



Trabajo Fin de Grado

La monitorización de la UDAA sobre la base del equipo de monitorización del GAAA Cañones II/81, un complemento al uso del simulador

Autor/es

Alférez Carlos Barrón Serna

Director/es

Dra. D^a. María Teresa Sánchez Rúa

Capitán D. Claudio Alfonso Domínguez Saucedo

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2015

“Largo es el camino de la enseñanza por medio de teorías, pero breve y eficaz por medio de ejemplos”

Lucio Anneo Séneca

Resumen

Con el presente trabajo, se pretende mejorar el Sistema de Monitorización del GAAA Cañones II/81 diseñado en Marines (Valencia), de modo que mejore la eficiencia del sistema dentro de unos niveles económicos aceptables debido a la actual crisis en la que se encuentran nuestras Fuerzas Armadas. Para ello y en base a la experiencia que tienen algunas empresas de vigilancia y seguridad en la monitorización mediante cableado de Fibra Óptica, se buscará un método para adaptar este cableado que tantas prestaciones tiene a nuestro Sistema de Monitorización de manera que mejore la instrucción y adiestramiento de los operadores, así como poder analizar una mayor cantidad de datos y de este modo tratar de ser los mejores en el ámbito de la Guerra Electrónica.

Abstract

The aim of this End-of-Degree project is to improve the Monitoring System GAAA Cañones II/81 in order to increase its efficiency within an acceptable economic level. To do so, and based on the advances in fibre optic technology in security applications, an adaptation of this monitoring system to fibre optic will be proposed in order to improve the operator training as well as to increase the amount of data to be analysed, progressing in the field of Electronic War.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. Justificación del proyecto	4
1.2. Objetivos y alcance del proyecto	5
1.3. Marco actual del proyecto.....	5
2. IMPORTANCIA ACTUAL DE LOS SIMULADORES EN LAS FUERZAS ARMADAS DE LOS EJÉRCITOS OCCIDENTALES.....	6
3. MONITORIZACIÓN EN EL GAAA CAÑONES II/81	8
3.1. Introducción de una UDAA	9
3.2. Historia y evolución de la monitorización	14
3.3. Capacidades actuales del GAAA Cañones II/81	15
3.3.1. Shelter OFEN/MONITORIZACIÓN	17
3.3.2. Elementos externos de transmisión de datos	18
3.4. Programas del Sistema de Monitorización del sistema skyguard.	19
3.5. Funcionamiento general del Sistema de Monitorización en base al GAAA Cañones II/81.....	20
3.6. Uso de los productos de monitorización aplicables a la instrucción y adiestramiento del operador.....	23
4. POSIBILIDADES FUTURAS.	24
4.1. Análisis de una posible adaptación del Sistema de Monitorización actual a la Fibra Óptica.	24
4.2. Posible adaptación del Sistema de Monitorización actual a la Fibra Óptica.	26
5. CONCLUSIONES.....	32
6. BIBLIOGRAFÍA.....	34

1. INTRODUCCIÓN

La siguiente memoria presenta los resultados del Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería de Organización Industrial cursado en el Centro Universitario de la Defensa en la Academia General Militar (Zaragoza). Su título es “La monitorización de una UDAA sobre la base del equipo de monitorización del GAAA Cañones II/81, un complemento al uso del simulador”.

1.1. Justificación del proyecto

De la obligatoriedad de dar respuesta a la mejora de la instrucción y el adiestramiento del personal de forma más económica, surgen nuevos sistemas como los simuladores o sistemas de monitorización, de manera que se puedan abaratar los costes de instrucción y adiestramiento de las Unidades manteniendo la misma operatividad del personal y en ocasiones mejorándola.

El concepto de monitorización se encuentra fuertemente ligado al de control; a lo largo de las últimas décadas, con los grandes avances tecnológicos experimentados en la sociedad, es posible observar una tendencia de constante evolución e implementación de la monitorización en diversos campos de la sociedad: en medicina con la monitorización del estado fisiológico de los pacientes, en domótica con la adaptación de cámaras de seguridad, en el ámbito industrial con el control de procesos, y como no, en el ámbito militar.

Este proceso de observación y control se lleva a cabo mediante sistemas electrónicos e informáticos, que a través de un software específico son capaces de extraer, analizar, guardar y tratar la información que recogen. Este proceso tiene como fin obtener unos resultados interpretables, capaces de ser estudiados y analizados por personal experto para conseguir una posible mejora.

El sistema de monitorización confeccionado por el Grupo de Artillería Antiaérea II/81, que a su vez forma parte del Regimiento de Artillería Antiaérea nº81 (RAAA), situado en Valencia, supone un claro avance en este ámbito, ya que es capaz de recoger y almacenar, para su análisis, tanto en tiempo real (al ser grabado) como a posteriori, todos los datos de las acciones emprendidas por los sistemas de armas (SSAA) y sistemas de mando y control (SMC) que intervienen en el combate antiaéreo, con el fin de obtener lecciones aprendidas a través de estudios posteriores para mejorar, aún más si cabe, la instrucción y adiestramiento de los operadores. Gracias a este sistema, las Unidades podrán extraer conclusiones de gran interés sobre la eficiencia de nuestras tácticas y procedimientos frente a las distintas amenazas aéreas.

1.2. Objetivos y alcance del proyecto

Teniendo en cuenta lo anterior, este trabajo tiene como objetivos:

- Analizar la situación presente, comprobando detalladamente cómo se monitoriza el Grupo de Artillería Antiaérea (GAAA) Cañones II/81 con el fin de detectar posibles errores y mejoras.
- Analizar una posible adaptación a la fibra óptica en el Sistema de Monitorización.

La adaptación y posible mejora de este sistema de monitorización se hace necesaria por cuatro motivos principales:

- Estudiar la posible utilización de los casos de monitorización de ejercicios reales ya realizados para tener ejemplos sobre las tácticas y procedimientos de las distintas amenazas aéreas y poder configurarlo a los distintos simuladores de Artillería Antiaérea disponibles en la actualidad, de forma que se asemejen los ejercicios de los simuladores lo máximo posible a la realidad.
- Analizar los datos obtenidos de la monitorización para ver de forma teórica las tácticas y procedimientos utilizados por el enemigo para poder estudiarlos y saber actuar de manera correcta en el futuro.
- Analizar los fallos cometidos por el personal después de los ejercicios a modo de juicio crítico para poder aprender de los errores e intentar solventarlos.
- Mantener las capacidades operativas del personal (en lo que a instrucción de operadores se refiere) con las vicisitudes económicas en las que se encuentra España hoy en día, y que se ha visto reflejado en el uso de simuladores y de sistemas de monitorización.

1.3. Marco actual del proyecto.

Debido a los ajustes producidos en los últimos años en el Ministerio de Defensa, el Mando de Artillería Antiaérea (MAAA) ha sufrido un cambio presupuestario que influye principalmente en:

- Disminución de combustible, lo que origina una reducción en horas de instrucción
- Disminución de ejercicios y maniobras, que también tiene como consecuencia una disminución en las dietas y en los gastos de transporte/locomoción.
- Disminución de los cupos de autorización para la instrucción, que origina a su vez una reducción de la instrucción.

- Disminución de colaboraciones aéreas, debido principalmente a la falta de combustible que afecta a todas las Fuerzas Armadas (FAS).

Con todo ello, surge la necesidad de mantener los niveles de instrucción y adiestramiento en las tareas específicas con capacidades y medios más limitados para cumplir con nuestros objetivos. Esto nos lleva a la necesidad de realizar dicha instrucción y adiestramiento en base a elementos de apoyo como simuladores y similares, que permitan mantener unos niveles de operatividad adecuados.

2. IMPORTANCIA ACTUAL DE LOS SIMULADORES EN LAS FUERZAS ARMADAS DE LOS EJÉRCITOS OCCIDENTALES.

Debido a los ajustes presupuestarios y planes de austeridad en los que se encuentran nuestras FAS hoy en día, en los últimos años ha sido necesaria la utilización de simuladores y de sistemas de monitorización para conseguir mantener las capacidades operativas de nuestro personal con menos presupuesto. Sí es cierto que el desembolso inicial es elevado, pero a largo plazo estos simuladores y sistemas de monitorización son claramente favorables a nuestro ejército tanto económicamente, por el ahorro que esto significa (combustible, munición y mantenimiento), como operativamente.

El empleo de estos simuladores y sistemas de monitorización tiene por finalidad:

- Completar la instrucción y el adiestramiento que las Unidades llevan a cabo con sus medios orgánicos, y completar los conocimientos adquiridos por el personal de reciente incorporación a la Unidad.
- Posibilidad de realizar evaluaciones para conocer el nivel de instrucción y adiestramiento del personal de las Unidades.

La simulación ofrece una formación con ciertas ventajas sobre la instrucción en el campo, dado que se puede recrear cualquier escenario y actuar sobre cualquier zona, sin limitaciones ni problemas de seguridad.

Además, se pueden estudiar los resultados obtenidos con los simuladores dado que son capaces de guardar y representar en pantalla los procedimientos y tácticas utilizados así como analizar los posibles efectos causados sobre el objetivo.

El funcionamiento de los simuladores se basa en emular el comportamiento de distintos SSAA para formar a nuestros cuadros de mando y personal de tropa, en cada uno de los distintos niveles de complejidad. A través de su empleo se consigue que el personal tenga las capacidades y conocimientos suficientes para saber actuar en cualquier tipo de situación.

Sin embargo, el uso de estos simuladores también trae consigo inconvenientes como puede ser la disminución de los niveles de instrucción del personal, debido a la falta de escenarios e incidencias reales o simplemente por la falta de estrés que sí produce el combate real.

Además, dichos simuladores han de ser actualizados periódicamente ya que de lo contrario estos quedarían obsoletos e inservibles para nuestro personal. Debido a esta necesidad de actualización, se requiere personal cualificado y experto para realizar este mantenimiento, lo que es un gran inconveniente también debido al ajustado personal que tienen muchas Unidades del Ejército.

Finalmente, los simuladores y los sistemas de monitorización cuentan con equipos de coste elevado por lo que se necesita un desembolso inicial muy grande, que resulta un problema por la situación económica en la que se encuentra hoy en día nuestra sociedad.

En conclusión, estos simuladores y sistemas de monitorización no tienen que ser más que un apoyo en la instrucción y adiestramiento del personal con lo que se tiene que buscar un equilibrio. Se pueden citar como ventajas e inconvenientes los establecidos en la Tabla 1:

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ol style="list-style-type: none"> 1. Afianza los conocimientos de modo completo y sobresaliente en el personal. 2. Da seguridad al personal, favoreciendo una reacción idónea ante una situación de peligro, evitando riesgos y aumentando el grado de supervivencia. 3. Supone un ahorro excepcional en combustible, munición y alarga la vida de los materiales al disminuir sus horas de funcionamiento. 4. Asegura y aumenta el grado de seguridad. 5. Reduce el impacto medioambiental durante la instrucción. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Disminución del nivel de instrucción por parte del personal si no se completa con ejercicios reales. 2. Desembolso inicial elevado al ser material muy caro. 3. Problemas con el software si no se actualiza periódicamente; posibilidad de un simulador anticuado. 4. Necesidad de personal experto en los simuladores capaces de mantener el simulador y los sistemas operativos.

Tabla 1. Ventajas e inconvenientes de usar simuladores y sistemas de monitorización

“Sin duda alguna se trata de invertir en software para ahorrar en hardware”¹.

Por tanto, los Simuladores y Sistemas de Monitorización son altamente necesarios para la instrucción de nuestro Ejército [1]. Además, con el Sistema de Monitorización somos capaces de guardar situaciones reales ya vividas en una misión o en un ejercicio y simularla en los simuladores específicos para formar a nuestros operadores y corregir posibles errores tácticos y técnicos.

En el ANEXO B se detallan los distintos tipos de simuladores con los que cuentan las Fuerzas Armadas en la actualidad.

3. MONITORIZACIÓN EN EL GAAA CAÑONES II/81

La monitorización es la observación, el control y la grabación de las operaciones realizadas en un determinado sistema de armas de Artillería Antiaérea (AAA), revisando tanto las acciones que realizan sus operadores como las propias operaciones internas realizadas por los sistemas, de manera que se permita comprobar tanto la respuesta del sistema como evaluar la actuación de los operadores en cada caso.

Para llevar a cabo esta monitorización, es fundamental la grabación de toda la información generada por los diferentes SSAA antiaéreos, permitiendo de esta forma su posterior análisis con el fin de obtener una mejor comprensión del comportamiento de nuestros sistemas y una completa evaluación del comportamiento de los operadores, y con ello un mayor nivel de instrucción y eficacia.

La información grabada se consigue mediante cámaras, micros y cables capaces de transportar la información generada por el sistema, creando señales de video (entre las que se encuentran las pantallas a través de las que los operadores realizan sus acciones), y señales de datos (donde se incluye la información de los radares). De este modo, se pueden analizar, por ejemplo, la calidad del seguimiento y la secuencia electrónica de adquisición, seguimiento y

¹ Revista Hespérides, El simulador del cañón antiaéreo 35/90 instrucción más que rentable. (Mando de Canarias) Nº200 Octubre-Diciembre 2014.

fuego, entre otros aspectos específicos de cada sistema. Además, el estudio posterior de esta información resulta especialmente valioso dentro del ámbito de la guerra electrónica.

La revisión y evaluación de esta información recopilada, tanto de video como de datos, permite la corrección de procedimientos en el empleo de los SSAA, alcanzando un mayor grado de eficacia. Esta revisión y evaluación, cuando se trata de un ejercicio conjunto, en el que participan también aeronaves del Ejército del Aire o helicópteros de las Fuerzas Aeromóviles del Ejército de Tierra, ha de realizarse de manera conjunta, de forma que se puedan obtener unas conclusiones válidas acerca de lo ocurrido durante el ejercicio.

Por otro lado, además de la grabación de información, con la monitorización también se puede realizar la representación en tiempo real de la señal de video de una determinada pantalla de interés en un punto más o menos distante [2].

3.1. Introducción de una UDAA

Antes de explicar cómo y qué se monitoriza, se realizará un breve resumen de cómo funciona una UDAA [3].

La Unidad de Defensa Antiaérea es la mínima representación de personal y material para llevar a cabo una determinada misión. Se crea para cumplir los requisitos mínimos de la misión y se disuelve una vez alcanzados estos requisitos o una vez terminada la misión para la que se creó. Las Unidades de Defensa Antiaérea son organizaciones operativas heterogéneas que integran diferentes SSAA, atendiendo al principio de armas complementarias [4].

El Sistema de Defensa Aérea (ARS o CRC) es el encargado de realizar la vigilancia continuada y el control del espacio aéreo de soberanía nacional, y también el control táctico de aquellas misiones de policía y defensa aérea que se le encomienden. Por ello, el ARS es el primero en identificar los objetos aéreos durante una misión.

ARS está compuesto por equipos informáticos y equipos de comunicaciones de última generación, y está conectado mediante distintos enlaces de datos con todos los asentamientos radar distribuidos en el territorio nacional, así como con Unidades de Artillería Antiaérea del Ejército de Tierra, la Armada y con aviones de alerta temprana. Igualmente, el ARS proporciona al personal de servicio las comunicaciones tierra-tierra y tierra-aire necesarias para realizar su misión, mediante una red que enlaza la Unidad con los equipos de radio instalados en los asentamientos radar o estaciones remotas.

ARS se encarga de transmitir información sobre las trazas (representación visual de la obtención de una aeronave por medio de radar) identificadas al Puesto de Mando (PC), que a su vez informa de si se trata de enemigo, amigo o desconocido.

El Puesto de Mando de la Unidad de Defensa Antiaérea está compuesto por:

- El Centro de Información y Operaciones (CIO), que es el elemento desde donde se planean, dirigen y coordinan las actividades relacionadas con el mando y dirección táctica de la batalla antiaérea que no suponen el control del combate antiaéreo de las unidades en tiempo real.
- El Centro de Personal y Logística (CPL), que es el elemento desde donde se planean, dirigen y coordinan las actividades relacionadas con las funciones logísticas de la UDAA y sus unidades subordinadas.
- El Fire Direction Centre (FDC) sobre un Centro de Operaciones de Artillería Antiaérea Semiautomático Medio (COAAASM) en el caso del RAAA II/81, que lleva el combate aéreo en tiempo real. Dentro del FDC se encuentra el Tactical Director Officer (TDO) y el Tactical Director Assistant (TDA). En el FDC se llevan a efecto la distribución y control de los fuegos y el resto de las acciones que supongan la conducción y el control del combate antiaéreo de la UDAA en el marco de la gestión integrada de la batalla aérea [5,6].
- Un Centro de Transmisiones que le garantiza un sistema de transmisiones seguro y fiable que asegure el enlace con:
 - El sistema de defensa aérea.
 - El PC de la unidad o elemento apoyado o protegido.
 - El PCAA superior y, en su caso colaterales.
 - Los elementos integrados en la propia UDAA.
 - El sistema de vigilancia de la UDAA.
- El shelter OFEN donde se lleva a cabo la monitorización.

El PC está conectado a la vez con un radar RAC-3D [7], que se encarga de detectar posibles objetivos a una gran distancia y levantar las trazas pasándole la información de estas al PC. El PC también está conectado a dos Direcciones de Tiro (DT) y estas a su vez están conectadas con dos cañones 35/90 cada uno, capaces de combatir amenazas a baja y muy baja cota. El PC se conecta

con las DT vía cable y del mismo modo se conectan las DT con sus piezas subordinadas como se muestra en la Ilustración 1. El PC también se puede conectar en el combate vía radio con las DT.

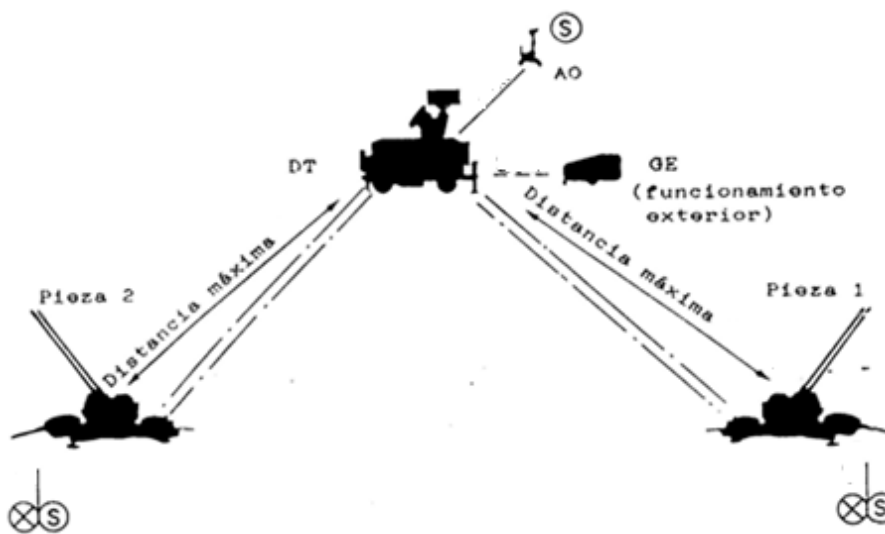


Ilustración 1. Esquema de un despliegue de una DT con sus piezas 35/90

La DT es capaz de adquirir y seguir los objetivos aéreos a baja y muy baja cota, utilizando para ello un radar de adquisición y un radar de seguimiento. El radar de adquisición no es más que un radar de exploración del espacio aéreo capaz de identificar trazas a grandes distancias, mientras que el radar de seguimiento es capaz de calcular todos los datos balísticos y de tiro necesarios para neutralizar cualquier tipo de traza (si fuera necesario). El alcance del radar de adquisición es mucho mayor que el radar de seguimiento. Una vez que la traza entra dentro del radar de adquisición, este aparece representado en la pantalla PPI de la DT (que se muestra en la Ilustración 2) pero no es capaz de calcular los datos de tiro hasta que la traza no entra dentro del radar de seguimiento.



Ilustración 2. Pantalla PPI de la DT

Las DT sacan los datos de tiro correspondientes a la traza y una vez que entren dentro del alcance eficaz de las piezas, estas son capaces de realizar fuego. El encargado de designar las trazas a las DT es el TDO, este a su vez decide si combate o no la amenaza.

Una vez que el radar de adquisición de la DT detecta la presencia de un objetivo, se inicia el proceso de adquisición del mismo, con el fin de determinar si es una incursión real y, si es posible, su identificación visual como amigo o enemigo (en caso de que no se sepa con anterioridad).

El proceso de adquisición deberá llevarse a cabo de manera que nos permita emplear las armas al máximo alcance. Para conseguir esto, el Jefe de Sección, que es el encargado de las dos piezas 35/90 y se encuentra dentro de la DT, analizará la información que le proporciona la pantalla PPI con el objetivo de determinar el momento más adecuado para realizar la adquisición del objetivo. Como normal general, no deberá adquirirse el objetivo en el alcance máximo de detección del radar, para evitar las posibles maniobras evasivas, o el empleo de contramedidas electrónicas de autoprotección del objetivo [8].

La DT parte de los datos de la posición actual obtenidos por los sensores, extrapola la ley de movimiento en blanco y teniendo en cuenta datos meteorológicos y balísticos calcula los datos de tiro (punto futuro).

El cañón 35/90 está concebido para el funcionamiento integrado en una Sección con DT Skyguard [9]. No obstante, la pieza puede adquirir, seguir y combatir la amenaza aérea con independencia de la DT, utilizando su propio sistema de puntería y control del tiro. La DT controla directamente a las piezas a través de la línea de transmisión de datos. Las piezas reciben la alerta dada por la DT (una vez que ya ha sido designada a esta DT por el TDO para que la combata), y conectan el control. El calculador de la DT calcula continuamente los ángulos de predicción y de tiro para cada Pieza, las apunta e inicia el tiro. En la ilustración 3 podemos ver la DT Skyguard y un cañón 35/90.



Ilustración 3. Dirección de Tiro SKYGUARD (izquierda) y cañón 35/90 (derecha)

Para facilitar más el entendimiento de cómo funciona una UDAA, la Ilustración 4 muestra un esquema del flujo de datos. Se observa que el COAAAS-M o FDC es el eje principal de una UDAA, ya que analiza tanto amenazas procedentes de sus DT, como amenazas procedentes del radar RAC-3D o del ARS. Analiza esta información y decide si combatir o no estas posibles amenazas. Como norma general, debido a que el ARS está jerárquicamente por encima del COAAAS-M se actuará en consecuencia a lo que el ARS haya decidido hacer.

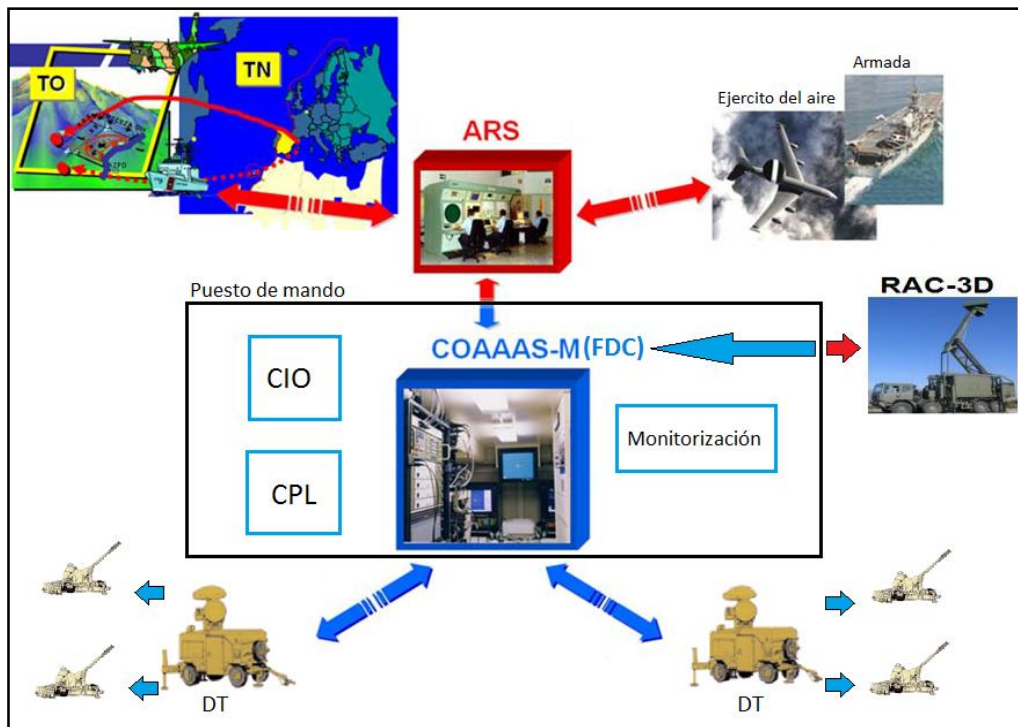


Ilustración 4. Esquema representativo del flujo de datos en una UDAA en TO y TN

3.2. Historia y evolución de la monitorización

El origen de la monitorización en la década de los 80 era la de comprobar que un elemento funcionaba como debía, es decir, el origen de la monitorización era puramente tecnológico y con fines de comprobación del correcto funcionamiento de elementos electrónicos [10]. Hoy en día, tiene unos fines totalmente distintos como veremos en el presente trabajo.

Los orígenes de la monitorización dentro del ámbito específico de la Artillería Antiaérea española se encuentran íntimamente ligados a la trayectoria histórica y a la evolución de la Artillería. El concepto de empleo de la Artillería Antiaérea se ha desarrollado con el paso de los años y la llegada de medios tecnológicamente más avanzados, siendo la base de su empleo actual la creación de las Unidades de Defensa Antiaérea (ver [3]), ya descritas en el Capítulo 3.1.



Ilustración 5. Televisión, multiplexor y video VHS (de arriba a abajo)

Aunque es difícil determinar exactamente dónde, cuándo y cómo se empezaron a emplear los equipos de monitorización en nuestras Unidades de Artillería Antiaérea, se puede tomar como base de partida la monitorización llevada a cabo en las Unidades Skyguard en la década de los 80.

En los inicios del RAAA II/81 se monitorizaban distintos SSAA en blanco y negro mediante conexiones BNC (BayonetNeill-Concelman). El sistema estaba compuesto por un video VHS, una televisión y un multiplexor (analógico) que dividía las distintas señales de videos que se monitorizaban como se muestra en la Ilustración 5. Los Oficiales de Guerra Electronica (Ewo's) solo podían analizar las imágenes en las grabaciones VHS a posteriori.

Más adelante, en el sistema de monitorización de Cañones se empezaron a utilizar portátiles para recibir las imágenes mediante una capturadora de video USB y así poder grabar los distintos sistemas de armas en formato avi. Hasta 2013 una capturadora de video de 16 entradas se encargaba de realizar la monitorización; esta no soportaba todas las resoluciones y no se podían monitorizar todos los SSAA porque se producían cortes de imagen en los portátiles de los Ewo's

[11]. Por esto y junto con la necesidad de monitorizar SSAA ajenos al Grupo, en 2013 se adquirió el nuevo Centro de Coordinación de Imágenes (CCI), que se fue mejorando posteriormente.

El CCI actual está montado en un shelter o container, y está compuesto por un servidor conectado a un SAI, dos monitores y varios complementos necesarios para la monitorización de imagen. Las características actuales del sistema de monitorización del RAAA II/81 son:

- Especificaciones PC: Intel i5-4670K CPU @ 3.40GHz 801MHz 16GB RAM
- Discos duros: SSD 128Gb y 2Tb
- Sistema operativo Windows 7 ULTIMATE 64bits

La monitorización se hace mediante el programa NUUO, programa donde se procesan hasta 16 imágenes a la vez (4 de ellas con sonido), distribuyendo las imágenes en tiempo real a los Ewo's. Mediante la capturadora grafica Ehipan, que tiene su software de gestión del mismo nombre, también se monitoriza el FDC a una resolución de 1600x1200 píxeles.

Actualmente y gracias a los nuevos avances adquiridos en el sistema de coordinación de imágenes, el RAAA II/81 es capaz de monitorizar prácticamente todos los SSAA que se encuentran actualmente en servicio en la Artillería Antiaérea del MAAA.

A continuación, se analizará la monitorización de una UDAA sobre la base del GAAA II/81, Cañones 35/90.

3.3. Capacidades actuales del GAAA Cañones II/81

El sistema de monitorización del GAAA Cañones II/81 constituye la principal herramienta de estudio para la mejora, en el aspecto técnico y procedimientos, de la instrucción y el adiestramiento de los operadores de los sistemas tanto de armas como de mando y control [12].

El sistema de monitorización del GAAA Cañones II/81 consta de:

- Shelter OFEN.
- Elementos externos de transmisión de datos.

Dadas las graves limitaciones del anterior sistema, en este trabajo se propondrá mejorar la monitorización efectuada. Para ello se desarrollará un nuevo equipo, específicamente diseñado teniendo en cuenta los requerimientos de los ejercicios de Guerra electrónica y destinado principalmente a mejorar las capacidades actuales.

La mejora consistirá en un nuevo diseño del shelter OFEN, para dar cabida tanto a oficiales de enlace como a oficiales de guerra electrónica. En este sistema, cada analista dispondrá de un puesto en el cual será capaz de analizar la información en tiempo real, comunicándose con los operadores de los sistemas a través de radio PR4G. Dependiendo del número de analistas, se distingue entre monitorización interior y monitorización exterior. La monitorización interior se utiliza cuando el número de analistas es igual o menor que tres. El análisis se lleva a cabo en el interior del shelter y el intercambio de información entre el ordenador principal y los ordenadores de los analistas se establece mediante cable Ethernet. La monitorización exterior se utiliza cuando el número de analistas es mayor que tres. Se lleva a cabo en una modular (una tienda de campaña militar) anexa al shelter, y el intercambio de información se establece de la misma forma que en la monitorización interior (vía Ethernet) o mediante WIFI en su defecto.

En la Ilustración 6 se puede observar el shelter OFEN/MONITORIZACIÓN sobre la base de un camión. A continuación se describirán en detalle los elementos que conforman el sistema de monitorización del GAAA Cañones II/81.



Ilustración 6. Shelter OFEN sobre la base de un camión

3.3.1. Shelter OFEN/MONITORIZACIÓN

El elemento principal del shelter OFEN es el denominado Centro de Coordinación de Imágenes (CCI), en el cual se dispone de un potente ordenador con una tarjeta gráfica instalada que permite la grabación simultánea de hasta 16 señales de video compuesto y su representación sobre una gran pantalla. Por otro lado, dispone de un router que permite la creación de una red LAN (Local Area Network) para la visualización de las imágenes correspondientes en los distintos puestos de los analistas, y que se podrán transmitir vía cable o de forma inalámbrica. En resumen, el CCI es el centro neurálgico encargado de recopilar toda la información proveniente de los sistemas monitorizados. A la vez que recoge la información, el CCI tiene la capacidad de grabarla y distribuirla en tiempo real a los ordenadores de los analistas.

Además del CCI, el shelter OFEN está compuesto por:

- **Puestos de análisis:** Puestos donde se colocan los analistas con las instalaciones necesarias para recibir la información del CCI. Además, poseen el software específico para la reproducción de los datos en sus portátiles. Como norma general el CCI se encargará de que cada analista vea solo la información de aquellos Sistemas de Armas que le correspondan analizar.
- **Impresora:** Para posibilitar la impresión de informes realizados referentes al análisis en tiempo real.
- **Medios de transmisión:** Consta una radio PR4G, para que los analistas reciban información detallada sobre las acciones que el FDC asigna a sus Sistemas de Armas.
- **Panel de energía (cuadro eléctrico):** Proporciona el suministro de energía necesario. Se puede obtener mediante un grupo electrógeno o directamente de la red eléctrica.
- **Panel exterior de conexiones:** Preparado para soportar el conexionado de todos los cables que transportan las señales de datos y videos provenientes de los Sistemas de Armas.

En la Ilustración 7 se puede ver un resumen de los elementos que componen el shelter OFEN.

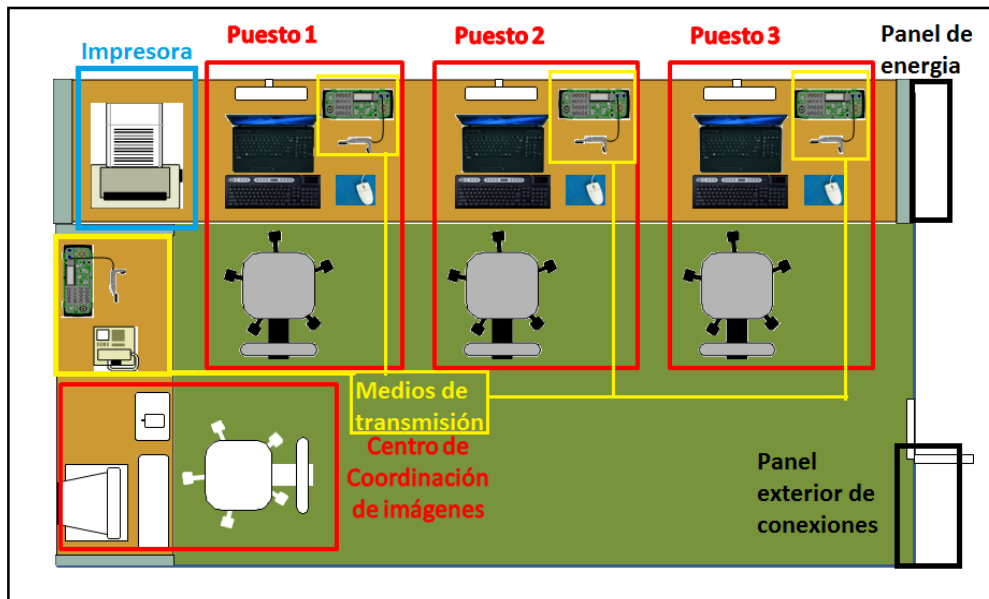


Ilustración 7. Elementos que componen el shelter OFEN

Además de los anteriores elementos explicados, el CCI también posee dos pantallas para la gestión del sistema, una capturadora Ehipan de video y los convertidores de VGA (Video Graphics Array o Adaptador Gráfico de Video).

3.3.2. Elementos externos de transmisión de datos

Es aquel conjunto de elementos que hace posible que las señales de videos y datos sean extraídas de los SSAA y lleguen al panel exterior del shelter con la calidad precisa y en el momento adecuado. Estos elementos son los siguientes:

- **Videocámaras:** Están dotadas de fuentes de alimentación independientes. Estas cámaras graban a color, con una buena calidad y son muy manejables. Además, las cámaras cuentan con soportes específicos que facilitan el anclaje y posterior grabación. Para la alimentación de las videocámaras se utilizan baterías de 12V y 9A, aunque algunas DT llevan su propio cable de alimentación ya instalado. Estas videocámaras van colocadas dentro de la DT y son las encargadas de grabar la pantalla PPI de estas.
- **Conector current-line:** Para unificar la transmisión de cuatro señales de video o audio en un mismo cable hasta su llegada al panel exterior de conexiones externas del shelter. De esta forma se consigue optimizar el número de cables a desplegar entre los distintos elementos.

- **Conector current-loop**: Se encarga de convertir la señal de datos que sale de la DT en una señal compatible con el software REMO-REVAZ (que se explicará en el siguiente apartado). De esta manera se conseguirá el análisis de la señal Skyguard.
- **Cableado RG-59**: Es un cable coaxial que permite interconectar las videocámaras con los conectores current-line.
- **Cableado UTP (RJ45)**: Para interconectar los conectores current-line con el panel exterior de conexiones del shelter a una longitud que permita un despliegue amplio.

En el ANEXO C se pueden ver las diferentes características y fotos de los elementos externos de transmisión de datos.

3.4. Programas del Sistema de Monitorización del sistema skyguard.

Se desarrollaron diferentes programas para, por un lado, permitir en tiempo real una presentación más intuitiva del seguimiento y, por otro lado, para la grabación y posterior reproducción del mismo. Los programas característicos del Sistema de Monitorización son REMO, REVAZ y GRAFADAR, que son los utilizados para la DT Skyguard, ya que otros sistemas utilizan otros softwares distintos.

El programa REMO permite la presentación y grabación continua en tiempo real de la secuencia de eventos transmitida por la DT y por cada uno de los lanzadores. De esta forma se genera un archivo donde se registran tanto los datos de seguimiento de la DT (orientación, elevación, distancia, velocidad del blanco,...) como los modos de funcionamiento de la misma (exploración, seguimiento radar, seguimiento TV, frecuencia de emisión,...) y el estado de las piezas. Asimismo, se graban por separado los datos de seguimiento de cada lanzador (datos de funcionamiento, modos de trabajo, etc.).

El programa REVAZ permite la reproducción posterior de los datos obtenidos en la grabación a partir de un fichero generado por el programa REMO, ofreciendo además la posibilidad de recortar la parte que interesa del total de la grabación. Es decir, el programa REMO no se podría utilizar sin el programa REVAZ, ya que este es el único capaz de reproducir los datos generados por el REMO.

El programa GRAFADAR se utiliza para el análisis posterior de los datos ya que ofrece una información más detallada. Utiliza como entrada los ficheros generados por los programas REMO-REVAZ y ofrece la posibilidad de generar varias gráficas a petición del usuario, con

representación de diferentes eventos, pudiendo también generar gráficas comparativas entre archivos procedentes de dos DT.

3.5. Funcionamiento general del Sistema de Monitorización en base al GAAA Cañones II/81.

En este apartado se describe la puesta a punto y el funcionamiento general del sistema de monitorización descrito anteriormente. Antes de empezar a monitorizar y para que el sistema funcione correctamente es preciso la sincronización inicial a través de la hora GPS de todos los sistemas; esto se realiza de forma manual al iniciar el sistema, con una precisión de segundos. De esta forma, tanto el CCI como los ordenadores de los analistas trabajan sincronizados facilitando su posterior análisis [12].

Las Direcciones de Tiro se monitorizan mediante videocámaras que graban las imágenes de la pantalla PPI. La imagen de TV de la DT y los datos de la pantalla PPI se extraen directamente mediante cables conectados al panel de conexiones externas de la DT, denominado “BSC transmitter”. El cable encargado de sacar la información de la TV y de la pantalla PPI es un cable coaxial RG-59. Este se conecta a un conector current-line para unificar los cables en uno. En ocasiones, cuando también se monitoriza el audio de la DT mediante micros, se conecta el cable de la videocámara y del micro (dos cables coaxiales RG-59) a un balun (un conector current-line de menor tamaño) para unificar la señal de salida y este va directamente conectado al panel de conexiones externas del shelter OFEN, de tal forma que en el conector current-line solo se pierde una entrada (la correspondiente a la señal de TV extraída directamente del “BSC transmitter”) en vez de tres (la de audio, la de la pantalla PPI y la de la TV de la DT). Esto solo se utiliza cuando se quiere monitorizar un gran número de Sistemas de Armas, como lo sucedido en el ejercicio Nube Gris de 2014 en el que el equipo de monitorización del GAAA II/81 se encargaba de monitorizar todos los Sistemas de Armas que participaban en él. También se intentó en el ejercicio Nube Gris de 2012 y se hizo en el ejercicio Nube Gris de 2013 (salvo hawk) [13, 14].

Al current-line se conecta el cable RJ45 (cableado UTP) que va directamente al panel de conexiones externas del shelter OFEN y este a la tarjeta capturadora del CCI. La señal de datos se extrae directamente del “BSC transmitter” con un cable de campaña normal. En total son dos cables que van directamente de la DT al panel de conexiones externas del shelter OFEN. La señal de datos extraída se encuentra en un formato especial dada la antigüedad del sistema, tratándose de una señal digital corriente, por lo que una vez llegado el cable al shelter de

monitorización, es necesario emplear un convertor de lazo de corriente current-loop que transforma dicha señal de corriente en una de voltaje, interpretable por un ordenador. La señal se obtiene de un convertor que permite su conexión a un puerto COM (puerto serie) del ordenador en el cual se encuentran instalados los programas anteriormente mencionados (REMO-REVAZ y GRAFADAR), y desde el cual se lleva a cabo el análisis. En la Ilustración 8 se puede ver un esquema del registro de datos.

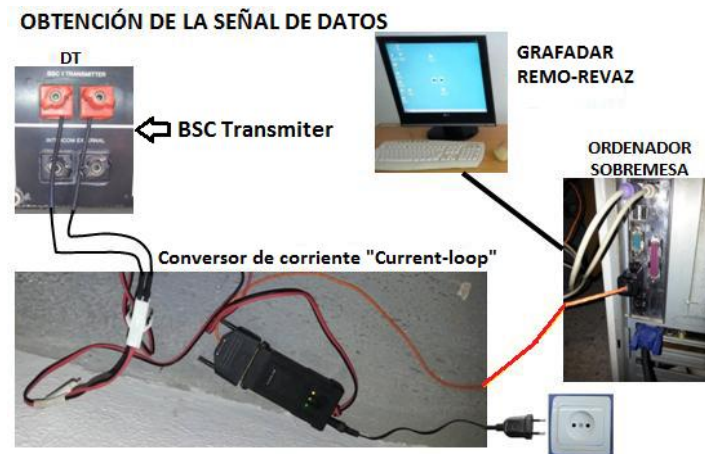


Ilustración 8. Esquema de registro de datos

Todas las señales de video y audio se recogen mediante una tarjeta capturadora de 16 entradas BNC que se encuentra integrada en el CCI. La información procedente de dichas señales podrá visualizarse en el monitor del shelter, que tiene instalado el software de la capturadora. Este software se encarga de sincronizar todas las señales mediante hora GPS y gestionarlas a los otros usuarios.

La señal pasará a un switch de 16 salidas donde se podrán conectar diferentes usuarios que tengan instalado el software cliente de la capturadora para visualizar y grabar los datos que estimen oportunos en sus propios equipos. Por este motivo se utiliza el balum, ya que 4 entradas del switch estarán siempre ocupadas, haciendo un total de solo 12 entradas disponibles. En la Ilustración 9 se puede ver un esquema de funcionamiento de la monitorización de una DT en un Puesto de Analista.

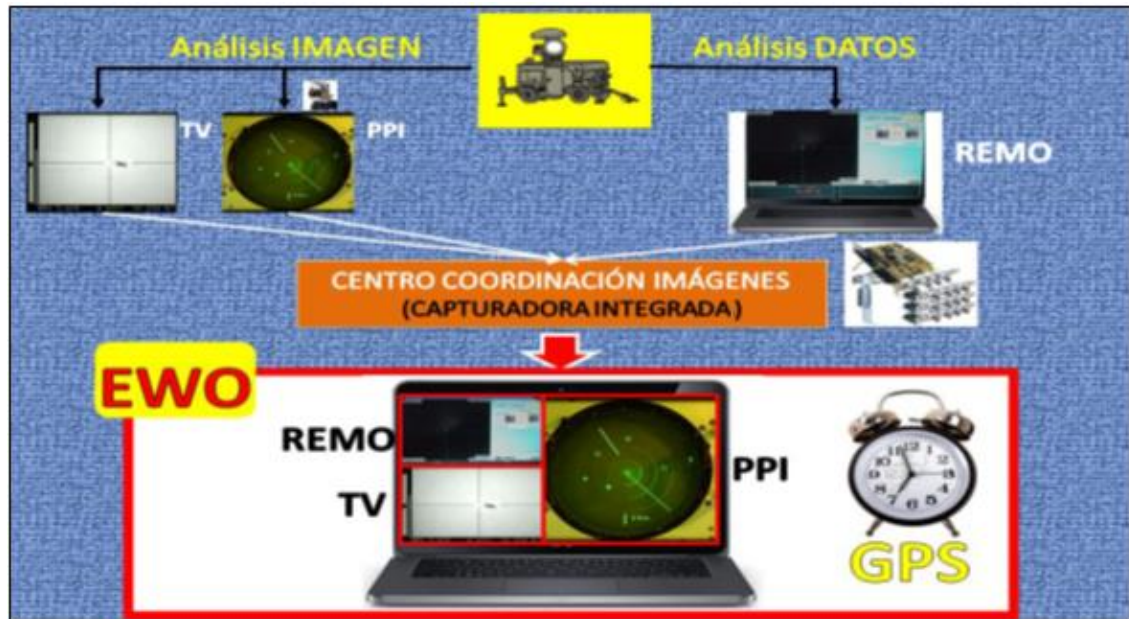


Ilustración 9. Esquema de funcionamiento de la monitorización de una DT en un Puesto de Analista

También se monitoriza la pantalla del TDO/TDA del FDC del COAAASM mediante un cable RJ45 conectado directamente al shelter del FDC [9]. Este no va directamente conectado al shelter de monitorización, sino que pasa primero por el shelter del CIO en el puesto de mando, permitiéndole también la visualización de la pantalla del TDO en tiempo real. Posteriormente, la señal se dirige al shelter de monitorización, donde se conecta a una tarjeta capturadora EIPHAN (capturadora de vídeo de fuentes VGA, DVI y HDMI) que permite una resolución de 1600 x 1200 píxeles y que facilita su visualización y grabación.

Como el TDO puede acceder a la pantalla del radar RAC-3D desde el FDC, también se monitoriza indirectamente el radar RAC-3D. Se ha intentado la monitorización directa del radar RAC-3D, pero esto implica el uso de otra tarjeta capturadora EIPHAN ya que utilizando la misma que la del TDO el sistema se satura.

El sistema de monitorización permite con carácter general lo siguiente:

- Capacidad de monitorización para:
 - 3 Secciones 35/90.
 - FDC (pantalla del TDA).
 - 5 sistemas adicionales, mediante cámara.
- Análisis en tiempo real y “a posteriori” mediante grabación.

- Sincronización total de todas las señales mediante hora GPS.
- Distancia de hasta 500 metros con los sistemas a monitorizar.
- Enlace fonía con el FDC, dentro de la Malla de Mando y control fonía de la UDAA.
- Intercambio de datos con el ordenador principal mediante cable Ethernet o WIFI.

El sistema de monitorización posee 16 señales analógicas (NUUO) y una digital (epiphan). El resto es decisión del jefe de la UDAA y de los SSAA que se agregan a ella

En el ANEXO D se puede ver a modo de resumen una foto del esquema general del Sistema de Monitorización del GAAA II/81.

3.6. Uso de los productos de monitorización aplicables a la instrucción y adiestramiento del operador.

Como ya se mencionó anteriormente, los sistemas de monitorización ofrecen diversas ayudas en la instrucción y adiestramiento del personal. De esta forma, se pueden observar los diferentes fines a obtener con la monitorización: fines tácticos, fines didácticos o de evaluación y fines técnicos.

- Dentro de los **fines tácticos** se incluye el permitir el conocimiento de la situación en tiempo real al monitorizarse la señal de la pantalla del TDO/TDA a distancia. Además se incluye la observación del desarrollo táctico, ya que el shelter del CIO tiene la posibilidad de visualizar la pantalla del TDO/TDA, facilitando la toma de decisiones del mando.
- Dentro de los **fines didácticos o de evaluación** se encuentra fundamentalmente el examen de las acciones realizadas por los operadores durante el ejercicio de manera que se puedan estudiar los errores y con ello mejorar su instrucción.
- Dentro de los **fines técnicos** se incluye el análisis del comportamiento del sistema de armas comprobando su funcionamiento interno para poder detectar y solventar los posibles errores que este pueda tener. Este aspecto es de especial importancia dentro del ámbito de guerra electrónica, en el cual resulta necesario evaluar con precisión el comportamiento del sistema. Además este sistema vale como asesor en adopción de panes EMCON (Emissions Control).

Sin embargo, a pesar de haber realizado esta clasificación, los ámbitos táctico, técnico y didáctico se encuentran fuertemente ligados: existe un software capaz de analizar la

información de carácter técnico y representarla de una forma interpretable por los usuarios tácticos (REMO-REVAZ y GRAFADAR). Gracias a esto el producto de la monitorización será lo más completo posible y permitirá alcanzar su fin definitivo: la obtención de conclusiones válidas y lecciones aprendidas tras la realización de un ejercicio.

Dentro del campo de Guerra Electrónica, a la par que se mejora la instrucción de los operadores, la monitorización además, permite analizar las Contramedidas Electrónicas (ECM's) empleadas y sus efectos, desarrollando los procedimientos de empleo de las Medidas de Protección Electrónica (EPM's) más adecuados en cada situación, aumentando finalmente la efectividad en el empleo de los sistemas.

4. POSIBILIDADES FUTURAS.

El Sistema de Monitorización del GAAA II/81 ha ido evolucionando con el paso del tiempo y se han ido resolviendo los problemas surgidos de tal forma que hoy en día, este sistema ha llegado a aumentar considerablemente sus capacidades ya que cuenta con magnífico personal especializado en la materia y con un amplio equipo que se ha ido adquiriendo con el paso del tiempo para intentar solventar los diferentes problemas que iban apareciendo.

No obstante, un sistema siempre se puede mejorar debido sobre todo a los nuevos materiales y aparatos que van surgiendo. Por este motivo y para ser capaces de enviar una mayor cantidad de información, con una mejor calidad y con una mayor velocidad, se tratará de adaptar el actual sistema de monitorización del RAAA II/81 a la Fibra Óptica (FO) que tantas aplicaciones y oportunidades tiene hoy en día para tratar de mejorar más aún si cabe el Sistema de Monitorización diseñado por el GAAA II/81.

4.1. Análisis de una posible adaptación del Sistema de Monitorización actual a la Fibra Óptica.

Si bien las aplicaciones más conocidas en la actualidad de la Fibra Óptica (FO) se encuentran sobre todo en la industria de las telecomunicaciones, cada vez es más frecuente en el empleo de instalaciones de seguridad y en los sistemas de telecontrol o detección de intrusiones. Todas ellas precisan el envío de señales distantes de una forma segura con un alto nivel de calidad. La fibra óptica puede tener una aplicación directa en los sistemas de monitorización tratando de

mejorar la calidad de la señal enviada, así como la rapidez con la que se transmiten los datos o incluso la capacidad de monitorizar más sistemas de armas con un único sistema de monitorización.

Concretamente dentro de los sistemas de vigilancia de circuito cerrado de TV (CCTV), la utilización de la fibra óptica presenta las siguientes ventajas:

- **Mayor longitud:** la adecuada elección del cable de fibra óptica permitirá un tendido y conectarización de los extremos relativamente sencilla, con un grado de dificultad similar al del cable eléctrico pero capaz de tirar mayores distancias de cable sin la pérdida de información por interferencias o atenuaciones.
- **Aumento de seguridad:** la fibra óptica no induce ningún tipo de señal, siendo a la vez inmune a las radiaciones externas. Cualquier actuación sobre un cable de FO implica un fuerte aumento de la atenuación, lo que lo hace fácilmente localizable.
- **Incremento de la calidad de la imagen:** la imagen se mantiene en muy altos niveles de calidad, incluso en zonas con fuertes radiaciones electromagnéticas, tormentas atmosféricas o cualquier evento similar.
- **Mayor duración del cableado:** al no contener ningún material degradable en el tiempo o por efectos de la oxidación, un tendido de FO solo podría ser destruido como consecuencia de una agresión física, accidental o causada, reconociendo fácilmente la zona del cable afectada.
- **Fiabilidad:** por todo lo mencionado anteriormente, incluso en caso de incendio.
- **Sencillez del cableado:** una correcta selección de los equipos utilizados, puede reducir al mínimo el número de cables empleados en el transporte de la señal de video.

Todas estas ventajas que posee la FO (seguridad, calidad, rapidez, fácil instalación y fiabilidad), presentan un gran motivo para su utilización en misiones internacionales así como en territorio nacional.

Como se puede deducir de lo anteriormente expuesto, la utilización de cables de FO en las instalaciones de CCTV permite analizar una posible adaptación de la FO al sistema de monitorización, obteniendo así unos niveles óptimos de seguridad, calidad y fiabilidad.

El impresionante incremento registrado por la industria de las comunicaciones, y en particular por todo lo concerniente a los cableados ópticos de redes locales e industriales, ha

permitido simplificar las instalaciones hasta niveles de dificultad similares a los de las habituales instalaciones de cable coaxial, haciendo posible el estudio de la adaptación de la fibra óptica como sustituto al cable coaxial utilizado hoy en día por el actual sistema de monitorización.

Se mantiene, obviamente, el incremento de coste en cada enlace debido al obligado empleo de convertidores electroópticos, pero su precio y la amplitud de la oferta presente en el mercado los hacen cada vez más asequibles.

Lógicamente, el hecho de utilizar fibra óptica en nuestro sistema de monitorización no obliga a realizar toda la instalación con este tipo de material, pudiendo establecerse la conexión óptica solo entre aquellos equipos que lo necesiten; el resto se conectarían de la forma habitual.

Los elementos básicos que harán posible la adaptación de la FO al sistema de monitorización en lo referente al enlace óptico quedan resumidos en:

- **Convertidores electro-ópticos**: son los responsables de la conversión de la señal óptica en eléctrica y viceversa, y del envío de la misma, instalándose uno en cada extremo del enlace.
- **Cable de FO**: destinado a la transmisión de la señal óptica entre ambos convertidores.
- **Conectores**: el acabado final de los cables de FO.

Estos tres elementos básicos se encuentran más desarrollados en el ANEXO E.

4.2. Posible adaptación del Sistema de Monitorización actual a la Fibra Óptica.

La adaptación a la Fibra Óptica del anterior sistema de monitorización consistirá en la inclusión de nuevos aparatos capaces de tratar la señal recibida. Estos nuevos aparatos son los siguientes:

- **4V1D BNC**: es capaz de convertir y unificar cuatro señales de video o audio procedentes de los cables RG-59 conectados directamente a la DT y unificar todas las señales en una única señal que se transmitirá por un cable de Fibra Óptica hasta el CCI. Sustituye al conector current-line del sistema anterior.
- **Cable de FO**: la Fibra Óptica a utilizar será un cable exterior anti-roedores de acero coarrugado tipo DSP (procesamiento digital de señales o DSP, es la manipulación matemática de una señal de información para modificarla o mejorarla es algún sentido), capaz de resistir grandes golpes y perfecto para utilizar en teatro de operaciones sin preocuparse por posibles rupturas o intentos de sabotaje.

- **Conector current-loop para FO:** Es el mismo aparato que en el sistema anterior, pero en vez de recibir la señal de datos por cables de campaña lo hace por el cable de FO.
- **Entrada BNC para FO:** Acoplable a la FO y que se enchufa directamente a la Dirección de Tiro.

En el ANEXO F se pueden ver las características de estos nuevos aparatos necesarios para adaptar el sistema de monitorización a la Fibra Óptica. Existiría la posibilidad de instalar mejores cámaras con mayor resolución que las actuales y que directamente se conecten a la FO. Esto implicaría un mayor número de cables de FO, ya que no hay aparatos capaces de unir tres señales de video y audio a la vez, y se tiene que hacer de dos en dos complicando así su instalación, aumentando el número de cables y el tiempo de instalación.

En la Tabla 2 se presentan las distintas características de los tres cables que se utilizan en el sistema de monitorización. Se puede ver que el cable RG-59 aporta gran calidad en el audio y en las imágenes. El único cable que limita el sistema de monitorización es el cable RJ45, ya que aunque su velocidad sea algo superior a la del cable coaxial (RG-59), el ancho de banda de este última es superior al del cable RJ45. También se observa como el cable de Fibra Óptica es ampliamente superior en todos los aspectos.

La instalación del sistema se haría de la misma forma que en el caso anterior. Antes de empezar a trabajar es precisa la sincronización inicial a través de la hora GPS de todos los sistemas implicados en el sistema.

Las DT se monitorizan mediante la misma videocámara que graba las imágenes de la pantalla PPI. La imagen de TV de la DT, la señal de audio y los datos de la pantalla PPI se extraen mediante el cable coaxial RG-59; estos tres cables se conectan al nuevo aparato 4V1D BNC, que unifica estas tres señales en una única y la envía a través de la FO, conectándose al panel de conexiones externas del shelter OFEN y este a la tarjeta capturadora del CCI. Para conectar la FO al panel de conexiones externas del shelter OFEN o de la DT se necesitará un adaptador de entrada BNC.

	UTP (RJ45)	Coaxial (RG-59)	Fibra Óptica
Ancho de banda	Medio	Alto	Muy alto
Hasta 1 Mhz	Si	Si	Si
Hasta 10 Mhz	Si	Si	Si
Hasta 20 Mhz	Si	Si	Si
Hasta 100 Mhz	Si (UTP categoría 5)	Si	Si
Canales de video	No	Si	Si
Canal Full Duplex	Si	Si	Si
Distancias medias	100m 65 Mhz	500 (Ethernet)	2 km (multi) 100 km (mono)
Inmunidad Electromagnética	Limitada	Media	Alta
Seguridad	Baja	Media	Alta
Coste	Bajo	Medio	Alto
Velocidad	100 Mb/s	10 Mb/s	1 Gb/s

Tabla 2. Resumen de las características de los tres cables

Al igual que el sistema anterior, si en alguna circunstancia tenemos un gran número de SSAA implicados, se actuaría de la misma forma, unificando los cables RG-59 en uno para perder un menor número de entradas: se conecta el cable de la videocámara y del micro (dos cables coaxiales RG-59) a un balun para unificar la señal de salida y este va directamente conectado al panel de conexiones externas del shelter OFEN, de tal forma que en el Current-line solo se pierde una entrada (correspondiente a la señal de TV extraída directamente del BSC transmitter) en vez de tres (la de audio, la de la Pantalla PPI y la de la TV de la DT). El problema de esto es que solo se podría utilizar la FO para extraer con gran calidad la señal de TV, ya que no le afectaría las limitaciones del cable RJ45 que se tendría que utilizar para sacar la señal de audio y la de la pantalla PPI que van directamente conectados al panel de conexiones externas del shelter OFEN.

De nuevo, la señal de datos extraída se encuentra en un formato especial dada la antigüedad del sistema, tratándose de una señal digital corriente, por lo que una vez llegado el cable de FO al shelter de monitorización, es necesario emplear un conversor de lazo de corriente current-loop que transforma dicha señal de corriente en una de voltaje, interpretable por un ordenador. La señal se obtiene de un conversor que permite su conexión a un puerto COM (puerto serie) del ordenador en el cual se encuentran instalados los programas anteriormente mencionados (REMO-REVAZ y GRAFADAR), y desde el cual se lleva a cabo el análisis.

Todas las señales de video y audio se recogen mediante la misma tarjeta capturadora de 16 entradas BNC empleada en el sistema anterior y que se encuentra integrado en el CCI. Los analistas necesitarán los mismos programas y se conectarán al CCI de la misma forma que el sistema de monitorización sin FO.

La pantalla del TDO/TDA del FDC del COAAASM se monitoriza de la misma forma mediante un cable RJ45 conectado directamente al shelter de monitorización, dando la posibilidad de pasar primero por el shelter de CIO, permitiéndole la visualización también de la pantalla TDO en tiempo real. Este sistema ha sido analizado para una posible sustitución del cable RJ45 por el cable de FO, pero dado el coste que tiene la Fibra Óptica se ha decidido obviar, ya que tampoco se necesita de una gran resolución de esta pantalla para su posterior análisis.

En la Tabla 3 se puede apreciar el coste de instalación aproximado de los dos sistemas, así como la nueva inversión que debería hacerse para conseguir adaptar y mejorar nuestro Sistema de Monitorización a la Fibra Óptica.

	SISTEMA ACTUAL		
	Precio unitario	Cantidad	Importe total
Videocámaras	100 €		100 €
Conector current-line	50 €		50 €
Conector current-loop	50 €		50 €
Cableado RG-59	0.86 €/m	1000 + 20 m	877,20 €
Cableado RJ45	0.29 €/m	500 + 20 m	150,80 €
Entrada BNC	2 €/unidad	10	20 €
Otros	60 €		60 €
TOTAL			1308 €
	NUEVO SISTEMA		
	Precio unitario	Cantidad	Importe total
Videocámaras	100 €		100 €
4V1D	175 €		175 €
Conector current-loop	50 €		50 €
Cableado RG-59	0.86 €/m	20 m	17,20 €
Cableado RJ45	0.29 €/m	20 m	5,80 €
Cable Fibra Óptica	1,657 €/m	500 + 1000 m	2485,5 €
Entrada BNC	0.99 €/unidad	10	9,90 €
Otros	530 €		530 €
TOTAL			3373,4€
NUEVA INVERSIÓN			3350 €

Tabla 3. Análisis de costes de la adaptación del sistema de monitorización a la Fibra Óptica

En la tabla anterior se puede apreciar el coste de las diferentes videocámaras utilizadas para la grabación de las pantallas PPI (incluido en este el precio del micrófono), los current-line y current-loop de ambos sistemas (que son diferentes debido a tener que tratar directamente con la Fibra Óptica) y el precio de los diferentes cables. La distancia de los 500 m correspondería a la distancia que habría entre el conector current-line (de las Direcciones de Tiro) y el shelter OFEN, la otra distancia de 1000 m (dos cables) sería la que habría entre el “BSC transmitter” y el shelter OFEN, la distancia de los 20 m sería para conectar las Direcciones de Tiro con el current-line en el caso del cable coaxial RG-59 y otros 20 m de cable RJ45 para unir el CCI del shelter de monitorización con el FDC y con el CIO. En la ilustración 10 se puede apreciar un esquema de cómo quedaría el sistema de Monitorización con los nuevos cables.

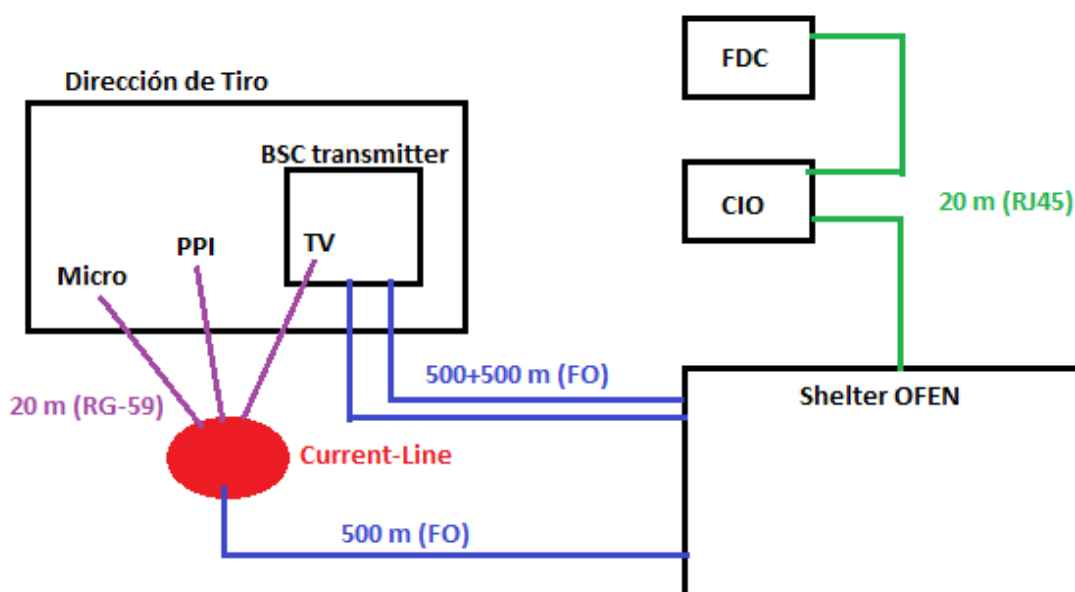


Ilustración 10. Esquema, distancias y nuevos cables del Sistema de Monitorización

Las entradas BNC se instalarían en los extremos de los cables. En “Otros” está incluido el precio de materiales y herramientas necesarios para la instalación de los diferentes sistemas. Lo más característico de este análisis de costes es el elevado precio que tiene el cable de FO así como el precio de las herramientas necesarias para su instalación. El cable de FO es tan caro porque es un cable especialmente diseñado para soportar situaciones extremas y está reforzado con una cubierta de metal. Sin embargo, el cable de FO daría a nuestro sistema de

monitorización una gran capacidad en transmisión de datos, tanto en velocidad como en seguridad y en calidad.

También hay que tener en cuenta que además de poder enviar señales con una mayor calidad, nos permitirá también enviar estas señales de datos y videos por medio de satélites sin miedo a perder calidad ya que aun así seguirían siendo lo suficientemente buenas para su posterior análisis. Otro aspecto importante es que podríamos ampliar las distancias entre las DT y el PC ya que con los cables de FO nos permitiría ampliar esta distancia de 500 m mucho más sin miedo a perder calidad en los datos, el problema de esto sería la gran aportación económica que habría que hacer debido al elevado precio de la FO hoy en día.

5. CONCLUSIONES

Habiendo finalizado la investigación requerida para la realización del Trabajo de Fin de Grado, se exponen las conclusiones extraídas:

Tras analizar el Sistema de Monitorización actual, se deduce claramente que es un elemento importante e indispensable para la instrucción y el adiestramiento de los operadores de los sistemas de armas de AAA, ya que con él se pueden analizar los resultados obtenidos y así poder detectar tanto posibles errores de los sistemas como posibles mejoras que puedan hacer más fácil la labor de los operadores. Debido a la relevancia que se ha de dar a la instrucción de los operadores de los sistemas en diferentes ambientes y escenarios, resulta necesario dar el impulso necesario a la monitorización existente actualmente.

Además, teniendo en cuenta la actual reducción de los ejercicios y las colaboraciones, debido principalmente a la situación económica por la que pasa nuestra sociedad hoy en día, los Sistemas de Monitorización, junto con los simuladores, cobran si cabe más importancia, ya que existen tripulaciones que nunca han tenido la oportunidad de instruirse en un escenario de guerra electrónica real.

La situación actual del Sistema de Monitorización del RAAA II/81 está en un grado de perfección muy amplio; no obstante, la adaptación a la Fibra Óptica de este sistema podría dar muchas más posibilidades tanto en la instrucción y adiestramiento de los operadores, al trabajar con un mayor número de datos y de información, como en la facilidad de transmisión de estos

datos a cualquier parte del mundo, sin tener que preocuparse de la pérdida o atenuación de la señal.

Esto es posible conseguirlo aprovechando los últimos avances efectuados por algunas empresas de vigilancia que emplean el cable de FO como medio de transmisión de datos y mediante una adecuada adaptación podemos dotar a nuestro Sistema de Monitorización de los mismos avances y de las mismas capacidades de estos sistemas.

Gracias a la Fibra Óptica, nuestro sistema sería capaz de mandar una mayor cantidad de datos y de información, con una mayor rapidez, calidad y una mayor distancia (si económicamente se puede), siendo esta analizada de manera más fácil y satisfactoria por nuestros analistas y expertos. Además, esta adaptación nos permitiría avanzar más rápido en la investigación y poder tener una mayor ventaja sobre el resto de países en la guerra electrónica, convirtiéndonos así en referente en este ámbito.

En conclusión, esta adaptación pese a ser cara es necesaria si queremos estar en la cabeza de la investigación de la guerra electrónica. Además, esta gran pero pequeña inversión nos permitiría mejorar la Instrucción y Adiestramiento de nuestros operadores y de nuestras Unidades de Artillería Antiaérea así como mejorar y solventar los posibles errores que podamos encontrar en nuestros sistemas de armas y en nuestras tácticas y procedimientos al poder también estudiar las tácticas y procedimientos de nuestros enemigos y aliados.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1]- Alonso Díaz, José Luis. El simulador del cañón antiaéreo 35/90 instrucción más que rentable. Hespérides, Mando de Canarias. Nº200, octubre-diciembre 2014.
- [2]- Martínez Ramírez, Francisco Tomás. Equipos de Monitorización de Sistemas Antiaéreos. Memorial de Artillería, Vol. 158, 2002.
- [3]- Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC). PD4-315. EMPLEO DE LA ARTILLERIA ANTIAEREA. TOMO I Y TOMO II. Granada, 2011.
- [4]- Gómez Santos, Miguel. Integración, sostenimiento y proyectos de futuro en los sistemas Antiaéreos. Revista Ejército. Nº 866, mayo de 2012.
- [5]- Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC). PD4-319. EMPLEO TACTICO FDC COAAAS-M. Granada, 2013
- [6]- Alcázar López, Julián David. Mando y Control en AAA. Del COAAAM al COAAAS-M. Memorial de Artillería, Vol. 162, No. 2, 2010.
- [7]- Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC). MI-306. RADAR RAC-3D DEL SISTEMA COAAAS-M. Granada, 2015.
- [8]- Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC). ACART-MT-076.CAAAL 35/90. Ejército de Tierra, 2011.
- [9]- Estado Mayor del Ejército. RE6-304. REGLAMENTO DE EMPLEO SISTEMA SKYGUARD B-35/90. Ejército de Tierra, 1993.
- [10]- Martínez Ramírez, Manuel. El Mando de Artillería Antiaérea. 25 años de historia. Revista Ejército. Nº 866, mayo de 2012.
- [11]- Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC). ACART-FM-055. Guerra Electrónica. Ejército de Tierra, 2006.
- [12]- García Diego, Paulino. Contribución de la Artillería Antiaérea. Revista Ejército, Nº859, noviembre de 2012.
- [13]- De Pedro Garcimartín, Joaquín. Ejercicio de Guerra Electrónica ELITE 2005. Memorial de Artillería Vol.162 No.1, 2006.

[14]- Úbeda Garcerán, José Ángel. Maniobras de Guerra Electrónica ELITE. Memorial de Artillería, Vol. 163, No. 2, 2007.