UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

DISEÑO DE UN SISTEMA INTEGRADO DE VIGILANCIA Y APOYO PARA TRENES BASADO EN TECNOLOGÍA IP.

Este jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado:

Veinte puntos (20/20)

JURADO EXAMINADOR

Firma: Firma: Firma:

Nombre: Cante, Biagio. **Nombre:** Gonzalez, Eduardo **Nombre:** Ferrante, Girolamo.

REALIZADO POR: Rodríguez Bravo, Carlos Alfonso.

TUTOR: Ferrante, Girolamo

Caracas, 29 de septiembre de 2008

TÉRMINOS

Término	Explicación
ACK	Acuse de Recibo
AES	Estándar de Cifrado Avanzado
AIMOS	Andrew Integrated Management and Operating System
AIDC	Captura Automática de Datos de Identificación
AP	Punto de Acceso Inalámbrico
ATM	Modo de Transferencia Asíncrono
BSS	Conjunto de Servicio Básico
BTS	Estación Base Transmisora-Receptora
CBR	Tasa de Bits Constante
CCTV	Circuito Cerrado de Televisión
CIF	Formato Común de Imagen
CODEC	Codificador y Decodificador
CCTV IP	Circuito Cerrado de Televisión sobre IP
CSMA	Acceso Múltiple con Escucha de Portadora
CSMA/CA	CSMA con Anulación de Colisiones
CSMA/CD	CSMA con Detección de Colisiones
CTS	Libre Para Envío
DNS	Servicio de Nombre de Dominio
DSP	Procesador Digital de Señal
DSSS	Espectro Ensanchado por Secuencia Directa
DVR	Video Grabador Digital

FHSS	Espectro Ensanchado por Salto de Frecuencia
GSM	Sistema Global para Comunicaciones Móviles
GSM-R	GSM para trenes
HCF	Coordinación Híbrida de Funciones
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
IETF	Grupo de Trabajo en Ingeniería de Internet
IP	Protocolo de Internet
IR	Infrarrojos
ISM	Banda Industrial, Científica y Médica
IT	Tecnologías de Información
JPEG	Joint Photographic Experts Group
LAN	Red de Área Local
LCD	Pantalla de Cristal Liquido
MAC	Control de Acceso al Medio
MAR	Mobile Access Router
MIMO	Múltiple Entrada y Múltiple Salida
MJPEG	JPEG en Movimiento
MPEG	Moving Picture Experts Group
MPLS	Multiprotocol Label Switching
MSDU	MAC Unidad de Datos de Servicio
NAK	Acuse de Recibo Negativo
NTSC	Comisión Nacional de Sistemas de Televisión
NVR	Video Grabador en Red
OFDM	Mux por División de Frecuencias Ortogonales

PAL	Línea Alternada en Fase
PC	Computador Personal
PCM	Modulación por Impulsos Codificados
PoE	Alimentación Eléctrica sobre Ethernet
PDH	Jerarquía Digital Plesiócrona
PSK	Modulación por Desplazamiento de Fase
PTZ	Pan/Tilt/Zoom (Horizontal/Vertical/Zoom)
QAM	Modulación de Amplitud en Cuadratura
QoS	Calidad de Servicio
RAID	Arreglo Redundante de Discos Independientes
RAS	Registro, Admisión y Estado
RF	Radiofrecuencia
RFID	Identificación por Radiofrecuencia
RSVP	Protocolo de Reservación de Recursos
RTCP	Protocolo de Control de Tiempo Real
RTP	Protocolo de Transporte de Tiempo Real
RTS	Petición de Envío
RTSP	Protocolo de Flujo de Tiempo Real
SDH	Jerarquía Digital Síncrona
TETRA	Terrestrial Trunked Radio
TCP	Protocolo de Control de Transmisión
TKIP	Protocolo de Integridad de Claves Temporales
UDP	Protocolo de Datagrama de Usuario
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones

UPS	Sistema de Alimentación Ininterrumpida
VBR	Tasa de Bits Variable
VCEG	Video Coding Experts Group
VCR	Video Grabador de Casete
VGA	Video Graphics Array
VoIP	Voz sobre IP
VPN	Red Privada Virtual
WDM	Wavelength Division Multiplexing
WECA	Wireless Ethernet Compatibility Alliance
Wi-Fi	Wireless Fidelity
WiMax	Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas
WLAN	Wireless Local Área Network
WPA	Acceso Protegido a Wi-Fi

DISEÑO DE UN SISTEMA INTEGRADO DE VIGILANCIA Y APOYO PARA TRENES BASADO EN TECNOLOGÍA IP.

Rodríguez Bravo, Carlos Alfonso.

Kaco85@gmail.com

En el presente Trabajo Especial de Grado se pretende diseñar un sistema de vigilancia y apoyo a trenes, el cual comprende transmisión de audio y video en tiempo real, desde los vagones hasta el Centro de Control, a través de una red IP. Esta red comprende una infraestructura de cámaras para comunicación usuario-operador, botones de alarma, grabadores y una interfaz inalámbrica en cada vagón que permite establecer una comunicación continua con el Centro de Control. Desde aquí va a ser gestionado todo el tráfico de información en tiempo real para atender cualquier incidente que se presente.

El tema de la inseguridad y el vandalismo en el transporte público, ha obligado a las empresas alrededor del mundo a invertir a en este tipo de sistemas, con el fin de asegurar el buen mantenimiento del servicio y la tranquilidad de los pasajeros. En Venezuela se han venido construyendo importantes líneas de trenes en las principales ciudades que transportan miles de personas diariamente. A fin de garantizar la seguridad a los pasajeros y el mantenimiento de los espacios es necesario el desarrollo de estos sistemas para así poder lograr una reacción oportuna en cualquier situación de emergencia.

Palabras Claves: CCTV, IP, Wi-Fi, Sistema Radiante, Tiempo Real.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL iv
ÍNDICE DE FIGURAS vi
ÍNDICE DE TABLAS vii
ÍNDICE DE ANEXOS vii
INTRODUCCIÓN viii
I. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO 1
I.1 Planteamiento del Problema 1
I.2 Objetivo General 2
I.3 Objetivos Específicos 2
I.4 Justificación del Proyecto 3
I.5 Alcances y Limitaciones 3
II. MARCO TEÓRICO 5
II.1 Aplicaciones a Nivel Mundial 5
II.2 Evolución de los CCTV 7
II.3 Video Sobre IP 10
II.4 Voz Sobre IP 13
II.4.1. Intercomunicadores IP 15
II.5 Estándar IEEE 802.11 16
II.6 Compresión de Video 22
II.6.1. MPEG-1 24
II.6.2. MPEG-2 24
II.6.3. MPEG-4 24
II.7 Compresión de Voz 27
II.7.1. G.711 27
II.7.2. G.729 28

II.7.3. G.723.1 28
II.8 Identificación por Radiofrecuencia (RFID) 29
II.9 Sistema Radiante 32
III. METODOLOGÍA 36
III.1 Tipo de Investigación 36
III.2 Instrumentos 36
III.2.1. Paquetes de Software de Computación 37
III.3 Procedimiento 37
III.3.1. Primera Fase: Bases del Proyecto 37
III.3.2. Segunda Fase: Analógico Vs. Digital 38
III.3.3. Tercera Fase: Wi-Fi 39
III.3.4. Cuarta Fase: CODECS 39
III.3.5. Quinta Fase: RFID 40
III.3.6. Sexta Fase: Diseño de la Red 40
III.3.7. Séptima Fase: Centro de Control 41
IV. RESULTADOS 42
IV.1 Bases del Proyecto 43
IV.2 Analógico Vs. Digital 47
IV.3 Wi-Fi 50
IV.4 CODECS 52
IV.5 RFID 53
IV.6 Diseño de la Red 55
IV.6.1. Red Móvil 56
IV.6.2. Sistema Radiante 61
IV.6.3. Sistema de Localización RFID 64
IV.7 Centro de Control 66
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 69
VI. BIBLIOGRAFIA 71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. CCTV Analógico 8
Figura 2. Sistema CCTV Híbrido 9
Figura 3. Sistema de Vigilancia IP. 10
Figura 4. Técnicas de Barrido 11
Figura 5. Resoluciones NTSC y PAL. 12
Figura 6. Intercomunicadores IP. 15
Figura 7. M-JPEG Vs MPEG. 23
Figura 8. Estándares de compresión de video. 26
Figura 9. Sistema RFID. 30
Figura 10. Partes de un Cable Radiante 32
Figura 11. Tipos de Cable Radiante 33
Figura 12. Diagrama del Sistema Radiante 34
Figura 13. Cámaras CCTV IP. 45
Figura 14. Redes móviles con MAR. 47
Figura 15. Red Móvil y Sistema Radiante. 52
Figura 16. RFID en las vías. 54
Figura 17. Equipos RFID para trenes. 55
Figura 18. Axis Design Tool. 60
Figura 19. Diagrama de la Red Móvil. 61
Figura 20. Funcionamiento de la Unidad Maestra. 62
Figura 21. Diagrama del Sistema Radiante. 64
Figura 22. Sistema de Localización RFID. 65
Figura 23. Diagrama del Centro de Control. 68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estándares IEEE 802.11. 20
Tabla 2. Resolución de Imágenes. 27
Tabla 3. CCTV Analógico Vs. CCTV Digital 48
Tabla 4. Estándares de Compresión de Voz y Video 53
Tabla 5. Uso de Canales de Radio. 58
Tabla 6. Potencia de Transmisión y Recepción del Cisco 3200 59

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS I
ANEXO A II
Cámaras IP II
ANEXO B V
Etiquetas y Lectores RFID V
ANEXO C X
Digital Video Recorder (DVR) X
ANEXO D XII
Mobile Access Router (MAR) XII
ANEXO E XIX
Sistema Radiante XIX
ANEXO F XXVI
Software de Gestión XXVI

INTRODUCCIÓN

En los últimos años hemos presenciado como la era digital ha ido ganando terreno en el ámbito tecnológico. Las tecnologías de la información han ido ajustándose a estos cambios, de manera de crear una convergencia entre los antiguos sistemas analógicos y los nuevos dispositivos digitales. Los CCTV (Circuitos Cerrados de Televisión) están actualmente atravesando esta etapa de transformación.

La tecnología IP (Internet Protocol) ha sido protagonista en el manejo de la información a través de las redes de datos a nivel mundial. Con el uso de nuevos métodos de compresión de datos, se ha logrado un mejor aprovechamiento de los limitados anchos de banda de los enlaces actuales para manejar comunicaciones bidireccionales en tiempo real. Las aplicaciones más importantes hoy en día son el video sobre IP y la voz sobre IP (VoIP).

En principio se investigó acerca de las distintas compañías que han desarrollado sistemas de seguridad a bordo de trenes, redes de datos y transmisiones inalámbricas en entornos ferroviarios. Con esto se tiene una idea de lo que se ha venido logrando en los últimos años y así buscar la manera de aplicar estas tecnologías en trenes operando en Venezuela.

Para hacer uso de un sistema CCTV IP (Circuito Cerrado de Televisión sobre IP) deben tenerse claras las ventajas y desventajas que representa la migración de un sistema analógico a una plataforma totalmente digital. De igual manera, es importante conocer qué tipo de dispositivos deben utilizarse en una red de seguridad para así asegurar un rendimiento óptimo en aplicaciones de tiempo real (voz y video). Para un mejor aprovechamiento del ancho de banda del canal se deben utilizarse estándares de compresión de voz y video que sean capaces de conjugar ambas aplicaciones. De

esta forma, puede estimarse el ancho de banda necesario según la resolución de video, calidad de voz y espacio requerido en los grabadores para el almacenamiento continuo de datos. Con esta investigación se da una idea general del funcionamiento de la red a bordo de los trenes.

La siguiente etapa comprende la comunicación Tren-Centro de Control y los sistemas involucrados en esta solución. Para este fin es imprescindible la comunicación en RF con el uso de redes inalámbricas. A bordo del tren deben instalarse puntos de acceso o puentes inalámbricos que sean capaces de transmitir la información al receptor en las vías, que en este caso, estaría representado por un sistema radiante a lo largo de la vía. El sistema radiante debe proporcionar una cobertura uniforme, con el fin de poder establecer una comunicación ininterrumpida con el Centro de Control (CC).

Para el desempeño adecuado del sistema deben tenerse en consideración todas las interferencias asociadas a este tipo de entornos, así como la alimentación y aterramiento adecuado de los equipos. (Bandas de frecuencia disponibles, interferencias de RF, fuentes de energía en los trenes, etc.)

Todas las fortalezas del sistema residen en la gestión de la información en forma remota desde el Centro de Control. El software de gestión debe encargarse de mostrar al personal de seguridad la ubicación actual de los trenes, para de esta forma, poder elegir cualquier vagón que esté en circulación, así como señalar en cuál se ha realizado una llamada de emergencia. Un sistema de señalización basado en radio-balizas RFID (Radio Frequency IDentification) se encargará de enviar información a los servidores acerca del posicionamiento de cada tren en la vía. El software se apoya en la base de datos de los servidores para asociar la ubicación del vagón que se está visualizando y, adicionalmente, establecer una comunicación de voz full-duplex con los pasajeros.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

Este capítulo contempla la motivación del presente Trabajo Especial de Grado y todos los objetivos planteados para alcanzar resultados adecuados en el diseño de un sistema integrado de vigilancia y apoyo para trenes basado en tecnología IP.

I.1 Planteamiento del Problema

En el presente Trabajo Especial de Grado se pretende diseñar un sistema de vigilancia y apoyo a trenes que comprende la transmisión de audio y video en tiempo real, desde los vagones hasta el Centro de Control, a través de una red IP. Para este fin se piensa utilizar una plataforma totalmente digital que haga posible dicha comunicación en todo momento, tanto en entornos abiertos como en túneles, con el uso de redes inalámbricas. Adicionalmente, se piensa diseñar un sistema de localización de trenes para que el Centro de Control pueda tener una visión clara de la ubicación de cada vagón y, de esta manera, poder seleccionar cuál de éstos se desea monitorear.

Cada vagón del tren dispone de la cantidad de cámaras y estaciones de audio necesarias, de manera de poder proporcionar una cobertura total del área de interés. Tanto las cámaras como las estaciones de audio están conectadas a un punto de acceso inalámbrico en cada vagón, el cual tiene la importante tarea de comunicarse con el sistema radiante (antenas distribuidas) a lo largo de la vía, a través de RF. Desde allí se reciben los datos para ser enviados por medio de una determinada red hasta los servidores ubicados en el Centro de Control. El objetivo es poder tomar las medidas pertinentes para manejar de manera oportuna cualquier situación de emergencia que se pudiese presentar en un vagón a lo largo de la línea.

I.2 Objetivo General

Diseñar un sistema de vigilancia y apoyo para una línea de trenes, utilizando un sistema basado en tecnología IP y de una interfaz de comunicación Tren-Centro de Control, mediante el uso de RF , con un sistema de localización de trenes a lo largo de la línea con tecnología RFID (identificación por radio frecuencia).

I.3 Objetivos Específicos

- Investigar sobre aplicaciones de redes móviles en trenes alrededor del mundo, con el fin de estudiar distintas soluciones y evaluar qué dispositivos pueden ser integrados a este tipo de aplicaciones.
- Estimar los beneficios de un sistema de CCTV digital sobre IP comparado con el antiguo CCTV analógico.
- Investigar sobre los dispositivos de vigilancia existentes que trabajen bajo tecnología IP: cámaras, grabadores, intercomunicadores, alarmas, etc.
- Realizar un estudio minucioso de las tecnologías de comunicación inalámbricas IEEE 802.11, así como su comportamiento para aplicaciones móviles en el entorno ferroviario.
- Analizar los distintos protocolos y estándares involucrados en la compresión de voz, video y datos para la transmisión a través de la red.
- Evaluar las posibles fuentes de interferencia que puedan afectar la comunicación entre los dispositivos a bordo del vagón y hacer un estudio de las frecuencias disponibles para la comunicación en RF.
- Investigar acerca de la alimentación eléctrica que se dispone a bordo de los vagones para cada uno de los equipos.

- Investigar el funcionamiento del sistema radiante para establecer la comunicación Tren-Centro de Control a lo largo de la vía y así poder estimar el ancho de banda que se dispone para la transmisión de audio y video proveniente de los vagones.

- Diseñar un sistema de localización de trenes basado en RFID que sea capaz de mostrar al Centro de Control la ubicación de todos los vagones a lo largo de la línea y que funcione como apoyo al sistema de señalización ya existente.

- Diseñar una base de datos que se encargue de relacionar la información obtenida de la red RFID con los dispositivos a bordo de cada vagón.

- Proponer un diseño de un software que sea capaz de gestionar el acceso remoto desde el Centro de Control a cada vagón en cualquier momento, indicando, además, su ubicación actual dentro de la línea de trenes.

I.4 Justificación del Proyecto

El gran aumento del índice delictivo en nuestro país ha motivado a numerosas empresas (mayormente del sector público) a invertir en sistemas de seguridad que puedan brindar protección y supervisión de las áreas comunes, así como el comportamiento de los clientes y trabajadores. Además se cuenta con una mayor rapidez de respuesta por parte de las autoridades en caso de cualquier emergencia. Es una solución completa para crear un ambiente de trabajo seguro y proporcionar a los usuarios un servicio más confiable.

I.5 Alcances y Limitaciones

El presente Trabajo Especial de Grado abarcará todos los aspectos relacionados con el diseño del sistema de vigilancia y apoyo para trenes. Por lo tanto, se especificará el porqué de cada uno de los elementos involucrados en dicho

proyecto. De esta forma, se evaluarán todos los dispositivos a bordo de los vagones detalladamente hasta crear una interoperabilidad adecuada para, de esta manera, cumplir con los estándares y recomendaciones que caracterizan a un sistema de vigilancia sobre IP. Además, se incluyen las especificaciones para montar adecuadamente el sistema de localización RFID de trenes a lo largo de la línea y su transporte de datos correspondiente hasta la Red de Datos.

Todos los equipos ubicados en el Centro de Control (servidores, monitores, proyectores, software, base de datos, etc.) están incluidos dentro del diseño de este proyecto. Todos los requerimientos y funciones específicas del software de gestión se ajustarán a las necesidades de la compañía, así como la calidad de las imágenes a transmitir, calidad de imágenes grabadas, el tiempo de respaldo de grabaciones, etc.

Para el transporte de la información desde el sistema radiante y el sistema de localización hasta el Centro de Control se contará con la Red de Datos de la empresa, instalada a lo largo de las vías. El diseño de dicha red no se incluye dentro de este proyecto. Al final se evaluarán los factores de escalabilidad del sistema completo para la incorporación futura de nuevos servicios y dispositivos de seguridad asociados.

II. MARCO TEÓRICO

A continuación se presentan algunos conocimientos teóricos que deben tomarse en cuenta para el diseño de un sistema integrado de vigilancia y apoyo para trenes basado en tecnología IP. Este capítulo representa las bases sobre las cuales se van a ir desarrollando cada una de las etapas del proyecto.

II.1 Aplicaciones a Nivel Mundial

En grandes ciudades alrededor del mundo (New York, Montreal, Quebec, Hong Kong, Las Vegas, Santiago, Madrid, entre otras.) se han introducido satisfactoriamente sistemas de seguridad, vigilancia, información y entretenimiento a bordo de los trenes. En la última década estos avances han sido notorios dentro de la evolución de las tecnologías de información (TI) en las principales compañías ferroviarias. Estos dispositivos a bordo comprenden una conjugación de distintas tecnologías que prestan seguridad e información a los pasajeros. Entre ellos encontramos pantallas LCD, intercomunicadores de emergencia, sistemas de seguridad digital, redes IP cableadas e inalámbricas y los respectivos codificadores y decodificadores para hacer posible el tráfico de la información. Este sistema provee una transmisión en tiempo real entre los vagones y la cabina del conductor, mientras puede ser supervisado remotamente desde el Centro de Control.

A lo largo de la vía se instala un sistema radiante que permita una continua comunicación con el tren en movimiento que se vale de protocolos inalámbricos. Para las aplicaciones de videovigilancia, entretenimiento interactivo y conexión inalámbrica a Internet, se necesitan anchos de banda que varían desde pocos hasta cientos de Mbps. (V. Scinteie. 2004).

En la actualidad, las compañías de trenes han buscado el concepto de servicios integrados, de manera tal que pueda digitalizarse toda la información y tener una red común que permita mantenimiento y supervisión centralizada de todos los sistemas (escaleras mecánicas, trenes, cámaras, torniquetes, etc.) El protocolo base es TCP/IP, independientemente de los estándares de transporte. (ATM, MPLS, SDH, etc.) En general las ventajas de la concepción de esta red multiservicio se resumen así:

- Crecimiento modular sencillo y controlado: extendiendo una única red se extienden todos los servicios.
- Operación y mantenimiento únicos e integrados.
- Extensión de los servicios a los trenes y, en general, posibilidad de implementar soluciones para la movilidad.

El impacto más visible es en la propia disponibilidad de servicios avanzados e integrados (voz, datos y video) en cualquier punto y en cualquier momento, incluyendo los trenes. Las compañías han invertido millones de dólares en este tipo de infraestructuras por su gran escalabilidad y gran desempeño. Todo esto enfocado hacia redes de nueva generación que se basan en el protocolo IP. (Vadillo, J. 2004)

Entre las compañías que han sido protagonistas alrededor del mundo implementando estos nuevos sistemas de seguridad en ambientes ferroviarios tenemos:

- Axis Communications: empresa líder en dispositivos de seguridad basados en IP, especialistas en cámaras IP.
- General Electrics Security: expertos fabricantes de sistemas de CCTV conjugando dispositivos tanto digitales como analógicos.

- Ralco Networks: especialistas en ingeniería de sistemas, redes y comunicaciones.

- InfoGlobal: especializados en redes multimedia sobre IP e innovadores en sistemas de seguridad ferroviaria.

- Alcatel-Lucent: conocidos por ser expertos en sistemas de comunicaciones de banda ancha y diversas aplicaciones multimedia en redes fijas y móviles.

- Alstom: conocidos en todo el mundo por ser grandes fabricantes de trenes. Abarcan todas las especialidades dentro del entorno ferroviario: vías, señalización, mantenimiento, etc.

II.2 Evolución de los CCTV

En los últimos cinco años las tendencias en este campo específico han ido migrando gradualmente desde los conocidos CCTV analógicos hasta los hoy conocidos sistemas de vigilancia digitales sobre IP.

Los sistemas básicos de CCTV analógico constan de cuatro partes fundamentales: cámaras, multiplexores, monitores y grabadores. Las cámaras analógicas son colocadas estratégicamente en los lugares a ser supervisados y son cableadas tanto para la alimentación eléctrica como para la transmisión de las secuencias de video. Dichas imágenes se transmiten a través de cables coaxiales hasta los multiplexores, los cuales reciben las señales de varias cámaras conectadas, para luego poder proyectar en los monitores las imágenes percibidas.

Los antiguos tubos de rayos catódicos utilizados tanto en las cámaras como en los monitores, fueron substituidos por circuitos impresos que hacen las veces de sensores de luz y proyectores de imágenes, respectivamente. Los primeros grabadores

fueron los VCR (Video Cassette Recorder) los cuales requerían un gran mantenimiento y cambio de cintas. La *figura 1* presenta un esquema de un sistema CCTV puramente analógico que todavía es muy utilizado en distintas aplicaciones comerciales.

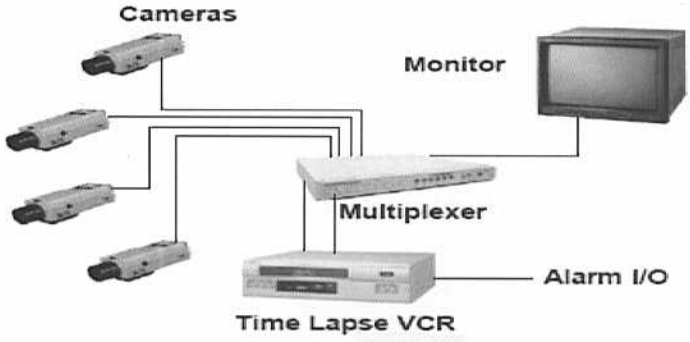


Figura 1. CCTV Analógico (Gregoriou, G. 2002)

Los DVR (Digital Video Recorder) fueron los sucesores de los VCR al incorporar la tecnología de discos duros de distintas capacidades que facilitaron mucho más el mantenimiento y la calidad de grabación de video. En la actualidad los sistemas de vigilancia conjugan ambas tendencias a fin de no perder las inversiones ya realizadas en equipos analógicos. El uso de codificadores y decodificadores (CODEC) permite el transporte de la información tanto en interfaces eléctricas como en ópticas e incluso interfaces aéreas (coaxial, par trenzado, fibra óptica, RF). Los CODEC son los dispositivos encargados de digitalizar (codificar) la información proveniente de las cámaras analógicas para el transporte hasta el Centro de Control, la cual es posteriormente decodificada para su proyección en monitores. El esquema de la *figura 2* muestra la solución híbrida en CCTV. (Axis Communications, 2003)

El principal beneficio de la conexión de las cámaras IP a la red es que, a partir de ese momento, el usuario puede monitorear el sistema desde cualquier ordenador conectado a la red, sin necesidad de ningún hardware o software adicional. Si tiene un puerto para Internet puede conectarse de forma segura desde cualquier parte del mundo para ver el edificio seleccionado o, incluso, una cámara de su circuito de

seguridad. Con el uso de Redes Privadas Virtuales (VPN) o intranets corporativas, se pueden gestionar accesos protegidos por contraseña a imágenes del sistema de vigilancia. Tan seguro como el pago por Internet, las imágenes y la información del usuario quedan resguardadas y sólo puede acceder el personal autorizado. Adicionalmente, pueden conjugarse distintos dispositivos de seguridad sobre la misma red TCP/IP, tales como alarmas, control de acceso, pantallas, intercomunicadores, entre otros, todos ellos sobre un mismo cableado y con la capacidad de poder supervisarse desde cualquier PC. Toda la fortaleza de interoperabilidad reside en los servidores y el software de gestión del sistema. (The Siemon Company, 2006)

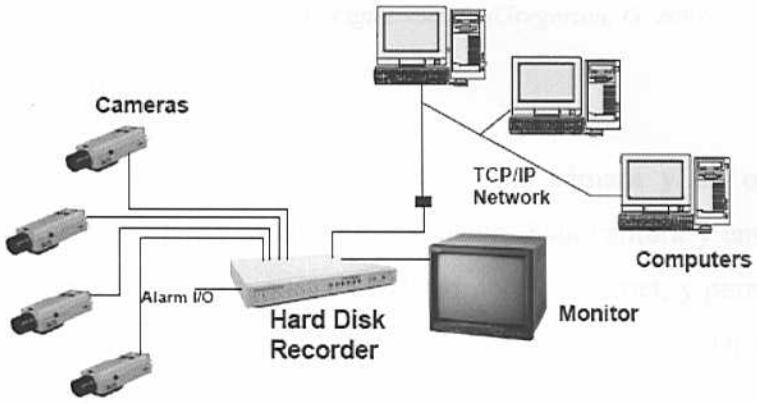


Figura 2. Sistema CCTV Híbrido (Gregoriou, G. 2002)

La próxima generación de grabadores son los llamados NVR (Network Video Recorder) que se colocan en cualquier parte de la red con capacidades de almacenamiento muy superiores a los DVR y con la facilidad de trabajar conjuntamente con los servidores en los centros de control para manejar directamente la información almacenada de todo el sistema. Pueden tenerse sistemas de discos RAID (Redundant Array of Independent Disks) en sus distintas configuraciones para un mejor manejo del almacenamiento masivo de sistemas de gran escala. A continuación, en la *figura 3*, puede observarse un típico sistema de vigilancia sobre IP. (Soriano, J. 2004)

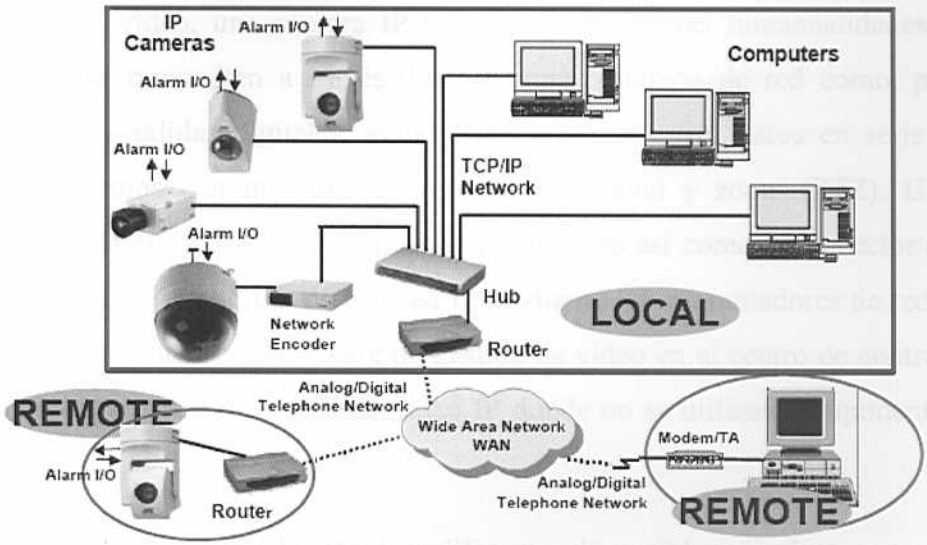


Figura 3. Sistema de Vigilancia IP. (Gregoriou, G. 2002)

II.3 Video Sobre IP

Una cámara de red puede describirse como una cámara y un ordenador combinados que conforman una única unidad inteligente. Ésta captura y envía video en directo a través de una red IP, como una LAN, intranet o Internet, y permite a los usuarios visualizar y gestionar la cámara con un navegador Web estándar o con un software de gestión de vídeo en cualquier equipo local o remoto conectado a una red. La cámara IP se comporta como un nodo más de la red, es decir como un miembro más de los equipos que están identificados con una dirección IP. Permite a usuarios autorizados de distintas ubicaciones acceder simultáneamente a las imágenes captadas por la misma cámara de red. Las imágenes pueden almacenarse en los discos duros conectados a un PC o en un servidor de almacenamiento dedicado conectado a la red. Con PoE (alimentación a través de Ethernet), se tiene la opción de usar el mismo cable Ethernet tanto para comunicaciones de datos, como para la alimentación eléctrica (IEEE 802.3af). Esta característica facilita la instalación de los equipos ya que no necesita alimentación eléctrica adicional y la cámara en red puede funcionar aunque se produzca una falla eléctrica (UPS).

Además del vídeo, una cámara IP también incluye otras funcionalidades e información que se transmiten a través de la misma conexión de red como, por ejemplo, entradas y salidas digitales, audio, puerto(s) serie para datos en serie o control de mecanismos con movimiento vertical, horizontal y zoom (PTZ). Una cámara IP incluye la digitalización y compresión del vídeo así como un conector de red. El vídeo se transmite a través de una red IP mediante los conmutadores de red y se graba en un PC estándar con software de gestión de vídeo en el centro de control. Esto representa un verdadero sistema de vídeo IP donde no se utilizan componentes analógicos.

En la actualidad, existen dos técnicas diferentes disponibles para interpretar el vídeo: barrido entrelazado y barrido progresivo. La selección de la técnica adecuada dependerá de la aplicación y el objetivo del sistema de vídeo y, en particular, de si será necesario captar objetos en movimiento y permitir la visualización al detalle de una imagen en movimiento.

El barrido entrelazado es el conocido en aplicaciones de imagen analógica para pantallas con tubos de rayos catódicos que constan de 576 líneas horizontales divididas en pares e impares. La actualización se realiza a 30 cuadros por segundo y se va alternando la actualización de las líneas. Es por ello que las imágenes en movimiento suelen verse con cierta distorsión. El barrido progresivo surge con la nueva generación de pantallas de cristal líquido (LCD), en la cual se escanea la imagen entera línea a línea cada 1/16 segundos. En la *figura 4* puede apreciarse la diferencia entre ambos barridos.

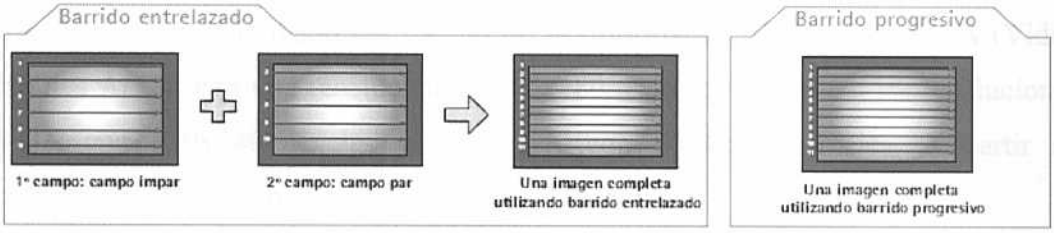


Figura 4. Técnicas de Barrido (Axis Communications. 2006)

Otra característica de vital importancia en los sistemas de seguridad es la resolución de las imágenes. Los estándares de televisión conocidos en la actualidad son el NTSC (Comité Nacional de Sistema de Televisión) para América y Japón, mientras que en Europa se utiliza PAL (Línea de Alternancia de Fase). Ambos son estándares en transmisiones de Televisión analógica. El NTSC tiene una resolución de 480 líneas horizontales y una velocidad de renovación de 30 imágenes por segundo. Mientras que PAL tiene 576 líneas horizontales con 25 imágenes por segundo. Cuando se habla de la digitalización del video, la cantidad máxima de píxeles que pueden crearse se basan en el número de líneas de TV disponibles a ser digitalizadas. Para NTSC el tamaño máximo de imágenes es de 720x480 píxeles. En PAL alcanza un máximo de 720x576 (resolución D1). La resolución más utilizada en aplicaciones de seguridad es 4CIF 704x480 NTSC / 704x576 PAL. En la *figura 5* pueden apreciarse las distintas resoluciones para ambos estándares.

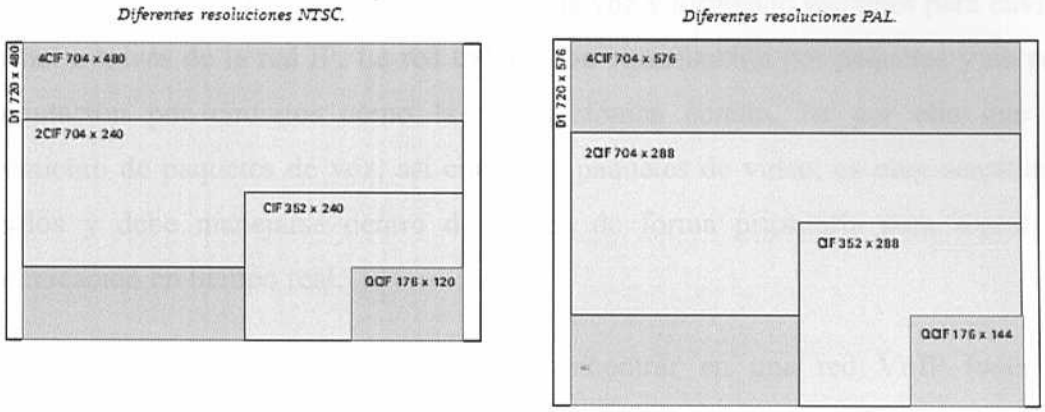


Figura 5. Resoluciones NTSC y PAL. (Axis Communications. 2006)

Con la introducción de las cámaras IP, las resoluciones para aplicaciones universales se han derivado del campo de la informática. El estándar VGA (Video Graphics Array) con una resolución de 640x480. De ésta se derivan las resoluciones QVGA con 320x240 píxeles y la XVGA con 1024x768 píxeles. A partir de 1280x1024, la resolución es conocida como Megapíxel.

Generalmente, las cámaras IP controlan la cantidad de luz que pasa al mecanismo de imagen a través del iris o ajustando el tiempo de exposición. En las cámaras convencionales, el tiempo de exposición es fijo. El papel del iris es el de ajustar la cantidad de luz que pasa a través del objetivo. El iris ajusta automáticamente la cantidad de luz que alcanza la cámara y ofrece los resultados mejores, así como una protección del sensor de imagen ante el exceso de luz. Un diámetro de iris pequeño reduce la cantidad de luz, ofreciendo una profundidad de campo mejor (enfoque a una distancia mayor). Por otra parte, un diámetro de iris grande ofrece imágenes mejores en situaciones de luz escasa. Los lentes con autoiris son los más recomendados para entornos con cambios constantes de iluminación. (Axis Communications. 2006)

II.4 Voz Sobre IP

La voz sobre IP se logra digitalizando la voz y formando paquetes para enviar la señal a través de la red IP. La red trabaja con conmutación por paquetes y no por conmutación por circuitos como la red telefónica común. Es por ello que el tratamiento de paquetes de voz, así como los paquetes de video, es muy sensible a retardos y debe manejarse dentro de la red de forma prioritaria para lograr la comunicación en tiempo real.

Entre los elementos que podemos encontrar en una red VoIP tenemos teléfonos IP, adaptadores para PC, hubs telefónicos, gateways de voz, gatekeepers, unidades de audioconferencia múltiple, intercomunicadores IP, etc. El gateway es un elemento esencial y se utiliza para enlazar la red VoIP con la red telefónica analógica. Pueden realizarse tres tipos de llamadas principales: PC a PC, Teléfono a PC y Teléfono a Teléfono.

El direccionamiento de las llamadas utiliza un servidor DNS (Domain Name Service) para la resolución de nombres en direcciones IP y el protocolo RAS

(Registration, Admisión and Status) que permite a una estación H.323 localizar otra a través del Gatekeeper. Los Procesadores Digitales de Señal (DSP) realizan la compresión de voz, detección y generación de tono, cancelación de eco, supresión de silencios, etc. El proceso que se desencadena durante una llamada de voz IP se inicia en el DSP y comienza con la digitalización mediante la técnica PCM de la señal de voz analógica. Posteriormente se analiza la ráfaga PCM con el fin de eliminar ecos y silencios. Luego se comprimen y codifican los tonos de señalización detectados según el estándar de compresión utilizado (CODEC). La norma G.711 genera un flujo de 64 kbit/s, la G.729 un flujo de 8 kbit/s y la G.723 uno de 6,3 Kbits/s. Luego se toman las tramas del CODEC y se crean paquetes con cabecera de 12 bytes correspondientes al Real Time Protocol (RTP). En primera instancia, se lleva a cabo el direccionamiento en el microprocesador. Los dígitos identificados por el detector de tono del DSP se utilizan para determinar el número de destino al que se le asigna una dirección IP, estableciéndose una llamada en el caso de que el destino esté libre. Al paquete se le añade una cabecera IP de 20 bytes con la dirección IP de la pasarela origen y la dirección IP de la pasarela de destino. Por último, se añade una cabecera UDP de 8 bytes con los sockets de origen y destino.

Un factor fundamental en el dimensionamiento de una red de VoIP es la medida del retardo. Dependiendo de la norma asociada, se obtienen distintos retardos promedio. El máximo retardo permisible para garantizar una calidad de conversación adecuada es de 300 ms. El Real Time Control Protocol (RTCP) se utiliza para detectar situaciones de congestión en la red y retardos en la transmisión y tomar acciones correctoras.

Ya en el extremo del receptor se realiza el proceso inverso eliminando las cabeceras y decodificando la señal. Los protocolos de transmisión para la VoIP no garantizan la recepción en el orden correcto de los paquetes, ocasionando que cuando éstos toman diferentes rutas por la red, pueden llegar desordenados. Cuando se

detecta una situación de desorden, el paquete perdido se reemplaza por su predecesor. (Vilar, M. 2003)

II.4.1. Intercomunicadores IP

Los actuales avances en materia de voz sobre IP (VoIP) han permitido que se realicen comunicaciones bidireccionales entre dos usuarios remotos a través de la simple instalación de terminales de interfonía digital que utilizan la infraestructura existente de Internet. Una red de este tipo puede agregar tantos dispositivos como se desee (Plug & Play) con tan solo conectarlos a la red mediante un conector RJ-45 de Ethernet. Disponen además de la opción PoE (Power over Ethernet) para la alimentación de los terminales, a través del mismo cable de red. Adicionalmente, se obtiene una buena calidad de voz con poco ancho de banda y también puede integrase fácilmente con otros sistemas de seguridad (CCTV, alarmas, sensores, etc.). Todos los equipos trabajan bajo la recomendación H.323 para lograr una interoperabilidad correcta. En la *figura 6* puede observarse el esquema básico de una red de intercomunicadores IP.

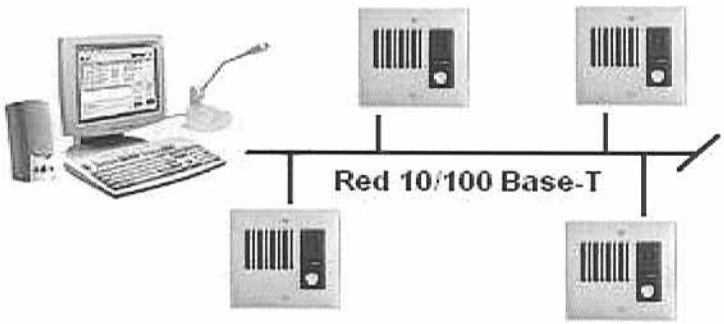


Figura 6. Intercomunicadores IP. (CASMAR Electrónica, S.A. 2006)

Pueden tenerse cuatro principales modos de operación:

- Consola única (punto a multipunto): Un único PC soporta múltiples intercomunicadores suministrando comunicación bidireccional entre cualquier intercomunicador y el PC. Las llamadas entrantes son automáticamente gestionadas en base a una cola de llamadas integrada en el sistema.

- Control desde un servidor (con software de gestión): Múltiples PCs conectados a un servidor de aplicaciones operan simultáneamente como multi-operadores.

- Multi-Consola (control de operaciones extendido): La operación multi-consola permite la flexibilidad necesaria para que la intercomunicación IP facilite el acceso a los equipos conectados a la red de área local, o remotamente mediante VPN o conexiones tipo WAN.

- Monitoreo Remoto (audio y video): Los intercomunicadores tienen capacidades de escucha remota al integrar amplificadores que transportan voz con alta calidad de audio a través de toda la red junto con dispositivos de video como cámaras IP. (CASMAR Electrónica, S.A. 2006)

II.5 Estándar IEEE 802.11

Mejor conocido como Wi-Fi (Wireless Fidelity), es un conjunto de normas que fueron creadas por el IEEE para ser utilizado en redes locales inalámbricas (WLAN) y acceso a Internet desde dispositivos móviles portátiles. Este estándar está basado en los mismos principios de funcionamiento del IEEE 802.3 (Ethernet) para garantizar un excelente nivel de interoperabilidad y, de esta manera, asegurar el óptimo funcionamiento entre redes cableadas e inalámbricas. En el año 1999 se creó la asociación WECA (Wireless Ethernet Compability Aliance), actualmente conocida como Wi-Fi Alliance, para asegurar la compatibilidad entre ambas redes

(Ethernet/WLAN) y, adicionalmente, encargarse de certificar dispositivos inalámbricos de distintos fabricantes. La norma 802.11 fue diseñada para sustituir la capa física y de enlace al medio (MAC) de Ethernet. Esto quiere decir que la única diferencia entre estos estándares es el método de acceso a la red. (Wi-Fi Alliance. 2006)

Los medios de transmisión pueden ser por medio de radio frecuencia (RF) o por medio de infrarrojos (IR). La red inalámbrica debe contar con los llamados puntos de acceso (AP) que proporcionan las funciones de un puente de red que realiza las conversiones de trama pertinentes según sea el caso. La infraestructura de la red va a depender de cómo se comuniquen los dispositivos inalámbricos entre ellos. A este grupo de estaciones se les llama Conjunto de Servicio Básico (BSS). Las aplicaciones actuales se trabajan mayormente en la banda ISM (Industrial, Scientific & Medical) de 2,4 GHz. (A. Dornan. 2002)

El estándar 802.11 define varios métodos y tecnologías de transmisión para implementaciones de LAN inalámbricas. Este estándar no sólo engloba la tecnología de radiofrecuencia sino que también funciona con infrarrojos. Las tres principales modulaciones utilizadas para transportar la señal por el aire son:

- FHSS (Espectro Ensanchado por Salto de Frecuencia).
- DSSS (Espectro Ensanchado por Secuencia Directa).
- OFDM (Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales).

El FHSS lo que hace principalmente es transmitir una señal de banda estrecha que cambia la frecuencia de un modo rápido y continuo. La señal se emite sobre una serie de radiofrecuencias aparentemente aleatorias, saltando de frecuencia en frecuencia sincronizadas con el transmisor. Por esta serie de saltos es muy difícil de

interceptar por receptores no autorizados. Las señales en espectro ensanchado son altamente resistentes al ruido y a la interferencia.

Con DSSS se genera un patrón de bits redundante para cada uno de los bits que compone la señal. Cuanto mayor sea esta señal, mayor será la resistencia de la señal a las interferencias. Funciona transmitiendo simultáneamente por distintas frecuencias. A esta señal se le agregan patrones de bits redundantes y de este modo se pueden recibir señales en varios canales simultáneamente. Para la correcta decodificación se debe conocer el patrón de bits del transmisor. Este método es más vulnerable a interferencias que el FHSS.

En el caso de OFDM se modulan un conjunto de portadoras distintas en QAM o PSK. Es muy robusta frente al multitrayecto, lo cual es muy habitual en los canales de radiodifusión, frente a las atenuaciones selectivas en frecuencia y frente a las interferencias de RF. Debido a las características de esta modulación, es capaz de recuperar la información entre las distintas señales con distintos retardos y amplitudes que llegan al receptor, por lo que existe la posibilidad de crear redes de radiodifusión de frecuencia única sin que existan problemas de interferencia.

El método de acceso al medio utilizado en el estándar 802.11 es el llamado CSMA/CA (Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Evasión de Colisiones). Es un protocolo de control de redes que permite que múltiples estaciones utilicen un mismo medio de transmisión. Antes de transmitir, cada equipo verifica primero si el canal está libre para transmitir, en caso contrario espera un tiempo aleatorio para volver a intentarlo. De esta forma todos los equipos de la red sabrán cuando hay transmisiones en curso para evitar colisiones. Para ello primero se manda una trama RTS (Request To Send) que contiene las direcciones MAC de origen y destino. Si el dispositivo receptor es capaz de recibir esta trama, entonces contestará con una trama CTS (Clear To Send) para comenzar la transferencia del paquete de datos. Al finalizar la transmisión el equipo receptor envía una trama ACK (Acknowledged)

para confirmar que se recibió correctamente el paquete. En caso contrario, se envía un NAK para la retransmisión de la información.

En este tipo de método de acceso se presentan dos problemas principales (si los nodos utilizan la misma frecuencia) que pueden limitar el funcionamiento óptimo de la red:

- Nodos Ocultos: una estación cree que el canal está libre, pero en realidad está ocupado por otro nodo al que no escucha porque se encuentra fuera de su área de cobertura.

- Nodos Expuestos: una estación cree que el canal está ocupado, pero en realidad está libre pues el nodo al que escucha no es al que se quiere transmitir en realidad.

El primer estándar en aparecer fue el 802.11 en 1997. Opera con un ancho de banda máximo de apenas 2 Mbps. Utiliza el sistema de modulación FHSS y DSSS dependiendo del equipo y el entorno de aplicación. Opera en la banda libre de frecuencia ISM S de 2.4 GHz. Otros dispositivos inalámbricos como hornos microondas, teléfonos inalámbricos, videocámaras inalámbricas y dispositivos que trabajan con Bluetooth también utilizan esta misma banda de frecuencia por lo cual pueden causar interferencias.

Poco después, en 1999, surgió el 802.11b con un ancho de banda máximo de 11 Mbps. Trabaja con modulación DSSS (compatible con el anterior 802.11) e igualmente sobre la banda de 2.4 GHz.

En ese mismo año se aprobó el estándar 802.11a, aunque los primeros equipos no salieron al mercado sino hasta el 2001.Opera con ancho de banda de hasta 54 Mbps y con la gran diferencia de trabajar en la banda de 5 GHz (ISM C) para evitar las interferencias con otros dispositivos de la banda ISM S (2.4 GHz). Proporciona

una tasa mayor de datos y una señal más nítida para aplicaciones de mayor demanda de ancho de banda como videoconferencias. Utiliza el método de modulación OFDM con 52 subportadoras y con 12 canales no solapados. La gran desventaja de este estándar es que no es compatible con ninguno de los dos anteriores. Además, el uso de la banda de 5 GHz limita los equipos a tener línea de vista debido a que las ondas son más fácilmente absorbidas por los obstáculos.

Posteriormente, en el 2003 nace el 802.11g que trabaja sobre la banda de 2.4 GHz pero con un ancho de banda de hasta 54 Mbps. Opera con modulaciones OFDM y DSSS. La penetración en el mercado fue bastante rápida por la compatibilidad con los equipos 802.11b. Actualmente la mayoría de las tarjetas inalámbricas y puntos de acceso trabajan con ambos estándares. En la *tabla 1* se pueden ver las prestaciones de estos tres estándares.

Tabla 1. Estándares IEEE 802.11. (A. Dornan. 2002.)

Estándar	Banda	Número de canales			Velocidad por canal		Alcance
		Europa	USA	Asia	máxima	efectiva	
802.11b	2,4 GHz	4	3	3	11 Mbit/s	6 Mbit/s	100 m
802.11a	5 GHz	0	12	4	54 Mbit/s	31 Mbit/s	80 m
802.11g	2,4 GHz	4	3	3	54 Mbit/s	12 Mbit/s	150 m

En el 2004 se iniciaron los trabajos en el nuevo estándar llamado 802.11n para lograr velocidades de transmisión mayores a 100 Mbps. Trabaja con tecnología MIMO (Multiple Input – Multiple Output) que permite utilizar varios canales simultáneamente para la transmisión, con la utilización de varias antenas. Con este estándar se busca la completa compatibilidad entre todas las tecnologías antes mencionadas debido a que es capaz de operar en las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz.

Además de estos estándares, también se crearon unas extensiones aplicables a cualquiera de ellos, con la finalidad de garantizar otros servicios adicionales. La extensión 802.11h surge para cumplir con regulaciones europeas del uso del espectro

radioeléctrico sobre los 5 GHz para la coexistencia con sistemas de radares y satélites. Estos reglamentos indican que los productos que trabajen bajo esta frecuencia deben tener ciertos controles de potencia de transmisión para asegurar que se respeten las limitaciones de potencia transmitida para diferentes canales, con el fin de minimizar las interferencias con otros sistemas. Además se requiere una selección de frecuencia (DFS: Dynamic Frequency Selection) para asegurar una utilización uniforme de los canales disponibles.

El 802.11i está enfocado hacia la seguridad de las comunicaciones mediante protocolos de autenticación y encriptado. Entre estos protocolos tenemos el 802.1x, TKIP (protocolo de integridad de claves temporales) y AES (estándar de cifrado avanzado). Todos se implementan bajo la certificación WPA2 que otorga el Wi-Fi Alliance para asegurar que los equipos trabajan bajo la norma 802.11i.

Otra extensión es el 802.11f que asegura la interoperabilidad entre puntos de acceso (AP) dentro de una red WLAN. Trabaja conjuntamente con el 802.11d que constituye un complemento a nivel de control de acceso al medio (MAC) para administrar los canales admisibles con niveles de potencia aceptables desde los AP.

La Calidad de Servicio (QoS) se especifica con el 802.11e para el manejo de tráfico en tiempo real (voz y video). De esta manera se garantiza el acceso a través de nuevos mecanismos como el HCF (Coordinación Híbrida de Funciones) a nivel de capa MAC. La calidad de servicio se centra exclusivamente en la entrega de los MSDU (MAC Service Data Unit) intentando conseguir un "throughput" mínimo y un retardo acotado en la entrega de los mismos.

Para efectos de la transmisión que se utiliza en aplicaciones de seguridad con voz y video en tiempo real, se requiere de QoS para asegurar la reserva de recursos en la red. Las aplicaciones que necesitan este tipo de transmisión se denominan "real-time streaming applications". Estos flujos son muy sensibles al retardo y a las pérdidas de los paquetes, por lo que requieren alta disponibilidad y aseguramiento de

ancho de banda en la red. En este tipo de aplicaciones se utilizan protocolos como el RTP (Real-time Transport Protocol), RTSP (Real Time Streaming Protocol), RSVP (Resource ReServation Protocol) y RTCP (Real-Time Control Protocol) para garantizar que los paquetes se manejen de manera sincronizada, con supervisión de QoS y monitorización del control de congestión. (Advento Networks. 2006)

II.6 Compresión de Video

Cuando se digitaliza una secuencia de video analógico cualquiera se requiere un ancho de banda mínimo de 116 Mbit/segundo. Dado que la mayoría de las redes son sólo de 100 Mbit/segundo, no es posible ni deseable transmitir las secuencias de vídeo sin alguna modificación. Para solucionar este problema se han desarrollado una serie de técnicas denominadas técnicas de compresión de vídeo e imágenes, las cuales reducen el alto nivel de bits precisos para transmisión y almacenamiento.

La compresión de imágenes se aplica sobre una imagen individual, haciendo uso de las similitudes entre píxeles próximos en la imagen y de las limitaciones del sistema de visión humana. JPEG es un ejemplo de una técnica de compresión de imágenes. La compresión de video se aplica sobre series consecutivas de imágenes en una secuencia de video, haciendo uso de las similitudes entre imágenes próximas. Un ejemplo de este tipo de técnicas es MPEG.

El estándar JPEG es un conocido método de compresión, que fue originalmente estandarizado a mediados de los años 80 en un proceso iniciado por el Joint Photographic Experts Group. Al igual que una cámara fotográfica digital, una cámara de red captura imágenes individuales y las comprime en formato JPEG. La cámara de red puede capturar y comprimir las imágenes, por ejemplo 30 imágenes o cuadros individuales por segundo (30 cps), y después hacerlas disponibles como un flujo continuo de imágenes sobre una red a una estación de visualización. Este método se denomina "Motion JPEG" o "M-JPEG".

Dado que cada imagen individual es una imagen JPEG comprimida, todas tendrán garantizada la misma calidad, determinada por el nivel de compresión definido en la cámara de red o el servidor de vídeo en red.

Una de las técnicas de vídeo y audio más conocidas es el estándar denominado MPEG, iniciado por el Motion Picture Experts Groups a finales de los años 80. Descrito de forma sencilla, el principio básico de MPEG es comparar entre dos imágenes para que puedan ser transmitidas a través de la red, así como utilizar la primera imagen como imagen de referencia (denominada I-frame), enviando tan sólo las partes de las siguientes imágenes (denominadas B y P –frames) que difieren de la imagen original. La estación de visualización de red reconstruirá todas las imágenes basándose en la imagen de referencia y en los "datos diferentes"; contenidos en los B- y P- frames. Existe un número de estándares MPEG diferentes: MPEG-1, MPEG-2 y MPEG-4. (Dana, Ruiz, López, Rodríguez, Ortiz y García. 2005)

En la *figura 7* se puede apreciar la diferencia entre la transmisión de una secuencia M-JPEG y una secuencia MPEG.

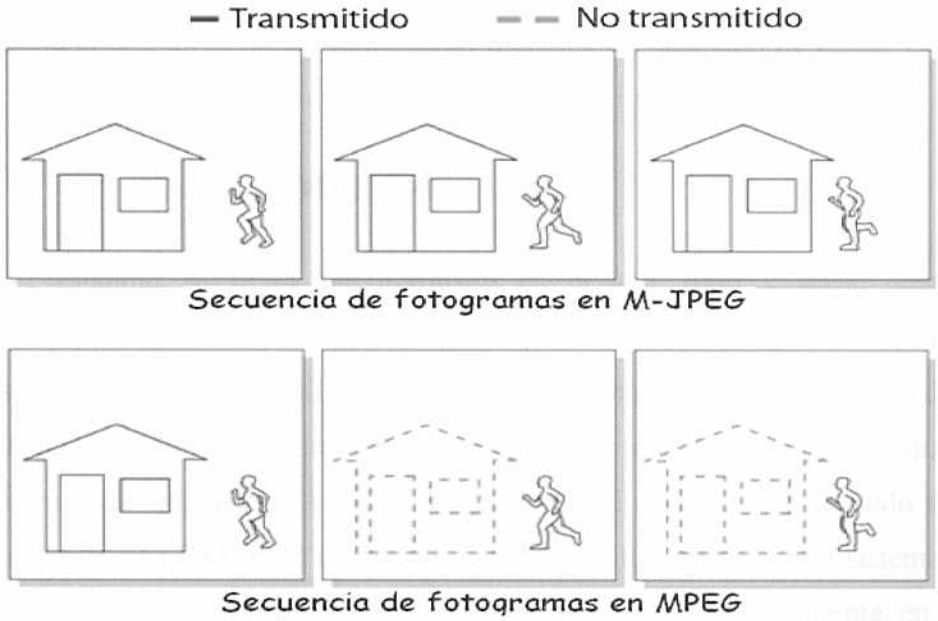


Figura 7. M-JPEG Vs MPEG. (Axis Communications. 2008)

II.6.1. MPEG-1

El estándar MPEG-1 fue presentado en 1993 y está dirigido a aplicaciones de almacenamiento de vídeo digital en CD. Por esta circunstancia, la mayoría de los CODECS MPEG-1 precisan un ancho de banda de aproximadamente 1.5 Mbit/segundo a resolución CIF (352x288 píxeles). Para MPEG-1 el objetivo es mantener el consumo de ancho de banda relativamente constante aunque varíe la calidad de la imagen, que es típicamente comparable a la calidad del video VHS. El número de imágenes o cuadros por segundo (cps) en MPEG-1 está bloqueado a 25 cps PAL y 30 cps NTSC.

II.6.2. MPEG-2

MPEG-2 fue aprobado en 1994 como estándar y fue diseñado para video digital de alta calidad (DVD), TV digital de alta definición (HDTV), medios de almacenamiento interactivo, retransmisión de vídeo digital (Digital Vídeo Broadcasting, DVB) y Televisión por cable (CATV). El proyecto MPEG-2 se centró en ampliar la técnica de compresión MPEG-1 para cubrir imágenes más grandes y de mayor calidad con un nivel de compresión menor y un consumo de ancho de banda mayor. El número máximo de cuadros por segundo es igual al de MPEG-1.

II.6.3. MPEG-4

El estándar MPEG-4 fue aprobado en el año 2000 y surge como una combinación de los dos estándares anteriores prestando alta compresión en audio y video, simultáneamente. MPEG-4 incorpora muchas más herramientas para reducir el ancho de banda preciso en la transmisión para ajustar una cierta calidad de imagen a una determinada aplicación. Además la relación de imágenes por segundo no está bloqueada a 25 cps PAL y 30 cps NTSC. En uno de los extremos del sistema, tiene lugar la codificación al formato MPEG en la cámara de vídeo. Obviamente, en el otro

extremo, esta secuencia MPEG necesita ser decodificada y posteriormente mostrada como video en la estación de visualización.

Otro aspecto importante de MPEG es el modo en el que se usa el ancho de banda disponible. En la mayoría de los sistemas MPEG es posible seleccionar el tipo de bit rate a manejar, bien sea modo CBR (constante) o el VBR (variable). La selección óptima depende de la aplicación y de la infraestructura de red disponible.

Con la única limitación del ancho de banda disponible el modo preferido es normalmente CBR, dado que este modo consume un ancho de banda constante en la transmisión. La desventaja es que la calidad de la imagen variará y, aunque se mantendrá relativamente alta cuando no hay movimiento en la escena, la calidad bajará significativamente cuando aumente el movimiento.

El modo VBR, por otra parte, mantendrá una alta calidad de imagen, si así se define, sin tener en cuenta si hay movimiento o no en la escena. Esto es a menudo deseable en aplicaciones de seguridad y vigilancia en las que hay la necesidad de una alta calidad, especialmente si no hay movimiento en la escena. (Voxdata Comunicaciones IP. 2006)

Cuando apareció el estándar MPEG-4, algunos desarrolladores de software programaron CODECS que cumplían las especificaciones de dicho estándar. Los más conocidos hoy en día son DivX, Xvid y H.264.

Todas estas ventajas han logrado que este estándar sea cada día más utilizado en las aplicaciones de seguridad y vigilancia sobre la plataforma IP. La relación de la calidad con bajos consumos de ancho de banda ha permitido que se puedan realizar transmisiones en tiempo real con audio y video sincronizado. (Herrero, Lloret, Jiménez. 2005)

La última versión de este estándar es conocida como MPEG-4 parte 10 ó H.264. Fue desarrollada conjuntamente por el UIT-T Video Coding Experts Group (VCEG) y el Moving Picture Experts Group (MPEG) en el 2003. La intención fue crear un estándar capaz de proporcionar buena calidad de imagen, con una tasa inferior de bits a los estándares anteriores, pero manteniendo el mismo esquema de funcionamiento. Comparado con el estándar M-JPEG puede reducir el tamaño de un archivo de video en más de un 80% y, comparado con la versión anterior de MPEG-4, puede llegar a un 50% menos. En la *figura 8* se puede observar un gráfico que compara los distintos estándares de compresión de video según la ocupación de ancho de banda en el tiempo.

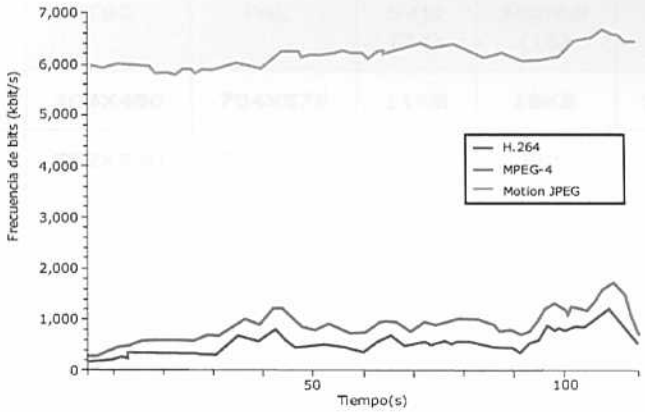


Figura 8. Estándares de compresión de video. (Axis Communications. 2008)

En esencia, éste nuevo estándar cumple con el mismo esquema de funcionamiento del MPEG-4 anterior en cuanto a la transmisión de imágenes basadas en predicciones de tal forma de no enviar nuevamente todo el fotograma, sino sólo los cambios registrados. Lo que hace que H.264 comprima aún más las secuencias de video es la reutilización de valores ya codificados dentro de los I-frames buscando píxeles coincidentes alrededor de bloques de 4x4. De esta manera se transmite una información residual mínima al comparar los fotogramas adyacentes. (Axis Communications. 2008)

En la *tabla 2* se pueden apreciar las distintas resoluciones y el tamaño aproximado de las imágenes (byte/cuadro) para los distintos niveles de compresión. De estos valores se calculan los requerimientos de ancho de banda para un sistema de seguridad, multiplicando el tamaño de la imagen por la cantidad de cuadros por segundo y la cantidad de cámaras que se deseen visualizar simultáneamente. (BW= Kb x cps x nº cámaras). (Voxdata Comunicaciones IP. 2006)

Tabla 2. Resolución de Imágenes. (Voxdata Comunicaciones IP. 2006)

Tamaño de la Imagen	Resolución		Tamaños de la Imagen (Byte)/Cuadro para diferentes niveles de compresión		
	NTSC	PAL	Baja (24)	Normal (16)	Alta (8)
Grande	704X480	704X576	11KB	18KB	28KB
Normal	352X240	352X250	4KB	8KB	10KB
Pequeña	176X112	176x144	2KB	3KB	4KB

II.7 Compresión de Voz

Para un mejor aprovechamiento del ancho de banda, la voz debe ser digitalizada y comprimida, haciendo uso de estándares de compresión. Entre los principales CODECS utilizados en las distintas aplicaciones de voz sobre IP (VoIP) tenemos los siguientes:

II.7.1. G.711

El G.711 es un estándar de la ITU-T para la compresión de audio. Este estándar es usado principalmente en telefonía, y fue liberado para su uso en el año 1972. Se utiliza para representar frecuencias de la voz humana, mediante muestras comprimidas de una señal de audio digital, con una tasa de muestreo de 8000 muestras por segundo con un flujo de datos de 64 kbit/s.

Para este estándar existen dos algoritmos principales, la Ley-μ (usado en Norte América y Japón) y la Ley-A (usado en Europa y el resto del mundo). Ambos algoritmos son logarítmicos. El estándar también define un código para secuencia de repetición de valores, el cual define el nivel de potencia de 0 dB. (Recomendación UIT-T G.711. 1993)

II.7.2. G.729

El G.729 es otro algoritmo de compresión de datos de audio para voz muy utilizado en este tipo de aplicaciones. Comprime audio de voz en trozos de 10 milisegundos. La música o los tonos, tales como los tonos de DTMF o de fax, no pueden transportarse confiablemente con este códec. En su lugar, el estándar G.711 es más confiable en estos casos. Debido a sus bajos requerimientos en ancho de banda es ideal para aplicaciones de VoIP.

El estándar G.729 opera a una tasa de bits de 8 kbit/s, 6.4 kbit/s y de 11.8 kbit/s para distinta calidad en la conversación, respectivamente. Además utiliza un esquema de compresión del silencio, el cual se usa para detectar la actividad de la voz (VAD) y así no transmitir los intervalos de silencio en la conversación. (Recomendación UIT-T G.729. 1996)

II.7.3. G.723.1

Otro vocoder muy utilizado es el G.723.1, el cual trabaja con dos velocidades binarias asociadas: 5,3 y 6,3 kbit/s. La velocidad más alta tiene mejor calidad. La velocidad más baja da una calidad buena y proporciona a los diseñadores de sistemas más flexibilidad. Ambas velocidades son una parte obligatoria del codificador y del decodificador. Es posible conmutar entre las dos velocidades en cualquier frontera de trama. La duración de la trama es de 30 ms y hay un preanálisis adicional de 7,5 msec, lo que resulta en un retardo algorítmico total de 37,5 msec. Todos los retardos adicionales de este códec son retardos de procesamiento de la implementación,

retardos de transmisión del enlace de comunicación y retardos de la memoria intermedia para el protocolo de multiplexación. (Recomendación UIT-T G.723.1. 1996)

II.8 Identificación por Radiofrecuencia (RFID)

RFID es una tecnología de Captura e Identificación Automática de Datos (AIDC, Automatic Identification Data Capture) que se basa en el intercambio de información entre un portador de datos (etiqueta) y un dispositivo lector, sin necesidad de contacto físico ni visual. En general, los AIDC permiten recoger y almacenar electrónicamente la información. Esta información puede emplearse bien con propósitos de identificación, ya sea como clave para acceder a un registro de una base de datos local o distribuida, donde se encuentra almacenada información adicional sobre el objeto en cuestión.

Un sistema típico de RFID está constituido por cuatro componentes principales: tags, lectores, antenas y un host (computadora central). Un tag o etiqueta RFID está compuesto por un microchip y una antena flexible instalada sobre una superficie plástica. El lector es utilizado para leer y escribir información en el tag. Para obtener una respuesta de una etiqueta RFID, el lector emite una onda de radio, cuando el tag se encuentra dentro del campo de cobertura del lector, le responde identificándose a sí mismo. En la *figura 9* se muestra el esquema de funcionamiento de un sistema RFID.

Estos dispositivos pueden trabajar en varios rangos de frecuencias:

- Baja Frecuencia (LF): inferiores a 135 KHz.
- Alta Frecuencia (HF): alrededor de 13.56 MHz
- Ultra Alta Frecuencia (UHF): 433, 860 y 928 MHz

- Microondas: 2.45 GHz y 5.8 GHz

Las propiedades de las ondas de radio son dependientes de la frecuencia en la que operan. A bajas frecuencias, las ondas traspasan fácilmente los obstáculos, pero su poder cae fuertemente a medida que se alejan de la fuente. A altas frecuencias, las ondas tienden a viajar en líneas rectas y rebotan frente a los obstáculos, aunque son capaces de alcanzar mayores distancias.

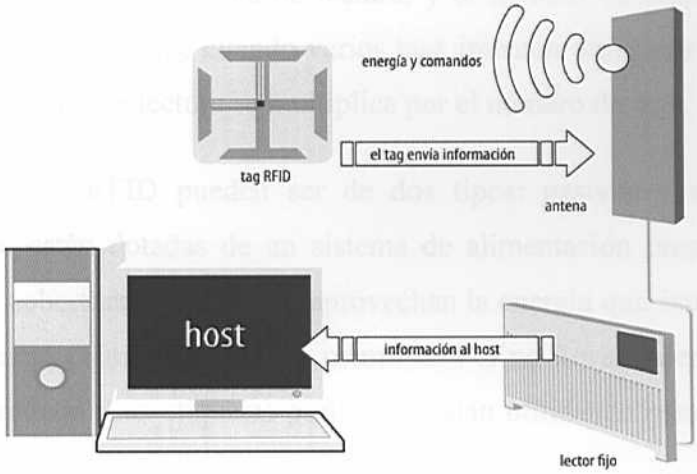


Figura 9. Sistema RFID. (Telectrónica Codificación S.A. 2006)

Es necesario analizar la aplicación para determinar en qué banda de frecuencia se debe trabajar y qué protección deben tener los dispositivos lectores y las etiquetas. La banda LF (Low Frequency) es el sistema menos susceptible a los líquidos y metales, su velocidad de comunicación es baja, lo que lo hace deficiente para operar en entornos donde haya más de un tag presente en el campo de la antena. El rango máximo de lectura es de 50 centímetros. En HF (High Frequency) la respuesta en presencia de líquidos es buena, la velocidad de comunicación es aceptable para sistemas estáticos o de baja velocidad. El rango de lectura alcanza hasta un metro. En el rango de frecuencias UHF (Ultra High Frequency) sus principales inconvenientes se encuentran en la interferencia provocada por metales y líquidos. Otro punto negativo es la imposibilidad de estandarizar la frecuencia, dado que cada país utiliza esta banda con distintas limitaciones. El rango de lectura llega a los 9 metros y

alcanza una velocidad de lectura de 1200 Tags/seg. (Telectrónica Codificación S.A. 2006)

La velocidad de lectura de los datos depende principalmente de la frecuencia portadora. En términos generales, cuanta más alta sea dicha frecuencia, más alta será la velocidad de transferencia. A la hora de establecer tiempos de lectura debe considerarse el tamaño de los datos que posee la etiqueta, la velocidad con que las etiquetas se mueven dentro de la zona de lectura, y el número de etiquetas que el interrogador debe detectar, ya que cuando varios tags intentan transmitir sus datos a un mismo lector, el tiempo de lectura se multiplica por el número de tags.

Las etiquetas de RFID pueden ser de dos tipos: pasivas y activas. Las etiquetas pasivas no están dotadas de un sistema de alimentación propio. Cuando entran en el área de cobertura de un lector, aprovechan la energía que éste emite para transmitir la información almacenada en su memoria. Por no llevar batería integrada posee un alcance limitado. Las etiquetas pasivas se están utilizando para reemplazar el sistema de código de barras tradicional.

Por su parte, las etiquetas activas llevan acoplada una batería que les permite transmitir sus datos de forma autosuficiente en caso de interrogación. Su rango de lectura es considerablemente mayor (hasta decenas de metros) y también lo es su memoria.

La comunicación entre las etiquetas (tags) y los lectores (antenas) puede realizarse de tres formas: half-duplex, full-duplex o secuencial. El lector puede establecer una comunicación abierta con el host servidor a través de distintas interfaces: RS-232, RS-485, USB, Ethernet, WLAN, etc. (Casar, J.R. 2005)

II.9 Sistema Radiante

Este sistema radiante surge como necesidad de comunicaciones inalámbricas en entornos cerrados como interiores de edificios, sótanos y túneles. Está conformado por un sistema de antenas distribuidas a lo largo de la vía, conectadas a una red de distribución óptica conformada por una unidad maestra y varias unidades remotas que permiten la manipulación de señales de RF sobre hilos de fibra.

Para la óptima cobertura de todos los tramos de la línea debe utilizarse un cable radiante, el cual está especialmente diseñado para este tipo de ambientes. El cable radiante es un tipo de cable coaxial que permite una distribución uniforme de la señal RF por medio de ranuras en el conductor de cobre a lo largo de todo el tendido. Permite irradiar la misma intensidad en toda su extensión, mientras que una antena sólo irradia hacia un sector limitado por su dirección. En la *figura 10* pueden observarse las partes que conforman un cable radiante.

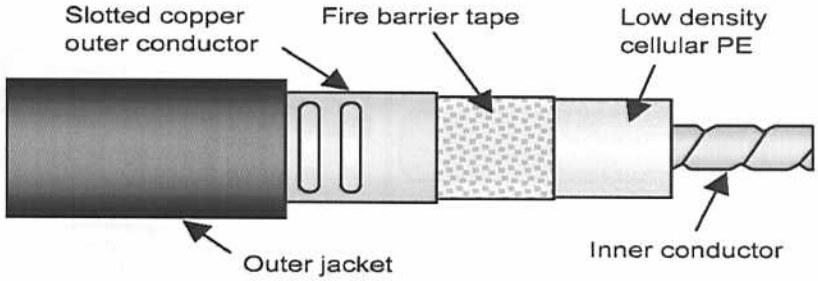


Figura 10. Partes de un Cable Radiante (Kabelwerk Eupen AG, 2007)

Estos cables están diseñados para múltiples servicios de banda ancha que operan desde los 500 KHz hasta los 2.5 GHz. Todas las aplicaciones comprendidas entre este rango de frecuencias pueden operar simultáneamente sobre el mismo cable. Desde radio AM y FM, pasando por bandas para GSM o CDMA, hasta cobertura Wi-Fi, cada uno con su banda de frecuencia particular, sin ningún tipo de interferencia entre los distintos servicios.

Esta tecnología está destinada para trabajar sobre todo en túneles. Las líneas de trenes subterráneos alrededor del mundo hacen uso del cable radiante para así disponer de múltiples servicios en todo el recorrido. Actualmente, existen dos tipos de cable radiante:

- Radiating Mode (RMC).
- Coupled Mode (CMC).

El cable RMC está diseñado para aplicaciones específicas donde se utilizan la menor cantidad de bandas posibles. Tiene la ventaja de proporcionar grandes anchos de banda para aplicaciones, tales como transmisión de video y acceso a Internet.

El cable CMC puede soportar múltiples aplicaciones sobre el mismo cable y, por lo tanto, posee menor ancho de banda en los canales para cada uno de los servicios a implementar. En la *figura 11* pueden observarse los dos tipos de cable radiante. (Kabelwerk Eupen AG, 2007)

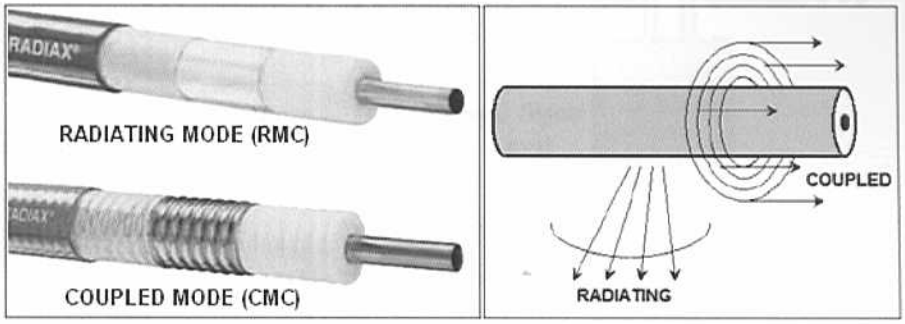


Figura 11. Tipos de Cable Radiante (Kabelwerk Eupen AG, 2007)

La característica más importante de los cables radiantes en cuanto a la propagación de la energía, se refiere a las pérdidas longitudinales o pérdidas por atenuación. Generalmente, el cable coaxial atenúa la señal en función de la frecuencia utilizada: a mayor frecuencia, mayor será la atenuación.

Las pérdidas por acoplamiento se refieren a la pérdida de la señal entre el cable y el receptor. Está definida por la diferencia entre la potencia recibida, a cierta distancia, y la potencia real irradiada por el cable. Este tipo de pérdida también se ve afectada por las interferencias y reflexiones en las áreas de cobertura.

A la hora de seleccionar el cable adecuado para una aplicación específica, es importante determinar el rango de frecuencias a utilizar, y de esta manera, definir los servicios que debe prestar la estación maestra.

La red de distribución óptica se encarga de transportar la señal desde la unidad maestra hasta las unidades remotas distribuidas en la vía. Estas unidades se encargan de transformar la señal óptica recibida en señales RF, las cuales son enviadas directamente al tramo de cable radiante conectado. En la *figura 12* puede observarse el esquema básico del sistema radiante anteriormente descrito.

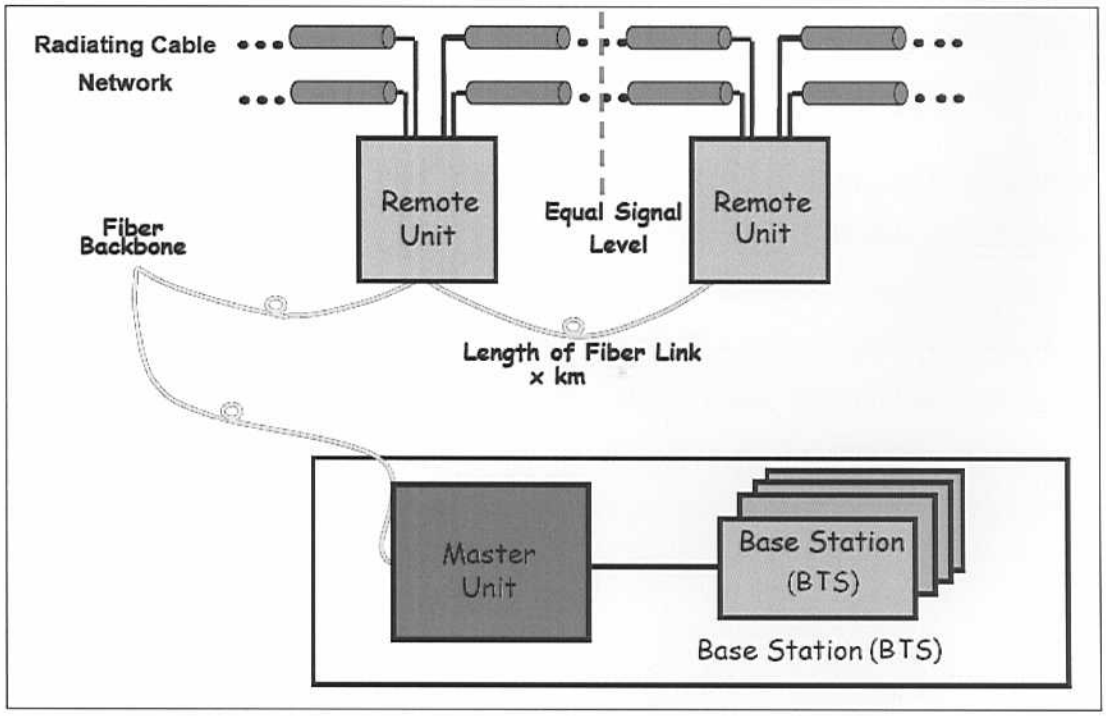


Figura 12. Diagrama del Sistema Radiante (Kabelwerk Eupen AG, 2007)

La unidad maestra consta de una serie de módulos para incorporar distintos servicios al sistema (Tetra, GSM, CDMA, Wi-Fi, etc.). Todos estos servicios pueden utilizarse simultáneamente sobre la misma red, sin interferencia entre las distintas frecuencias de operación. Las unidades remotas son las encargadas de amplificar la señal óptica recibida y diferenciar las bandas, con el fin de poder transmitir la señal RF a lo largo del cable radiante.

Este capítulo hace referencia a las bases teóricas que sustentan los resultados de la investigación planteada en los objetivos específicos. En el capítulo siguiente se contempla la metodología y procedimientos a seguir para llevar a cabo la presente investigación de manera organizada. Todos estos conceptos serán integrados para proponer una solución final al diseño de un sistema de integrado de vigilancia y apoyo para trenes basado en tecnología IP.

III. METODOLOGÍA

Este capítulo comprende los métodos, técnicas e instrumentos de investigación utilizados para llevar a cabo el desarrollo del proyecto. Adicionalmente, se contempla el procedimiento realizado de forma organizada para lograr los objetivos planteados inicialmente.

III.1 Tipo de Investigación

En el presente trabajo especial de grado se llevó a cabo una investigación de tipo descriptiva. La investigación de esta naturaleza consiste en la caracterización de un hecho o fenómeno, con el fin de establecer una estructura deseable. Con este tipo de investigación se obtiene un estudio correlacional que tiene como finalidad determinar un grado de asociación o relación entre las distintas variables involucradas. (Muñoz C y Benassini M. 1998).

Siguiendo este esquema investigativo, se estudiaron distintas tecnologías involucradas en sistemas de seguridad convencionales que pudieran ser integradas para un desempeño óptimo en el exigente ambiente ferroviario. Lo más importante es adaptar las tecnologías existentes de videovigilancia IP a una red móvil a bordo de los trenes, con el fin de lograr una comunicación efectiva con el Centro de Control. La metodología fue dividida en siete fases que se van complementando entre sí para lograr la correcta interoperabilidad entre los distintos elementos del sistema integrado de vigilancia y apoyo para trenes.

III.2 Instrumentos

Los instrumentos son las fuentes y herramientas utilizadas a lo largo del desarrollo del presente trabajo especial de grado.

La fuente principal de información fue Internet, con el uso de buscadores avanzados de publicaciones científicas y libros que pueden ser vistos desde la web. Varios artículos de ingenieros encargados de los departamentos de TI (Tecnologías de Información) de las principales compañías de trenes alrededor del mundo, proporcionaron gran soporte para evaluar las tecnologías a utilizar. De allí se desglosan numerosas compañías especializadas en la elaboración de equipos para ambientes ferroviarios que trabajaron en conjunto para lograr implementar estas complejas instalaciones.

III.2.1. Paquetes de Software de Computación

Para el procesamiento de la información investigada de todas estas fuentes y del desarrollo y el análisis de resultados obtenidos, se utilizaron numerosas herramientas de software como: Microsoft Word 2007, Microsoft Excel 2007, Microsoft PowerPoint 2007, Paint, Microsoft Visio 2003, Microsoft Project 2003, Cisco Packet Tracer 4.1 y Axis Design Tool.

III.3 Procedimiento

El proceso de investigación fue dividido en varias fases, de tal forma que se pudiera diferenciar cada uno de los sistemas involucrados y tener así un estudio individual de sus funcionalidades. Posteriormente podrán evaluarse cuáles son las tecnologías que deben utilizarse para lograr la integración de todos ellos y completar una red de seguridad totalmente operativa.

III.3.1. Primera Fase: Bases del Proyecto

Se investigó acerca de las soluciones ya implementadas en líneas de trenes alrededor del mundo para contar con un campo de investigación más específico. De esta manera, se podrán consultar las empresas más importantes que han participado en este tipo de proyectos. Las principales fuentes de información fueron artículos

científicos de los departamentos de TI en compañías europeas que están actualizando las redes de comunicaciones para integrar toda la gestión de los servicios en una sola red IP.

Luego de haber comprobado la factibilidad de la implementación de redes móviles para trenes, se estudiaron los principales dispositivos involucrados en dichas soluciones. En esta etapa se realizó una investigación detallada de los equipos existentes en el mercado y los distintos servicios integrados (información al pasajero, entretenimiento, acceso a Internet, sistemas de seguridad, etc.).

Se realizó una búsqueda exhaustiva de los fabricantes y distribuidores de equipos de vigilancia sobre IP, con el fin de seleccionar los dispositivos más adecuados para el entorno ferroviario venezolano (equipos resistentes a vibraciones, humedad, polvo, agresiones, etc.). Además, deben cumplir con los estándares y protocolos necesarios para interoperabilidad con otros equipos basados en IP.

Después de haber conformado una red de seguridad con dispositivos netamente digitales, se evaluaron las fortalezas frente a las antiguas redes analógicas.

III.3.2. Segunda Fase: Analógico Vs. Digital

Se realizó un estudio comparativo entre los antiguos sistemas analógicos de CCTV y la nueva generación digital de CCTV sobre IP. Se describió detalladamente el funcionamiento de cada uno de ellos y la manera en que se implementan sistemas híbridos para hacer compatibles ambas tecnologías.

Gracias a este estudio se pudo resaltar el abanico de posibilidades que representa una red de seguridad implementada sobre la plataforma IP y la serie de servicios que pueden ser integrados a ella.

III.3.3. Tercera Fase: Wi-Fi

Se llevó a cabo un estudio profundo de todas las tecnologías disponibles dentro del protocolo IEEE 802.11, con el fin de determinar cuál es la solución inalámbrica más apropiada para los entornos móviles de alta velocidad. Para tal fin, se estudiaron factores tales como el ancho de banda, la velocidad de transmisión, canales de radio frecuencia y tipo de antena necesario para establecer una continua comunicación entre los vagones y el sistema radiante a lo largo de la vía.

Posteriormente, se evaluaron las tecnologías involucradas en un sistema radiante y los distintos esquemas de funcionamiento para lograr la solución más adecuada en este tipo de entornos. Por medio de esta red se deben transmitir paquetes de voz, video y datos en tiempo real hacia el Centro de Control.

Esta etapa contempla la comunicación inalámbrica entre los trenes y el sistema radiante en las vías, lo cual representa la parte más importante y más vulnerable de la red. Para un óptimo aprovechamiento del limitado ancho de banda disponible, se debe hacer uso de estándares de compresión que permitan el tráfico multimedia desde los trenes hasta el Centro de Control.

III.3.4. Cuarta Fase: CODECS

Se evaluaron los distintos estándares de compresión de voz y video para transmisiones en redes IP, con la finalidad de determinar cuál de ellos es el más adecuado para este tipo de aplicaciones. Es importante tomar en cuenta el limitado ancho de banda disponible en la comunicación inalámbrica para así obtener la mejor calidad posible en las transmisiones de voz y video.

III.3.5. Quinta Fase: RFID

Diseñar un sistema de localización de trenes basado en tecnología RFID. Evaluar la ubicación de los lectores en las vías, de forma tal que sean capaces de suministrar la ubicación de los vagones dentro del sistema. Todo esto para funcionar conjuntamente con el sistema de seguridad, con el fin de supervisar los vagones en tiempo real desde el Centro de Control y, adicionalmente, servir de apoyo al sistema de señalización ya existente.

En esta etapa se consultaron las principales compañías encargadas de la implementación de estos dispositivos en entornos ferroviarios, de tal manera de disponer de equipos robustos que cumplan las normas de encapsulamiento adecuado.

Además se deben tomar en cuenta factores como la rapidez de lectura, las interfaces de comunicación y las frecuencias a utilizar para minimizar las interferencias con el entorno.

III.3.6. Sexta Fase: Diseño de la Red

Realizar un diagrama de la red a bordo de los vagones: cableado, interfaces de comunicación, alimentación eléctrica, aterramiento y distribución de los equipos. Realizar un diseño tentativo del sistema radiante a lo largo de la vía y la red que lo comunica con el Centro de Control.

Esta fase contempla la interoperabilidad de todas las fases anteriores a fin de lograr el diseño final de la red con equipos reales. El resultado final de toda la investigación se ve reflejado en esta etapa. El diseño de esta red de seguridad expone un sistema adaptable a cualquier línea de trenes existentes en nuestro país.

III.3.7. Séptima Fase: Centro de Control

Proponer un diseño de software que permita manejar toda la información proveniente de los vagones y vincularla con los datos de localización, para así obtener la ubicación del vagón que se está monitoreando o en cuál de ellos se activó una alarma.

Evaluar las características técnicas que deben tener los servidores en el Centro de Control para manejar esta gran cantidad de información. Esta actividad comprende los requisitos de hardware para las grabaciones y gestión del sistema de seguridad de forma remota.

Todas las especificaciones de estos equipos sólo pueden determinarse una vez completadas todas las etapas anteriores. Esta actividad, conjuntamente con el diseño de la red, permite conformar en su totalidad el diseño de un sistema integrado de vigilancia y apoyo para trenes basado en tecnología IP.

En el siguiente capítulo se exponen los resultados obtenidos en la investigación haciendo referencia a las mismas fases descritas anteriormente. Las primeras cinco etapas contemplan resultados teóricos asociados al marco referencial del presente Trabajo Especial de Grado. Las últimas dos etapas logran conjugar todos los resultados de la investigación para proponer un diseño completo de la red.

IV. RESULTADOS

En este capítulo se especifican los resultados de la investigación para cada una de las siete fases planteadas en la metodología. Los resultados obtenidos están divididos en cuatro subsistemas: la red móvil a bordo de los trenes, el sistema radiante a lo largo de la vía, el sistema de localización RFID y la red fija en el Centro de Control con los equipos de gestión. Finalmente, se propone un diseño que contempla la selección de equipos adecuados para el óptimo rendimiento de la red y la correcta interoperabilidad entre cada uno de los subsistemas que la conforman.

El sistema integrado de vigilancia y apoyo para trenes, se basa principalmente en la implementación de un sistema de seguridad a bordo de los trenes que pueda ser monitorizado de forma remota desde un Centro de Control.

En primer lugar, se debe diseñar una red a bordo de los vagones, conformada principalmente por cámaras de CCTV, estaciones de voz y botones de alarma. Esta red debe poder grabar localmente la información multimedia (voz, datos y video) proveniente de los equipos instalados y, adicionalmente, establecer una comunicación inalámbrica con el sistema radiante en las vías para el manejo remoto de dicha información desde el Centro de Control.

El sistema radiante debe proporcionar una cobertura uniforme a lo largo de las vías, de manera tal de permitir una continua comunicación entre el Centro de Control y cada uno de los vagones en circulación. Por lo tanto, este sistema debe establecer una comunicación inalámbrica vía RF entre las antenas a bordo de los trenes y el cable radiante instalado a lo largo de la vía. Posteriormente, estas señales recibidas deben enrutarse debidamente a través del sistema radiante hasta el Centro de Control.

Otro sistema desplegado a lo largo de las vías es la red de radio balizas RFID ubicadas estratégicamente para proporcionar apoyo al sistema de señalización, de forma que pueda ubicarse cualquier vagón que se encuentre en circulación. Este sistema de localización también debe hacer uso de una red de datos que permita el transporte de información hasta el Centro de Control.

En la sala del Centro de Control debe tenerse el equipamiento necesario para procesar toda la información transmitida desde los distintos sistemas en las vías. Para lograr este objetivo debe contarse con una red de datos IP con la correcta distribución de equipos en cada una de las estaciones, de forma de poder lograr el transporte de la información desde el sistema de localización. En esta sala deben configurarse estaciones de trabajo y servidores, con el fin de poder gestionar la red IP. Dichas estaciones contarán con un software que permitirá la visualización de las imágenes transmitidas desde las cámaras a bordo de cada vagón, determinar su ubicación dentro de las vías y facilitar una comunicación bidireccional de voz. En caso de la activación de alguna alarma, el sistema señalará la ubicación del vagón en el que se presentó la emergencia.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada una de las fases definidas en la metodología.

IV.1 Bases del Proyecto

La primera fase de este Trabajo Especial de Grado contempla la investigación de las distintas tecnologías implementadas en redes de seguridad dentro de las principales compañías de trenes alrededor del mundo. La investigación realizada para afianzar las bases del presente proyecto está reflejada en el marco teórico (*II.1 Aplicaciones a Nivel Mundial, II.3 Video Sobre IP*). Durante esta investigación se encontraron diversos artículos científicos de los departamentos de TI en compañías de distintas ciudades que coinciden en la migración hacia una plataforma digital que

permita gestionar todos los sistemas a través de una misma red basada en el protocolo IP.

Con esta primera etapa se evaluaron las distintas compañías especializadas en el desarrollo de equipos para los exigentes ambientes ferroviarios. Equipos capaces de manejar distintos protocolos y estándares para su operación dentro de una red IP y que, adicionalmente, cuentan con las debidas protecciones contra vibraciones, polvo, humedad y agresiones. En la sección de Anexos (*Anexo A*) pueden observarse las especificaciones técnicas de distintos equipos que responden a estas características.

En principio, se realizó una búsqueda de distintos tipos de cámaras de CCTV IP. Entre los principales fabricantes de cámaras de red tenemos: Axis, Sony y Panasonic. En la *figura 13* pueden verse algunos de los modelos que se ajustan mejor a las necesidades del proyecto según distintos parámetros:

- Soportar los protocolos TCP/IP, UDP/IP, HTTP, SMTP, DHCP, DNS, RTP y SNMP.
- Compresión MPEG-4 y M-JPEG con resolución VGA (640x480 pixeles) a 30 cuadros por segundo.
- Carcasa anti vandálica y alarma con detección de movimiento, manipulación y vandalismo.
- Estabilizador de imagen para contrarrestar las vibraciones.
- Alimentación Power over Ethernet (IEEE 802.3af).
- Encapsulado IP66 para resistencia contra polvo y agua.
- Entradas y salidas digitales para incorporar otros dispositivos a la red, como control de puertas, botones de alarma, etc.

- Entradas y salidas de audio para comunicación bidireccional. Compresión G.711, G.729 o G723.1.

Figura 13. Cámaras CCTV IP. (Elaborado por el autor de este trabajo)

Las cámaras IP pueden manejar audio sincronizado con la señal de video y de esta manera establecer una comunicación bidireccional de voz con estaciones remotas. Adicionalmente, es posible integrar al sistema una red de intercomunicadores IP que puedan facilitar a los usuarios la comunicación directa con el Centro de Control o la cabina de mando del propio tren, en caso de cualquier situación de emergencia que se presente en el vagón. Al igual que las cámaras, los intercomunicadores deben contar con unas características básicas para que puedan ser integrados a la red IP:

- Conector RJ45 para conexión 10/100 Base-T con PoE.
- Micrófono y altavoces integrados con DSP.
- Compresión de voz (CODEC) G.711, G.729 o G723.1.
- Interfaz programable para "Pulse para Hablar" (PTT).
- Soportar los protocolos DNS, H.323, RTP y RTCP.

El funcionamiento básico de estos dispositivos y los principales protocolos que forman parte del tráfico de voz sobre redes IP, puede consultarse en el marco teórico del presente trabajo (*II.4 Voz sobre IP*). Un intercomunicador IP debe cumplir

con una serie de protocolos para llevar a cabo el transporte de voz por la red, permitiendo un retardo máximo de 300 ms.

En todo sistema de videovigilancia debe contarse con dispositivos de almacenamiento o grabadores. La grabación puede hacerse tanto local como remotamente. En este caso la grabación remota se apoya en servidores con arreglos de discos duros ubicados en el Centro de Control, pero es de vital importancia contar con un respaldo de grabación continua a nivel local, de manera de poder consultar el registro de cualquier vagón en caso de interrumpirse la comunicación con el Centro de Control durante alguna situación de emergencia. Para la grabación local se utiliza un DVR conectado a la red de dispositivos y que igualmente cumpla con las debidas especificaciones para soportar vibraciones, humedad y polvo. La capacidad del disco duro va a depender de la cantidad de horas continuas que deseen grabarse (sin sobrescribir), la resolución del video y la cantidad de cuadros por segundo configurada. Estos discos pueden ser fijos o removibles con distintas interfaces según sea la aplicación (USB, Firewire, SATAII, IDE, etc.). Las especificaciones técnicas de estos equipos pueden observarse en la sección de Anexos (*Anexo C*).

Conociendo las características básicas de los equipos terminales en la red a bordo de los trenes y los protocolos soportados, pueden afianzarse las bases del diseño de esta red móvil. El punto de convergencia de todos los dispositivos a bordo es un Mobile Access Router (MAR). Estos equipos están especialmente diseñados para la implementación de redes móviles en vehículos, autobuses, trenes, etc. Por lo tanto cumplen con un encapsulamiento que asegura el óptimo funcionamiento en estas difíciles condiciones. Están conformados básicamente por una tarjeta principal que controla el enlace de la red móvil, creando un puente inalámbrico hacia una red fija y ranuras de expansión para añadir otros módulos. Las características de funcionamiento y configuración son idénticas a las de cualquier otro Router que acepta diversos esquemas de direccionamiento y enrutado de paquetes prestando Calidad de Servicio (QoS) para priorizar la información sensible a retardos (voz y

video). Dependiendo de la aplicación y de los servicios que se quieran prestar dentro de la red pueden instalarse tarjetas modulares para otro tipo de interfaces (seriales, ópticas, RF, PoE, etc.) Las especificaciones técnicas de este tipo de Routers pueden consultarse en la sección de Anexos (*Anexo D*). En la *figura 14* puede observarse el esquema básico de una red móvil que utiliza un MAR.

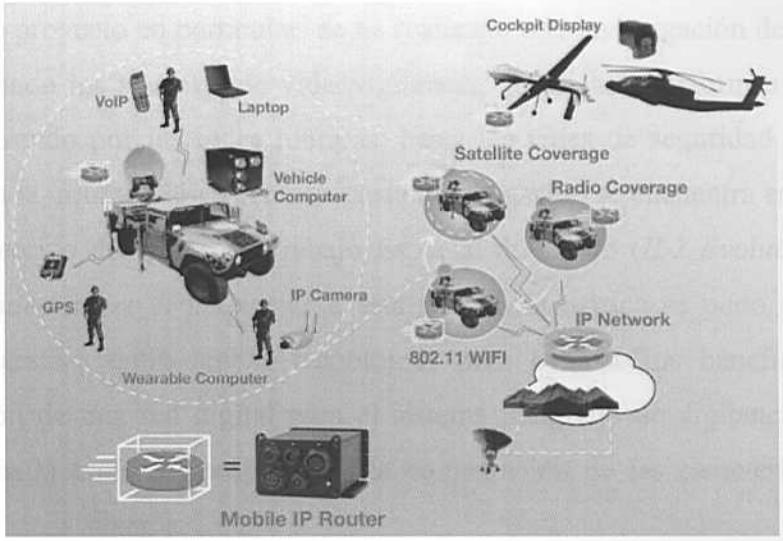


Figura 14. Redes móviles con MAR. (www.eurotech.com)

Luego de haber investigado el funcionamiento de cada uno de los elementos que conforman la red a bordo de los vagones, se continuó con el desarrollo de las demás fases hasta lograr un conocimiento integral del funcionamiento de los dispositivos involucrados en cada una de las etapas del diseño del sistema integrado de vigilancia y apoyo para trenes.

IV.2 Analógico Vs. Digital

Las plataformas digitales se han venido implementando en los últimos años, dando paso a toda una nueva generación de dispositivos electrónicos que manejan este tipo de señales. Algunos equipos analógicos han quedado obsoletos, mientras que muchos otros han sido adaptados a las nuevas infraestructuras digitales para su óptimo funcionamiento dentro de redes híbridas. Con la expansión de la tecnología de

grabación digital, sus múltiples ventajas se han hecho bastante aparentes: facilidad de uso, capacidades avanzadas de búsqueda, grabación y visualización simultáneas sin pérdida de calidad de imagen, mejora de la compresión y el almacenamiento, y mayor potencial de integración, entre otras. Pero con la tecnología digital y su núcleo, la vigilancia IP ofrece todas esas ventajas y más.

En este proyecto en particular se ha realizado una investigación de cómo han ido evolucionando los sistemas de videovigilancia, desde las plataformas netamente analógicas, pasando por las redes híbridas, hasta las redes de seguridad totalmente digitales. Toda la información referente a esta investigación se encuentra especificada en el marco teórico del presente Trabajo Especial de Grado (*II.2 Evolución de los CCTV, II.3 Video sobre IP*). Gracias a esta referencia teórica se pudo realizar un estudio comparativo entre ambas tecnologías para evaluar los beneficios de la implementación de una red digital para el sistema integrado de vigilancia y apoyo para trenes. En la *tabla 3* pueden verse la comparación de las características más importantes de cada sistema.

Tabla 3. CCTV Analógico Vs. CCTV Digital

Características	**CCTV Analógico**	**CCTV Digital**
Resolución	Estándares de Televisión Analógica - 2CIF(704x240 NTSC) - 4CIF(704x480 NTSC) - D1(720x480 NTSC)	Estándares de Video VGA. (Pantallas LCD y Plasma). - VGA (640x480 píxeles) - XVGA (1024x480 píxeles) - Megapíxel (1280x1024 píxeles)
Medio de Grabación	Cintas magnéticas (VHS). Cintas de 120 minutos.	Discos magnéticos (Disco Duro). Discos de varios Terabytes.

Grabación continua	La calidad empeora con el tiempo de uso y la reutilización de las cintas.	La calidad se mantiene con el paso del tiempo y la reutilización del disco.
Búsqueda de imágenes	Toma mucho tiempo buscar momentos específicos. Dificulta la organización de las grabaciones.	Búsqueda rápida de cualquier momento específico. Facilita la organización de las grabaciones.
Transmisión de datos	Video unidireccional. Datos bidireccionales (PTZ).	Audio, video y datos bidireccionales.
Mantenimiento	Cambio periódico de cintas y almacenamiento de las mismas. Mantenimiento en sitio de los dispositivos.	Revisión del estado del disco duro y fácil respaldo de información. Mantenimiento remoto de dispositivos (TELNET).
Cableado	Dedicado a cada dispositivo del sistema. Cable de datos, cable de video y cable de alimentación.	Pueden ser inalámbricas y fácilmente integradas con cables de red. Alimentación PoE (un solo cable para datos, video y alimentación).
Visualización	Localmente y remotamente en centros de control de seguridad con monitores directamente conectados al sistema.	Local y remotamente desde cualquier PC conectado a la red. Incluso desde cualquier navegador web estándar desde cualquier parte del mundo (Internet).
Escalabilidad	Agregar una cámara requiere un gran cambio en la estructura del sistema.	Agregar cualquier dispositivo es muy sencillo, sólo se debe conectar a la red. (Plug & Play)

Gestión de video	Múltiples imágenes simultáneas y secuencia de imágenes en monitores.	Software que permite un manejo amplio del sistema (detección de movimiento, alarmas, voz, grabaciones remotas, etc.)
Direccionamiento	La matriz y los multiplexores se encargan de mostrar las distintas secuencias. Se divide por zonas.	Pueden utilizarse distintos protocolos. Cada elemento posee una dirección IP. (DNS, SMTP, DHCP, etc.) Acceso a toda la red de dispositivos.
Técnica de Barrido	Barrido Entrelazado con líneas horizontales divididas en pares e impares (menor ancho de banda). Distorsión en imágenes en movimiento.	Barrido Progresivo con las líneas simultaneas (mayor ancho de banda). Gran detalle en imágenes en movimiento.
Desempeño	Transmisión sobre una red dedicada, lo que asegura una calidad constante del video.	El congestionamiento en la red IP puede afectar la calidad del video recibido (retardo, ancho de banda, etc.)

(Elaborado por el Autor de este trabajo).

IV.3 Wi-Fi

En esta etapa se realizó un estudio profundo de los estándares inalámbricos de la IEEE para redes Wi-Fi. Los resultados de esta investigación pueden consultarse en el capítulo correspondiente al marco teórico (*II.5 Estándar IEEE 802.11*). La comunicación Tren-Centro de Control se hace posible mediante el uso de un Mobile Access Router (MAR) a bordo de cada vagón y la instalación del cable radiante a lo largo de la vía.

La porción del espectro radioeléctrico utilizada es la banda ISM de uso libre sobre los 2,4 GHz. El estándar inalámbrico es el 802.11g, con un ancho de banda de 54 Mbps (aproximadamente 15 Mbps efectivos). Para la correcta interoperabilidad, ambos sistemas deben utilizar tarjetas que manejen el mismo estándar Wi-Fi con la misma modulación (OFDM o DSSS). Toda esta información debe ser encriptada para asegurar la confidencialidad de las transmisiones utilizando el estándar 802.1x que trabaja bajo la certificación WPA2.

El sistema radiante está conformado por una estación maestra y varias unidades remotas distribuidas a lo largo de la vía, todas ellas interconectadas a través de fibra óptica. La estación maestra debe estar conectada al módulo WLAN que proporciona los distintos servicios en las bandas de frecuencia correspondientes. De esta manera se pueden ir agregando módulos para distintas aplicaciones. En este caso particular debe agregarse una tarjeta 802.11g para así poder establecer la comunicación con los dispositivos a bordo. Esta señal es propagada por la red óptica hasta las estaciones remotas, quienes se encargan de la transformación óptica a RF. La señal RF es distribuida a lo largo del tramo del cable radiante conectado a dichas estaciones. Éstas deben ser capaces de trabajar en la banda de los 2,4 GHz, al igual que el cable radiante. El tipo de cable radiante es el RMC, debido a que proporciona mayor ancho de banda, ideal para el acceso a Internet y las transmisiones multimedia (voz y video).

El sistema radiante presenta un esquema centralizado de funcionamiento con una estación central (Master) en el Centro de Control y unidades remotas en las vías. Las especificaciones técnicas de los dispositivos que conforman este sistema pueden consultarse en la sección de Anexos (*Anexo E*). En la *figura 15* puede observarse el diagrama básico de un sistema radiante.

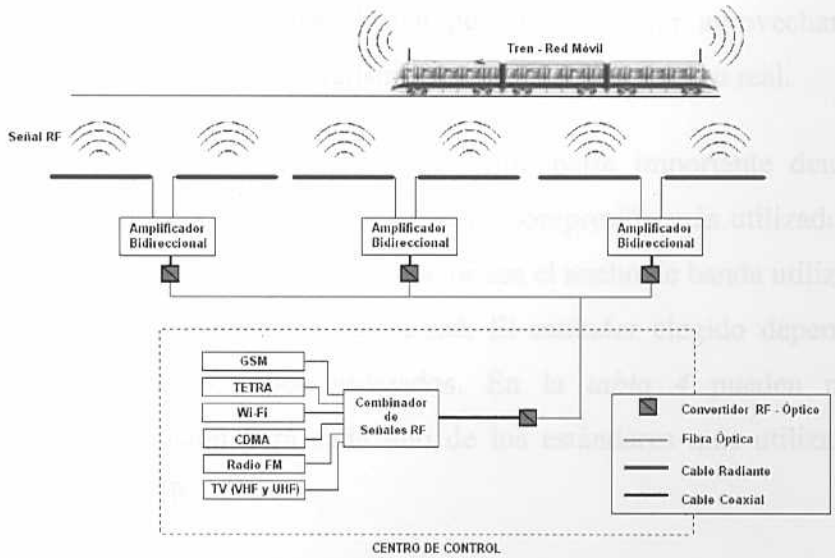


Figura 15. Red Móvil y Sistema Radiante. (Elaborado por el autor de este trabajo)

IV.4 CODECS

Los distintos estándares de compresión surgieron como una herramienta para hacer posible la transmisión de contenidos multimedia a través de redes de datos, con ancho de banda limitado. El desarrollo de aplicaciones de voz y video sobre IP se han hecho posible gracias los avanzados procesos de codificación y decodificación que permiten una gran compresión de la información, manteniendo una calidad aceptable. En la sección del marco teórico (*II.6 Compresión de Video, II.7 Compresión de Voz.*), se encuentran especificados los estándares de compresión comúnmente utilizados en redes de vigilancia IP.

En una red móvil de videovigilancia que utiliza una comunicación inalámbrica (en este caso Wi-Fi) debe hacerse uso de los CODECS que presten la mayor tasa de compresión posible y aún así proporcionar una calidad óptima en las secuencias de video y voz transmitidas. Durante la investigación realizada se pudo observar que el estándar H.264 es el que está siendo más utilizado en las últimas aplicaciones de vigilancia IP, debido a sus altas tasas de compresión y algoritmos de recuperación de

errores. Todas estas características hacen posible un mejor aprovechamiento del ancho de banda disponible para la transmisión de videos en tiempo real.

La compresión de voz forma igualmente parte importante dentro de las aplicaciones de vigilancia IP. Los estándares de compresión más utilizados en VoIP son el G.711, G.729 y G723.1. Mientras mayor sea el ancho de banda utilizado, mejor será la calidad de voz transmitida en la red. El estándar elegido dependerá de la compatibilidad con los equipos utilizados. En la *tabla 4* pueden notarse las velocidades de transmisión para cada uno de los estándares más utilizados en los sistemas de vigilancia IP.

Tabla 4. Estándares de Compresión de Voz y Video.

	Estándar	Velocidad de Transmisión
Compresión de Video	M-JPEG	6 Mbps*
	MPEG-4	3 Mbps*
	H.264	1 Mbps*
Compresión de Voz	G.711	64 Kbps
	G.729	8, 6.4 y 11.8 Kbps
	G.723.1	5.3 y 6.3 Kbps

* Máxima velocidad de transmisión con resolución XVGA a 30 cps.

(Elaborado por el Autor de este trabajo).

IV.5 RFID

El diseño que se propone para la implementación de dispositivos RFID en trenes, comprende una configuración destinada a proporcionar un esquema de señalización que funcione como apoyo al sistema ya utilizado en las vías. Todo esto con el fin de suministrar información oportuna a los servidores ubicados en el Centro de Control y, de esta manera, poder localizar a cada uno de los trenes circulando en las vías. Las bases teóricas que apoyan este diseño pueden consultarse en el capítulo del marco teórico (*II.8 Identificación por Radiofrecuencia (RFID)*).

Las etiquetas o tags serán configuradas con un número de identificación único para cada vagón. Éstas pueden instalarse lateralmente o debajo de los trenes para

identificarse con cada uno de los lectores que se encuentran en la vía. Los lectores deben distribuirse a lo largo de las vías, con el fin de intercambiar información con los dispositivos embarcados (tags). En la *figura 16* pueden observarse las configuraciones más comunes en los trenes.

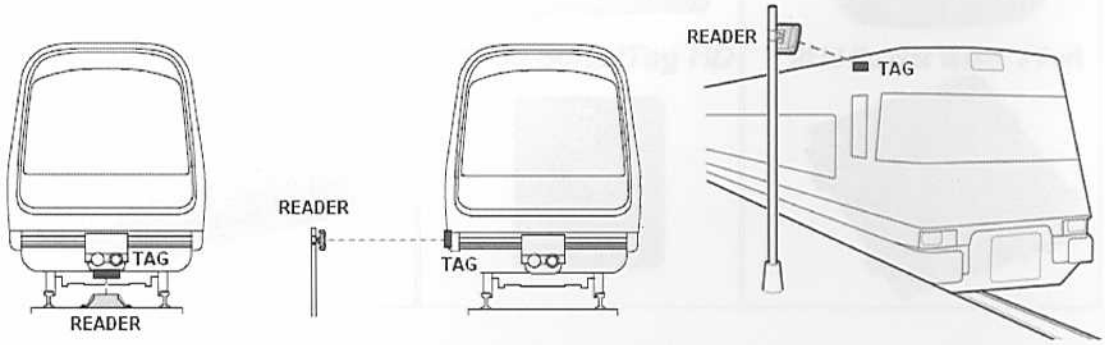


Figura 16. RFID en las vías. (Tagmaster. 2007)

Los lectores deberán ubicarse en los inicios de los andenes de todas las estaciones (uno en cada sentido de circulación del tren), en las vías de entrada y salida del estacionamiento de trenes y en las colas de maniobra de las estaciones. Para el transporte de información hasta el Centro de Control, los lectores utilizarán una interfaz Ethernet con conectores RJ-45 para comunicarse con la red de datos.

La estructuración de esta red de dispositivos RFID está diseñada para proporcionar información (referente a la localización de los vagones) al software de gestión en el Centro de Control, y de esta manera poder monitorear cualquier vagón, conociendo su ubicación actual y las direcciones IP de los dispositivos embarcados.

Existen compañías especializadas en el diseño de estos dispositivos para aplicaciones ferroviarias que demandan intercambio de información a altas velocidades y componentes de gran resistencia (soportar vibraciones, humedad, altas temperaturas, etc.). Entre los fabricantes más importantes tenemos Tagmaster, Transcore y GAO RFID. En la *figura 16* pueden observarse algunos equipos de estos fabricantes.

Figura 17. Equipos RFID para trenes.(Elaborado por el autor de este trabajo)

En la sección de Anexos (*Anexo B*) pueden observarse las especificaciones técnicas de estos equipos.

IV.6 Diseño de la Red

Luego de completar las primeras cinco etapas de la investigación, puede conformarse una red íntegra de vigilancia IP. El diseño de la red está dividido en cuatro sub-sistemas: Red Móvil, Sistema Radiante, Sistema de Localización RFID y el Centro de Control. Cada uno de ellos será estructurado de manera tal de crear una completa interoperabilidad entre los dispositivos involucrados. Este diseño contempla un esquema general, que puede ser perfectamente adaptado a cualquier sistema de trenes existente en nuestro país.

A continuación, se describe cada uno de los sistemas involucrados en el sistema integrado de vigilancia y apoyo para trenes, basado en tecnología IP.

IV.6.1. Red Móvil

Este sub-sistema comprende todos los equipos instalados a bordo de los trenes y la comunicación inalámbrica con el sistema radiante desplegado a lo largo de las vías.

Cada uno de los vagones es considerado una red íntegra e independiente, equipada con cámaras IP, intercomunicadores IP, un DVR y un Mobile Access Router. Los dispositivos embarcados deben ser identificados con una dirección IP perteneciente a la subred correspondiente a dicho vagón y, de esta manera, poder gestionarse remotamente desde el Centro de Control.

Para el diseño de esta red móvil a bordo de los vagones, se utilizaron los siguientes equipos:

- Cámara de red Axis P3301-V: Carcasa a prueba de agresiones, compresión de video H.264, compresión de audio G.711, resolución VGA a 30 cps, entrada de alarma, PoE, etc. (Especificaciones Técnicas completas en el *Anexo A*).

- Intercomunicador IP: Altavoz y micrófono conectado a la cámara para envío de audio sincronizado con video, botón de alarma, ancho de banda de 8 KHz.

- Rugged Digital Video Recorder (DVR): disco duro interno removible, conexión Ethernet 10/100/1000, encapsulamiento IP-65, etc. (Especificaciones Técnicas completas en el *Anexo C*).

- Mobile Access Router Cisco 3200 Series Rugged: interfaz de comunicación inalámbrica 802.11a/b/g, hasta 8 conexiones Ethernet

10/100/1000, encapsulamiento IP-65, PoE, QoS, etc. (Especificaciones Técnicas completas en el *Anexo D*).

Para la conexión desde las cámaras hasta el MAR se utiliza un cable STP (UTP Cat5a apantallado) con conectores RJ-45, de esta forma se evita cualquier tipo de interferencia eléctrica en la transmisión de audio y video. Los intercomunicadores IP van conectados a las cámaras con conectores de audio de 3,5 mm. La conexión entre el MAR y el DVR se puede hacer con un cable categoría 6 con conectores RJ-45 mediante las interfaces Gigabit Ethernet (1000BaseTX). El equipo Cisco 3200 será el encargado de establecer la conexión inalámbrica con el Cable Radiante utilizando el estándar IEEE 802.11g sobre la banda de 2,4 GHz.

La alimentación eléctrica a bordo de los trenes es típicamente de 72 VDC, por lo cual deben utilizarse fuentes de poder DC-DC para ajustar los valores de voltaje requeridos por el DVR y el MAR (9-36 VDC). Las cámaras son alimentadas eléctricamente utilizando PoE (802.3af) desde el MAR.

Para el direccionamiento IP se utiliza la red privada 192.168.X.Y/27. La máscara /27 permite hasta 30 direcciones asignables a dispositivos en esa subred. El octeto "Y" dispone de 3 bits para crear hasta 8 subredes de 30 direcciones. El octeto "X" utiliza los 8 bits para crear 256 redes con 8 subredes cada una. Este direccionamiento está dimensionado para lograr un crecimiento de hasta un 100% de la red de dispositivos a bordo de cada vagón. Las direcciones seleccionadas dependerán de la cantidad de vagones y del rango no utilizado en otras aplicaciones.

Para la comunicación inalámbrica sobre la banda de 2,4 GHz, se disponen de 11 canales de 22 MHz de ancho de banda cada uno. Entre canales contiguos hay solapamiento de frecuencias (5 MHz de separación), por lo cual es recomendable utilizar los canales 1, 6 y 11, con el fin de evitar interferencias entre celdas adyacentes. También es aplicable la utilización de los canales 1, 4, 7 y 11 en caso de

tener cuatro celdas cercanas. En la *tabla 5* puede observarse la asignación de canales de radio Wi-Fi sobre la banda de 2,4 GHz.

Tabla 5. Uso de Canales de Radio.

Identificador de Canal	Frecuencia Central en GHz	Canales no solapados
1	2,412	✓ ✓
2	2,417	
3	2,422	
4	2,427	✓
5	2,432	
6	2,437	✓
7	2,442	✓
8	2,447	
9	2,452	
10	2,457	
11	2,462	✓ ✓

(Elaborado por el autor de este trabajo)

El MAR Cisco 3200 funciona con distintas modulaciones dependiendo de la velocidad de transmisión y el estándar a utilizar. En la *Tabla 6* pueden observarse las distintas potencias de recepción y transmisión asociadas a las distintas velocidades de transmisión disponibles y las modulaciones empleadas en cada caso. La información detallada de este equipo puede consultarse en la sección de Anexos (*Anexo D*).

Tabla 6. Potencia de Transmisión y Recepción del Cisco 3200

Feature	Description		
Data Rates Supported	1, 2, 5.5, 6, 9, 11, 12, 18, 24, 36, 48, and 54 Mbps		
Network Standard	IEEE 802.11b and IEEE 802.11g		
Frequency Band	2.4 to 2.497 GHz		
Network Architecture Types	Vehicular mobile networks, outdoor wireless infrastructure		
Media Access Protocol	Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance (CSMA/CA)		
Modulation	**Wireless modulation 802.11b** Direct sequence spread spectrum (DSSS): • Differential Binary Phase Shift Keying (DBPSK) at 1 Mbps • Differential Quadrature Phase Shift Keying (DQPSK) at 2 Mbps • Complementary Code Keying (CCK) at 5.5 and 11 Mbps **Wireless modulation 802.11g** Orthogonal frequency divisional multiplexing (OFDM): • BPSK at 6 and 9 Mbps • QPSK at 12 and 18 Mbps • 16-quadrature amplitude modulation (QAM) at 24 and 36 Mbps • 64-QAM at 48 and 54 Mbps		
Operating Channels	North America: 11; ETSI: 13; Japan: 14		
Nonoverlapping Channels	3 (United States)		
Receive Sensitivity	• 1 Mbps: -94 dBm • 2 Mbps: -91 dBm • 5.5 Mbps: -89 dBm • 11 Mbps: -85 dBm	• 6 Mbps: -90 dBm • 9 Mbps: -89 dBm • 12 Mbps: -86 dBm • 18 Mbps: -84 dBm	• 24 Mbps: -81 dBm • 36 Mbps: -77 dBm • 48 Mbps: -73 dBm • 54 Mbps: -72 dBm
Delay Spread	• 1 Mbps: 500 ns • 2 Mbps: 400 ns • 5.5 Mbps: 300 ns • 11 Mbps: 140 ns	• 6 Mbps: 300 ns • 9 Mbps: 300 ns • 12 Mbps: 300 ns • 18 Mbps: 300 ns	• 24 Mbps: 240 ns • 36 Mbps: 240 ns • 48 Mbps: 120 ns • 54 Mbps: 120 ns
Available Transmit Power Settings	**802.11b:** • 100 mW (20 dBm) • 50 mW (17 dBm) • 30 mW (15 dBm) • 20 mW (13 dBm) • 10 mW (10 dBm) • 5 mW (7 dBm) • 1 mW (0 dBm) Maximum power setting will vary according to individual country regulations.		**802.11g:** • 30 mW (15 dBm) • 20 mW (13 dBm) • 10 mW (10 dBm) • 5 mW (7 dBm) • 1 mW (0 dBm) Maximum power setting will vary according to individual country regulations

(www.cisco.com)

El ancho de banda efectivo disponible en la comunicación inalámbrica (802.11g) es de aproximadamente 12 Mbps. Con la utilización de la herramienta "Axis Design Tool" se calcularon los parámetros de ocupación de ancho de banda máximo para transmisión de las cámaras Axis P3301 con una resolución de 640x480 (VGA) a 30 cuadros por segundo y compresión H.264. En la *figura 18* pueden observarse los valores obtenidos para los parámetros antes mencionados. Adicionalmente, se tomará en cuenta la ocupación del canal de voz con compresión G.711 (64 Kbps).

Figura 18. Axis Design Tool.
(http://www.axis.com/products/video/design_tool/calculator.es.htm)

Según este cálculo, se tiene una ocupación de 2099 Kbps por cada cámara. (Cuadros de aprox. 10 kB) Añadiendo la transmisión de voz (64 Kbps), se tienen 2163 Kbps por cámara. Por lo tanto, con cuatro (04) cámaras se necesitarían 8652 Kbps de ancho de banda. (2163Kbps*4).

Para el almacenamiento continuo (24 horas) durante siete (07) días, con las cantidades calculadas anteriormente, se necesita una capacidad aproximada de 655 GB de disco duro local en el DVR. ((8652 Kbps*3600 seg*24 horas* 7 días)/ 8).

En una red inalámbrica de vigilancia es de vital importancia la utilización de estándares de seguridad para cifrar la información transmitida. El Cisco 3200 cuenta con encriptado WPA (TKIP) y WPA2 (AES) incluidos en el estándar 802.11i. Adicionalmente, debe configurarse el Router con Calidad de Servicio (QoS), de tal manera de dar prioridad a las transmisiones de audio y video en tiempo real.

El diagrama general de la Red Móvil para cada uno de los vagones puede observarse en la *figura 19*.

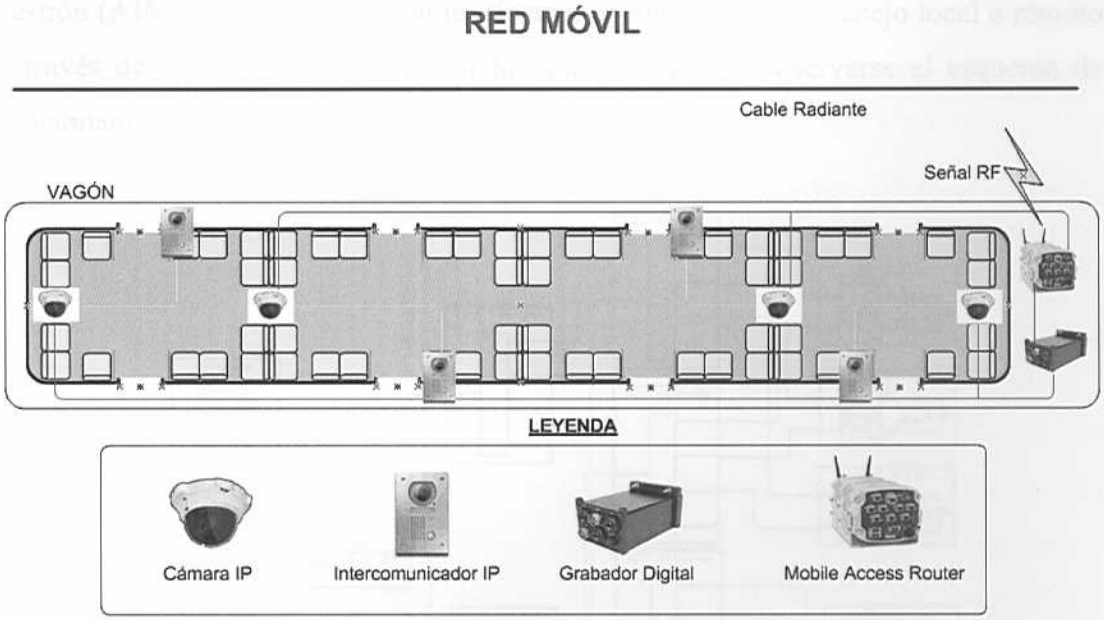


Figura 19. Diagrama de la Red Móvil. (Elaborado por el Autor de este Trabajo)

IV.6.2. Sistema Radiante

Con el fin de lograr una comunicación efectiva desde los trenes en circulación hasta el Centro de Control, es necesario instalar una red capaz de interpretar las señales RF proveniente de los Mobile Access Router a bordo de cada uno de los vagones.

El núcleo de este sistema radiante es la unidad maestra ION-M, la cual se encarga de combinar las distintas señales RF provenientes de las distintas radio bases que van a ser integradas a la red (GSM, CDMA, TETRA, WLAN, etc.). La conexión se realiza mediante un cable coaxial desde cada BTS hasta la unidad maestra. Toda esta información es transformada en señales ópticas para ser transmitida a través de fibra monomodo a cada una de las unidades remotas ION-M ubicadas a lo largo de la vía. A través de una sola fibra pueden conectarse hasta cuatro unidades remotas en cascada, gracias al uso de WDM (Wavelength Division Multiplexing). Todas las funciones y parámetros para cada servicio pueden configurarse desde el sistema de

gestión (AIMOS), que cuenta con un sistema operativo para el manejo local o remoto a través de una interfaz de red. En la *figura 20* puede observarse el esquema de funcionamiento de la unidad maestra.

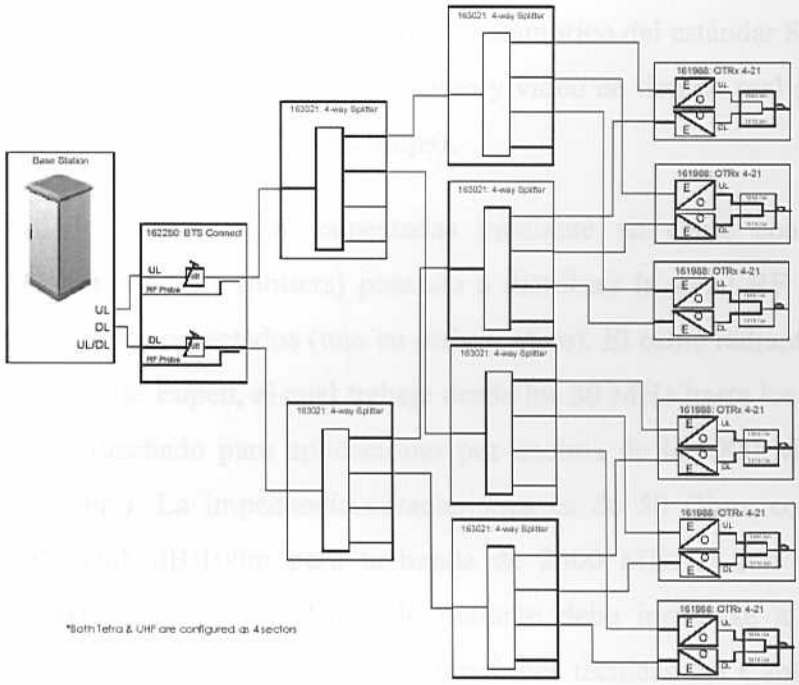


Figura 20. Funcionamiento de la Unidad Maestra. (www.andrew.com)

Las unidades remotas trabajan como amplificadores ópticos, transformando dicha señal en RF para luego transmitirla directamente al tramo de Cable Radiante conectado. La alimentación eléctrica puede ser tomada desde puntos de alimentación en las vías con el uso de transformadores o fuentes DC-DC. Estos equipos funcionan con 90 a 240 VAC o con 36 a 76 VDC. Además, cumplen con las normas de encapsulamiento IP-67 para la protección del equipo (vibraciones, agua y polvo.). En la sección de Anexos pueden observarse las especificaciones del sistema ION-M de Andrew (*Anexo E*).

En la unidad maestra se conecta una radio base WLAN que trabaja sobre la banda de los 2,4 GHz, específicamente con el estándar IEEE 802.11g. Para establecer

la comunicación con los vagones, el sistema radiante proporciona los 11 canales disponibles en esta banda de frecuencia (2400-2485 MHz). Lo recomendable es que sólo puedan ser consultados simultáneamente 3 vagones (canales 1, 6 y 11) en tiempo real, de modo de evitar interferencias entre los canales de radio. En el sub-sistema anterior, pudo observarse que el ancho de banda inalámbrico del estándar 802.11g (54 Mbps) permite transmitir las secuencias de audio y video en tiempo real desde las 4 cámaras instaladas en cada vagón (8,652 Mbps).

Las unidades remotas son conectadas mediante un cable coaxial a los divisores de potencia (2 way splitters) pasando a distribuir la señal RF en los dos tramos de cable radiante conectados (uno en cada sentido). El cable radiante utilizado es el RMC 12-HLFR de Eupen, el cual trabaja desde los 30 MHz hasta los 2,5 GHz y está especialmente diseñado para aplicaciones por encima de los 900 MHz (GSM, GSM-R, WLAN, etc.). La impedancia característica es de 50 Ohm, con pérdidas longitudinales de 16,5 dB/100m para la banda de 2400 MHz y con pérdida de acoplamiento máxima de 68 dB. El cable radiante debe instalarse a más de 8 centímetros de la pared del túnel. Las especificaciones técnicas del Cable Radiante pueden consultarse en la sección de Anexos (*Anexo E*).

En la *figura 21* puede observarse el diagrama completo del Sistema Radiante.

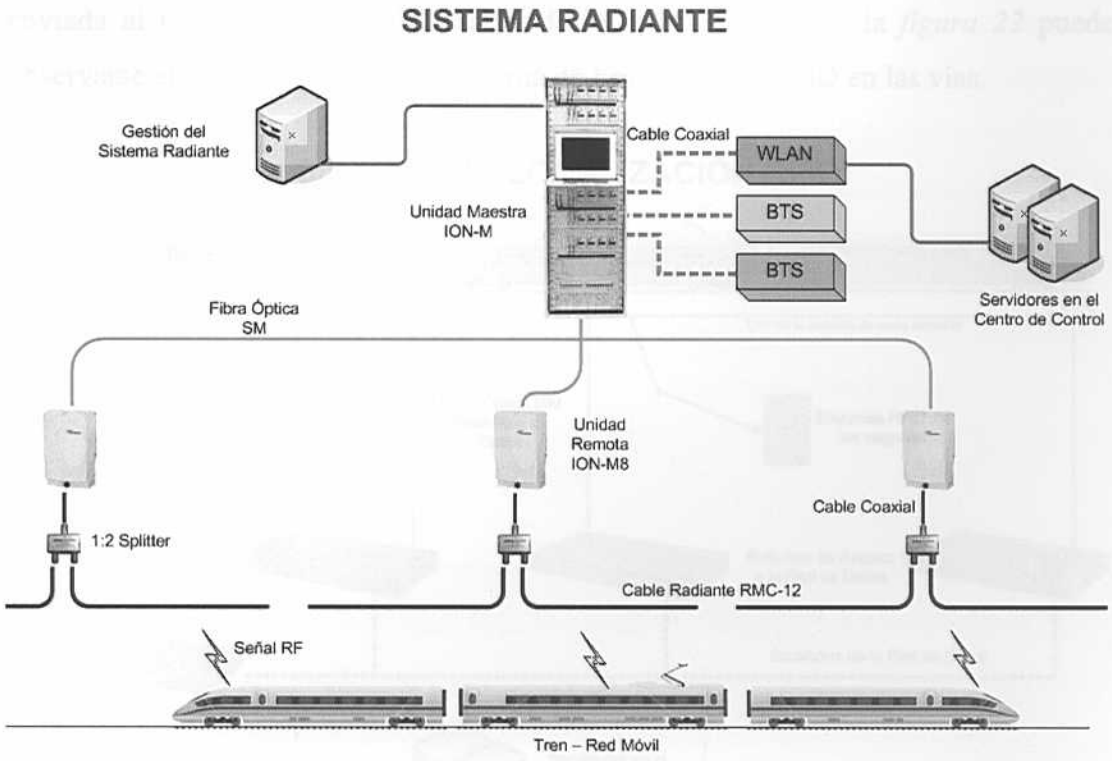


Figura 21. Diagrama del Sistema Radiante. (Elaborado por el Autor de este Trabajo)

IV.6.3. Sistema de Localización RFID

Este sub-sistema está diseñado para proporcionar una ubicación aproximada de los trenes en las vías y, adicionalmente, obtener la posición que ocupan los vagones en cada tren.

A lo largo de la vía se instalan radio balizas RFID (lectores), encargadas de recopilar la información suministrada por las etiquetas instaladas debajo de cada vagón. Deben colocarse lectores en la entrada y salida de los patios, talleres, colas de maniobra y estaciones (uno en cada sentido), para lograr tener un registro completo de los trenes en circulación. Cada vagón cuenta con un número de identificación único, contenido en la etiqueta activa instalada. De esta manera, las radio balizas leen dichas etiquetas secuencialmente a medida que pasa el tren. Esta información es

enviada al Centro de Control a través de la red de datos. En la *figura 22* puede observarse el esquema básico del Sistema de Localización RFID en las vías.

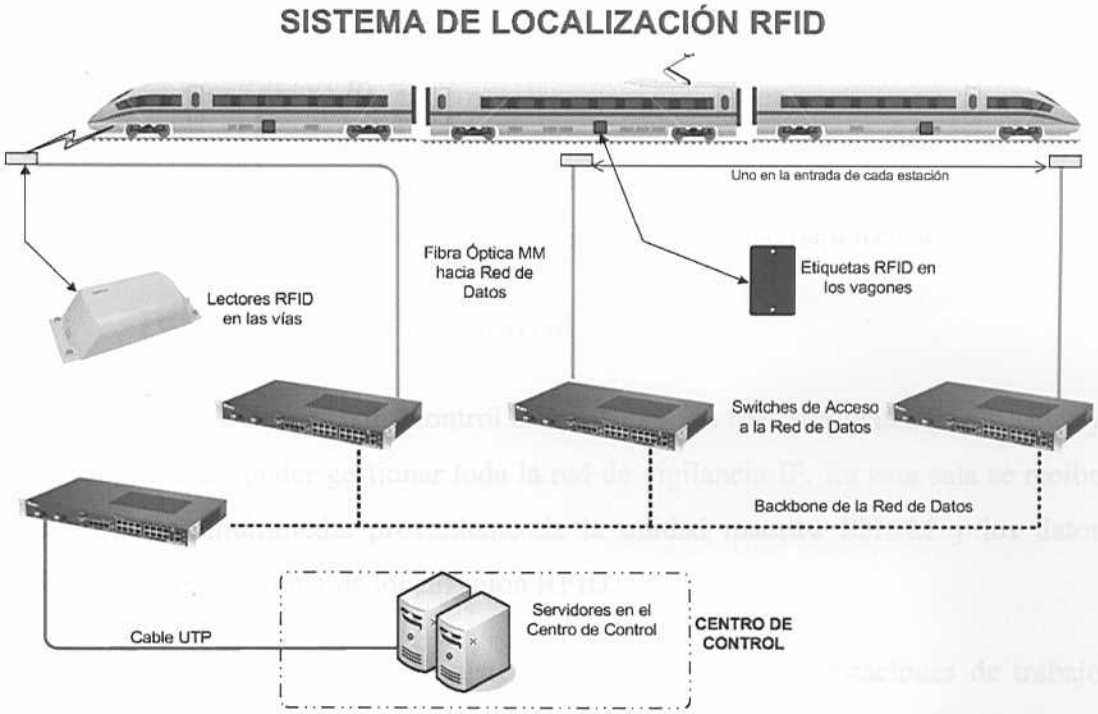


Figura 22. Sistema de Localización RFID. (Elaborado por el Autor de este Trabajo)

Los lectores "HD Track Reader" de TagMaster utilizan una interfaz Ethernet con conectores RJ-45 para conectarse al Switch de Acceso de la red de datos ubicados en cada estación y deben alimentarse eléctricamente con 24 VDC. El tipo de cable es STP (UTP apantallado Cat5a), el cual impide interferencias con los altos niveles de voltaje en los rieles. Estos dispositivos están especialmente diseñados para trabajar en entornos ferroviarios, por lo cual cumplen con las normas de encapsulamiento IP-67 y cuentan con una alta velocidad de lectura. Trabajan con modulación FHSS sobre la banda de los 2,45 Ghz y el rango de lectura es de más de 6 metros.

Las etiquetas "S1456 MarkTag HDS" de TagMaster son equipos de sólo lectura, especialmente diseñados para ambientes ferroviarios de alta velocidad.

Igualmente, cumplen con las normas de encapsulamiento IP-67. Estos equipos se alimentan con una batería integrada (etiqueta activa), con 10 años de funcionamiento. Trabajan entre los 2,435 y 2,465 GHz con un alcance de 6 metros. Las especificaciones técnicas de los lectores y etiquetas RFID pueden consultarse en la sección de Anexos (*Anexo B*).

Finalmente, toda la información es transmitida hasta el Centro de Control para la gestión remota del sistema integrado de vigilancia y apoyo para trenes.

IV.7 Centro de Control

El diseño del Centro de Control abarca todos los requerimientos de software y hardware, para así poder gestionar toda la red de vigilancia IP. En esta sala se recibe la información multimedia proveniente de la unidad maestra ION-M y los datos enviados desde el sistema de localización RFID.

El servidor de gestión del sistema de vigilancia y las estaciones de trabajo deben cumplir unos requerimientos mínimos de hardware, con el fin de poder manejar toda la información del sistema:

- Sistema Operativo Windows 2000/XP.
- Procesador Intel Pentium 4.
- Memoria RAM: 1 GB.
- Tarjeta Madre Intel con tarjeta de audio integrada.
- Tarjeta de video con 2 o más salidas VGA y 64 MB de memoria.
- Tarjeta de Red Ethernet 10/100 BaseT
- Disco Duro de 80 GB.
- Unidad de grabación CD/DVD.

- Pantallas LCD con resolución XVGA (1024x768).
- Teclado, mouse y micrófono.

El software utilizado es "IPRONET e-netcamCLIENT", el cual es compatible con las cámaras de red Axis. Este software permite el manejo de múltiples cámaras, grabación local, reproducción de grabaciones remotas, recepción de alarmas, comunicación bidireccional de audio, soporte PTZ y uso de mapas de localización. Esta plataforma es configurable y adaptable a cualquier sistema de vigilancia basado en el protocolo TCP/IP. En la sección de Anexos pueden observarse las funcionalidades proporcionadas por este software. (*Anexo F*).

Cada vagón posee un número de identificación único (etiqueta RFID), el cuál debe ser asociado, dentro del software, al rango de direcciones IP asignado a dicho vagón (direcciones fijas). De esta forma el software será capaz de interpretar la ubicación del tren en la vía, la posición del vagón y los dispositivos embarcados en él. A tal fin, debe disponerse de una base de datos que facilite la relación de la información recibida desde ambos sub-sistemas. Se permitirá sólo la visualización, en tiempo real, de tres vagones simultáneamente (canales 1,6 y 11). En caso de la activación de alguna señal de alarma, se debe identificar el vagón que presenta el problema, haciendo uso de la última lectura proporcionada por el sistema de localización. De igual manera, las cámaras IP son configuradas para el almacenamiento local en caso de alguna señal de alarma, por lo cual puede ser consultada dicha grabación conectándose directamente al dispositivo DVR a bordo.

El servidor de almacenamiento dispone de un arreglo de discos destinados a grabar toda la información recibida. Debe haber cierta redundancia entre los discos para crear copias simultáneas del contenido multimedia. Deben utilizarse al menos 6 discos de 2 TB (3 principales y 3 de respaldo) que puedan registrar hasta 492 horas (20 días/ 24 horas) de grabación con resolución VGA, 30 cps y audio sincronizado (sin sobreescribir).

En el sistema de gestión sólo se deben configurar los parámetros de funcionamiento de la red y el manejo de la base de datos. Éste debe estar conectado directamente a la unidad maestra y a la red de datos mediante cables de red UTP Cat5a con conectores RJ-45. Para la supervisión e interacción con el sistema en tiempo real, serán conectadas tres (03) estaciones de trabajo con dos (02) pantallas LCD para cada estación(una para el mapa y otra para los videos), a través de un conmutador o Switch. Para ello se utilizarán cables UTP Cat5 con conectores RJ-45. En la *figura 23* puede observarse el esquema básico de los equipos en el Centro de Control.

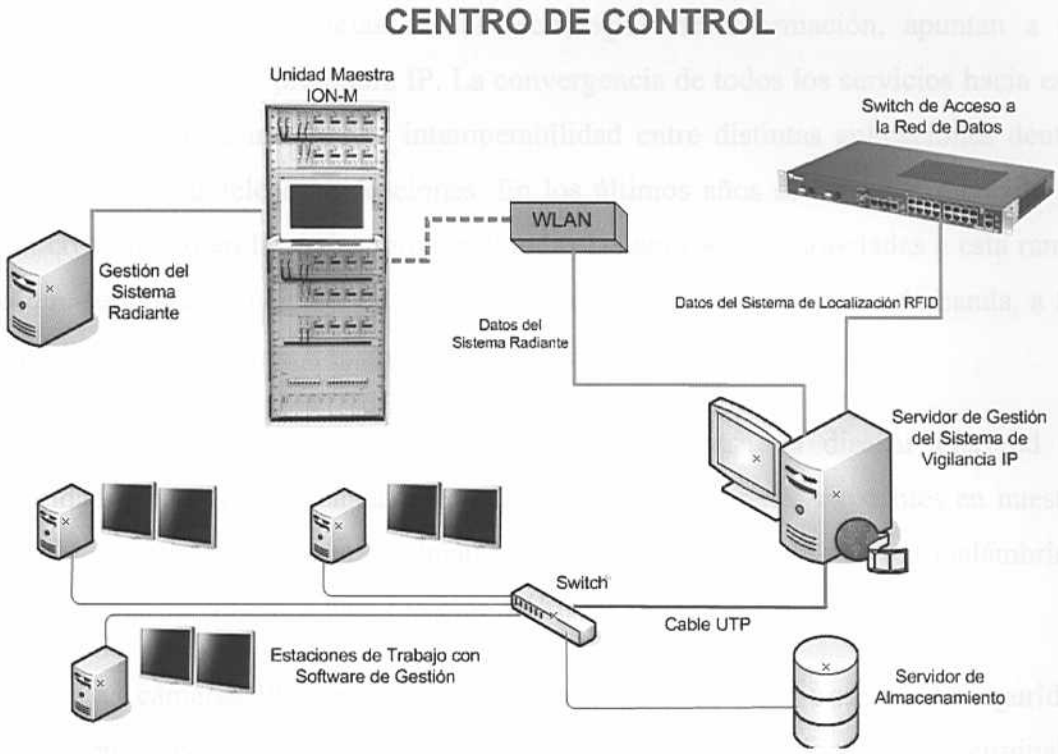


Figura 23. Diagrama del Centro de Control. (Elaborado por el Autor de este Trabajo)

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente Trabajo Especial de Grado se analizaron las últimas tecnologías disponibles en el mercado, con el fin de llevar a cabo el diseño de un sistema de vigilancia sobre una plataforma netamente digital. Durante la investigación, se evaluaron distintas soluciones y numerosas compañías especializadas en el desarrollo de redes de comunicaciones y dispositivos de seguridad, enfocados hacia sistemas ferroviarios.

Las nuevas tendencias de las tecnologías de información, apuntan a un esquema basado en el protocolo IP. La convergencia de todos los servicios hacia esta plataforma, logrará una mayor interoperabilidad entre distintas aplicaciones dentro del campo de las telecomunicaciones. En los últimos años se ha experimentado un gran crecimiento en las redes móviles y todas las aplicaciones asociadas a esta rama. Lo que se busca, principalmente, es aumentar cada vez más el ancho de banda, a fin de proporcionar mejores transmisiones de contenidos multimedia.

La estructuración del presente proyecto se basa en diseñar una red de seguridad capaz de ser adaptada a cualquier sistema de trenes existentes en nuestro país. El diseño contempla una solución totalmente escalable de una red inalámbrica, la cual puede ser utilizada para integrar múltiples servicios.

Las cámaras IP fueron el punto de partida para crear una red de seguridad basada en este protocolo. La gran inteligencia de estos dispositivos terminales permite una gestión de información que va más allá de simples señales de video, incluyendo audio sincronizado, canales de voz bidireccionales, integración con dispositivos digitales externos, detección de intrusos, control de alarmas, mensajes de emergencia, etc. Todas estas características hacen de estos equipos una unidad capaz de manejar funciones que antes realizaban más de dos elementos terminales.

La facilidad del manejo de información en redes de datos IP ha logrado dar movilidad a las redes con los últimos avances en comunicaciones inalámbricas. Actualmente, se están desarrollando nuevas tecnologías, cómo el 802.11n y WiMax, las cuales permiten velocidades de transmisión de más de 100 Mbps y están siendo adaptadas para las redes móviles. Cuando estos estándares ya estén disponibles, pueden integrarse fácilmente, de modo de proporcionar un mayor ancho de banda, y por lo tanto, mayor capacidad para integrar otros tantos equipos a bordo.

El sistema radiante se plantea como una estructura totalmente escalable y capaz de ser utilizada para múltiples servicios dentro del rango de frecuencias del cable radiante instalado. Gracias a ello, se puede prestar cobertura de telefonía celular, radio troncal, radio comercial y hasta televisión en las vías y estaciones del tren.

El sistema de localización es también una red que puede ser aprovechada para proporcionar información a otros departamentos que, con tan solo conectarse a la red de datos corporativa, obtienen la información de los lectores instalados en las vías. Esta señalización puede ser empleada en otros servicios, como información al pasajero, control de las vías y mantenimiento de los trenes.

La instalación de toda esta infraestructura supone una gran inversión y, sin duda alguna, un gran avance en lo que a tecnologías de información se refiere. Los beneficios de esta modernización son numerosos, tomando en cuenta que no sólo puede ser aprovechada como una red de seguridad, sino también, como un gran sistema de comunicaciones disponible para la adaptación de cualquier cantidad de servicios integrados a una sola red IP.

VI. BIBLIOGRAFIA

Advento Networks. (2006). *"Estándares para el entorno de la gestión de redes inalámbricas bajo la denominación IEEE 802.11"*. Extraído el 25 de diciembre de 2007 desde:

http://www.e-advento.com/tecnologia/estandares.php

Axis Communications. (2003). *"Convertir un Sistema de CCTV Analógico en uno de Vigilancia-IP"*. Axis White Papers. Extraído el 24 de septiembre de 2007 desde:

http://www.axis.com/es/documentacion/Del%20CCTV%20analogico%20a%20la%20Vigilancia%20IP.pdf

Axis Communications. (2006). *"Guía Técnica de Video IP"*. Axis White Papers. Extraído el 25 de noviembre de 2007 desde:

http://www2.axis.com/files/brochure/bc_techguide_26556_es_0605_lo.pdf

Axis Communications. (2008). *"Estándar de Compresión de Video H.264"*. Axis White Papers. Extraído el 14 de agosto de 2008 desde:

http://www.axis.com/files/whitepaper/wp_h264_31805_es_0804_lo.pdf

Casar Corredera, J.R. (2005) *"TSSI: Tecnologías y Servicios para la Sociedad de la Información"*. Universidad Politécnica de Madrid. Extraído el 25 de julio de 2007 desde:

http://www.upm.es/consejosocial/tssi.pdf

CASMAR Electrónica, S.A. (2006). *"Interfonía IP"*. Decisión de Control de Accesos. Extraído el 27 de diciembre de 2007 desde:

http://www.casmar.es/accesos/Digital_Acoustics/downloads/Interfonia%20IP.pdf

Dana, J. M., Ruiz, V. G., López, M. F., Rodríguez, S. G., Ortiz, J. P., y García, I. (2005). *"Transmisión Multicast en Tiempo Real de Vídeo MPEG-4"*. Departamento de Arquitectura de Computadores y Electrónica. Universidad de Almería. Extraído el 22 de agosto de 2007 desde:

http://www.ace.ual.es/~vruiz/investigacion/DANA05.pdf

Dornan, A. (2002) *"Wireless LAN Standards"*. Network Magazine. Extraído el 4 de septiembre de 2007 desde:

http://www.unavarra.es/organiza/etsiit/cas/estudiantes/pfc/redaccna/archivos%20descarga/doc-wlan-a.pdf

Gregoriou, Greg. (2002). *"The Evolution of CCTV to IP – Making the Right Choice"*. JVC Professional Europe. Extraído el 26 de septiembre de 2007 desde:

http://www.jvcpro.co.uk/getResource2/greg3.pdf?id=5085

Herrero, R., Lloret, J. y Jiménez, J.M. (2005) *"Estudio de Códecs de Compresión Mpeg-4 para su Aplicación a la Videovigilancia"*. Departamento de Comunicaciones. Universidad Politécnica de Valencia. Extraído el 20 de agosto de 2007 desde:

http://w3.iec.csic.es/URSI/articulos_gandia_2005/articulos/Vi1/585.pdf

Kabelwerk Eupen AG. (2007). *"Radiating Cables – RF Cables for Radio Transmission in Confined Areas". Edition November 2007*. Extraído el 14 de julio de 2008 desde:

http://www.eupen.com/weimages/download_catalog/CATALOG-Radiating_2007-11-12.pdf

Muñoz Razo, Carlos y Benassini Félix, Marcela. (1998). *"Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis"*. Pearson Educación - México.

Recomendación UIT-T G.711. (1993). *"G.711 : Modulación por impulsos codificados (MIC) de frecuencias vocales"*. Publicaciones UIT-T. Extraído el 5 de enero de 2008 desde:

http://www.itu.int/rec/T-REC-G.711-198811-I/es

Recomendación UIT-T G.723.1. (1996). *"G.723.1: Códec de voz de doble velocidad para la transmisión en comunicaciones multimedia a 5,3 y 6,3 kbit/s "*. Publicaciones UIT-T. Extraído el 5 de enero de 2007 desde:

http://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-G.723.1-199603-S!!PDF-S&type=items

Recomendación UIT-T G.729. (1996). *"G.729 : Codificación de la voz a 8 kbit/s mediante predicción lineal con excitación por código algebraico de estructura conjugada"*. Publicaciones UIT-T. Extraído el 5 de enero de 2008 desde:

http://www.itu.int/rec/T-REC-G.729-199603-S/es

Scinteie, Valentin. (2004). *"Implementing Passenger Information, Entertainment and Security Systems in Light Rail Transit"*. ALSTOM Transport Information Solutions. Extraído el 28 de agosto de 2007 desde:

http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/circulars/ec058/11_04_Scinteie.pdf

Soriano Reyes, J. (2004) *"Requerimientos de Software para Construir una Solución Completa de Vídeo Sobre IP"*. Ralco Networks, S.L. Extraído el 2 de septiembre de 2007 desde:

http://www.ralco-networks.com/pdf/VBsoftware.pdf

Tagmaster. (2007). *"High Performance RFID for Railway Solutions"*. Extraído el 28 de Julio de 2007 desde:

http://www.tagmaster.com/filearchive/2/276/05_102_03_RAIL_Brochure.pdf

Telectrónica Codificación S.A. (2006). "*Introducción a la identificación por Radio Frecuencia. RFID*". Extraído el 9 de agosto de 2007 desde:

http://www.telectronica.com/registracion_libro.asp

The Siemon Company. (2006). *"CCTV y Vigilancia por Video sobre 10G IP"*. Siemon White Papers. Extraído el 24 de septiembre de 2007 desde:

http://www.siemon.com/la/white_papers/SD-03-08-CCTV.asp

Vadillo Vallejo, Jesús. (2004) *"Infraestructuras de Comunicaciones de Explotación"*. Metro de Madrid. Extraído el 31 de octubre de 2007 desde:

http://www.coit.es/publicac/publbit/bit144/tvadillo.pdf

Vilar Sanchis, Mateo. (2003). *"Presente y Futuro de la VoIP"*. Datalux Spain S.A. Extraído el 3 de enero de 2008 desde:

http://www.coit.es/publicac/publbit/bit137/tendencias.pdf

Voxdata Comunicaciones IP. (2006). *"Compresión Digital de Video"*. Extraído el 24 de octubre de 2007 desde:

http://www.voxdata.com.ar/voxcompresionvideo.html

Wi-Fi Alliance. (2006). *"Get to Know the Alliance"*. Extraído el 15 de septiembre de 2007 desde:

http://www.wi-fi.org/about_overview.php

ANEXO A

Cámaras IP

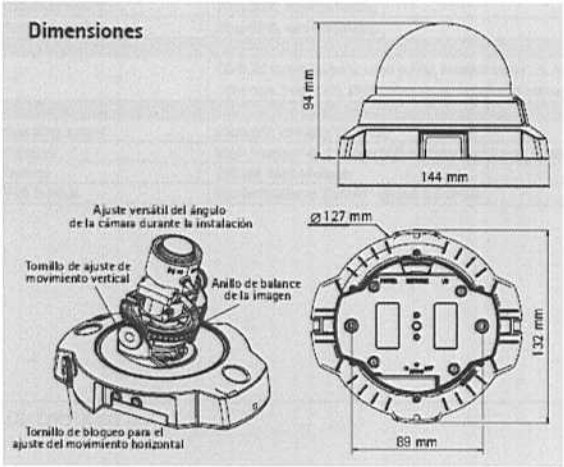
Especificaciones técnicas – Cámaras de red AXIS P3301/-V

Cámara	
Modelos	AXIS P3301: Carcasa a prueba de manipulaciones AXIS P3301-V: Carcasa a prueba de agresiones
Sensor de imagen	CMOS de barrido progresivo de 1/4", VGA, RGB
Objetivo	Varifocal 2,8 – 10 mm, F1.3, iris de tipo DC Ángulo de visión, horizontal: 23° – 72°
Iluminación mínima	1 lux, F1.3
Velocidad de obturación	1/20000 s a 1/4
Ajuste del ángulo de la cámara	Horizontal 360°, vertical 170°, giro 340°
Vídeo	
Compresión de vídeo	H.264 Motion JPEG
Resoluciones	160 x 120 a 640 x 480 píxeles
Velocidad de imagen H.264	30 imágenes por segundo en todas las resoluciones
Velocidad de imagen Motion JPEG	30 imágenes por segundo en todas las resoluciones
Secuencias de vídeo	Varias secuencias H.264 y Motion JPEG: 3 simultáneas, secuencias configuradas individualmente en resolución máxima a 30 imágenes por segundo; más secuencias si son iguales o limitadas en frecuencia de imagen/resolución Velocidad de imagen y ancho de banda controlables VBR/CBR H.264
Ajustes de la imagen	Compresión, color, brillo, nitidez, contraste, equilibrio de blancos, control y zonas de exposición, compensación de contraluz, alcance amplio y dinámico, configuración más precisa del comportamiento con poca luz Rotación: 0°, 90°, 180°, 270° Duplicación de imágenes Superposición de texto e imágenes Máscara de privacidad
Audio	
Transmisión de audio	Bidireccional, semidúplex
Compresión de audio	AAC LC 8 kHz 32 kbit/s, 16 kHz 64 kbit/s G.711 PCM 8 kHz 64 kbit/s G.726 ADPCM 8 kHz 32 ó 24 kbit/s
Entrada/salida de audio	Micrófono integrado o entrada de línea o de micrófono externa, salida de nivel de línea

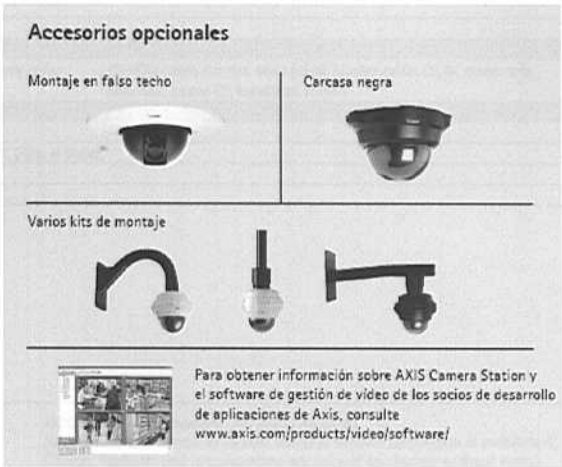
Red	
Seguridad	Protección por contraseña, filtrado de direcciones IP, cifrado HTTPS, control de acceso a la red IEEE 802.1X, autenticación Digest, registro de acceso de usuarios
Protocolos compatibles	IPv4/v6, HTTP, HTTPS, QoS Layer 3 DiffServ, FTP, SMTP, Bonjour, UPnP, SNMPv1/v2c/v3(MIB-II), DNS, DynDNS, NTP, RTSP, RTP, TCP, UDP, IGMP, RTCP, ICMP, DHCP, ARP, SOCKS
Integración del sistema	
Interfaz de programación de aplicaciones	API abierta para integración de software, con VAPIX® de Axis Communications disponible en www.axis.com
Vídeo inteligente	Detección de movimiento por vídeo, alarma antimanipulación activa y detección de audio
Activadores de alarma	Vídeo inteligente y entrada externa
Eventos de alarma	Carga de archivos a través de FTP, HTTP y correo electrónico Notificación a través de correo electrónico, HTTP y TCP Activación de salida externa
Búfer de vídeo	64 MB de memoria previa y posterior a la alarma
General	
Carcasa	AXIS P3301: Carcasa a prueba de manipulaciones AXIS P3301-V: Carcasa a prueba de impactos, 1.000 Kg
Procesador y memoria	ARTPEC-3, 128 MB de RAM, 128 MB de Flash
Alimentación	4,9 a 5,1 V CC máx. 4 W Alimentación a través de Ethernet IEEE 802.3af, Clase 2
Conectores	RJ-45 10BaseT/100BaseTX PoE, toma de CC Bloque de terminales para 1 entrada de alarma y 1 salida Entrada de línea/micrófono: 3,5 mm, salida de línea: 3,5 mm
Condiciones de funcionamiento	0 a 50 °C 20 a 80% de humedad relativa (sin condensación)
Homologaciones	EN 55022 Clase B, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 55024 FCC Parte 15 Subparte B Clase B, ICES-003 Clase B, VCCI Clase B, C-tick AS/NZS CISPR 22, EN 60950-1 Fuente de alimentación: EN 60950-1, UL, CSA
Peso	AXIS P3301: 425 g AXIS P3301-V: 580 g
Accesorios incluidos	Fuente de alimentación, kits de montaje y de conectores, guía de instalación, CD con herramientas de instalación, software de grabación y Manual del usuario, descodificador Windows (1 licencia de usuario)

Más información en www.axis.com

Dimensiones



Accesorios opcionales



www.axis.com/es

SPECIFICATIONS

	SNC-DF40N	SNC-DF40P	SNC-DF70N	SNC-DF70P
Camera				
Image device	1/4-type Super HAD CCD			
Number of effective pixels (H x V)	380,000 (768 X 494)	440,000 (752 X 582)	380,000 (768 X 494)	440,000 (752 X 582)
Electronic shutter	1/60 to 1/100,000 s	1/50 to 1/100,000 s	1/60 to 1/100,000 s	1/50 to 1/100,000 s
Gain control	AUTO/MANUAL			
Exposure control	Auto, Manual, Back-Light-Compensation (BLC)			
White balance mode	ATW			
Lens mount	CS mount			
Lens type	x2.7 Vari-focal auto iris lens			
Horizontal viewing angle	66.6 to 26.9 degrees			
Focal length	f=3.0 to 8.0 mm			
F number	F=1.0 (Wide), F1.4 (Tele)			
Iris	CCD iris			
Other functions	Motion detection		Motion detection, Day/Night	
Image				
Image size (H x V)	640 x 480, 480 x 360, 384 x 288, 320 x 240, 256 x 192, 160 x 120			
Compression format	MPEG-4/JPEG selectable			
Maximum frame rate (MPEG-4 mode)	Max. 30 fps (320 x 240)	Max. 25 fps (320 x 240)	Max. 30 fps (320 x 240)	Max. 25 fps (320 x 240)
(JPEG mode)	Max. 30 fps (320 x 240)	Max. 25 fps (320 x 240)	Max. 30 fps (320 x 240)	Max. 25 fps (320 x 240)
Audio				
Compression format	G.711 (64 Kbps) / G.726 (40, 32, 24, 16 Kbps)			
Network				
Protocols	TCP/IP, UDP, RTP, RTCP, ARP, ICMP, DHCP, DNS, HTTP, FTP, SMTP, NTP, SNMP (M1B2), PPPoE			
Number of clients	JPEG: 20 users, MPEG-4: 10 users			
Interface				
Ethernet	100Base-TX/10Base-T (RJ-45)			
Analog video output	BNC, 1.0 Vp-p, 75 Ω, unbalanced, sync negative			
I/O port	Sensor in (1), Alarm out (2)			
External microphone input	Mini-jack, 2.4 VDC plug-in power, 4.7 kΩ			
Audio line output	Mini-jack (Monoaural), max output level: 1 Vrms			
Analog video output				
Signal system	NTSC (Composite)	PAL (Composite)	NTSC (Composite)	PAL (Composite)
Horizontal resolution	480 TV lines			
S/N ratio	more than 50 dB			
Minimum illumination (Color)	0.8 lx (AGC On, F1.0, 50IRE)		0.9 lx (AGC On, F1.0, 50IRE)	
(Black and White)	–		0.2 lx (AGC On, F1.0)	
General				
Mass	Approx. 750 g (1 lb 10 oz)		Approx. 1,500 g (3 lb 5 oz)	
Dimensions (W x H x D)	124 x 132 x 126 mm (5 x 5 1/4 x 5 inches) without projection ports		165 x 135 x 166 mm (6 1/2 x 5 3/8 x 6 5/8 inches) without projection ports	
Power requirements	AC24 V 50/60 Hz, DC12 V,POE			
Power consumption	7.5 W		8.0 W	
Operating temperature	-10 to +50 °C (14 to 122 °F)			
Storage temperature	-20 to +60 °C (-4 to +140 °F)			
Operating humidity	20 to 80%, non-condensing			
Storage humidity	20 to 95%, non-condensing			
Supplied accessories				
	CD-ROM (setup program, users guide), Monitor cables (2), AC power code, Wire rope, Screws (2), Dome cover screw, Installation manual		CD-ROM (setup program, users guide), Monitor cables (2), AC power code, Wire rope, Screws (2), Installation manual	
System requirements				
Operating system	Microsoft® Windows® 2000/XP			
Processor	Intel® Pentium® III, 1 GHz or higher (Recommendation: Pentium IV, 2GHz or higher)			
Memory	256 MB RAM minimum			
Web browser	Microsoft Internet Explorer® version 5.5 or 6.0			

Distributed by

©2004 Sony Corporation. All rights reserved.
Reproduction in whole or in part without written permission is prohibited.
Design, features and specifications are subject to change without notice.
All non-metric weights and measures are approximate.
Sony is a registered trademark of Sony Corporation.
IPELA and Super HAD are trademarks of Sony Corporation.
All other trademarks are the property of their respective owners.

www.sony.com

ANEXO B
Etiquetas y Lectores RFID

TagMaster

PRODUCT SHEET

Part No. 15694x

HD Track Reader

GEN4

The HD Track Reader is a 2.45 GHz RFID device for identification of ID-tags in railway applications. The Track Reader is specifically designed to be installed on a sleeper/tie between the rails. This track mounted position allows the Reader to identify ID-tags located underneath the train as they pass over the Track Reader. The Track Reader incorporates a TagMaster HD Reader and comes complete with integrated mounting fixture and protective cover.

The Track Reader can be connected to external systems through one or more of the standard interfaces, which include RS232, RS485 or Ethernet (TCP/IP), however the Ethernet interface requires an additional external connector, which is available as an option. The Reader is built around a standard Linux operating system and has an open development platform. This enables integrators to develop and implement new applications for the Reader using the TagMaster Software Development Kit (SDK). The SDK enables users to write applications which reside in the Reader or create applications which communicate with the reader via one of the interfaces. The Reader is specifically developed for railway applications and designed according to existing regulations for RFID equipment and additional railway standards.

Key features

- **Robust heavy-duty design**
- **Integrated mounting fixture**
- **High-speed ID-tag reading**
- **Direction detection option**
- **Ethernet, RS232 and RS485 interfaces**
- **Low RF power output**
- **Linux operating System**

Technical information: HD Track Reader

Reading range	up to 6 metres* (20 ft)
Operating frequency	CW: 2.435 to 2.465 GHz, FHSS**: 2.400 to 2.484 GHz
Dimensions	617 × 242 × 166 mm (24.3 × 9.5 × 6.5 in)
Weight	8.0 kg (17.6 lbs)
Output power	10 mW e.i.r.p
Power supply	10 to 30 VDC (nominal 24 VDC)
Power consumption	4.5 W
Current consumption	175 mA @ +24 VDC
Memory: Flash/RAM	16 MB /32 MB
Operating temperature	-40 °C (-40 °F) to +70 °C (+158 °F)
Encapsulation	IP 67
Mounting	Integrated mounting fixture
Certificates CE 0413	CE Certificate according to R&TTE-Directive 1999/5/EC, FCC M39LRXX

* Depends on reader settings and mounting. ** Permissible subject to local regulations.

http://www.tagmaster.com 07-268 01

TagMaster

PRODUCT SHEET

Part No. S1456

S1456 MarkTag HDS

S1456 MarkTag HDS is a 2.45 GHz Read/Only heavy duty high-speed ID-tag. This ID-tag is the optimal choice for rail applications requiring identification of rail vehicles at high speed. TagMaster's heavy duty ID-tags are vibration resistant, waterproof, UV stable and corrosion- and chemical resistant.

KEY FEATURES

- **Long read-range**
- **Predictable lifetime of 10 years**
- **High passage speed, up to 400 km/h**
- **Heavy Duty design for tough environments**
- **Small size**
- **Unique identity, cannot be changed or copied**
- **Environmentally harmless**
- **32 bit ID checksum for elimination of substitution errors**
- **Fast reading – no wake-up time**
- **Easy to mount on any surface (including metal) with M4 screws, rivets or adhesive tape)**
- **Low radio emission – license free**

Technical specification: S1456 MarkTag HDS	* Depends on reader type, settings and mounting.
Operating frequency	2.435 GHz to 2.465 GHz
Reading range*	Example: Up to 6 metres with LR-6 reader.
Dimensions	90x58x8 mm / (3.4x2.8x0.3 inch)
Weight	60 g / (0.13 lb)
Cover case	Polymer
Colour	Black
Battery lifetime	10 years
Operating temperature	-40 °C (-40 °F) to +85 °C (+185 °F)
Encapsulation	IP 67
Certified to CE 0413	CE Certificate according to R&TTE-Directive 1999/5/EC, Annex IV, Health: 1999/519/EC, El.Safety: EN 60950, EMC: EN 301489-3:2000, Radio: EN 300 440:2001, Radio safety: EN 60215, Vibration: IEC 60068-2-64, Shock: IEC 60068-2-27

www.tagmaster.com

SPECIFICATIONS

SmartPass® 4 Reader

RF Characteristics

Frequency Range
902 to 928 MHz capable

911.75 to 919.75 MHz FCC-authorized in United States

Internal Antenna Gain
9.5 dBi

RF Control
By sense input or host command

Polarization
Linear, horizontal

Range
Read performance varies depending on tag and reader configuration and environment. Typical read range should be 12 to 17 ft (3.7 to 5.2 m).

Consult the *Encompass® 4 Reader System Guide* for tag and reader selection.

I/O Control

Input: two independent dry contact closures for sense circuits

Output: two independent Form-C contacts

RS–232 with Wiegand or RS–422 with Wiegand-compatible host interface

Power Requirements

Input Power
16 to 20V AC, 47 to 63 Hz, or 16 to 28V DC

RF Output Power
2 W maximum to 200 mW minimum, selectable in 1dB steps

Licensing

Equipment License
The user is required to obtain a Part 90 site license from the FCC to operate the unit in the United States. Access the FCC Web site at www.fcc.gov/Forms/Form601/601.html for more information.

FCC ID: FIH05531

Industry Canada ID: 1584A-05531

Users in all countries should check with the appropriate local authorities for licensing requirements.

Compliance

RF Interference
Units have been tested and are verified to Part 15 of the FCC rules for a Class A digital device.

Safety
SmartPass 4 readers comply with the requirements of Underwriters Laboratories UL–1950, Standard for Safety of Information Technology Equipment.

Physical

Dimensions
Size: 15.5 x 15.5 x 3.25 in (39.4 x 39.4 cm)

Weight: 9.5 lb (4.3 kg)

Mounting Location
Pole or wall mount

Indoor or outdoor

Enclosure
The system is environmentally sealed in a tamper-proof, polycarbonate housing.

Environmental

Operating Air Temperature
-40°F to +131°F
(-40°C to +55°C)

Humidity
100% condensing

Vibration
0.5 G_{rms}, 10 to 500 Hz

Options

Cable Accessory Kits
Cable Accessory Kits allow flexibility in installing the SmartPass 4. Include the part number when ordering.

Part number 58-1620-001: connector with 5 ft (1.5 m) cable

Part number 58-1620-002: connector with 20 ft (6.1 m) cable

Wall Mount Bracket
Allows adjustment in all planes when used to install the SmartPass 4 on a flat surface. Include the part number 54-1620-001 when ordering.

Transformer
A Class C transformer (part number 76-1620-005) is available to allow 110V AC to 18V AC conversion. Include the part number when ordering.

Training
Installation, operation, and maintenance training for TransCore authorized dealers is available through TransCore. For details, contact TransCore.

Documentation

Encompass® 4 Reader System Guide

TRANSCORE

For product information call: 1.800.923.4824 or 214.461.4031 (outside the U.S.) Fax 214.461.6478

www.transcore.com

SPECIFICATIONS

AT5118 Rail Tag

Communications

Frequency Range
902 to 928 MHz

Typical Working Range
5 to 10 ft (1.5 to 3 m)

Range depends on system parameters.

Polarization
Parallel with longer side

Memory

SeGo Mode
Total: 32 pages, 256 bytes, 2,048 bits

Unique ID: 1 page, 8 bytes, 64 bits

User data, general use: 20 pages, 168 bytes, 1,344 bits

User data, AAR: 17 pages, 136 bytes, 1,088 bits

Reserved for security authentication: 11 pages, 88 bytes, 704 bits

eGo Mode
Total: 128 bytes, 1,024 bits

Unique ID: 8 bytes, 64 bits

User data: 110 bytes, 880 bits

ATA Mode
Up to 20 six-bit alphanumeric characters (120 available bits)

Security
The AT5118 Rail Tag provides data encryption and authentication.

Power Requirements

Power Source
Beam powered

Life Expectancy

Service Life
Unlimited

Physical

Dimensions
Size: 9.3 x 2.38 x 0.69 in (23.6 x 6.0 x 1.75 cm)

Weight: 5.7 oz (160 g)

Case Material
Weatherproof, sealed, UV-stabilized, gray case

Mounting Surface
Any smooth metal surface

Where mounting surface is non-metallic or irregular, the AT5118 Rail Tag may be mounted to a metal backplate attached to the surface of the vehicle or object to be tagged.

Mounting Method
Rivet Mounting: The AT5118 Rail Tag can be mounted directly to any smooth metal surface using blind rivets or TIR-approved fasteners.

Environmental

Operating Temperature
-40°F to +185°F (-40°C to +85°C)

Storage Temperature
-67°F to +212°F (-55°C to +100°C)

Humidity
100% relative humidity, condensing

Vibration
2 G_{rms}, 10-200 Hz

Shock, Normal Environment
30 G, half-sine pulse, 6 ms duration, 3 axes

Standards

The AT5118 Rail Tag meets the standards for automatic equipment identification (AEI) set by AAR. Fully protocol-compliant with ISO 10374 and ATA standards.

Options

Factory Programming
AT5118 Rail Tags can be programmed by TransCore to your specifications at the factory.

Accessories

AP4118 Rail Tag Programmer
The AT5118 Rail Tag can be programmed in the field using the AP4118 Rail Tag Programmer. The AP4118 Rail Tag Programmer contains serial interface logic for connection to a PC host.

TRANSCORE

For product information call: 1.800.923.4824 or 214.461.4031 (outside the U.S.) Fax 214.461.6478

www.transcore.com

www.transcore.com

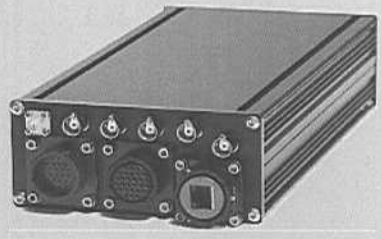
ANEXO C

Digital Video Recorder (DVR)

Rugged Digital Video Recorder

General Description

The Rugged Digital Video Recorder (DVR) is a Eurotech modular system that performs advanced capture and compression functionalities. Designed to withstand harsh environmental conditions, it is EN 50155 compliant. It can achieve extended temperature ranges (-25°C/+55°C) - no cooling fan is necessary - and can resist shocks, vibrations and high humidity.



Technical Description.

· Audio/Video acquisition & compression availability
- Up to 8 MPEG4 Video Encoder Channels (NTSC, PAL or SECAM)
- Up to 8 JPEG-2000 Video Encoder Channels (NTSC, PAL or SECAM)
- Up to 8 Frame Grabber Video IN (NTSC, PAL or SECAM)

· Processor availability
- 5x86 133MHz
- Celeron® 400MHz

· Memory
64MB up to 256MB SDRAM Soldered onboard

· Solid State Disk (for OS & application software)
- Disk On Module

· Hard Disk (for data storage)
- External (via USB 2.0), removable, hot plug
- Internal fixed
- Internal removable

· Communication
- Gigabit Ethernet (1000Mbps LAN controller)
- Fast Ethernet (10/100Mbps LAN controller)
- USB 1.1
- Hi-Speed USB 2.0
- GSM/GPRS (UMTS)
- 2.4GHz high speed Wireless 802.11g e 802.11b

· Audio
Line in, Line out and Microphone

· Isolated Digital I/O
- 7 input (+1 for Power ON)
- 5 outputisolation 500Vac@1min

· Operating Systems supported
WinXPE, WinCE, LINUX. QNX upon request

· Hardware Monitor (I2C)
Advanced auto-diagnosis features and remote status monitoring with pre-alarm features

· Standards
- Climatic compliance: EN 50155 (Humidity, Ambient air temperature, Storage temperature)
- Mechanical compliance: EN61373 (Vibrations & Shocks)
- Electrical compliance: EN 50155 (Power supply voltage interruption, Surges, Insulation resistance)
- EMC compliance: EN 50121, EN 61000, EN 55011, ECE ONU reg.10 (Immunity, Emission)
- Safety compliance: EN 60950

Physical Characteristics

· Back Panel
Male circular general purpose connector (IP65):
- 8,4-36V DC Power input
- 10/100MB Faster Ethernet
- 5 isolated digital output
- 7 isolated digital input

Female circular general purpose connector (IP65):
- 1x Line-out
- 1x Line-in
- 1x MIC Port
- 2x RS232 COM ports
- 2x Rs232 optional ports

Dedicated connectors (IP65):
- 10/100 Mbps
- 1x USB2.0 Port
- 1x RJ45 Gigabit Ethernet
- up to 8 Video inputs (BNC)
- 1x wireless antenna (R-SMA)

· Front Panel
6 LEDs (Power-on, power good and 4 programmable).
Maintenance connectors
- I2C port for status monitor and debug
- 1x DB-15 pin VGA Analog Video Output (Monitor)
- 1x MiniDin-6 Keyboard and mouse
- 1x Reset Button

· Dimensions (mm)
LL version: 255 x 129 x 57 (L x W x H)
LH version: 255 x 129 x 83 (L x W x H)

· Power Input
+ 9 / +36VDC
+12 / +24 battery - EN 50155

· Min/Max Power Consumption
15W (minimum), 29W (maximum)

· Operating Temperature
-25°C to +55°C (EN 50155 class T1)

· Cooling Fans
Not required. Passive heat sink provided

· Min/Max Weight
1.5Kg (minimum), 3 Kg (maximum)

www.eurotech.com

ANEXO D
Mobile Access Router (MAR)

Data Sheet

Cisco 3270 Rugged Integrated Services Routers (ISR)

The Cisco® 3200 Series Rugged ISRs are designed with a flexible, compact form factor. They are optimized for mobile and embedded networks that require IP routing. These routers provide access, mobility, and interoperability across multiple wireless technologies, including integrated 4.9 GHz, 802.11a/b/g, third-generation (3G) cellular, and satellite. Standards-based Mobile IP delivers transparent roaming for mobile applications. The Cisco 3200 Series Rugged ISRs use Cisco IOS® Software to provide highly secure data, voice, and video communications to stationary and mobile network nodes across wired and wireless links.

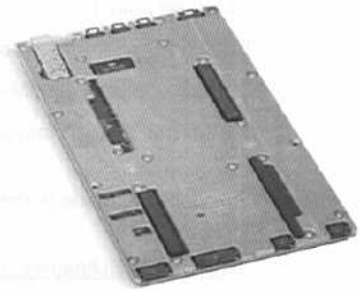
The Cisco 3270 Rugged ISR is a high-performance, ruggedized router designed to support multiple applications running concurrently over wired or wireless networks. With onboard hardware encryption, the Cisco 3270 offloads encryption processing from the router to provide highly secure yet scalable video, voice, and data services for mobile and embedded outdoor networks.

The Cisco 3270 Rugged ISR offers a wide range of network interfaces, such as fiber, Gigabit Ethernet copper, 10/100 Fast Ethernet, and universal serial bus (USB). The Cisco 3270 can support two stacks of PC/104-Plus cards. With higher scalability, increased port densities, and greater network module expansion, the Cisco 3270 delivers investment protection for customers deploying bandwidth-intensive applications in mobile or embedded outdoor networks in public safety, transportation, defense, and energy markets.

Cisco 3270 Standalone Router Card

The Cisco 3270 Rugged ISR is offered as a standalone (spare) router card or as a bundle of cards assembled in a rugged enclosure from Cisco. Cisco has a network of system integrator partners that embed Cisco 3200 Series Rugged ISR cards into custom enclosures tailored to the unique environments in which the Cisco 3200 Series is deployed. Like all Cisco 3200 Series components, the Cisco 3270 router card uses industrial-grade components and is optimized for harsh environments that require Cisco IOS® Software routing technology. Thermal plates surround the router card to provide a convenient heat sink for transferring heat away from the router. Figure 1 shows a Cisco 3270 Rugged ISR card.

Figure 1. Cisco 3270 Rugged ISR Card



Cisco 3270 Rugged Enclosure

Cisco has introduced a rugged enclosure for the Cisco 3270 Rugged ISR. The Cisco 3270 can be configured with other Cisco 3200 Series interface cards, such as the serial, Fast Ethernet, or wireless mobile interface cards. The rugged enclosure provides protection for the Cisco 3200 Series components in harsh environments, including high altitudes, locations subject to intense shock or vibration, and damp, wet, or dusty environments.

The rugged enclosure for the Cisco 3270 provides:

- A rugged enclosure designed to meet a wide range of environmental specifications, including NEMA 4, MIL-STD-810F, MIL-STD-461E, and SAE (J1211 and J1455) standards
- A sealed enclosure to lock out dust, water, and moisture from contact with networking components
- A conductive cooling mechanism that alleviates the need for moving parts such as internal fans
- A modular enclosure that system integrators can upgrade with new cards to meet unique customer requirements

Figure 2 shows the Cisco 3270 Rugged Enclosure.

Figure 2. Cisco 3270 Rugged Enclosure

The Cisco 3270 Rugged ISR is backward-compatible with all the PC/104-Plus cards available today in the Cisco 3200 Series. Each of the following cards is supported by the Cisco 3270:

- Fast Ethernet Switching Mobile Interface Card (FESMIC)
- Serial Mobile Interface Card (SMIC)
- Wireless Mobile Interface Cards (WMIC) (2.4 GHz, 4.9 GHz, and 5 GHz)
- Mobile Router Power Card (MRPC)

For more information about the Cisco 3200 interface cards, please refer to the Cisco 3230 data sheet:
http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/routers/ps272/product_data_sheet0900aecd800fe973.html

Key Features and Benefits

Table 1 gives the features and benefits of the Cisco 3270 Rugged ISR.

Table 1. Features and Benefits of the Cisco 3270 Rugged ISR

Feature	Benefit
Breadth of interface support	The Cisco 3270 provides greater choice and flexibility for connecting peripheral devices to the router. High-speed interfaces such as copper and fiber Gigabit Ethernet allow the Cisco 3270 to serve as an aggregation point for on-demand network connectivity in mobile or fixed deployments. Customers have a choice of two product configurations for the Cisco 3270 router card: • Configuration 1 includes 2 Gigabit Ethernet copper interfaces (C3271MARC-TP=). • Configuration 2 includes 1 Gigabit Ethernet copper and 1 fiber-optic interface (C3271MARC-FO-TP=). • Each configuration comes standard with 2 Fast Ethernet ports, 2 USB (2.0) ports, 1 auxiliary port, and 1 console port.
Fiber interface support	The extended-temperature-range Gigabit Ethernet Small Form-Factor Pluggable (SFP) module offers support for mobile or outdoor networks: • 1000-Mbps LX single mode • 1000-Mbps SX multimode
Onboard hardware acceleration	The onboard hardware encryption module offloads packet encryption from the router CPU to increase router performance.
Cisco Unified CallManager Express (CUCME) support	• Supports up to 48 phones for remote IP telephony on vehicles or in outdoor locations • Provides primary or back up telephony services for command and control communications
Backward compatibility with existing mobile interface cards	The 3270 router supports the following Cisco 3200 interface cards: • FESMIC • SMIC • WMIC (802.11a/b/g, 4.9 GHz,) • MRPC
Application versatility	The router is orderable as a standalone router card for embedded applications or as a system in a Cisco rugged enclosure.
Cisco 3270 Rugged ISR systems	• Cisco offers rugged enclosure bundles for the Cisco 3270 Rugged ISR. The rugged enclosure is completely sealed and does not require the use of fans for thermal cooling. • The enclosure supports 2 card stacks for PC/104-Plus card expansion. (The second card stack supports PC/104-Plus- or PCI/104-compliant cards only.) PC/104-Plus card expansion allows for insertion of Cisco or third-party cards to provide various LAN or WAN functions, including video surveillance, computing, GPS, and cellular connectivity. • The rugged enclosure is designed to meet NEMA 4 standards. • Preconfigured bundles include the Cisco 3270 router card with other interface cards listed above. • Customers can also work with system integrators on custom enclosure designs.
Expanded Fast Ethernet port density	• Up to 8 Fast Ethernet ports are available on the Cisco 3270 Rugged Enclosure when no wireless cards are configured in the bundle. The C3270ENC-K9 bundle includes 4 Fast Ethernet ports on the router card (2 Fast Ethernet and 2 Gigabit Ethernet copper) and 4 Fast Ethernet ports on the FESMIC. • **Note:** Some Fast Ethernet ports on Cisco 3270 Rugged Enclosure bundles are factory configurable to be either Fast Ethernet ports or (RJ-45) WMIC console ports, depending on the presence of WMICs in the system.
Standards-based Mobile IP in Cisco IOS Software	• These features offer always-on wireless access with transparent mobility regardless of location or movement. • Mission-critical applications stay connected even when roaming between networks. • The IP address assigned to the home network is maintained in private or public networks.
Industrial-grade components	The router can withstand extended temperature ranges of -40° to +185°F (-40° to +85°C); temperature ranges for completed solutions depend on hardware configuration variables, including enclosures and third-party components.

Data Sheet

Cisco 3201 802.11b/g Wireless Mobile Interface Card

The Cisco® 3201 Wireless Mobile Interface Card (WMIC) for the Cisco 3200 Series Rugged ISR provides integrated 802.11b/g wireless WAN or LAN capabilities. Designed in the same ruggedized, compact PC/104-Plus form factor as other Cisco 3200 Series interface cards, the Cisco 3201 WMIC is designed to be integrated as part of a Cisco 3200 Series rugged router solution, eliminating the need to use external 802.11b/g bridges or access points. The integrated WMIC provides access to a mobile network in vehicles or to outdoor wireless infrastructure.

The Cisco 3200 Series Rugged ISRs (see Figure 1) offer organizations such as public safety, homeland security, and transportation agencies the following key solution benefits:

- A rugged router in a modular compact design, suited to create mobile networks in and around vehicles
- Standards-based connectivity for a wide range of wireless technologies, including 802.11b/g, 4.9 GHz, third-generation (3G) cellular networks, and satellite, upgradable to future wireless technologies
- Always-on wireless access for vehicle networks, with easy mobility through Mobile IP regardless of location or movement
- Advanced IP services through standards-based Cisco IOS® Software, offering robust network security, reliability, quality of service (QoS), and remote management functions
- Rugged enclosure from Cisco or options for third-party enclosures

Table 1. Features and Benefits of the Cisco 3201 WMIC

Feature	Benefit
Integration with the Cisco 3200 Series Rugged ISRs	• Eliminates the need for external 2.4-GHz 802.11b/g LAN or WAN devices • Simplifies hardware and power design for in-vehicle networks and outdoor wireless infrastructure • Provides an important component of a Cisco 3200 Series router solution that combines Layer 2 and Layer 3 wireless networking
Rugged, compact form factor	• Built with industrial-grade components in the PC/104-Plus architecture • Extended temperature range of -40° to +85°C • Meets MIL-STD-810F and SAE standards • Stacks on other Cisco 3200 interface cards, sharing a common power supply
Configurable as an access point, bridge, or workgroup bridge (client)	• Configurable as a workgroup bridge or universal workgroup bridge, providing interoperability with standards-based 802.11b/g access points, including the Cisco 1500 Series Outdoor Mesh Access Points • Software configuration allows flexibility in the function of the WMIC's capabilities

Table 3. Product Specifications for the Cisco 3201 WMIC

Feature	Description		
Operating Channels	North America: 11; ETSI: 13; Japan: 14		
Nonoverlapping Channels	3 (United States)		
Receive Sensitivity	• 1 Mbps: -94 dBm • 2 Mbps: -91 dBm • 5.5 Mbps: -89 dBm • 11 Mbps: -85 dBm	• 6 Mbps: -90 dBm • 9 Mbps: -89 dBm • 12 Mbps: -86 dBm • 18 Mbps: -84 dBm	• 24 Mbps: -81 dBm • 36 Mbps: -77 dBm • 48 Mbps: -73 dBm • 54 Mbps: -72 dBm
Delay Spread	• 1 Mbps: 500 ns • 2 Mbps: 400 ns • 5.5 Mbps: 300 ns • 11 Mbps: 140 ns	• 6 Mbps: 300 ns • 9 Mbps: 300 ns • 12 Mbps: 300 ns • 18 Mbps: 300 ns	• 24 Mbps: 240 ns • 36 Mbps: 240 ns • 48 Mbps: 120 ns • 54 Mbps: 120 ns
Available Transmit Power Settings	**802.11b:** • 100 mW (20 dBm) • 50 mW (17 dBm) • 30 mW (15 dBm) • 20 mW (13 dBm) • 10 mW (10 dBm) • 5 mW (7 dBm) • 1 mW (0 dBm) Maximum power setting will vary according to individual country regulations.	**802.11g:** • 30 mW (15 dBm) • 20 mW (13 dBm) • 10 mW (10 dBm) • 5 mW (7 dBm) • 1 mW (0 dBm) Maximum power setting will vary according to individual country regulations	
Range (typical @ 100-mW transmit power setting with 6 dBi diversity dipole antenna)	Outdoor: • 0.5 mile (804 m) at 45 Mbps • 1 mile (1609 m) at 11 Mbps • 3 miles (4827 m) at 1 Mbps		
Compliance	Operates license free under FCC Part 15 and complies as a Class B device; complies with DOC regulations; complies with ETS 300.328, FTZ 2100, and MPT 1349 standards; rugged version complies with UL 2043		
Simple Network Management Protocol (SNMP) Compliance	MIB I and MIB II		
Antenna	**Antennas Supported for 2.4 GHz (Stationary)**		

ANT3549 PATCH	ANT1729 PATCH	ANT250 OMNI MAST	ANT24120 OMNI MAST	ANT2410 YAGI	ANT1949 YAGI	ANT3338 DISH
9 dBi	6 dBi	5.2 dBi	12 dBi	10 dBi	13.5 dBi	21 dBi

Mobile Antennas Supported		
BMAXC24503 Mobile MAG Mount 3 dBi	BMAXC24505 Mobile MAG Mount 5 dBi	BMAXC24003 Mobile MAG Mount 5 dBi

For more information on antennas, refer to the Cisco 3200 Series antenna brochure: http://www.cisco.com/en/US/products/hw/routers/ps272/prod_brochure_list.html

Workgroup Bridge	Allows the Cisco 3200 Series router to connect as a client device to Cisco 152x Mesh Access Points
Universal Workgroup Bridge	Allows the Cisco 3200 Series router to connect as a client device to standards-based 802.11b/g access points with the ability to use multiple profiles for various authentication types.
VLAN Support	Allows segmentation of up to 16 user groups, creating increased system flexibility by allowing differentiation of LAN policies and services, such as security and QoS, for different users.
Multiple Basic Secure Set Identifiers (BSSIDs)	Multiple BSSIDs provide up to 16 SSIDs to use with multiple VLANs.
Quality-of-Service (QoS) Support	Wireless Multimedia (WMM) as part of the 802.11e specification for wireless QOS. Prioritization of traffic for different application requirements to improve the voice and video user experience.

Feature	Description
Data Rates Supported	1, 2, 5.5, 6, 9, 11, 12, 18, 24, 36, 48, and 54 Mbps
Network Standard	IEEE 802.11b and IEEE 802.11g
Frequency Band	2.4 to 2.497 GHz
Network Architecture Types	Vehicular mobile networks, outdoor wireless infrastructure
Media Access Protocol	Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance (CSMA/CA)
Modulation	**Wireless modulation 802.11b** Direct sequence spread spectrum (DSSS): • Differential Binary Phase Shift Keying (DBPSK) at 1 Mbps • Differential Quadrature Phase Shift Keying (DQPSK) at 2 Mbps • Complementary Code Keying (CCK) at 5.5 and 11 Mbps **Wireless modulation 802.11g** Orthogonal frequency divisional multiplexing (OFDM): • BPSK at 6 and 9 Mbps • QPSK at 12 and 18 Mbps • 16-quadrature amplitude modulation (QAM) at 24 and 36 Mbps • 64-QAM at 48 and 54 Mbps
Security	Cisco Wireless Security Suite supporting Wi-Fi Protected Access (WPA) and WPA2, including: **Authentication** • 802.1X support, including Cisco LEAP, Projected Extensible Authentication Protocol (PEAP), Extensible Authentication Protocol Transport Layer Security (EAP-TLS) (Root-AP and Client), EAP Tunneled TLS (EAP-TTLS), EAP Subscriber Information Module (EAP-SIM), and EAP Flexible Authentication via Secure Tunneling (EAP-FAST) **Encryption** • WPA: Cisco TKIP or WPA TKIP • WPA2: AES (802.11i)

www.cisco.com

ANEXO E

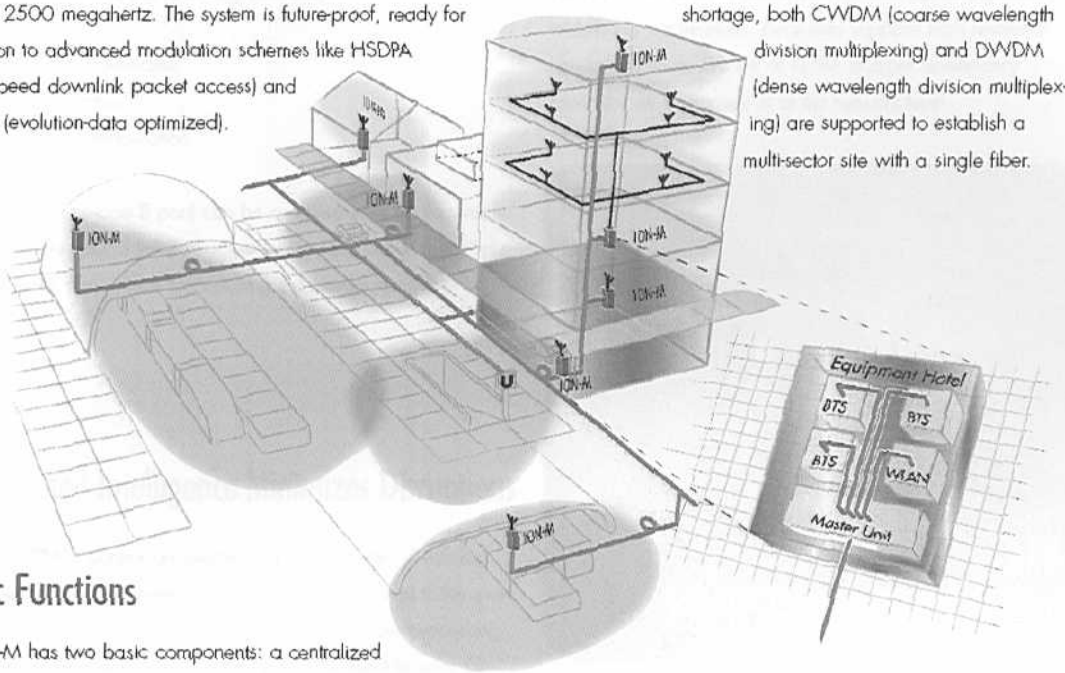
Sistema Radiante

Multi-Band, Multi-Operator: A Multi-Solution

ION™-M is a flexible radio-over-fiber platform for all conceivable optical distribution scenarios, which guarantees the best coverage with the lowest interference. Cutting-edge technology fuels the ION™-M's high-power, robust design making it suitable for both indoor and outdoor applications. As a multi-band, multi-operator system, the ION™-M adapts easily to whatever system architecture and power level are required in the frequency range of 350 – 2500 megahertz. The system is future-proof, ready for evolution to advanced modulation schemes like HSDPA (high speed downlink packet access) and EV-DO (evolution-data optimized).

in single- or multi-band for a variety of frequency combinations (3+1 frequency bands simultaneously), power classes, and system designs. Up to four remote units can be connected to the master unit using a single fiber.

One fiber transports fully transparent RF signals at 1310 and 1550 nanometers for up to 20 kilometers. In the event of fiber shortage, both CWDM (coarse wavelength division multiplexing) and DWDM (dense wavelength division multiplexing) are supported to establish a multi-sector site with a single fiber.



Basic Functions

ION™-M has two basic components: a centralized master unit and multiple remote units. The master unit transmits and receives RF (radio frequency) signals via coaxial cable to/from the collocated operator base stations while controlling the entire ION™-M system, including backhaul to the OMC (operation and maintenance center). The remote units are connected via optical fiber to the master unit, which can support up to 254 remote units. The remote units are available

This means that multiple operators using multiple technologies can transmit their services simultaneously from a cluster of base stations to a number of remote locations over the same fiber. Depending on the master unit's configuration and RF planning, the number of remote units assigned to a single sector can be adjusted to accommodate for changing traffic demand.

Re-sectorizing requires only marginal changes at the master unit. The built-in AGC (automatic gain control) feature compensates for optical link loss, guaranteeing constant gain over a changing link budget, making installation and maintenance quick and easy. Setting up the ION™-M system is easy, so is supervising it thanks to a web-based GUI (graphical user interface).

All remote units can be commissioned remotely through a built-in test head, and the entire system can be monitored and configured remotely via A.I.M.O.S. (Andrew integrated management and operation system).

Network Management System

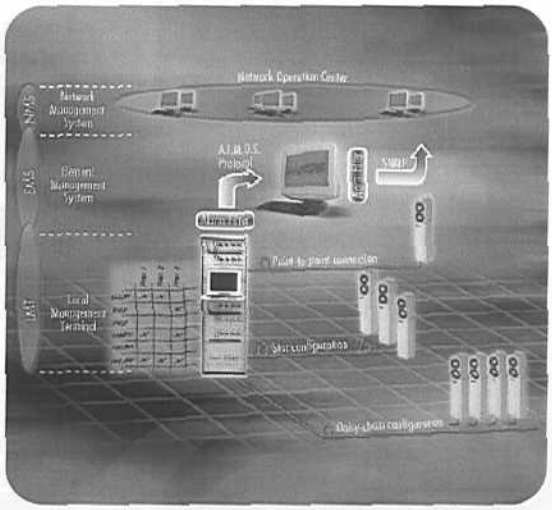
Flexibility to Support Multiple Network Configurations

The ION™-M's available performance margin, optical interface power budget, and system flexibility means multiple network configurations can be implemented. On the link between the master unit and remote unit, it is possible to configure the system according to the following methods:

- Point-to-point connection
- Star configuration
- Daisy-chain configuration

A sector (BTS/Node B port) can be assigned to a single remote unit, a single optical link (maximum four remote units), or multiple remote units. The criteria for installing the maximum number of remote units is determined by the maximum noise power raise acceptable at the BTS/Node B.

Because of MCPA (multi-carrier power amplifier) technology, the ION™-M series is suited best for multi-carrier (multi-user) wide-band applications. But it also supports high reliability networks such as GSM-R or TETRA multiple redundancy scenarios on equipment or at the network level.



Distributed Intelligence Minimizes Disruptions

The ION™-M's control architecture is based on the "distributed intelligence" concept meant to guarantee service availability even in the event of single control failure. The autonomous processing capability of the remote unit in the optical-link module splits the system's basic functioning from the supervision overlay.

The master unit controller collects and consolidates system settings and information and sends it to the user interface—the alarming system of the OMC. The ION™-M is a fully managed system with interfaces at different management levels:

- Equipment management **(locally or via remote connection)**
- Element management **(via web or A.I.M.O.S. OMC)**
- Network management **(via A.I.M.O.S. or by providing an SNMP [signalling network management protocol] interface to any NOC [network operations center])**

The master unit controller is an intuitive, web-based equipment management interface, supporting total equipment management and configuration.

Due to multiple web server architectures, the interface can be accessed by any of the following methods:

- Via a keyboard and monitor as part of the master unit
- Via a laptop attached to the master unit controller
- Via a remote connection to the master unit controller

The master unit controller hosts a parallel interface with Andrew's OMC A.I.M.O.S. This IP-based interface supports LAN (local access network) and RAS (remote access server) connections to A.I.M.O.S. The encapsulated protocol of this interface is proprietary but will be standard SNMP (signalling network management protocol) in the future. The master unit also provides a fully configurable relay contact alarm board for simple or locally visual alarming (to BTS or a visual alarming panel, for example).

ION™-M Remote Unit

multi-band

single-band

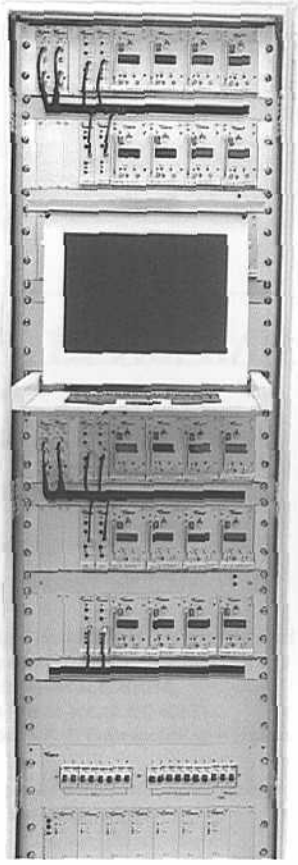
multi/single-band

ION™-M remote units are available in single- or multi-band and micro or macro RF power classes. Guaranteeing a safe investment, all single- and multi-band units can be extended in the field to handle additional frequency bands and services. High efficiency MCPA technology empowers the remote units for multi-carrier and multi-user applications. The remote units support WLAN (wireless local area network) and WiMAX (worldwide interoperability for microwave access) services through a transparent channel, while optional test heads monitor antenna signals and deliver reliable performance data in neutral host scenarios.

Output Power per Frequency

Frequency range	Pout 1 carrier, dBm/c	Pout 2 carriers, dBm/c	Pout 4 carriers, dBm/c	Pout 8 carriers, dBm/c	Pout 16 carriers, dBm/c	Remote units	Remote units	Remote units
Tetra 400	35	30	29	26	23	---	---	MMR4
LMR700	40	37	34	31	28	ION-M7	---	---
LMR800	40	37	34	31	28	ION-M8/9/19 ION-M8/18/21	ION-M8	---
CDMA800	40	37	34	31	28	ION-M8/19	ION-M8	---
TDMA800	40	37	34	31	28	ION-M8/19	---	MMR8T
EDGE800	40	37	34	31	28	ION-M8/19	ION-M8	---
WCDMA800	39	36	33	30	27	ION-M8/19	ION-M8	---
400 Trunking*)	36	30	30	27	24	ION-M9/18/21	ION-M9R	---
GSM900	36	30	30	27	24	ION-M9/18/21	ION-M9	---
EDGE900	36	30	30	27	24	ION-M9/18/21	ION-M9	---
GSM1800	39	33	33	30	27	ION-M9/18/21	ION-M18	---
EDGE1800	39	33	33	30	27	ION-M9/18/21	ION-M18	---
GSM1900	46	43	40	37	34	ION-M8/19P ION-M8/9/19P	ION-M19HP	---
TDMA1900	46	43	40	37	34	ION-M8/19P ION-M8/9/19P	ION-M19HP	---
EDGE1900	46	43	40	37	34	ION-M8/19P ION-M8/9/19P	ION-M19HP	---
CDMA1900	46	43	40	37	34	ION-M8/19P ION-M8/9/19P	ION-M19HP	---
WCDMA1900	45	42	39	36	33	ION-M8/19P ION-M8/9/19P	ION-M19HP	---
CDMA2100	40	37	34	31	28	ION-M9/18/21 ION-M8/18/21	---	---
CDMA1700	46	43	40	37	34	ION-M17P	ION-M17HP	---
WCDMA1700	45	42	39	36	33	ION-M17P	ION-M17HP	---
UMTS2100	40	37	34	31	28	ION-M9/18/21 ION-M8/18/21	ION-M21	---
UMTS2100P	43	40	37	33	31	ION-M21P	---	---
2.4 GHz WLAN*	---	---	---	---	---	all remotes	all remotes	all remotes
2.3 GHz WiMAX	---	---	---	---	---	USA remote units	USA remote units	USA remote units

ION™-M Master Unit



ION™-M master unit was developed by Andrew engineers as a scalable solution with maximum flexibility. The master unit is modular, meaning it can be deployed as a self-contained, subrack system or as a rack-based system for larger networks.

This flexibility allows operators to install ION™-M as a cost-effective solution to a problematic coverage area (for example, a metropolitan rail system) with all of the components 100 percent reusable and reconfigurable.

The various 19-inch subrack configurations make the most of available space and provide optimum support to the different network and BTS architectures. Reliability and a high GoS (grade of service) are achieved with redundant power supply and optical link concepts, distributed intelligence, and a highly sophisticated control, alarming, and supervision system that also simplifies installation and commissioning.

Optional plug-in boards provide relay alarm inputs/outputs that can communicate with external equipment or act as a simple alarm signal to a base station.

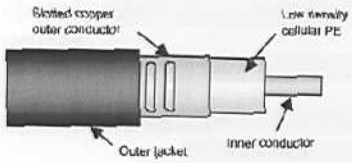
www.andrew.com

RMC 12

PRODUCT DESCRIPTION

RMC 12-HLFR

Reference suffix [1] : -HLFR

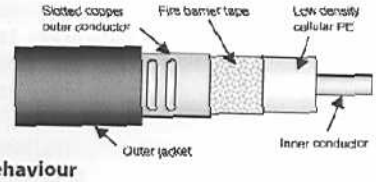


Fire behaviour

Halogen free and flame retardant outer sheath
Low corrosive gas emission acc. to IEC 60754-2
Flame retardant acc. to IEC 60332-1 and IEC 60332-3 cat. C
Low smoke emission acc. to IEC 61034

RMC 12-HLFR/M

Reference suffix [1] : -HLFR/M



Fire behaviour

Halogen free and flame retardant outer sheath + mica insulated fire barrier tape, under the outer conductor,
acc. to IEC 60754-2, 60332-1, 60332-3 cat. C, 61034,
circuit integrity under fire conditions acc. to IEC 60331.
Flame temperature = 750°C / voltage = 150 V / flame application = 180 min.

Slots in the copper outer conductor allow a controlled portion of the internal RF energy to be radiated into the surrounding environment. Conversely, a signal transmitted near the cable will couple into the slots and be carried along the cable length.

FEATURES and BENEFITS

- From 30 MHz to 2.5 GHz with resonant frequencies
- Robust Cable, with low bending radius
- Main Applications: Tunnel - GSM, GSM-R, DCS-1800, WLAN

TECHNICAL FEATURES

• Size		1/2"
• Previous Model Number		512RC8RM-HLFR / 512MRC8RM-HLFR (with Mica)
• Frequency Range	MHz	30 - 2500
• Recommended for Frequency	MHz	900 and above
• Cable Type		RMC (Radiated Mode Cable)
• Jacket		HLFR (Halogen Free Low Smoke Flame Retardant)
• Slot Design		Groups of Slots at short intervals
• Impedance	Ω	50 +/- 3
• Velocity Ratio	%	88
• Capacitance	pF/m	76
• Inner Conductor dc Resistance	Ω/1000 m (Ω/1000 ft)	1.48 (0.45) HLFR / 0.94 (0.29) HLFR/M
• Outer Conductor dc Resistance	Ω/1000 m (Ω/1000 ft)	2.90 (0.88)
• Inner Conductor Material		Copper clad aluminium (HLFR) / copper wire (HLFR/M)}
• Dielectric Material		Cellular polyethylene
• Outer Conductor Material		Overlapping copper foil, with slot groups, bonded to the jacket

Kabelwerk EUPEN AG
cable

RMC 12

TECHNICAL FEATURES (continued)

• Diameter Inner Conductor	mm (in)	4.8 (0.19)
• Diameter Dielectric	mm (in)	12.4 (0.49)
• Diameter over Jacket	mm (in)	15.5 (0.61)
• Minimum Bending Radius, Single Bend	mm (in)	200 (7.87)
• Cable Weight	kg/m (lb/ft)	0.232 (0.16) HLFR / 0.239 (0.16) HLFR/M
• Tensile Strength	daN (lb)	110 (243)
• Indication of Slot Alignment		Sheath marking
• Storage Temperature	°C (°F)	-70 to +85 (-94 to +185)
• Installation Temperature	°C (°F)	-25 to +60 (-13 to +140)
• Operation Temperature	°C (°F)	-40 to +85 (-40 to +185)
• Longitudinal Loss and Coupling Loss [2]		

Frequency	Longitudinal Loss	Coupling Loss	
	dB/100 m (dB/100 ft)	C50%	C95%
75 MHz	2.35 (0.72)	52	66
150 MHz	3.25 (0.99)	62	74
225 MHz	3.70 (1.13)	72	82
450 MHz	5.00 (1.53)	79	88
900 MHz	7.70 (2.36)	60	63
1800 MHz	12.25 (3.76)	60	70
1900 MHz	12.70 (3.90)	60	70
2200 MHz	14.80 (4.54)	61	70
2400 MHz	16.50 (5.07)	60	68

• Resonant Frequencies	MHz	547, 1641, 2734
• Clamp Spacing Recommended / Maximum	m (ft)	0.5 (1.64) / 1.20 (3.90)
• Distance to Wall Recommended / Minimum	mm (in)	80 - 180 (3.15 - 7.00) / 50 (1.96)

[1] Must be specified in case of order - standard PE jacket available on request.
[2] Measured in tunnel according to **IEC 61196-4 - Ground Level Method**.
Distance = 2m. C50 & (C95) are the average coupling losses with 50% (95%) probability calculated in accordance with the standard.

The above stated values are nominal values and subject to manufacturing tolerance.

As with any radiating cable, the performance in building or tunnel may deviate from figures measured according to the IEC 61196-4 standard.

Coupling loss measurements taken in accordance with IEC 61196-4 - Free Space Method are available on request

www.eupen.com

ANEXO F

Software de Gestión

e-netcam CLIENT

Solución profesional de gestión de **Vídeo IP**

e-netcamCLIENT

Solución de gestión de vídeo IP de IProNet Sistemas, que gestiona cámaras y codificadores de vídeo, con el que es posible visualizar, grabar e interactuar *con dispositivos I/O, así como gestionar* alarmas.

Funcionalidades

- Visualización en directo de cámaras
- Grabación
- Reproducción de grabaciones
- Planificación de tareas
- Monitorización constante del sistema
- Grabación en dispositivos removibles
- Recepción de alarmas generadas por las cámaras, codificadores de vídeo y dispositivos Net-IMDC
- Interacción con dispositivos conectados a las cámaras, codificadores de vídeo o dispositivos Net-IMDC

Compatibilidad:

Cámaras y codificadores de vídeo Axis, Bosch, Canon, Mobotix, Panasonic, Sony, etc...

Visualización:

- Cámaras individuales
- Vídeo-Rondas de geometría configurable
- Salvos (grupos de vídeo-rondas)
- Mapas y planos
- Soporte multimonitor
- Perfiles de conexión
- Ecualización de imagen para condiciones meteorológicas adversas (con licencia adicional)
- Matriz virtual
- Dynamic Overlay
- Zoom digital

Grabación:

- MJPEG, MPEG4 y H.264
- Audio
- Bajo demanda
- Por alarma: Pre y Post alarma
- Por detección de movimiento, calendarios
- En dispositivos de almacenamiento estándar (disco duro, *NAS, memorias flash...)*
- Marca de agua

Reproducción de grabaciones:

- Reproducción de vídeo
- Navegador avanzado de las grabaciones (fotograma a fotograma)
- Reproducción sincronizada
- Búsqueda de movimiento en las imágenes grabadas (umbral de movimiento configurable)
- Rollback: Reproduce los 10 segundos de grabación previos de la cámara que se está visualizando
- Recompresión remota

Escalabilidad e integración con arquitectura e-netcamVMA

El Sistema puede ir creciendo según las demandas de la instalación añadiendo nuevas cámaras, codificadores de vídeo o dispositivos Net-IMDC a los ya existentes.

Notificación de alarmas:

- *Aviso sonoro y visual de alarmas (pop-ups)*
- Envío de e-mails, sms, imágenes por FTP
- Log de eventos
- Contact ID
- *Activación de dispositivos*

Control I/O:

- Control de salidas digitales de las cámaras, codificadores de vídeo y dispositivos Net-IMDC
- Monitorización del estado de las entradas digitales de las cámaras, codificadores de vídeo y dispositivos Net-IMDC

Soporte PTZ:

- Control de cámaras PTZ
- Soporte para Joysticks profesionales

Gestión de usuarios:

- Entorno multiusuario
- Contraseña de acceso a cámaras, grupos, grabaciones
- Privilegios configurables por usuarios

Idiomas:

- Español, Inglés, Italiano, Francés y Portugués

Licencias:

- Desde 1 hasta "n" cámaras
- Escalabilidad de una en una cámara
- Posibilidad de disponer de licencias demo

Requisitos Mínimos

- Sistema Operativo: Windows 2000/XP (Recomendado XP)
- Procesador: Intel Pentium 4
- Memoria RAM: 512 MB

Gestión de grabaciones:

- Búsqueda de grabaciones por cámara, tipo, fecha y hora
- Búsqueda de imágenes asociadas a un texto
- Archiving de grabaciones caducadas
- Extracción de secuencias de grabación

Exportación:

- Exportación de grabaciones (vídeo y audio) a formato .avi
- Exportación de fotogramas a formato .jpeg
- Exportación por marcas o tramos
- Impresión de fotogramas

www.ipronet.es