

Trabajo Fin de Grado

Estudio sobre la aplicación del acuerdo de
estandarización STANAG 4609 en fuentes de vídeo no
MAJIIC

Autor

CAC. Víctor Manquillo Huete

Director/es

Director académico: Doctora Dña. Lacramioara Dranca
Director militar: Capitán D. Víctor Soriano Reyes

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar
2018

Agradecimientos

A todos los miembros de Regimiento de Transmisiones nº 21 en Valencia, por haberme recibido con los brazos abiertos y haberme hecho sentir como un miembro más.

A todos los tenientes de la LXXII Promoción, especialmente a los tenientes de Transmisiones, por haber recorrido este largo camino juntos y haber sido mi apoyo en mis momentos más duros. Me siento infinitamente feliz de ver cómo cumplís vuestros sueños.

A la Dra.D. Lacramioara Dranca, por haberse volcado en este trabajo y por haber mostrado tanta paciencia y dedicación con sus consejos y recomendaciones. Sin ella este trabajo no hubiese sido posible.

C.A.C de Transmisiones

Vítor Manquillo Huete

Resumen

Estudio sobre la aplicación del STANAG 4609 en fuentes de vídeo no MAJIIC

En la actualidad la creciente colaboración entre los países miembros de la OTAN hacen necesaria la creación de procedimientos y tácticas comunes que contribuyan a alcanzar una sinergia de esfuerzos. Este hecho también se ve reflejado a la hora de compartir información por lo que es necesaria la implementación de herramientas que permitan compartir la información de manera eficaz. Para ello se creó la Agencia de Estandarización de la OTAN que a través de STANAGs define las bases para dicha interoperabilidad.

La información puede ser compartida gracias a los Sistemas MAJIIC, que están formados por siete STANAGs. En concreto el STANAG 4609 indica cómo deben de ser los formatos de vídeo que puedan ser compartidos en MAJIIC. Actualmente en el Ejército de Tierra sólo el vídeo obtenido por el vehículo aéreo no tripulado PASI cumple con lo establecido en el STANAG 4609, sin embargo la solución que se aplicó al PASI no es transferible al formato de vídeo de otros sistemas.

El objeto de este Trabajo de Fin de Grado es el estudio sobre la aplicación del STANAG 4609 en los formatos de vídeo que captan el VERT y el vehículo aéreo no tripulado RAVEN. Se busca encontrar una solución que pueda adaptar el formato de vídeo de estos sistemas para que cumplan el STANAG, tal y como sucede con el PASI.

En concreto, en este Trabajo de Fin de Grado se analizan las características de los formatos de vídeo que establece el STANAG 4609 y se comparan con las características del vídeo del RAVEN y del VERT. Se identifican los factores que se deben de adaptar y se realiza un estudio para solucionar cada uno de ellos de la forma que mejor satisfagan la necesidad de disponer de información fiable y en el momento adecuado.

Abstract

Study on the application of STANAG 4609 in non-MAJIIC video sources

Nowadays, the growing collaboration among the member countries of NATO makes it necessary to create common procedures and tactics that contribute to achieving a synergy of efforts. This fact is also reflected when it comes to sharing information, so it is necessary to implement tools that allow sharing information effectively. To this end, the NATO Standardization Agency was created, which through STANAGs defines the bases for such interoperability.

The information can be shared thanks to the MAJIIC Systems, which are formed by seven STANAGs. Specifically, STANAG 4609 indicates how video formats that can be shared in MAJIIC should be. Currently in the Army only the video obtained by the unmanned aerial vehicle PASI complies with the provisions of STANAG 4609, however the solution applied to the PASI is not transferable to the video format of other systems.

The purpose of this Final Degree Project is to study the application of STANAG 4609 in the video formats that capture the VERT and the RAVEN unmanned aerial vehicle. The aim is to find a solution that can adapt the video format of these systems so that they comply with STANAG, as happens with PASI.

Specifically, this Final Degree Project analyzes the characteristics of the video formats established by STANAG 4609 and compares them with the characteristics of the RAVEN and VERT videos. The factors that must be adapted are identified and a study is carried out to solve each of them in the way that best satisfies the need to have reliable information at the right time.

v

Índice

Agradecimientos	3
Resumen.....	ii
Abstract.....	iv
Índice.....	vi
Índice de figuras.....	ix
Índice de tablas.....	x
Lista de acrónimos	xi
1 Introducción	1
1.1 Contexto y justificación del trabajo	1
1.2 Objetivos y alcance del trabajo	1
1.3 Ámbito de aplicación.....	2
1.4 Estructura de la memoria.....	2
1.5 Conceptos generales de vídeo	3
1.5.1 <i>Video</i>	3
1.5.2 <i>Vídeo analógico</i>	3
1.5.3 <i>Vídeo digital</i>	3
1.5.4 <i>Barrido entrelazado</i>	3
1.5.5 <i>Barrido progresivo</i>	3
1.5.6 <i>Conversión analógico-digital</i>	4
1.5.6.1 Muestreo	4
1.5.6.2 Cuantificación.....	4
1.5.6.3 Codificación.....	4
1.5.7 <i>Compresión</i>	4
1.5.8 <i>Códec</i>	4
1.5.9 <i>Metadatos</i>	4
2 Análisis y comparativa	5
2.1 MAJIIC.....	5
2.1.1 SAPEM.....	7

2.2	STANAG 4609	7
2.2.1	Tramas MPEG-2.....	8
2.2.2	Metadatos.....	10
2.3	UAV Raven	11
2.4	VERT	13
2.4.1	Subsistema de observación y adquisición de objetivos.....	15
2.4.1.1	Pedestal de sensores EO:.....	15
3	Solución.....	17
3.1	Digitalización de la señal	17
3.1.1	Capturadora de vídeo	18
3.1.2	Codificadores de vídeo de Circuito Cerrado de Televisión	19
3.1.2.1	Ventajas del uso de codificadores CCTV sobre capturadoras USB.....	20
3.1.3	Codificación H.264 frente MPEG2	20
3.1.4	Elección de un codificador CCTV	23
3.1.5	Conexionado del codificador CCTV en los sensores.....	24
3.2	Metadatos en formato KLV	24
3.3	Creación de tramas MPEG2	26
3.4	Coste de la solución propuesta.....	27
4	Conclusiones	28
5	Bibliografía.....	29
	Anexos	- 31 -
	Anexo A: Conceptos generales de vídeo	- 31 -
	Vídeo.....	- 31 -
	Vídeo analógico	- 31 -
	Vídeo digital	- 32 -
	Ventajas del formato de vídeo digital con respecto al analógico.....	- 32 -
	Conversión analógico-digital	- 32 -
	Muestreo	- 33 -
	Cuantificación.....	- 33 -
	Codificación	- 33 -
	Compresión.....	- 33 -
	Formato contenedor de vídeo	- 34 -
	Códec de vídeo.....	- 34 -
	Metadatos	- 34 -
	Tipos de barrido	- 35 -

Barrido entrelazado	- 35 -
Barrido progresivo	- 35 -
Comparativa entre barrido entrelazado y progresivo	- 36 -
Anexo B: MAJIIC	- 37 -
Arquitectura.....	- 39 -
Arquitectura de capas y servicios	- 40 -
Servidor CSD	- 41 -
Servicios COI	- 42 -
CSD Streaming	- 43 -
Servicios Core	- 44 -
Sistemas IRM&CM.....	- 44 -
Sistemas de explotación	- 44 -
Sistemas sensores.....	- 44 -
Anexo C: Entrevistas	- 45 -
Entrevista sobre el VERT.....	- 45 -
Entrevista sobre el PASI	- 47 -
Anexo D: Digitalización de vídeo media la capturadora ElGato video capture	- 49 -

Índice de figuras

Figura 2-1 STANAGS de MAJIIC (Fuente:[1])	5
Figura 2-2 Despliegue de los sistemas MAJIIC (Fuente:[1])	6
Figura 2-3 Ejemplo de un flujo de datos que cumple el STANAG 4609 (Fuente:[2])	8
Figura 2-4 Diagrama de bloques de generación de tramas de transporte MPEG-2 (Fuente:[12])	9
Figura 2-5 Multiplexado de PES en una trama MPEG-2 (Fuente:[12])	9
Figura 2-6 Trama de transporte MPEG-2 (Fuente:[11])	10
Figura 2-7 Ejemplo de una trama de metadatos en formato KLV (Fuente:[2])	10
Figura 2-8 UAV RAVEN (Fuente:[14])	11
Figura 2-9 Pieza del morro del RAVEN junto con sus cámaras (Fuente:[14])	12
Figura 2-10 Hub de conexiones del GCS (Fuente:[14])	12
Figura 2-11 Diagrama de bloques del recorrido de la señal de video (Fuente: elaboración propia)	13
Figura 2-12 VERT con su pedestal de sensores desplegado (Fuente: elaboración propia)	14
Figura 2-13 Medios de transmisiones del que dispone el VERT (Fuente: Manual Técnico del VERT)	14
Figura 2-14 Cámara IR Castor HR (Fuente: Manual Técnico del VERT)	15
Figura 2-15 Cámara TV Viniris-S (Fuente: Manual Técnico del VERT)	15
Figura 3-1 Diagrama de bloques de la solución (Fuente: elaboración propia)	17
Figura 3-2 Capturadora ElGato video capture (Fuente: www.elgato.com)	18
Figura 3-3 Codificador CCTV conectado a una videocámara (Fuente: www.axis.com)	19
Figura 3-4 Codificador CCTV AXIS M7011 Izquierda) Entrada coaxial Derecha) Salida Ethernet (Fuente: www.axis.com)	20
Figura 3-5 Comparativa de capturadoras USB con codificadores CCTV (Fuente: elaboración propia)	20
Figura 3-6 Ordenador TOSIHLBA SATELLITE L50-A-18R (Funete: www.toshiba.com)	21
Figura 3-7 Captura del menú principal de programa "Apt video converter 1.33" (Fuente: elaboración propia)	21
Figura 3-8 Menú de elección del formato de codificación (Fuente: elaboración propia)	22
Figura 3-9 Parámetros del video en H.264 (Fuente: elaboración propia)	22
Figura 3-10 Parámetros del video en MPEG2 (Fuente: elaboración propia)	22
Figura 3-11 Captura comparativa de ambos videos A) Vídeo MPEG-2 B) Vídeo H.264 (Fuente: elaboración propia)	22
Figura 3-12 De izquierda a derecha: AXIS M7011; VIP-X1XF-E; E-ADE1C (Fuente:[19])	23
Figura 3-13 Diagrama de bloques de la solución integrando el codificador CCTV (Fuente: elaboración propia)	24
Figura 3-14 Interfaz del programa "STANAG Metadata Encoder" (Fuente: www.impleotv.com)	25
Figura 3-15 Diagrama de bloques de los metadatos (Fuente: elaboración propia)	25
Figura 3-16 Diagrama de bloques de la solución con los productos sugeridos (Fuente: elaboración propia)	27
Figura A-1 Representación de una señal de video analógica (Fuente:[4])	- 31 -
Figura A-2 Proceso de grabación de un vídeo analógico sobre una banda magnética (Fuente: [4])	- 31 -
Figura A-3 Diagrama de bloques de los procesos de grabación y reproducción de vídeo analógico (Fuente: [4])	- 32 -
Figura A-4 Señal analógica tras el proceso de muestreo (Fuente: [8])	- 33 -
Figura A-5 Señal analógica tras su muestreo y cuantificación (Fuente: [8])	- 33 -
Figura A-6 Visualización de los cuadros de una imagen escanada de forma entrelazada (Fuente: [7])	- 35 -
Figura A-7 Izquierda) Imagen capturada por barrido progresivo Derecha) Imagen capturada por barrido entrelazado (Fuente: [7])	- 36 -
Figura A-8 Izquierda) Imagen ampliada de barrido progresivo Derecha) Imagen ampliada de barrido entrelazado (Fuente: [7])	- 36 -
Figura B-1 STANAGS de MAJIIC (Fuente: [1])	- 37 -
Figura B-2 Despliegue red de sistemas MAJIIC (Fuente: [1])	- 38 -
Figura B-3 Sistemas MAJIIC (Fuente: [1])	- 39 -
Figura B-4 Arquitectura de capas MAJIIC (Fuente: [1])	- 40 -

Figura.B-5 Pilares de persistencia (Fuente: [1])	- 41 -
Figura B-6 Servidor CSD (Fuente: [1])	- 41 -
Figura B-7 Interacción base de datos y librería (Fuente: [1])	- 42 -
Figura B-8 Servidor CSD Stream (Fuente: [1]).....	- 43 -
Figura B-9 Flujo de datos Stream (Fuente: [1])	- 43 -
Figura D-1 A)Icono del software de captura de vídeo B) Pantalla de inicio del programa (Fuente: elaboración propia)	- 49 -
Figura D-2 Menú de elección del tipo de entrada de vídeo y del ratio del video de salida (Fuente: elaboración propia)	- 50 -
Figura D-3 Menu de preferencias del programa (Fuente: elaboración propia).....	- 50 -
Figura D-4 A) Pantalla en la cual el programa digitaliza el vídeo B) Pantalla en la que se puede editar la longitud del vídeo una vez termina la digitalización (Fuente: elaboración propia)	- 50 -

Índice de tablas

Tabla 2-1 Relación de los componentes de SAPEM con los de MAJIIC (Fuente: elaboración propia)	7
Tabla 2-2 Características de las cámaras del RAVEN (Fuente:[14])	11
Tabla 3-1 Comparación de las características de cada formato de vídeo (Fuente: elaboración propia)	23
Tabla 3-2 Comparación codificadores CCTV (Fuente: elaboración propia).....	24
Tabla 3-3 Comparativa de las posibles soluciones para el problema de la multiplexación (Fuente: elaboración propia)	26
Tabla 3-4 Coste de la solución propuesta (Fuente: elaboración propia).....	27

Lista de acrónimos

BMS	Battlefield Management System
CCIRM	Collection Coordination and Intelligence Requirements Management
CCTV	Círculo Cerrado de Televisión
Códec	Codificador-decodificador
CSD	Coalition Shared Database
DEGAM	Dirección General de Armamento y Material del Ejército
DVD	Disco Versátil Digital
ED	Enhanced Definition
EO	electro-ópticas
ES	Elementary Stream
ET	Ejército de Tierra
fps	frames per second
GCS	Ground Control Station
HD	High Definition
HDMI	High Definition Multimedia Interface
HF	High Frequency
H2M	Human to Maquine
IAI	Israel Air Industries
IP	Internet Protocol
IR	Infrarrojo
IRM&CM	Intelligence Requirements Management & Collection Management
IRS	Intelligence, Reconaisement and Survialance
ISO	Intenacional Standarization Organization
ISTAR	<u>intelligence, surveillance, target acquisition, and reconaisement</u>
KLV	Key Length Value
MAJIIC	Multi-Intelligence All-source Joint Intelligence Reconaisement Survialance And Interoperability Coalition
MIL-STD	Military Standard
MPEG	Moving Pictures Expert Group
NATO	North Atlantic Treatment Organization
NSA	<i>NATO Standardization Agency</i>
NTSC	<i>National Television System Committee</i>
STANAG	Standarization agreement
OSI	Open System Interconections
OTAN	Organización del Tratado del Atlántico Norte
PAL	Phase Alternating Line
PASI	Plataforma Autónoma de Sensores de Inteligencia
PES	Packetized Elementary Stream
PoE	Power over Ethernet
PR4G	Programa Radio de 4 ^a Generación
PSI	Program Specific Information
RAM	Random Access Memory
RCA	Radio Corporation of America
SAPEM	Soporte de Apoyo al Proyecto Español en MAJIIC
SD	Standard Definition

SERT	Sistema de exploración y reconocimiento terrestre
UAV	Unmanned Air Vehicle
UHF	Ultra High Frequency
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
USB	Universal serial bus
VAMTAC	Vehículo de alta movilidad táctica
VERT	Vehículo de Exploración y Reconocimiento Terrestre
VHF	Very High Frequency
VHS	Video Home System

1 Introducción

En este primer capítulo de introducción se contextualizará y justificará la motivación de este trabajo. Se enumerarán los objetivos del mismo modo que la metodología que se usó para alcanzar dichos objetivos. Por último expondrá el ámbito de aplicación y finalmente se explicarán una serie de conceptos generales sobre video.

1.1 Contexto y justificación del trabajo

En la actualidad, la necesidad de acceso a la información por parte del Mando es vital para un correcto planeamiento y conducción de las operaciones. Para ello las Fuerzas Armadas de cada país han tenido que desarrollar sus propios medios, sistemas y procedimientos para alcanzar un óptimo aprovechamiento de dichos recursos.

Dada la creciente colaboración de los países miembros de la OTAN (Organización del Tratado del Atlántico Norte) en el ámbito de Defensa se hace necesaria la adopción de técnicas y procedimientos comunes para una correcta interoperabilidad con respecto a los productos de inteligencia, tanto en ejercicios como en zona de operaciones.

Para alcanzar dicha interoperabilidad nueve países de la OTAN pusieron en marcha el programa MAJIIC[1] (Multi-Intelligence All-source Joint Intelligence Reconaisement Survillance And Interoperability Coalition), con la finalidad de maximizar la utilidad militar de los recursos de inteligencia, vigilancia, adquisición de objetivos y reconocimiento (ISTAR). MAJIIC se desarrolló en base a acuerdos de estandarización de la OTAN llamados STANAGs para conseguir su interoperabilidad. En base a esto España desarrolló los sistemas SAPEM[1] (Soporte de Apoyo al Proyecto Español en MAJIIC) que permite compartir información conforme a los principios, arquitectura y requisitos de MAJIIC.

En la actualidad el Ejército Español dispone de multitud de sensores de vídeo tales como, UAV (Unmanned Air Vehicle) RAVEN y PASI (Plataforma Autónoma de Sensores de Inteligencia), VERT (Vehículo de exploración y reconocimiento terrestre), cámaras coral, etc. Sin embargo, el formato de vídeo de muchos de esos sensores no cumplen con lo especificado en el STANAG 4609 NATO[2] (North Atlantic Treatment Organization) Motion Imagery, que define las especificaciones que deben reunir las imágenes en movimiento. Por lo tanto no pueden ser compartidas en los sistemas SAPEM. Este hecho supone una gran pérdida en la utilidad militar que estos sensores podrían aportar a la coalición, por lo que se hace necesario adaptar el formato en el que dichos sensores captan el video y hacer que cumplan con el estándar.

1.2 Objetivos y alcance del trabajo

El objetivo de este trabajo es la integración de las imágenes en movimiento captadas por las cámaras de vídeo del RAVEN y del VERT para que puedan ser usados por los sistemas SAPEM y puedan ser visualizados por los demás países de la coalición. Para ello será necesario que los formatos de dichas imágenes en movimiento cumplan los requisitos fijados por el STANAG 4609.

Para la realización de este trabajo se han establecido una serie de tareas a realizar:

- Estudio de los sistemas MAJIIC y su funcionamiento.
-
- Estudio de las especificaciones del STANAG 4609 sobre los formatos de vídeo.

- Estudio de los sensores de vídeo del VERT y del RAVEN. Exponiendo sus capacidades y su formato de vídeo.
- Comparación de los requisitos enunciados por el STANAG con las especificaciones de los sensores objeto de estudio. Se citarán cuáles de ellos cumplen el acuerdo y cuáles no.
- Búsqueda de una solución particular para cada sensor de tal manera que puedan acogerse al acuerdo.
- Análisis de costes de la solución.

1.3 Ámbito de aplicación

España firmó el acuerdo STANAG 4609, por el cual se comprometía a adaptar el formato de sus sensores de vídeo. En la actualidad el único sensor de vídeo que cumple con el STANAG en el Ejército de Tierra (E.T) es el UAV PASI[3]. El trabajo está enfocado en encontrar una forma de adaptar el formato de vídeo del RAVEN y VERT para que cumpla el STANAG 4609. Además, esta solución puede servir como ejemplo para adaptar el formato de vídeo del resto de sensores del Ejército de Tierra que no cumplan el STANAG.

1.4 Estructura de la memoria

La memoria está organizada siguiendo la siguiente estructura:

- En el Capítulo 2 se realiza una introducción a los sistemas MAJIIC y SAPEM. Se exponen los requisitos que el STANAG exige que cumplan los archivos de vídeo y se realiza un análisis del RAVEN y del VERT. Por último se enumeran los motivos por los cuales no cumplen el STANAG.
- En el Capítulo 3 se muestran posibles soluciones a cada uno de los problemas que impiden que estos sensores no cumplan con las especificaciones demandadas por el STANAG 4609.
- En el Capítulo 4 se muestran las conclusiones finales del trabajo.

Al final del documento se encuentran los siguientes anexos:

- En el Anexo A se exponen de forma detallada conceptos generales sobre vídeo.
- En el Anexo B se explica en detalle el funcionamiento de los sistemas MAJIIC.
- En el Anexo C se muestran dos entrevistas realizadas a un miembro de la Brigada Aragón nº I sobre el VERT y a un miembro del Regimiento nº 21 de Transmisiones sobre el PASI.
- En el Anexo D se muestra una guía paso a paso para digitalizar vídeo por medio de una capturadora.

1.5 Conceptos generales de vídeo

En este apartado se van a definir brevemente algunos conceptos de vídeo que facilitarán la compresión de la memoria. En el anexo A “Conceptos Generales de Vídeo” se profundiza más en estos conceptos.

1.5.1 *Video*

Es la captura y reproducción de imágenes en movimiento mediante la sucesión de imágenes fijas. A cada imagen se le llama frame o cuadro y la velocidad a la que se suceden framerate o velocidad de cuadro. Se miden en FPS (frames per second) o cuadros por segundo.[4]

1.5.2 *Video analógico*

Las imágenes captadas son transformadas en una señal eléctrica que puede tomar infinitos valores de amplitud y son almacenadas en materiales ferromagnéticos. Su calidad depende de la cámara, el soporte y el reproductor.[5]

1.5.3 *Video digital*

Vídeo cuya señal eléctrica toma valores discretos y finitos, normalmente son valores binarios. Pueden almacenarse en cualquier soporte digital. Su calidad depende únicamente de su cantidad de bits por segundo o bitrate. Sus cuadros están formados por píxeles. A mayor densidad de píxeles mayor resolución de imagen. El vídeo digital presenta diversas ventajas sobre el vídeo analógico como su flexibilidad de almacenaje, capacidad de utilizar técnicas de regeneración de señal¹ en la transmisión y el uso de protocolos de corrección de errores.[6]

1.5.4 *Barrido entrelazado*

Es una técnica de representación de vídeo en la que se divide la pantalla en líneas horizontales pares e impares. Se caracteriza porque se refrescan primero las líneas impares y posteriormente las pares. De esta forma se pueden refrescar imágenes al doble de frecuencia y el ojo humano lo percibe como movimiento. Se consigue reducir el ancho de banda necesario a la mitad. Sin embargo se produce una pérdida en la resolución y es posible la aparición del efecto peine.²[7]

1.5.5 *Barrido progresivo*

Es otra técnica de representación de vídeo en la cual se representan los cuadros de manera secuencial línea a línea, de izquierda a derecha y de arriba abajo (como al leer un libro). Con esto se obtienen buenas resoluciones y se elimina el efecto peine. Es ideal para funciones de video vigilancia. Sin embargo no es recomendable cuando el ancho de banda es limitado.[7]

¹ Regeneración de señal: Cuando una señal viaja a través del medio sufre una atenuación y es afectada por el ruido. Un sistema analógico usa repetidores para amplificar la señal pero no es capaz de diferenciar entre señal y ruido, amplificando ambos. Un sistema digital usa regeneradores que amplifican la señal pero no el ruido introducido por el canal.

² Efecto peine: fenómeno que se produce con el uso de técnicas de barrido entrelazado que consiste en la falta de sincronización entre las líneas pares e impares, siendo apreciable para el ojo humano.

1.5.6 Conversión analógico-digital

También llamado digitalización, es un proceso que convierte un video analógico a formato digital. Está compuesto por los procesos de muestreo cuantificación y codificación.[8]

1.5.6.1 Muestreo

Consiste en tomar muestras de amplitud de la señal analógica a una frecuencia fija. Se consigue una señal de tiempo discreto

1.5.6.2 Cuantificación

Proceso en el cual se aproximan los valores muestrados a unos valores finitos y preestablecidos

1.5.6.3 Codificación

Proceso que transforma los nuevos valores de la señal en bits dependiendo del tipo de codificación que se use.

Tras realizar estos tres procesos se obtiene una señal totalmente digital, sin embargo es posible que ocupe mucha memoria por lo que se idearon técnicas de compresión.

1.5.7 Compresión

Una vez que se ha digitalizado el vídeo el archivo final puede ocupar demasiado espacio en la memoria. Para evitar esto se utilizan técnicas de compresión de vídeo[9]. Se trata de un tipo de codificación en el que la cantidad de código resultante es menor que la original, gracias a la eliminación de redundancia. En función del grado de compresión se producirán pérdidas irrecuperables de calidad, aunque algunas de esas pérdidas son inapreciables para el ojo humano. De esta manera el archivo es más ligero tanto para su almacenamiento como su difusión.

1.5.8 Códec

Es la abreviatura de codificador-decodificador, es un software que además de codificar la señal de vídeo es capaz de comprimirla. A la hora de reproducir un archivo de vídeo, lo descomprime y reproduce de forma transparente para el usuario.

1.5.9 Metadatos

Son datos sobre los datos[10]. Es información que nos describe las características, propiedades y contenido del archivo al que pertenecen. En este caso sería información acerca de la fecha y hora del vídeo, coordenadas, unidad origen del video, etc.

2 Análisis y comparativa

En este capítulo se realizará una breve introducción a los sistemas MAJIIC en la que se expondrán sus objetivos, sus componentes y su funcionamiento básico. Se enumerarán los requisitos que fija el STANAG 4609 para los formatos de vídeo y se analizarán los sensores del VERT y del RAVEN. Finalmente se compararán las especificaciones de ambos sensores con el STANAG.

2.1 MAJIIC

El programa MAJIIC, es un proyecto impulsado por nueve países de la OTAN con la finalidad de alcanzar la interoperabilidad de los distintos tipos de productos de inteligencia con la finalidad de favorecer de manera positiva en el ciclo de decisión del mando.[1]

Los objetivos que se pretenden alcanzar con el programa MAJIIC son los siguientes:

- Desarrollar una rápida integración al amplio espectro de datos IRS (Intelligence, Reconaisement and Survieillance) procedentes de distintos sistemas y sensores.
- Mejorar el mapa de situación.
- Mejorar el uso compartido de los sensores en la coalición.
- Implementar el manejo de datos provenientes de sensores casi en tiempo real.
- Desarrollar la interoperabilidad basada en una red de nodos.
- Coordinar la asignación, planificación, supervisión y gestión de las necesidades de información (proceso IRM&CM).

MAJIIC establece y define las características y formatos que deben cumplir los productos de inteligencia que son compartidos, así como la infraestructura sobre la que debe asentarse. Se permite que los países desarrollen sus sistemas libremente, para lo cual se han establecido una serie de estándares que se deben de cumplir para poder compartir los productos y que sean soportados por el sistema. En el caso de España, se está desarrollando el sistema SAPEM del cual se hablará más adelante.

En la siguiente figura se muestran los distintos STANAGs que integra MAJIIC. El STANAG 4559 determina la infraestructura del sistema, mientras que el resto fijan los formatos de los distintos tipos de productos a compartir[1]r. Al ser el STANAG 4609 el que fija el formato de las imágenes en movimiento se le dedicará un apartado más adelante.

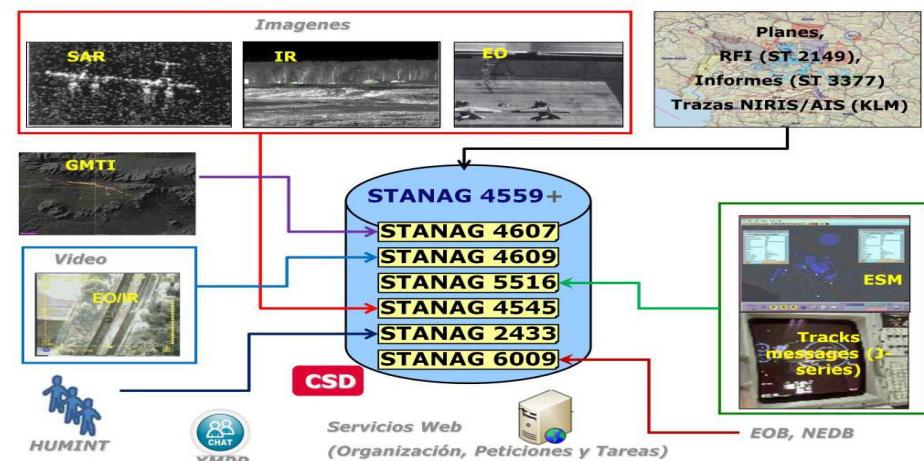


Figura 2-1 STANAGS de MAJIIC (Fuente:[1])

Análisis y comparativa

MAJIIC está constituido por un modelo de capas, como el modelo de referencia OSI (Open System Interconnections)³, siguiendo una estructura cliente-servidor⁴. Está formado por cuatro tipos de sistemas[1], los Sistemas Sensores, los Sistemas de gestión de las necesidades de inteligencia y obtención de información, los Sistemas de explotación de inteligencia y por último la Base de Datos Compartidos de la Coalición, también llamado Nodo CSD (Coalition Shared Database).

Sistemas Sensores: Se encargan de la obtención de información gracias a la captura de imágenes, vídeo, etc. Responden a las peticiones de información que se les realiza y suben dicha información al Nodo.

Sistemas de gestión: Son los que realizan las peticiones de información, gestionan los flujos de trabajo y asignan tareas.

Sistemas de explotación: Realizan un análisis de la información que se les ha proporcionado y la transforman en inteligencia. Pueden solicitar a los sistemas de obtención directamente productos que no hayan sido aún obtenidos.

Nodo CSD: Base de datos donde se almacenan todos los productos de inteligencia. Hace labores de servidor y biblioteca de archivos.

Por lo tanto existen unos clientes que explotan y analizan los productos realizando peticiones al nodo CSD que tendrá almacenado los productos de inteligencia, realizando las funciones de un servidor. Otros que se encargarán de gestionar las necesidades de información y generarán peticiones de inteligencia. Los sensores que obtienen las imágenes, vídeo, etc. para posteriormente subirlos al servidor y el servidor mismo.

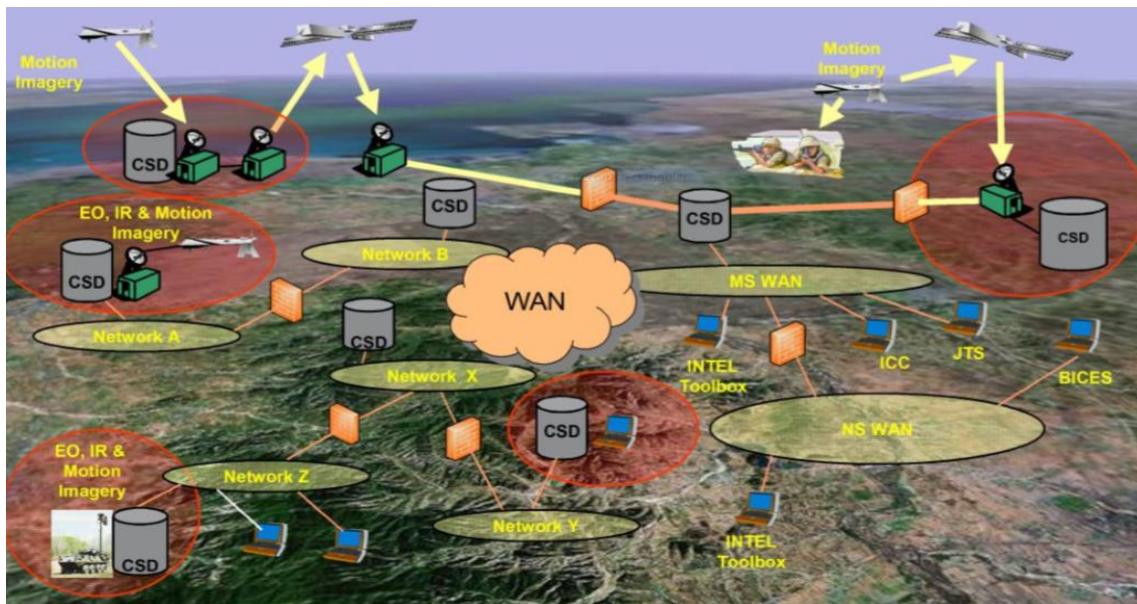


Figura 2-2 Despliegue de los sistemas MAJIIC (Fuente:[1])

En la figura se muestra cómo estarían desplegados los medios sobre el terreno. Como se puede observar los medios de adquisición de información están conectados a un nodo CSD, dónde se almacenan todos los productos que se han obtenido. A su vez, los otros clientes conectados al nodo forman una pequeña

³ Modelo de referencia OSI: Es el modelo de referencia de protocolos de red en una arquitectura basada en capas. Cada capa genera una serie de servicios que necesita la capa superior para su correcto funcionamiento.

⁴ Estructura cliente-servidor: Consiste en una estructura en la cual un programa cliente realiza peticiones a programa servidor que le da una respuesta.

Análisis y comparativa

red. Estas pequeñas redes están interconectadas entre sí permitiendo que un cliente pueda solicitar y recibir productos de un nodo de otra red. Para permitir el intercambio de información intraredes, los nodos deben de estar sincronizados entre sí. Con esta sincronización los nodos replican a otros nodos la información de los metadatos que describen los productos que almacenan. De esta forma sabrán si otro nodo tiene información que les pueda ser útil.

Los nodos almacenan la información de la siguiente manera. Cada servidor dispone de una biblioteca de productos en la cual únicamente están referenciados sus metadatos. Dichos metadatos tienen asociados unos ficheros que contienen los productos en sí, que pueden ser imágenes, vídeos, etc. De esta manera un usuario sabe si un archivo le será útil sin necesidad de acceder al mismo.

2.1.1 SAPEM

El programa SAPEM^[1] es un proyecto nacional desarrollado por la empresa GMV a petición de la DEGAM (Dirección General de Armamento y Material del Ejército). Tiene como finalidad conseguir que el Ejército cumpla con los requisitos especificados en MAJIIC y alcanzar la interoperabilidad a la hora de compartir inteligencia con el resto de la coalición.

La infraestructura de SAPEM es análoga a la expuesta en MAJIIC. En la siguiente tabla se mostrará los sistemas que componen SAPEM y su análogo en MAJIIC.

MAJIIC	SAPEM
Nodo CSD	Servidor ESP-CSD
Sistemas de gestión de las necesidades de inteligencia	Cliente CCIRM ⁵ -ATNEA
Sistemas de explotación de la información	Cliente SEISMO
Sistemas de obtención	Sistemas de obtención

Tabla 2-1 Relación de los componentes de SAPEM con los de MAJIIC (Fuente: elaboración propia)

Tanto SEISMO como CCIRM-ATNEA son clientes pesados⁶, sin embargo se da la posibilidad del uso de clientes web (clientes ligeros) con capacidades limitadas. Son servicios que ofrece el nodo ESP-CSD y accesibles desde un web browser. Es una solución flexible para integrar sistemas no-MAJIIC en la red ya que no se requiere de una instalación previa y resulta muy útil de cara a los sistemas de obtención.

En el Anexo B “MAJIIC” se encuentra de manera mucho más detallada la composición del sistema así como su funcionamiento.

2.2 STANAG 4609

El STANAG 4609 NATO Motion Imagery es un acuerdo emitido por la Agencia de Estandarización de la OTAN (NSA – NATO Standardization Agency) en el cual se definen las características que deben de poseer los formatos de vídeo para poder ser compartidos^[2]. Busca promover la interoperabilidad de los sistemas de vídeo para incrementar la capacidad de combate de las unidades así como su flexibilidad y eficiencia. Está basado en el uso de diferentes estándares como Estándares Militares (MIL-STDs – Military Standards), recomendaciones de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) y estándares de la Organización Internacional de Estandarización (ISO – International Standardization Organization). Las naciones que firman el acuerdo se comprometen a implementarlo total o parcialmente.^[2]

⁵ CCIRM: Collection Coordination and Intelligence Requirements Management

⁶ Cliente pesado: es un tipo de programa cliente que se caracteriza por la elevada cantidad la capacidad de cómputo del ordenador que requiere para su funcionamiento. Es necesario una instalación y configuración para su uso. Poseen mayores funcionalidades que un cliente ligero.

Se determina una clasificación de tres clases de vídeo atendiendo a su calidad:

-Alta definición (HD – High Definition): aquellos vídeos de barrido progresivo cuya resolución espacial es de 1280x720 píxeles a una frecuencia de 24Hz o superior.

-Definición mejorada (ED - Enhanced Definition): vídeos de barrido progresivo con resoluciones de 720x480 píxeles a 60Hz o 720x576 píxeles a 50Hz.

-Definición estándar (SD – Standard Definition): vídeos de barrido entrelazado con resoluciones de 720x480 píxeles a 60Hz o 720x576 píxeles a 50Hz.

Los sistemas de barrido entrelazado son considerados anticuados con respecto con la tecnología actual de deberán ser sustituidos por sistemas de barrido progresivo al final de su vida útil. Aquellos que sean analógicos y usen barrido entrelazado se consideran obsoletos por lo que su sustitución por sistemas digitales con barrido entrelazado es la evolución lógica. Sin embargo a medida que se abaratén los sistemas digitales de barrido progresivo (definición mejorada) será más acertada la migración a este formato al suponer la mejor combinación de la mejora de la resolución espacial y temporal. Finalmente la Alta Definición es el estado final que se quiere alcanzar a corto plazo (entre cinco a diez años) para todos los sensores de vídeo dentro de la OTAN.

Según el estándar 0219 “Migración de vídeo analógico” el vídeo analógico que capten sistemas obsoletos debe ser transformado a formato digital lo antes posible sin la posibilidad de volverlo a transformar a formato analógico de nuevo.

El STANAG obliga a que todos los archivos de vídeo sean transmitidos sobre tramas de transporte MPEG-2, por lo tanto los flujos de vídeo junto con sus flujos de audio y sus metadatos deben ser unidos y enviados por un mismo canal. Para la compresión de vídeo, los únicos estándares de compresión que se permiten usar son el estándar MPEG-2 y el estándar H.264. Cuando se den circunstancias en las que el ancho de banda sea limitado el STANAG recomienda que se utilice el formato H.264 en lugar de usar el formato MPEG-2. Además en la última versión del STANAG, la tercera edición, recomienda que se empiece a sustituir el uso de MPEG-2 por el uso de H.264.

Por último el STANAG marca que el formato de todos los metadatos que acompañan al vídeo debe de ser el formato KLV (Key Length Value). En la figura se muestra un ejemplo de una transmisión de vídeo que cumple el STANAG. Un flujo de vídeo acompañado de sus metadatos en formato KLV en una trama MPEG-2. Si el vídeo tuviese audio también formaría parte del mismo flujo de datos.



Figura 2-3 Ejemplo de un flujo de datos que cumple el STANAG 4609 (Fuente:[2])

2.2.1 Tramas MPEG-2

Las tramas de transporte MPEG-2 son las unidades mínimas de transporte de vídeo y audio digitales, definidas en los protocolos de comunicación desarrollados por MPEG (Moving Pictures Expert Group).[11]

Análisis y comparativa

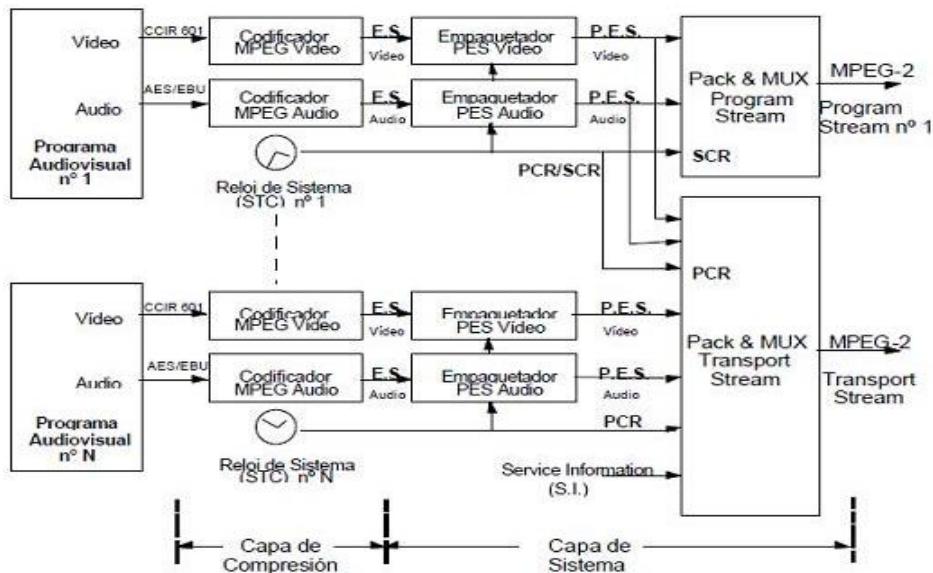


Figura 2-4 Diagrama de bloques de generación de tramas de transporte MPEG-2 (Fuente:[12])

Como se muestra en la figura, varios flujos de vídeo y audio son digitalizados y comprimidos, cada uno de ellos recibe el nombre de corriente elemental (ES – Elementary Stream). Para cada tipo de dato existe un ES, ya sea vídeo, audio o datos adicionales. Posteriormente cada ES es dividido en trozos y encapsulado en una corriente elemental de paquetes (PES-Packetized Elementary Stream), de longitud variable. Finalmente se hacen pasar los distintos tipos de PES a través de un multiplexor⁷ obteniendo una única trama de transporte MPEG-2 en la que hay datos de vídeo, audio y datos adicionales.

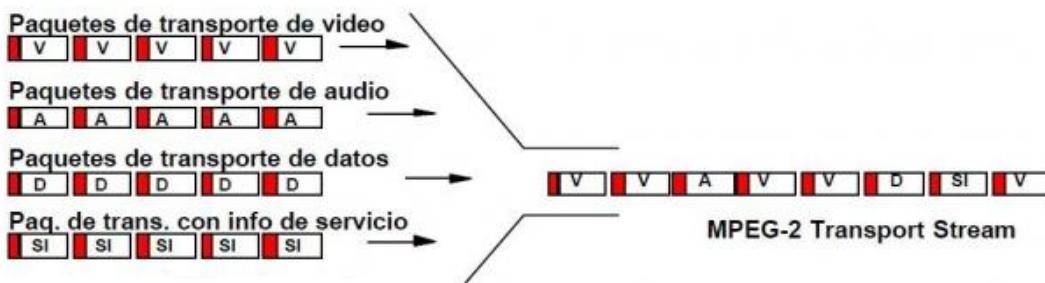


Figura 2-5 Multiplexado de PES en una trama MPEG-2 (Fuente:[12])

Las tramas de transporte tienen una longitud definida de 188 Bytes⁸. De esos Bytes los cuatro primeros están reservados para la información de la cabecera, mientras que el resto corresponden a la carga útil (vídeo, audio, datos). Puede darse el caso en que no haya suficiente información en la carga útil como para poder ocupar esos 184 Bytes, por lo que se utilizarán bits de relleno⁹.

⁷ Multiplexor: Consiste en un circuito cuya finalidad es recibir varias entradas y trasmitirlas por un único canal compartido.

⁸ Byte: Sucesión de ocho bits.

⁹ Bit de relleno: Los bits de relleno son aquellos que no aportan información. Suelen ser utilizados para completar tramas.

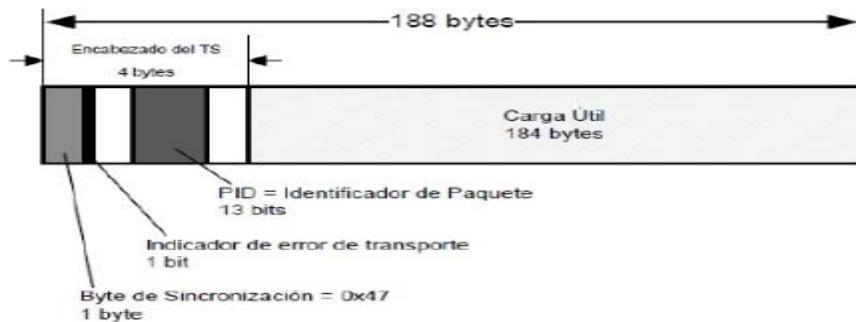


Figura 2-6 Trama de transporte MPEG-2 (Fuente:[11])

Las tramas de transporte han sido especialmente diseñadas para ser usadas en entornos en los que exista abundante ruido e interferencias por lo que son muy robustas. Además se utilizan marcación en el tiempo para sincronizar las tramas enviadas, para que puedan ser ordenadas en el destino si han llegado de forma desordenada al receptor.[12]

2.2.2 Metadatos

El STANANG define que el formato para representar los metadatos asociados al vídeo debe ser el formato KLV, cuya traducción al español sería “Clave, Longitud, Valor”. Los objetos definidos por los metadatos van agrupados formando tripletes. Cada triplete está compuesto por un campo “Clave”, que indica el tipo de dato, el campo “Longitud”, que especifica la longitud del dato y el campo “Valor”, que contiene el dato relativo al tipo de metadato asociado.

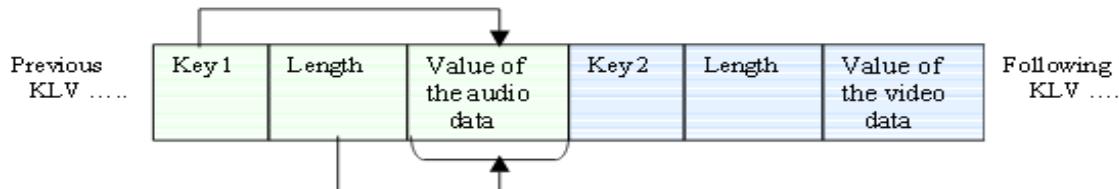


Figura 2-7 Ejemplo de una trama de metadatos en formato KLV (Fuente:[2])

Existen dos formas de vincular los metadatos a su correspondiente paquete elemental de vídeo para multiplexarlos dentro de una trama MPEG-2. Por un lado se puede hacer de forma asíncrona. A la hora de vincular los metadatos asíncronamente, no se reserva ningún campo dentro del paquete de metadatos que lo vincule en el tiempo con su paquete de vídeo sino que se vincula por proximidad. Esto quiere decir que se considera que el paquete de metadatos al paquete de vídeo del que esté más cerca dentro de la trama. Aunque de esta manera se simplifica el proceso pueden ocurrir problemas como que los metadatos se asocien a tramas de vídeo que no son la suya. Por ello esta opción se utiliza cuando los metadatos no cambian a lo largo del vídeo o cuando no están fuertemente relacionados con el tiempo.[13]

La otra forma es de manera síncrona. Por lo tanto los paquetes de metadatos tendrán un campo reservado en el que se le referencie temporalmente con su paquete de vídeo. Cuando los metadatos están fuertemente relacionados con el vídeo, es decir, cuando su valor cambia a medida que reproduce el vídeo es necesario sincronizarlos para que el multiplexor pueda relacionar cada paquete de metadatos con su respectivo paquete de vídeo y multiplexarlos en orden.

2.3 UAV Raven

El UAV RAVEN vehículo aéreo no tripulado utilizado para misiones de reconocimiento, adquisición de objetivos y vigilancia. Está formado por un pequeño avión y su estación de control terrestre (GCS – Ground Control Station).[14]

El avión es pequeño y ligero, con un peso de aproximadamente 2 kg (1,9 kg), una autonomía de una hora a hora y media en función de la distancia, capaz de volar hasta 10 km de distancia a velocidades entre 27 y 59 km/h, así como un techo de vuelo de 300 metros desde la altura de lanzamiento. Su sistema de despegue es manual y su aterrizaje es vertical debido a una pérdida intencionada de sustentación. En vuelo es posible pilotarlo remotamente o de forma programada, además es posible hacerle volver al lugar de despegue con sólo pulsar un botón.

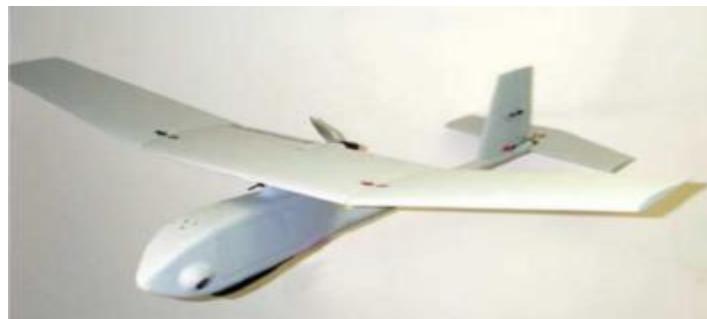


Figura 2-8 UAV RAVEN (Fuente:[14])

El CGS está formado por una antena en forma de trípode que enlaza con el UAV, una consola de control remoto, que ofrece una amplia gama de funcionalidades sin necesidad de un ordenador, y por un repetidor (hub)¹⁰ que conecta la antena con la consola, además de permitir más conexiones. Entre algunas de estas funcionalidades que ofrecen la consola destacan un interfaz para la planificación y el desarrollo de la misión, control remoto del UAV, visualización en tiempo real del vídeo captado por las cámaras, coordenadas y altura de vuelo del UAV durante su vuelo (metadatos) así como la distancia que hay desde el GCS hasta el Raven.

El UAV está dotado con tres cámaras, situadas en su morro. Dos de ellas son de luz visible y la otra infrarroja. Las cámaras están situadas en la frontal del morro así como en sus laterales. Las cámaras de luz visible, una está en la frontal y la otra en un lateral. La cámara IR (Infrarrojo) está en el otro lateral. Las características de las cámaras están definidas en la siguiente tabla:

	Formato	Resolución	Tipo de barrido
Cámara frontal EO	Analógico	768x492	Entrelazado
Cámaras laterales EO	Analógico	2048x1536	Entrelazado
Cámaras IR	Analógico	320x240	Entrelazado

Tabla 2-2 Características de las cámaras del RAVEN (Fuente:[14])

¹⁰ Hub o repetidor: Dispositivo de conexión intermedio de capa 1. Reenvía la información que le llega por cualquiera de sus bocas al resto de bocas.



Figura 2-9 Pieza del morro del RAVEN junto con sus cámaras (Fuente:[14])

A la vista de las características expuestas en la anterior tabla y según lo especificado en el STANAG se tratan de dispositivos cuya tecnología está obsoleta al ser analógicos y de barrido entrelazado. Por lo tanto en un futuro deberán de ser sustituidos por sistemas más actuales.

A continuación se va analizar el camino que sigue la señal de vídeo. En primer lugar las cámaras captan el vídeo que es transmitido desde el UAV hasta el GCS. En el GCS la señal de vídeo es recibida por la unidad de radio frecuencia y enviada al Hub. Una vez que la señal ha llegado al Hub hay varias opciones para transmitir la señal de vídeo debido a la variedad de conexiones que permiten sus distintos conectores. A pesar de que el RAVEN tiene tres cámaras, el sistema sólo puede transmitir una única señal de vídeo, que proviene de la cámara que se haya seleccionado.



Figura 2-10 Hub de conexiones del GCS (Fuente:[14])

De cara a poder proponer una solución compatible con el STANAG es importante saber en detalle el tipo de conexiones que ofrece el hub para dar salida a la señal de vídeo. Al hub se le pueden realizar el siguiente tipo de conexiones:

1. Enviar la señal a la consola de control remoto conectándola al Hub a través de su puerto de consola remota.
2. Conectar el Hub a un ordenador a través de su puerto Ethernet.

3. Pasar la señal a un dispositivo de reproducción de vídeo o un capturador de vídeo a través de su conexión RCA (conexión coaxial).

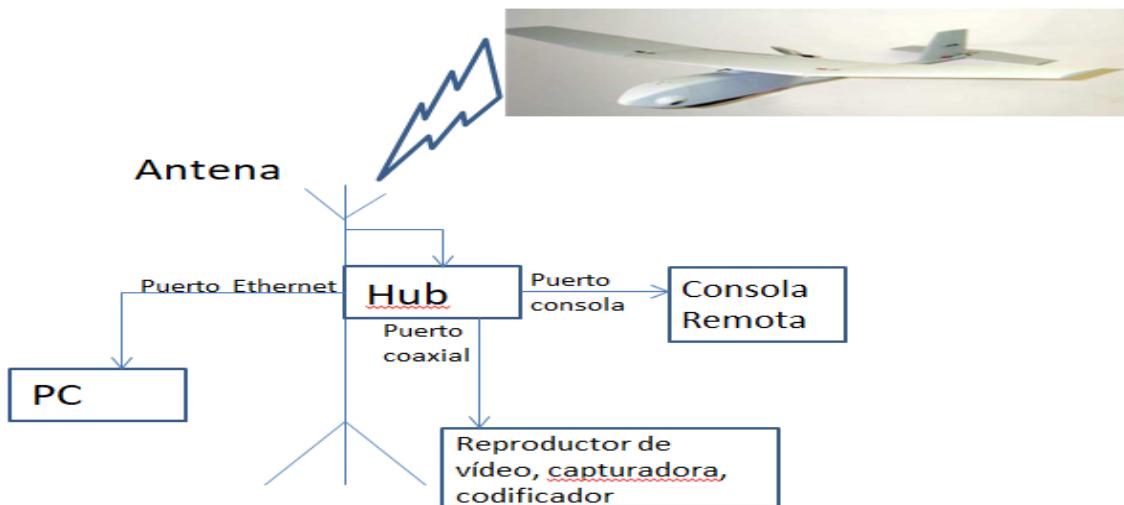


Figura 2-11 Diagrama de bloques del recorrido de la señal de video (Fuente: elaboración propia)

Ya que se pretende transmitir la señal de vídeo, la solución que se proponga deberá de conectarse al hub a través del puerto RCA por el que se transmitirá la señal de vídeo y los metadatos.

Finalmente se va a proceder a citar los motivos por los cuales el vídeo de RAVEN no cumple con las especificaciones expuestas en el STANAG.

- En primer lugar las cámaras del RAVEN son analógicas, produciendo una señal de vídeo tipo PAL (Phase Alternative Line)¹¹, por lo que se tendrá que digitalizar su señal de vídeo.
- Seguidamente ese vídeo digital debe de comprimirse siguiendo cualquiera de los dos formatos de compresión permitidos, MPEG-2 o H.264.
- Los metadatos deben de adaptarse al formato KLV.
- Por último se deben de multiplexar las tramas de vídeo y metadatos en una única trama de transporte MPEG-2.

2.4 VERT

El VERT es el nuevo vehículo destinado para las unidades caballería desarrollado por la empresa NAVANTIA sobre la plataforma del URO VAMTAC (Vehículo de alta movilidad táctica). De entre todas sus misiones destacan las de reconocimiento, vigilancia y adquisición de objetivos[15]. Para ser capaz de cumplir dichas misiones se le ha dotado del SERT (Sistema de exploración y reconocimiento terrestre) que está compuesto por cinco subsistemas y diseñado siguiendo un sistema de arquitectura modular que facilita integración, mantenimiento y escalabilidad. Está dotado de cámaras tanto electro-ópticas (EO) como infrarrojas (IR), numerosos dispositivos de medición, así como una amplia variedad de elementos de transmisiones que le permiten mantener enlace casi en todo momento así como disponer de una alta flexibilidad y adaptación.

¹¹ PAL: sistema de vídeo analógico entrelazado muy usado en Europa, Asia y África. Se caracteriza por utilizar 50 fotogramas por segundo cuando las escenas tienen movimiento y 25 fotogramas cuando no lo hay.



Figura 2-12 VERT con su pedestal de sensores desplegado (Fuente: elaboración propia)

De los cinco subsistemas que componen el SERT dos de ellos son importantes en la cadena de vídeo:

- Subsistema de observación y adquisición de objetivos: es aquel en el que se encuentran las cámaras de vídeo y del que se profundizará más adelante. Está formado por un pedestal de sensores y un mástil telescópico
- Subsistema de Mando y Control: se trata de un terminal BMS (Battle Management System) con el que intercambiar información sobre objetivos referencias e itinerarios.

El VERT está dotado de una gran variedad de medios de transmisión, que le aportan una gran flexibilidad a la hora de enlazar con el escalón superior. Las capacidades que le ofrecen dichos medios son enlace de HF (High Frequency), VHF (Very High Frequency), UHF, (Ultra High Frequency) y enlace satélite.

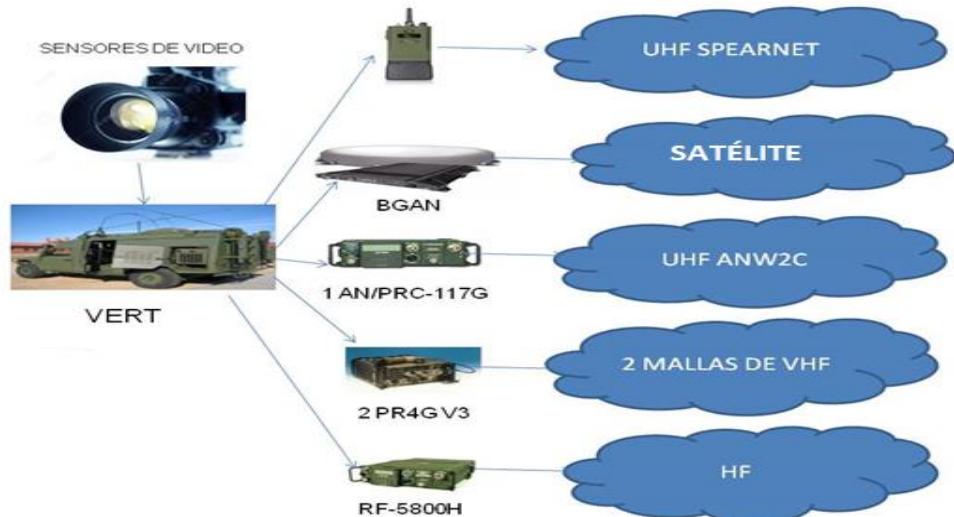


Figura 2-13 Medios de transmisiones del que dispone el VERT (Fuente: Manual Técnico del VERT)

Tras realizar una entrevista al jefe del vehículo, que puede consultarse en el Anexo C “Entrevistas”, se llegó a la conclusión que de todos estos medios los únicos que tienen un ancho de banda suficiente para la transmisión de vídeo son la radio SPEARNET, la radio AN/PRC-117 G y el terminal satélite, de los cuales el medio más idóneo es la radio AN/PRC-117 G que permite anchos de banda de hasta 2Mb/s.

2.4.1 Subsistema de observación y adquisición de objetivos

A continuación se va a definir el subsistema de observación y adquisición de objetivos, en el cual están las cámaras de vídeo y otros elementos de medición. Está compuesto por un mástil y un pedestal de sensores EO.

El mástil tiene como función elevar el pedestal de sensores por encima del vehículo a la altura deseada, hasta un máximo de 3.87 metros, mediante un sistema eléctrico.

2.4.1.1 Pedestal de sensores EO:

Su misión es la obtención de vídeo, tanto visible como infrarrojo, y la obtención de datos como la distancia y orientación de los blancos observados. Está formado por los siguientes elementos:

- **Cámara IR Cástor HR:** Se trata de una cámara térmica que capta la energía infrarroja (calor) que es emitida por los objetos. Esa energía captada se transforma en una señal. Está destinada para su uso en ambientes nocturnos. El detector de calor está mantenido en el vacío y es enfriado por un sistema criogénico a 77 Kelvin. La señal de salida de salida es una señal de vídeo analógica en formato PAL con una resolución de 640x512.



Figura 2-14 Cámara IR Castor HR (Fuente: Manual Técnico del VERT)

- **Cámara TV Viniris-S:** Cámara de marca Sony de luz visible y próxima al infrarrojo. Posee un rango dinámico de 1,0 a 100.000 lux¹² para grabar en color y de 0,7 a 100.000 lux para hacerlo en blanco y negro. La señal de salida es analógica en formato PAL de 625 líneas de 460 píxeles con una relación de aspecto de 4:3. Tiene un alcance de 23km y un zoom óptico de 26 aumentos. Posee una cubierta hermética y una unidad de auto-diagnóstico.



Figura 2-15 Cámara TV Viniris-S (Fuente: Manual Técnico del VERT)

¹² Lux: unidad del Sistema Internacional con la que se mide la iluminancia

- **Giróscopo SAGEM:** se encarga de proporcionar las variaciones producidas en elevación y orientación para su posterior corrección.
- **Telemetro laser Zeiss LDM 43:** Obtiene la distancia al blanco con un error máximo de 5 metros. Tiene un alcance de 100 a 20000 metros. Es capaz de detectar la distancia de hasta 5 blancos simultáneamente. El telémetro proporciona metadatos sobre el vídeo.
- **Brújula digital:** proporciona los tres ángulos de posición espacial al sistema, orientación, elevación y alabeo. También proporciona metadatos.

La señal de vídeo proveniente de las cámaras es transmitida a la unidad de Procesamiento de vídeo y control, desde la que puede ser enviada a los terminales del observador y jefe de vehículo para su visualización. También posee una salida de vídeo a través de un conector coaxial, que corresponde al conector JB12. La salida de vídeo del VERT sólo ofrece un canal, por lo que sólo se puede visualizar el vídeo de una cámara a la vez. A pesar de esto, la cámara IR posee un opción en la cual sirve como completo de la cámara Viniris, combinando las imágenes de ambos vídeos en un único canal. Las razones por las cuales el vídeo del VERT no cumple las especificaciones del STANAG son las mismas que en el caso del RAVEN:

- Se tratan de cámaras que capturan vídeo analógico por lo que se tiene que hacer una conversión al formato digital y en los estándares de compresión permitidos.
- Los metadatos deben de adoptar el formato KLV.
- Finalmente el vídeo y los metadatos deben formar parte del mismo flujo de datos dentro de tramas MPEG-2.

3 Solución

Dado que el problema de ambos sistemas es muy similar se deberá llegar a dos soluciones similares. Antes que nada el STANAG obliga a digitalizar los flujos vídeo analógico cuanto antes dentro de la cadena de procesamiento de vídeo, por lo tanto la digitalización de la señal es el primer paso a realizar. Una vez digitalizado se deberán de comprimir los flujos de vídeo siguiendo los estándares de compresión MPEG-2 o H.264, que son los únicos que permite el STANAG. Ya que se tratan de cámaras de barrido entrelazado es recomendable el uso de filtros de des entrelazado¹³ para evitar la aparición del efecto peine durante la visualización. Sus metadatos deben de ser codificados en formato KLV. Por último se debe de combinar el flujo de vídeo junto con el de sus metadatos en un único flujo de datos y ser enviados en tramas MPEG-2.



Figura 3-1 Diagrama de bloques de la solución (Fuente: elaboración propia)

En la figura se muestra el diagrama de bloques de un sistema que convierte vídeo analógico junto a sus metadatos a un formato que cumpla el STANAG. Se puede observar cómo al principio la señal de vídeo analógico y de metadatos entran en el sistema en dos flujos distintos. Para empezar las señal de vídeo debe de ser convertida en una señal digital, por lo que se le hace pasar con un digitalizador. Tras ser digitalizada se codifica según los estándares permitidos. Por otro lado los metadatos procedentes de los sensores deben de ser convertidos al formato KLV utilizando un conversor de metadatos. Finalmente se hace pasar al flujo de vídeo digital y codificado junto con los metadatos en formato KLV por un multiplexor MPEG. Es multiplexor creará tramas de transporte MEPEG-2 que contendrán el vídeo y los metadatos, unificándolos en un único flujo de datos que cumpla el STANAG 4609.

Como ya se explicó en la Introducción, el PASI es el único sensor que cumple con el STANAG 4609. Sería interesante analizar la forma en la cual se pudo adaptar su formato de vídeo. El diagrama que se ha propuesto para la solución está basado en el diagrama de la solución del PASI, sin embargo, tras realizar una entrevista a un miembro del Regimiento de Transmisiones Nº 21, que puede consultarse en el Anexo C "Entrevistas", se llegó a la conclusión de que la solución del PASI no puede ser utilizada en otros sensores. Esto es así dado que la empresa IAI (Israel Air Industries) que fabrica el PASI, desarrolló un software especialmente diseñado para ser únicamente compatible con sus productos. Por lo tanto es necesario desarrollar una solución propia.

3.1 Digitalización de la señal

En este apartado se va a abordar cómo transformar una señal analógica a una digital. Para digitalizar una señal de vídeo analógica son necesarios los siguientes elementos[8]:

- Ordenador: Es la plataforma sobre la cual se realizará la digitalización, edición, almacenamiento del vídeo.

¹³ Filtro de des entrelazado: es un filtro que mejora la calidad de un video entrelazado al ser reproducido en un dispositivo progresivo. Fija las imágenes de cuadros pares o impares y reconstruye las líneas restantes difuminando las líneas contiguas. Con esto se evita la aparición del efecto peine.

- Tarjeta gráfica: Es el elemento que permite visualizar el vídeo en el ordenador una vez digitalizado.
- Capturadora de vídeo externa: dispositivo que permite la entrada de vídeo y audio analógicos, para su digitalización y posterior almacenamiento y edición. Poseen varios tipos de puertos para la entrada de vídeo y audio y también un puerto USB (Universal Serial Bus) para conectarlo a un ordenador.
- Dispositivo reproductor de vídeo analógico: Pueden ser reproductores de VHS (Video Home System) o cámaras analógicas. Proporcionan la señal analógica a digitalizar. En este caso son las cámaras de los sensores
- Software de edición de vídeo: Software que permite controlar todo el proceso de digitalización y edición de vídeo. En función de su complejidad ofrecerá mayores prestaciones, como la elección del contenedor, códec, y resolución.

3.1.1 Capturadora de vídeo

De todos los elementos anteriormente citados, la capturadora de vídeo es el más importante en la digitalización del vídeo analógico. Hoy en día en el mercado existe una gran variedad de capturadoras de vídeo. El uso más frecuente de estos dispositivos es la grabación del vídeo generado por una plataforma de videojuegos utilizando una conexión HDMI¹⁴ (High Definition Multimedia Interface – Interfaz multimedia de alta definición). Estas capturadoras cuyo vídeo de entrada ya es digital, no sirven para este caso, ya que se precisa de una capturadora que permita la conexión a fuentes de vídeo analógicas. Las capturadoras denominadas capturadoras USB fueron creadas con la finalidad de transformar antiguas cintas de vídeo a formato digital para que pudieran ser almacenadas en un ordenador, es decir transforman una señal analógica en una digital y la almacenan en un ordenador. El fabricante incluye un software que debe de ser instalado en el ordenador antes de su uso y que proporciona una interfaz al usuario con la cual podrá controlar la digitalización. Es necesario conectar la capturadora a la fuente de vídeo y al ordenador. Una vez instalado el software e interconectados todos los elementos el sistema está listo para su uso.

En el mercado existe una gran variedad de empresas en este sector. La empresa ElGato es una de las más vanguardistas tecnológicamente y posee en su catálogo una capturadora USB, llamada capturadora ElGato video capture.



Figura 3-2 Capturadora ElGato video capture (Fuente: www.elgato.com)

Esta capturadora es compatible con sistemas operativos Windows y Apple. Permite la digitalización de vídeo en formato MPEG-2 y en H.264. Posee puertos de entrada RCA para vídeo compuesto¹⁵ y un puerto S-

¹⁴ Conexión HDMI: Tipo de conector que se creó para sustituir al Euroconector que permite el flujo de video y audio digital.

¹⁵ Video compuesto: Es un tipo de señal de vídeo analógico en la cual se codifican sus distintas componentes de luz y color por un mismo canal. Sus componentes de cromancia y luminancia tienen sus respectivos sincronismos asociados para su correcta visualización.

vídeo¹⁶. El conector amarillo de vídeo compuesto transmite la señal de video y el resto la señal de audio. Se conecta al ordenador a través de un conector USB 2.0 por el que se suministra la alimentación eléctrica a la capturadora. El software de instalación e interfaz de captura de vídeo puede ser descargado de forma gratuita a través del siguiente enlace <https://www.elgato.com/en/gaming/downloads>. En el Anexo D de se muestra una guía paso a paso de cómo digitalizar vídeo analógico con esta capturadora.

A pesar de que este tipo de dispositivos cumplen la función tanto de digitalizador como de codificador, su uso conlleva una serie de desventajas. En primer lugar el proceso es lento y requiere de personal que realice los pasos cada vez que se tenga que enviar vídeo en formato digital. Esto imposibilita la capacidad de enviar vídeo en tiempo real lo que supone una desventaja para el Mando. Además se pueden introducir fallos de tipo humano en la cadena de procesado de vídeo. Debido a estos inconvenientes se ve necesario el estudiar una alternativa.

3.1.2 Codificadores de vídeo de Circuito Cerrado de Televisión

Los codificadores de vídeo de CCTV (Circuito Cerrado de Televisión) permiten la integración de videocámaras de vigilancia analógicas dentro de un sistema de vídeo en una red IP (Internet Protocol). Esto quiere decir que digitalizan una señal de vídeo analógica para poder enviarla a través de una red IP, ya que se puede asignar una dirección IP a estos dispositivos. Además de digitalizar la señal poseen muchas más funcionalidades, como el empleo de estándares codificación, funciones de vídeo inteligente y el envío de alarmas. [16]



Figura 3-3 Codificador CCTV conectado a una videocámara (Fuente: www.axis.com)

Están compuestos por los siguientes componentes:

- Entrada analógica de vídeo mediante un cable coaxial.
- Procesador que ejecuta el software para la digitalización y compresión de vídeo.
- Salida de digital mediante una conexión Ethenet que además suministra alimentación eléctrica median PoE (Power over Ethernet).
- Pueden poseer distintos puertos para conectar dispositivos que disparen una cadena de eventos (alarmas, encendido de luces, etc.).

Existen una gran multitud de tipos de codificadores CCTV en función de sus cometidos, como los codificadores montados en racks. El tipo de codificador más extendido es el codificador independiente, que es conectado directamente a una cámara y puede disponer de uno o varios canales de vídeo. Ofrecen varios estándares de codificación entre los que se encuentran tanto MPEG-2 como H.264, siendo este último el estándar más extendido.

¹⁶ S-vídeo: Es un tipo de señal de vídeo analógico que ofrece mayor calidad que el vídeo compuesto, dado que las componentes de cromancia y luminancia del vídeo van por distintos canales. Su conector tiene forma circular con 9,5 mm de diámetro y tiene entre tres y nueve pines.



Figura 3-4 Codificador CCTV AXIS M7011 Izquierda) Entrada coaxial Derecha) Salida Ethernet (Fuente: www.axis.com)

En la figura se muestra un codificador CCTV AXIS M7011 monocanal que utiliza el estándar de codificación H.264. Es un ejemplo de una solución sencilla y económica (179.89€) para digitalizar vídeo.

3.1.2.1 Ventajas del uso de codificadores CCTV sobre capturadoras USB

Tras exponer las características de ambos dispositivos se va a proceder a exponer las ventajas de codificadores CCTV:

- Los codificadores CCTV realizan la digitalización y la codificación de forma automática y de manera transparente para el usuario.
- Permite la integración de flujos de vídeo dentro de una red IP.
- Hacen posible la transmisión de video en tiempo real.

	Analógico-digital	Estándar de codificación	Transparente para el usuario	Integración en red IP	Transmisión en tiempo real	Precio ¹⁷
Capturadora	Sí	Sí	No	No	No	17.99-80.99€[17]
Codificador CCTV	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	179.89-270.30€[18]

Figura 3-5 Comparativa de capturadoras USB con codificadores CCTV (Fuente: elaboración propia)

Aunque las capturadoras son más económicas que los codificadores CCTV, éstos últimos satisfacer las necesidades de un sistema de videovigilancia dentro de una red IP. Por lo tanto se sugiere el uso de codificadores CCTV antes que usar una capturadora USB.

3.1.3 Codificación H.264 frente MPEG2

Como se ha indicado previamente en el apartado donde se detallaban los requisitos del STANAG, se pueden utilizar tanto el estándar de codificación MPEG-2 como el H.264. En la tercera edición del STANAG 4609 insta a empezar a migrar la codificación MPEG-2 a la H.264. La codificación H.264 se está imponiendo a la MPEG-2 en el ámbito civil y especialmente en el sector de la video vigilancia. En este apartado se realizará

¹⁷ En función de la calidad y prestaciones del producto.

Solución

una comparativa de estos dos estándares de codificación con el fin de demostrar el porqué de esta recomendación.

Para poder realizar esta comparativa se ha llevado a cabo una prueba con un software que permite codificar vídeo uso usando distintos códecs. Para realizar la prueba se utilizó el programa “Apt video converter 1.33” que puede ser descargado en el siguiente enlace: <https://apt-video-converter.soft112.com/>. La plataforma en la cual se ejecutó el programa fue un ordenador portátil de la marca TOSIHBIA, modelo SATELLITE L50-A-18R.



Figura 3-6 Ordenador TOSIHBIA SATELLITE L50-A-18R (Fuente: www.toshiba.com)

Sus principales características son un procesador Intel Core i7 de 2.4 GHz, una memoria RAM de 4 Gb y un disco duro de 750 Gb. Para consultar más características del ordenador acudir al Anexo E.

En la prueba se usó un vídeo del PASI que estaba ya codificado en formato H.264, por lo tanto sólo se necesitó codificarlo utilizando el estándar MPEG-2.



Figura 3-7 Captura del menú principal de programa "Apt video converter 1.33" (Fuente: elaboración propia)

En la figura de arriba se muestra la pantalla principal del software. Primero se cargó el vídeo en H.264 y se seleccionó el formato MPEG-2 en el menú de elección de formato. Finalmente se procedió a convertir el vídeo. Si se hace clic sobre los vídeos se pueden visualizar sus propiedades en la ventana de la derecha.

Solución

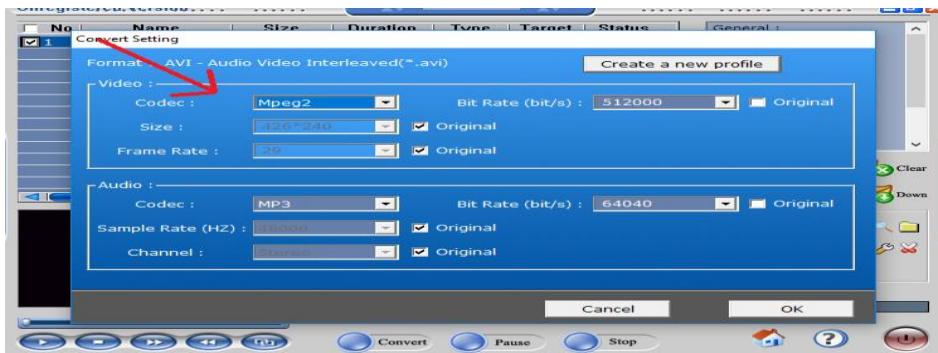


Figura 3-8 Menú de elección del formato de codificación (Fuente: elaboración propia)

No.	Name	Size	Duration	Ty	Target
<input checked="" type="checkbox"/>	H.264 201511...	4.1 M	00:00:23	m...	AVI - Au...
<input checked="" type="checkbox"/>	MPEG2 20151...	6.6 M	00:00:22	m...	AVI - Au...

Duration : 00:00:23
 Bit Rate : 1469 k/s
 Video :
 Codec : H264
 Size : 426*240
 Frame Rate : 29.97
 Audio :
 Codec : AAC
 Sample Rate: 48000
 Channel : 2
 Bit Rate : 128 k/s

Figura 3-9 Parámetros del video en H.264 (Fuente: elaboración propia)

Las figuras muestran las propiedades cada tipo de vídeo, se pueden visualizar parámetros como el códec utilizado, el tamaño del archivo y su tasa de transmisión.

No.	Name	Size	Duration	Ty	Target
<input checked="" type="checkbox"/>	H.264 201511...	4.1 M	00:00:23	m...	AVI - Au...
<input checked="" type="checkbox"/>	MPEG2 20151...	6.6 M	00:00:22	m...	AVI - Au...

Bit Rate : 2496 k/s
 Video :
 Codec : Mpeg2
 Size : 426*240
 Frame Rate : 29.97
 Audio :
 Codec : MP2
 Sample Rate: 48000
 Channel : 2
 Bit Rate : 128 k/s

Figura 3-10 Parámetros del video en MPEG2 (Fuente: elaboración propia)

Por último se han reproducido ambos vídeos y se ha realizado una captura de su imagen en el mismo instante de tiempo. Como se puede apreciar en la imagen A) aparecen líneas horizontales empeorando la resolución. En cambio en la imagen B) dichas líneas no aparecen.



Figura 3-11 Captura comparativa de ambos vídeos A) Vídeo MPEG-2 B) Vídeo H.264 (Fuente: elaboración propia)

	Duración	Tamaño	Bits por segundo	Calidad
Vídeo MPEG-2	22 segundos	6.6 Mb	2496 b/s	Peor calidad
Vídeo H.264	23 segundos	4.1 Mb	1469 b/s	Mejor calidad

Tabla 3-1 Comparación de las características de cada formato de vídeo (Fuente: elaboración propia)

En la tabla se muestran los parámetros que se han tenido en cuenta al realizar la comparativa. El vídeo codificado con MPEG-2 ocupaba 6,6 Mb de memoria en comparación con los 4,2 Mb que tiene el codificado con H.264. Esto supone que una reducción de memoria de un 38% con respecto al uso de MPEG-2. Además dado que el vídeo codificado en H.264 es de menor tamaño, el ancho de banda necesario para su transmisión es significativamente menor.

A la vista de los resultados de la comparativa se puede afirmar que el estándar de codificación H.264 goza de las siguientes ventajas con respecto el estándar MPEG-2:

1. El algoritmo de compresión utilizado en H.264 es más eficiente que el utilizado en MPEG-2, por lo que permite el uso de ratios de compresión más elevados sin perder calidad.
2. La cantidad de bits que utiliza H.264 es inferior a la cantidad que necesitan otros formatos. Por lo tanto si dos vídeos, cada una de los cuales utiliza uno de estos formatos, el que está codificado en H.264 tendrá mayor calidad que el codificado en MPEG-2, ocupando ambos el mismo espacio en la memoria.
3. Del mismo modo, si ambos vídeos se visualizan con la misma calidad, el espacio que ocupa el vídeo con H.264 es significativamente inferior que el codificado en MPEG-2. Este ahorro de memoria puede variar en función de las características de cada vídeo, aunque se pueden alcanzar hasta un 50% de ahorro de memoria.
4. Gracias a esta capacidad de compresión de datos el formato H.264 resulta ideal para entornos en los cuales el ancho de banda es limitado, además de ser sumamente útil en transmisiones de broadcast, ya que el riesgo de saturar la red se reduce.

A la vista de estos resultados se ha optado por el uso del codificador H.264 para ser utilizado a la hora de codificar el video en su digitalización.

3.1.4 Elección de un codificador CCTV

En este apartado se va a elegir un codificador entre varios modelos existentes en el mercado. Se van a tener en cuenta una serie de factores que deben reunir los codificadores. En primer lugar deben de ser capaces de trabajar con vídeo analógico en formato PAL, deben de codificar utilizando el estándar H.264 y deben de tener un único canal de entrada de vídeo, ya que ambos sistemas sólo tienen un canal de vídeo. Por último se tendrá en cuenta el precio.



Figura 3-12 De izquierda a derecha: AXIS M7011; VIP-X1XF-E; E-ADE1C (Fuente:[19])

	Marca	Formato analógico	Estándar de codificación	Número de canales	Precio
VIP-X1XF-E	BOSCH	PAL y NTSC ¹⁸	H.264	1	459.90€ [19]
AXIS M7011	AXIS	PAL y NTSC	H.264	1	179.84€[18]
E-ADE1C	EXACQ	PAL y NTSC	H.264	1	210€ [19]

Tabla 3-2 Comparación codificadores CCTV (Fuente: elaboración propia)

En la tabla se muestran las características de los codificadores que se han tenido en cuenta para la elección. Como se puede ver los tres productos presentan las mismas características, salvo en su precio. El codificador AXIS M7011 es el más económico de los tres, por lo que se optará por su uso en la solución.

3.1.5 Conexión del codificador CCTV en los sensores

Para resolver el problema de la digitalización del vídeo y de adaptar su formato de codificación se sugiere el uso de codificadores CCTV que utilicen el estándar de codificación H.264. Como se observa en la figura con la integración de este dispositivo se simplifica el diagrama de la solución inicial, se tiene un digitalizador y un codificador en un mismo bloque.



Figura 3-13 Diagrama de bloques de la solución integrando el codificador CCTV (Fuente: elaboración propia)

Para conectar el codificador CCTV se conecta la entrada de vídeo analógico de éste a la salida de vídeo de los sensores mediante un cable coaxial. Acto seguido se conecta la salida vídeo digital del codificador a un dispositivo de red por medio de un cable Ethernet. En el caso de RAVEN se conecta el cable coaxial del codificador al puerto coaxial de su hub (puerto nº4). Para el VERT se conecta en el puerto J12 de la caja de Procesador de vídeo y control.

3.2 Metadatos en formato KLV

Para abordar el problema de convertir el formato de los metadatos provenientes de los sensores al formato KLV se necesita un codificador de metadatos en formato KLV. Tras buscar productos que puedan satisfacer esta necesidad, sólo se ha podido encontrar un programa software que es capaz de codificar en KLV. El software ha sido diseñado por la empresa “ImpleoTV” que se encarga de desarrollar productos de software relacionados con vídeo digital y tecnología de las comunicaciones.

El software consiste en una aplicación llamada “STANAG Metadata Encoder”.[20] Es una herramienta potente y de uso sencillo que es capaz de codificar cualquier formato de metadatos en formato KLV. Existe una versión demo del programa que puede ser descargada de forma gratuita a través del siguiente enlace

¹⁸ NTSC: National Television System Committee es el sistema de vídeo analógico utilizado en América.

Solución

<https://impleotv.com/products/applications/metadataencoder/>. Sin embargo para poder disponer de todas sus funcionalidades y todo su rendimiento se requiere el pago de una licencia de un importe de 349€.

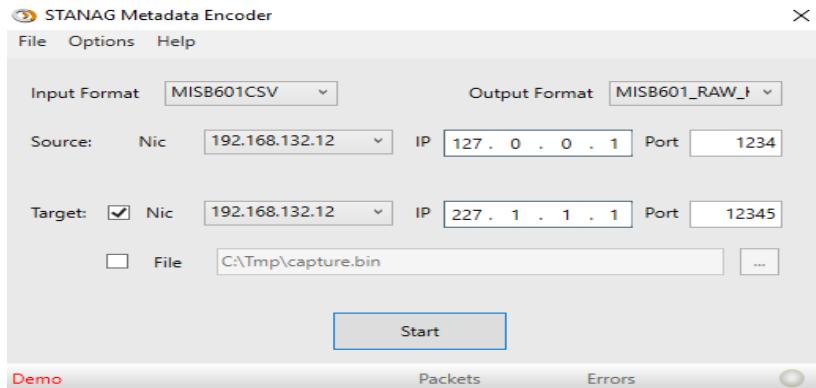


Figura 3-14 Interfaz del programa "STANAG Metadata Encoder" (Fuente: www.impleotv.com)

Para la correcta conversión de formato se debe disponer además de una librería¹⁹ KLV [21]. “ImpleoTV” también dispone de una biblioteca de archivos KLV que está vinculada al codificador de metadatos. Puede descargarse gratuitamente una versión demo en el siguiente enlace <https://impleotv.com/products/sdks/klylibsdk/>. La licencia completa de la librería KLV tiene un coste de 299€. “ImpleoTV” ofrece otras aplicaciones relacionadas con la adaptación de vídeo al STANAG 4609 que pueden ser descargadas desde su página web. Las aplicaciones son demos y requieren de la obtención de una licencia para poder usar todas sus funcionalidades

El funcionamiento del software es muy sencillo. El primer paso es configurar la red, la dirección IP de la cual provienen los metadatos y la dirección a la cual se envían los metadatos convertidos a KLV, es decir se usará la dirección IP del codificador CCTV y como IP de salida el dispositivo que realice el envío de vídeo. Tras esto se clicaría en el botón “Empezar” y adaptaría el formato de todos los metadatos que llegasen.

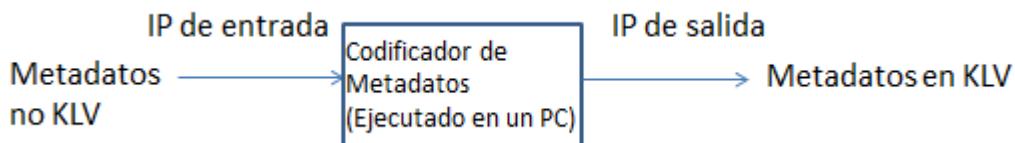


Figura 3-15 Diagrama de bloques de los metadatos (Fuente: elaboración propia)

Para resolver el problema de los metadatos se sugiere el uso de este software que es ejecutado en un ordenador. Sólo requiere la configuración previa de la dirección IP los elementos de entrada y salida. El resto del proceso es totalmente transparente para el usuario y en tiempo real.

¹⁹ Librería: es un programa pasivo que es dependiente de otro programa con el cual sí se interactuar y al que ofrece su funcionalidad.

3.3 Creación de tramas MPEG2

Finalmente el único paso que queda es multiplexar los flujos de vídeo junto con sus metadatos y enviarlos dentro de tramas de transporte MPEG-2. Los multiplexores MPEG-PSI (MPEG-Program Specific Information) que tienen la capacidad de procesar y multiplexar vídeo y datos asociados en tramas MPEG-2.

El precio unitario de un multiplexor con capacidad MPEG-2 ronda desde los 1000€ hasta los 2000€ [22]. Esta solución debe de poder ser suministrada a todos los VERT y RAVEN del E.T. En dotación existen en la actualidad 72 RAVEN y 10 VERT, que hacen 82 sensores que se deben de actualizar [23]. Por lo tanto en el mejor de los casos se tendrá que desembolsar 82000€ en la compra de los multiplexores. Además existe el riesgo de que se tengan que reparar, se extravíen o se rompan.

Dado al gran desembolso económico que supone el uso de multiplexores físicos se debe estudiar una posible solución mediante software que realice las funciones de un multiplexor. Además el uso de un multiplexor físico conlleva una serie de inconvenientes:

- Necesita espacio para ser almacenado.
- Si queda inoperativo se debe reparar o sustituir.
- A veces será imposible implementarlo debido a la falta de espacio.

No se ha podido encontrar ningún proveedor de este tipo de software que proporcione el importe por adquirir sus productos, por lo tanto no se puede comparar esta solución sobre la solución de multiplexores físicos desde el punto de vista económico.

Dado que se ha sugerido el uso de la aplicación STANAG Metadata Encoder para cambiar el formato de los metadatos, pueden surgir problemas de compatibilidad si se utiliza con software de otros fabricantes. La empresa ImpleoTV también ofrece una solución para este problema.

La solución que propone ImpleoTV consiste en un software llamado KLVInjector, que integra los metadatos que provienen de la aplicación STANAG KLV Encoder en tramas de transporte MPEG-2. (699€)[24]

	Precisa almacenamiento	Mantenimiento	Precio	Problemas de compatibilidad ²⁰
Multiplexor físico	Sí	Sí	1000€-2000€	Es probable
Software multiplexador	No	No	No disponible	Es probable
KLVInjector	No	No	699€	Compatibles

Tabla 3-3 Comparativa de las posibles soluciones para el problema de la multiplexación (Fuente: elaboración propia)

Ante lo expuesto en la tabla se sugiere el uso de la aplicación KLVInjector, ya que es una solución software, que facilita el montaje del sistema, es más económico que un multiplexor físico y es totalmente compatible con el programa que codifica los metadatos al ser del mismo desarrollador.

²⁰ Compatibilidad con STANAG Metadata Encoder.

3.4 Coste de la solución propuesta

Para adaptar el formato de vídeo del RAVEN y el VERT se propone el uso de un codificador AXIS M7011 monocanal, con codificación H.264 y el uso de software de la empresa ImpleoTV, tanto para adaptar el formato de los metadatos como para la unión del vídeo y metadatos en un único flujo de datos.

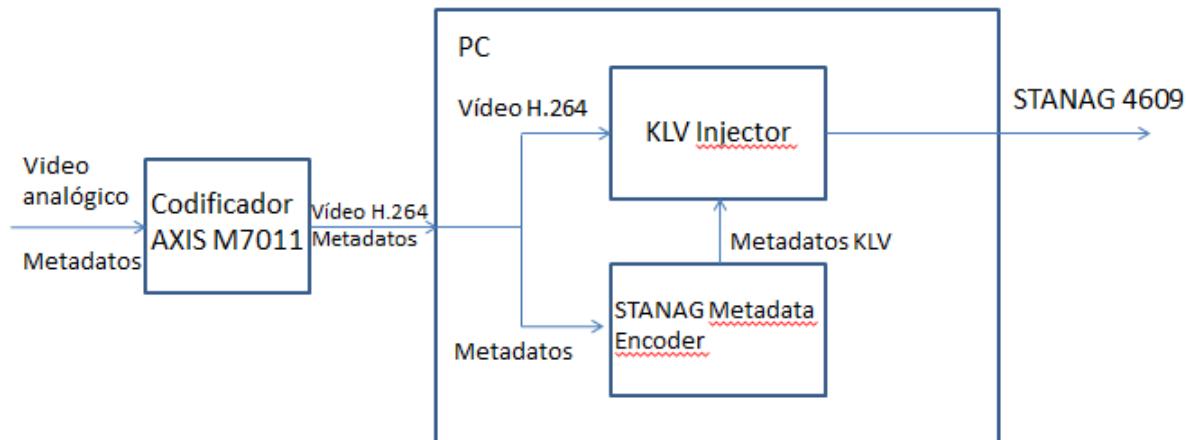


Figura 3-16 Diagrama de bloques de la solución con los productos sugeridos (Fuente: elaboración propia)

En la figura se muestra el diagrama de bloques de la solución mostrando el camino recorrido por cada tipo de dato y su formato en cada momento del proceso.

	Codificador AXIS M7011	STANAG Metadata Encoder	KLV Injector	Coste total
Coste	179.84€	349€ (Encoder) 299€ (Librería)	699€	1526.84€

Tabla 3-4 Coste de la solución propuesta (Fuente: elaboración propia)

Como se muestra en la tabla el coste de la solución asciende a 1526.84€ para adaptar un sensor. Teniendo en cuenta que son 82 sensores el precio final es de 125200.88€ para que todos cumplan el STANAG. Es una solución económica en comparación con el precio de los sistemas. El RAVEN tiene un precio unitario de 151981€[23]. No se ha añadido un ordenador a la lista ya que se pretende que se usen los ordenadores que acompañan a los sistemas.

Dado que se ha llegado a esta solución de forma teórica se necesita realizar pruebas con demostradores para comprobar su eficacia. Por lo que se recomienda probar esta solución únicamente con un sensor de cada tipo. Si tras realizar dichas pruebas el resultado es satisfactorio se procedería a adaptar todos los sistemas.

4 Conclusiones

El estudio llevado a cabo en este trabajo arroja una serie de reflexiones y conclusiones sobre los sensores de vídeo en el Ejército de Tierra Español.

En primer lugar, las cámaras que utilizan estos sensores graban vídeo en formato analógico por lo que es una tecnología que ha quedado obsoleta según lo especificado en el STANAG 4609. El STANAG recomienda que las cámaras analógicas sean sustituidas por cámaras digitales, a ser posible de barrido progresivo. Por otro lado los metadatos deben estar en formato KLV. Al no ser así no se pueden compartir el vídeo en los sistemas MAJIIC.

A pesar de esta circunstancia es posible adaptar el vídeo a los formatos necesarios para cumplir el STANAG de una manera sencilla y económica. Aunque no es posible transferir la solución que utiliza el PASI se ha alcanzado una solución propia basada en ella.

Al tratarse de cámaras analógicas es necesario realizar una conversión a formato digital. Tras realizar un estudio sobre qué elemento es mejor para realizar la digitalización se determinó que el uso de codificadores CCTV para la digitalización del vídeo es la solución más recomendable, ya que se concibieron para adaptar el vídeo de cámaras analógicas destinadas a la videovigilancia. Además de digitalizar y codificar el vídeo en el estándar H.264, permiten su integración dentro de una red IP y pueden añadir funcionalidades de vídeo inteligente a los sensores como la detección de movimiento.

Del mismo modo, empleo de software para la conversión de los metadatos y su posterior inyección en una trama MPEG-2 simplifica la cadena de procesado de vídeo ya que pueden ser ejecutados desde un mismo ordenador sin necesidad de otros elementos físicos, gracias al software que ofrece la empresa Impleo TV Systems. A pesar de que se ha sugerido la solución proporcionada por esta empresa, sería interesante que la DEGAM sacara un concurso para que empresas nacionales desarrollaran un software propio que realizara también estas funciones.

Hay que recalcar que la solución que se ha propuesto en este trabajo es fruto de un estudio y que se ha realizado sin ninguna prueba sobre su implementación, por lo que debe de ser llevado a la práctica para evaluar su viabilidad. En el Ejército de Tierra la adaptación del vídeo al STANAG 4609 se encuentra en una etapa inicial de su desarrollo por lo que es necesario realizar pruebas para evaluarlas y para determinar la viabilidad en la implementación de esta solución teórica.

5 Bibliografía

- [1] E. GMV, "Introducción y Descripción del Despliegue de Sistemas MAJIIC." 2015.
- [2] N. S. Agency and A. O. D. E. Normalisation, "STANAG 4609 NATO Motion Imageery." 2009.
- [3] B. R. Chivas, "Informe SAPEM TRJ15."
- [4] FotoNostra, "Señal de vídeo." [Online]. Available: <https://www.fotonostra.com/digital/videoanalogico.htm> [Accessed: 09-Sep-2018].
- [5] U. P. de Valencia, "La señal de vídeo analógico." [Online]. Available: <https://www.upv.es/laboluz/2222/tecnica/senal1.htm>. [Accessed: 11-Sep-2018].
- [6] FotoNostra, "Vídeo digital." [Online]. Available: papers3://publication/uuid/20E618EF-DFD7-4F1C-8F4B-69A2CD23C9E4. [Accessed: 11-Sep-2018].
- [7] U. de Valnecia, "Barrido progresivo frente a barrido entrelazado." [Online]. Available: <https://www.uv.es/tv/1. Barrido progresivo frente al barrido entrelazado.pdf>. [Accessed: 10-Sep-2018].
- [8] FotoNostra, "De vídeo analógico a vídeo digital." [Online]. Available: <https://www.fotonostra.com/digital/digitalizarvideo.htm>. [Accessed: 10-Sep-2018].
- [9] R. Pierson, "What is Video Compression?," 2011. [Online]. Available: <http://www.lockergnome.com/media/2011/08/12/what-is-video-compression/>.
- [10] PowerData, "¿Qué son los metadatos y cuál es su utilidad?," Rankia, 2017. [Online]. Available: <https://www.rankia.com/blog/blog-de-zinara/3460674-que-son-ratings-cual-utilidad>. [Accessed: 15-Sep-2018].
- [11] Vanesa Cuesta Palacios, "MPEG PSI," 2010. [Online]. Available: <https://es.slideshare.net/antenared/mpeg-5326072>. [Accessed: 10-Oct-2018].
- [12] Wikitel, "Flujo de Transporte MPEG," 2012. [Online]. Available: http://62.97.113.75/wiki/MPEG_2. [Accessed: 15-Oct-2018].
- [13] ImpleoTV Systems, "KLV encoded metadata in STANAG 4609 streams," 2017. [Online]. Available: <https://impleotv.com/2017/02/17/klv-encoded-metadata-in-stanag-4609-streams/>. [Accessed: 20-Oct-2018].
- [14] I.-I. Traffic, A. Regulation, and E. Unidos, "Raven B Sistema Mini-UAV Manual del Operador." 2008.
- [15] Navantia Sistemas, "Manual Técnico Vert." 2017.
- [16] A. Communications, "Qué es un codificador de video." [Online]. Available: <https://www.axis.com/es-cl/learning/web-articles/technical-guide-to-network-video/what-is-a-video-encoder>. [Accessed: 24-Oct-2018].
- [17] Buenosybaratos, "Capturadora de vídeo USB – Guía de compra, Opiniones y Análisis en 2018." [Online]. Available: <https://buenosybaratos.es/informatica/capturadora-de-video/la-mejor-capturadora-de-video-usb/>. [Accessed: 14-Oct-2018].
- [18] "Video encoder." [Online]. Available: <https://www.mirame.net/productos/codificadores-decodificadores/video-encoder>. [Accessed: 24-Oct-2018].
- [19] Inalarm, "Videovigilancia Codificadores Decodificadores." [Online]. Available: <https://inalarm-online.mx/videovigilancia/camaras-ip/codificadores-y-decodificadores-de-video.html>. [Accessed: 29-Oct-2018].
- [20] ImpleoTV Systems, "STANAG Metadata Encoder," 2013. [Online]. Available: <https://impleotv.com/products/applications/metadataencoder/>. [Accessed: 15-Oct-2018].
- [21] ImpleoTV Systems, "KLVLib library for STANAG 4609," 2010. [Online]. Available: <https://impleotv.com/products/sdks/klvlibsdk/>. [Accessed: 15-Oct-2018].
- [22] "Multiplex MPEG-2." [Online]. Available: https://www.alibaba.com/showroom/multiplex+mpeg.html?fsb=y&IndexArea=product_en&CatId=&SearchText=multiplex+mpeg&isGalleryList=G. [Accessed: 20-Oct-2018].
- [23] "Anexo:Materiales del Ejército de Tierra de España." [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Materiales_del_Ej%C3%A9rcito_de_Tierra_de_España. [Accessed: 20-Oct-2018].
- [24] I. Systems, "KLVInjector." [Online]. Available: <https://impleotv.com/products/applications/klvinjector/>.

|
[Accessed: 20-Oct-2018].

Anexos

Anexo A: Conceptos generales de vídeo

Vídeo

El vídeo consiste en la captura y reproducción de imágenes en movimiento. Gracias a la sucesión de imágenes fijas se consigue una sensación de movimiento. A estas imágenes fijas se les llama frames y la velocidad a la que se suceden framerate, que se mide en frames por segundo (FPS). Este proceso puede ser tanto analógico como digital.

Vídeo analógico

En los formatos de vídeo analógico las imágenes captadas por la cámara son transformadas en señales eléctricas. Estas señales, al ser analógicas, pueden tomar infinitos valores de amplitud y son continuas en el tiempo.

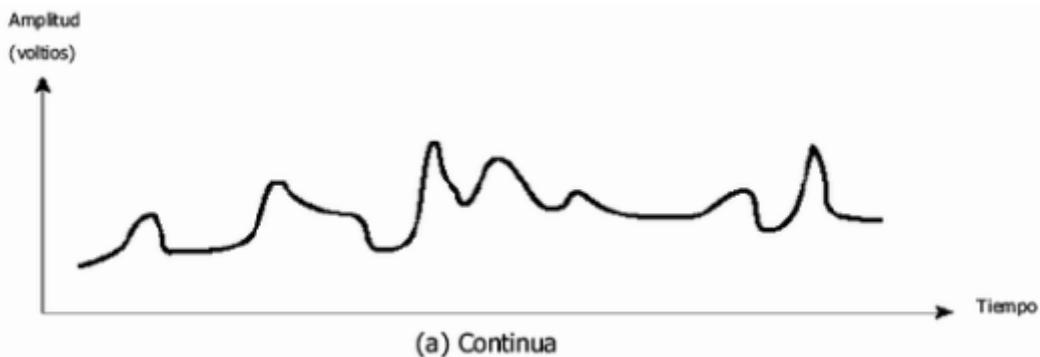


Figura A-1 Representación de una señal de video analógica (Fuente:[4])

Si se somete a un material ferromagnético, como es el caso de una cinta de vídeo, al campo eléctrico de la señal de vídeo, dicho material quedará imantado con determinado valor, en función de la amplitud de la señal a cada instante.

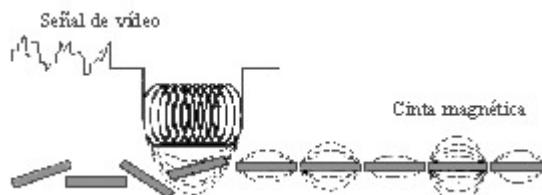


Figura A-2 Proceso de grabación de un video analógico sobre una banda magnética (Fuente: [4])

Finalmente para reproducir el vídeo es necesario un dispositivo que reproduzca las señales eléctricas que produce el campo magnético del material imantado.

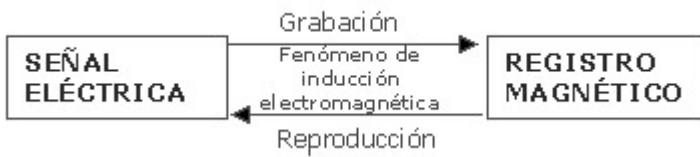


Figura A-3 Diagrama de bloques de los procesos de grabación y reproducción de video analógico (Fuente: [4])

La calidad final del vídeo analógico depende de tres factores, la calidad del grabador, del elemento de soporte y del reproductor de vídeo.

Vídeo digital

En este formato la señal eléctrica es digital, es decir, en lugar de tener infinitos valores son discretos y finitos. En su gran mayoría serán valores binarios pero dependerá de su tipo de codificación. La señal digital está compuesta por una serie de bits que pueden ser almacenados en cualquier dispositivo digital.

Su calidad depende de la cantidad de información que se transmite por segundo, denominado bitrate. Las imágenes fijas que componen el vídeo están formadas por píxeles, que contienen información sobre el color y su posición. A mayor densidad de píxeles mayor calidad de imagen.

Ventajas del formato de vídeo digital con respecto al analógico

La adaptación del formato digital supuso un gran salto cuantitativo a la hora de tratar y editar videos con respecto a las posibilidades que ofrece el formato analógico.

La calidad de la imagen de un vídeo analógico está afectada por la calidad de su soporte como por la calidad de su reproductor. Por otro lado la calidad del vídeo digital es independiente de estos dos factores, viéndose únicamente afectada por el proceso de digitalización.

Los colores en el formato analógico están basados en los parámetros de brillos y contraste. En el vídeo digital, los colores se mezclan los tres colores primarios en distintas proporciones hasta tener el color deseado. Así se consiguen colores más exactos.

A la hora de su edición, los vídeos analógicos siguen un procedimiento lineal, por lo que es necesario editarlos siguiendo el orden de la grabación. El vídeo digital no sigue un criterio lineal para su edición, por lo que se consigue mayor flexibilidad.

Las copias de los vídeos analógicos van perdiendo calidad con cada copia, es decir, que la copia de una copia tendrá una calidad inferior al original. Por el contrario un vídeo digital no pierde calidad indistintamente del número de copias que se hayan hecho.

Una señal digital que haya sido atenuada puede ser reconstruida usando técnicas de regeneración de señal.

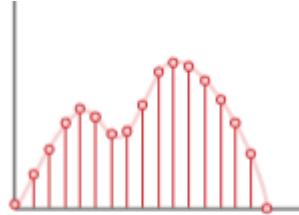
Es posible añadir protocolos de detección y corrección de errores junto a la señal digital añadiendo redundancia a dicha señal.

Conversión analógico-digital

Dada las ventajas del vídeo digital con respecto al analógico es lógico que se trate de convertir vídeos analógicos a formato digital tanto para mejorar su tratamiento, compresión y hacerlo más inmune a interferencias. Para ello se somete a la señal analógica a un proceso de conversión analógico-digital, también llamado digitalización. Este proceso está compuesto por el muestreo, cuantificación y codificación de la señal.

Muestreo

El muestreo es el primer paso a seguir para digitalizar una señal. Consiste en la toma del valor de amplitud de las muestras de una señal analógica a una frecuencia o tasa de muestreo constante. Según el teorema de Nyquist-Shannon la frecuencia de muestreo debe de ser igual o superior al doble de la frecuencia más alta de la señal, $F_s \geq 2 \cdot F_{\max}$. Una vez muestreada la señal analógica se procederá a cuantificar las muestras.

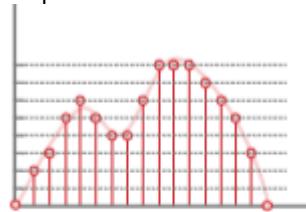


Señal muestreada

Figura A-4 Señal analógica tras el proceso de muestreo (Fuente: [8])

Cuantificación

Durante esta etapa se les asigna un valor discreto a las muestras obtenidas previamente. La asignación de esos valores se realiza mediante la aproximación dentro de unos intervalos previamente definidos. Tras este proceso queda una señal que toma una serie de valores finitos, por lo que no será una señal exacta a la original. A esto se le llama error de cuantificación, que siempre que se mantenga por debajo del ruido analógico de la señal no presentará problemas sobre la señal de interés.



Señal muestreada
y cuantificada

Figura A-5 Señal analógica tras su muestreo y cuantificación (Fuente: [8])

Codificación

Es la última etapa del proceso de digitalización, en el cual se traducen los valores de amplitud cuantificados a código binario de una forma preestablecida. De esta manera se ha pasado de tener una señal analógica a una señal digital compuesta de unos y ceros.

Compresión

Es muy habitual que tras el proceso de digitalización el producto final tenga una gran cantidad de bits y se haga difícil poder trabajar con ellos. Este caso sucede especialmente cuando se está trabajando con vídeos. La solución a la que se llegó es a la compresión de dichos datos. La compresión es un proceso de codificación especial que se caracteriza porque la cantidad de código final es más pequeña que la original. Con él se pretende eliminar la información redundante de tal forma que la información que se almacena o se transmite sea sustancialmente menor. Una vez que se decida a consumir ese producto se descomprimiría en tiempo real

| Anexos

siendo los más transparente posible para el usuario. En función del nivel de compresión habrá pérdidas de información que no se podrán recuperar. A mayor factor de compresión mayores pérdidas. El MPEG2 comprime desde 15 a 30.

Formato contenedor de vídeo

El formato contenedor es un tipo de archivo que contiene datos de video, audio, metadatos, información de sincronización y protocolos de corrección de errores. Algunos tipos de datos como el vídeo y el audio son comprimidos por los códec y posteriormente son multiplexados (en el orden que determina el formato) con el resto de los datos en un único flujo de información. Cuando el archivo quiera ser reproducido, primero debe pasar por un splitter (separador) que separa los distintos tipos de datos para ser decodificados y reproducidos.

Códec de vídeo

Códec es la abreviatura de Codificador/Decodificador. Se trata de programas cuyos algoritmos codifican y decodifican un archivo de audio o vídeo, reduciendo el tamaño que ocupan. De esta manera siempre que se desee reproducir dicho archivo, el códec decodificará la información de una forma transparente al usuario. Es muy importante utilizar el mismo códec tanto para codificar como decodificar. En el STANAG 4609 se especifica que los únicos códec que se pueden emplear son el MPEG2 y el H.264, también conocido como MPEG4 parte 10.

Metadatos

Coloquialmente definidos como “datos sobre los datos”, los metadatos son usados para definir características y el contenido de los archivos, así como sus propiedades. Aunque a primera vista no parezcan de gran utilidad aplicados a nivel usuario, sí que poseen gran importancia cuando se tratan de inmensas bases de datos. Las principales ventajas de los metadatos son la mejora a la hora de gestionar los datos, facilita la realización de búsquedas y análisis, favorece los procesos de estandarización y aumenta la seguridad de los datos más críticos.

En el caso de este proyecto los metadatos pueden contener información sobre: el tipo de sensor que capta los datos, hora, franja horaria, coordenadas, puntos de referencia sobre el terreno, etc.

Tipos de barrido

Hoy en día existen dos técnicas para la representación de vídeo, el barrido entrelazado y el barrido progresivo. Ambas técnicas basan su funcionamiento en el mismo principio, pero lo aplican de formas distintas. Se basan en dividir la pantalla en líneas horizontales de arriba abajo, dichas líneas se denominan líneas de exploración, a mayor densidad de estas líneas, mayor resolución tendrá el vídeo.

Barrido entrelazado

Es utilizado normalmente para la reproducción de vídeo analógico. Se caracteriza por dividir sus cuadros (frames) en líneas de exploración pares e impares, formando el campo par e impar. Estos dos campos son transmitidos de forma que se sólo se refresca medio cuadro cada vez. Con este método se consigue reproducir semicuadros a una frecuencia de por ejemplo 60 Hz, en lugar de una imagen completa a 30 Hz. Debido a las frecuencias a las que se refresca la imagen, el ojo humano percibe que las imágenes se mueven. Sin embargo la diferencia de tiempo entre la actualización de los campos provoca una distorsión también conocida como jaggedness o efecto peine, que se traduce en una especie de parpadeo entre líneas sucesivas y en una pérdida de resolución vertical. Una de las principales ventajas de este sistema es que reduce el ancho de banda necesario para transmitir el vídeo a la mitad.

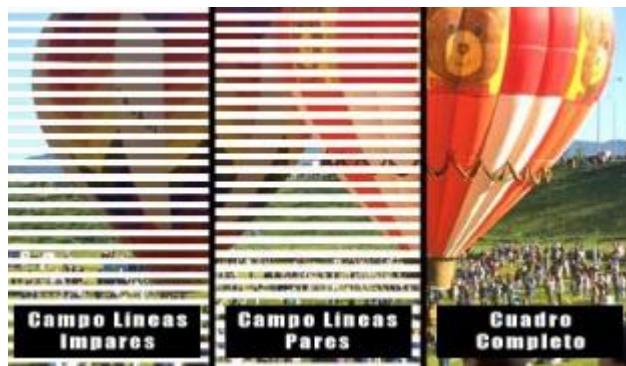


Figura A-6 Visualización de los cuadros de una imagen escaneada de forma entrelazada (Fuente: [7])

Barrido progresivo

El barrido progresivo se implementó para resolver los problemas que tiene el barrido entrelazado con respecto a la baja resolución y a los parpadeos. En lugar de mostrar una imagen dividida en los campos par e impar, se muestra la imagen completa de izquierda a derecha y de arriba abajo como si se tratase de la lectura de un libro. Se representa la imagen (cuadro) de manera secuencial línea a línea. La frecuencia de refresco de los cuadros puede variar dependiendo de las características del sistema. Si no hay limitación de ancho de banda se pueden alcanzar frecuencias de 60 y 50 Hz, aunque es poco común. En la mayoría de los casos se opta por utilizar frecuencias de 25 a 30 Hz y memorias de cuadros en los visualizadores. El barrido progresivo posee una mayor resolución vertical y resulta sumamente efectivo en los sistemas de video vigilancia. Como contrapartida, requiere de anchos de banda mayores.

Comparativa entre barrido entrelazado y progresivo

A continuación se mostrará la misma imagen en la cual se han empleado métodos distintos. En una se ha utilizado barrido progresivo y en la otra entrelazado. Se puede apreciar que ambas imágenes producen un fondo claro.



Figura A-7 Izquierda) Imagen capturada por barrido progresivo Derecha) Imagen capturada por barrido entrelazado (Fuente: [7])

Como se ha dicho en ambas imágenes se ha generado un fondo claro y se ve claramente la forma del coche, sin embargo hay que fijarse en los detalles de cada imagen.



Figura A-8 Izquierda) Imagen ampliada de barrido progresivo Derecha) Imagen ampliada de barrido entrelazado (Fuente: [7])

Si se amplía la imagen y se observa con detalle al conductor hay una gran diferencia entre ambas. En la primera imagen (Barrido progresivo) se visualiza al conductor con total detalle, hasta se puede diferenciar el color de su ropa y ver sus gafas. Sin embargo en la segunda (Barrido entrelazado), no se puede apreciar al conductor, parece una mancha borrosa. Además aparece el llamado efecto peine en la imagen. (Coche circulando a 20km/h).

Por lo tanto el barrido entrelazado será una opción cuando haya una limitación en el ancho de banda disponible para transmitir el vídeo, mientras que el barrido progresivo será la mejor opción para realizar labores de videovigilancia.

Anexo B: MAJIIC

El programa MAJIIC (Multi-Intelligence All-source Joint Intelligence Surveillance And Interoperability Coalition), impulsado por nueve países miembros de la OTAN, busca maximizar la utilidad militar de los recursos de inteligencia, vigilancia, adquisición de blancos y reconocimiento (ISTAR). Para alcanzar este fin MAJIIC desarrolla procedimientos operativos, capacidades de la arquitectura y requisitos técnicos.

Los objetivos que se pretenden alcanzar con el programa MAJIIC son los siguientes:

- Describir, desarrollar y demostrar procesos, herramientas y capacidades.
- Desarrollar una rápida integración al amplio espectro de datos IRS (Intelligence, Reconaisement and Survialance) procedentes de distintos sistemas y sensores.
- Mejorar el mapa de situación.
- Mejorar el uso compartido de los sensores en la coalición.
- Implementar el manejo de datos provenientes de sensores "Near Real Time".
- Desarrollar la interoperabilidad basada en una red de nodos.
- Coordinar la asignación, planificación, supervisión y gestión de las Necesidades de Información (proceso IRM&CM).
- Incorporar procedimientos desarrollados en MAJIIC en OTAN y naciones.

Para alcanzar esta interoperabilidad se necesita que estas naciones desarrollen sistemas basados en los mismos estándares y protocolos y arquitecturas análogas. Debido a esto MAJIIC ha sido desarrollado basado en el uso de unos estándares bajo los cuales se desarrollan sistemas como SAPEM (Soporte de Apoyo al Proyecto Español en MAJIIC). De esta manera, a pesar de que cada país desarrolle sus propios sistemas todos serán capaces de intercambiar y explotar productos de inteligencia que hayan sido captados por otro país.

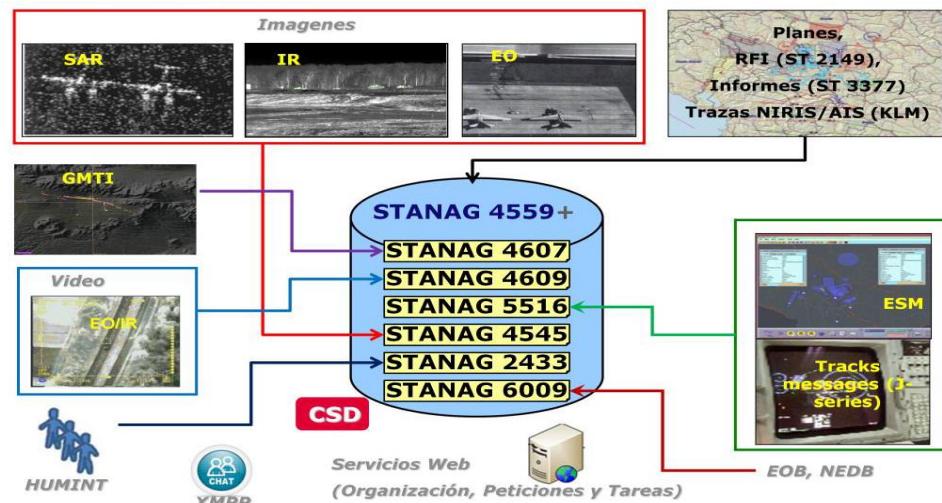


Figura B-1STANAGS de MAJIIC (Fuente: [1])

Como se puede apreciar en la imagen, MAJIIC siete acuerdos de estandarización de la OTAN. Entre estos acuerdos se diferencian dos tipos distintos. Los que tienen un rótulo amarillo han sido

diseñados para el manejo y la difusión de los distintos productos de inteligencia de los que se hace uso (STANAG 4607, STANAG 5516, etc.). Estos seis estándares marcan requisitos que tiene que cumplir sus productos para ser soportados por los sistemas, requisitos tales como por ejemplo el formato de datos, el formato de sus metadatos, distintos niveles de calidad y la velocidad de transmisión. Por otro lado, está el STANAG 4559 que se encarga dictar los requisitos para almacenar, difundir y compartir la información dentro de una base de datos denominada nodo CSD (Coalition Shared Database).

Gracias a que MAJIIC se ha desarrollado basado en estos estándares se hace posible que sistemas creados de acuerdo a estos estándares sean perfectamente compatibles e interoperables y puedan intercambiar información entre ellos. De no ser así y no cumplir con estos estándares puede ocasionar que los productos compartidos puedan ser rechazados por el nodo CSD o no sean manejados adecuadamente por los sistemas.

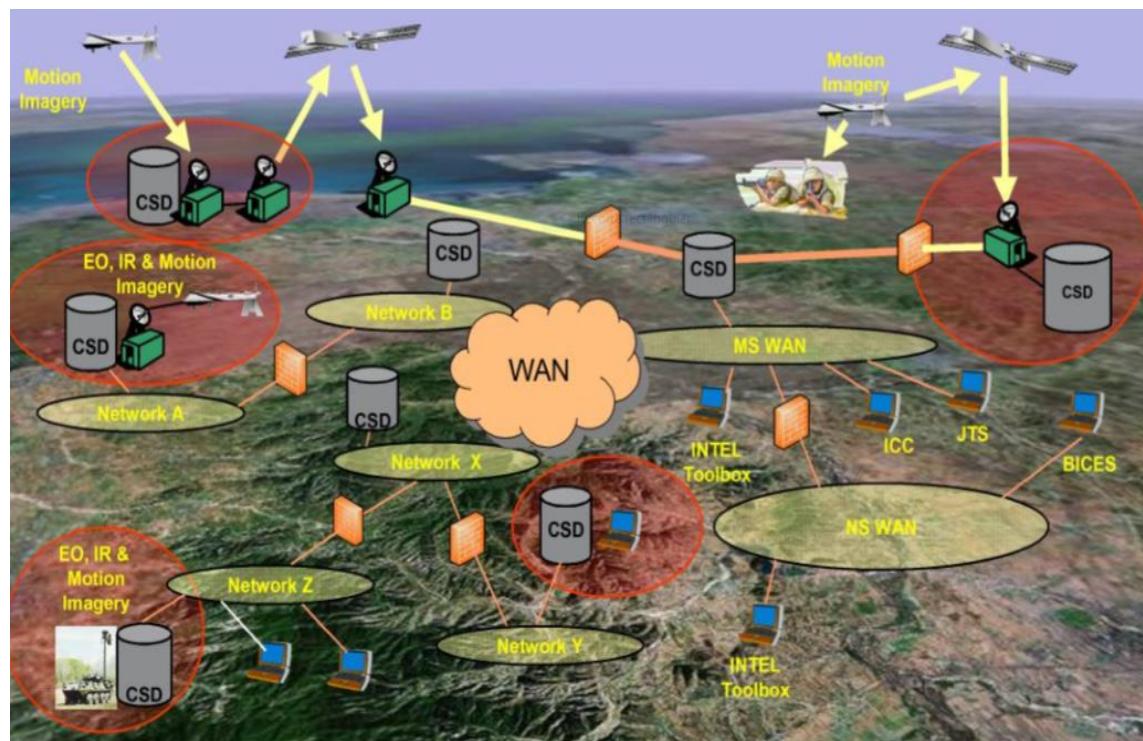


Figura B-2 Despliegue red de sistemas MAJIIC (Fuente: [1])

En la figura se muestra cómo estarían dispuestos los medios sobre el terreno. Como se puede observar los medios de adquisición de información están conectados a un nodo CSD, dónde se almacenan todos los productos que se han obtenido. A su vez, los clientes que explotan el sistema están conectados al nodo formando una pequeña red compuesta por los sensores, el nodo y los clientes. Estas pequeñas redes están interconectadas entre sí permitiendo que un cliente pueda solicitar y recibir productos de un nodo de otra red. Para permitir el intercambio de información los intraredes, los nodos deben de estar sincronizados entre sí. Con esta sincronización los nodos replican a otros nodos la información de los metadatos que describen los productos que almacenan.

Arquitectura

En MAJIIC se distinguen 4 tipos de sistemas: Sensores (con sus estaciones terrestres), Sistemas de gestión de las necesidades de información y recolección (IRM&CM), Sistemas de explotación y nodos CSDs. Es posible también la integración de sistemas de mando y control (C2).

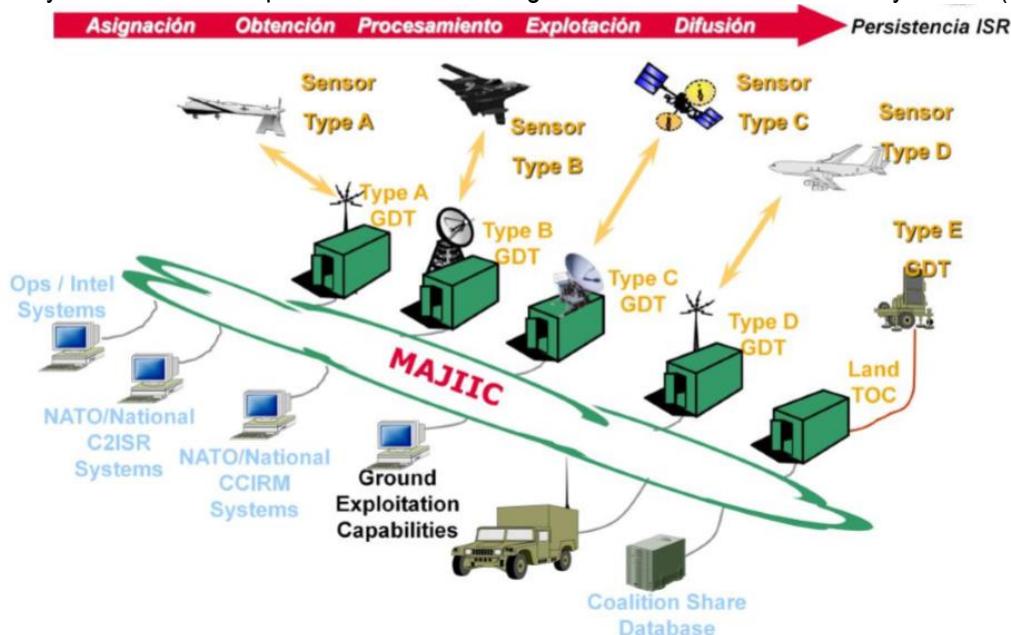


Figura B-3Sistemas MAJIIC (Fuente: [1])

En los conceptos establecidos en MAJIIC se tienen en cuenta desde la asignación de tareas de los sistemas, por medio de los sistemas de coordinación y gestión de requisitos de información (sistemas IRM&CM). Se generan los requisitos de información y se elaboran y distribuyen los Planes de Obtención y Explotación (CXPs - Collection & Exploitation Plans), que identifican las tareas asignadas a los distintos sistemas de obtención (sensores) y a los sistemas de explotación. Los sistemas obtención serán los encargados de la Obtención de los datos solicitados. Los sensores contemplados se trata de sensores aéreos, espaciales, embarcados en vehículos tripulados o no tripulados, terrestres, etc., y que son capaces de producir información en distintos formatos, como imágenes fijas, de tipo SAR, EO e IR, imágenes en movimiento (vídeo), plots GMTI o informes HUMINT. Los sensores envían los datos obtenidos a las estaciones terrestres, que se encargan del Procesado de la información recibida y la conversión a los estándares MAJIIC, de forma que la información esté en formatos comprensible por el resto de sistemas. Si no se cumplen estos formatos los productos pueden ser no aceptados por los nodos CSD o no podrían ser explotados de forma adecuada por el resto del sistema.

Los sistemas de Explotación acceden a la información difundida y generan información útil para los analistas de inteligencia, a través de las herramientas proporcionadas por los sistemas de explotación.

Arquitectura de capas y servicios

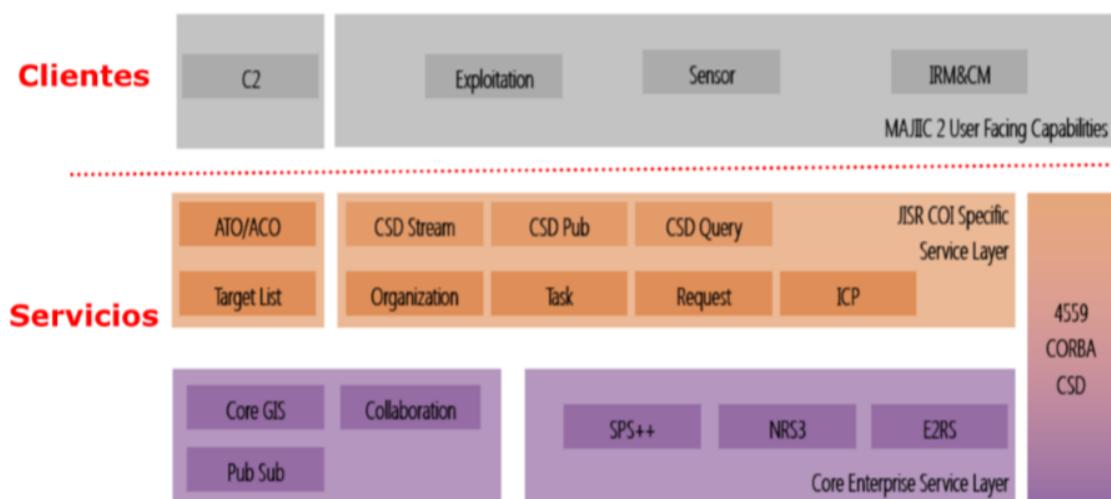


Figura B-4 Arquitectura de capas MAJIIC (Fuente: [1])

En la figura se muestra un esquema de la arquitectura de capas de servicios. En la estructura por capas, cada capa hace uso de los servicios ofrecidos por la capa inmediatamente inferior. A medida que se sube en nivel de capas son servicios más específicos. Las capas inferiores son servicios más genéricos, serían servicios de infraestructura.

En la capa superior (MAJIIC2 User Facing Capabilities) están las aplicaciones (clientes) y es el único interfaz con el que se relaciona un usuario operador.

La siguiente capa (COI Services Layer) proporciona servicios específicos para la comunidad de interés (JISR en este caso), son generalmente servicios de negocio para dar soporte a flujos de trabajo e intercambio de información.

En la capa inferior (Core Enterprise Services) se presentan los servicios de infraestructura (persistencia de datos, replicación, publicación/suscripción, etc.)

Como se ha dicho antes cada capa necesita los servicios que le ofrece la capa inferior para poder funcionar. La relación de dependencias entre las distintas capas es la siguiente. La capa de servicios de aplicación necesita de los servicios de la capa COI para poder interactuar entre sí. A su vez la capa COI necesita los servicios de la capa CORE para poder persistir los datos. Se explicarán en los siguientes apartados las funciones que realizan los servicios más significativos dentro de cada capa. Con persistencia de los datos se entiende como la capacidad o la acción de preservar un objeto de manera permanente, así como la posibilidad de poder utilizarlo de nuevo.

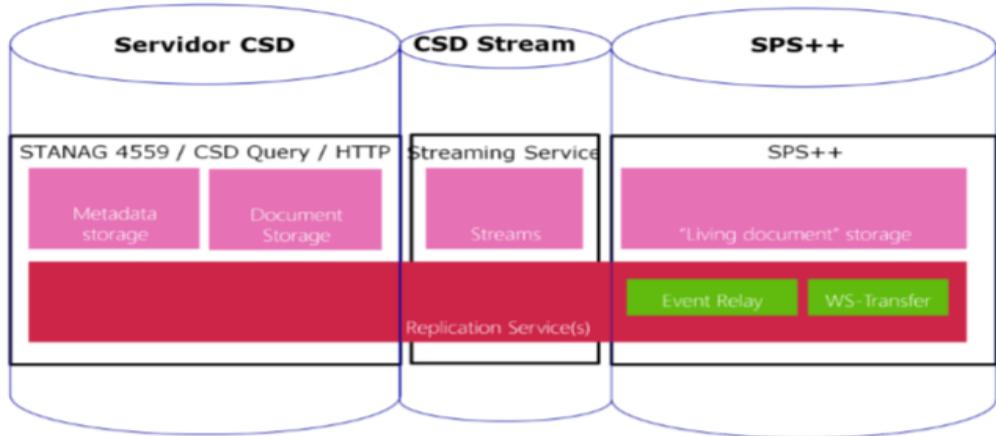


Figura.B -5 Pilares de persistencia (Fuente: [1])

En la figura se muestran los tres elementos fundamentales que permiten la persistencia del sistema. El servidor CSD se encarga de persistir los productos de inteligencia finales (imágenes, videos, etc.) junto con sus metadatos. El CSD Stream persiste productos que se difunden en tiempo real como videos en directo y por último el SPS++ persiste los flujos de trabajo, las necesidades de información, las peticiones y las tareas.

Servidor CSD

El servidor CSD es el repositorio donde se almacenan los productos de inteligencia, persiste la información y la sincroniza con otros nodos. Como se ha dicho antes el servidor únicamente persiste los productos de inteligencia finales, para lo cual es necesario que disponga de una base de datos. Además proporciona una serie de interfaces para que los usuarios puedan publicar productos, actualizarlos, consultarlos y descargarlos. A continuación se explicará su funcionamiento.

El CSD está diseñado siguiendo una arquitectura cliente servidor. El software cliente es el sistema de explotación del que dispone el usuario para poder acceder a los datos que contiene el servidor. Al conjunto de productos que están albergados en el CSD se le llama Librería de productos IRS (IPL-IRS Product Library).

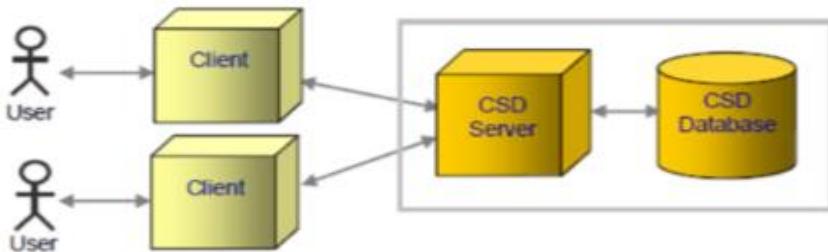


Figura B-6 Servidor CSD (Fuente: [1])

El STANAG 4559, que es dónde se detallan las características que debe poseer el nodo, define dos interfaces para que los clientes puedan gestionar la información. El primero de ellos es el

interfaz CORBA (Common Object Request Broker Architecture) con el que se permite al cliente acceder a la librería de los productos. El segundo es el interfaz HTTP (Hypertext Transport Protocol), gracias al cual el cliente puede publicar y descargar productos de la base de datos. Dado que los productos son alcanzados mediante HTTP, éstos requerirán de más o menos tiempo para estar disponibles en función del tamaño del producto y de lo limitado que sea el ancho de banda disponible.

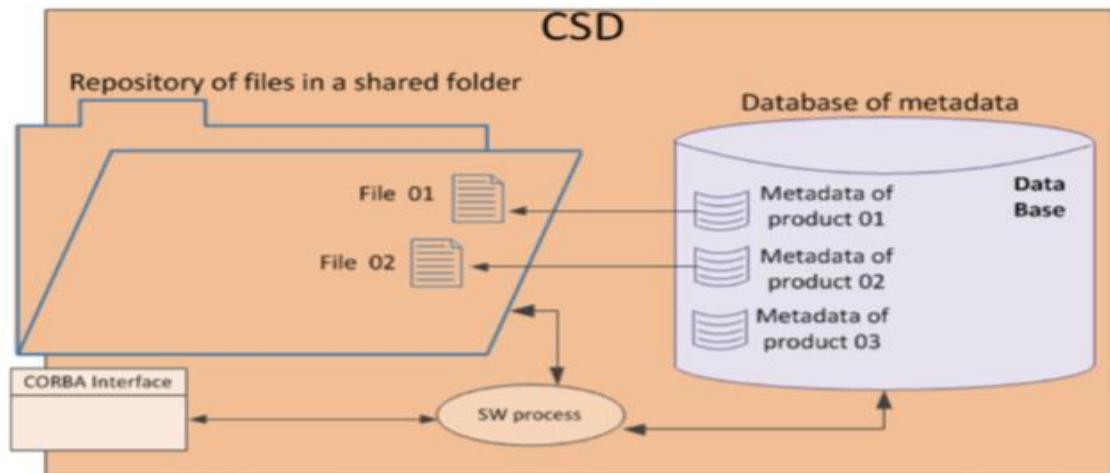


Figura B-7 Interacción base de datos y librería (Fuente: [1])

Como se observa en la figura un cliente accede a la librería mediante el interfaz CORBA. En la base de datos los productos están almacenados como entidades y pueden asociados uno o cero ficheros. Las entidades están compuestas por los metadatos del producto (coordenadas, fecha/hora, tipo de sensor, etc.), esto permite que se pueda catalogar el producto y organizar la librería. Los ficheros ligados a los metadato son el propio producto IRS.

Servicios COI

A continuación se van a definir los servicios que proporciona la capa intermedia (COI Specific Layer). Estos servicios permiten que los distintos nodos interactúen entre sí e intercambien información. Necesitan los servicios de la capa de núcleo para ser funcionales, de lo contrario los nodos estarán aislados. Los servicios COI no persisten la información, por lo que no necesitan una base de datos. El servicio CSD Stream se tratará a parte debido a su complejidad y a que sí persiste la información.

Organization Service: permite a los clientes consultar la estructura de la organización (orden de batalla y especificaciones de los sistemas) y comprobar el estado de los sistemas. Los usuarios son notificados de los cambios y pueden informar del estado de sus sistemas para que esté disponible para otros.

ICP Service: Permite que el sistema intercambie planes de obtención de inteligencia (ICP- Intelligence Collection Plan). Los usuarios pueden publicar el plan de obtención, compartir necesidades de información y el área de interés de inteligencia para que otras unidades tengan la capacidad de proporcionar productos y responder a las necesidades de información.

Request Service: Gracias a este servicio los usuarios pueden hacer un seguimiento de las peticiones de información realizadas y ver su estado. También permite visualizar los productos con los que se han respondido a las peticiones.

Tasking Service: Es un servicio parecido al anterior. En este caso los operadores

pueden asignar tareas a los sistemas de explotación. También pueden visualizar el estado de las tareas asignadas y los productos con los que se ha respondido.

CSD Query Service: Proporciona un interfaz para consultar y acceder a la información almacenada en la biblioteca de metadatos del servidor CSD.

CSD Publish Service: consiste en un interfaz que hace posible publicar productos en el CSD y vincularlos a tareas, peticiones de información o a otros productos.

CSD Streaming

El CSD Streaming es el repositorio de productos de streaming como es el vídeo. Es equivalente al servidor CSD, pero únicamente para productos de streaming.

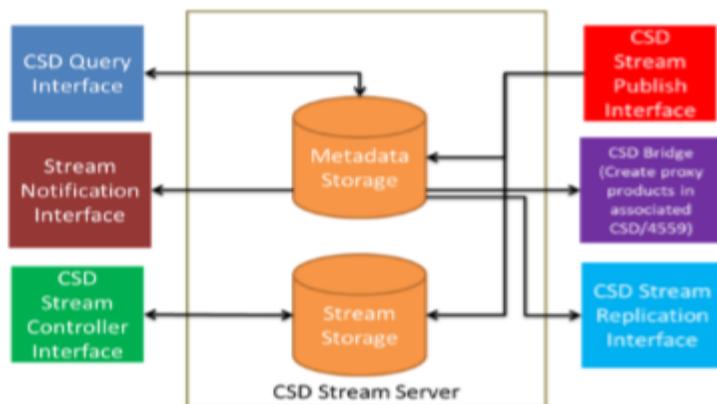


Figura B-8 Servidor CSD Stream (Fuente: [1])

Como muestra la figura el CSD Stream está compuesto por dos repositorios, uno de ellos almacena los streams de los productos, mientras que el otro almacena los metadatos. Además proporciona los interfaces necesarios para que los datos se repliquen a otros CSD Stream.

Su funcionamiento es el siguiente. Los sensores de los medios de obtención capturan los productos y los publican en el CSD Stream. Una vez que los productos estén almacenados, los clientes pueden consultar y acceder al stream tanto en vivo como grabados. Finalmente el CSD Stream publica los metadatos en el servidor CSD asociados a sus streams que permiten asociar otros productos del CSD a los streams.

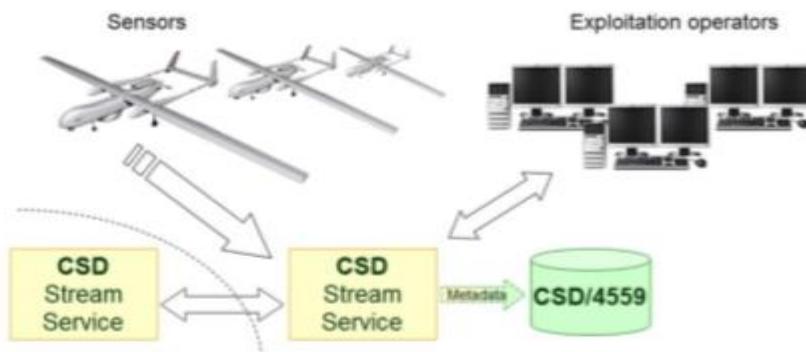


Figura B-9 Flujo de datos Stream (Fuente: [1])

En resumen el CSD Stream proporciona una serie de operaciones para manejar streams tanto en tiempo real como grabados. Los usuarios pueden acceder a estos productos tanto en tiempo real como en diferido y serán notificados siempre que haya datos nuevos para visualizar o analizar.

Servicios Core

Son los servicios que proporciona la última capa de la arquitectura de MAJIIC y que son ofrecidos a la capa COI, sin los cuales no podría funcionar. Son servicios más abstractos y orientados a infraestructura. A continuación se va a exponer en qué consiste cada uno de los servicios.

SPS++ (Structured Product Service): proporciona un medio para almacenar y compartir los flujos de trabajo, las tareas, las peticiones de información y las necesidades de inteligencia. Permite a los usuarios conducir procesos que impliquen flujos de trabajo a través de los distintos nodos.

NRS3 (Non-Relational Structure Storage Service): permite realizar consultas pre-configuradas para acceder a la información de estado de las peticiones de información, tareas, etc. Sin este servicio no se podría consultar el SPS++.

PubSub (Publicación/Suscripción): Este servicio notifica al usuario cuando se produce algún cambio en los flujos de trabajo o se publica un nuevo producto.

Sistemas IRM&CM

Los sistemas IRM&CM son sistemas clientes que proporcionan la capacidad para coordinar y dirigir el ciclo JIRS. Permiten gestionar los requisitos de información, las peticiones de información y los medios de obtención. Interactúan con el resto del programa de la siguiente manera. Utilizan los servicios proporcionados por la capa COI para dirigir los flujos de trabajo. Reciben notificaciones de eventos a través del servicio PubSub y acceden a los productos ISR a través del Servidor CSD.

Sistemas de explotación

Los sistemas de explotación son sistemas cliente que generan productos de inteligencia a través de la información proporcionada por los medios de obtención. Publican y acceden a productos IRS con el Servidor CSD. Usar el CSD Stream para tener acceso a los streams de datos. Reciben notificaciones del servicio PubSub y pueden interactuar con los flujos de trabajo a través de la capa COI. Por último los sistemas de explotación pueden interactuar con otros servicios externos.

Sistemas sensores

Están formados por los sensores encargados de captar los productos de información y sus estaciones de control. Se encargan de obtener los productos de información y publicarlos tanto en el Servidor CSD como en el CSD Stream. Reciben y realizan notificaciones a través de PubSub.

Anexo C: Entrevistas

Entrevista sobre el VERT

ACTA DE ENTREVISTA	
Comité o Grupo: Ejército de Tierra	Acta No 1
Citada por: CAC. Víctor Manquillo Huete	Fecha: 28/09/17
Lugar: Regimiento de Transmisiones 21 (Marines)	Hora inicio: 1700 Fin: 1715

PARTICIPANTES		
No.	Nombre	Cargo
1	Sgt. Eduardo Alonso Sancho	Jefe de Vehículo VERT
2	CAC. Víctor Manquillo Huete	Entrevistador

PUNTOS DE DISCUSION	
1	Definición del VERT
2	Misiones que lleva a cabo
3	Medios con los que está dotado
4	Medios de transmisiones
5	Formato del vídeo que graban las cámaras
6	Transmisión del vídeo

OBJETIVO DE LA ENTREVISTA	
El objetivo principal de la entrevista ha sido reunir información sobre el vehículo VERT. Prestando atención a sus sensores de vídeo, formato de dicho vídeo y sus capacidades para transmitir dicho vídeo.	

DESARROLLO DE LA ENTREVISTA	
Pregunta:	¿Qué es el VERT?
Respuesta:	El VERT es el Vehículo de Exploración y Reconocimiento Terrestre. Inicialmente se concibió como un vehículo que servía como observador avanzado de caballería. Pero al ver todas las capacidades que tenía se decidió entregar a las unidades de caballería.
Pregunta:	¿Qué misiones lleva a cabo?
Respuesta:	Realiza misiones de reconocimiento, exploración del campo de batalla, obtención de información y adquisición de objetivos.
Pregunta:	¿De qué medios se le ha dotado para cumplir dichas misiones?
Respuesta:	Lleva un equipamiento muy completo. Dispone de un mástil desplegable donde se encuentran todos los sensores. Tiene dos cámaras de vídeo, una diurna y otra nocturna, telémetros láser, GPS, brújulas. Para dar seguridad tiene una ametralladora del calibre 12,70 que se controla desde el interior del vehículo.

Pregunta: ¿Qué medios de transmisiones tiene?

Respuesta: En cuanto a los medios de transmisiones, tiene de todo. Hay enlace por HF, VHF, UHF y satélite. Además tiene un Gestor de Comunicaciones.

Pregunta: ¿Las cámaras de vídeo, que formato tienen?

Respuesta: Las cámaras graban en analógico. El video se puede visualizar tanto en los terminales del jefe del vehículo como en el terminal del observador.

Pregunta: ¿El vídeo lo pueden transmitir?

Respuesta: Sí, existen varias formas. La que mejor funciona es a través de la radio 117 G, que proporciona un ancho de banda de 2Mb/s. Aunque también se puede utilizar la SPEARNET o el terminal satélite.

CONCLUSIONES

Tras realizar la entrevista se obtuvieron las siguientes conclusiones. El VERT dispone de dos cámaras cuyos formatos son analógicos, por lo que no cumplen el STANAG 4609. Por otro lado el resto de sus sensores proporcionan los metadatos sobre los vídeos, cuyo formato tiene que ser convertido en formato KLV.

En cuanto a los sistemas de transmisiones, es un vehículo que ofrece muchas posibilidades. De cara a la transmisión de vídeo se pueden utilizar hasta tres medios distintos. La radio 117G es el medio más eficiente para ello debido al ancho de banda que proporciona y a su alcance. La SPEARNET también proporciona un ancho de banda suficiente, pero su alcance es muy limitado. Por último el terminal satélite ofrece una gran flexibilidad a la hora de transmitir, ya que es independiente del terreno, aunque al usar infraestructura civil es preciso pagar cada vez que se usa el servicio.

Entrevista sobre el PASI

ACTA DE ENTREVISTA	
Comité o Grupo: Ejército de Tierra	Acta No 2
Citada por: CAC. Víctor Manquillo Huete	Fecha: 14/010/17
Lugar: Regimiento de Transmisiones 21 (Marines)	Hora inicio: 1045 Fin: 1115

PARTICIPANTES		
No.	Nombre	Cargo
1	Sgto. Primero Enrique Tarím Méndez	2º Jefe de la sección de Sistemas de Información
2	CAC. Víctor Manquillo Huete	Entrevistador

PUNTOS DE DISCUSION	
1	Definición del PASI
2	Misiones que lleva a cabo
3	Capacidad de vuelo
4	Formato del vídeo que graban las cámaras
5	Solución de la empresa IAI para cumplir el STANAG 4609
6	Posibilidad de utilizar es solución en otros sensores.

OBJETIVO DE LA ENTREVISTA	
El objetivo principal de la entrevista ha sido reunir información sobre el UAV PASI. Prestando atención a sus sensores de vídeo. Recopilar datos acerca de la solución que se utilizó para que cumpliera el STANAG 4609 y sobre el posible uso de dicha solución en otros sensores que no lo cumplan	

DESARROLLO DE LA ENTREVISTA	
Pregunta: ¿Qué es el PASI?	
Respuesta: PASI es una sigla significa Plataforma Autónoma de Sensores de Inteligencia. Es una adaptación del MK Searcher II de origen israelí, desarrollado por la empresa IAI (Israel Air Industries), que España adquirió en 2007. Actualmente el E.T dispone de cuatro.	
Pregunta: ¿Qué tipo de misiones lleva a cabo?	
Respuesta: Se utiliza para realizar misiones de reconocimiento, vigilancia, adquisición de objetivos y obtención de inteligencia en profundidad	
Pregunta: ¿Qué capacidad de vuelo posee?	
Respuesta: Puede estar volando de 10 a 15 horas, en función de la distancia. Posee un techo de vuelo de unos seis kilómetros aproximadamente y volar hasta 350 km de distancia.	
Pregunta: Hábleme sobre sus cámaras.	

Respuesta: Dispone de cámaras tanto diurnas como nocturnas. Ambos tipos de cámaras graban vídeo en formato analógico.

Pregunta: Si se trata de cámaras analógicas, entonces, ¿el PASI no cumple con el STANAG 4609?

Respuesta: El PASI por sí solo no lo cumple. Sin embargo la empresa IAI desarrolló un software (al que coloquialmente llamamos IAI) para convertir el vídeo de manera que si cumpla el STANAG. De hecho a día de hoy el PASI es el único sensor que cumple el STANAG de vídeo. IAI suministró de forma gratuita el software cuando el E.T adquirió otro PASI con el que remplazó uno que se averió.

Pregunta: ¿Podría explicarme qué hace dicho software?

Respuesta: Sí, básicamente lo que hace es convertir la señal analógica a digital codificándola en el formato MPEG2. Adapta el formato de los metadatos al formato KLV y une los metadatos con el vídeo.

Pregunta: ¿Han podido usar dicho software? ¿Funciona?

Respuesta: Sí, se ha probado y funciona. Sin embargo son necesarias mayores pruebas puesto que hay ocasiones en las cuales los metadatos no aparecen asociados con el vídeo.

Pregunta: ¿Se puede utilizar ese software para implementar una solución en otros sensores de vídeo y que así cumplan también con el STANAG?

Respuesta: Lamentablemente no se puede. La empresa desarrolló ese software basado en sus propios estándares, por lo que sólo funciona cuando se usa con el PASI. Lo hemos utilizado con otros sensores para probar, pero no son compatibles. No se entienden entre ellos.

Pregunta: ¿Es posible crear una pasarela con el fin de que sea interoperable con otros sensores?

Respuesta: Como he dicho antes, utiliza estándares propietarios, por lo que no es posible. Se debería de recurrir a otra alternativa.

CONCLUSIONES

Tras realizar la entrevista se obtuvieron las siguientes conclusiones. El PASI dispone de una cámara que graba vídeo analógico. A pesar de ello es el primer sensor de vídeo que cumple el STANAG en el E.T. Esto se debe a una solución que proporcionó la empresa IAI. La solución es un programa software que transforma la señal de metadatos al formato KLV y los multiplexa junto con el vídeo. Desafortunadamente dicho software es únicamente compatible con el PASI, no es interoperable con otros equipos. Por lo tanto no es posible adoptar esta solución para el resto de sensores de vídeo.

Anexo D: Digitalización de vídeo media la capturadora ElGato video capture

En este Anexo se va a proceder a enumerar los pasos a seguir para digitalizar un vídeo analógico a formato digital utilizando el software de la capturadora ElGato.

1. Realizar la instalación del software.
2. Conectar la capturadora al ordenador a través del puerto USB y a la fuente de vídeo. En este caso al no disponer de audio sólo se conectará el conector amarillo de la capturadora a la salida de vídeo del sensor.
3. Iniciar el software.
4. En la pantalla de inicio se deberá dar un nombre al archivo que se va a crear y se debe seleccionar la duración del vídeo. Clicar en continuar.

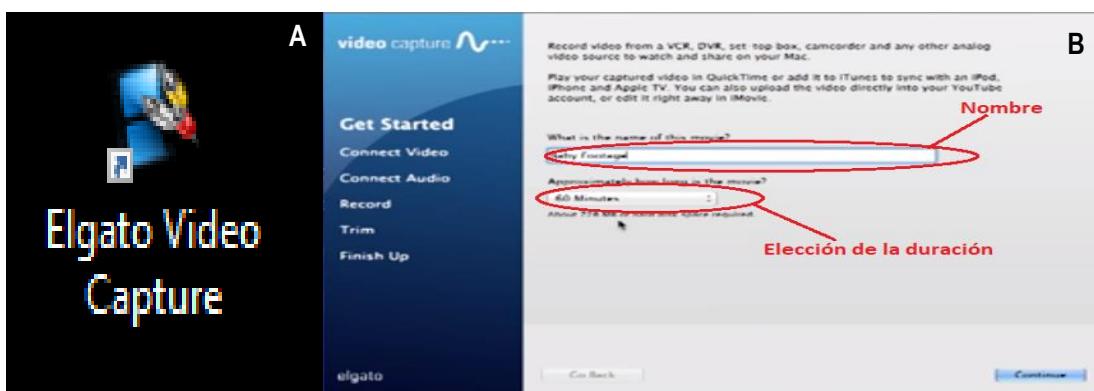


Figura D-1 9 A)Icono del software de captura de vídeo B) Pantalla de inicio del programa (Fuente: elaboración propia)

5. En la siguiente pantalla se selecciona el tipo de entrada de video, en este caso se selecciona la opción de vídeo compuesto. También se debe seleccionar la relación dimensional²¹ del vídeo entre 4:3 y 16:9. Se elige la opción de 4:3 ya que es la que mejor se ajusta a las proporciones definidas en el STANAG.

²¹ Relación dimensional: también conocido como relación de aspecto o ratio. Es la proporción entre el ancho y la altura de la imagen que se está visualizando. Se expresa de esta manera “Anchura : Altura”



Figura D-2 Menú de elección del tipo de entrada de video y del ratio del video de salida (Fuente: elaboración propia)

6. Iniciar la reproducción del vídeo desde el dispositivo analógico. En este momento se empezará a visualizar el vídeo en el programa.
7. Abrir la pestaña de preferencias del programa. Desde aquí se puede seleccionar en que carpeta se va a guardar el vídeo digital. También se puede elegir el formato en el cual se va a codificar. Se selecciona el formato H.264. Desde este menú también se pueden modificar parámetros del vídeo como el brillo, el contraste, etc. y de audio. Clicar en continuar



Figura D-3 Menu de preferencias del programa (Fuente: elaboración propia)

8. La siguiente pantalla muestra la intensidad de la señal de sonido. En este caso no se recibe ninguna señal de sonido. Clicar en continuar.
9. A partir de este momento se empezará a capturar y a digitalizar el vídeo. Se puede seleccionar la opción de eliminar el sonido, así como detener la captura una vez pasado el tiempo seleccionado en la primera pantalla. Una vez que se haya digitalizado la parte deseada del vídeo pulsar el botón rojo.
10. En la siguiente pantalla aparecerá una línea temporal, la cual se puede usar para recortar partes del vídeo que no se deseen. Clicar en continuar.

| Anexos

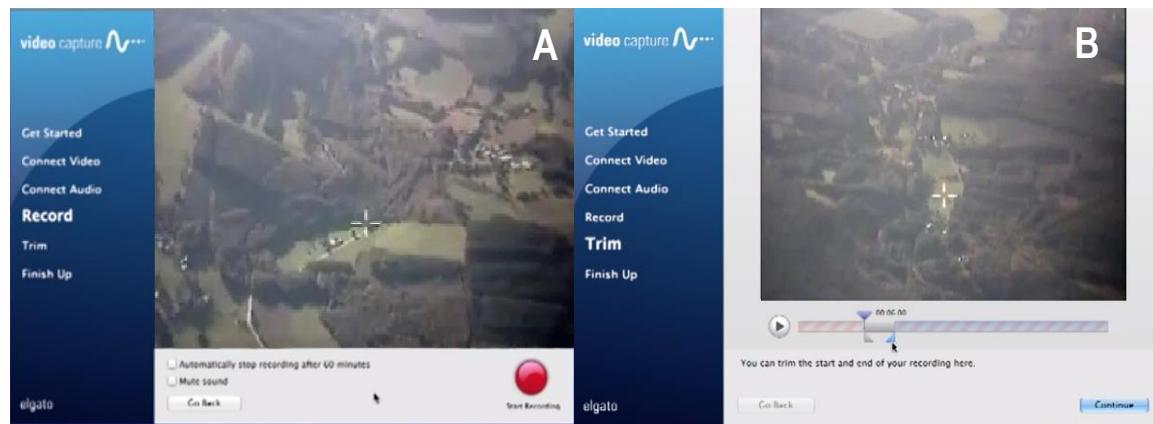


Figura D-4 A) Pantalla en la cual el programa digitaliza el vídeo B) Pantalla en la que se puede editar la longitud del vídeo una vez termina la digitalización (Fuente: elaboración propia)

11. En esta última pantalla se muestra un mensaje que indica que el vídeo se ha guardado correctamente y la carpeta en la que se encuentra.

Tras realizar estos pasos se obtiene un vídeo digital y codificado con un estándar válido. Sólo faltaría multiplexarlo junto con sus metadatos y enviarlo dentro de una trama MPEG2