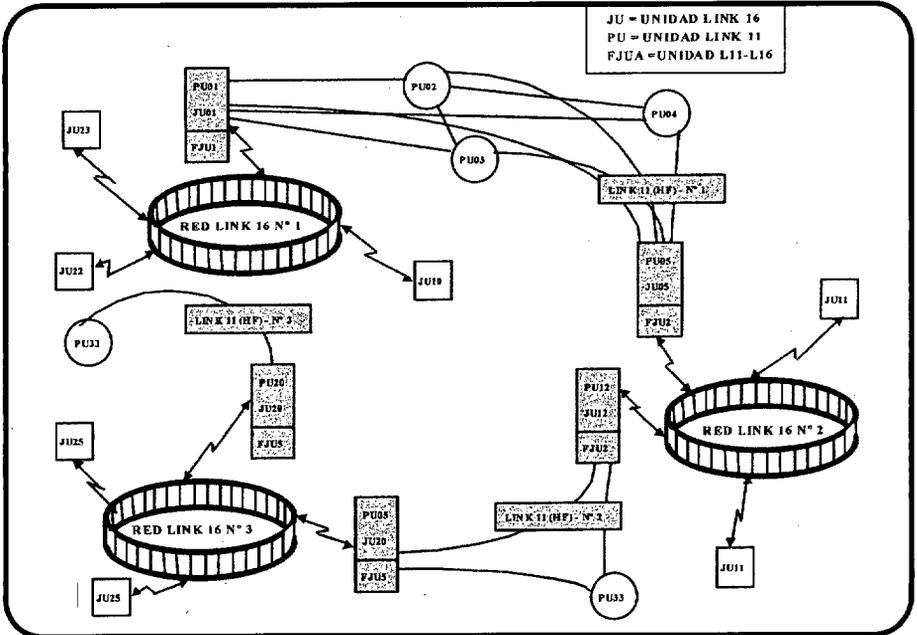


Figura 3. Utilización del sistema LINK-11 HF.

El estándar LINK-16 ha sido diseñado apuntando a soluciones para los principales problemas del LINK-11 (bien conocidos en nuestra Armada). Las principales prestaciones y consecuencias operativas asociadas se citan en la Tabla 1.

A pesar del gran número de ventajas que presenta la red LINK-16, esto no significa que LINK-11 sea un sistema a desechar por dos importantes razones:

- Actualmente está instalado en gran número de buques.
- Puede proporcionar conectividad entre redes LINK-16 separadas geográficamente sin necesidad de mantener continuamente una aeronave en vuelo (en la figura 3 la conectividad entre las redes LINK-16 n.º 1, n.º 2 y n.º 3 se logra gracias a enlaces LINK-11 HF).

Por las razones aludidas, las tendencias en el ámbito de la OTAN son potenciar las operaciones multilink, resolviendo de antemano los importantes problemas técnicos y de planeamiento que éstas plantean como se detalla a continuación.

### La red multilink

El futuro de una fuerza de la Armada en la mar podría ser tal como expresa la figura 4, con una fragata *F-100* asumiendo el imprescindible reenvío de datos entre las redes LINK-16 y LINK-11; sin embargo, el funcionamiento y aprovechamiento óptimo de una red de estas características plantea nuevas necesidades:

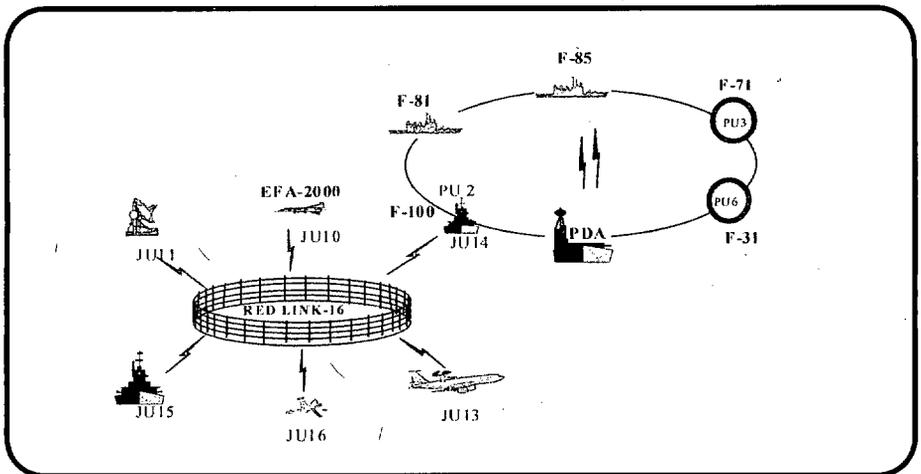


Figura 4. Operaciones multilink.

1. Necesidad de un concepto operativo de utilización de LINK-16 único y nacional para uniformar el empleo de LINK-16 en operaciones conjuntas de los tres ejércitos y generar criterios con vistas a las futuras integraciones en nuevas plataformas. Sirva como ejemplo el hecho de que para que haya un diseño común de los protocolos LINK-16 en la *F-100* y en el EF-2000, en cuanto a control de aeronaves, se debe partir de un procedimiento de control y transferencia de control (*handover*) común a la Armada y al Ejército del Aire.
2. Necesidad de un diseño de red (y, por tanto, un planteamiento) previo a las operaciones para adaptar los requisitos operativos concretos de cada una de las unidades participantes (como pueden ser la cantidad de trazas a transmitir, órdenes de armas, etc.) a las posibilidades de la red LINK-16, de forma que el aprovechamiento de sus posibilidades sea máximo.
3. Observar estricta disciplina en el uso de la red multilink sujeta a reenvío de datos para evitar «inundar» la red LINK-11 a causa de la cantidad de información contenida en la red LINK-16 (siempre muy superior).
4. Mantener continuamente en vuelo una aeronave equipada con MIDS para asegurar la conectividad en LINK-16 (sin recurrir a bandas indiscretas).
5. Utilizar procedimientos conjuntos Armada-Ejército del Aire para control de interceptación vía LINK del EF-2000 (los aviones de la 9.ª Escuadrilla no tienen previsto hasta la fecha la integración del MIDS).

### **Papel del *Príncipe de Asturias* en operaciones multilink**

La conectividad del portaaviones *Príncipe de Asturias* en la red LINK-16 (con la configuración actual de su sistema de mando y control) estaría condicionado a la presencia en zona de al menos una fragata *F-100*; con esta premisa podría ejercer sus funciones de mando con las siguientes limitaciones (independientemente de consideraciones tácticas):

- a) Control y coordinación de armas sobre unidades enlazadas en ambos LINKs (en la red LINK-16 este control se efectuaría a través de la *F-100*) con ciertas restricciones provocadas por el reenvío de datos.
- b) Control de interceptación (sobre aeronaves equipadas con LINK-16) delegado en la *F-100*, aunque podría conservar si es necesario el control tradicional por fonía.
- c) Control y coordinación de guerra electrónica (vía LINK) delegado en una *F-100*, aunque podría renunciar a éste conservando la coordinación tradicional por fonía.

## Integración del MIDS en plataformas

La entrada en servicio de las *F-100* abre nuevas e interesantes posibilidades tácticas que podrán ser utilizadas a pleno rendimiento sólo mediante la instalación/integración de terminales MIDS en otras plataformas actualmente existentes. A la vista de los puntos anteriores, las plataformas candidatas en primera aproximación podrían ser el portaaviones, los helicópteros de la 5.<sup>a</sup> Escuadrilla (AEW) y los aviones de la 9.<sup>a</sup> Escuadrilla. Es evidente que previamente debe haber un estudio de viabilidad y análisis eficacia-coste; sin embargo, en general, éste será favorable a la integración del MIDS, como demuestra a modo de ejemplo la simple enumeración de las prestaciones proporcionadas por un helicóptero de la 5.<sup>a</sup> Escuadrilla AEW (además de las actuales) por el sólo hecho de integrar un MIDS:

1. Proporcionar conectividad actuando como relé (en datos y fonía), evitando el empleo del LINK-11 en banda HF.
2. Proporcionar similares prestaciones al LAMPS en modo antisuperficie en cuanto a Over-The-Horizon-Targeting (OTHT) y Anti Surface Warfare (ASUW).
3. Asumir vía LINK el control de aeronaves equipadas con LINK-16.

Similar razonamiento se puede llevar a cabo con los aviones P-3 y los helicópteros de la 5.<sup>a</sup> Escuadrilla ASW.

## Sistema único LINK-16

En el caso de que se determine una considerable cantidad de plataformas candidatas a recibir LINK-16, podría asumirse una reducción de costes importante si se abordan los correspondientes proyectos de manera conjunta y se emplean con profusión dos conceptos:

- Reutilización de software.
- Utilización de hardware COTS (*Commercial off-the-shelf*).

### *Reutilización de software*

Desde el punto de vista de ingeniería, todo sistema C<sup>3</sup>, cuya «C» de comunicaciones se concreta en un sistema LINK-16, tiene ciertos componentes comunes independientemente de las diferentes plataformas huésped, siempre y cuando el empleo operativo de estas plataformas sea derivado de un concepto operativo común. Los componentes comunes son:

- Interfaz con el terminal MIDS.
- Sistema de gestión de base de datos de trazas.
- Software de empaquetado/desempaquetado de mensajes.
- Software de gestión de protocolos LINK-16.
- Software de presentación (no así la simbología).
- Software de mantenimiento y gestión de trazas y plataforma propias.
- Sistema operativo/ejecutivo de tiempo real.

La reutilización de los componentes enumerados en distintas plataformas sería posible mediante técnicas de análisis/diseño/programación orientado a objetos y métodos de control de la configuración automatizados. En concreto, podría mantenerse un programa fuente común a todas las plataformas desde donde pudieran generarse programas ejecutables hacia distintas unidades.

Las ventajas más destacables de un desarrollo, según los criterios anteriores, serían las siguientes:

- En cuanto a desarrollo y mantenimiento de programas. La incorporación de un cambio del STANAG 5516 en el programa fuente común supondría un cambio simultáneo en los programas de mando y control de las distintas plataformas.
- En cuanto a control de interoperabilidad. El hecho de partir en la fase de diseño de un único programa fuente garantizaría la perfecta interoperabilidad de los distintos sistemas derivados de dicho programa fuente.

### *Utilización de hardware COTS (Commercial off-the-shelf)*

Los componentes electrónicos industriales han alcanzado unos niveles de fiabilidad suficientes para hacer poco o nada rentable recurrir a componentes sujetos a especificaciones militares (mucho más caros). Por tanto, el punto crítico que nos acota el tiempo medio entre averías es justamente la robustez del diseño electrónico. Este riesgo es aceptable si se aplica un control de calidad riguroso (incluso en aviónica) y, por tanto, la utilización de hardware COTS es perfectamente viable.

### **Conclusión**

La cercanía de la entrada en servicio del LINK-16 en la Armada y su generalización en el ámbito de la OTAN nos implica un doble desafío.

- Desafío operativo, puesto que las operaciones LINK-16 llevan aparejado un componente de planeamiento importante, y además para

asegurar la interoperabilidad al 100 por 100 debemos tener un concepto de utilización LINK-16 común a los tres ejércitos.

- Desafío técnico, puesto que, al menos en primera aproximación, se plantea como conveniente dotar de comunicaciones LINK-16 a numerosas plataformas, entre ellas buques, aeronaves y unidades de Infantería de Marina.

Antonio GONZÁLEZ GARCÍA



Ing.

