



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIEROS
UNIVERSIDAD DE SEVILLA



Proyecto Fin de Carrera

Instalaciones Especiales de Gestión de un Núcleo de Estaciones de Transporte Ferroviario

TOMO I: MEMORIA

Alumna: Cristina Rubio Guerrero

Tutor: Germán Madinabeitia Luque

Dpto. Ingeniería de Sistemas y Automática

Área de Ingeniería Telemática

Titulación: Ingeniero de Telecomunicación



MEMORIA

Índice

El índice del presente documento es el siguiente:

<u>MEMORIA DESCRIPTIVA</u>	1
1 OBJETO DEL PROYECTO	2
2 PROBLEMÁTICA PLANTEADA	4
2.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL.....	4
2.2 INCONVENIENTES DEL SISTEMA ACTUAL	6
2.3 CONCLUSIONES	7
2.4 DESCRIPCIÓN DE LOS NUEVOS SISTEMAS.....	8
3 REQUISITOS FUNCIONALES	13
3.1 INSTALACIONES DE UNA ESTACIÓN FERROVIARIA	14
3.2 INTEGRACIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	16
3.3 SOPORTE DE COMUNICACIONES	19
3.4 CENTRO DE CONTROL.....	21
<u>MEMORIA TÉCNICA</u>	23
1 OBJETO	26
2 EQUIPOS DE VENTA AUTOMÁTICA DE BILLETES	27
3 SISTEMA DE CCTV	28
3.1 DESARROLLO TEÓRICO.....	28
3.2 DISEÑO DEL SISTEMA CCTV.....	59
3.3 DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES	66
3.4 FUNCIONALIDADES	67
3.5 ARQUITECTURA HARDWARE DEL SISTEMA DE CCTV.....	68
3.6 ARQUITECTURA SOFTWARE	70
3.7 INTERFASES ENTRE SISTEMAS.....	72
4 MEGAFONÍA	73
4.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	73
4.2 FUNCIONALIDADES DEL SISTEMA.....	77
4.3 DISEÑO ACÚSTICO DEL SISTEMA.....	79
4.4 DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES	85
4.5 ARQUITECTURA DEL SISTEMA.....	89
4.6 INTERFASES CON OTROS SISTEMAS.....	99
5 SISTEMA DE INFORMACIÓN AL VIAJERO (SIV)	101
5.1 FUNCIONALIDADES	101
5.2 ARQUITECTURA HARDWARE	103
5.3 INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES.....	104
5.4 ARQUITECTURA SOFTWARE	105
5.5 INTERFASES CON OTROS SISTEMAS.....	106
6 SISTEMA CRONOMETRÍA	108
6.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	108
6.2 FUNCIONALIDADES	109

6.3	ARQUITECTURA HARDWARE	109
7	SISTEMA INTERFONÍA	111
7.1	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	111
7.2	FUNCIONALIDADES.	113
7.3	ARQUITECTURA HARDWARE	116
7.4	ARQUITECTURA SOFTWARE	119
7.5	INTERFASES ENTRE SISTEMAS.....	120
8	CONTROL DE ACCESOS	121
8.1	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	121
8.2	FUNCIONALIDADES.	122
8.3	ARQUITECTURA HARDWARE	130
8.4	ARQUITECTURA SOFTWARE.....	132
8.5	INTERFASES CON OTROS SISTEMAS.....	133
9	TELEMANDO	134
9.1	FUNCIONALIDADES	134
9.2	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	135
9.3	ARQUITECTURA HARDWARE	136
9.4	ARQUITECTURA SOFTWARE	138
9.5	INTERFACES ENTRE SISTEMAS.....	141
10	FILOSOFÍA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA INTEGRADO	143
11	ARQUITECTURA DEL SISTEMA	145
11.1	RACK DE EQUIPOS	150
12	REQUERIMIENTOS DE RED	155
13	INTERCONEXIÓN ENTRE SISTEMAS	156
13.1	SCADA	157
13.2	CCTV (VIDEO).....	157
13.3	MEGAFONÍA	158
13.4	CONTROL DE ACCESOS	158
13.5	SIV	158
13.6	INTERFONÍA	159
13.7	INTERCONEXIÓN ENTRE SISTEMAS MEDIANTE ISAGRAF.....	160
14	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA CIVIL	161
14.1	ALCANCE	161
14.2	DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	161

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

Índice

El índice del presente documento es el siguiente:

1	OBJETO DEL PROYECTO	2
2	PROBLEMÁTICA PLANTEADA	4
2.1	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL.....	4
2.2	INCONVENIENTES DEL SISTEMA ACTUAL	6
2.3	CONCLUSIONES	7
2.4	DESCRIPCIÓN DE LOS NUEVOS SISTEMAS.....	8
3	REQUISITOS FUNCIONALES	13
3.1	INSTALACIONES DE UNA ESTACIÓN FERROVIARIA.....	14
3.2	INTEGRACIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	16
	3.2.1 Integración a nivel de estación.....	19
	3.2.2 Integración en el centro de control.....	19
3.3	SOPORTE DE COMUNICACIONES	19
3.4	CENTRO DE CONTROL.....	21

1 OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto se desarrolla en un Núcleo de Estaciones de Transporte Ferroviario, que consta de tres estaciones conectadas entre sí mediante una red de comunicaciones existente, soportada por mangueras de fibra óptica. La red presenta topología en estrella, siendo el nodo central la estación que se ha denominado “Estación Principal”, y los nodos secundarios las estaciones denominadas “Estación 1” y “Estación 2”.

Este proyecto tiene como objetivo el diseño, instalación y montaje de las Instalaciones Especiales de Gestión del Núcleo de Estaciones de Transporte Ferroviario, así como su integración en un Sistema de Automatización, Control y Telemando.

Se dimensionarán las distintas instalaciones, diseñando el equipamiento y cableado necesarios para que ofrezcan el servicio requerido en cada estación.

Estas instalaciones se interconectarán y serán integradas en un único sistema que permita su control de forma local (en la propia estación) y remota (desde la estación principal), existiendo por tanto, dos niveles de integración.

También se estudiará y diseñará la infraestructura de comunicaciones que se requiere para poder gestionar el control y supervisión de todas las operaciones que se realizan en las estaciones, desde el denominado CIC (Centro de Información al Cliente), ubicado en el Centro de Control de una de las estaciones del núcleo, la Estación Principal.

Se tendrá, finalmente, un Sistema de Control basado en un SCADA (Supervision Control and Data Acquisition) centralizado en el CIC de la Estación Principal, capaz de monitorizar y telecontrolar en tiempo real, las instalaciones de las distintas estaciones, y todos los eventos que se produzcan en cada instante.

El núcleo de estaciones que nos ocupa está formado por tres (3) estaciones:

- ?? Estación Principal, donde se ubica el Centro de Control P.K. 0+000
- ?? Estación 1 P.K. 2+340
- ?? Estación 2P.K. 20+298

Se ha tomado como origen de referencia la estación principal (P.K. 0+000). El resto de estaciones se posicionan respecto a la principal según su localización geográfica.

Cada una de las estaciones dispone actualmente de una canalización entre el edificio de viajeros de la estación y los andenes, que permite el paso de cables a través de ella para conectar ambas zonas de la estación. En algunas de las estaciones existen equipos que podrán ser utilizados en los sistemas a implantar, como es el caso de la Estación Principal, pero en su mayoría serán de nueva instalación, para evitar incompatibilidades de integración, y obtener además la eficiencia requerida en la prestación de servicios a los usuarios.

Como en la Estación Principal ya se tienen todos los equipos que constituyen las instalaciones a implantar, en ella sólo nos centraremos en el diseño del sistema de control integrado y centralizado de todas las instalaciones de las estaciones 1 y 2.

Actualmente el núcleo de estaciones dispone de una red de fibra óptica Gigabit-Ethernet en estrella, que servirá para comunicarlas entre sí, siendo el nodo central el CIC de la estación Principal.

2 PROBLEMÁTICA PLANTEADA

2.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

En esencia, el servicio que ofrece la compañía ferroviaria a sus clientes es el de su transporte, desde una estación de origen hasta una de destino determinada.

Una estación de ferrocarril es un lugar con unas dependencias claramente diferenciadas según su funcionalidad y los servicios que debe ofrecer al usuario. En ella se le da cabida tanto a los viajeros y acompañantes como al personal encargado de gestionar todo lo que hace falta para el correcto funcionamiento de ésta.

De esta forma existen para tal fin:

- a) Vestíbulo
 - b) Oficinas interiores de gestión y comunicación
 - c) Andenes y vías
- a) Podemos considerar que en una primera zona del edificio, estará situado el vestíbulo, que es el lugar donde se acoge a todos los pasajeros que llegan o salen en trenes desde la estación. En él se sitúan las taquillas, lugar donde se adquieren los billetes, ya que cualquier persona que requiera ser transportada desde una localización de origen a otra de destino determinada, y siempre que la compañía ofrezca sus servicios (o lo que es lo mismo, tenga establecida una ruta) entre estos dos puntos, puede adquirir el derecho a ser transportada en el día, hora, y tipo de tren que acuerde con la compañía, a cambio de una cantidad preestablecida por esta misma en función de los mismos parámetros (tipo de tren, día, hora, y ruta). A esta persona se le hace entrega de un billete en el que constan todos estos datos, posiblemente junto a otros más, y representa tal derecho de transporte.

Asimismo, el vestíbulo es un lugar de esparcimiento y atención al viajero, ya que no sólo comprende las taquillas de venta de billetes y las de información al usuario acerca de los posibles retrasos o cualquier otro problema planteado, sino también es un lugar de ocio, ya que en él están ubicados otros servicios como cafetería, tiendas de regalo, quiosco de prensa, aseos y también amplios bancos para poder descansar ante la llegada y salida de trenes.

- b) Oficinas interiores de gestión y comunicación. En ellas trabajan los encargados de expender los billetes en taquilla, los de informar al cliente, ya sea por teléfono, con sistemas de difusión

de audio, o bien directamente, a través de la ventanilla donde pregunte el usuario, y también se encontrarán allí los encargados de recoger la información acerca del retraso o no, de la llegada o salida de trenes.

- c) Andenes. Son las zonas transitables junto a las vías del tren. Por ellos circulan los pasajeros que se disponen a coger el tren y los que han llegado en el mismo tras haber finalizado su viaje.

En estas dependencias que constituyen la estación, se deberán cubrir una serie de necesidades, tanto del cliente o persona que va a viajar, como de la propia compañía ferroviaria:

?? Se deberá ofrecer información acerca de horarios, salidas/ llegadas de trenes, retrasos en dichas operaciones, tarifa que se debe abonar en cada caso, incluso información acerca del andén al que se debe dirigir cada individuo.

?? Se tendrá que expender el billete con el que el viajero adquiere el derecho a ser transportado.

?? Se tendrá que efectuar un control tanto de las personas que se apean en una estación, como de las que la abandonan.

?? Información horaria para conocer de cuánto tiempo se dispone para cualquier operación.

?? Transporte de personas hacia los andenes en caso de que éstos sean subterráneos.

Para ello, actualmente existen una serie de sistemas implantados en las estaciones, que pueden dar el servicio requerido, cubriendo así las necesidades planteadas:

?? En primer lugar, para divulgar la información que los pasajeros precisan, se dispone de la propia ventanilla ubicada en el vestíbulo, un sistema de difusión de audio, y una serie de paneles de información pasivos.

?? Sistema de difusión de audio: Recibe el nombre de sistema de megafonía. Consta de una serie de altavoces distribuidos por las distintas estancias del edificio, y a lo largo de los andenes. Por ellos se comunica a los viajeros la información acerca de los trenes que efectúan su inminente llegada o partida, y por qué andén se va a efectuar la operación. El emisor de dicha información será el personal de atención, empleando un micrófono de sobremesa.

?? Paneles de información: Son paneles pasivos, entendiendo como tal que no son modificados interactivamente y de forma automática según van sucediendo los distintos acontecimientos, sino que es un agente, el que da la orden de modificarlo

ante un evento determinado. Además, son medios de bastante imprecisión al ofrecer la información, ya que presentan un margen de error en los horarios de llegadas, salidas y paso de trenes, de modo que ésta no es exacta en el tiempo.

?? Para adquirir el billete, el viajero debe acudir a la taquilla del vestíbulo de la estación, donde es atendido a través de la ventanilla.

?? Para el control de personas que llegan y salen de la estación, no existe un sistema implantado, sino que únicamente se podrá controlar, en la medida de lo posible a las personas que montan en el tren para realizar un viaje, de modo que no se produzca ningún fraude. Esta tarea la realiza el revisor que viaja en el mismo tren que los pasajeros a los que tiene que controlar, y es por esta falta de automatización por lo que se ha especificado que el control se realiza “en la medida de lo posible”.

?? La información horaria se ofrece a partir de una serie de relojes analógicos repartidos por la estación de forma estratégica para que se puedan visualizar desde cualquier punto de la misma. Dichos relojes son independientes unos de otros, y ajustados y puestos en hora exacta de forma manual.

?? Por último, como sistema de transporte de personas hasta los andenes, en caso de que éstos sean subterráneos, se tienen las escaleras mecánicas y los ascensores.

2.2 INCONVENIENTES DEL SISTEMA ACTUAL

El creciente aumento de población activa ha originado una mayor demanda del uso de trenes y mayor aglomeración de personas en las distintas estaciones, con la consiguiente necesidad de mejorar la eficiencia y coordinación de las distintas infraestructuras para optimizar el servicio ofrecido a los viajeros. De esta manera, el sistema empleado por la compañía ferroviaria se está quedando anticuado debido a la implantación de las nuevas tecnologías en todas partes.

?? Con respecto a la venta de billetes, el principal problema que tiene este sistema es la incomodidad: desplazamiento hasta la estación para poder adquirirlo, aunque ese día no se vaya a viajar, largas colas en las taquillas, ya que cada día viaja más gente y las taquillas de las estaciones están desbordadas. El billete al ser tan detallado, es bastante grande, con lo que no es cómodo de llevar encima, tarda en ser impreso, aumenta las colas en las taquillas, y el revisor tiene que inspeccionarlo bien para poder marcarlo sin equivocación alguna.

?? La información al viajero se realiza a través de ventanillas donde la atención debe ser personalizada para cada usuario, lo que ralentiza más aún la actividad, puesto que

aumentan las colas. Además, esta información puede presentar un margen de error en el tiempo, ya que no se disponen de medios que ofrezcan los datos en tiempo real. La falta de automatización en los sistemas, lleva a una situación donde es el factor humano el que debe actuar sobre los escasos equipos con que cuenta el sistema de información (megafonía y paneles), con lo que se pueden dar errores de coordinación.

?? No se dispone de un sistema de control de accesos, con lo que se puede producir fraude con mayor normalidad. Asimismo, no se tiene un cómputo real de las personas que salen y llegan a la estación, lo cual sería muy útil para hacer un balance y decidir el número de trenes en servicio que se deben disponer en determinadas franjas horarias y determinados días.

?? Los relojes pueden perder su sincronización entre sí, en una misma estación, incluso entre varias estaciones que compongan una ruta de trenes, contribuyendo a la ineficiencia del sistema general.

?? Este sistema no presenta mando de control para actuar de forma remota sobre las escaleras mecánicas y activar el paro/ reanudación de la marcha de las mismas, de vital importancia ante cualquier situación de emergencia que se pueda producir.

2.3 CONCLUSIONES

De este análisis, se desprende que la atención al usuario de la estación, y los servicios ofrecidos pueden ser notoriamente optimizables, aprovechando el incipiente desarrollo de las nuevas tecnologías.

A los servicios ofrecidos por las instalaciones del sistema actual, que corresponden a la situación más básica que nos podemos encontrar a la hora de solicitar las prestaciones de una estación de ferrocarril, hay que añadir otros, que sin ser de vital importancia para el funcionamiento correcto de la estación sí facilitan bastante la tarea, agilizan las operaciones y hacen una estancia más agradable y segura tanto a los usuarios como a los trabajadores.

Entre ellos, cabe destacar:

?? Seguridad de las instalaciones.

?? Control de accesos.

?? Mayor información al cliente complementando los sistemas de los que se parte.

2.4 DESCRIPCIÓN DE LOS NUEVOS SISTEMAS

Del análisis anterior se desprende que la atención al viajero puede ser notoriamente optimizable, aprovechando el incipiente desarrollo de las nuevas tecnologías.

De todo ello, se obtiene que los distintos sistemas necesarios para ser instalados en las estaciones y ofrecer así una atención al viajero rápida y eficiente, son:

- ?? Sistema de venta automática de billetes: tiene por objeto la venta de billetes de manera automática, de forma que se reduzca el número de viajeros que compran su billete en taquillas.
- ?? Sistema de Control de accesos: con él se consigue un control también automático de las entradas y en algunos casos las salidas de los viajeros de forma que no se produzca fraude y se pueda contabilizar el número de viajeros de entrada y salida de cada estación.
- ?? Cronometría: con este sistema se pretende resolver el problema de determinación, conservación y distribución de las referencias horarias en todas las localizaciones de la red ferroviaria. De esta forma se conseguirá unificar el control de la hora y los tiempos de los distintos eventos para no producir errores en los procesamientos remotos y/o globales de los datos.
- ?? Interfonía: sistema que permite comunicar, a través de una serie de interfonos ubicados en emplazamientos estratégicos de las estaciones, a los usuarios del servicio de estaciones ferroviarias, con los centros de atención habilitados a tal efecto, tanto dentro la propia estación, como fuera de ella. De esta forma, el viajero o cualquier operario en tareas de mantenimiento de instalaciones, podrá comunicarse con los centros de control, local o remoto, ante cualquier duda o situación de alarma o emergencia.
- ?? Sistema de circuito cerrado de Televisión (CCTV): para supervisar las estaciones, y monitorizar algunas instalaciones como escaleras mecánicas y puertas automáticas así como para transmitir a los clientes una sensación de mayor seguridad.
- ?? Megafonía: El sistema de megafonía ha de permitir la difusión de mensajes (evacuación, información de horarios, incidencias, anuncios comerciales, etc) a las estaciones. Estos mensajes serán de distinta naturaleza, dependiendo del lugar donde se efectúe la recepción. Por ello, se tendrán sectores acústicamente diferenciados, proporcionando al usuario, tanto un ambiente agradable de espera en vestíbulos antes de tomar el tren, como una información clara y precisa de la situación en que se encuentra (tiempo de llegada, próxima salida, etc).

?? Teleindicadores: Forman parte del sistema de información al viajero. Son paneles que informan al viajero sobre la circulación de los trenes. Generalmente, la información a representar será la indicación del destino del próximo tren a circular por esa vía (en andenes) o bien la referencia del destino y vía de circulación (vestíbulos). En ambos casos, incluyendo el tiempo que falta para la salida del tren o bien la hora de paso del mismo por la estación donde se representa, se ofrecerá al usuario una información que agilizará sus operaciones, contribuyendo por tanto a la fluidez que se busca con estas instalaciones. Con este sistema, también se podrá facilitar la información de las paradas, utilizando para ello líneas o paneles gráficos de leds, generalmente, donde van apareciendo sucesivamente los nombres de todas las estaciones donde el tren efectúa parada.

?? Telemando: con este sistema se tendrá un control sobre las instalaciones, monitorizando su estado, la recepción de las alarmas y señales enviadas desde las instalaciones así como la operación sobre ellas. El sistema se utilizará para supervisar y operar las siguientes instalaciones de las estaciones:

?? Escaleras mecánicas.

?? Ascensores.

?? Puertas automáticas.

?? Cuadros eléctricos de baja tensión.

Entre todas estas instalaciones existen una serie de interrelaciones funcionales, que si son tenidas en cuenta a la hora del diseño, pueden dotar al sistema de una notoria mejora en la atención al viajero, con respecto a la situación de partida. Por ello, las instalaciones descritas anteriormente, deberán ser integradas en un sistema de control centralizado, de modo que puedan ser monitorizadas y controladas en tiempo real. Con esto, se busca la automatización en el servicio ofrecido, pudiéndose ejercer un control remoto o local del conjunto de instalaciones en el núcleo de estaciones ferroviarias objeto del presente proyecto.

Para ello, surge la necesidad de instalar un sistema de control, centralizado en una de las estaciones (estación principal), desde donde se tendrá pleno conocimiento de la situación y estado de las estaciones en todo momento. Además, el centro de control podrá telecontrolar todos los sistemas y comunicaciones de voz y vídeo, así como almacenar toda la información originada en cada estación.

No obstante, además de centralizar el control de las instalaciones, se tendrá que permitir la operatividad de una estación independientemente del resto de estaciones así como del centro de control, en el ámbito local de la propia estación.

Con este nuevo planteamiento, se conseguirán mejorar determinados aspectos en la gestión de las estaciones de transporte ferroviario y la situación será diferente:

En primer lugar, el viajero comienza su recorrido entrando en la estación, y accediendo al vestíbulo de la misma. Esta zona, al igual que el resto de puntos de la estación, estará vigilada por las cámaras que forman parte del **sistema de video control**, las cuales detectan intrusos, posibles anomalías en el funcionamiento de los distintos equipos y controlan las operaciones desarrolladas para comprobar que se cumple con la funcionalidad requerida. Estas cámaras deben tener carácter disuasivo. Tendrán determinadas características definidas por las propiedades que presenta la escena a visualizar, tales como la luminosidad del entorno y su variabilidad en la iluminación, el grado de detalle que se desea detectar, etc. Las cámaras se instalarán en vestíbulos, andenes, pasillos, escaleras mecánicas y demás instalaciones electromecánicas.

En el campo de visión de las cámaras del vestíbulo, se encontrarán las taquillas. De este modo, se podrán controlar las colas de personas, posible ausencia del personal de taquilla, o cualquier otro problema que se detecte desde el centro de control, con la consiguiente toma de medidas correctivas ante situaciones de alarma, aglomeración inesperada de personas, etc.

En la zona de oficinas se ubicarán los equipos necesarios para la visualización de las imágenes captadas por cada una de las cámaras que componen el sistema de videocontrol.

Se dispondrá de un sistema de información al viajero mediante **monitores y teleindicadores**, que aportarán todos los datos necesarios para conocer qué trenes hay en ese momento, cuáles van a realizar su salida o entrada, los horarios, posibles retrasos, de modo que el usuario sea informado de forma inmediata, sin necesidad de preguntar a ningún agente, y sin tener que guardar una cola previa, en taquilla (lo que entorpecería la venta de billetes), con lo que se agiliza aún más la actividad. Esta información será exacta, sin atenerse a los márgenes de error que se daban en el sistema anterior.

Se instalarán **máquinas automáticas expendedoras de billetes**, para una atención “desatendida” al cliente en la expedición de billetes (con lo que disminuirán las colas en taquillas), y unos **relojes** junto a las mismas (bajo el **sincronismo** con el correspondiente reloj patrón de cada estación), que permiten al viajero, que se encuentra ante la máquina de venta automática de billetes, conocer de cuánto tiempo dispone, para tomar su decisión de qué tren podrá tomar. Con ésto, se tiene una mayor fluidez en la atención al viajero.

Las máquinas se ubicarán de forma que se encuentren en el sentido de entrada a la estación, antes de las taquillas y de forma que no interfieran en el acceso de los viajeros a éstas.

Esta disposición de los distintos equipos a instalar, se ha diseñado con el objeto de facilitar los distintos servicios de la forma más eficiente y rápida posible, agilizando en la mayor medida las operaciones que se desarrollan en cada estación.

Una vez que se adquiere el billete, el viajero se dirigirá al andén. Para ello, pasará antes por los tornos de **control de accesos**, también integrados en el sistema de control.

Las máquinas para el Control Automático de Viajeros tienen por objeto controlar las entradas y en algunos casos las salidas de los viajeros de forma que no se produzca fraude y se pueda contabilizar el número de viajeros de entrada y salida de cada estación.

Se ubicarán de forma que se facilite la salida de viajeros en masa cuando bajen del tren y a la vez no se impida la entrada de viajeros que se dispongan a subir a un tren. Deberán situarse de forma que no interfiera en el acceso de los viajeros a las taquillas y las máquinas de venta automática de billetes.

Dichos tornos, al igual que el resto de dependencias de cada estación, serán vigilados por cámaras de video control (tantas como sean necesarias para cubrir todos los puntos, sin dejar ángulos muertos, no visibles a través de las cámaras). Las cámaras que controlan los tornos, tendrán la misión de supervisar la seguridad de la estación, así como el correcto funcionamiento de los tornos. Se controlarán posibles bloqueos u otros defectos que puedan alterar la seguridad de los viajeros. Los tornos se programarán en un sentido u otro de forma equilibrada, según la afluencia que presente la estación, que variará en función del horario y de la estación que nos ocupe. Con esto se trata de evitar conflictos en la entrada o salida de la estación. Se reservará un espacio en ambos extremos de la barrera de tornos mediante portillones con llave, para casos en que se necesite acceder con materiales que no tendrían cabida a través de los tornos. Todo este sistema, controlado a través de PLCs, deberá estar provisto de un sistema de apertura automática, para evacuación en casos de emergencia.

Para dar una información más precisa y concreta del camino que debe seguir el viajero, y a qué andén deberá dirigirse, una vez que se dispone a pasar por el torno, se instalarán unos **teleindicadores** colgados del techo, a una distancia de los tornos que permitan mayor visibilidad al individuo que está pasando a través de los mismos, y se dirige a coger el tren.

Junto a los tornos, se instalarán los **interfonos** a través de los cuales el usuario pueda comunicarse con los operarios del centro de control o de la propia estación local, ante cualquier duda o situación de alarma. Asimismo, los operarios de la estación emplearán este servicio de interfonía en el

desarrollo de tareas de mantenimiento. En el interior de los ascensores que no lo posean, se instalarán interfonos también integrados en el sistema, para posibles estados de emergencia.

En el caso de que la estación posea vías subterráneas, se instalarán escaleras mecánicas para el acceso a las mismas, las cuales habrán de ser controladas y vigiladas al igual que el resto de las instalaciones.

En los andenes, se instalarán cámaras, interfonos para consultas o llamadas de emergencia, relojes para controlar los tiempos de llegada de trenes, y teleindicadores que orienten al viajero sobre el estado de los trenes de inminente llegada o salida.

Por último, el **sistema de megafonía** consistirá en altavoces distribuidos a lo largo de toda la estación, zonificando la instalación de modo que se ofrezcan distintos mensajes según la zona. Los mensajes a difundir serán de distintos tipos según se describirá más adelante, y vendrán determinados desde el centro de control (los pregrabados) o bien serán de emisión directa desde la estación local. Se realizará un estudio de los niveles de presión sonora que deberán ofrecer los altavoces, el cual variará de un lugar a otro, y en función del tipo de mensaje que se quiera transmitir. Así, el diseño acústico dimensionará los altavoces de la zona de andenes y definirá las características de los mismos considerando que la zona presenta alto nivel de ruidos, y que la inteligibilidad de la información a transmitir es de vital importancia para los viajeros. En cambio, en el interior de la estación y en zonas de oficinas y cafetería, los niveles de presión sonora serán distintos, así como los mensajes que se van a transmitir, con lo que los requerimientos técnicos para los altavoces también serán diferentes. Con este sistema y su correspondiente control centralizado, se pretende la transmisión de mensajes de distinta naturaleza. Por un lado, un hilo musical amenizará las distintas dependencias de la estación, siendo controlado el volumen del mismo en la zona de oficinas mediante la instalación de atenuadores. Por otro lado, estarán los mensajes de información al viajero, indicando trenes de próxima llegada o partida, y por último, los mensajes de alarma ante situaciones de emergencia. Asimismo, estos mensajes serán de dos tipos, pregrabados o en directo, y serán emitidos desde el centro de control en la estación principal o bien desde la estación local.

Todas estas instalaciones serán integradas en un sistema de control centralizado que se ubicará en la estación que se ha denominado principal. Desde esta estación se monitorizarán y controlarán en tiempo real, y de forma remota todas las instalaciones de las distintas estaciones.

3 REQUISITOS FUNCIONALES

Con objeto de mejorar tanto la atención al cliente como el funcionamiento de un conjunto de estaciones se va a desarrollar un control centralizado de todas las instalaciones que forman parte de un núcleo de estaciones de transporte ferroviario. Dicho control se centralizará en una estación principal, en el denominado centro de control (CIC), conectándose con el resto de estaciones del núcleo mediante una red Gigabit Ethernet dando así soporte a las comunicaciones bajo protocolo TCP/IP. La topología de dicha red, como se verá más adelante, es en estrella, siendo el nodo central la estación que se ha denotado como principal, y estableciéndose con el resto de estaciones una red de telecontrol punto multipunto.

Para diseñar este control es necesario conocer las características de todas las instalaciones existentes y realizar un análisis de las instalaciones y sistemas necesarios, así como presentar los distintos condicionantes para determinar la infraestructura de comunicaciones necesaria, y el desarrollo del Software para la Integración de los Servicios. En definitiva, se busca una gestión única e integrada de todos los sistemas, ya sea a nivel de estación, o desde el CIC.

Las arquitecturas de cada sistema que se diseñe, garantizarán el funcionamiento autónomo a nivel de estación en relación con bases de datos y equipos servidores. Y asimismo, se garantizará la continuidad de las funcionalidades de los sistemas cuando se produzcan tanto fallos leves como severos en las comunicaciones. Para que se lleven a cabo estas comunicaciones de un modo eficiente, se debe dimensionar la red que soportará el tráfico de información, teniendo en cuenta, entre otras cosas, futuras ampliaciones para las instalaciones ante nuevas necesidades que se puedan plantear. Se diseñará la red de tal forma, que ante la pérdida de alguna de sus conexiones, se puedan usar caminos alternativos por medio de nodos de conmutación y acceso para garantizar en todo momento las comunicaciones. El sistema, como ya se ha indicado, permitirá la integración de diversos servicios tales como datos, voz y vídeo.

El sistema puede considerarse formado por los siguientes niveles jerárquicos:

- ?? Instalaciones individuales que ofrecen un servicio para cubrir necesidades de los usuarios del sistema de transporte ferroviario.
- ?? Integración de las instalaciones en un sistema que permita el control de las mismas, tanto remoto como local (en cada estación), y monitorización de estados.
- ?? Soporte de comunicaciones.
- ?? Centro de Control.

3.1 INSTALACIONES DE UNA ESTACIÓN FERROVIARIA

Para ofrecer el servicio que se requiere en toda estación de transporte ferroviario, se debe diseñar un sistema compuesto por distintas instalaciones, cada una con una funcionalidad característica, que en conjunto puedan dotar a dichas estaciones de una infraestructura sólida y eficiente ante el servicio al cliente.

El diseño de estas instalaciones se desarrolla detenidamente en la memoria de cálculo. No obstante, a continuación se resumen los equipos necesarios para que cada una de ellas ofrezca el servicio para el que fueron diseñadas.

?? Sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)

Los circuitos cerrados de televisión (CCTV) son sistemas de televisión que operan sobre la base de “bucle cerrado”. A diferencia de las emisiones de televisión, que puede recibir cualquiera que disponga del receptor adecuado, las imágenes de CCTV sólo estarán disponibles para los que están conectados al circuito. El CCTV se ha convertido en un elemento esencial en cualquier sistema de seguridad y aplicaciones de control. En la mayoría de las instalaciones el bucle es un enlace físico: un cable que lleva la imagen de la cámara al espectador.

La seguridad y la vigilancia son las aplicaciones más aceptadas para los sistemas de CCTV, ofreciendo ventajas en la protección de la propiedad actuando incluso como disuasor eficaz y aplicaciones de control de producción. Con este sistema se busca la posibilidad de poder captar imágenes de determinadas zonas a controlar, transmitir las mediante cableado adecuado hasta un puesto de control o vigilancia, donde se podrán seleccionar, visualizar e incluso grabar en un equipo destinado a tal fin. Por ello, un sistema de CCTV convencional consta de los siguientes equipos:

?? Cámaras de vídeo con su óptica correspondiente, soportes y protecciones (carcasas).

?? Monitores de vídeo para instalación en rack.

?? Equipos para la conmutación y multiplexado de vídeo: Secuenciadores, Generadores de cuadrantes, Multiplexores.

?? Grabadores de vídeo.

?? Cableado para la transmisión de las señales de vídeo.

Estos equipos constituyen un sistema analógico de transmisión de señales de vídeo desde las cámaras a los monitores

?? Sistema de Megafonía

Un sistema de megafonía se diseña dimensionando los siguientes equipos:

?? Altavoces

?? Pupitre microfónico

?? Preamplificador

?? Amplificador

?? Sistema de Teleindicadores

Se compone de paneles informativos y monitores que orientan al usuario de la situación de los trenes en cada instante.

?? Sistema cronometría

El diseño de este sistema consta únicamente de una serie de relojes analógicos distribuidos por las dependencias de la estación.

?? Sistema de Interfonía

Se compone de:

?? Interfonos repartidos por la estación

?? Teléfonos receptores de las llamadas de los interfonos, en los puestos de vigilancia o control

?? Adaptadores de interfonía en todas las estaciones (en función del número de interfonos y de teléfonos de atención)

?? Gestores de servicio de interfonía

?? Gestores de encaminamiento de llamadas

?? Sistema de Control de Accesos

Se basa en la instalación de tornos y puertas tipo flap para controlar la llegada y salida de personas.

?? Sistema de Telemando

Consta de los distintos PLCs que controlan las instalaciones a telemandar, borneros de conexión, y cuadros de control.

3.2 INTEGRACIÓN DE LAS INSTALACIONES

Existen unas relaciones funcionales entre los diferentes sistemas finales, entendiendo por sistemas finales aquellos que gestiona directamente el operador. En base a estas relaciones, se plantea la integración en la gestión de dichos sistemas, y el desarrollo de una infraestructura de comunicaciones que establezca la comunicación entre los mismos dentro de una misma estación, además de su conectividad con el Centro de Control (CIC).

Las relaciones existentes se resumen a continuación:

?? CCTV - MEGAFONÍA / SISTEMAS DE INFORMACIÓN A LOS VIAJEROS

No se definen relaciones

?? CCTV - INTERFONÍA

?? Automático: Cuando se acepte la llamada de un interfono, se visualizará automáticamente la cámara asociada al mismo.

?? Manual: Cuando se reciba una alarma de un interfono, el operador podrá seleccionar la visualización de la cámara asociada al mismo de forma sencilla (en la misma pantalla).

La visualización se realizará en la misma pantalla.

?? CCTV – CONTROL DE ACCESOS

?? Automático: Cuando se seleccione el cambio de modo para una batería, se visualizará automáticamente la cámara asociada a la misma.

?? Manual: Se podrá visualizar la cámara asociada a una batería ante una alarma o para control de la estación, de forma similar al caso visto para CCTV-Interfonía.

?? CCTV – TELECONTROL DE INSTALACIONES

?? Automático:

Ante la parada de un elemento (escalera, ascensor), se visualizará automáticamente la cámara asociada a los mismos.

Para el cambio de modo de operación (parada o puesta en marcha) de un elemento (escalera, ascensor), se visualizará automáticamente la cámara asociada a los mismos.

Para la apertura o cierre de una puerta, se visualizará automáticamente la cámara asociada a la misma.

?? Manual:

En cualquier momento el operador podrá seleccionar la cámara asociada a un elemento para su visualización.

?? MEGAFONÍA / SIV – INTERFONÍA

No se definen relaciones

?? MEGAFONÍA /SIV - CONTROL DE ACCESOS

?? Manual: Para la realización de determinadas operaciones (p.e. cambio de modo) sobre equipos de CC.AA., el operador podrá seleccionar un mensaje pregrabado para su emisión en la zona correspondiente de la estación.

?? MEGAFONÍA / SIV – TELECONTROL DE INSTALACIONES

?? Manual: Para la realización de determinadas operaciones sobre diferentes elementos, el operador podrá seleccionar un mensaje pregrabado para su emisión en la zona correspondiente de la estación.

?? INTERFONIA – CONTROL DE ACCESOS

?? Manual: Cuando se reciba una llamada de un interfono asociado a una barrera de CC.AA., el operador, si así lo requiere, podrá actuar sobre el equipo correspondiente.

?? INTERFONIA – TELECONTROL DE INSTALACIONES

?? Manual: Cuando se reciba una llamada de un interfono asociado a una elemento telecontrolable, el operador si así lo requiere, podrá actuar sobre el equipo correspondiente.

?? CONTROL DE ACCESOS – TELECONTROL DE INSTALACIONES

No se definen relaciones

ELEMENTOS ASOCIADOS

Cámaras – Elementos telecontrolables (escaleras, ascensores, puertas)

Cámaras – Interfonos

Cámaras – Barreras de CC.AA.

Zona de megafonía – Barrera de CC.AA:

Zona de megafonía – Elementos telecontrolables

Interfonos – Barreras de CC.AA.

Interfonos – Elementos telecontrolables

SECUENCIAS QUE DEBERÁN QUEDAR REGISTRADAS

En los siguientes casos se deberá grabar de forma automática la imagen de la cámara asociada para posibilitar su posterior análisis:

- ?? Cuando se produzca una alarma en un torniquete motivada por el atropellamiento de algún obstáculo entre las puertas al cerrarse.
- ?? Ante una determinada alarma de un elemento (escalera, ascensor, torniquete, etc).
- ?? Cuando se produzca un cambio de modo en algún elemento (batería de torniquete, escalera, ascensor, puerta).

Se requieren dos niveles de actuación entre sistemas, que son:

- ?? Por una parte a nivel de estación.
- ?? Por otro, a nivel de centro de control.

3.2.1 Integración a nivel de estación

Se considera incluido en el alcance de cada uno de los sistemas el equipamiento y software necesarios para la integración a nivel de estación de la actuación sobre todos los sistemas de la estación desde un único interface gráfico constituido por un navegador WEB. Con la arquitectura propuesta este navegador WEB podrá estar instalado en un ordenador independiente a los de cada sistema, aunque será conveniente que permitan la integración a nivel de hardware y software para reducir el equipamiento necesario en cada estación. Desde este ordenador se establecerán sesiones con cada uno de los sistemas para operar con los mismos.

3.2.2 Integración en el centro de control

Se requiere por una parte que cada sistema disponga de un servidor WEB que permita la operación de dicho sistema desde los navegadores WEB instalados en los ordenadores de los operadores del puesto de control.

Por otra parte se requiere que cada sistema disponga de un protocolo de comunicación basado en TCP/IP a través del que sea posible el completo control de las funcionalidades de que disponga el mismo.

De este modo se habrá de constituir una capa superior de gestión de todos los sistemas que integre las funcionalidades de todos ellos y que permita gestionar desde un solo terminal y a través de un entorno WEB todos y cada uno de los sistemas. Su desarrollo podrá realizarse simultáneamente a la instalación de cada sistema por lo que habrá de requerirse la completa colaboración de los fabricantes de los sistemas.

3.3 SOPORTE DE COMUNICACIONES

Se creará una infraestructura de conectividad a nivel local (conectividad dentro de las estaciones) que contemple y soporte en cada estación, y dependiendo de las características de cada una, la interconexión de los siguientes sistemas según las necesidades definidas:

- ?? Sistema CCTV.
- ?? Sistema de Teleindicadores.
- ?? Sistema de control de acceso.
- ?? Sistema de Telemandos.
- ?? Sistema de Megafonía Centralizada.

?? La interconexión al sistema Gigabit de Interconexión de Estaciones.

Como red de estación se utilizará una red ETHERNET TCP/IP conforme con la norma IEEE 802.3, con topología en estrella para medio 10 Base T y bus con derivaciones.

Esta infraestructura estará compuesta por dos partes bien diferenciadas:

?? Los equipos activos de conectividad y comunicaciones: Conmutadores ethernet y hubs ethernet.

?? El cableado estructurado de datos.

Con esto, se tiene un control de forma local del estado y funcionamiento de las instalaciones de cada estación individual. Ahora bien, es necesario establecer comunicación entre cada estación (su sistema de control local), y el Centro de Control para poder realizar el control de las instalaciones de todas y cada una de las estaciones de trenes de forma remota, desde éste último.

Se establecerá por ello, una red de telecontrol y monitorización entre todas las estaciones, y la estación principal. De esta forma, en dicho edificio se tendrá en todo momento una visión general y precisa del estado de la instalación y de cada uno de los puntos de control.

A través de dicha red de telecontrol se transmiten los datos que alimentan la base de datos existente en el Centro de Control, en la que se almacenan todas las variables que han de tenerse en cuenta para la gestión de todos los sistemas cumpliendo las especificaciones para su correcto funcionamiento.

La comunicación entre las estaciones y el Centro de Control será bidireccional. La base de datos del sistema se actualizará cada cierto tiempo de refresco con los datos procedentes de los puestos de control locales de cada estación y los generados desde el Centro de Control. Para el caso de instalaciones cuyo interfaz con el sistema esté constituido por autómatas, dichos autómatas sondearán cada cierto tiempo de refresco los valores de medidas o estados de los denominados instrumentos de campo, los cuales adquirirá a través de sus entradas analógicas o digitales. Estos datos quedarán almacenados en su memoria (del autómata), y desde el Centro de Control se sondeará a todos los autómatas de las estaciones remotas y se actualizarán esos valores en la base de datos del sistema.

A su vez, el operador, desde el Centro de Control, puede estar dando órdenes o consignas de actuación sobre los elementos controlados. Estas consignas u órdenes quedarán registradas en la base de datos del sistema en el Centro de Control. Los autómatas tendrán asignadas posiciones de memoria donde almacenar el valor de esas órdenes o consignas, y las irán actualizando; desde el

Centro de Control se escribirá en esas posiciones de memoria el valor que tienen las consignas en la base de datos.

Se hace necesario por tanto el establecimiento de una red punto a multipunto desde el Centro de Control a las dos estaciones remotas.

La solución adoptada es una red GigaEthernet TCP/IP, para dar soporte a las distintas comunicaciones, cumpliendo con los requerimientos de ancho de banda, tiempos de retardo y de transmisión del volumen de información que debe circular en cada instante por dicha red.

3.4 CENTRO DE CONTROL

Para recibir y procesar toda la información acerca de las instalaciones de las distintas estaciones, así como permitir a los operadores sobre los elementos del sistema, se va a diseñar un Centro de Control con los elementos hardware y software necesarios.

Se pretende que desde el Centro de Control, en un entorno sencillo de trabajo, uno o varios operadores sin necesidad de grandes nociones acerca del sistema desarrollado en este proyecto, puedan gestionar y controlar toda la instalación de forma remota sin tener que desplazarse hasta los distintos elementos de la conexión para actuar sobre ellos. El sistema instalado en el Centro de Control permitirá que los operadores sólo requieran sus conocimientos acerca de las normas de funcionamiento que rigen el uso normal de la instalación. No tendrán que estudiar complicadas aplicaciones para dicha función. Además de sencillez, el sistema ofrecerá un interfaz hombre-máquina “amigable” y cómodo, que hace más llevadero el trabajo a desarrollar.

En el Centro de Control existirá una base de datos con los valores de todas las variables a tener en cuenta en el control de la conexión. Dicha base de datos se actualizará continuamente con los datos recibidos de las estaciones remotas. Además el propio sistema en el Centro de Control procesará la información recibida y actualizará otras variables de control aunque no sean recibidas directamente de los puestos de control de las estaciones. Cada entrada de la base de datos tiene asignada una dirección de red de las estaciones. Esa dirección se corresponderá con una posición de memoria en el autómata del que se lee el valor de esa variable.

Las órdenes y las consignas que se dan desde el Centro de Control también tendrán asignadas variables en la base de datos del sistema. En el caso de las órdenes son valores digitales (orden activa o no activa) y las consignas de funcionamiento son variables analógicas.

La base de datos del sistema, por ser crítica dentro del sistema de control, estará disponible en dos servidores configurados de forma redundante, de forma que en caso de caída de uno de los equipos pase la actualización y el proporcionar los datos al otro.

En el Centro de Control también se tendrán los listados de alarmas y eventos ocurridos en cada instante, se dispondrán de los interfaces con los sistemas de la compañía de ferrocarril que proporcionan los distintos datos necesarios para informar a los usuarios del estado, horario, etc. de los trenes, las imágenes del sistema de video-vigilancia de cualquiera de las estaciones, así como los equipos y sistemas gestores de cada una de las instalaciones que equipan las estaciones objeto del presente proyecto. En el Centro de Control debe monitorizarse el estado y configuración de cada uno de los sistemas remotos, tomando las acciones sobre los mismos, que se requieran en cada instante.

Todo esto implica un tráfico de información y unos requisitos de comunicaciones que deberán ser estudiados para que sea posible la funcionalidad exigida.

2. MEMORIA TÉCNICA

Índice

El índice del presente documento es el siguiente:

1	OBJETO	28
2	EQUIPOS DE VENTA AUTOMÁTICA DE BILLETES	29
3	SISTEMA DE CCTV	30
3.1	DESARROLLO TEÓRICO.....	30
3.1.1	Cámaras de vídeo.....	32
3.1.1.1	Sensibilidad.....	33
3.1.1.2	Resolución.....	36
3.1.1.3	Iris Electrónico Automático (AES).....	37
3.1.1.4	Autoiris	37
3.1.1.5	Blanco y negro frente a color.....	38
3.1.1.6	Reproducción del color	38
3.1.1.7	Sincronismo	38
3.1.1.8	Compensación del contraluz (BLC).....	38
3.1.2	Ópticas.....	39
3.1.2.1	Distancia focal	39
3.1.2.2	Rango de apertura	40
3.1.2.3	Formato de la óptica	41
3.1.2.4	Iris Manual o Autoiris	41
3.1.2.5	Cámaras con óptica integrada.....	42
3.1.2.6	Selección de la óptica adecuada	42
3.1.3	Monitores de vídeo.....	43
3.1.3.1	Funcionamiento del monitor	44
3.1.3.2	Configuración de la impedancia del monitor	45
3.1.3.3	Tamaños de monitor.....	45
3.1.4	Commutación y multiplexado de vídeo.....	46
3.1.4.1	Secuenciadores	46
3.1.4.2	Generadores de cuadrantes	47
3.1.4.3	Multiplexores	47
3.1.5	Grabadores de vídeo.....	48
3.1.5.1	Grabación analógica	49
3.1.5.2	Grabación digital.....	51
3.1.6	Control de los sistemas de CCTV.....	51
3.1.6.1	Telemetría	52
3.1.6.2	Carcasas protectoras	52
3.1.6.3	Cubiertas esféricas	52
3.1.7	Focos Infrarrojos	52
3.1.7.1	Iluminación infrarroja	52
3.1.7.2	Elección del foco adecuado.....	53
3.1.8	Transmisión de las señales de vídeo.....	54
3.1.8.1	Cables coaxiales	54
3.1.8.2	Par trenzado.....	55
3.1.8.3	Fibra óptica.....	56
3.1.9	Televigilancia.....	57
3.1.10	Funcionamiento del sistema.....	59
3.1.10.1	CAMPOS Y CUADROS	59
3.1.10.2	DISPOSITIVO DE IMAGEN	59
3.1.11	Estándares de Televisión.....	60
3.1.11.1	Estándar PAL (Phase Alternating Line).....	60

3.1.11.2	Estándar NTSC	60
3.2	DISEÑO DEL SISTEMA CCTV.....	61
3.2.1	<i>Funcionamiento general del Sistema</i>	63
3.2.2	<i>Descripción del Sistema</i>	64
3.2.3	<i>Características de la Solución adoptada</i>	67
3.3	DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES	68
3.4	FUNCIONALIDADES	69
3.5	ARQUITECTURA HARDWARE DEL SISTEMA DE CCTV.....	70
3.6	ARQUITECTURA SOFTWARE	72
3.6.1	<i>Monitor (Codificador del IG-Monitor)</i>	72
3.6.2	<i>Gestor Local de Video</i>	73
3.6.3	<i>Cliente Innova</i>	73
3.6.4	<i>Cliente de Visualización</i>	73
3.6.5	<i>Servidor Central de Video</i>	73
3.7	INTERFASES ENTRE SISTEMAS.....	74
4	MEGAFONÍA	75
4.1	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	75
4.1.1	<i>Consideraciones acústicas</i>	76
4.1.1.1	<i>Andenes</i>	76
4.1.1.2	<i>Vestíbulo</i>	77
4.1.1.3	<i>Dependencias internas</i>	77
4.1.2	<i>Características del sistema</i>	78
4.2	FUNCIONALIDADES DEL SISTEMA	79
4.3	DISEÑO ACÚSTICO DEL SISTEMA.....	81
4.3.1	<i>Ubicación de Sistemas Radiantes</i>	81
4.3.2	<i>Niveles de Ruido Ambiente</i>	81
4.3.3	<i>Niveles de Señal Necesarios</i>	82
4.3.4	<i>Equipos e Infraestructura</i>	82
4.4	DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES	87
4.5	ARQUITECTURA DEL SISTEMA.....	91
4.5.1	<i>Megafonía Local</i>	92
4.5.2	<i>Megafonía Centralizada</i>	93
4.5.3	<i>Megafonía automática (y teleindicadores)</i>	94
4.5.3.1	<i>Funcionamiento general del sistema</i>	94
4.5.3.2	<i>Generalidades de la emisión de mensajes</i>	95
4.5.4	<i>Sistema de llamadas para situaciones de fallo de ordenadores o comunicaciones</i>	97
4.5.4.1	<i>Interface telefónico</i>	98
4.5.5	<i>Arquitectura Hardware de la solución adoptada</i>	98
4.6	INTERFASES CON OTROS SISTEMAS.....	101
5	SISTEMA DE INFORMACIÓN AL VIAJERO (SIV)	103
5.1	FUNCIONALIDADES	103
5.2	ARQUITECTURA HARDWARE	105
5.3	INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES.....	106
5.4	ARQUITECTURA SOFTWARE	107
5.5	INTERFASES CON OTROS SISTEMAS.....	108
6	SISTEMA CRONOMETRÍA	110
6.1	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	110
6.1.1	<i>Sincronización GPS</i>	110
6.1.2	<i>Sincronismo entre el Reloj Patrón y los Relojes Secundarios</i>	110
6.2	FUNCIONALIDADES	111
6.3	ARQUITECTURA HARDWARE	111
7	SISTEMA INTERFONÍA	113
7.1	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	113
7.2	FUNCIONALIDADES	115

7.3	ARQUITECTURA HARDWARE	118
7.4	ARQUITECTURA SOFTWARE	121
7.5	INTERFASES ENTRE SISTEMAS	122
8	CONTROL DE ACCESOS	123
8.1	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	123
8.2	FUNCIONALIDADES	124
8.2.1	<i>Equipos de CCAA</i>	124
8.2.1.1	Tratamiento de los Billetes	124
8.2.1.2	Control del Paso de Viajeros	124
8.2.1.3	Configuración del Modo de Paso	126
8.2.1.4	Envío de la Información	127
8.2.2	<i>Equipos de Cancelación</i>	127
8.2.3	<i>Concentrador Local de Accesos (estación)</i>	127
8.2.3.1	Comunicación con las Máquinas de Control de paso y Cancelación	127
8.2.3.2	Operaciones y representación de los equipos	128
8.2.3.3	Consultas	128
8.2.4	<i>Concentrador Central de Accesos</i>	129
8.2.4.1	Comunicación con los Concentradores Locales de Acceso	129
8.2.4.2	Operaciones y representación de equipos	129
8.2.4.3	Consultas	130
8.2.4.4	Envío de datos de validaciones compactadas al Host	130
8.2.5	<i>Tratamiento ante situaciones de emergencia</i>	131
8.3	ARQUITECTURA HARDWARE	132
8.4	ARQUITECTURA SOFTWARE	134
8.5	INTERFASES CON OTROS SISTEMAS	135
9	TELEMANDO	136
9.1	FUNCIONALIDADES	136
9.2	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	137
9.3	ARQUITECTURA HARDWARE	138
9.4	ARQUITECTURA SOFTWARE	140
9.4.1	<i>Interfase Hombre Máquina (IHM)</i>	140
9.4.2	<i>Objetos Gráficos</i>	142
9.4.3	<i>Base de Datos</i>	143
9.5	INTERFACES ENTRE SISTEMAS	143
10	FILOSOFÍA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA INTEGRADO	145
11	ARQUITECTURA DEL SISTEMA	147
11.1	RACK DE EQUIPOS	152
11.1.1	<i>Rack para sistema de Megafonía</i>	152
11.1.2	<i>Rack para el resto de sistemas</i>	153
12	REQUERIMIENTOS DE RED	157
13	INTERCONEXIÓN ENTRE SISTEMAS	158
13.1	SCADA	159
13.1.1	<i>Interfase SCADA con PLC's</i>	159
13.2	CCTV (VIDEO)	159
13.2.1	<i>CCTV – SCADA</i>	159
13.3	MEGAFONÍA	160
13.3.1	<i>Megafonía – SCADA</i>	160
13.4	CONTROL DE ACCESOS	160
13.4.1	<i>Control de Accesos – SCADA</i>	160
13.5	SIV	160
13.5.1	<i>SIV – INNOVA</i>	160
13.5.2	<i>SIV – SCADA</i>	161

13.5.3 SIV – Megafonía.....	161
13.5.4 MAT - SIV.....	161
13.6 INTERFONÍA	161
13.6.1 Interfonía – SCADA.....	161
13.7 INTERCONEXIÓN ENTRE SISTEMAS MEDIANTE ISAGRAF.....	162
14 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA CIVIL.....	163
14.1 ALCANCE	163
14.2 DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	163
14.2.1 Instalación de las canalizaciones.....	163
14.2.1.1 Canaleta.....	164
14.2.1.2 Arqueta.....	164
14.2.2 Instalación de los equipos.....	165
14.2.3 Centro de control.....	165
14.2.3.1 Techos	166

1 OBJETO

El objeto del presente documento es presentar la memoria que define la solución adoptada en el diseño de las Instalaciones Especiales de Gestión de un Núcleo de Estaciones de Transporte Ferroviario, y de su integración en un sistema de control centralizado que permite la monitorización y telecontrol de los equipos en tiempo real y de forma remota. Se incluirá parte de la obra civil y el cableado de señal.

Este documento se estructura en dos niveles jerárquicos diferenciados: en primer lugar se realiza el dimensionamiento de cada una de las instalaciones que componen el sistema local de una estación, proyectando los equipos y su interconexión, necesarios para cumplir la funcionalidad exigida. Se desarrolla la arquitectura a nivel Hardware y Software de cada sistema por separado. Posteriormente, considerándolo como un segundo nivel, se integra todo el equipamiento en un único sistema centralizado en el Centro de Control de la estación Principal, para lo cual se diseñan los interfaces entre equipos, requisitos de ancho de banda en la transmisión del volumen de información y toda la infraestructura de comunicaciones que se requiere. El sistema de integración consistirá en un SCADA de nombre comercial IRIS, que monitorizará y controlará todos los elementos de las distintas instalaciones, y cuyo funcionamiento general es detallado al final del presente documento.

A lo largo de la presente memoria técnica, se estudiarán por separado cada una de las instalaciones que constituyen el Sistema de Gestión del Núcleo de estaciones ferroviarias.

Cabe destacar la arquitectura de los sistemas diseñados, que aprovechando las posibilidades de la red gigabit-Ethernet permitirá mediante navegadores web la visualización y control remoto de los sistemas (visualización de vídeo, telecontrol de instalaciones). Cada sistema se equipará con un servidor web local en la estación para permitir el funcionamiento autónomo de cada estación incluso sin comunicación con el Centro de Control.

Por otra parte se equipará el Centro de Control para permitir el control de todos los sistemas así como para almacenar toda la información originada en cada estación. El interface de los operadores será un interface web basado en navegador.

2 EQUIPOS DE VENTA AUTOMÁTICA DE BILLETES

Las máquinas de venta automática de billetes tienen por objeto la venta de billetes de manera automática, de forma que se reduzca el número de viajeros que compran su billete en taquillas.

Se ubicarán de forma que se encuentren en el sentido de entrada a la estación, antes de las taquillas y de forma que no interfieran en el acceso de los viajeros a éstas.

Las máquinas de venta automática de billetes no son objeto del presente proyecto

3 SISTEMA DE CCTV

El sistema de circuito cerrado de televisión por cable (CCTV) se utilizará para supervisar las estaciones, para monitorizar algunas instalaciones como escaleras mecánicas y puertas automáticas así como para transmitir a los clientes una sensación de mayor seguridad.

Los usuarios de este sistema serán los operadores del CIC, en el que se representarán las cámaras de las estaciones correspondientes. Desde allí se podrán seleccionar y manejar remotamente las cámaras de todas las estaciones.

Desde cada una de las estaciones también se podrán visualizar las imágenes de las cámaras de la propia estación, seleccionando las cámaras que se quieren ver a través de la matriz de vídeo y/o codificadores.

3.1 DESARROLLO TEÓRICO

Los circuitos cerrados de televisión (CCTV) son sistemas de televisión que operan sobre la base de “bucle cerrado”. A diferencia de las emisiones de televisión, que puede recibir cualquiera que disponga del receptor adecuado, las imágenes de CCTV sólo estarán disponibles para los que están conectados al circuito. El CCTV se ha convertido en un elemento esencial en cualquier sistema de seguridad y aplicaciones de control. En la mayoría de las instalaciones el bucle es un enlace físico: un cable que lleva la imagen de la cámara al espectador.

Generalmente las imágenes se transmiten como señales de vídeo compuesto de 75 ohmios y 1 Voltio pico a pico (Vpp) en banda base. Cuando se requiere una resolución muy alta (más de 400 líneas de televisión), algunos equipos aceptan una señal de tipo Y/C, donde se divide la señal de vídeo en dos: luminancia (Y) y crominancia (C).

Para distancias largas, la transmisión se llevará a cabo por fibra óptica. Si esta opción resulta demasiado cara, la tecnología RDSI ofrece una alternativa eficaz en coste para todos los sistemas de vigilancia dirigidos por sucesos.

La Iluminación

El ojo humano y los objetivos de las cámaras operan con principios completamente diferentes. Aunque el ojo se ajusta automáticamente a diversas condiciones de luz, la cámara es inherentemente más flexible.

En un sistema de CCTV, la iluminación ha de ser tomada en consideración desde el principio si se desean obtener los mejores resultados. Un tipo de iluminación conveniente y una ubicación

correcta son vitales para obtener la máxima seguridad. El CCTV es más receptivo a ciertas combinaciones de color que a otras. Los mejores resultados se obtienen habitualmente haciendo concordar la respuesta espectral de la cámara con la luz que ilumina la escena. La cantidad de luz reflejada por un objeto determina cómo es éste de brillante.

A continuación se muestra una tabla con las cifras referidas al nivel de iluminación que se tiene en distintas situaciones.

<i>Lux</i>	<i>Descripción</i>
50000	Luz de verano
5000	Cielo cubierto
500	Oficina bien iluminada
300	Iluminación mínima para lectura
50	Pasillos / áreas de trabajo externas
15	Carreteras bien iluminadas
10	Puesta de sol
5	Iluminación típica del borde de la carretera
2	Iluminación mínima de emergencia
1	Penumbra
0.3	Luz de luna llena
0.1	Luz de luna típica
0.001	Luz de estrellas típica
0.0001	Luz de estrellas tenue

Actualmente las cámaras monocromas pueden operar con niveles de luz menores de 0,1 lux y las cámaras en color pueden hacerlo con niveles de luz menores a 1 lux.

A continuación se va a realizar una descripción de los distintos elementos básicos que componen un sistema de CCTV.

3.1.1 Cámaras de vídeo

Los formatos de sensor más utilizados actualmente son los de 1/2" y 1/3". El formato de la cámara se refiere al tamaño del chip que actúa como el ojo de la cámara. Las cámaras que se usan son las llamadas de estado sólido o de chip, en las que se ha sustituido el tubo por el CCD. Con la aparición de este tipo de cámaras se ha ganado en fiabilidad, flexibilidad y reducción de tamaño de las cámaras.

Las cámaras se diseñan para trabajar bajo distintos niveles de luminosidad. Su funcionamiento reside en la tecnología CCD (dispositivo de carga acoplada).

El CCD se compone de aproximadamente 500.000 celdas sensibles a la luz que se conocen como elementos de imagen (pixels) y convierten la luz que recibe su superficie en una señal eléctrica. Es por esta razón que las prestaciones de la cámara y, en última instancia del sistema de vigilancia, dependen más de la calidad del CCD que de cualquier otro componente de la cámara.

Actualmente los formatos más usados son:

- ?? Media pulgada (1/2"): Altas prestaciones para lograr alta sensibilidad y bajo ruido.
- ?? Un tercio de pulgada (1/3"): El más popular e idóneo para una amplia gama de aplicaciones.
- ?? Un cuarto de pulgada (1/4"): El de desarrollo más reciente. Utilizado en las cámaras compactas.

Las ventajas de la tecnología CCD residen en:

- ?? Larga vida: Se fabrica con un diseño de hasta 10 años de duración.
- ?? Resistencia a los choques: Mucho más resistente que la anterior tecnología de tubo.
- ?? Tamaño y peso: Ha permitido la miniaturización de las cámaras.
- ?? Respuesta espectral: Respuesta en el área próxima al infrarrojo.

Por lo que hace a los pixels (elementos de imagen) se puede distinguir entre dos conceptos:

PIXELS TOTALES: Este es el número total de pixels en la placa CCD, de los cuales no todos ellos son utilizables.

PIXELS ACTIVOS: Se trata de la cifra real que da el número de pixels que son utilizables realmente

3.1.1.1 *Sensibilidad*

La sensibilidad nos indica el nivel de la intensidad luminosa mínima (expresada en lux) para una cámara determinada, con el que es posible reconocer los objetos correspondientes a la imagen captada, cuando es reproducida en la pantalla de un monitor. Sin embargo este valor es meramente indicativo, pues depende de las condiciones en las que el fabricante realiza las mediciones, así como de otros parámetros como son la resolución, la relación señal/ ruido, las pérdidas de la óptica a máxima apertura, además de otros factores.

Con poca iluminación, las cámaras en color tienen, en general, menores prestaciones que las cámaras en blanco y negro en igualdad de condiciones. La sensibilidad se mide habitualmente haciendo referencia a los niveles en lux con los que una cámara puede producir una imagen.

La valoración en lux, aunque normalmente se refiere a una unidad métrica de medición de la luz, a menudo se aplica de forma subjetiva a la capacidad de una cámara para producir imágenes. Las comparaciones que toman como base los niveles en lux que dan los diferentes fabricantes no conducen por lo general a una determinación válida, pues hay muchas otras variables que influyen en esta medición (valor F, velocidad del obturador electrónico, . . .).

NIVEL DE LUX EN EL CCD

Este mide las prestaciones de la cámara cuando la luz incide directamente en el frontal del chip CCD. Si bien técnicamente es válido, no sirve de mucho, puesto que en el CCD no se podrán obtener imágenes a menos que se utilice una lente, y ésta reduce la luz disponible.

ILUMINACIÓN MÍNIMA DE ESCENA

Indica la iluminación mínima que se requiere en la escena para conseguir un nivel de señal de vídeo aceptable. Este parámetro depende de una gran cantidad de variables. Generalmente las variables utilizadas para medir la sensibilidad que aparece en las especificaciones de la cámara no coinciden con las de la escena que tenemos en la realidad. Por ejemplo, si la sensibilidad de una cámara es de 0,1 lux según las especificaciones, con la iluminación de la luna llena tendría que ser suficiente para obtener una imagen válida.

Pero, en la realidad la imagen será muy pobre o inexistente, debido a que las variables en la situación real son distintas que las consideradas en la medición de la sensibilidad.

FENÓMENO DE ILUMINACIÓN

Los rayos de luz inciden sobre el objeto. Un porcentaje de la radiación es absorbido por el objeto y el resto es reflejado hacia la óptica de la cámara. En función de la apertura del iris una porción de esta radiación incidirá sobre el CCD de la cámara. Esta luz generará una carga que se transformará

en una tensión. Las variables que influyen en el cálculo de la iluminación mínima de escena, y que deberían mostrarse junto a la sensibilidad en las especificaciones, son:

?? **Reflexión**

Cuando la radiación incide sobre el objeto, y en función del índice de reflexión del objeto, un porcentaje de la luz incidente será reflejada hacia la cámara. Algunos ejemplos de índices de reflexión son:

?? Nieve 95%

?? Césped 40%

?? Hormigón 25%

?? Superficie negra 5%

La mayor parte de los fabricantes de cámaras utilizan una superficie con un índice de reflexión entre 75% y 89% (superficie blanca) para definir la iluminación mínima de escena. Si la escena que está enfocando la cámara tiene este índice, entonces no hay ningún problema, pero generalmente no es así. Si lo que está enfocando nuestra cámara es un coche de color negro, entonces solo el 5% de la radiación incidente es reflejada hacia la cámara, por lo que se requiere por lo menos aumentar 15 veces la iluminación de la escena para conseguir que la misma cantidad de luz incida en la óptica.

?? **Factor F**

Cuando la luz reflejada por el objeto se dirige hacia la cámara el primer dispositivo que se encuentra es la óptica, que tendrá una apertura del iris determinada. En las especificaciones de la iluminación mínima de escena generalmente se detalla un F1.4 ó F1.2. Este valor es una indicación de la apertura del iris: cuanto más elevado es el valor de F menor es la apertura del iris y viceversa. Si la óptica que utilizamos no tiene el mismo valor de F que el especificado en las características de la cámara tendremos que compensar esta diferencia.

Por ejemplo:

- La cámara uno indica 0,8 lux de vídeo completo con F 1.0.

- La cámara dos indica 0,8 lux de vídeo completo con F 1.2.

La cámara dos es más sensible, ya que indica 0,8 lux con un valor de F1.2. Con un valor de F 1.0, más rápido, probablemente daría una serial de vídeo completa de vídeo con solo 0,6 lux.

?? Nivel de vídeo mínimo

Después de pasar a través de la óptica, la luz incide finalmente sobre el CCD y genera una carga proporcional a la luz incidente sobre el pixel. Esta carga se convierte en la señal de vídeo. El nivel de vídeo mínimo es la señal de vídeo mínima especificada en las características de la cámara para generar una imagen en el monitor que sea aceptable. Generalmente se especifica como un porcentaje de la señal completa. Por ejemplo, si el nivel de vídeo mínimo es del 30% esto equivale a $0,3 \times 0,7 \text{ V} = 0,2 \text{ V}$. Se recomienda asegurarse de que el nivel mínimo especificado por el fabricante es correcto, en caso contrario la iluminación mínima de la escena deberá ser superior a la especificada.

?? AGC (Control Automático de Ganancia)

Al reducirse la iluminación existente la función de AGC se activa y eleva la señal de vídeo. Desafortunadamente, el ruido existente en la señal también se amplifica. Por contra, cuando la iluminación es elevada, la función AGC se desactiva automáticamente, pues la amplificación de la señal podría causar una saturación en los pixels.

En las especificaciones de la cámara se debe indicar el estado de la función en la medición de la iluminación mínima de escena. Si se indica que el AGC se encontraba activo y en la realidad está la función desactivada, entonces la iluminación mínima necesaria aumentaría considerablemente.

?? Velocidad del “Shutter” (obturador electrónico)

Actualmente, la mayor parte de las cámaras incorporan un obturador electrónico que permite ajustar el tiempo de exposición del CCD. El tiempo de exposición estándar es de 1/50 segundos en formato PAL y de 1/60 segundos en formato NTSC. Si la velocidad del “shutter” se incrementa a 1/1.000segundos esto significa que la iluminación mínima necesaria será 20 veces la especificada en las características de la cámara.

Como consecuencia de la diferencia de valor de todas estas variables en las condiciones de la medición y en la situación real, la iluminación mínima de escena requerida se deberá recalcular convenientemente. En el caso de que la iluminación existente no sea la adecuada, seguir los pasos siguientes:

1) Comprobar si es posible modificar las variables de la cámara que influyen en la iluminación que llega al CCD:

- Activar el AGC.
- Obtener una imagen válida con un nivel de señal de vídeo inferior.

- Reducir la velocidad del “shutter”.
- Utilizar una óptica con un F menor.

2) Optar por una de las siguientes soluciones:

- Instalar una cámara de mayor sensibilidad.
- Si la cámara es en color cambiarla por una en B/N.
- Si la cámara es en B/N añadir iluminación infrarroja.
- Añadir iluminación adicional en la escena.

3.1.1.2 Resolución

Es la capacidad que tiene la cámara para captar los detalles más finos de la imagen. Se cuantifica en líneas de resolución y cuanto más alto es este valor más nítida será la imagen.

El valor de la resolución es directamente proporcional al número de pixels existentes en el CCD. Cuantos más pixels se ubiquen en un CCD del mismo tamaño, más nítida será la imagen que producirá la cámara. Existen dos tipos de resolución:

RESOLUCIÓN VERTICAL

Es el número de líneas horizontales, y está limitado por el número de líneas de barrido horizontal del sistema, que son 625 líneas en el sistema PAL y 525 en el sistema NTSC. La máxima resolución vertical corresponde al 70% del número de líneas horizontales de barrido. Así, en todas las cámaras del sistema PAL, la resolución vertical máxima es de 470 líneas.

RESOLUCIÓN HORIZONTAL

Es el número de líneas horizontales y aunque teóricamente puede incrementarse indefinidamente, a la práctica existen dos factores que lo limitan:

- Puede ser técnicamente imposible incrementar el número de pixels del CCD.
- Al incrementarse el número de pixels del CCD se reduce su tamaño, lo que afecta a la sensibilidad de la cámara.

Generalmente la resolución que aparece en las especificaciones de la cámara es la resolución horizontal.

La resolución horizontal puede estar afectada por los componentes o equipos de la instalación, tales como el cableado, conectores, distribuidores, amplificadores y el propio monitor. Es importante

destacar que la máxima resolución del sistema vendrá condicionada por el elemento con menor resolución del sistema. Así, si un monitor dispone de una resolución de 400 líneas y la cámara de 570 líneas, la resolución del sistema será de 400 líneas. Las cámaras suelen tener unos valores de resolución:

	<i>Cámaras B/ N</i>	<i>Cámaras Color</i>
Media resolución	380 - 420 líneas	330 líneas
Alta resolución	570 líneas	470 líneas

La resolución no es necesariamente el punto clave de la decisión. Los CCTV de baja resolución, que normalmente son de bajo coste, a menudo son perfectamente adecuados. La elección final depende de la combinación de características de la cámara y de la calidad de los materiales, junto con las condiciones del lugar y los fondos disponibles.

Como regla general es preferible una alta resolución con bajo nivel de luz y cuando sea necesaria la identificación de ciertos puntos con gran detalle.

3.1.1.3 *Iris Electrónico Automático (AES)*

Es una función que incorporan la mayoría de las cámaras y consiste en un obturador electrónico que controla el tiempo de exposición del captador CCD, permitiendo así controlar la cantidad de luz que llega al mismo, lo cual permite que la cámara se adapte a las condiciones de luz.

En todo caso, cuando el margen de variación es muy amplio (caso de las instalaciones en el exterior) se deberán utilizar ópticas autoiris.

3.1.1.4 *Autoiris*

Las cámaras que incorporan la función autoiris, permiten la utilización de ópticas capaces de adaptar automáticamente su apertura de diafragma a los niveles de luz ambiente.

Estos objetivos pueden ser de dos tipos: **Autoiris Vídeo** y **Autoiris DC**. La diferencia entre ellos radica en que en el primer tipo, la señal de control que proporciona la cámara se magnifica mediante el amplificador incorporado en la óptica, con el fin de controlar el motor eléctrico que acciona el diafragma; en el segundo caso la óptica no incorpora el amplificador, por lo que estas ópticas sólo se podrán utilizar en cámaras que dispongan del mismo.

En el mercado hay cámaras que permiten la utilización de ambos tipos de objetivos. La conexión eléctrica de la cámara con la óptica se realiza mediante un conector rectangular de 4 patillas.

3.1.1.5 Blanco y negro frente a color

Una cuestión clave es si se deben seleccionar cámaras en color o en blanco y negro. Una imagen en color es más fácil de interpretar, proporciona más información y es más natural que la monocroma. No obstante, en las aplicaciones de vigilancia la proporción entre el color y el blanco y negro es del 50%.

En los últimos años, las diferencias de precio entre las dos han disminuido. El principal factor que limita el uso de las cámaras en color es la capacidad de estas cámaras para operar con eficacia en zonas poco iluminadas.

Para satisfacer esta demanda de imágenes con poca luz, los fabricantes han desarrollado una gama de soluciones; la más popular consiste en cámaras híbridas que operan en color cuando la iluminación es la adecuada, pasando a monocromo cuando cae la noche. Otras cámaras, cuando operan con baja luz, reducen el número de cuadros capturados para producir una imagen más brillante, aunque esto causa problemas cuando existe movimiento en la imagen.

3.1.1.6 Reproducción del color

Cualquier evolución de la capacidad de operación de la cámara debe incluir la precisión con la que se reproduce el color. La cámara que ofrezca mejor definición de color dispondrá de balance de blancos automático o seleccionable para hacer frente a las distintas condiciones de iluminación.

3.1.1.7 Sincronismo

El sincronismo es una señal de vídeo de referencia que se utiliza para que todas las cámaras inicien la exploración del captador CCD al mismo tiempo; esta sincronización permite la conmutación de señales de vídeo sin que se produzcan saltos en el monitor, o en la grabación de la señal en el grabador de vídeo. Existen dos tipos de sincronismo llamados **sincronismo de línea (Line Lock)** y **sincronismo externo (Gen Lock)**, el primero de ellos utiliza la frecuencia de la red (50 Hz) como señal patrón y sólo es válido en cámaras alimentadas con corriente alterna, en algunos casos la cámara dispone de un potenciómetro de ajuste de fase. El segundo método, utiliza un generador externo de sincronismos como señal patrón común a todo el sistema, este es el método de sincronismo en el caso de cámaras alimentadas con corriente continua.

3.1.1.8 Compensación del contraluz (BLC)

Es importante considerar si existen puntos brillantes en la imagen, como faros de coches, que pueden hacer imposible la identificación del objeto. También puede representar un problema importante cuando es necesario identificar a personas que pasan de una zona con luz natural intensa a una zona con luz artificial. Muchas veces esto dará como resultado que el sujeto se convierta en

una silueta no identificable. El problema se acentúa cuando los puntos brillantes de las imágenes provocan smear vertical (manchas y franjas verticales blancas en la imagen).

La solución es especificar una cámara que tenga compensación activa de contraluz (conocida como BLC o Back Light Compensation). Esta función la puede activar la cámara automáticamente o se debe configurar mediante los interruptores correspondientes y lo que hace es compensar electrónicamente la elevada iluminación del fondo de la imagen para conseguir un primer plano con más detalles (en caso contrario el primer plano se vería como una silueta). Antes de elegir finalmente la cámara resulta de gran ayuda comprobar la eficacia de la compensación de contraluz.

3.1.2 Ópticas

No existe una óptica estándar para utilizar en un sistema de CCTV. La selección de la óptica adecuada para una instalación es el aspecto más crítico para asegurar el funcionamiento correcto del sistema. A diferencia del ojo humano, el conjunto cámara y óptica es incapaz de enfocar continuamente la imagen. Lo más próximo a esto son las ópticas con zoom motorizado, que disponen de un control remoto que permite acercarse o alejarse del objeto. Estas ópticas se utilizan únicamente en instalaciones especiales.

La calidad de la lente resulta básica para determinar la calidad de la imagen final. Las características ópticas básicas de un objetivo son la distancia focal (en objetivos con zoom el rango de distancia focal) o ángulo de cobertura (o campo visual) y el rango de apertura. Examinaremos estas dos características junto con una tercera característica importante, el formato.

3.1.2.1 Distancia focal

La distancia focal representa la distancia entre el centro óptico de la lente y el punto en que la imagen está enfocada con la mayor definición y donde está situado el dispositivo de captura CCD.

Este parámetro determina el ángulo de cobertura o campo visual de la lente. Su valor se expresa en mm. Los objetivos con distancias focales pequeñas proporcionan ángulos de visión grandes (ópticas gran angular). Los de distancias focales elevadas proporcionan ángulos de visión pequeños (teleobjetivos) y por lo tanto primeros planos; sin embargo el enfoque es más delicado, siendo más sensibles a las pequeñas vibraciones de la cámara.

Los objetivos que proporcionan ángulos de visión cercanos a los 30° se denominan normales porque proporcionan ángulos semejantes a los del ojo humano. La distancia focal de una óptica normal es aproximadamente igual a la diagonal del área de imagen.

Por ejemplo, para una cámara de 2/3", la óptica normal es la que tiene una distancia focal de 16 mm. Una cámara de 1/2" tendría una óptica normal de 12,5 mm y una cámara de 1/3" tendría una óptica normal de 8 mm.

Una distancia focal más corta que la distancia focal normal produce una visión en formato de gran angular. Una distancia focal más larga produce una imagen de telefoto. Algunas ópticas tienen distancias focales variables y se denominan ópticas zoom.

3.1.2.2 *Rango de apertura*

La apertura nos indica el tamaño del diafragma que existe en el centro de la lente y que permite el paso de la luz al dispositivo de captura. El tamaño de apertura no se expresa en mm, sino en unidades relativas F, las cuales se obtienen al dividir la distancia focal del objetivo entre el diámetro efectivo de la apertura en cada caso.

Por lo tanto, a valores menores de F, mayor apertura y mayor cantidad de luz llega al CCD, lo cual afecta a la sensibilidad de la cámara. A menor F, más luminosa es una óptica y por lo tanto mayor cantidad de luz deja pasar al captador.

Si el objetivo tiene una distancia focal de 50 mm y si el diámetro de apertura del objetivo es de 25 mm, se dice que la lente tiene una apertura de F2.0 ($50 \text{ mm} / 25 \text{ mm} = 2$).

Un objetivo de 50 mm con una apertura de F2.0 tiene la misma capacidad para recoger la luz que un objetivo de 150 mm F2.0, pero los componentes de cristal serán más complejos para alcanzar el efecto telefoto.

La mayoría de las lentes de CCTV tienen un mecanismo integrado que se denomina iris. Esto permite variar la apertura para acomodarse a diversos niveles de luz. A menudo se utiliza el mayor valor de apertura para definir la máxima capacidad de captura de luz del objetivo: la velocidad de la lente. Una lente que tenga una apertura máxima de F1.6 se denomina óptica F1.6 y se dice que es más rápida que, por ejemplo, las lentes F4.2 ó F8.0. El valor del iris de la lente se numera desde el mayor valor de F al menor.

Los sistemas CCTV raramente se instalan en situaciones en que los niveles de luz son constantes, de manera que las ópticas con iris de ajuste automático son componentes importantes de la mayoría de los sistemas.

Otra característica de estas es la profundidad de campo. Si una óptica se centra en un objeto habrá una zona de enfoque muy exacta antes y después del objeto. La profundidad de este área de enfoque muy exacta está controlada por tres factores: **distancia focal de la lente, distancia de esta al objeto y apertura F.**

3.1.2.3 Formato de la óptica

El formato de la óptica no influye en el ángulo de visión, ya que el parámetro que define el ángulo de visión es el formato de la cámara y no el formato de la óptica. Sin embargo, y a pesar de que para una óptica de una determinada distancia focal se obtenga el mismo ángulo de visión, ya sea una óptica de 2/3", 1/2" ó 1/3", hay que tener en cuenta que no se pueden montar objetivos de un cierto formato en cámaras de mayor formato, puesto que la imagen proyectada sobre el captador será menor que éste, apareciendo la imagen viñeteada al reproducirla por el monitor.

Todas las cámaras aceptan ópticas de un mayor o igual formato al suyo, sin embargo se produce una pérdida de luminosidad que puede llegar a ser importante si el formato de la óptica es mucho mayor que la del CCD.

Las monturas de las ópticas y de la cámara pueden ser de dos tipos C y CS. La mayoría de las cámaras de CCTV antiguamente tenían montura C, sin embargo las cámaras que se venden hoy en día son del tipo CS. Las cámaras CS permiten montar los dos tipos de objetivos, pero en el caso de las ópticas con montura C se ha de acoplar un anillo adaptador de rosca. En cambio, en las cámaras C sólo es posible montar objetivos con montura C y no son capaces de utilizar ópticas CS. Por el contrario, las cámaras de montura CS sí que pueden utilizar ópticas C con la ayuda de un adaptador de rosca de C a CS.

Cámara	2/3"	1/2"	1/3"	1/4"
Óptica				
2/3"	100%	75 %	50%	38%
1/2"	-	100%	66 %	50 %
1/3"	-	-	100%	75 %
1/4"	-	-	-	100%

Porcentaje de imagen captado en función de /os formatos de la cámara y de la óptica.

3.1.2.4 Iris Manual o Autoiris

Las ópticas denominadas **Iris Manual**, son aquéllas que, como su nombre indica, requieren que el ajuste de luz sea realizado manualmente. Este tipo de ópticas están pensadas para su utilización en interiores y con niveles de iluminación estables. No obstante hoy en día los fabricantes de cámaras han desarrollado la incorporación del obturador electrónico en las cámaras, lo que ha permitido la utilización en interiores con niveles de luz variable dentro de unos márgenes. Estos obturadores consiguen el mismo ajuste de luz con ópticas de iris fijo, más sencillas, controlando la exposición

de la imagen ajustando los niveles de luz entrante. Sin embargo no es aconsejable su utilización en exteriores, dado bs amplios márgenes de variación lumínica que se producen, teniendo en estos casos que recurrir a ópticas del tipo **Autoiris**, las cuales regulan automáticamente la apertura del diafragma, regulando así la luz que llega al captador CCD de la cámara.

Los objetivos Autoiris pueden ser de dos tipos: **Autoiris Vídeo** y **Autoiris DC**. Los primeros incorporan un amplificador con el fin de amplificar la señal de control proporcionada por la cámara y poder así controlar el motor eléctrico que actúa sobre el diafragma. Las ópticas del segundo tipo no incorporan dicho amplificador, por lo que estos objetivos sólo pueden utilizarse con cámaras que vengan equipadas con el mismo.

Los objetivos del tipo Autoiris Vídeo incorporan unos potenciómetros para el ajuste del brillo y el contraste. Los objetivos del tipo DC carecen de potenciómetros, los cuales suelen estar ubicados en la cámara.

Es importante tener en cuenta el tipo de cámara que se utiliza, pues mientras algunos modelos admiten los dos tipos de ópticas, otras permiten sólo el montaje de uno de los dos tipos mencionados.

3.1.2.5 Cámaras con óptica integrada

Las cámaras con óptica integrada, ahorran tiempo de instalación y tienen un montaje más ligero, lo que permite el uso de carcasas y de pan-tilts más pequeños.

3.1.2.6 Selección de la óptica adecuada

La elección de la óptica adecuada para una instalación concreta es una de las decisiones más críticas en el diseño de un sistema de CCTV. A pesar de que la experiencia ayuda, es muy importante trabajar en consonancia con el usuario final para conocer exactamente la escena que debe ser visualizada por el monitor. El campo de visión determina la altura y el ancho de la escena que se verá en el monitor, y depende tanto de la distancia focal como de la distancia del objeto.

Lo más importante es tener bien definida el área a visualizar. A partir de aquí se necesita escoger el formato de la cámara, conocer la posición donde se montará, la distancia de la cámara al objeto y la altura y ancho del objeto. Otras consideraciones son si la instalación es exterior /interior... Incluso si la cámara dispone de iris electrónico, se recomienda utilizar ópticas autoiris para aplicaciones en el exterior.

Ejemplo: El objetivo de un sistema de CCTV es vigilar una caja registradora. Se instalará una cámara de CCD 1/3" (formato más habitual) y la distancia a la escena que se desea visualizar es de 3 a 3,5 metros. Para poder visualizar con detalle el tipo de billetes se debería utilizar una óptica de

distancia focal 68 mm. Si únicamente interesa una observación general bastaría con una óptica gran angular que vaya de 2,8 a 4 mm. En el mercado también existen ópticas varifocales, generalmente en el rango de 3,5 a 8 mm, que permiten variar el área a observar sin la necesidad de cambiar de óptica.

En todo caso, es importante tener en cuenta qué tipo de visualización se requiere:

?? Detección: La escena crítica debe ocupar el 5% del monitor.

?? Actuación: La escena crítica debe ocupar el 10% del monitor.

?? Identificación: La escena crítica debe ocupar el 25% del monitor.

Las fórmulas más habituales en el diseño de los sistemas de CCTV, son:

CAMPO DE VISIÓN:

$\text{Campo de visión} = (\text{Distancia} \times \text{Tamaño vertical (horizontal) del sensor}) / \text{Distancia focal}$
$\text{vertical (horizontal)}$

Los tamaños del sensor son, en función del formato:

Formato	1 "	2/3"	1/2"	1/3"	1/4"
Alto (mm)	9,6	6,6	4,8	3,6	2,7
Ancho (mm)	12,8	8,8	6,4	4,8	3,6

DISTANCIA FOCAL

$\text{Distancia Focal} = (\text{Distancia} \times \text{Tamaño vertical (horizontal) del sensor}) / \text{Altura (Ancho) objeto}$
--

ÁNGULO DE VISIÓN

$\text{Ángulo de visión} = 2 \times \tan^{-1}(\text{Tamaño vertical (horizontal) del sensor} / (2 \times \text{Distancia Focal}))$
$\text{vertical (horizontal)}$

3.1.3 Monitores de video

La eficacia del sistema de vigilancia depende de manera crucial del grado en que el operador pueda permanecer alerta y evitar la fatiga, siendo vital una selección correcta del monitor.

Los monitores de video son sólo similares a los aparatos de televisión a nivel de su apariencia general: ambos disponen de interruptores de On/Off y existen sendas versiones en B/ N y color. Pero las similitudes finalizan aquí.

La señal de vídeo que se obtiene de una cámara de CCTV no es compatible como entrada de un aparato de televisor ordinario. No se puede capturar esta señal desde un televisor a no ser que disponga de las entradas A /V (mediante un euroconector), en caso contrario será necesario el uso de un conversor de radiofrecuencia. Generalmente los monitores de vídeo tienen una resolución horizontal mayor (imagen más nítida) que cualquier aparato de televisor.

Los monitores se encuentran disponibles en B /N y color, con tamaños que van de las 3” de los LCD (pantalla de cristal líquido) utilizados por los técnicos para la puesta en marcha de los equipos, a los monitores de color de alta resolución de 25” utilizados en las salas de cirugía de los hospitales.

Un punto importante a tener en cuenta es que prácticamente todos los elementos individuales que componen un sistema de CCTV son compatibles con los productos de los demás fabricantes, Existen unas pocas excepciones, que en general se refieren a productos que forman parte de kits o de paquetes de productos.

La ventaja directa de esta compatibilidad entre fabricantes es la posibilidad de escoger los productos de prestaciones y precios adecuados (cámaras, monitores, magnetoscopios...) entre varios fabricantes, para diseñar un sistema de alta calidad que cumpla los requisitos y limitaciones de presupuesto definidos.

3.1.3.1 Funcionamiento del monitor

El monitor convierte la señal de vídeo generada por la cámara en una imagen visual. Se compone de un tubo de rayos catódicos (TRC) y diversos circuitos para el tratamiento de la señal. Estos circuitos separan la parte de luminancia de la señal, de las señales de sincronismo.

La señal de luminancia se envía a un amplificador, que la magnifica hasta un nivel tal que pueda utilizar el TRC.

Las señales de sincronismo se dividen en pulsos horizontales (H) y verticales (V). A su vez, se amplifican y modifican para que puedan controlar la deflexión horizontal y vertical de la imagen final.

3.1.3.2 Configuración de la impedancia del monitor

Cuando la señal de vídeo se pasa desde el monitor a algún otro equipo (por ejemplo, a otro monitor o a un grabador de vídeo), es importante asegurar que el sistema está cerrado correctamente.

Mientras algunos monitores realizarán esta operación automáticamente, la mayoría disponen de un conmutador instalado a tal efecto en la parte posterior. Este se debe configurar de una forma u otra dependiendo de si la señal se lleva al exterior del monitor (en cuyo caso se debe colocar en la posición de alta impedancia) o si el monitor es el último elemento del sistema (con lo cual se debe ajustar a 75 ohmios).

El último elemento de un sistema de CCTV se debe ajustar a 75 ohmios, siempre que no disponga de autoterminación. La razón es la que sigue: las señales de vídeo normalmente se transmiten a través de un cable coaxial, que tiene una impedancia de 75 ohmios. La transferencia óptima y más efectiva de las señales de vídeo desde una cámara a un monitor se produce cuando el cable y el monitor tienen los mismos valores de impedancia.

Los niveles de contraste pueden mejorarse si el monitor lleva incorporados circuitos bloqueadores de corriente continua (DC-Clamp). Esto normalmente es seleccionable a través de un conmutador que se encuentra en la parte posterior del equipo.

3.1.3.3 Tamaños de monitor

El tamaño de monitor lo indica la longitud de la línea diagonal trazada desde una esquina de la pantalla a la esquina opuesta. De esta manera, un monitor de 9 pulgadas es un monitor que tiene un tubo de imagen con 9 pulgadas de diagonal.

Los tamaños de uso típico en los CCTV son los de 9, 12, 14,17, 21 y 27 pulgadas, y los distintos fabricantes ofrecen diversas variantes. La elección del monitor depende en parte de la distancia entre el observador y el monitor.

<i>Tamaño Monitor</i>	<i>Distancia recomendada</i>
9"	0,9 a 2,1 m
12"	1 a 3 m
14"	1 a 3,7 m
17"	1,1 a 4,2 m
19"	1,2 a 4,6 m

21"	1,4 a 5 m
23"	1,5 a 5,8 m

3.1.4 Conmutación y multiplexado de vídeo

Si un sistema se compone de una única cámara y de un monitor, no se requiere ningún dispositivo de conmutación. Por supuesto, no sería práctico ni deseable que un sistema multicámara tuviera un monitor para cada cámara.

Existen distintos tipos de conmutadores de señal de vídeo, que se describen a continuación.

3.1.4.1 Secuenciadores

El **selector manual** es el método más común y económico de visualizar múltiples cámaras, donde el operador selecciona la cámara que desea ver.

Los **secuenciadores** o **conmutadores automáticos** son los más populares. Actuando como un cambiador de canal, recibe la señal de vídeo de dos o más cámaras y las reproduce en secuencia en un único monitor, en el orden que seleccione el operador. El operador también puede retener una cámara particular si desea observar cierta actividad de interés, puede saltarse canales si no requieren supervisión en ese momento y ajustar el tiempo de permanencia de cada cámara. Los conmutadores automáticos también tienen una opción de programación que puede omitir los valores de ajuste manuales.

Por ejemplo, supongamos que tenemos 4 cámaras: C1 / C2 / C3 / C4. Cada cámara puede ser visualizada durante 5 segundos. El inconveniente es que se perderán 15 segundos de cada cámara mientras se visualicen las otras tres. Además, mientras se graba la señal, habrá un vacío de 15 segundos en la grabación de cada cámara. Y si se utiliza un grabador *TimeLapse*, puede pasar que cuando se retorne a la cámara el grabador esté en un período de no grabación, y esto provoque vacíos aún mayores.

Por lo tanto, en los secuenciadores, a medida que se incrementa el número de cámaras, mayor será el tiempo que transcurre en realizar una secuencia completa, lo cual significa que una gran parte de las imágenes y por lo tanto de la información de cada cámara se perderá.

Surge entonces la necesidad de equipos de distintas características, como pueden ser los cuadrantes y multiplexores.

3.1.4.2 *Generadores de cuadrantes*

Los cuadrantes permiten visualizar hasta 4 cámaras al mismo tiempo, teniendo en cuenta que se graba lo que se está visualizando.

Las desventajas son que están limitados a 4 cámaras y, además, como las imágenes son comprimidas al efectuarse la reproducción de las mismas, la resolución de cada cámara será una cuarta parte de la obtenida con un selector o con un multiplexor.

3.1.4.3 *Multiplexores*

Los multiplexores son los equipos más nuevos, permiten la grabación simultánea de varias cámaras en un único magnetoscopio y tienen grandes ventajas respecto a otros sistemas, como son los secuenciadores y los generadores de cuadrante. Es por esta razón que los multiplexores constituyen la forma más funcional de manejar un sistema multicámara.

Al igual que ocurre con los secuenciadores, se pueden conectar varias cámaras al multiplexor (normalmente hasta 16) que se pueden visualizar en el mismo monitor.

Además, si la instalación se diseña correctamente, es posible grabar las 16 cámaras simultáneamente, visualizar cualquier cámara a pantalla completa y reproducir las cámaras una a una.

Por ejemplo, si se graban 16 cámaras durante un fin de semana y en un momento determinado ocurre un incidente en la cámara número 12, aunque se han grabado todas las cámaras, únicamente nos interesa visualizar lo que ha pasado con la cámara 12. Con un multiplexor se puede seleccionar la reproducción a pantalla completa de la cámara 12.

El multiplexor envía rápidas secuencias de imágenes de un solo campo o cuadro de cada cámara al VCR. Las imágenes están sincronizadas con el magnetoscopio, lo cual garantiza una grabación continua de todas las cámaras. La reproducción se debe realizar también a través del multiplexor, que decodificará la grabación para su monitorización. Las imágenes de cualquier cámara se pueden reproducir a pantalla completa, con lo cual no hay pérdida de resolución y se facilita la búsqueda de un incidente puntual, correspondiente a una cámara determinada.

Así por ejemplo, si se han conectado cuatro cámaras al multiplexor y la grabación está configurada en formato a 24 horas, en la reproducción se seleccionará la cámara particular que se va a revisar y se reproducirá una imagen actualizada cada 0,87 segundos.

Cuantas más cámaras se registren en la cinta, menos imágenes se capturarán por cámara: si se conectan ocho cámaras, la frecuencia de actualización se extenderá a una imagen cada 1,73 segundos.

En la mayoría de los casos, estos tipos de frecuencias de actualización suministran suficiente información para permitir la revisión de incidentes con eficiencia. Pero pueden surgir problemas si el VCR es TimeLapse y graba muchas cámaras durante largos períodos. Por ejemplo, si se han grabado 16 cámaras durante 72 horas se tendrá que esperar 9,87 segundos para que se actualice la imagen de cada cámara, un tiempo que ya resulta excesivo. Por lo tanto, es importante garantizar que existe una relación aceptable entre cámaras, multiplexores y VCR's.

Los multiplexores proporcionan otras muchas prestaciones, como son la identificación de cámaras, entradas y salidas de alarma, detección de actividad y muchas más dependiendo del modelo. Los multiplexores también permiten la visualización simultánea de todas las cámaras conectadas mediante la compresión de dichas imágenes, y admiten diferentes modos de visualización, como son: pantalla completa, secuencia, cuadrante o multipantalla.

En general, los multiplexores se distinguen por el número de cámaras que se pueden visualizar simultáneamente (4, 8, 9, 10, 16), si son cámaras en blanco y negro o en color, y si disponen de una o dos salidas multiplexadas (simplex o duplex).

Se denominan multiplexores *Simplex* a los multiplexores que proporcionan una única salida multiplexada, por lo cual no pueden grabar la señal multiplexada y visualizarla en vivo en modo multipantalla simultáneamente.

Por el contrario, los multiplexores *Duplex* proporcionan dos salidas multiplexadas, lo cual permite la grabación multiplexada y la visualización en multipantalla en vivo simultáneamente, siendo ambas señales independientes. De la misma forma, también son capaces de grabar y reproducir al mismo tiempo. Estos equipos, dada su mayor complejidad, también son más caros que los modelos *Simplex*.

3.1.5 Grabadores de vídeo

Si bien un determinado porcentaje de los sistemas de vigilancia son de supervisión continua, estos constituyen una minoría. La mayoría de los sistemas no son de supervisión continua y, cuando lo son, en la mayoría de los casos se someten a grabación.

Además, es imposible para una persona observar de forma efectiva un monitor durante un largo período de tiempo; es por eso que existen los video-grabadores.

El principio subyacente a considerar en relación con la grabación de imágenes es que, en último extremo, se requieren como prueba en procesos judiciales.

3.1.5.1 Grabación analógica

El medio preferido para la grabación y almacenamiento ha sido, y todavía lo es, la cinta VHS, que normalmente se graba en un **VCR TimeLapse**. Estas máquinas son muy similares a los grabadores de vídeo domésticos, con la peculiaridad de que permiten almacenar desde 3 horas hasta 24 horas en una cinta convencional de 3 horas (E-180) y que incorporan dispositivos complementarios de grabación y reproducción, grabación de la fecha y la hora y entradas de alarma.

La grabación de períodos de tiempo mayores de 3 horas se consigue reduciendo la frecuencia de los campos que se han de grabar, con lo que se amplía el tiempo de grabación de la cinta. Es evidente que cuanto mayor tiempo de grabación escojamos, mayor intervalo de tiempo habrá entre una imagen y la siguiente, lo cual se observará como un efecto de discontinuidad y de falta de información al reproducirla en un monitor. El número de campos se reduce aún mucho más cuando el VCR está grabando varias cámaras a la vez a través de un multiplexor.

La velocidad de grabación debe escogerse en función de los resultados deseados.

Dichos sistemas vienen dotados de índices de alarma para búsquedas rápidas, posibilidad de ajustar diferentes modos de grabación, así como temporizaciones de grabación en caso de producirse una alarma. La mayoría incorporan el sistema de limpieza automática de cabezales y, en algunos casos, el control digital del magnetoscopio a través del interfaz RS-232C.

También están disponibles en el mercado los **VCRs TimeLapse** de larga duración.

Estos aparatos permiten la programación de los períodos de grabación hasta las 960 horas (40 días) en una cinta. A pesar de que la frecuencia de las imágenes en este caso es muy pequeña, en algunas aplicaciones resulta suficiente para satisfacer las necesidades del cliente. La mayoría de estos grabadores disponen de una entrada de alarma que puede ser activada por un contacto (procedente de un detector de movimiento...) y que provoca la conmutación a una grabación a tiempo real durante un período de tiempo establecido previamente (en general de 1 6 2 minutos).

Un dato importante es el número de imágenes por segundo que se graban utilizando los distintos formatos de grabación. Este dato se muestra a continuación:

<i>Formato grabación</i>	<i>Intervalo entre campos</i>	<i>Campos por segundo</i>
3	20 ms	50
12	0,1 s	10
24	0,18 s	5,56

48	0,34 s	2,94
72	0,5 s	2
96	0,66 s	1,52
120	0,82 s	1,22
168	1,14 s	0,88
240	1,62 s	0,62
360	2,42 s	0,41
480	3,22 s	0,31
720	5,22 s	0,19
960	6,42 s	0,16

Para los casos en los que se requiere una visualización ininterrumpida se tienen en el mercado los **VCRs TimeLapse a tiempo real** que, mediante técnicas de grabación de alta densidad, consiguen hasta 3 imágenes más por pulgada de cinta, lo que proporciona 9 horas de grabación a tiempo real y una mayor continuidad en los modos de mayor duración. Estos grabadores TimeLapse a tiempo real son adecuados en aquellas instalaciones donde se requiere una visualización ininterrumpida (en aquellos lugares donde se sabe por experiencia que hay un número elevado de actividades simultáneas que necesitan ser estudiadas) o cuando se están grabando varias cámaras desde un multiplexor.

Considerando una cinta E-240, los formatos de grabación son:

<i>Formato grabación</i>	<i>Intervalo entre campos</i>	<i>Campos por segundo</i>
8	20 ms	50
24	0,06 s	16,67
40	0,1 s	10
64	0,18 s	5,56
96	0,26 s	3,85
128	0,34 s	2,94

160	0,42 s	2,38
220	0,54 s	1,85

Los videograbadores VHS graban aproximadamente con 300 líneas TV de resolución horizontal en monocromo y 240 líneas de TV en color. El requisito emergente de grabar imágenes de mayor resolución ha dado lugar a un incremento en el uso de videograbadores Super-WS, que consiguen una resolución de aproximadamente 400 líneas TV. En este sistema se transmite la información de contraste (luminancia) y de color (crominancia) por cables separados, obteniéndose así una mayor resolución y una gran calidad en la reproducción del color cuando se utilizan cintas S-VHS, ya que en este sistema se prescinde de los circuitos separadores y mezcladores, que originan pérdidas de calidad de la señal de vídeo. Son recomendables donde se pretenda grabar detalles pequeños.

3.1.5.2 Grabación digital

La creciente demanda de mayor calidad, mayor flexibilidad y menor mantenimiento ha llevado al desarrollo de equipos de grabación que cumplan de manera más precisa las necesidades de los sistemas de seguridad.

Esta nueva tecnología se basa en el procesamiento y almacenamiento digital y, en la mayoría de los casos, produce imágenes de mayor calidad que los sistemas analógicos.

El gran incremento en la capacidad de almacenamiento también permite mayores frecuencias de actualización y selección de modos de resolución. Las entradas de las cámaras se multiplexan, se almacenan en un disco duro y, periódicamente, se archivan en una cinta de vídeo digital (DVD).

Se alcanzan resoluciones de hasta 500 líneas de TV, que son absolutamente imposibles de conseguir en VCRs analógicos convencionales.

3.1.6 Control de los sistemas de CCTV

Si bien la mayoría de las cámaras están instaladas en posición fija, para que el operador pueda seguir un incidente puede ser muy útil tener la posibilidad de girar, inclinar o hacer un zoom con la cámara.

Esto se logra haciendo uso del pan-W, en el cual se montan la cámara y una óptica con zoom que se controla de forma remota mediante señales de telemetría. En la mayoría de los casos, la cámara estará instalada en exteriores y por lo tanto, será necesario utilizar una carcasa para protegerla de los elementos o utilizar una cubierta esférica.

3.1.6.1 Telemetría

Existen dos tipos de telemetría electrónica:

?? uno utiliza un par trenzado (cuando se necesitan grandes distancias)

?? utiliza un cable coaxial, el mismo cable que lleva la señal de vídeo.

La forma básica de sistema de control por telemetría utiliza técnicas digitales para producir una señal en pulsos modulada en código (PCM). Se trata de una señal que tiene una serie de 16 pulsos y que, dependiendo de la función que se requiera (giro / inclinación o zoom), envía los pulsos adecuados a un receptor que los interpreta y que realiza la función.

3.1.6.2 Carcasas protectoras

Protegen el conjunto cámara / óptica de CCTV. Las carcasas, utilizadas en aplicaciones externas e internas, también protegen frente al polvo, el vandalismo y las condiciones climáticas extremas.

Hay muchas carcasas diferentes con accesorios, como ventanas de visión con control por termostato, protectores solares, ventiladores para uso en ambientes con altas temperaturas y calentadores para uso en frío extremo.

3.1.6.3 Cubiertas esféricas

Las cubiertas esféricas operan de la misma forma que una cámara convencional provista de giro, inclinación y zoom, excepto que son mucho más compactas y tienen la ventaja añadida de que son discretas, tanto desde el punto de vista estético como para fines de vigilancia. Normalmente no es posible ver la dirección que enfoca la cámara cuando ésta se encuentra dentro de la cubierta esférica.

Las carcasas convencionales superan a las esféricas en cuanto a solidez y en que existen menos posibilidades de distorsión óptica como las creadas por la cubierta esférica.

3.1.7 Focos Infrarrojos

3.1.7.1 Iluminación infrarroja

Como es lógico, es durante la vigilancia nocturna cuando se observan las limitaciones de las cámaras de CCTV para su correcto funcionamiento en condiciones de baja luminosidad; para solventar este problema se recurre, bien al incremento del alumbrado ordinario, o bien a la iluminación mediante focos infrarrojos.

Estos últimos emiten luz o radiaciones electromagnéticas en una longitud de onda invisible para el ojo humano, pero no para las cámaras en blanco y negro con CCD, las cuales sí son sensibles a este tipo de iluminación. Sin embargo, como inconvenientes tienen que no son adecuados para las cámaras en color, puesto que los CCD de las mismas no son sensibles a estas longitudes de onda y por otro lado, las lentes de los objetivos producen un ángulo de desvío de los rayos de luz infrarroja diferente del producido para la luz visible, lo cual puede ocasionar variaciones en el punto de enfoque de la cámara, apareciendo la cámara ligeramente desenfocada.

Normalmente las lámparas de luz infrarroja están disponibles en potencias comprendidas entre 50 y 500 W y longitudes de onda entre 720 y 830 nanómetros, así como diferentes ángulos de apertura del haz, comprendiendo grandes angulares, ángulos medio y tele para grandes distancias, al igual que los objetivos.

La mayoría de dichas lámparas son de filamento de tungsteno, pero también se utilizan del tipo halógeno de alta eficiencia alimentadas a 12 Vcc. En el caso de bajas potencias también se utilizan diodos LED infrarrojos, los cuales tienen como ventajas destacables su alta eficiencia, bajo consumo y larga duración.

En el mercado existen focos infrarrojos que incorporan un interruptor crepuscular, que es el que efectúa la conexión y desconexión automática según el nivel de luminosidad ambiente. Esto evita al usuario tener que conectar y desconectar los focos cada día.

3.1.7.2 Elección del foco adecuado

La elección del foco adecuado viene condicionada por las necesidades propias de la instalación y se deben tener en cuenta los siguientes factores:

?? La potencia del foco y el ángulo cubierto por el mismo se tendrán que adecuar a la distancia del objeto a vigilar, así como al ángulo de visión que proporciona el objetivo de la cámara y factores de tipo ambiental.

?? Además de la luminosidad a emplear se deberá tener en cuenta la sensibilidad de la cámara, la relación señal / ruido y la luminosidad del objetivo (F).

En la tabla siguiente se describen los distintos tipos de focos disponibles en función de la potencia, el ángulo a cubrir y el alcance.

<i>Tipo de foco</i>	<i>Ángulo cubierto</i>	<i>Distancia máxima</i>
50 W Angular	38°	30 m
50 W Tele	10°	50 m
75 W Angular	42°	30 m
75 W Medio	25°	40 m
75 W Tele	14°	90 m
300 W Angular	40° - 60°	50 m
300 W Medio	25° - 30°	80 m
300 W Tele	15° - 20°	120 m
500 W Angular	50° - 60°	100 m
500 W Medio	25° - 30°	150 m
500 W Tele	10° - 14°	200 m

3.1.8 Transmisión de las señales de vídeo

Una señal CCTV contiene una amplia gama de frecuencias desde 30 Hz a 10 MHz, aproximadamente. Como resultado se requieren circuitos especiales que admitan este amplio ancho de banda, con el fin de que se mantenga la calidad de la señal durante la transmisión.

Como las señales de las cámaras de CCTV tienen que recorrer a menudo grandes distancias para llegar al centro de control, la elección del medio de transmisión depende de la instalación en particular y de sus necesidades.

El tema del cableado es de suma importancia, pues un sistema puede estar integrado por los equipos más sofisticados disponibles, pero sin el correcto cableado se obtendrá un funcionamiento muy pobre.

3.1.8.1 Cables coaxiales

El cable de uso más extendido es el de tipo coaxial. Para la transmisión de la señal de vídeo se utiliza cable coaxial de los modelos RG59/U y RG11/U. Deben tener una impedancia característica de 75 ohmios, una pantalla de cobre al 95% y ser de alta calidad. La distancia que debe cubrir el cable determina el tipo de coaxial a utilizar. No se debe utilizar en ninguna circunstancia cable

telefónico ni de TV en las instalaciones de CCTV, aunque éstos se denominen RG59U, pues las especificaciones de este tipo de cables no son compatibles con las señales de CCTV. El cable coaxial con pantalla de aluminio tampoco es adecuado para las instalaciones de CCTV.

El cable se compone de un conductor interno de cobre macizo o de alambres de cobre trenzados rodeado de un material aislante interno como el polietileno. Se recomienda que para el CCTV se utilice un tipo de cable coaxial macizo tipo polietileno para obtener mayor rendimiento en alta frecuencia. El conductor externo se compone de hilos de cobre entrelazados en torno al aislante. Para proteger el cable de la humedad y los daños, está cubierto con una funda de PVC resistente.

B / N		Color	
Tipo de cable	Distancia máxima permitida	Tipo de cable	Distancia máxima permitida
RG59/U	300 m	RG59/U	250 m
RG11/U	600 m	RG11/U	500 m

También existen consideraciones en los cables que llevan la alimentación a cámaras, posicionadores y demás equipos. Aunque el diámetro adecuado esta en función de la tensión, la distancia y la resistencia del cable, el mas usado es el de 2 x 1 mm².

3.1.8.2 Par trenzado

Una alternativa al uso del cable coaxial es el cable de par trenzado. Un cable de par trenzado se conoce como cable balanceado y puede ser similar a los cables de teléfono.

La mayoría de las consideraciones que se aplican a los cables telefónicos son válidas para el par trenzado, con algunas peculiaridades.

El sistema de par trenzado aceptará el estándar de 75 ohmios y 1 voltio pico a pico de señal de vídeo compuesto, y la convertirá en una señal de vídeo balanceada de 2 voltios con una impedancia de salida de 50 a 150 ohmios para adaptarse al par trenzado que se está utilizando.

Este método es relativamente barato y puede transmitir la señal de vídeo a lo largo de distancias mayores que el cable coaxial convencional. La principal desventaja es que se requieren unidades de transmisión y recepción para cada fuente de señal de vídeo. Esto se debe a que equipos como monitores, procesarán las señales de vídeo de banda base, y no aceptarán el tipo de transmisión balanceada que se realiza por par trenzado.

3.1.8.3 *Fibra óptica*

Hoy en día, la transmisión de señales de vídeo por fibra óptica esta muy extendida en el sector de los CCTV, concretamente en grandes proyectos como los de los centros urbanos. Las fibras ópticas son finas fibras de vidrio con una transparencia óptica de alta calidad que actúan como guías de los haces de luz.

Tienen menores pérdidas de transmisión que los cables convencionales y son virtualmente inmunes a las interferencias eléctricas. El desarrollo de la tecnología láser ha hecho de las fibras ópticas un medio útil para la transmisión de vídeo. La señal de vídeo modula el haz láser, que se transmite por la fibra. La calidad de la imagen se mantiene excelente a distancias superiores a 50 km.

VENTAJAS

?? Ancho de Banda

La fibra óptica ofrece un ancho de banda muy superior al del cobre. Así, mientras con el cobre hablamos de un ancho de banda de 3 a 20 MHz, con la fibra óptica nos movemos entre 100 y 1 000 MHz. Esta amplitud admite muchas aplicaciones. Por ejemplo, al tener la señal de vídeo un ancho de banda de 5 MHz, es posible enviar de 20 a 200 señales de vídeo por una única fibra. De hecho, mediante las técnicas de compresión digital, es posible modular de 500 a 1000 señales de vídeo distintas por la misma fibra.

?? No hay interferencias

En contra del cable coaxial, que utiliza corrientes eléctricas como señal, la fibra óptica utiliza la luz, y esto la hace insensible a todo tipo de interferencias:

?? No hay interferencias electromagnéticas: Al ser la luz el medio de transmisión, el cable de fibra óptica no capta interferencias electromagnéticas, que constituyen la principal fuente de problemas en las instalaciones con cable coaxial. Imágenes fantasma, temblores de imagen, franjas horizontales y la presencia de nieve en la imagen son algunas de las consecuencias de este tipo de interferencias, y se eliminan con el uso de la fibra óptica.

?? No hay bucles de masa: Los bucles de masas son causados por dos terminaciones del cable que cuyas tierras no están al mismo potencial. Esta diferencia de potencial se traduce en una corriente eléctrica que generalmente se reproduce en forma de líneas que se desplazan por la pantalla. Al no utilizar la fibra óptica electricidad, los bucles de masa son imposibles.

?? No hay interferencia eléctricas: Los voltajes no tienen ningún efecto sobre el rayo de luz que se transmite por el interior de la fibra óptica. Es por esta razón irrelevante el hecho de que junto a la fibra circulen tensiones de 240 Vca, e incluso de 10.000 Vca.

?? Inmune a los interruptores eléctricos: Incluso a pesar de la presencia de un interruptor a 1 cm de la fibra no se induce ninguna tensión por la misma.

?? Seguridad de la información

Es totalmente imposible interceptar la señal que circula por la fibra sin acceder físicamente a la misma, en cuyo caso se detecta en el punto de recepción.

INCONVENIENTES

?? Costo de la fibra óptica

En estos momentos la fibra óptica aún resulta más cara que los cables de cobre, a pesar que su precio ha disminuido considerablemente en los últimos años.

?? Terminación

En una instalación que utiliza la fibra óptica la terminación es un factor complejo y que requiere de herramientas especiales y de una precisión de operación, por lo que todo ello encarece la instalación. Al ser las fibras muy finas se requieren herramientas especiales para alinearlos correctamente y unirlos.

?? Tendido del cable

El conductor interno de la fibra es de cristal, por lo que se requiere una precaución especial durante el tendido del cable. Se debe evitar estirar y doblar demasiado el cable, factores que pueden provocar la fractura del cristal interno del conductor. La mayor parte de los fabricantes de fibra proporcionan el ángulo máximo de curvatura permitido.

3.1.9 Televigilancia

Estos sistemas de vídeo están pensados para transmitir imágenes a grandes distancias aprovechando como vía de transmisión las líneas telefónicas. La principal ventaja de este tipo de transmisión es que el punto de control o vigilancia puede estar situado tan lejos como las líneas telefónicas lo permitan.

Estos sistemas se componen básicamente de un transmisor de señales de vídeo, al cual se conectarán las cámaras de CCTV, un módem o adaptador según el tipo de línea telefónica y una

línea telefónica en el lugar a vigilar o controlar. En el centro de control se precisa un equipo receptor, un módem y una línea telefónica.

El equipo receptor puede ser un ordenador convencional tipo PC con su software de control correspondiente, o bien un equipo compacto con salida de vídeo compuesto, para conectar a un monitor. Estos equipos, dependiendo del modelo, pueden tener varias funciones, como son el control de cámaras a visualizar, tamaño y resolución de las imágenes de las mismas, identificación de las cámaras, formatos de visualización (pantalla completa, secuencia, multipantalla), control de posicionadores y ópticas, grabación de las imágenes en diferentes soportes, etc.

El módem o adaptador según el tipo de línea tiene como función adaptar la señal a la línea telefónica empleada, que puede ser de estos tres tipos:

?? Red Conmutada (RTC)

Las líneas de este tipo son las estándar, también denominadas analógicas. Dichas líneas tienen un ancho de banda menor que las digitales, por lo cual las velocidades de transmisión también son pequeñas. El número de imágenes enviadas son del orden de 5 a 10 imágenes por segundo dependiendo del equipo, la velocidad del módem, el tipo de imagen (B/N o color), así como el tamaño y resolución de la misma.

?? Línea dedicada

Este tipo de líneas, también denominadas punto a punto por ser la conexión directa entre el equipo transmisor y el receptor. Tienen un coste mas elevado que las convencionales, pero tienen como ventaja que el coste no depende del tiempo de conexión, por lo cual pueden ser recomendables cuando se requiera estar conectado durante largos períodos o permanentemente (vigilancia 24 horas).

?? Red Digital (RDSI)

La transmisión de señales de vídeo mediante línea de teléfono digital (RDSI) es un método cada vez mas popular. Se trata de una línea de teléfono digital que transmite señales de video a 128 kilo bytes por segundo.

Las líneas de este tipo tienen como ventajas principales, un mayor ancho de banda, así como mayor inmunidad a los ruidos, lo que permite obtener velocidades de transmisión del orden de 10 a 25 imágenes por segundo, dependiendo del formato de la imagen y del equipo.

La señal se codifica en un lugar, se transmite por la red telefónica y luego se recibe y decodifica en el centro de vigilancia. Estos sistemas normalmente están controlados por eventos, lo que significa que sólo se transmite señal de vídeo cuando se ha producido un suceso: por ejemplo, una irrupción

en una propiedad activa un PIR que hace que el transmisor marque el número del centro de vigilancia, que puede tomar la acción adecuada.

Otro tipo de línea digital es la telefonía móvil (GSM), la cual tiene como ventaja principal la movilidad, puesto que no depende de una conexión física con la línea para la transmisión del equipo con el equipo transmisor.

3.1.10 Funcionamiento del sistema

3.1.10.1 CAMPOS Y CUADROS

En la televisión la resolución temporal varía entre 25 y 30 cuadros (fotogramas) por segundo, según el país en que se origine la señal.

El sistema de televisión NTSC usado en Estados Unidos reproduce aproximadamente 30 cuadros por segundo, mientras que el sistema PAL que usa la mayor parte de Europa reproduce 25 cuadros por segundo.

En la televisión cada cuadro está formado por cientos de líneas horizontales, A lo largo de cada una de estas líneas existen miles de puntos de información de brillo y color. Esta información se genera electrónicamente en la cámara (a partir del CCD) y después es reproducida en un monitor de TV. La secuencia de rastreo se realiza de izquierda a derecha y de arriba abajo.

Para reducir el parpadeo y las variaciones de niveles de brillo durante el proceso de barrido (scanning) cada imagen se divide en campos entrelazados. Las líneas impares son barridas en primer lugar y posteriormente las líneas pares son integradas en los espacios restantes. El termino entrelazado describe el método de barrer las líneas pares e impares de forma alternada para completar el total de líneas de la imagen completa. Cada uno de estos medios cuadros (ya sean líneas pares o impares) recibe el nombre de campo. La imagen completa (formada por dos campos) recibe el nombre de cuadro.

Una vez que una imagen completa (cuadro) ha sido barrida, el proceso se inicia de nuevo. Los ligeros cambios entre imágenes sucesivas son integrados por nuestra percepción, dándonos la ilusión de un movimiento continuo sin interrupción.

3.1.10.2 DISPOSITIVO DE IMAGEN

Las ópticas de las cámaras de CCTV forman una imagen en un blanco (target) fotosensible en el interior de la cámara. Se trata de unos receptores fotosensibles de estado sólido llamados CCDs (Charged Coupled Devices) que son capaces de detectar las diferencias de luminosidad en los distintos puntos de la imagen.

La superficie de un CCD (también conocido como chip) contiene cientos de miles de pixels (o sea, de picture elements o elementos de imagen), cada uno de los cuales responde electrónicamente a la cantidad de luz enfocada sobre su superficie.

Las diferencias en el brillo de la imagen detectadas en cada uno de estos puntos de la superficie del CCD son transformados en voltajes eléctricos. Cuanto más luminosidad hay en el punto, más voltaje se genera.

La tensión de cada uno de los pixels puede ser leído línea por línea en un circuito electrónico. El proceso se repite continuamente creando una secuencia constante de información de campos y cuadros cambiantes.

En cierto sentido el proceso se invierte en el monitor, donde las tensiones generadas por los pixels son convertidas en luz que forma la imagen resultante que se ve en la pantalla de TV.

3.1.11 Estándares de Televisión

Han existido a lo largo del tiempo unos 14 estándares de transmisión en diferentes momentos. Hoy en día, excluyendo la televisión de alta definición o TV digital (HDTV/DTV), existen fundamentalmente tres sistemas distintos (con variaciones significativas entre países).

Las diferencias básicas entre estos tres sistemas de televisión se centran básicamente en dos puntos:

?? El número de líneas horizontales en la imagen.

?? El ancho de banda del canal.

A continuación se describen los sistemas de televisión existentes:

3.1.11.1 Estándar PAL (*Phase Alternating Line*)

Sistema de 625 líneas y 25 cuadros. Se utiliza en la mayor parte de Europa Occidental. Las 100 líneas extra respecto al sistema NTSC permiten mayor detalle y claridad de vídeo, pero los 50 campos por segundo comparados con los 60 del sistema NTSC producen un cierto parpadeo a veces aparente.

3.1.11.2 Estándar NTSC

El NTSC (National Television Standards Committee) es un sistema de 525 líneas y 30 cuadros por segundo que se utiliza primordialmente en los Estados Unidos, Canadá, Groenlandia, México, Cuba, Panamá, Japón, Filipinas, Puerto Rico y parte de América del Sur.

El sistema NTSC fundamentó su ciclo temporal en la frecuencia eléctrica de 60 Hz.

Hay otros países con frecuencia de 50 Hz y por eso se hizo lógico desarrollar un sistema de televisión sobre la base de 50 ciclos.

3.2 DISEÑO DEL SISTEMA CCTV

Para el diseño de este sistema se debe escoger en primer lugar el tipo de cámaras que se van a emplear, con su óptica correspondiente. Lo más importante es tener bien definida el área a visualizar. A partir de aquí se necesita escoger el formato de la cámara, conocer la posición donde se montará, la distancia de la cámara al objeto, considerar si la instalación es exterior / interior...

Para ello se pueden tener en cuenta diversos criterios, como son:

- ?? Las dimensiones de los campos de visión de las zonas que se quieren cubrir, distancia focal que se exige en base a lo anterior, o bien ángulo de visión limitado por las características de los lugares que se quieren visualizar y controlar.
- ?? Características del lugar a visualizar, tales como la luminosidad y su carácter variable o invariable, el tipo de visualización que se requiere (Detección, Actuación o Identificación)
- ?? Lugares en que se deben ubicar las cámaras, así como su distancia a los equipos receptores de las imágenes captadas, ya que deben darse ciertos requisitos en cuanto al nivel mínimo de señal que pueden captar los monitores receptores de la señal de vídeo.

Para que el nivel mínimo de señal de vídeo que puede captar un equipo monitor sea coherente con la señal capturada y transmitida por las cámaras a él conectadas, es necesario que se cumplan las siguientes especificaciones en cuanto al cableado de tipo coaxial que se debe instalar:

- ?? Cuando la distancia a cubrir por el cableado entre las cámaras y los receptores de imágenes no supera los 150 metros, el cable coaxial que se debe emplear (considerando sus niveles de atenuación), es el RG 59
- ?? Si por el contrario esta distancia supera los 150 metros, el cable será RG 11

Considerando los parámetros descritos en el apartado anterior, se tiene que las características que como mínimo deberán de cumplir las cámaras a proyectar son las siguientes:

- ?? La captación de la imagen por las cámaras se realizará mediante un dispositivo sensor de imagen CCD de 1/3", 752 (H) x 582 (V) puntos activos, aproximadamente 430.000 pixels de imagen efectivos. Esto es así porque se trata del formato más habitual empleado.

- ?? La resolución es directamente proporcional al número de pixels existentes en CCD, y cuantos más pixels se ubiquen en un CCD del mismo tamaño, más nítida será la imagen que producirá la cámara. Así, será mejor cuanto mayor sea este valor:
- ?? Resolución Vertical: 625 líneas, 50 semicuarto/s, por tratarse del sistema PAL.
- ?? Resolución horizontal: Se van a instalar cámaras de alta resolución, con lo que el valor de la resolución horizontal de las mismas, será >570 líneas.
- ?? Sensibilidad: indica el nivel de la intensidad luminosa mínima (expresada en lux) para una cámara, con el que es posible reconocer los objetos correspondientes a la imagen captada, cuando es reproducida en la pantalla de un monitor. Este parámetro suele especificarse junto con otra variable, el Factor F, que indica la apertura del iris. La cámara es más sensible cuanto menor es el nivel mínimo de intensidad luminosa (en luxes), y mayor es el valor de F (ya que entonces, menor es la apertura del iris). En este caso, en que la intensidad luminosa permanece invariable, por tratarse de cámaras de interior, se especifican 0,6 lux y apertura del objetivo 1:1.0.
- ?? Relación señal a ruido S/N: >48 dB evaluado.
- ?? Zoom electrónico x4 ajustable.
- ?? Incorporan obturador electrónico, que permite ajustar el tiempo de exposición del CCD. La velocidad del Shutter (obturador electrónico), al tratarse del sistema PAL, tiene el valor de 1/50, y puede aumentar hasta 1/20000.
- ?? Corrección de contraluces: 6 campos de luz parametrizable para poder ver determinadas áreas en condiciones difíciles de luminosidad.
- ?? Regulación del objetivo: se buscarán cámaras con los dos tipos de ópticas. Así tendrán el objetivo con iris controlado por tensión o bien por señal de video.
- ?? Alimentación: 10,8 a 13,2 V, 24V ca, conmutación automática.
- ?? Sincronismo: es una señal de vídeo de referencia que se utiliza para que todas las cámaras inicien la exploración del captador CCD al mismo tiempo. De los dos tipos de sincronismo que existen, dado que las cámaras se alimentan con corriente alterna, se especifica sincronismo line-lock sobre alimentación de 24Vca, el cual usa la frecuencia de red (50Hz) como señal patrón.
- ?? No se instalará sistema de telemetría, y se tendrán por tanto, cámaras fijas. Esto será suficiente para poder controlar las distintas dependencias de las estaciones ferroviarias.

El conjunto de cámara fija de exterior estará compuesto además de por la cámara (cuyas características son las descritas en los puntos anteriores) por los siguientes elementos:

?? Objetivo con distancia focal fija de 1/3" F 1:1,2. Distancia Focal de 4 mm. Como se trata de ambientes exteriores donde los niveles de luminosidad son variables con un rango de variación muy amplio, se deberán utilizar ópticas autoiris. Éstas, son capaces de adaptar automáticamente su apertura de diafragma a los niveles de luz ambiente.

?? Carcasa antivandálica de protección de cámara para exteriores de 390 mm de longitud.

?? Fuente de alimentación para carcasa de protección ECH-S y ECH-M 230V ca, 12V cc, 400 mA estabilizada.

?? Soporte de pared con articulación para carcasa de protección tipo ECH-x. Fuerza de tracción máxima de 15 Kg.

3.2.1 Funcionamiento general del Sistema

Para diseñar el Sistema de CCTV, se deben tener en cuenta, además de las características del lugar a visualizar, el funcionamiento que se requiere de dicho sistema, el cual se describe a continuación.

Con el sistema de videovigilancia que se instale, se pretende que desde el CIC se puedan recibir las señales de vídeo procedentes de todas las cámaras de las estaciones del núcleo.

Todos y cada uno de los elementos del sistema podrán ser operados desde el CIC a través de PC's conectados a la red sin necesidad de operar las señales de video en formato analógico. Desde esos PC's se podrán ver las imágenes de cada una de las cámaras de cualquier estación o programar cualquier secuencia en cualquier formato visual (individual, matriz de NxN' cámaras, etc) de la misma forma que lo hace un puesto de control de un sistema exclusivamente analógico.

Cuando se produzca un evento, alarma o actuación, se representará la cámara asociada. Cuando finalice la alarma que ha provocado el evento, el sistema volverá automáticamente a la representación secuencial de la situación normal. Se indicará mediante un icono intermitente en la pantalla, qué cámaras están representando las imágenes asociadas a cada evento. Cuando un operador atienda la alarma, el icono dejará de estar intermitente.

Se busca un sistema de operación ergonómico, con un interfaz de usuario basado en ventanas, preferiblemente en entorno Web (HTML), que permita un adecuado y sencillo funcionamiento para los operadores. Éste deberá estar integrado con el resto de sistemas que se utilicen desde el CIC, es decir, que un operador podrá gestionar desde un mismo PC cualquiera de los sistemas.

El sistema representará en el CIC las imágenes de las cámaras bajo cualquiera de las siguientes circunstancias:

?? Cuando se haya detectado algo sospechoso.

?? Cuando lo solicite un operador.

?? Por secuencias de imágenes predefinidas.

La transmisión de la señal de vídeo al CIC, se llevará a cabo a través de la red Gigabit Ethernet que comunica las estaciones 1 y 2 con la estación principal bajo una topología en estrella. Dicha red es soportada por 2 mangueras de 64 fibras ópticas monomodo.

El tiempo que transcurrirá desde que el sistema reciba una orden para la representación de la imagen de una cámara hasta que se visualice en el CIC no será superior a 1 segundo.

3.2.2 Descripción del Sistema

El sistema de videovigilancia puede ser de dos tipos:

?? Analógico

?? Digital

Los sistemas de CCTV digitales permiten muchas más prestaciones y presentan ventajas notables respecto a los sistemas analógicos puros:

?? Gran calidad de imagen.

?? Reducción de tiempos de búsqueda de secuencias: acceso directo a secuencias grabadas.

?? No precisa de la mano humana a diario en su manejo, o de un mantenimiento regular.

?? Fácil expansibilidad.

?? Almacenamiento más pequeño y seguro.

?? Digitalizar las imágenes optimiza su tratamiento y transmisión.

?? Información accesible en cualquier punto y momento con sistemas conectados a red informática o de comunicaciones.

?? Posibilidad de administración remota de sistemas.

?? Muy superior relación calidad / precio en relación con los sistemas de CCTV convencionales.

Según estas ventajas, y teniendo en cuenta el funcionamiento especificado anteriormente, se va a diseñar un sistema digital.

El alcance del sistema de vídeo digital incluye el suministro, instalación, pruebas y puesta en marcha de los siguientes equipos:

?? Cámaras, con sus correspondientes objetivos, soportes y protecciones (carcasas).

?? El cableado coaxial para unir las cámaras y la matriz y/o codificadores.

?? Matriz de conmutación en las estaciones.

?? Codificadores (digitalizadores de las señales de video).

?? Equipo videograbador.

?? Monitores TV en estaciones y CIC para instalación en rack.

En cada estación se colocarán las cámaras necesarias para permitir visualizar todos los ambientes, prestando especial atención a escaleras mecánicas, máquinas automáticas de venta, etc... Las cámaras se instalarán tanto en vestíbulos como en andenes. Su ubicación se refleja en los planos adjuntos a la presente memoria.

Para diseñar el resto del equipamiento necesario en este tipo de instalación, se plantea lo siguiente:

En cada estación existirá una matriz de vídeo a la que se conectarán las cámaras y a las salidas de la matriz, se conectarán codificadores que convertirán las señales analógicas de video a señales digitales. Estos codificadores estarán conectados a la Red Local de la Estación y permitirán que las imágenes de las cámaras se puedan seleccionar y ver desde cualquier PC conectado a dicha red local.

El tamaño de las matrices dependerá del número de cámaras existentes en cada estación. El número de entradas de la matriz se decidirá en función del número de cámaras de cada estación, ya que deberán conectarse todas (entre las cámaras y la matriz se colocará un distribuidor de vídeo en rack al que por un lado se conectarán las cámaras y por el otro las entradas de la matriz, conectándose un lado con el otro por medio de puentes o latiguillos). El número de salidas de la matriz será aproximadamente la mitad que el número de entradas, con un mínimo de 8 salidas. Los codificadores tendrán 4 entradas y el número necesario de los mismos irá en función del número de salidas de la matriz y del número de cámaras de la estación. Opcionalmente podrá existir un monitor de TV instalado en rack para realizar pruebas. A este monitor le llegará una señal analógica proveniente de una de las salidas que queden libres en la matriz analógica.

En cada estación habrá un PC con una aplicación informática que permita el manejo de la matriz de vídeo y de los codificadores. Para ello la matriz deberá tener una salida Ethernet que permita su conexión a la red local.

Dado que el CIC estará conectado a todas las redes locales de todas las estaciones a través de un conmutador Gigabit Ethernet, cualquier PC del CIC podrá seleccionar cualquier cámara de cualquier estación para su visualización.

La gestión del sistema CCTV desde el CIC permitirá parametrizar la velocidad, calidad y tamaño de las imágenes que se reciban.

Para un mejor control del sistema en el CIC habrá 4 unidades con pantallas TFT de 17" dedicadas exclusivamente a monitorización de las estaciones. Cada una de estas unidades habrán de tener un interfaz de usuario lo suficientemente ágil y amigable para seleccionar con rapidez y sencillez cualquier cámara de cualquier estación para su visualización temporal.

En el CIC se instalará un videograbador digital que permitirá grabar las imágenes seleccionadas, siempre en modo digital.

En la siguiente figura se muestra cómo sería la arquitectura del sistema para las distintas estaciones y el CIC, según el equipamiento descrito anteriormente:

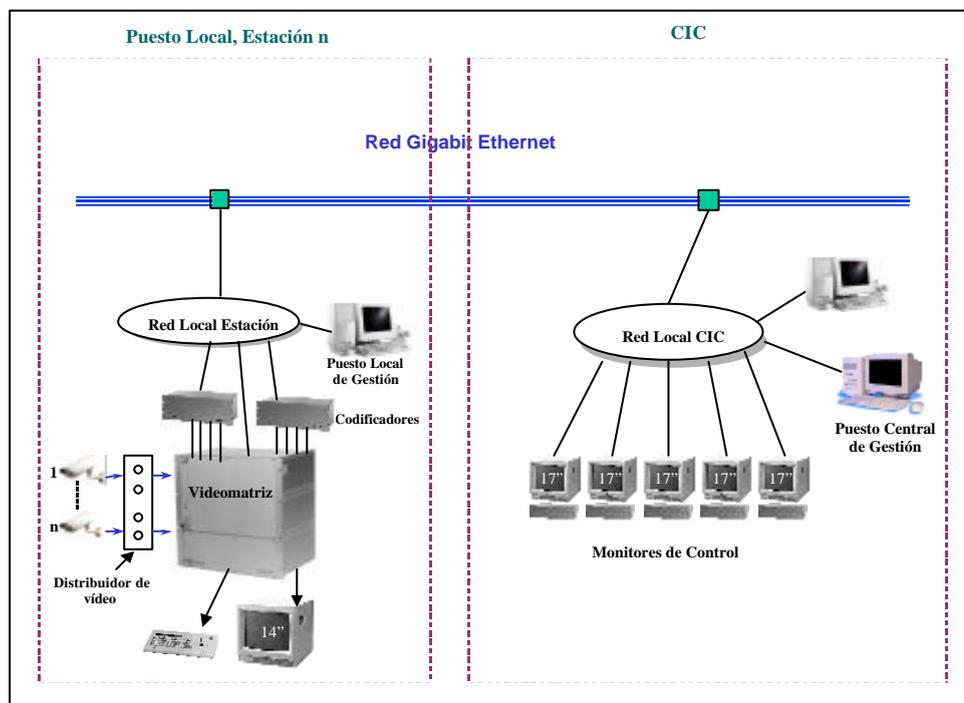


Figura 1. Arquitectura del sistema de CCTV.

Existe un Sistema capaz de englobar el funcionamiento del equipamiento descrito, en un único equipo.

Así, en lugar de instalar por separado equipos multiplexores de imágenes (como es el caso de las matrices), digitalizadores (codificadores), grabadores y dispositivos de visualización y tratamiento de imágenes, se instalará un sistema que reúna todas estas funcionalidades. Sus principales características se detallan a continuación.

3.2.3 Características de la Solución adoptada

El sistema proyectado en cada estación, denominado IG-Monitor, es un sistema digital de Vídeo-Vigilancia que permite la digitalización, grabación y distribución, de un gran número de fuentes de vídeo con distintas calidades de imágenes.

La distribución de las imágenes, ya sean en vivo o grabadas, se realiza a través de redes bajo el protocolo TCP/IP. El almacenamiento de las imágenes se realiza localmente en el equipo digitalizador/ grabador al que se encuentran conectadas las cámaras.

El sistema se compone de dos elementos principales:

?? Equipo digitalizador /grabador.

?? Puesto remoto de Vídeo-Vigilancia

Las características más reseñables de este sistema son las siguientes:

?? Solución basada en estándares de transmisión de vídeo sobre IP (MPEG1) con marcas de seguridad propietarias que garantizan la confidencialidad de los datos que circulan por la red manteniendo un mínimo de retardo de transmisión.

?? Codificación por hardware de hasta 16 señales de vídeo PAL color en formato SIF a 25fps por codificador con entradas de 1Vpp de señal a entregarse en cableado de 75Ohmios terminado en conectores BNC macho.

?? Software de decodificación para clientes que permite visualizar imágenes desde cualquier equipo sin necesidad de poseer una hardware especializado.

?? Grabación local (en el propio codificador) permanente de todas las señales de vídeo a la misma velocidad de difusión que garantiza una excelente calidad en la reproducción de imágenes grabadas sin consumir recursos de red.

?? Mecanismo de gestión de imágenes que permite que una misma imagen se visualice sobre un conjunto de clientes y que un cliente reciba imágenes de un conjunto de servidores (matriz de vídeo “virtual” MxM).

- ?? Mecanismo de gestión de imágenes que permite la difusión de las imágenes grabadas y en tiempo real contra distintos clientes en forma simultánea.
- ?? Mecanismo de procesamiento de grabaciones que permite acceder en forma directa a cualquier punto en el tiempo de cualquier cámara.
- ?? Gestión centralizada redundante de la plataforma que permite conocer en todo momento el estado de los codificadores al nivel de cada señal de vídeo individual.
- ?? Soporte integrado de cámaras móviles (control de PAN, TILT, Zoom, Iris y Foco) de la mayoría de los fabricantes (Phillips, Plettac, etc.).
- ?? Integración con otros sistemas para permitir gestión de visualización sobre clientes dedicados (retroproyectores, pantallas de plasma, etc).
- ?? Integración automática directa con la interfonía de manera de visualizar en forma inmediata la zona desde donde se ha llamado por asistencia.
- ?? Control OCX integrable en otra aplicaciones para visualización sobre cualquier cliente no dedicado.

3.3 DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES

Como se ha especificado anteriormente, existe una red de datos multiservicio que comparten las distintas instalaciones, y que conecta el CIC con el resto de estaciones. Se van a estudiar los requisitos de comunicaciones que imponen los servicios de cada una de las instalaciones, y posteriormente, habrá que comprobar que efectivamente, la infraestructura de comunicaciones diseñada, da soporte al sistema global de gestión del núcleo de estaciones.

El Sistema CCTV constituye un servicio interactivo, con lo que los requerimientos de ancho de banda en la transmisión son más restrictivos.

Los equipos instalados en las estaciones digitalizan y graban las imágenes de una serie de cámaras de vigilancia, para después transmitir las por la red.

El ratio de almacenamiento de datos de estos equipos es de 12,5 a 284 Mb hora por cámara conectada a un digitalizador/ grabador.

Si se considera el caso más desfavorable en el que se tenga el número máximo de cámaras que se pueden conectar al digitalizador, que son 32, y suponiendo que se transmite el máximo de capacidad que puede almacenar (que no ocurrirá normalmente, ya que no siempre se visualizarán todas las cámaras simultáneamente):

32 cámaras: $32 * 284 \text{ Mb hora} = 9088 \text{ Mb / hora} = 9088/3600 = 2524,44\text{Kbps}$

Ancho de banda para CCTV:

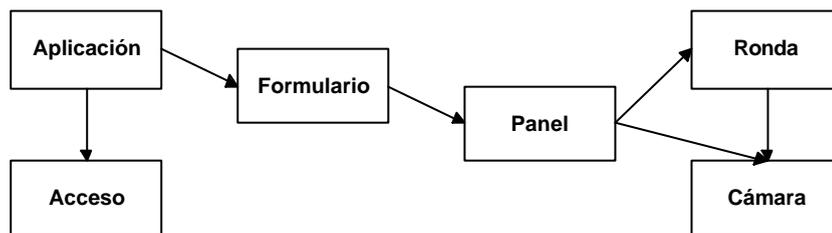
$$BW = 2524,44\text{Kbps}$$

3.4 FUNCIONALIDADES

Todas las peticiones de operaciones desde el CIC se realizan al Servidor de vídeo residente en el CIC. A continuación describimos las distintas funcionalidades asociadas al CIC y a las Estaciones, que en este caso son comunes:

?? Fijación Imagen proveniente de una cámara de cualquier estación y visualización en un equipo y panel también definido por usuario de cualquier estación.

El diagrama siguiente muestra los objetos involucrados en la visualización. Los rectángulos representan dases de objetos, mientras que las flechas indican la pertenencia de unos objetos a otros.



Pasos a realizar:

1.- Petición de los parámetros necesarios

?? Estación y concentrador donde está la cámara que recoge la imagen. Deberá existir una tabla con el /los concentrador /es asociados a esa estación y su dirección IP, para la recogida de la dirección IP del concentrador.

?? Cámara de donde recoger la imagen. Se mostrará una lista de cámaras asociadas a ese Concentrador y se recogerá su Id.

?? Estación y visualizador donde está el visualizador. Deberá existir una tabla con el/los visualizador/es asociados a esa estación y su dirección IP, para la recogida de la dirección IP del visualizador.

?? Panel dentro del visualizador donde visualizar la imagen.

- 2.- Acceso al IGMonitor correspondiente a la cámara seleccionada.
- 3.- Acceso a la cámara
- 4.- Configurar el Formulario y Panel donde se va a visualizar la imagen

?? Visualización de secuencias de cámaras en ronda

La visualización de una secuencia de cámaras en ronda en un panel es similar a la visualización de una única cámara, sólo que en este caso el objeto que se crea es de tipo IGMonitorDescripcionRonda y se asigna a la propiedad Ronda del panel.

Pasos a realizar:

- 1.- Petición de los parámetros necesarios

?? Cámaras de donde recoger la imagen. Se mostrará una lista de cámaras asociadas a ese Concentrador y se recogerá su Id.

?? Estación y visualizador donde está el visualizador. Deberá existir una tabla con el /los visualizador /es asociados a esa estación y su dirección IP.

?? Panel dentro del visualizador donde visualizar la imagen. Se ofrecerá una lista con el estado de los paneles que están definidos en ese momento para este visualizador.

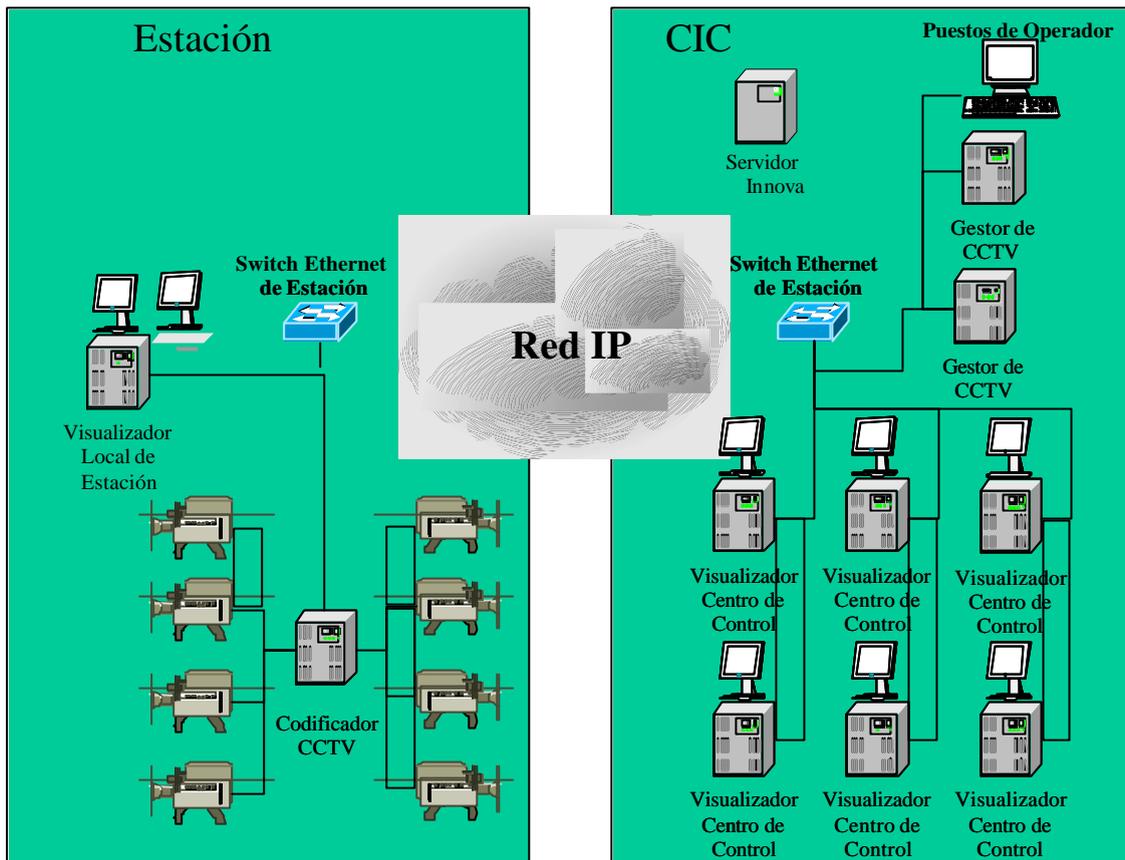
- 2.- Declarar el /los IGMonitor
- 3.- Configurar el Formulario y Panel donde se va a visualizar la imagen
- 4.- Definir la ronda.
- 5.- Seleccionar las cámaras de la ronda

?? Grabación de seguridad de una cámara

?? Reproducción de grabación de seguridad

3.5 ARQUITECTURA HARDWARE DEL SISTEMA DE CCTV

La arquitectura del sistema será la que se muestra en el siguiente diagrama:



En cada estación se encontrarán codificadores suficientes para atender todas las señales de vídeo que existan y conectados a la red IP así como un equipo local de visualización con una pantalla que se ubicará en la taquilla de ventas. El cliente de vídeo tendrá una vinculación lógica contra el gestor local del sistema de soporte a la explotación (o Cliente del Sistema INNOVA).

En el Centro de Control se encontrará el gestor de vídeo vigilancia y su par redundante así como 6 visualizadores, cada uno con su propia pantalla de vídeo. Los gestores se vincularán de forma lógica contra el sistema de soporte a la explotación del centro de control a través del gestor central de este sistema. Adicionalmente, los puestos de operador contarán con un control de vídeo integrado que les permitirá visualizar imágenes en sus propias pantallas.

?? Especificaciones Técnicas de los Equipos:

?? Cámara compacta de color DSP tipo Siemens CCBB1315 o similar, con óptica fija.

?? Equipo IG-Monitor para 4, 8, 12, 16 ó 32 cámaras con formato MPEG-1 de compresión digital.

?? 2 Servidores en CIC para gestión de sistema de CCTV

?? PC de visualización en CIC con pantalla TFT

?? Pentium IV, 256 MB RAM, 20GB Disco, CDROM

?? Sistema Operativo Windows 2000

?? Requerimientos de interconexión

?? Alimentación de los equipos: Cable de 3x2,5 mm

?? Conexión de PC, IG-Monitor y servidor a SWITCH de Red Gigabit: Cable UTP Cat 5e

?? Conexión Cámaras a IG-Monitor: Coaxial RG-59 ó RG-11

Distancias:

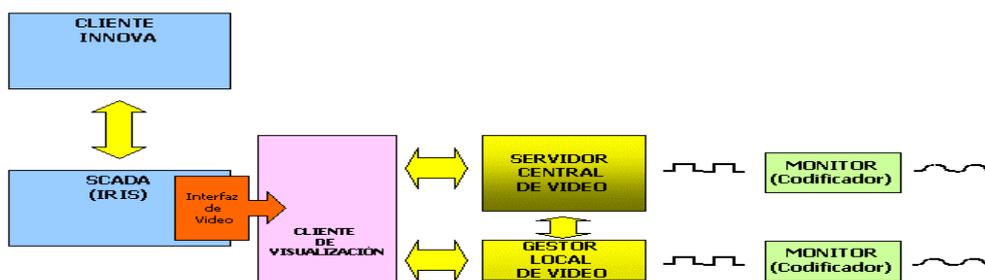
?? Distancia máxima de 150m para RG-59

?? Distancia máxima de 200m para RG-11

?? Para mayores distancias es necesario un amplificador de vídeo.

3.6 ARQUITECTURA SOFTWARE

La arquitectura Software que soporta el sistema es la siguiente:



3.6.1 Monitor (Codificador del IG-Monitor)

Este software de Digitalización y Transmisión, digitaliza la señal analógica que proviene de las cámaras y la comprime en formato MPEG-1, que luego será encapsulada en paquetes IP que pone en la red. Adicionalmente, este módulo cuenta con un agente SNMP, para la gestión del sistema, que permite saber en todo momento el estado de los dispositivos conectados a él.

3.6.2 Gestor Local de Video.

Este módulo se encarga de gestionar el sistema de vídeo de forma local (por estación). Sus funciones son las siguientes:

- ?? Recoge las peticiones del Servidor Central
- ?? Recoge la señal digital de vídeo del Monitor
- ?? Envía la señal digital de vídeo a los Clientes de Visualización

3.6.3 Cliente Innova

Este módulo, integra los elementos a ser gestionados, en este caso, incorporará los elementos gráficos (Java Beans) correspondientes a las cámaras y monitores. Cada elemento tendrá una serie de operaciones y atributos asociados, que podrán ser activados, lanzando métodos del cliente de visualización.

Este módulo permite la configuración de los dispositivos:

- ?? Local: Dirección IP del IG-Monitor al que está conectado.
- ?? Centralizado: Dirección de Servidor Central de Vídeo que resuelva las direcciones.

3.6.4 Cliente de Visualización

Este módulo software permite al equipo donde se encuentre instalado, la posibilidad de visualizar imágenes de video en vivo o grabado por ejecución de sus métodos desde el cliente INNOVA. El modo de visualización es configurable según el tipo de cámara o el modo de funcionamiento (local o centralizada) y permite ver diferentes cámaras en distintos cuadrantes. Dependiendo del tipo de cámara, que haya sido previamente configurada, el cliente cambiará de apariencia, ofreciendo las opciones asociadas a cada tipo de cámara.

3.6.5 Servidor Central de Video

Este servidor se encarga de resolver los direccionamientos. Cuando un equipo configurado en modo centralizado, realiza una petición o solicitud de imagen de vídeo de alguna cámara para que sea visualizada en algún equipo, este servidor pone en contacto el IG-Monitor correspondiente a la cámara con el equipo donde debe ser visualizada la imagen requerida. Es el encargado de la gestión de las bases de datos operativas del sistema:

- ?? Gestor de Dominios (control de accesos)
- ?? Gestor de Direcciones y servidor de comunicaciones.

?? Servidor de Grabación

3.7 INTERFASES ENTRE SISTEMAS

La comunicación con el SCADA se realizará a través de unas dll, proporcionadas por el proveedor. Toda funcionalidad definida sobre el sistema de vídeo debe ser contemplada en las dll para que pueda ser realizada.

El sistema de CCTV estará plenamente integrado en la red e intercambiará sus principales estados con el SCADA, de forma que se conozca en todo momento la situación de todos los elementos de CCTV y las alarmas que estos reporten.

Entre otros, el SCADA tendrá notificación y almacenará los siguientes eventos: fallo en cámara, fallo en codificador, solicitud de cámara por un operador, cierre de imagen solicitada.

4 MEGAFONÍA

El sistema de megafonía permite la difusión de mensajes de voz en las estaciones, tanto localmente dentro de su ámbito como desde el CIC (Centro de Información al Cliente). Se pretende instalar un sistema centralizado, de modo que aunque exista una megafonía local en cada estación, todas las estaciones estén comunicadas con el CIC. Así, se da la posibilidad de que desde el CIC se controle la megafonía del resto de estaciones, pudiéndose establecer comunicación con cualquiera de los altavoces de dichas estaciones.

Las estaciones se dotarán de los equipos de sonorización necesarios para permitir a los viajeros una correcta y clara audición. Estos equipos son los siguientes:

?? Altavoces

?? Amplificadores

?? Equipos de Control

Se instalarán los equipos en cada una de las estaciones y se conectarán, mediante una red Gigabit Ethernet al CIC.

4.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El objetivo que se pretende es diseñar un sistema que permita la difusión sonora, mediante sistemas electroacústicos y de forma centralizada, con lo que se pretende:

?? Mejorar el ambiente en las diferentes zonas de la estación.

?? Difundir mensajes sonoros, actuando tanto como sistema de aviso.

El esquema general de funcionamiento de la instalación estará subdividido en las siguientes partes fundamentales:

?? La generación de la señal a difundir: Se realizará en la sala de equipos del Centro de Comunicaciones de la planta primera, y consistirá en medios de reproducción propios (pletinas o CD, sintonizadores, etc...) o fuentes externas de sonido (ST-hilo).

?? La amplificación de las señales: A partir de las señales anteriores es necesario el uso de equipos de amplificación que alimenten a los distintos circuitos de altavoces, que se dimensionarán en cada zona.

?? Los elementos de campo: las canalizaciones, el cableado y los proyectores

4.1.1 Consideraciones acústicas

El sistema de megafonía ha de permitir la difusión de mensajes (evacuación, información de horarios, incidencias, anuncios comerciales, etc) a las estaciones por parte de los operadores de los centros de atención dentro de la propia estación y de los operadores del CIC (Centro de Información al Cliente) a todas las estaciones.

Para el diseño del sistema de megafonía, debe establecerse previamente una zonificación del lugar que se desea sonorizar (la estación ferroviaria en nuestro caso). La zonificación consiste en dividir el edificio en zonas diferenciadas, que permiten al usuario tener la posibilidad de emitir diferentes tipos de música y mensajes de forma independiente en cada una de ellas; en este caso, y dadas las características de cada una de las dependencias, se establecen tres sectores acústicamente diferenciados:

?? Andenes.

?? Vestíbulo.

?? Dependencias internas.

4.1.1.1 Andenes

Se trata de espacios abiertos con techos para protección de la meteorología.

Se caracterizan por tratarse de una superficie a sonorizar de una longitud superior al centenar de metros y de alrededor de 4 o 5 m de anchura.

Para sonorizar estas áreas deben considerarse los niveles de ruido existente y la existencia en las proximidades de edificaciones que puedan ser molestadas con el sonido.

Una superficie de estas características precisa una distribución de altavoces en sentido longitudinal del andén.

Para los andenes, los altavoces elegidos deberán:

?? Ser de alta direccionalidad ($Q > 8$).

?? Elevada protección a la intemperie ($IP > 44$).

?? Elevado rendimiento ($spl_{1w/m} > 110dB$).

?? Se realizará una distribución de gran número de puntos de sonido de alto rendimiento trabajando a baja potencia.

Estas características se adaptan a los altavoces de motor de compresión con bocina exponencial y en los casos de menor nivel de ruido a los proyectores de sonido de mayor rendimiento.

Con altavoces de estas especificaciones y la distribución indicada se conseguirá:

?? Reducir los ecos electroacústicos producidos por altavoces que se interfieren en una misma zona.

?? Reducir al mínimo el sonido enviado fuera de la superficie del andén.

?? Mantener una correcta relación Señal /Ruido delante de cualquier situación que genere ruido.

4.1.1.2 Vestíbulo

Acústicamente se trata de superficies cerradas que en conjunto pueden presentar un gran volumen.

En estos recintos deberá considerarse la reverberación existente. El Tiempo de Reverberación tiene que ser el adecuado para el volumen de cada recinto.

Existirán dos tipos de locales, los que dispongan de falso techo y los que no lo tengan.

Los niveles de ruido previstos para este tipo de locales serán uniformes, sin cambios bruscos y no serán excesivamente elevados (< a 70 dBspl).

La sonorización de este tipo de recinto requiere un sistema de altavoces distribuidos para conseguir una uniformidad de nivel de presión sonora y una aproximación de los puntos de sonido a los oyentes de forma que se mejore la inteligibilidad de los mensajes.

Los altavoces a utilizar serán difusores a empotrar en falso techo, altavoces para techo de montaje superficial y en algunos casos, según la forma y dimensiones del recinto, se utilizarán proyectores de sonido o cajas acústicas.

4.1.1.3 Dependencias internas

Son los centros de atención donde se encuentra el personal de servicio de la estación:

?? Taquillas.

?? Despacho de Jefe de Estación.

?? Gabinete de Circulación.

Acústicamente se trata de recintos cerrados de pequeñas dimensiones que normalmente no presentan ninguna problemática de reverberación o nivel de ruido.

Los altavoces ubicados en estas dependencias tienen una función de monitorización acústica de los mensajes y ambientación musical para el personal de la estación.

En caso de existir música ambiental, estas dependencias deben equiparse con reguladores de volumen (atenuadores) que permitan ajustar el nivel de sonido a la situación de ruido existente o al nivel deseado por el personal de la dependencia.

4.1.2 Características del sistema

Las características acústicas y de niveles de ruido de cada una de las tres zonas implican que cada uno de ellos sea tratado con los altavoces más adecuados, y que los niveles de presión sonora sean diferentes dependiendo incluso del momento considerado. Por este motivo para cada zona se dispondrá de un sistema de amplificación independiente.

Aunque en principio se han distinguido tres zonas, sólo se consideran dos (2) zonas distintas de amplificación: la primera está constituida por vestíbulo y dependencias internas y la segunda por los andenes. Debido a las diferentes características acústicas existentes entre el vestíbulo y las dependencias internas, aunque los amplificadores utilizados sean comunes para ambas, será necesario instalar atenuadores en las dependencias internas.

Los altavoces serán distintos dependiendo de si se instalan en el interior de la estación (vestíbulos y dependencias internas) o en el exterior (andenes).

Los altavoces instalados en el exterior serán de tipo Proyector de sonido de banda ancha.

Los altavoces instalados en el interior dependen principalmente del tipo de estación. Como norma general se seguirán los siguientes criterios.

?? Estaciones con falso techo: Se instalarán altavoces de tipo difusor empotrado en techo.

?? Estaciones sin falso techo: Se instalarán 2 tipos de altavoces: altavoces de montaje superficial instalados en techo y altavoces de tipo caja acústica instalados en pared. Para el vestíbulo, a la hora de elegir uno u otro se tendrá en cuenta el tipo de techo existente y el cuidado de la estética de la estación. En dependencias como despachos y cafeterías se instalarán cajas acústicas. En los aseos se instalarán altavoces de techo de montaje superficial para evitar el vandalismo.

El equipo de megafonía de cada estación debe estar preparado para recibir 3 canales de audio externos procedentes del CIC que conectará con todas las estaciones:

?? Canal de avisos I (micrófono).

?? Canal de avisos II (avisos y señales grabadas).

?? Canal de música.

Los equipos deberán estar preparados para que se pueda establecer un nivel de prioridad de actuación para las diferentes señales que se reciben tanto locales como externas.

En principio, cada estación se equipará con tres puntos de llamadas microfónicas, situados en:

?? Taquillas.

?? Despacho de Jefe de Estación.

?? Gabinete de Circulación.

Aunque dependiendo del personal existente en cada estación, el número de micrófonos variará.

Estos micrófonos deberán permitir la llamada por zonas (máximo 3) y estarán equipados con generador de notas o pre-llamada. Entre ellos podrán establecerse diferentes niveles de prioridad de actuación y en caso de simultaneidad de llamada, una indicación visual informará al micrófono de menor prioridad. Serán micrófonos de sobremesa de cuello de cisne con teclado e indicadores de gong, habla funcionamiento y prioridad.

4.2 FUNCIONALIDADES DEL SISTEMA

Las estaciones estarán divididas en sectores de sonorización que impliquen tratamiento acústico diferenciado, básicamente andenes y vestíbulos.

Podrá accederse a estos sectores tanto localmente desde el micrófono de estación como desde el CIC.

Los micrófonos, tanto de la estación como desde el CIC, estarán dotados de tecla de emergencia, exclusiva de esta función.

Desde el CIC se podrán controlar los niveles de audio de cada zona y estación individualmente.

El sistema central en el CIC permitirá la elaboración de informes con todos los parámetros de configuración de las estaciones, mensajes, programaciones, eventos y acciones del operador, tanto en el CIC como en las estaciones.

La gestión de las prioridades de emisión deberá hacerse únicamente desde el CIC, salvo en el caso del botón de emergencia que tendrá prioridad en cualquier caso.

Tipos de mensajes de voz

?? Mensajes directos

Serán realizados a través del micrófono dispuesto a efecto, en estaciones y en CIC.

Desde la estación podrán emitirse mensajes directos, previa selección de zonas si las hubiera.

Desde el CIC se podrán emitir mensajes directos a una, varias o todas las estaciones, previa selección de las mismas.

Se podrán crear grupos de estaciones, previa selección de las mismas dentro del menú correspondiente, para facilitar los envíos.

Los mensajes de emergencia tendrán asimismo esta consideración, además de poseer la prioridad absoluta para su comunicación.

?? Mensajes pregrabados

Son aquellos que, grabados previamente, tanto en la estación como en el CIC, podrán emitirse en el momento que determine el operador o bien por medio de la programación establecida al efecto.

Para su emisión se seguirán los mismos criterios de selección de zonas (desde la estación) o estaciones (desde el CIC) que para los mensajes directos.

Los ficheros en formato audio, podrán grabarse tanto en las estaciones como en el CIC utilizando las herramientas que proporciona el sistema operativo. Dichos ficheros serán almacenados en pc, local o CIC para su posterior difusión, con un nombre que los identifique claramente, para su mejor manipulación.

La programación de emisión de mensajes pregrabados podrá realizarse tanto en las estaciones como en el CIC. Esta programación, permitirá la gestión y edición, tanto de ficheros de audio como de los calendarios, diarios y horarios por estación.

Desde el CIC se podrán generar programaciones para las estaciones, que serán enviadas a las mismas junto con los mensajes de voz asociados si fuera necesario.

La gestión, parametrización y edición de las programaciones y mensajes pregrabados, podrá hacerse localmente, dentro de una estación, o desde el CIC para todas las estaciones.

?? Música ambiental

El ambiente musical será el mismo para todo el sistema y por tanto para todas las estaciones, y será generado en el CIC.

Se podrá seleccionar entre las fuentes de sonido que se determinen, siendo las más comunes el hilo musical y reproductor de CD.

Para su difusión a las estaciones se utilizarán los medios físicos y lógicos propios del sistema, pudiéndose realizar programaciones horarias y diarias, distintas para cada estación de forma similar al tratamiento realizado a los mensajes pregrabados.

La prioridad de la música ambiental será la más baja del sistema, debiendo detenerse ante la solicitud de emisión de cualquier tipo de mensaje y reanudándose cuando no la haya y así haya sido programado.

4.3 DISEÑO ACÚSTICO DEL SISTEMA

En este apartado se analizarán los distintos criterios de diseño y las hipótesis de cálculo de partida para, de acuerdo con los mismos, calcular y dimensionar la instalación.

4.3.1 Ubicación de Sistemas Radiantes

Para la ubicación de los sistemas radiantes se adopta un sistema descentralizado mediante altavoces distribuidos, que permite obtener las siguientes ventajas, respecto a otros sistemas:

Como la potencia aplicada a cada altavoz para lograr el rango sonoro deseado es pequeña, el nivel sonoro que puede llegar a los materiales reflectantes es también pequeño por lo que se disminuyen la posibilidad de que exista reverberación.

Se puede obtener un sistema de presión uniforme al existir la distribución de los altavoces.

4.3.2 Niveles de Ruido Ambiente

El conocimiento de los distintos niveles de ruido ambiente que pueden existir en las distintas zonas a sonorizar, es de gran importancia para el diseño de la instalación.

Para el nivel de ruido producido por las personas hablando, se toman valores superiores a los citados como normales en la norma NBE-CA-82 (70 dB). Pueden encontrarse valores de niveles de conversación dentro del margen de +12 dB y -18 dB respecto al nivel medio, (nivel RSM). Es decir, el nivel provocado por una conversación se encuentra entre los valores de 52 dB y 82 dB según los casos, siendo el más frecuente el de 70 dB.

Evidentemente, esta hipótesis de ruidos se toma como valor medio aproximado, pues habrá zonas puntuales donde los niveles de ruidos serán mayores y otras donde serán menores.

4.3.3 Niveles de Señal Necesarios

Los niveles acústicos que se deben generar dependen del tipo de señal a difundir, y del nivel de ruido ambiente existente. Por esta razón se pueden diferenciar dos casos:

?? En el caso de la música ambiental, no se necesita tener un nivel claramente superior al del ruido ambiente en todos los casos.

En estos casos podemos considerar adecuado que el nivel de la música sea del orden del ruido ambiente, consiguiéndose también que las personas no tengan que incrementar su nivel acústico para conversar.

?? En el caso de la difusión de los mensajes hablados, el sonido debe prevalecer por encima del nivel de ruido ambiente, permitiendo una máxima inteligibilidad. Esto se conseguirá siempre que el ruido ambiente producido por el público no sea superior al valor que se tome como hipótesis de trabajo.

Por tanto, para emitir un mensaje con el nivel medio de ruido establecido en el apartado anterior, se proyectará con un nivel de señal que posea un margen de seguridad de al menos 8 dB por encima del nivel de ruido esperado. A partir de ahora, cuando se hable de nivel de señal nos estaremos refiriendo, salvo indicación en contra, al que se obtiene con máxima potencia.

En resumen, el nivel de potencia máximo necesario es de 78 dB.

Por otra parte, las causas de atenuación se puedan agrupar en:

?? Las condiciones ambientales: La temperatura y la humedad determinan que la absorción, para una determinada frecuencia y temperatura, disminuye con la humedad (recomendación ISO R-507); así para una temperatura de 30°C y una humedad relativa del 80%, se tiene a 500 Hz una atenuación de 0,14 dB/100 m, y para 4.000 Hz, 2,15 dB/100 m. Por esta razón se diseñará la instalación de forma que la distancia máxima de separación entre los proyectores no supere los 12 m, de forma que se pueda despreciar la influencia de estos factores.

?? Las barreras acústicas: En este caso al tratarse de una edificación en la que las diferentes zonas a considerar son diáfanos se despreciará la influencia de este factor.

4.3.4 Equipos e Infraestructura

En este apartado se describen las características generales de los equipos, así como las de la infraestructura necesaria para la correcta instalación de los mismos.

Se especifican los distintos condicionantes y los cálculos que llevan al dimensionamiento definitivo de las líneas, número de altavoces, circuitos, amplificadores, etc..., para cada una de las zonas que se han establecido.

Los criterios que se seguirán para determinar el trazado de las canalizaciones que conformarán el esqueleto de la instalación serán:

- ?? La instalación se efectuará en su totalidad mediante tubos y canaletas de PVC, según se indica en los planos adjuntos.
- ?? El cableado se realizará con cable de cobre de dos hilos, con la sección adecuada para garantizar que la máxima caída de señal no supera nunca el 10% a 100 V.
- ?? Todas las conexiones de los altavoces se realizarán mediante el uso de cajas de derivación.

Para definir el equipamiento de la instalación, se pueden tener en cuenta diferentes aspectos:

- ?? Arquitectura de los sectores a sonorizar: en función de ésta, se podrá instalar un tipo de altavoces u otro. Entre ellos figuran altavoces de techo (empotrables en falso techo, o bien de superficie), y los de pared (cajas acústicas...).
- ?? Características acústicas de las zonas, ya que en función del ruido existente, será necesario cumplir con un nivel de presión sonora, lo que restringe el tipo de altavoces que se pueden instalar.
- ?? Por último, se pueden considerar para el diseño, los requisitos de comunicaciones impuestos por las redes que conectan las estaciones. En función de determinados parámetros tales como anchos de banda de transmisión, tiempos de retardo, se evalúa el equipamiento necesario en base a la respuesta en frecuencia ofrecida por el mismo.

El criterio de diseño escogido en este caso, viene dado por las características acústicas y arquitectónicas de las zonas a sonorizar. Se escogerán, dentro de la amplia gama de equipos existentes, aquéllos que cumplan con los niveles de presión sonora impuestos, según los niveles de ruido existentes en cada una de las dependencias de las estaciones ferroviarias. Una vez seleccionados los altavoces a instalar, basándonos en si son de techo o no, y en los niveles de presión sonora que deben verificar, el resto de características técnicas vendrán impuestas. Así, en función de la potencia de cada uno, y considerando el número total de altavoces de cada instalación se dimensionarán los equipos de amplificación necesarios. También se tendrán las respuestas en frecuencia de los altavoces proyectados, con lo que habrá que comprobar posteriormente que se

cumple con los requisitos de comunicaciones de la red de datos existente. El estudio de la infraestructura de comunicaciones diseñada se desarrollará en el siguiente apartado.

Para diseñar el sistema, se van a considerar por separado los dos sectores acústicos en que se dividen las estaciones:

?? Vestíbulo y dependencias internas

?? Andenes

Vestíbulos y Dependencias internas

Los altavoces se distribuirán, de forma que la distancia media de separación sea de aproximadamente 5 m, de esta forma se consigue que la presión sea relativamente uniforme.

Por otra parte, es necesario comprobar que se dispone de la presión sonora en cada una de las dependencias, para ello se parte de los datos de los altavoces proyectados:

En el caso de instalación en el techo el altavoz tiene las siguientes características:

Potencia (RMS)	8 w
Nivel de presión sonora (a 1m, 1w y 1kHz)	93 dB
Rango de Frecuencia	85-20000 Hz

Para comprobar que la presión sonora es correcta se va a calcular su valor en el punto intermedio situado entre los dos altavoces, este punto se encuentra situado a una distancia aproximada de 2,5 m.

Para ello se va a partir de la expresión que nos da el valor de la atenuación a una distancia r_2 tomando r_1 como nivel de referencia en nuestro caso $r_1 = 1$ m y $r_2 = 2,5$ m, dicha expresión es:

$$NPS ? 20 \log \frac{r_2}{r_1} = 20 \log 2,5 = 7,96 \text{ dB}$$

La presión sonora resultante será la suma de la presión sonora a 1m y 1 w suministrada por el fabricante, más el incremento de presión ocasionado por tener dos fuentes de sonido, menos la atenuación calculada anteriormente:

$$NPS_A ? 93 \text{ dB} + 3 \text{ dB} - 7,96 \text{ dB} = 88,04 \text{ dB}$$

En resumen, como el nivel de potencia máximo necesario era de 78 dB, se cumple la exigencia de este valor con la distribución propuesta.

A la vista de los resultados, dado que el nivel de presión sonora (NPS) obtenido es demasiado elevado, del orden de 10 veces mayor al límite exigido, se podría pensar en una distribución también uniforme pero con una mayor distancia entre altavoces, obteniendo con ello un NPS menor, pero siempre cumpliendo la condición exigida anteriormente. Se calcula entonces la distancia, procediendo de forma inversa en los cálculos:

$$NPS_A \approx 93 \text{ dB} + 3 \text{ dB} - NPS = 80 \text{ dB} \quad \Leftrightarrow \quad NPS = 93 + 3 - 80 = 16 \text{ dB}$$

Ahora se calcula cuál es la distancia media entre altavoces que proporcionan este nivel de presión sonora de 16 dB: (Estamos calculando el valor de r_2 , que anteriormente se supuso igual a 2,5)

$$NPS \approx 20 \log \frac{r_2}{r_1} = 20 \log r_2 = 16 \text{ dB} \quad \Leftrightarrow \quad \log r_2 = 0,8 \quad \Leftrightarrow \quad r_2 = 10^{0,8}$$

Se obtiene que $r_2 = 6,3$ m, y por tanto, la distancia entre altavoces será igual a 12,6 m.

Por tanto, adoptando una solución de compromiso, se proyectarán los altavoces distribuidos de forma uniforme a una distancia de 7 m aproximadamente.

Con la distribución de altavoces planteada se obtienen los siguientes datos:

	Núm. Alt.	Pot. (w)
Estación 1	25	200
Estación 2	21	168
TOTAL DE LA INSTALACION	46	368

Con estos datos se escogen amplificadores de 240 W, uno para cada estación.

Que se conectan a un preamplificador con una estación de llamada para la emisión de mensajes y avisos, y capacidad de gestión de 6 zonas.

Las líneas de los circuitos deben ser dimensionadas de tal forma que la caída de tensión en el cable no supere el 10 %. La caída de tensión en un conductor cualquiera depende de su sección, de su longitud, del material con que esta construido (cobre o aluminio, en megafonía siempre se utiliza el primero de ellos) y de la intensidad (potencia).

En nuestro caso y partiendo de la expresión que nos permite conocer la caída de tensión de un circuito (en %) que es:

$$\% U = 100 \frac{2 P L}{56 U^2 S}$$

siendo

P = Potencia conectada al circuito en W.

L = Longitud en m.

U = Tensión en V.

S = Sección en mm²

56 = Conductividad del cobre en $\frac{m}{mm^2}$

Para cada estación, la sección del cableado será de 1,5 mm² por cada conductor. Si alguna de las líneas de altavoces supera los 200 m, se utilizará cable de 2,5 mm² de sección.

Considerando ésto, y a partir de la expresión anterior, se calcula el valor de la caída de tensión en el circuito de cada estación:

?? Estación 1: (200 w)

Se considera toda la potencia conectada en el extremo del circuito (la condición más desfavorable posible), con una longitud del circuito de 200 m.

Se obtiene, para una sección del cable de 1,5 mm²:

$$\% U = 9,52 \% < 10 \%$$

Así pues se utiliza en la instalación cable de 1,5 mm², del tipo rojo-negro, y de 2,5 mm² para líneas de circuito que superen los 200 m de longitud. Como no es de prever inducciones no se proyecta el uso de cables apantallados.

?? Estación 2: (168 w)

Bajo las mismas consideraciones que en la otra estación, se tiene que:

$$\% U = 8 \% < 10 \%$$

Con lo que el cableado presenta las mismas características que en la estación 1.

Andenes

Se trata de espacios abiertos con techos para protección de la meteorología.

Se caracterizan por tratarse de una superficie a sonorizar de una longitud superior al centenar de metros y de alrededor de 4 o 5 m de anchura. Para sonorizar estas áreas deben considerarse los niveles de ruido existente y la existencia en las proximidades de edificaciones que puedan ser molestadas con el sonido.

Una superficie de estas características precisa una distribución de altavoces en sentido longitudinal del andén. Se van a situar separados una distancia de unos 7 metros, para obtener una distribución uniforme del sonido a lo largo del andén.

Los altavoces requeridos para este sector, son de tipo proyector de sonido de banda ancha, con alta direccionalidad y rendimiento:

Potencia (RMS)	30 W
Sensibilidad (1 W, 1m, 1 kHz)	98 dB
Presión acústica máxima	113 dB (30 W, 1 m, 1 kHz).
Respuesta en frecuencia	120 ~ 15.000 Hz.

4.4 DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES

Como soporte del sistema de comunicaciones de megafonía entre estaciones, se tiene la red Gigabit Ethernet que conecta el Centro de Control con todas las estaciones, y ofrece una conexión física RJ45 al equipo de comunicaciones de cada estación. El protocolo de comunicaciones será TCP/IP.

En el sistema proyectado la música no está preparada para circular por esta red Ethernet de voz y datos. Por ello se proponen las siguientes soluciones:

?? Un sistema de transmisión por canales privados que serán adaptados para poder ser transmitidos por la red Ethernet del siguiente modo: se tendrá a la salida del equipo de música canales $n \times 64K$. Se utilizará un equipo interface que convertirá estos canales y tendrá una salida Ethernet para poder transmitirla a cada una de las estaciones. En cada estación existirá también un equipo interface que hará la transformación inversa para volver a tener los canales $n \times 64K$ para su posterior utilización.

?? Vía fibra óptica desde el servidor a las estaciones.

?? Implantación de reproductores musicales en cada estación.

?? Sistema de transmisión vía radio por canales privados.

?? También existe la posibilidad de que se pueda transmitir un canal musical por la Intranet que debe instalarse entre estaciones. Esta opción debería consultarse con la empresa que implantará esta red.

Atendiendo a criterios en que se valora cuál puede ser la opción más económica o implementable, se optará por instalar un sistema basado en la implantación de reproductores musicales en la estación principal, desde los cuales se transmitirá la música al resto de estaciones, donde permanecerán en soporte de grabación para ser transmitidas durante un período de tiempo previamente programado.

Para el diseño de la infraestructura de comunicaciones, donde se evalúan los requisitos de ancho de banda, tiempos de retardo, tiempos de recuperación ante caídas del sistema, nos interesan los datos de respuesta en frecuencia del equipamiento proyectado:

?? Altavoces de techo en vestíbulos y dependencias internas: $BW = 20 \text{ KHz}$.

?? Proyectoros para andenes: $BW = 15 \text{ KHz}$.

?? Pupitre microfónico: $BW = 15 \text{ KHz}$.

Estos anchos de banda son los que limitan la tasa de transmisión con la que se pueden emitir los mensajes desde el CIC hasta las distintas estaciones. Para establecer la tasa de transmisión que se va a emplear, hay que distinguir la naturaleza de los mensajes que se quieren enviar. Serán mensajes vocales (en directo o pregrabados) y música ambiental. Ambos tipos de mensajes sonoros requieren distintos anchos de banda de transmisión, puesto que la calidad requerida es menor en la difusión de mensajes vocales, que en la música ambiental. Por tanto, las condiciones establecidas serán más relajadas para el caso de mensajes vocales, con un ancho de banda menor, y más restrictivas para la transmisión de música, donde se requiere ancho de banda mayor.

Como máximo, se podría transmitir a 15 KHz , que es la menor respuesta en frecuencia que ofrecen los altavoces proyectados, y que además coincide con el ancho de banda máximo con el que pueden emitir los pupitres microfónicos sus mensajes vocales.

Sin embargo, si se tiene en cuenta que los altavoces de 15 KHz son los ubicados en andenes, y que los de 20 KHz se ubican en vestíbulos y dependencias internas, donde se requiere mayor calidad sonora, se diseña en base al criterio más restrictivo que implica lo siguiente:

Se va a transmitir con un ancho de banda de 20 KHz . Para calcular la tasa de bits correspondiente, muestreamos con una frecuencia de muestreo dada por el teorema de Nyquist:

($BW = 20 \text{ KHz}$ (altavoces))

$$F_m = 2 * 20 \text{ KHz} = 40 \text{ KHz} \text{ (Frecuencia de muestreo)}$$

Empleando codificación PCM con 8 bits (con 8 bits tenemos una calidad aceptable):

$$BW = 320 \text{ Kbps}$$

En este caso, se transmite según la máxima calidad que pueden soportar los equipos de la instalación. Esto implica que en los andenes, cuyos proyectores presentan una respuesta en frecuencia de 15 KHz, menor a los 20 KHz con los que se transmite, determinadas frecuencias serán filtradas y no se podrán percibir. No obstante, estas frecuencias corresponderán a ambientes musicales que no se requiere que sean recibidos en dichas zonas de las estaciones, ya que en ellas, únicamente será necesario transmitir con suficiente nitidez mensajes vocales, ya sean en vivo o pregrabados, referentes al estado de los trenes en curso, (información de partidas, llegadas, o paso por la estación), necesitando para ello un menor ancho de banda.

El pupitre microfónico emitirá los mensajes vocales con la siguiente tasa de transmisión:

Respuesta en frecuencia del pupitre microfónico: $BW = 15 \text{ KHz} \leq f_m = 30 \text{ KHz} \leq$ Codificación PCM con 8 bits $\leq 240 \text{ Kbps}$

Como se puede comprobar, este rango de frecuencia sí será perceptible por los proyectores, que son de menor calidad que los altavoces considerados como criterio de diseño, y para los que la respuesta en frecuencia está en torno a los 15 KHz.

En cada estación se recibirán tres canales de audio externos, procedentes del centro de control:

?? Canal I: micrófono.

?? Canal II: avisos y señales grabadas.

?? Canal de música.

Para el caso de la música, ésta deberá transmitirse simultáneamente desde el CIC (Centro de información y control), a las dos estaciones conectadas al mismo. Con ello, hay un enlace en la estación principal (donde se ubica el CIC), donde se necesita el doble de capacidad para la música, puesto que son dos las estaciones a las que va destinada. Este enlace se encuentra entre el PC MAT / SIV, encargado de la comunicación con la MIE (máquina de interfaz externa) para la obtención de la información necesaria acerca de los distintos trenes en curso, y el Switch de red Gigabit:

$$2 * 320 \text{ Kbps} = 640 \text{ Kbps} \text{ de música}$$

Para la transmisión del Canal II, también hay que considerar un enlace en la estación principal, donde se requiere el doble de capacidad para el caso más desfavorable en que se transmitan avisos

o mensajes de emergencia a las dos estaciones simultáneamente. Se trata del enlace entre el ordenador central de megafonía y el switch de red Gigabit:

$$2 * 320 \text{ Kbps} = 640 \text{ Kbps (Canal II)}$$

Por último, en esta instalación donde se transmite audio digitalmente, también se envían datos por la red, junto a los mensajes sonoros, para desarrollar funciones de testeo y comprobar así el correcto funcionamiento de los equipos. Así, considerando que cada 2 s se transmiten 4000 bits, se debe añadir un ancho de banda:

$$\text{BW} = 2 \text{ Kbps}$$

Con todos estos datos, en el caso más desfavorable en que los tres canales se transmitan simultáneamente, se tendrá el siguiente ancho de banda total para la instalación de megafonía:

?? En la estación principal:

$$640 \text{ Kbps de música} + 640 \text{ Kbps (Canal II)} + 240 \text{ (Canal I, micrófono)} + 2 \text{ (testeo):}$$

$$\text{BW} = 1522 \text{ Kbps}$$

?? Salida a cada estación, considerando que la conexión es en estrella:

$$320 \text{ Kbps de música} + 320 \text{ Kbps} + 240 \text{ Kbps} + 2 \text{ (testeo):}$$

$$\text{BW} = 882 \text{ Kbps}$$

Los cálculos realizados anteriormente, se asocian al caso en que la instalación que nos ocupa, ofrezca un servicio interactivo. Se ha calculado el ancho de banda total necesario para la transmisión simultánea de tres canales de audio. En el diseño hay que tener en cuenta estos aspectos para garantizar que se realiza de forma correcta la transmisión, incluso en los casos más desfavorables. Sin embargo, estas especificaciones de transmisión se relajan debido a que la música no es ofrecida de forma interactiva. En este caso, cambian los requisitos a considerar:

?? La música se transmitirá desde el CIC, con menor BW que el especificado, durante la noche previa a su emisión en cada estación, transmitiendo el volumen de información necesario para almacenar de forma local en el ordenador central de megafonía de cada estación, la música que se va a escuchar durante las 24 horas siguientes. En este caso, habrá que considerar la capacidad de almacenamiento:

$$1 \text{ s} \approx 320 \text{ Kb}$$

$$3600 \text{ s} \approx 3600 * 320 \text{ Kb} = 1152000 \text{ Kb/ hora}$$

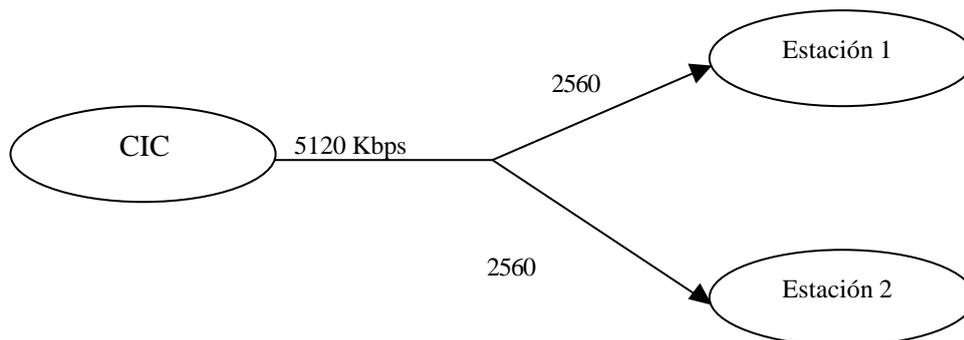
$$1152000 * 24h = 27648000 \text{ Kb/ día}$$

Hay que transmitir 27648 Mb para tener 24 horas de música en una estación.

Ante una posible caída del sistema, si se quiere una recarga del software en un tiempo de 3 horas, y así volver a tener disponible la música para ser transmitida en la estación, se requerirá la siguiente tasa de bits:

$$3 \text{ h} = 10800 \text{ s} \approx 27648000 \text{ Kb se tienen que transmitir.}$$

$$27648000 \text{ Kb} / 10800 \text{ s} = 2560 \text{ Kbps}$$



?? A esto se le añaden los otros 2 canales, para tener el ancho de banda total:

?? En la estación principal:

$$2 \text{ canales de avisos: } 2 * 320 \text{ Kbps} = 640 \text{ Kbps}$$

$$1 \text{ canal de mensajes vocales: } 240 \text{ Kbps}$$

$$\text{En total: } 640 + 240 + 5120 = 6000 \text{ Kbps}$$

?? Salida a cada estación, considerando que la conexión es en estrella:

$$1 \text{ Canal de avisos: } 320 \text{ Kbps}$$

$$1 \text{ Canal vocal microfónico: } 240 \text{ Kbps}$$

$$\text{En total: } 320 + 240 + 2560 = 3120 \text{ Kbps}$$

4.5 ARQUITECTURA DEL SISTEMA

Funcionalmente, el sistema de información y megafonía se diferencia en tres partes con sus equipos asociados:

- ?? **Megafonía local**, que cubre todo lo relacionado con la distribución de los avisos, mensajes y música ambiental a nivel de estación.
- ?? **Megafonía centralizada**, que posibilita realizar las mismas funciones de megafonía que se hacen localmente en todas las estaciones pero centralizadas desde el CIC así como su gestión remota.
- ?? **Megafonía automática (y teleindicadores)**, que asegura la emisión automática de avisos y mensajes (tanto de megafonía como a través de los paneles de información) relacionados con la circulación de trenes y en base a la información proporcionada de forma sistemática e informatizada por el CTC a través del MIE (Máquina de Interfaz Externa).

4.5.1 Megafonía Local

El equipamiento de estación se compondrá de los siguientes equipos para realizar las funciones que tiene asignadas:

- ?? Altavoces.
- ?? Unidades de potencia (amplificadores).
- ?? Preamplificador.
- ?? Pupitres microfónicos.

En la siguiente figura se muestran los equipos que componen la megafonía local de una estación:

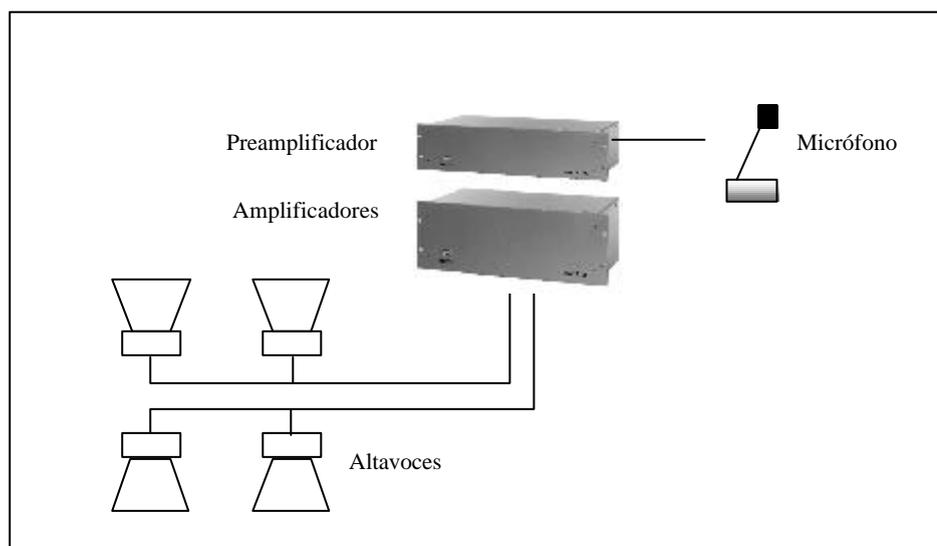


Figura 2. Elementos del sistema de Megafonía local

4.5.2 Megafonía Centralizada

En el centro de control ubicado en la estación principal, se instalará un ordenador de tipo PC de última generación que realizará las funciones de servidor de la red de megafonía centralizada, conectándose de la manera descrita en los siguientes capítulos a la red de comunicaciones existente.

Asociado a este PC, se dispondrá de un sistema para el envío de música.

Como interface con el operador se dispondrá un micrófono de sobremesa, altavoces y microcascos, de forma que el mismo operador pueda elegir el medio de emisión que más le interese en cada momento.

La aplicación multimedia que permitirá al operador controlar todo el sistema de una forma sencilla, intuitiva y económica en movimientos, estará realizada siguiendo la arquitectura Cliente / Servidor y dará respuesta a todos los requerimientos funcionales del sistema.

Cada estación se conectará a la red de comunicaciones mediante un ordenador de tipo PC estándar de última generación, que gestionará y controlará tanto los mensajes locales como los que vengan por la red desde la central de megafonía. También controlará el estado de funcionamiento de los diferentes equipos de su ámbito.

Los PCs realizan las funciones de interface entre los dispositivos de audio y la red informática:

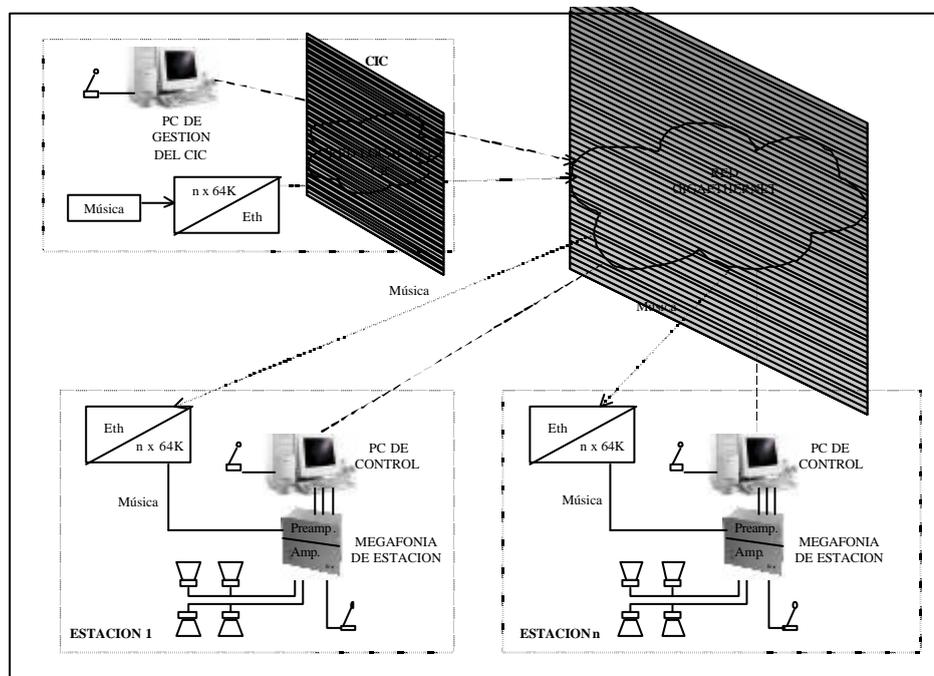


Figura 3. Arquitectura del sistema de Megafonía Central.

4.5.3 Megafonía automática (y teleindicadores)

Las características fundamentales que definen el sistema de Megafonía Automática y Teleindicadores (MAT) son la automatización y la gestión remota del sistema. Con la automatización se pretende que los mensajes de voz y de texto se ofrezcan en modo desatendido por el operador. La gestión remota permitirá a un operador trabajar con el sistema desde cualquier punto que disponga de conexión física con el sistema.

El sistema se configura en cinco grandes bloques:

?? Conexión con la información de circulación.

La información para la emisión de avisos e informaciones automáticas se obtiene del CTC a través de la Máquina de Interfaz Externa (MIE).

?? Servidor Sistemas de información.

El servidor MAT gestiona la información obtenida de la MIE y la distribuye a las estaciones a través del sistema de megafonía centralizada que permite operar remotamente la megafonía local de cada estación.

?? Equipos locales de estación

Estos equipos están constituidos por las mismas unidades de control local de estación de la megafonía central (son aplicaciones en PC que reciben las órdenes directamente del Servidor de información de MAT) y por los elementos locales de megafonía y visualización.

Las unidades de control almacenarán los mensajes visuales y vocales procedentes del sistema automático y los procesarán para presentarlos en los correspondientes elementos de visualización y megafonía.

?? Puestos de acceso a la información y gestión del sistema.

?? Red de comunicaciones.

4.5.3.1 Funcionamiento general del sistema

El conjunto de aplicaciones, distribuidas entre el servidor central y puestos remotos que son objeto de este documento, se diseñarán con el fin de automatizar los sistemas de información al público (megafonía y paneles teleindicadores) en las estaciones del núcleo, así como permitir distintas operaciones manuales para su control, tanto de forma remota desde el Centro de Control, como de forma local, desde los puestos situados en las distintas estaciones.

El ordenador central, encargado de la gestión centralizada del sistema estará conectado a la máquina MIE, la cual le proporcionará entre otras, los datos relativos a movimientos de trenes.

Su misión será básicamente la supervisión de todo el sistema de Control Remoto de Teleindicadores y Megafonía (estado de las instalaciones de estaciones), la edición de bases de datos para su adaptación a los cambios y la edición de incidencias, de información en tableros y de mensajes para el operador de una estación.

El sistema permitirá además la realización de copias de seguridad de sus bases de datos, así como la recuperación de éstas.

A través de la red de comunicaciones que exista, se enviarán todos los datos necesarios a los puestos locales, para la generación de mensajes de megafonía e informaciones de tableros teleindicadores. Asimismo, las estaciones enviarán al sistema central informes sobre su estado.

Los puestos situados en las estaciones admitirán dos formas de funcionamiento: modo remoto, estando los sistemas de información controlados de forma remota, desde el puesto central, y modo local, estando controlados por la propia estación, mediante ediciones y envíos a paneles teleindicadores, a petición del operador del puesto.

La MIE, facilitará además, información sobre el estado y los cambios producidos en los elementos de señalización. Estos cambios y estados producirán, en los diferentes niveles de visualización previstos, los cambios que correspondan, de manera que se tenga en todo momento una representación real del estado de la circulación.

Por otro lado, estos datos desencadenarán una serie de acciones de la aplicación servidor sobre las estaciones que básicamente consistirán en la emisión de los mensajes asociados a esas órdenes de disparo.

De todos los datos proporcionados por la MIE, solo algunos producirán acciones sobre las estaciones. La elección de qué informaciones desencadenarán acciones sobre los equipos de las estaciones, se realizará en función de las características y topología de las estaciones y trenes que circulen.

4.5.3.2 Generalidades de la emisión de mensajes

El modo de funcionamiento normal de las estaciones consistirá en la emisión de mensajes de voz y representación de texto e imágenes en los teleindicadores, con la antelación suficiente a la llegada, salida o paso de los trenes en cada estación.

En el PC local de las estaciones residirán los mensajes de todo tipo previstos a ser emitidos. Las bases de datos que contengan estos mensajes podrán ser gestionadas desde el Centro de Control.

El formato de los mensajes se determinará en su momento atendiendo a las particularidades de la estación por lo que cada una poseerá un grupo de mensajes específico para ella.

La antelación y periodicidad de los mensajes a emitir, se determinará para cada estación según sus características. Estos parámetros podrán ser modificados por el operador del Centro de Control de forma ágil y sencilla.

Se podrá suspender la emisión de mensajes automáticos en una estación de forma total o parcial a mensajes de voz o texto, bien para un tren, varios o todos.

Los mensajes de todo tipo, previamente grabados en los PC locales, podrán emitirse asociados a eventos de dos formas principales:

?? Asociados a una estación:

?? para todas las circulaciones propias.

?? para cada grupo de trenes pares o impares correspondientes a las circulaciones.

?? para un tren o trenes determinados.

?? a una programación horaria determinada.

?? Asociados a uno o varios trenes:

?? los mensajes se emitirán o representarán en todas las estaciones por las que efectúe su paso.

El envío de mensajes directos se podrá realizar utilizando los ya pregrabados o no. Los envíos directos a elementos de representación visual del tipo que sean, se podrán efectuar de las siguientes formas:

?? a una, varias o todas las estaciones.

?? a uno o varios tipos de elementos.

?? elementos de vía par y/o impar.

?? elementos de vestíbulo.

?? todos ellos simultáneamente.

El tiempo durante el cual se representen estos mensajes, lo determinará el Centro de Control y estos mensajes tendrán prioridad absoluta sobre todos aquellos previstos por el sistema de forma automática y hasta que el operador decida.

Para el funcionamiento en modo local se determinarán las prioridades y autorizaciones para que el control local no pueda utilizarse de forma anómala.

En la siguiente figura se presenta el sistema de megafonía automática en relación con el esquema global del sistema:

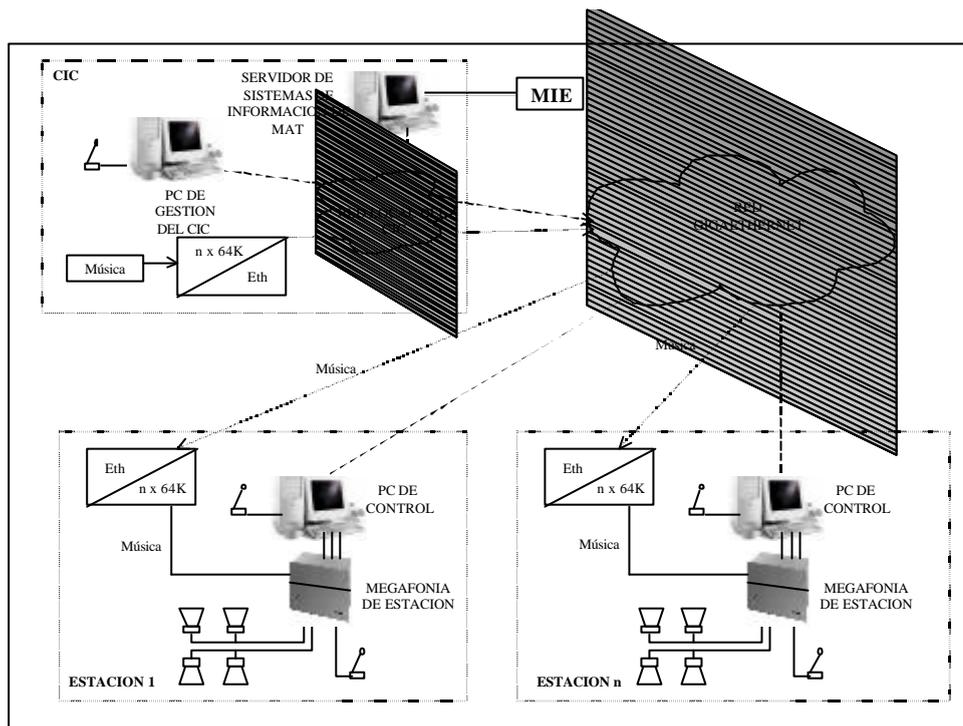


Figura 4. Megafonía automática en relación con el esquema global de megafonía.

4.5.4 Sistema de llamadas para situaciones de fallo de ordenadores o comunicaciones

Existen dos tipos de fallos:

- ?? En caso de fallo de comunicaciones cada estación puede operar de forma independiente.
- ?? En caso de fallo del ordenador de control local de cada estación, se ha previsto las siguientes opciones para realizar llamadas por megafonía:
 - ?? Micrófono de llamadas directas.
 - ?? Módulo con cuatro (4) mensajes o señales grabadas de activación directa.
 - ?? Interface telefónico para poder realizar llamadas desde teléfonos.

4.5.4.1 Interface telefónico

Debe considerarse como un canal auxiliar de baja calidad puesto que el canal telefónico tiene una banda de audio limitada.

Debe estar conectado a una extensión analógica de telefonía. Los teléfonos utilizados para realizar llamadas deberán ser de marcación por tonos DTMF.

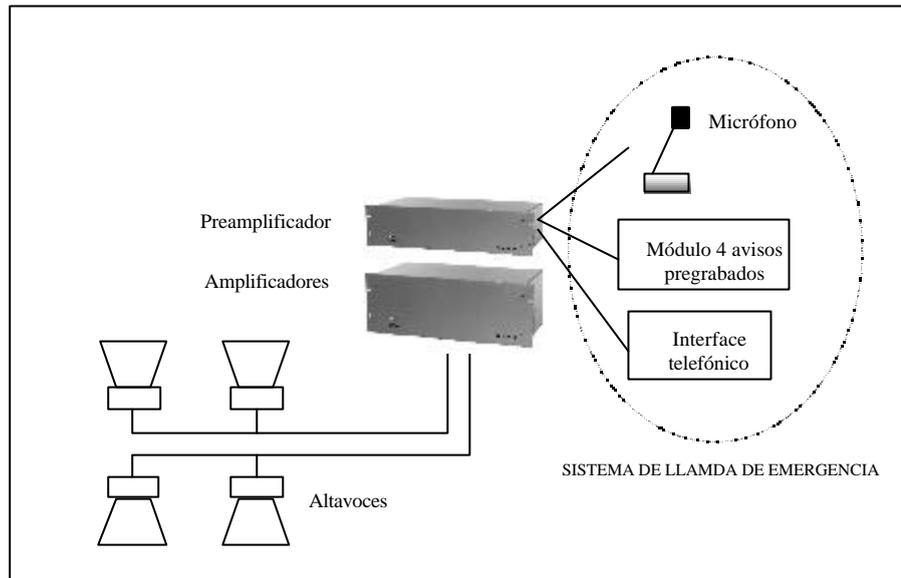
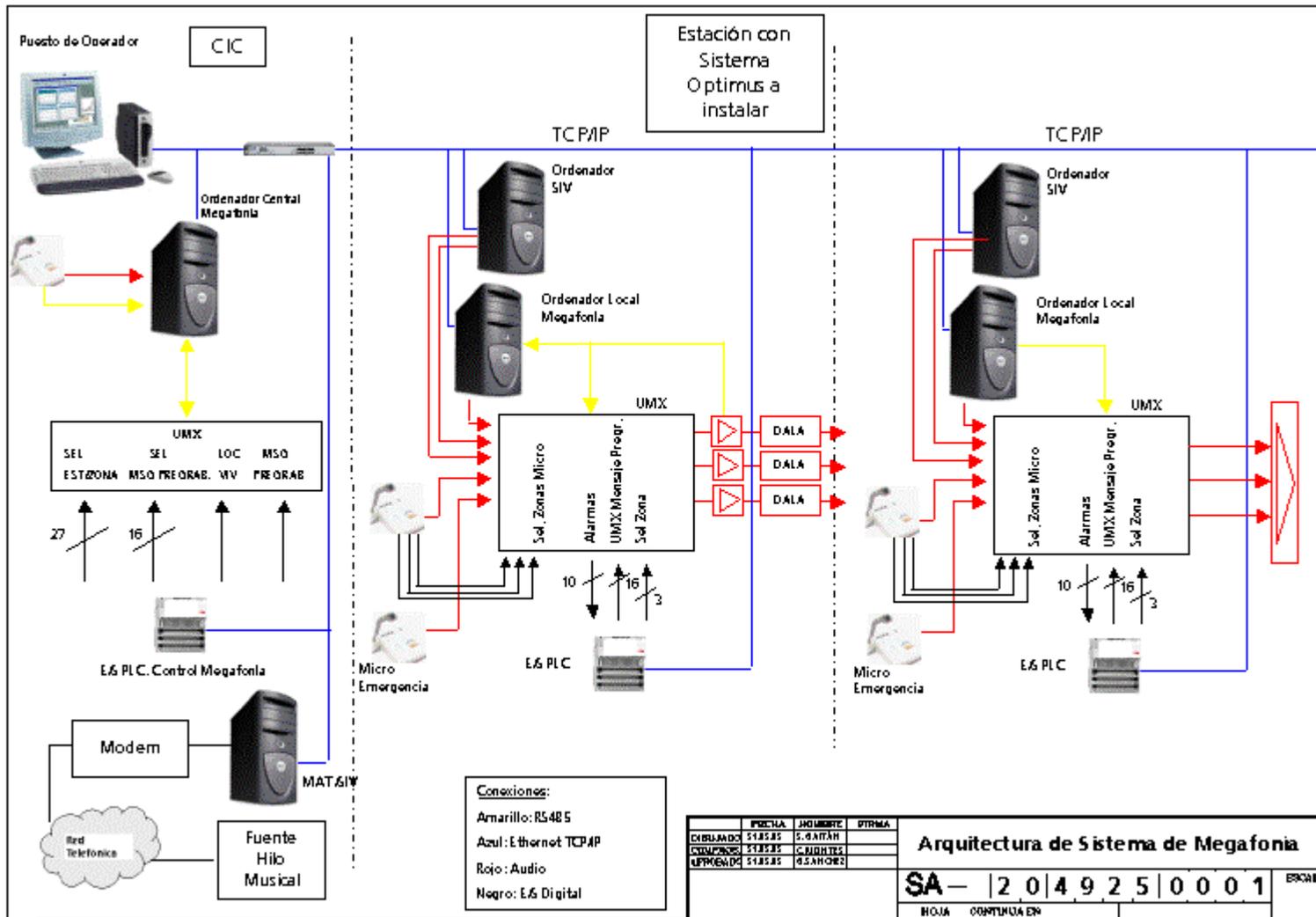


Figura 5. Sistema de Emergencia de llamadas.

4.5.5 Arquitectura Hardware de la solución adoptada

Las características de los equipos que constituyen el sistema de megafonía, así como su interconexión, se desarrollan a continuación:



Componentes del sistema

En el CIC existirá:

- ?? Un PC enrackado funcionando como gestor central de megafonía
- ?? Una UMX01- Matriz de audio microprocesada con las siguientes entradas digitales para interconexión con SCADA:
 - ?? Entradas para selección estación y zona
 - ?? Entradas de selección de mensaje pregrabado
 - ?? Entradas para selección de función (Locución en vivo/Mensaje Pregrabado)
- ?? Un micrófono microprocesado
- ?? Un módulo E/S de PLC para interconexión con SCADA
- ?? Servidor WEB que suministrará las páginas WEB para configuración de los equipos de megafonía
- ?? Un equipo Music Server de broadcast de audio sobre IP

En cada estación existirá:

- ?? Un PC enrackado funcionando como gestor central de megafonía
- ?? Una UMX01-Matriz de audio microprocesada con
 - Cartas Entradas /Salidas digitales para interconexión con SCADA
 - ?? 3 salidas para estado de etapa de potencia por zona
 - ~ *baja impedancia*
 - ~ *alta impedancia*
 - ~ *normal*
 - ?? 1 salida de Fallo de comunicación UMX
 - ?? Entradas para selección zona y mensaje pregrabado

Carta 2 Entradas de audio con cola de espera (PC,SIV)

Carta 2 Entradas de audio sin cola de espera (Micro zonas, música)

Carta Entrada de audio de Emergencia (Micro emergencia)

3 Salidas analógicas para conexión a la instalación de potencia.

?? Un micrófono con selección de zonas

?? Un micrófono de emergencia

?? Un módulo E/S de PLC para interconexión con SCADA

?? Un receptor de audio sobre IP.

?? En las estaciones que no pertenecen al túnel existirá un Supervisor de líneas y amplificadores por cada etapa de potencia.

Requerimientos de interconexión

?? Alimentación de Rack de megafonía y equipos de potencia: Cable de 3x2,5 mm

?? Conexiones de cable audio: Cable coaxial de 2x1,5 mm

?? Conexión de PC y PLC de megafonía a SWITCH de Red Gigabit: Cable UTP Cat 5e

4.6 INTERFASES CON OTROS SISTEMAS

Megafonía – SCADA

La comunicación entre estos dos sistemas se realizará a través de señales de módulos E/S del PLC del Cuadro eléctrico y la UMX.

En el CIC:

?? El puesto de operador se comunicará con el PLC, indicándole los siguientes parámetros:

?? Estaciones/Zonas

?? Mensaje Pregrabado

?? El PLC comunicará al UMX los parámetros antes descritos.

En las estaciones:

?? El puesto de operador se comunicará con el PLC, indicándole los siguientes parámetros:

?? Estaciones/Zonas

?? Mensaje Pregrabado

?? El PLC comunicará al UMX los parámetros antes descritos.

?? Por otro lado el UMX Comunicará al PLC las posibles alarmas que salten en las etapas de potencia y la línea.

5 SISTEMA DE INFORMACIÓN AL VIAJERO (SIV)

Este sistema se encarga de gestionar y mostrar en los Teleindicadores y Monitores la información necesaria para los usuarios de la línea de transporte ferroviario y enviar a megafonía los mensajes correspondientes, sin intervención por parte del operador.

5.1 FUNCIONALIDADES

La principal función del sistema de megafonía automática y Sistema de Información al Viajero es controlar los monitores y teleindicadores de información, mostrando los correspondientes mensajes, así como los sistemas de megafonía emitiendo locuciones, para dar al viajero información sobre las próximas llegadas, salidas o pasos de trenes por la estación, recibiendo para ello la información desde el sistema IGLU. En este caso las funcionalidades asociadas al CIC y a las estaciones son comunes, y se desarrollan a continuación:

?? Recepción de información desde IGLU.

El sistema recibirá la información relativa a los mensajes a emitir desde el IGLU. Esta recepción se realizará de forma automática cada vez que se produzca un evento. Los datos recibidos y la estructura de los mismos estarán definidos en el apartado correspondiente, pero básicamente serán tren, próxima estación, vía, destino, fecha, hora, tiempo hasta la próxima estación y tipo de mensaje.

?? Transmisión de la información a los equipos

Realizará el envío de la información recibida a la estación o estaciones afectadas. La información a enviar variará en función del soporte sobre el que se emita:

?? Megafonía: cuando falte 1 minuto. Este valor será parametrizable.

?? Teleindicadores: cuando falten 10 minutos, descontando el tiempo, tanto para teleindicadores de vestíbulo como de andén. Cuando falte 1 minuto para la llegada, la información de estaciones se mostrará intermitente. Cuando el tren esté accediendo al andén, se mantiene el destino y se borra el tiempo hasta la llegada. Los valores de los tiempos serán parametrizables.

?? Recepción del estado de los equipos

El sistema debe conocer el estado de todos los equipos y emitir un aviso cuando detecte una alarma. Estas alarmas deben quedar registradas en un fichero para su posterior consulta y análisis. La tipificación de las alarmas se realizará en el documento correspondiente.

?? Visualización de los equipos

El sistema mostrará los mensajes que se están emitiendo en cada estación y equipo seleccionado.

?? Registro de eventos

Todos los eventos que se produzcan en el sistema deberán quedar registrados: cambio operador, mensaje enviado, emisión de mensaje, etc.

?? Selección del modo de operación

Permite seleccionar el modo de operación de eventos de pasos de tren.

?? En Modo Automático: el IGLU, enviará los datos definidos anteriormente al SIV central para su posterior tratamiento.

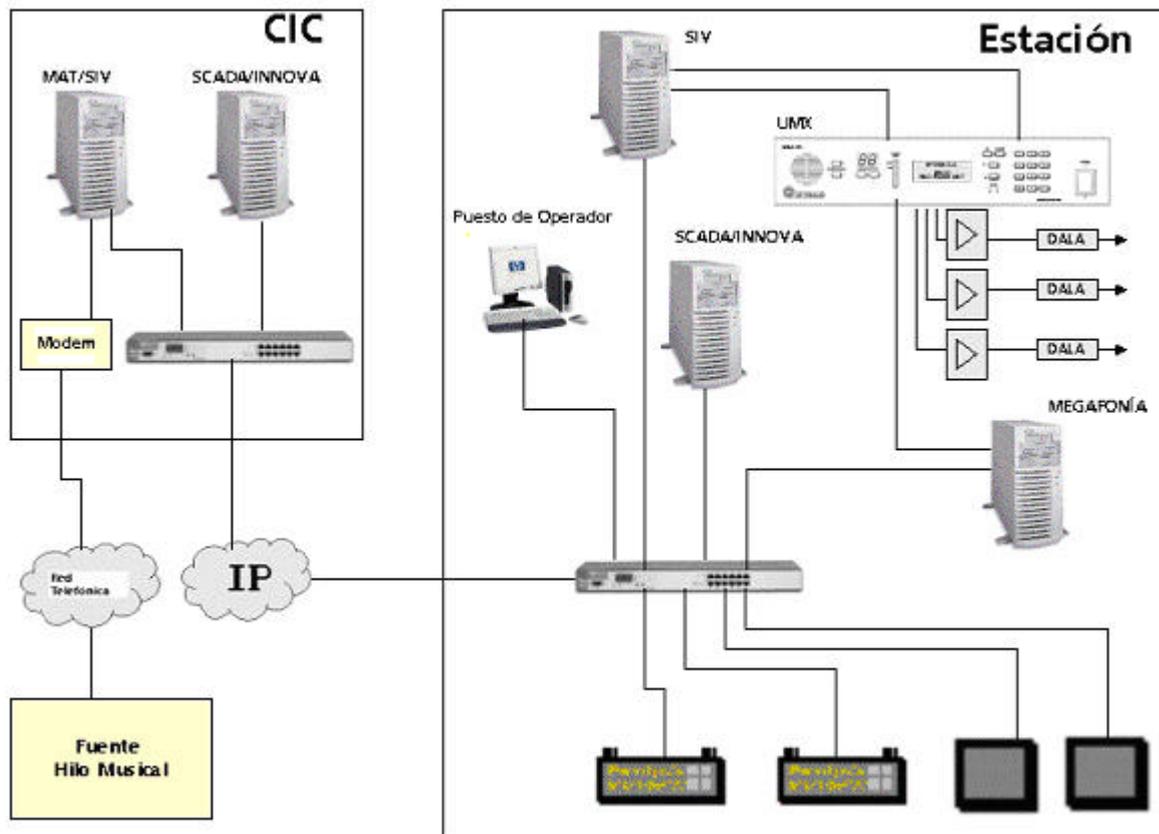
?? En Modo Manual: Desde el IHM (Interfaz Hombre-Máquina), el operador podrá enviar mensajes a los teleindicadores y monitores: Activación o Desactivación de pasos de trenes y Mensajes de introducción Manual.

?? En Modo Horario (Degradado): Si se produce alguna anomalía en la recepción de datos desde el IGLU, el operador deberá cerrar la conexión con el sistema IGLU. Los mensajes serán generados a partir de las Bases de Datos de horarios.

?? Gestión de mensajes

Para resolver conflictos en los accesos a los paneles de información entre los modos automático y manual, los mensajes estarán formados por el propio contenido, el tiempo de visualización y su prioridad. Para todos los mensajes provenientes del IGLU, el tiempo de visualización será hasta la salida del tren, sin cuantificar el tiempo, y con prioridad 1. Para los mensajes de emergencia introducidos manualmente por el operador, se reserva la prioridad 0.

5.2 ARQUITECTURA HARDWARE



Los equipos visualizadores se conectarán con el ordenador local mediante una red local Ethernet, utilizando protocolos TCP/IP. En función de la complejidad del elemento a controlar se dispondrá de un simple convertidor TCP/IP a la lógica interna del equipo, o bien, el propio equipo cuenta con un ordenador interno con su propia conexión TCP/IP.

Los mensajes a los paneles deberán poder ser enviados tanto desde la propia estación como desde el CIC a través de la red Ethernet.

También se podrán enviar mensajes de forma automática, de manera que los mensajes de texto se ofrezcan en modo desatendido por el operador. Este sistema automático de envío de mensajes se describe ampliamente en el capítulo de megafonía, ya que los mensajes de voz también deberán poder ser operados de este modo.

El interfaz de usuario deberá ser en entorno web, tanto a nivel local (estaciones) como central (CIC).

Independientemente del tipo de visualizador, éste será capaz de interpretar correctamente el protocolo de aplicación normalizado.

Características de los diferentes equipos

- ?? Paneles de información, tecnología LED, doble cara, matriz tricolor para andenes en túnel y formada por 128 puntos en horizontal y 24 puntos en vertical. Podrán mostrar 3 líneas de 21 caracteres cada una (altura de carácter: 51 mm) o 2 líneas de 16 caracteres cada una (altura de carácter: 67 mm)
- ?? Paneles de información, tecnología LED, doble cara, matriz monocolor alta luminosidad para andenes al aire libre y formada por 128 puntos en horizontal y 24 puntos en vertical. Podrán mostrar 3 líneas de 21 caracteres cada una (altura de carácter: 51 mm) o 2 líneas de 16 caracteres cada una (altura de carácter: 67 mm)
- ?? Paneles de información con 1 ó 2 líneas de 18 caracteres en tecnología LCD, y 1 línea de matriz roja de LEDs, 1 cara, para vestíbulo. Caracteres LCD de altura 65 mm, color blanco sobre fondo oscuro y tipo mosaico 43 teselas, que permite mostrar textos en mayúsculas, números y símbolos. Línea de LEDs rojos formada por módulos de 8x8 puntos cada uno, constituyendo una matriz de 128 puntos en horizontal y 8 en vertical, pudiendo mostrar 1 línea de 21 caracteres con una altura de carácter de 60 mm, en formata 8x5 u 8x6 puntos.

Especificaciones técnicas

- ?? Monitor CRT 29" con resolución VGA, conexión Ethernet. y montado en mueble metálico robusto.
- ?? PC SIV local
 - ?? Pentium IV, 512MB RAM, 20GB Disco, CDROM
 - ?? Sistema Operativo Windows 2000, 2 tarjetas de sonido

Requerimientos de interconexión

- ?? Alimentación de los equipos: Cable de 3x2,5 mm
- ?? Conexión de paneles, monitores y PC a SWITCH de Red Gigabit: Cable UTP Cat 5e

5.3 INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES

Esta instalación no supone ninguna restricción en cuanto al ancho de banda de transmisión, puesto que la tasa a la que se debe transmitir la información a los paneles es muy pequeña:

Se tienen, como máximo 4 líneas de 20 caracteres en un panel teleindicador. Si se transmiten 8 bits/carácter, y se supone un tiempo de refresco de 1 segundo:

$$4 * 20 * 8 = 640 \text{ bits}$$

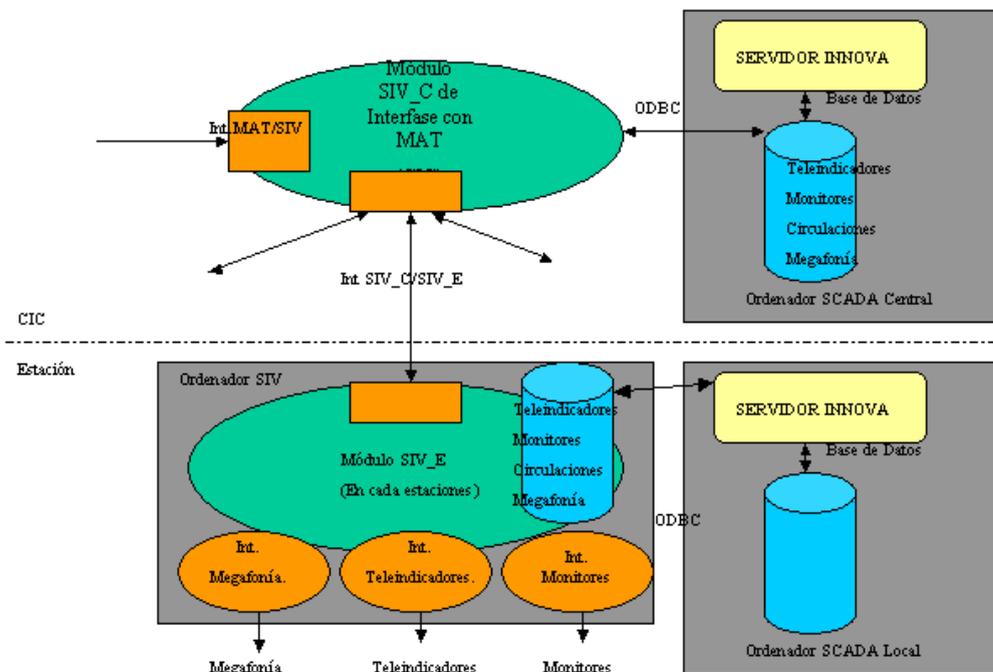
Como se transmiten esos 640 bits cada segundo, se tiene que para cada panel se exige un ancho de banda de 640 bps.

Como máximo, en cada estación puede haber unos 7 paneles teleindicadores, con lo que, en total:

$$BW = 4,48 \text{Kbps}$$

5.4 ARQUITECTURA SOFTWARE

El siguiente diagrama muestra la arquitectura lógica del Sistema:



Arquitectura Software del Sistema de Información al viajero

IGLU:

Este módulo es el encargado de realizar la conexión con la MIE y el tratamiento de los datos provenientes de ésta para su posterior envío a otras aplicaciones. Será el encargado de mantener

todos los datos relativos a los trenes, circuitos de vía, circulaciones y tipos de mensaje, con objeto de que el mantenimiento de este tipo de datos se realice en una única aplicación.

Se conectará al SIV a través de un socket TCP para enviar los datos correspondientes.

Será, a su vez, el responsable de realizar la representación gráfica en pantalla de todas las circulaciones.

INNOVA:

Proceso de IHM INNOVA (En cada estación)

SIV:

Es el módulo encargado de la reproducción de mensajes y de la interfase con los teleindicadores y monitores para su emisión. Existirá un módulo en cada estación.

Descripción de las Bases de Datos:

?? **Circulaciones**, Tendrá todos los datos relativos a todas las circulaciones recibidas de IGLU

?? **Teleindicadores**, que contienen información de cada Teleindicador

?? **Monitores**, que contiene información de cada monitor

?? **Megafonía**, que contiene información de Megafonía

Estas B.D. tendrán todos los datos relativos al sistema en el CIC, y estarán particularizadas en cada estación.

5.5 INTERFASES CON OTROS SISTEMAS

La comunicación con el INNOVA se realizará a través de una base de datos relacional (sobre MS SQL Server) existente en el sistema SIV, en la cual se almacenarán todos los datos necesarios para el sistema.

La comunicación con el SCADA se realizará remotamente a través de la base de datos anterior, para monitorizar o controlar el SIV

Para la comunicación con la megafonía, el ordenador del SIV de cada estación dispondrá de una tarjeta de sonido que reproducirá los mensajes, y estará conectada a una entrada con cola de espera de la UMX del sistema de megafonía

La comunicación con los teleindicadores y los monitores, se realiza mediante el driver correspondiente de cada elemento.

La comunicación entre los sistemas IGLU y SIV se realiza mediante el protocolo denominado MTP (Mini Transfer Protocol) definido expresamente para esta operación y que es una versión simplificada del estándar HTTP (HyperText Transfer Protocol).

Además, el SIV comunicará en todo momento sus eventos y alarmas al SCADA, de forma que este conozca en todo momento el estado de sus elementos.

Entre otros, el SCADA deberá tener notificación y almacenará los siguientes eventos: emisión de mensaje, resultado de la emisión, averías, pérdidas de conexión, grabación/borrado de mensaje, etc.

Principales características:

- ?? Arquitectura cliente-servidor. En general, existe un servidor que atiende las peticiones de múltiples clientes.
- ?? Protocolo request-response. La comunicación siempre será iniciada por el cliente.
- ?? Transporte TCP. La comunicación entre procesos se realizará mediante un enlace orientado a la conexión, mediante el uso de Transport Control Protocol (TCP) en redes IP, con la utilización de sockets. El canal establecido de esta manera se considerará libre de errores.

6 SISTEMA CRONOMETRÍA

Se pretende resolver el problema de determinación, conservación y distribución de las referencias horarias en todas las localizaciones de la red ferroviaria.

De esta forma conseguiremos unificar el control de la hora y los tiempos de los distintos eventos para no producir errores en los procesamientos remotos y/o globales de los datos.

El sistema de Cronometría realizará la sincronización vía GPS de los elementos (relojes, PC's..) de cada una de las estaciones. Cada estación contendrá un sistema de cronometría independiente formado por una antena GPS, un reloj patrón y una serie de elementos a sincronizar.

6.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Todo el conjunto de relojes de una estación irá conectado a un reloj patrón electrónico con sincronización GPS, ubicado en el rack de equipos.

Del circuito de alimentación a los relojes partirán dos líneas hacia los mismos, una para la iluminación y otra para el movimiento, de forma que se pueda actuar de forma independiente sobre cada una de estas líneas.

Por tanto, el sistema a instalar se divide en dos partes:

?? Sincronización entre el GPS y el reloj patrón.

?? Sincronismo entre el reloj patrón y los relojes secundarios.

6.1.1 Sincronización GPS

El sistema GPS (Global Positioning System) provee información horaria y de posicionamiento con cobertura mundial.

La información horaria UTC (hora universal coordinada) transmitida permanentemente por los satélites, es convertida en hora local mediante un sencillo ajuste realizado por el propio reloj patrón.

6.1.2 Sincronismo entre el Reloj Patrón y los Relojes Secundarios

Los relojes patrón emiten señales de manera que todos los dispositivos conectados a él se sincronicen. Existen diversos sistemas de distribución de la hora así como distintos tipos de periféricos receptores. Los métodos principales usados en el presente proyecto son los siguientes:

?? Sincronismo mediante impulsos eléctricos.

?? Sincronismo por código ASCII.

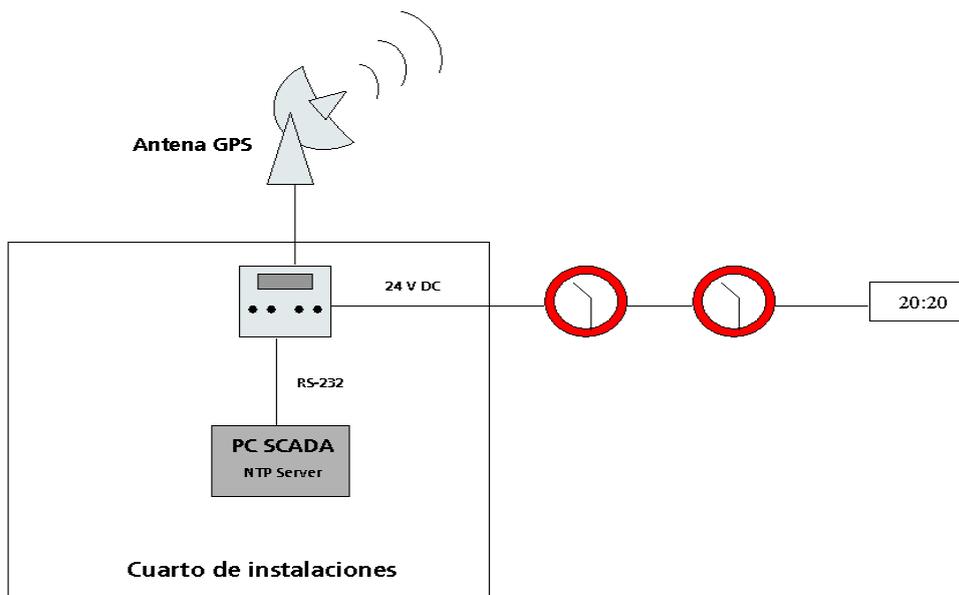
?? Sincronismo por código binario.

El sistema implementará sincronismo por impulsos eléctricos para los relojes secundarios.

6.2 FUNCIONALIDADES

El sistema de cronometría funcionará de manera independiente en cada una de las estaciones. A través de una línea de sincronismo por impulsos (24V DC), los relojes instalados a lo largo de la estación quedan sincronizados con el reloj patrón. Mediante la salida RS-232, el PC SCADA quedará sincronizado, actuando además como NTP server para la sincronización del resto de PC's de la estación.

6.3 ARQUITECTURA HARDWARE



Características de los diferentes equipos

Sistema de sincronización horaria GPS 122982-00 de Unión Relojera Suiza. Sistema de navegación compuesto por una red de 24 satélites que suministra a toda la superficie terrestre ininterrumpidamente información de posicionamiento tridimensional y la hora precisa. El sistema comprende una antena y un módulo receptor de 6 canales que le permite controlar el seguimiento

de hasta 8 satélites, y seleccionar automáticamente la mejor configuración para optimizar la información.

Reloj patrón electrónico WDP-Q 1A de Unión Relojera Suiza para el control de relojes analógicos y digitales. Incluye 1 salida RS-232 – 3 polos.

Reloj analógico, simple y doble cara, información hora, minuto y segundo, retroiluminación por tubo de gas neón, ? 60 cm de esfera, caja en acero inoxidable (AISI 304).

Reloj calendario digital de Unión Relojera Suiza modelo 453A.05.GS

Requerimientos de interconexión

?? Alimentación de relojes patrón analógicos y digitales: Cable de 3 x 2,5 mm

?? Línea de sincronización por impulsos 24 V DC: Cable de 2 x 2 mm o 2 x 2,5 mm (A determinar en cada caso por la carga y longitud del tendido)

7 SISTEMA INTERFONÍA

El sistema de Interfonía permite comunicar a través de una serie de interfonos, a los usuarios del servicio de Transporte Ferroviario, con los centros de atención habilitados a tal efecto.

En cada estación se instalará un sistema de interfonía y se conectará con el CIC de la estación principal, de manera que desde el CIC se deberá poder establecer comunicación y control sobre cualquiera de los interfonos de las estaciones.

El Sistema consta de los siguientes elementos:

?? Interfonos Telefónicos.

?? Adaptadores Telefónicos: que convierten la señal telefónica en paquetes IP.

?? Gate Keeper: que permite convertir la información proveniente de la red IP a cualquier tipo de telefonía (RTC, RDSI,...)

?? Sistema Integrado de Gestión de Servicios de Interfonía (Duplicado para proporcionar redundancia)

?? Teléfonos de Recepción de llamadas de Interfonía.

El sistema actuará de tal manera que cuando un usuario pulsa uno de los interfonos, la llamada será remitida, por orden, al operario de taquilla, al jefe de estación (si existe) y al CIC, con un tiempo de espera en cada uno de ellos configurable. Mientras, el usuario obtendrá un mensaje informándole que el sistema está tramitando su llamada.

7.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema de Interfonía centralizada permite comunicar, a través de una serie de interfonos ubicados en emplazamientos estratégicos de las estaciones, a los usuarios del servicio de transporte ferroviario, con los centros de atención habilitados a tal efecto, tanto dentro la propia estación, como fuera de ella.

Dentro de la propia estación, los centros de atención son las taquillas, el despacho del jefe de estación y el gabinete de circulación. A su vez los 3 centros de atención también deben de poder comunicarse entre sí.

Además desde cualquier interfono de una estación ha de poderse establecer comunicación con el personal del CIC.

Se utilizarán 2 tipos de interfonos: interfonos adosados e interfonos exentos. Los dos tipos de interfonos son exactamente iguales en cuanto a su módulo electrónico y funcionamiento, diferenciándose únicamente en su aspecto exterior. Los interfonos adosados se instalarán dentro de un chasis y los interfonos exentos se instalarán en unos muebles para interfonos llamados PIEs.

De los cuatro tipos de interfonos definidos en el pliego de especificaciones técnicas, los interfonos exentos corresponden al tipo 3 y los interfonos adosados corresponden al tipo 4.

El sistema de interfonía deberá disponer de las siguientes funcionalidades:

- ?? Los interfonos indicarán al usuario que se está realizando la llamada mediante un tono de marcación fácilmente reconocible y mediante testigo luminoso.
- ?? Se dispondrá de mensajes pregrabados de espera que serán activados automáticamente a intervalos en caso de que el operador no pueda atender la llamada en ese momento. Estos mensajes serán del tipo: “en breves instantes será atendida su consulta”.
- ?? Identificación del interfono desde el que se ha realizado la llamada.
- ?? Posibilidad de recepción y atención de varias llamadas de interfonía simultáneas.
- ?? Posibilidad de rechazo de una llamada de interfonía.
- ?? Posibilidad de bloquear uno, varios o todos los interfonos de una, varias o todas las estaciones de forma que no se produzcan avisos.
- ?? Reproducción en la estación de mensaje de fin de espera cuando la llamada no ha sido atendida en un periodo de tiempo preestablecido.
- ?? El sistema deberá avisar mediante una alarma si se produce alguna avería en cualquier elemento del sistema, es decir, si hay pérdida de señal en la red.
- ?? El sistema deberá crear un histórico que almacene las llamadas recibidas, atendidas, ...

Las llamadas podrán ser atendidas por los siguientes operadores:

- ?? Personal de servicio de la estación (personal de taquillas, gabinete de circulación, jefe de estación).
- ?? Operadores del CIC.

Se establecerán prioridades entre los centros de atención de una estación. Se desviarán las llamadas de uno a otro en caso de estar ocupados. Si los tres están ocupados las llamadas se desviarán directamente al CIC.

Cuando en la estación no se encuentre personal en ninguno de los centros de atención debido al horario u otras circunstancias, se programará el sistema para que todas las llamadas sean recibidas automáticamente en el CIC. Estas desviaciones podrán ser programadas con anterioridad según el horario y la fecha, o bien podrán ser programadas en el momento, en el caso de que el personal vaya a ausentarse en un momento dado.

Se instalarán interfonos en los ascensores.

La aplicación para manejar el sistema deberá tener entorno Web y se podrá visualizar y manejar desde cualquier lugar.

El criterio para la ubicación de los interfonos y su número es el siguiente:

?? 1 interfono en cada andén.

?? Para el control de accesos: 1 interfono a cada lado de la batería de equipos y en sus proximidades. Tendrán comunicación con las taquillas o directamente con el CIC.

?? Las máquinas de venta automática dispondrán de 1 interfono que será conectado al sistema.

?? Interfonos en los ascensores.

?? Interfonos en las siguientes dependencias de la estación: despacho de jefe de estación, gabinete de circulación y taquillas (serán terminales telefónicos).

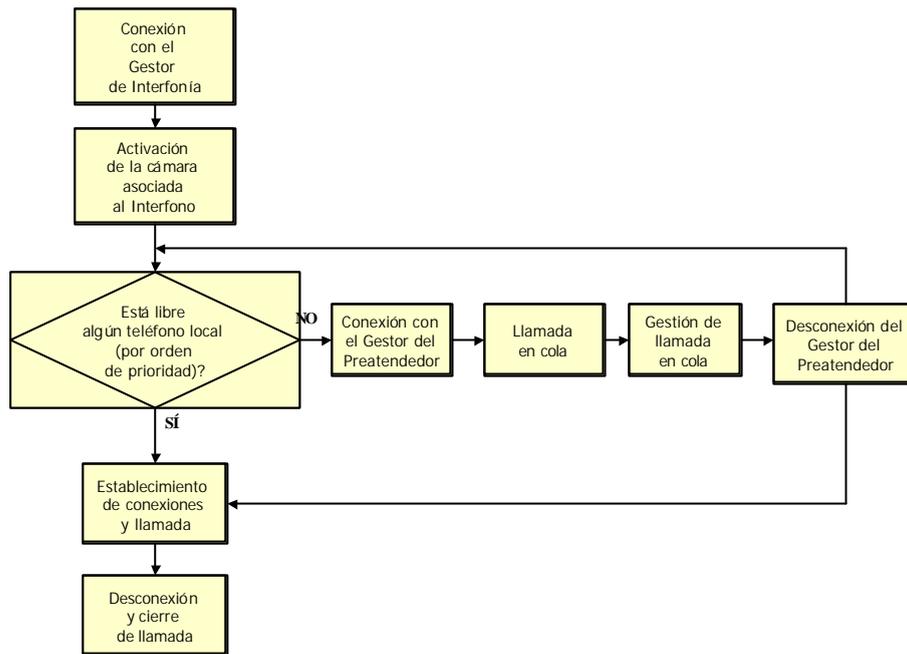
El sistema deberá prever por tanto el control y operación del conjunto de interfonos.

7.2 FUNCIONALIDADES.

La aplicación podrá comunicarse con el Gestor de Servicios de Interfonía para poder realizar las siguientes operaciones, que en este caso son comunes para CIC y las estaciones:

1.- Recibir Llamada proveniente de un interfono.

Al recibirse una llamada desde un interfono el sistema se comportará de la siguiente manera:



?? El sistema identificará el interfono llamante y la estación donde este se encuentra. Si el teléfono del vendedor de la taquilla de esta estación se encuentra libre, la llamada será dirigida hacia este teléfono y se informará a todos los sistemas de soporte a la explotación conectados para que se sepa en todo momento qué interfonos y teléfonos se encuentran en uso.

?? Si el teléfono del vendedor de la taquilla se encontrase en uso, se intentará dirigir la llamada según la prioridad que se establezca previamente hacia el teléfono del Jefe de estación u otro teléfono local que pudiese existir. En caso que alguno de estos teléfonos estuviese libre, la llamada será dirigida realizando el reporte correspondiente al sistema de explotación.

?? Si no hubiese ningún teléfono de la propia estación disponible, la llamada será enviada contra el Centro de Control. En este caso, el usuario comenzará a recibir la locución del preatendedor del centro de control (mensaje del tipo “por favor, espere unos segundos mientras el sistema localiza a un operador disponible” o similar) y se advertirá inmediatamente al sistema de soporte a la explotación de que se encuentra con una llamada en cola indicando estación y código del interfono. A partir de ahí, la gestión de la llamada dependerá del sistema de explotación, que decidirá si una llamada se cancela o es atendida, especificando el operador que la recibirá. Igualmente, el gestor de interfonía dispondrá de un timer de último recurso que, pasado un tiempo prefijado, procederá a la

cancelación de una llamada encolada sobre la que no se haya decidido su procesamiento por el sistema de soporte a la explotación.

?? En todos los casos anteriores, la finalización de las llamadas serán notificada a los sistemas de soporte a la explotación conectados, para que pueda identificar en todo momento los dispositivos disponibles, tiempo de duración de las llamadas o cualquier otra información que le sea relevante.

Además, el sistema de interfonía cuenta con una integración directa contra el sistema de video-vigilancia de manera que, si existe una cámara asociada al interfono que origina la llamada, y esta llamada es derivada a un puesto con un visualizador local de vídeo vigilancia, la imagen de la zona donde se produce la llamada es visualizada por la pantalla local al mismo tiempo en que el teléfono comienza a sonar.

En concreto, las operaciones a realizar son:

?? Establecimiento de la conexión.

?? Se podrá verificar que la conexión sigue viva.

?? Cierre de la conexión cuando la llamada haya sido atendida.

2.- Almacenar llamada en espera.

En caso de que se tenga la línea ocupada, el sistema almacenará la llamada en una lista a la que podrá acceder el usuario y seleccionar qué llamada quiere atender. La operación a realizar es: Establecimiento de la conexión con el Gestor del Preatendedor.

3.- Redireccionar una llamada en espera.

Una vez establecida la conexión con el Gestor del Preatendedor. Se invoca a un método, al cual hay que pasarle como parámetros el ID de la llamada y el número de teléfono al que se quiere redireccionar la llamada.

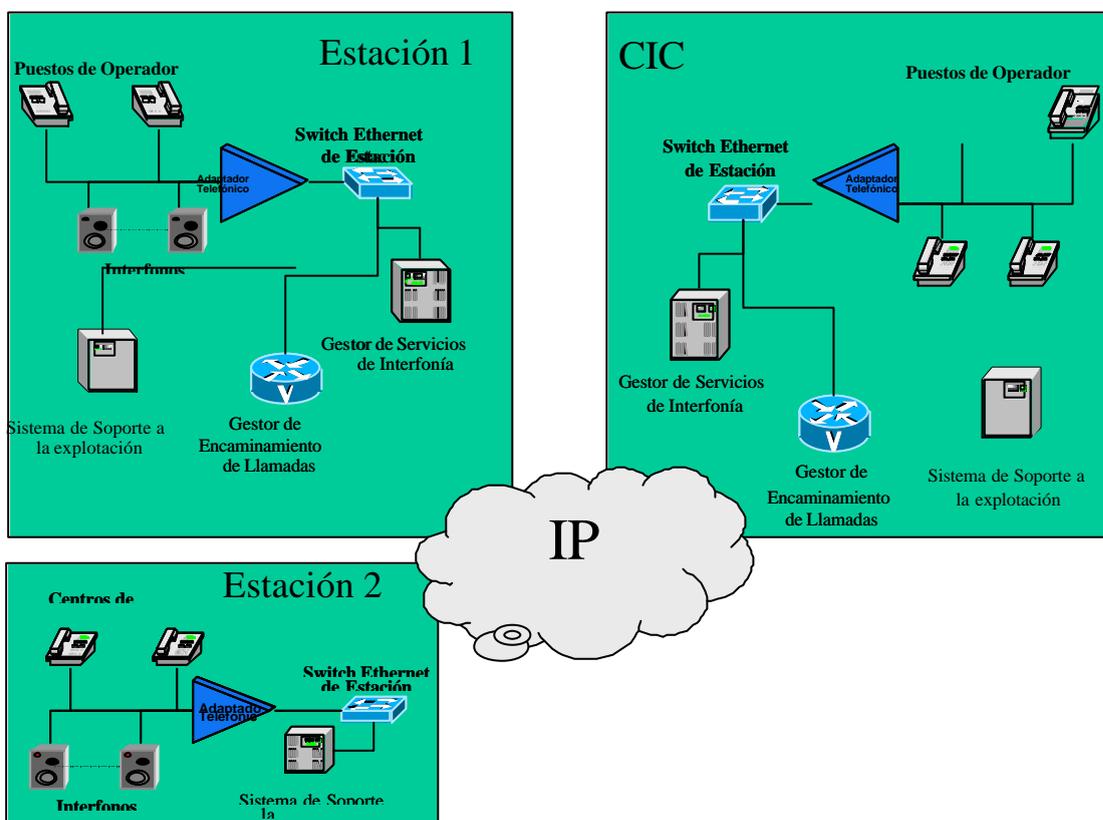
4.- Eliminar una llamada en espera.

Una vez establecida la conexión con el Gestor del Preatendedor. Se invoca a un método, al cual hay que pasarle como parámetro el ID de la llamada. Al recibir la orden de cancelación, el preatendedor dejará de emitir los mensajes de llamada en espera para emitir uno de desconexión y proceder a la cancelación de la llamada.

5.- Realizar llamada a cualquier número telefónico.

El Gestor de interfonía podrá recibir una solicitud de conexión proveniente del sistema de soporte a la explotación, de manera que el gestor de interfonía será el responsable de iniciar la llamada contra el destino solicitado y, una vez iniciada esta, llamar al teléfono correspondiente al puesto de atención que se haya especificado. De esta manera un usuario del centro de control podrá pedir una llamada a través de la aplicación de soporte a la explotación; a continuación escuchará que su teléfono comienza a sonar y, atendiendo esta llamada se encontrará comunicado con el destino solicitado.

7.3 ARQUITECTURA HARDWARE



En cada estación se colocarán los interfonos necesarios para permitir la comunicación en los lugares en que pueda ser más necesario, prestando especial atención al control de accesos, máquinas automáticas de venta, etc... Los interfonos se instalarán tanto en vestíbulos como en andenes.

Los interfonos se conectarán mediante un par telefónico a un Adaptador Telefónico. Este equipo se encarga de integrar el interfono al sistema Voz sobre IP (VoIP), proveyendo los servicios de codificación y decodificación del audio y soportando los protocolos para interconectarse al resto de

la red. Como norma general, se utilizarán adaptadores con 2 entradas analógicas y una salida digital.

Los adaptadores se conectarán a un switch en cada estación y las señales serán transmitidas a través de una red Ethernet TCP/IP.

La inteligencia del sistema reside en el Sistema Integrado de Gestión de Servicios de Interfonía. Este sistema está dividido en dos subsistemas:

?? Gestor de Encaminamiento de Llamadas (Router).

?? Gestor de Servicios de Interfonía.

que serán los encargados de permitir la comunicación desde cualquier interfono con cualquier puesto de operador dentro de la propia estación y a su vez con el CIC.

Los centros de atención donde se recibirán las llamadas serán las taquillas, el despacho del jefe de estación y el gabinete de circulación dentro de la propia estación, y el CIC en la estación principal. Estos puestos dispondrán de teléfonos con identificación de llamada. Estos teléfonos, para independizarlos del resto de los sistemas, se conectan también a Adaptadores Telefónicos (del mismo tipo que los utilizados para los interfonos), aunque el sistema soportará la integración transparente con sistemas de PABX tradicionales, o incluso con sistemas telefónicos públicos.

La comunicación entre Interfonos y Teléfonos de Recepción de Llamadas de Interfonía es bidireccional, es decir cualquiera de ellos puede iniciar una comunicación, aunque lo habitual será que la comunicación comience desde un Interfono.

El Gestor de Encaminamiento de Llamadas es el elemento encargado de traducir la numeración telefónica a direcciones IP, y de proporcionar las conexiones adecuadas para cada llamada.

El Gestor de Servicios es el módulo que proporciona la lógica del sistema, y es el equipo que implementa el funcionamiento del Sistema de Interfonía.

Este módulo es configurable, permitiendo adecuar la lógica de funcionamiento del Sistema de Interfonía Centralizada a los requisitos del cliente, en cuanto a lógica de elección de destinos para cada llamada, el número de centros de atención, niveles de detalle de log de sistema, etc.

Todo el sistema se gestiona remotamente desde un interfaz Web, intuitivo y de sencillo manejo, siendo fácilmente integrable en sistemas de gestión y control.

Como todas las comunicaciones del sistema se realizan bajo el protocolo TCP/IP, el funcionamiento del sistema es independiente de la ubicación física de los elementos, por lo tanto, en principio sería suficiente con instalar el Sistema Integrado de Gestión de Servicios de Interfonía

solamente en la estación principal donde se encuentra el CIC. Pero como todas las llamadas deberán pasar por este sistema aunque sean locales, si hay un problema en la red, puede ocurrir que se corte la comunicación dentro de una misma estación. Para solventar este problema, se instalará el sistema de gestión en todas las estaciones. Aunque según cual sea la redundancia y grado de protección de la red, se podría suprimir el número de sistemas de gestión a instalar. Se recomienda la instalación de al menos 2.

La Interfonía Centralizada es un sistema de atención al público, a la vez que de llamadas de emergencia, es por tanto necesario dotarlo de redundancia y de posibilidad de monitorización en tiempo real.

Por ello todos los equipos de comunicaciones involucrados en el sistema, son gestionables SNMP, y los Sistemas Integrados de Gestión de Servicios de Interfonía soportan una configuración en cluster, en modo de balanceo de cargas.

Esta característica permite que ante la caída de un Gestor de Encaminamiento de Llamadas, o de un Gestor de Servicios de Interfonía, todas las comunicaciones se implementan de forma automática por cualquier otro Sistema Integrado de Gestión de Interfonía.

Con este sistema, se podrá establecer comunicación desde cualquier interfono a cualquier centro de atención ubicado en cualquiera de las estaciones. Así como desde un centro de atención a otro, tanto en la propia estación como entre estaciones distintas, a través de los terminales telefónicos.

Características de los diferentes equipos

- ?? Interfono para columna o empotrable compuesto por pulsador de toma temporizada, led de visualización de línea activa, altavoz y micrófono.
- ?? Teléfono de recepción de llamadas de interfonía con display de visualización de llamada entrante.
- ?? Adaptador telefónico en formato de equipo de sobremesa con 2 entradas analógicas y una salida digital. Su ubicación será el cuarto de instalaciones, aunque su formato de sobremesa obligará a instalarlos sobre una bandeja dentro del rack de equipos.
- ?? Sistema integrado de Gestión de Servicios de Interfonía formado por dos módulos: Gestor de Encaminamiento de llamadas y Gestor de Servicios de Interfonía.

Requerimientos de interconexión

- ?? Alimentación de adaptadores y servidores: Cable de 3x2,5 mm

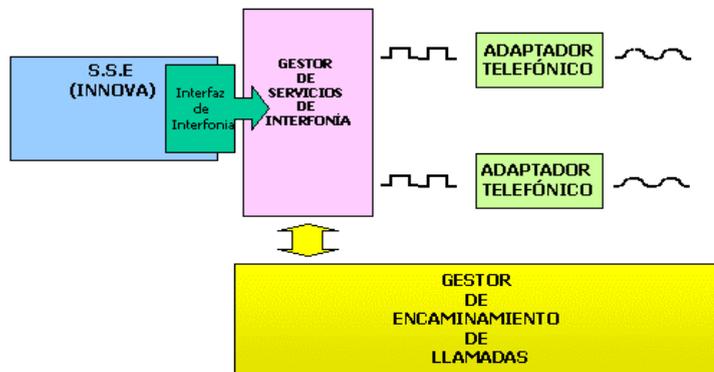
?? Alimentación de interfonos: Par telefónico

?? Conexión de interfonos y teléfonos a Adaptador: Par telefónico

?? Conexión de adaptadores y servidores a SWITCH red Gigabit: Cable UTP cat 5e

7.4 ARQUITECTURA SOFTWARE

La arquitectura software de este sistema es la siguiente:



S.S.E. (Innova)

Este módulo integra los elementos del sistema de Interfonía a ser gestionados, luego en este caso, servirá de interface entre el usuario y el Gestor de Servicio para poder realizar las comunicaciones entre las personas que realizan una comunicación desde un interfono y el personal que debe atenderlas, esté situado donde sea, ya que permite las llamadas telefónicas al exterior.

Gestor de Servicios de Interfonía

Gestiona toda la lógica del Software del Sistema (direccionamiento de llamadas, lista de números, ..). Este elemento quedará vinculado de forma lógica con el S.S.E. tanto para el puesto de control como para las estaciones.

Gestor de encaminamiento de llamadas

Gestiona toda la lógica del Hardware del Sistema (conexión con los diferentes dispositivos,..). Contendrá un interfaz (a definir entre analógico, BRI RDSI o PRI RDSI) contra la Red Telefónica Conmutada.

Adaptador Telefónico

Este elemento, digitaliza la señal analógica que proviene de los terminales telefónicos y que luego será encapsulada en paquetes IP que pone en la red.

7.5 INTERFASES ENTRE SISTEMAS

La comunicación con el SCADA se realizará a través de dll's proporcionadas por el proveedor. Toda funcionalidad definida sobre el sistema de Interfonía debe ser contemplada en estas dll's o librerías, para que pueda ser realizada. Estas dll's proporcionan al sistema los métodos necesarios para poder realizar todas las funcionalidades requeridas.

Además, el sistema de interfonía comunicará en todo momento sus eventos y alarmas al SCADA, de forma que este conozca en todo momento el estado de sus elementos.

Entre otros, el SCADA deberá tener notificación y almacenará los siguientes eventos: inicio de llamada, respuesta de llamada, fin de llamada, averías en interfonos, pérdidas de conexiones con gestores.

8 CONTROL DE ACCESOS

El Sistema de Control de Accesos es el encargado de realizar el control automático del paso de viajeros por las estaciones. Tiene por objeto controlar las entradas y en algunos casos las salidas de los viajeros de forma que no se produzca fraude y se pueda contabilizar el número de viajeros de entrada y salida de cada estación.

Las máquinas para el Control Automático de Viajeros se ubicarán de forma que se facilite la salida de viajeros en masa cuando bajen del tren y a la vez no se impida la entrada de los que se dispongan a subir a un tren. Deberán situarse de forma que no interfiera en el acceso de los viajeros a las taquillas y las máquinas de venta automática de billetes.

La instalación dispondrá de un pulsador de emergencia que realice una apertura instantánea de todos los equipos simultáneamente.

Se instalarán puertas flap configuradas como entrada o salida de forma distribuida, dejando siempre al menos una de ellas reservada para minusválidos (PMR).

Se proyectan las instalaciones con vistas a posibles ampliaciones futuras con el consiguiente sobredimensionamiento de las infraestructuras necesarias.

8.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Para ofrecer el servicio descrito anteriormente, serán necesarios los siguientes elementos:

- ?? Equipos de CC.AA (torniquetes).
- ?? Equipos de Cancelación
- ?? Concentrador local de Accesos (Estación)
- ?? Concentrador central de Accesos (CIC)

Los equipos de CC.AA. y cancelación son los que realizan el control de paso propiamente dicho.

El concentrador local de accesos es el elemento de estación encargado de conocer en tiempo real y de forma transparente al usuario, el estado de todos los equipos asociados a él, y representarlo de forma gráfica siguiendo un protocolo de colores.

El Concentrador central de accesos es el elemento encargado de conocer en tiempo real y de forma transparente al usuario el estado de todas las estaciones asociadas a él, y por tanto de todos los

equipos asociados a cada una de las estaciones. Esto se representará de forma gráfica y siguiendo un protocolo de colores.

8.2 FUNCIONALIDADES.

La principal función del sistema de CC.AA. es el control de los viajeros que acceden a la estación. Definimos el resto de las funcionalidades para cada uno de los elementos que constituyen el sistema:

8.2.1 Equipos de CCAA

8.2.1.1 Tratamiento de los Billetes

El billete o tarjeta TSC será tratado por el torniquete o canceladora con los criterios marcados por las condiciones de aplicación de la tarifa vigente, validando la información magnética del mismo y realizando las operaciones de grabación e impresión que correspondan a cada billete.

El análisis que el torniquete o canceladora realice de los billetes, los mensajes al usuario, y los parámetros configurables relacionados con el funcionamiento del lector- grabador, serán susceptibles de ser cargados desde el Pupitre de Control local y de forma remota desde el Centro de Control, con el fin de realizar las actualizaciones que sean necesarias sin tener que intervenir directamente en el equipo.

La impresión del billete deberá ajustarse a las condiciones establecidas por la tarifa para el núcleo de estaciones.

El contenido de las bandas magnéticas y los datos de la TSC, así como la impresión, grabación, etc., de los billetes y TSC se podrá parametrizar mediante ficheros, conservando la estructura, asociándolos a las funciones a realizar sobre cada uno de los campos, de forma que la introducción de nuevas tarifas o la modificación de las existentes, se pueda realizar mediante un cambio de configuración y no de programación.

8.2.1.2 Control del Paso de Viajeros

El dispositivo de arrastre del billete dentro del torniquete o canceladora, para su análisis, se pondrá en funcionamiento en el momento de introducir el billete.

No será posible introducir un billete mientras que otro está siendo procesado.

Si no se retira el billete de la boquilla de salida, se pondrá en marcha un dispositivo temporizador, que al cabo de 10 segundos, provocará una alarma acústica en el torniquete y la puesta "fuera de servicio" del mismo. Ambos efectos desaparecerán al retirar el billete.

Cuando se detecta un **billete** (con banda magnética) en la boquilla de entrada del procesador, éste será arrastrado por el mecanismo y se realizarán las siguientes acciones:

- ?? Inhabilitación para la entrada de otro billete.
- ?? Inhabilitación de la lectora de tarjetas sin contacto.
- ?? Comprobación de la longitud y presencia de b.m.
- ?? Lectura de la b.m.
- ?? Análisis de los datos y regrabación de la b.m. (si procede).
- ?? Si el billete es válido, se enviará una señal al CCM (Electrónica de control del pasillo y sensores de paso), para que, si está abierto, no efectúe el cierre.
- ?? Lectura de comprobación (si hubo regrabación).
- ?? Impresión (si procede)
- ?? Información al usuario a través del display.
- ?? Devolución del billete.
- ?? Envío de señal de billete retirado al CCM para que si está cerrado, realice una apertura de las barreras.
- ?? Habilitación de la boquilla de entrada y lector de TSC
- ?? Registro de los datos del billete.

Si el billete no es válido se devolverá por la boquilla de entrada.

Si el billete no ha sido grabado correctamente (según la lectura de comprobación) se permitirá el paso del viajero siempre que el análisis haya resultado correcto, y se generará una alarma técnica.

La tercera lectura errónea consecutiva, activará las correspondientes alarmas y después de realizar el paso del viajero se quedará en situación de "fuera de servicio". Cuando un billete no ha sido retirado de la boquilla de salida al cabo de un tiempo configurable (5 segundos por defecto), una alarma acústica en el equipo advertirá de esta situación durante otro tiempo similar, al cabo del cual se considerará que el billete ha sido abandonado.

Cuando se detecte una **tarjeta** (sin contacto) dentro del campo del lector se realizarán las siguientes operaciones:

- ?? Inhabilitación de la entrada de billetes con b.m.
- ?? Identificación de la tarjeta (incluido el sistema de anticolidión y tipo de tarjetas).
- ?? Lectura de los datos.
- ?? Tratamiento de los datos (consulta listas blancas, negras o grises, validez del título, caducidad, etc.).
- ?? Grabación de los datos de la tarjeta (siempre, aunque no varíen los datos de saldo se grabará al menos, fecha y hora, estación y equipo de paso).
- ?? Comprobación de la grabación.
- ?? Envío de autorización de apertura al CCM
- ?? Información al usuario a través del display.
- ?? Habilidad de la entrada de billetes con b.m.
- ?? Registro de datos.

Si se detectara más de una tarjeta (colisión) se emitirá un mensaje por el display, advirtiendo de esta situación.

Si no se llegara a completar la transacción correctamente se mostraría un mensaje pidiendo al usuario que vuelva a aproximar la tarjeta.

Las órdenes de apertura de la puerta no se emitirán hasta que la tarjeta haya sido regrabada y comprobada.

Si se recibiera una orden de apertura con puertas abiertas, éstas no llegarán a cerrar.

En cualquier caso, la autorización de paso se cancelará al cabo de 15 segundos si no se ha hecho uso de ella.

8.2.1.3 Configuración del Modo de Paso

Los “pasillos” formados por los equipos, podrán configurarse al menos en cualquiera de los siguientes modos:

- ?? Entrada

- ?? Entrada rápida
- ?? Salida
- ?? Salida rápida
- ?? Entrada y salida libre
- ?? Salida y entrada libre
- ?? Antifraude
- ?? Bidireccional (combinación de alguno de los anteriores)
- ?? Antipánico
- ?? Bloqueado

En cualquiera de los modos, serán computados los viajeros que atraviesan los pasillos, en modo controlado, en modo libre o en situación de bidireccionalidad.

8.2.1.4 Envío de la Información

Todos los equipos enviarán información al concentrador local de todos los eventos que se produzcan, así como los datos de los pasos, incluyendo la información contenida en el billete, independientemente de cual haya sido su resultado (paso correcto o rechazo). La información contendrá los datos relativos al paso en que se produce, hora y fecha, así como el código relativo a la operación correspondiente.

8.2.2 Equipos de Cancelación

La funcionalidad para estos equipos será la de tratamiento de los billetes y envío de la información

8.2.3 Concentrador Local de Accesos (estación)

8.2.3.1 Comunicación con las Máquinas de Control de paso y Cancelación

El concentrador local de accesos comunicará mediante red Ethernet con todas las máquinas de su ámbito.

Recibirá el estado de los equipos, números de pasos realizados así como las alarmas o incidencias sucedidas.

A petición del operador, enviará mensajes a las máquinas de cambio de modo.

Mantendrá el sincronismo de todos los equipos.

Dispondrá de una combinación de teclas para “antipánico general” protegido contra actuaciones involuntarias.

8.2.3.2 Operaciones y representación de los equipos

Cada elemento debe ser representado de forma que conozcamos su ubicación en la estación, su tipo, su configuración y su estado en todo momento.

Además, el usuario debe poder conocer el número de cada equipo de forma sencilla y la versión de telecarga que tiene en ese momento.

Las operaciones a realizar sobre los equipos serán cambios de configuración y envío de telecargas. Para realizar cambios de configuración se podrá actuar directamente sobre un equipo de forma individual enviándole la nueva configuración, o cambiar la configuración de un conjunto de equipos. En este caso se hará desde un fichero previamente definido.

Cuando arranca el sistema, los equipos quedan configurados según la configuración definida por defecto, no obstante dicha configuración podrá variar a lo largo del día, para lo cual existirá la posibilidad de crear diferentes configuraciones por parte del usuario, que carga en el momento determinado.

El envío de telecarga se podrá realizar de forma individual a un equipo o a todos. Cuando exista en el concentrador local una telecarga con una versión superior a la que tienen los equipos, se deberán telecargar de forma automática, sin intervención del operador, para que dispongan todos de la última versión.

Además, el operador debe poder conocer para cada equipo, de una forma sencilla, las últimas alarmas que se han producido en él.

8.2.3.3 Consultas

Las consultas darán información al operador del funcionamiento del sistema.

Entre las consultas que se pueden realizar están como mínimo las siguientes:

?? Alarmas – Visualizará las alarmas producidas en el día en todos los equipos de estación, indicando el tipo de alarma y la hora a la que se ha producido.

?? Mantenimiento – En esta opción tendremos información sobre la configuración de los equipos, el proceso de arranque e inicialización, las órdenes de telecarga realizadas en el día y cada una de las órdenes que se han realizado en el día por parte del operador sobre cada uno de los equipos y el momento en que se han realizado, y los errores producidos

en el sistema. Aunque en la pantalla sólo se muestren las órdenes y los errores realizados en el día actual, debe de existir un fichero log que muestre las órdenes y errores del último mes.

?? Contadores – Podremos ver el número de entradas y salidas o cancelaciones, que se han producido a lo largo del día. Se distinguirán los producidos cuando la configuración del torniquete se encuentre en entrada/salida libre, así como las entradas/salidas producidas con título de Cercanías, Regionales y otros operadores. Se deberán contabilizar también los rechazos producidos en cada caso.

?? Versiones de telecarga de cada uno de los equipos así como del software del concentrador local.

?? Datos de pasos – Se visualizarán en pantalla los datos de entrada y salida que se han producido a lo largo del día para cada grupo de tarifas definido. Se podrán consultar también estos datos para el mes en curso.

A continuación se verá la comunicación con el concentrador central de accesos

8.2.4 Concentrador Central de Accesos

8.2.4.1 Comunicación con los Concentradores Locales de Acceso

El CIC recibirá el estado de todos los equipos de la red de forma que la representación que se haga de ellos sea en tiempo real. Esta comunicación se hará sólo cuando haya un cambio en el estado de los equipos, aunque se debe testear el estado con una frecuencia de tiempo que será configurable.

Así mismo, el CIC recibirá información de cada uno de los pasos que se produzca en el sistema, y el resultado de éste. Esta comunicación permitirá además, el envío de nuevos datos de configuración a las estaciones, cambios en el tratamiento de las tarifas, operación sobre los equipos, etc. La operativa de cada una de estas tareas se analizará en el apartado correspondiente.

8.2.4.2 Operaciones y representación de equipos

La representación de los elementos se hará de forma análoga al concentrador local.

Sobre los equipos se podrán realizar las mismas operaciones que en el caso del concentrador local, con las siguientes salvedades:

?? Para operar sobre los equipos, el operador de estación no debe estar operando de forma simultánea.

?? Para cambiar el estado de los equipos hay que visualizarlos previamente.

?? Se podrán cambiar los valores de configuración por defecto de los equipos.

?? Se deberán actualizar las telecargas cuando se genere una nueva.

?? Se generará un aviso cuando en algún equipo o estación se detecte una telecarga diferente a la última existente.

8.2.4.3 Consultas

Las consultas darán información al operador del funcionamiento del sistema. Entre las consultas que se pueden realizar están:

?? Alarmas – Visualizará las alarmas producidas en el día en todos los equipos de estación, indicando el tipo de alarma y la hora a la que se ha producido.

?? Mantenimiento – En esta opción tendremos información sobre la configuración de los equipos, el proceso de arranque e inicialización, las órdenes de telecarga realizadas en el día y cada una de las órdenes que se han realizado en el día por parte del operador sobre cada uno de los equipos y el momento en que se han realizado, y los errores producidos en el sistema. Aunque en la pantalla sólo se muestren las órdenes y los errores realizados en el día actual, debe de existir un fichero log que muestre las órdenes y errores del último mes.

?? Contadores – Podremos ver el número de entradas y salidas que se han producido a lo largo del día. Se distinguirán los producidos cuando la configuración del torniquete se encuentre en entrada/salida libre, así como las entradas/salidas producidas con título de Cercanías, Regionales y otros operadores. Se deberán contabilizar también los rechazos producidos en cada caso.

?? Versiones de telecarga de cada uno de los equipos así como del software del concentrador local.

?? Datos de pasos – Se visualizarán en pantalla los datos de entrada y salida que se han producido a lo largo del día para cada grupo de tarifas definido. Se podrán consultar también estos datos para el mes en curso.

8.2.4.4 Envío de datos de validaciones compactadas al Host

Diariamente se enviarán al HOST las validaciones producidas en las estaciones. La dirección del equipo, así como usuario, password, etc, necesarios para la conexión al HOST, estarán en un fichero de configuración.

El proceso de envío de estos ficheros al HOST, es automático, quedando registro del resultado de dichos envíos.

Será posible realizar un envío al HOST de forma manual con ayuda de una pantalla para los casos en que se ha producido un error. Esto se reflejará como un reenvío para poder controlar las duplicidades.

Entre la información relevante sobre el envío de ficheros al HOST estará:

?? Último intento de conexión y su resultado

?? Descripción lo más detallada posible de los errores en el envío de dicha información

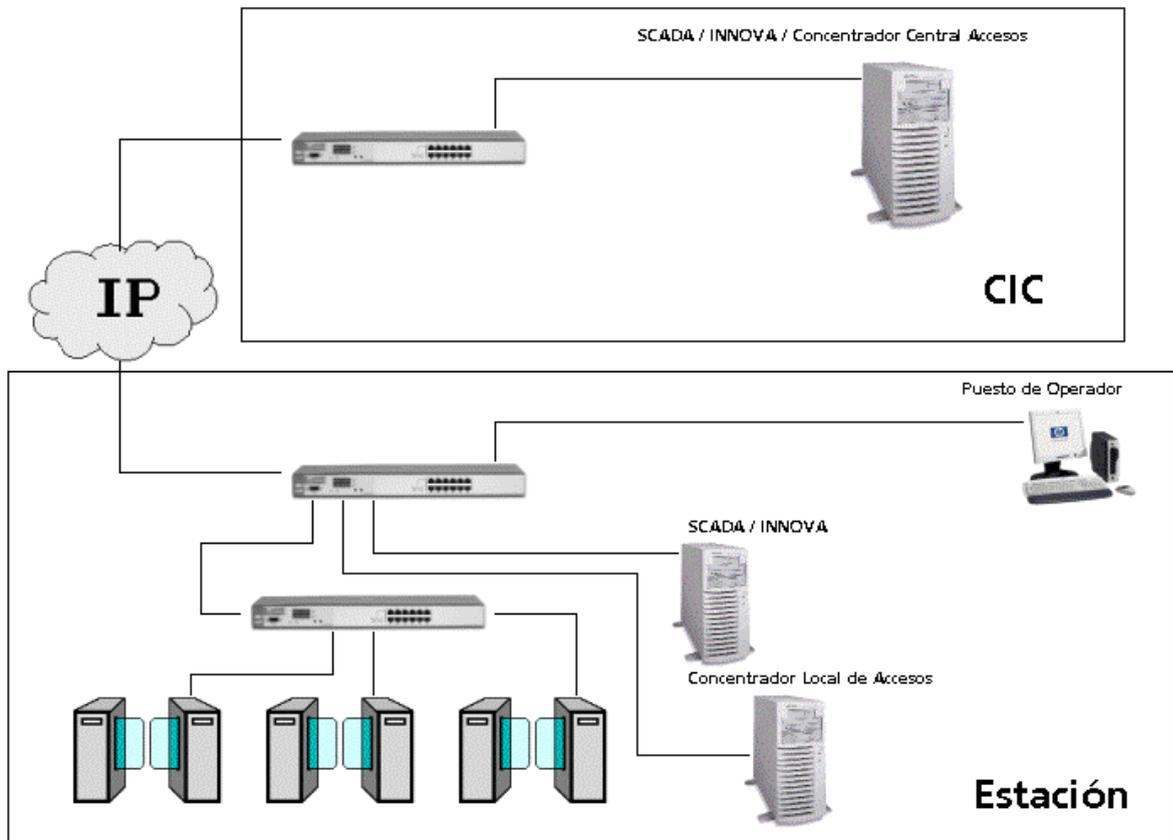
?? Fecha y hora del envío del fichero en caso de éxito

Existirá una opción para consulta del estado del envío de estos ficheros al HOST.

8.2.5 Tratamiento ante situaciones de emergencia

Para situaciones de emergencia existirá un pulsador en taquilla (seta), cuyo accionamiento abre todos los equipos de forma inmediata. Esta acción debe quedar registrada en el sistema.

8.3 ARQUITECTURA HARDWARE



Los equipos de CC.AA. y/o cancelación estarán conectados a un hub/switch intermedio que realizará las funciones de concentrador. Este equipo se conectará al switch de estación junto con el concentrador local de accesos.

Características de los diferentes equipos

?? IMPRESORAS DE TÍTULOS MAGNÉTICOS

?? MUEBLES DE CC.AA. Y CANCELADORAS DE PEANA

Como características generales más destacables podemos mencionar las siguientes:

?? Los equipos serán silenciosos.

?? Todos los elementos a excepción del lector-grabador de billetes, y su electrónica de control, deben ser comerciales (motores, electrónica de control de motores, control de fotocélulas, comunicaciones con pupitre de control, etc...).

?? En caso de que el control de la mecánica no sea a través de PLC (autómata) se facilitará toda la información necesaria para la fabricación y programación del elemento de control

(diseño PCB, relación y especificaciones de componentes, detalles constructivos de fabricación y configuración, cableado, S.O., compilador y programas fuentes, etc.).

?? El mueble estará fabricado en acero inoxidable de al menos 2mm. de espesor, y calidad AISI 304 como mínimo.

?? Los obstáculos estarán formados por paneles de vidrio (12 mm espesor total) templado y laminar, y cubriendo una altura de entre 0,2 y 1,4 m. con respecto al suelo, protegidos en todo su contorno con perfiles de goma con un espacio interior vacío de al menos 15 mm. en cada obstáculo. (Sólo CC.AA)

?? El propio mueble estará suplementado de forma que cubra la misma altura que las barreras. (Sólo CC.AA)

?? “Las puertas del flap se abrirán automática e instantáneamente (tiempo inferior a 1 segundo) en caso de falta de tensión o mediante el accionamiento de pulsadores de emergencia liberando totalmente el pasillo. Esta apertura se realizará por gravedad o elementos mecánicos, sin que intervengan dispositivos que requieran o suministren alimentación eléctrica o requieran ajustes periódicos (baterías, condensadores, electrónicas de control, etc...)”. (Sólo CC.AA)

El lector-grabador de billetes con b.m., invertirá un tiempo, inferior a 1,3 segundos desde que se introduce el billete hasta que sale, realizando un ciclo completo que constará de un proceso de lectura, comprobación de los parámetros del billete (tarifa, fecha, hora y antipassback), regrabación de la banda magnética (con mensaje diferente al leído), comprobación de la grabación e impresión de una línea completa en el reverso del mismo.

Las bocas de entrada y salida en el lector-grabador, estarán diseñadas con separación suficiente, de tal manera que sea preciso avanzar hacia el obstáculo para recoger el billete.

Requerimientos de Interconexión

?? Alimentación de los equipos: Cable de 3x2,5 mm (trifásica para el motor)

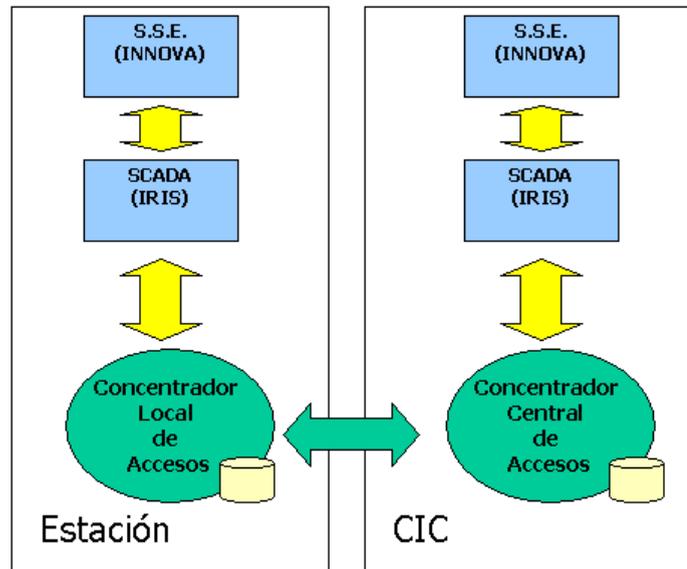
Cable de 3x2,5 mm (monofásica para la electrónica)

?? Conexión de muebles a switch: Cable UTP Cat 5e

?? Conexión de SWITCH y Concentrador a SWITCH de red Gigabit: Cable UTP Cat 5e.

8.4 ARQUITECTURA SOFTWARE

La siguiente figura muestra la arquitectura lógica del subsistema:



S.S.E. (Innova)

Este módulo (se definirá con más detalle más adelante), integra los elementos a ser gestionados, en este caso, incorporará los elementos gráficos correspondientes a los tornos y canceladoras. Cada elemento tendrá una serie de operaciones y atributos asociados, que podrán ser activados.

Este cliente, se comunicará con el proceso “Concentrador Local de Accesos” que le proporcionará la información de los elementos propios de esa estación (Tornos y Canceladoras) y podrá operar sobre ellos. Estos procesos locales de cada estación se comunicarán con el proceso “Concentrador Central de Accesos”, el cual recibirá la información de todos los elementos de las diferentes estaciones.

Concentrador local de Accesos

Es el encargado de realizar la comunicación entre los elementos de CC.AA. y el módulo SSE en la estación. La comunicación con el CIC la realiza a través del Concentrador Central de Accesos.

Concentrador Central de Accesos

Es el encargado de realizar la comunicación entre el concentrador local de Accesos (y por tanto, los elementos de CC.AA.) y el módulo SSE en el CIC.

8.5 INTERFASES CON OTROS SISTEMAS

Control de Accesos – SCADA

La comunicación entre estos dos sistemas se realizará a través de un protocolo bajo UDP explícitamente desarrollado para esta comunicación. Este protocolo viene detallado en documentación aparte. Toda funcionalidad definida sobre el sistema de Control de Accesos ha sido contemplada en el protocolo para que pueda ser realizada.

9 **TELEMANDO**

Este sistema permite el control, desde el puesto de taquilla o del CIC, de las distintas instalaciones electromecánicas de una estación.

9.1 **FUNCIONALIDADES**

Las funcionalidades básicas para el sistema serán la monitorización del estado de las instalaciones, la recepción de las alarmas y señales enviadas desde las instalaciones así como la operación sobre dichas instalaciones.

El sistema se utilizará para supervisar y operar las siguientes instalaciones, ya sea desde el CIC o desde las estaciones, que en este caso presentan funcionalidades comunes:

- ?? Escaleras Mecánicas
- ?? Aire acondicionado
- ?? Ascensores
- ?? Cuadros eléctricos de BT
- ?? Puertas automáticas
- ?? Gestor local de Megafonía

Si en el futuro se quiere telemandar instalaciones de otro tipo, el sistema deberá estar preparado para esta ampliación.

En el caso de que alguno de los elementos no disponga de los mecanismos necesarios para su funcionamiento, se desarrollará todo el sistema de telemando para permitir su futuro mando únicamente realizando la conexión física de las entradas y salidas a los PLCs. Por tanto, el software se configurará con las opciones y pantallas requeridas por estas instalaciones pero con opciones bloqueadas.

El telecontrol de cada instalación podrá ser deshabilitado por el operador cuando interese por razones de mantenimiento u otros motivos. Esto se podrá hacer de forma manual desde la interfaz gráfica de usuario, a petición del operador, y manipulando un interruptor en la propia instalación.

9.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema permitirá un control de las instalaciones telemandadas (gestión de las alarmas y una actuación sobre ellas) desde el ordenador situado en cada una de las estaciones que estarán conectadas a la red Ethernet de la estación.

Estos ordenadores se conectarán a la red GigaEthernet que une todas las estaciones con el Centro de Control, desde donde se controlarán todas las estaciones.

Las alarmas o avisos que producen las diferentes instalaciones de las estaciones, serán recogidas por el sistema integrador instalado en el Centro de Control. Las alarmas enviadas hacia el sistema integrador deberán de poder ser identificadas con la estación de la que provienen, la instalación que ha originado la alarma y el tipo de alarma.

La arquitectura del sistema se compone de los siguientes elementos:

- ?? PLCs en las estaciones controlando las instalaciones asignadas.
- ?? Red Ethernet TCP/IP, protocolo Modbus, para la conexión de los diferentes PLCs y PC de la estación, y para la conexión de las estaciones con el CIC.
- ?? PC en cada estación con el software para gestionar las instalaciones y sus alarmas. Este PC constará del hardware necesario para soportar el software de gestión así como para poderse comunicar con los PLCs y el Centro de Control mediante la red Ethernet TCP/IP.

En las siguientes figuras se presenta la arquitectura básica para el sistema de telemando:

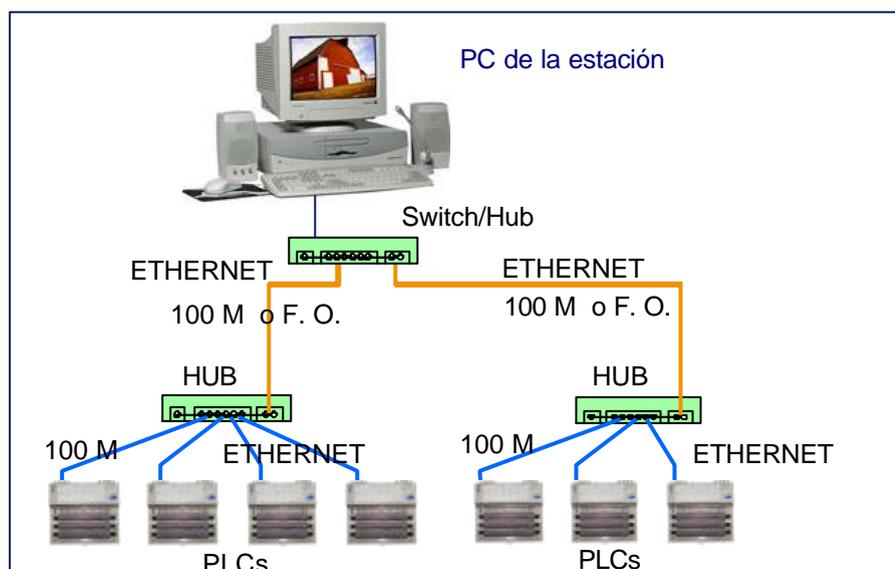


Figura 6. Arquitectura básica del sistema de telemando.

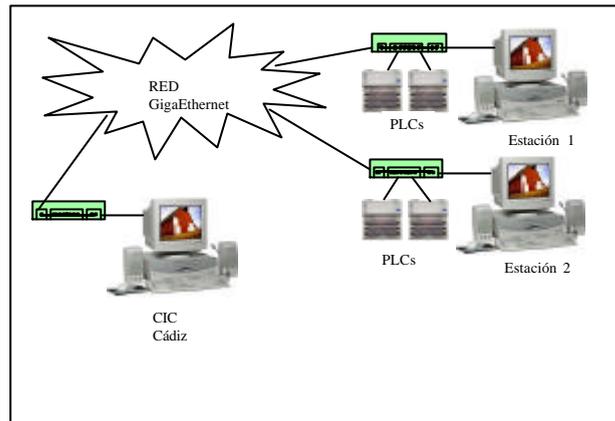


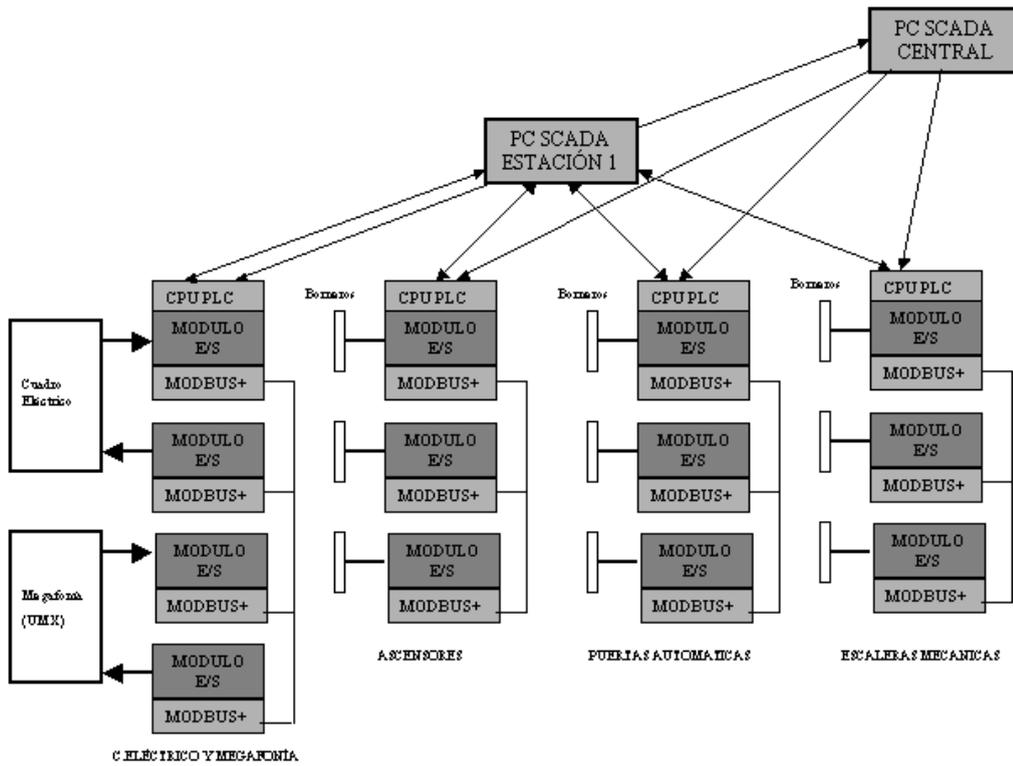
Figura 7. Arquitectura básica para el control del sistema de telemando. CIC.

9.3 ARQUITECTURA HARDWARE

En cada estación habrá un PLC especializado en el control de cada tipo de instalación. Estos PLCs constarán de varios módulos de E/S que permitan realizar las interfaces eléctricas con las instalaciones mediante la conexión a borneros.

Cada PLC será accesible desde el SCADA local y desde el SCADA del CIC. Los conflictos de órdenes se resuelven mediante el testigo de control como se explica más adelante.

La comunicación entre los PLCs y los SCADAs se realizarán a través de la Ethernet.



Características de los diferentes equipos:

?? PC – SCADA Central

?? Pentium IV , 1GB RAM, 20GB Disco, CDROM

?? Sistema Operativo Windows 2000

?? PC SCADA Estación

?? Pentium IV , 512MB RAM, 20GB Disco, CDROM

?? Sistema Operativo Windows 2000

?? PLC

?? Módulo CPU M1 de la Serie Momentum de Schneider

?? Módulo E/S: 16 ó 32 Entradas 24 VDC. 16 ó 32 salidas 24 VDC a transistor.

16E 24V DC/16S 24V DC a transistor ó 16E 24V DC/8S 24V DC a transistor

?? Módulo de Comunicación ModBus +

?? Fuente de Alimentación : Tensión de salida 24 VDC, Potencia : $15W+7,5*Nro$ Módulos E/S

?? Borneros: Formados por microterminales marca ENTRELEC para conexión a las instalaciones.

Requerimientos de interconexión

Los módulos de E/S se instalarán en cuartos técnicos. Su comunicación con el PLC instalado en el cuarto de instalaciones se realizará mediante Modbus Plus o cable de pares, siguiendo criterios de distancia e interferencias según cada estación.

Tipo de Cables:

?? Alimentación de los equipos: Cable de 3x2,5 mm

?? Conexión a PC y M1 a SWICH de Red Gigabit: Cable UTP Cat 5e

?? Conexión entre módulos: Cable ModBus + (Belden 84445)

?? Fuente de Alimentación a Módulos: Cable 2x1,5 mm (Rojo-Negro)

?? Módulos E/S a Borneros: Mangueras de 19 pares sin apantallar

?? Distancias:

?? Distancia máxima de 150m para Conexión 2

?? Distancia máxima de 1500 m para Conexión 3

9.4 ARQUITECTURA SOFTWARE

El Sistema de Telemando integra los siguientes subsistemas:

?? Sistema SCADA Iris

?? Interfaz Hombre Máquina (IHM)

?? Base de Datos

9.4.1 Interfase Hombre Máquina (IHM)

El IHM es la parte de la aplicación que permite a los usuarios interactuar con ella. Innova es un programa que:

?? Provee de una herramienta para edición de Marcos (contenedores de objetos) donde el usuario irá colocando sus objetos gráficos (javabeans), editando sus propiedades y entre las cuales están:

?? La forma de representación en función de su estado

?? La fuente de datos para refrescar el estado

?? Los comandos asociados

?? En entorno de ejecución gestiona:

?? La conectividad de los objetos con sus fuentes de datos.

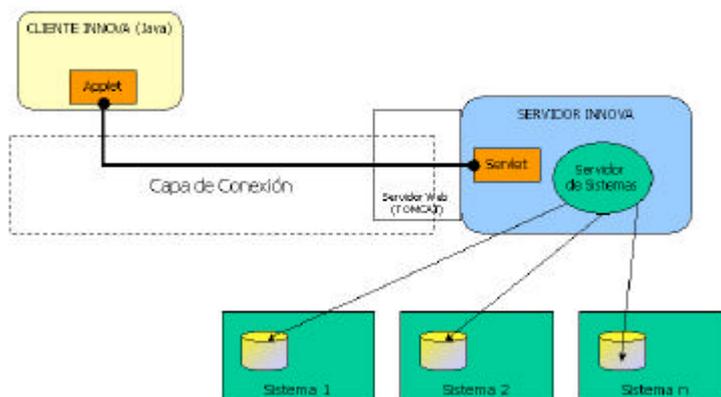
?? El refresco de los objetos y los comandos sobre ellos.

Para cada tipo de objeto contemplado se definirá un JavaBean con unas propiedades y aspectos específicos, estos aspectos vendrán determinados por los estados de determinadas variables de la base de datos.

Los comandos posibles sobre un determinado tipo de objeto serán definidos y cuando se ejecuten se enviarán al SCADA el cual realizará la acción oportuna sobre el sistema correspondiente por medio de la interfase con él.

La aplicación Innova es muy fácilmente integrable con otras aplicaciones Web, mediante la introducción de menús y enlaces.

El siguiente esquema muestra la arquitectura lógica del Sistema Innova.



Los elementos que componen este sistema son los siguientes:

Cliente Innova o Sistema de Soporte a la Explotación (S.S.E.)

Esta aplicación, desarrollada en Java, se encuentra en todas las máquinas que estén definidas y ofrece el servicio de Interfase Hombre Máquina (IHM) para gestionar los diferentes elementos del sistema (cámaras, monitores, escaleras, ...)

Se trata del proceso que ejecuta los marcos y los Javabeans que incluye, canalizando los accesos a base de datos por medio de la “Capa de Conexión” con el Servidor de Innova.

Capa de Conexión

Esta capa, permite establecer la conexión entre Applet del Cliente y el Servlet del Servidor Innova de una forma genérica, haciendo que sea transparente para el usuario el tipo de petición que realice el cliente al servidor.

Servidor Innova.

Este módulo, desarrollado en Java, se encarga del acceso a los diferentes sistemas que componen la solución. Estos sistemas pueden tener diferentes arquitecturas y modelos de datos.

En nuestro caso este módulo accederá a la base de datos del SCADA.

Adicionalmente, utiliza los servicios de un servidor Web (Tomcat) que proporciona acceso a las diferentes páginas web definidas.

Herramienta de edición de marcos.

Por medio de este programa se editan los marcos que carga el cliente Innova. Contendrá una paleta de componentes formada por todos los objetos contemplados.

9.4.2 Objetos Gráficos

Se definirán objetos gráficos implementados como JavaBeans para contemplar los siguientes elementos:

?? Interruptores magnetotérmicos / diferenciales (Cuadros BT)

?? Ascensores

?? Puertas Automáticas

?? Escaleras Mecánicas

?? Aire Acondicionado

?? Tornos y Canceladoras (Pasos)

?? Cámaras

?? Interfonos

?? Teleindicadores

?? Zonas de megafonía

Cada uno de estos elementos tendrá una serie de operaciones asociadas que se mostrarán en forma de menú haciendo un clic sobre el propio objeto.

9.4.3 Base de Datos

La Base de Datos en Tiempo Real (BDTR) es un motor de base de datos no relacional, con optimizaciones de su rendimiento basadas en caché de datos en memoria física.

Los elementos que componen la BDT son los siguientes:

?? Tablas, registros y campos: estructura en la que se dividen los datos almacenados.

?? Índices: ordenación que se realiza sobre los datos de una tabla atendiendo a un determinado criterio.

?? Triggers: procedimientos que se ejecutan cada vez que se produce una escritura en un determinado campo.

Para la consulta y modificación de datos desde clientes se deben establecer unos mecanismos que permitan un flujo de información rápido y sencillo por parte de los distintos módulos del sistema. Estas conexiones con la BDTR se podrán realizar desde:

?? Módulos clientes del SCADA.

?? Aplicaciones o módulos de terceras empresas en base a un standard.

?? El Módulo Editor de Base de Datos en Tiempo Real (ETR).

9.5 INTERFACES ENTRE SISTEMAS

El protocolo Modbus+ sobre red IP será la interfase estándar con los PLC de campo. Existirá un proceso Driver de comunicaciones que por una parte comunicará con los PLC con el protocolo ModBus + y por otra parte accederá a la Base de datos por ODBC.

Los elementos de campo serán controlados por medio de módulos electrónicos de entrada y salida digital y serán:

?? Escaleras Mecánicas

?? Aire acondicionado

?? Ascensores

?? Cuadros eléctricos de BT

?? Puertas automáticas

?? Gestor local de Megafonía

El interface con las estaciones será por medio de sistemas PLC “Momentum” de Schneider.

Existe una interfase entre el SCADA y cada una de las aplicaciones suministradas por los fabricantes (vídeo, interfonía, megafonía y control de accesos), con objeto de integrar la operación de todos los sistemas dentro de la misma aplicación. De estas interfases se hablará en el apartado correspondiente a cada subsistema.

10 FILOSOFÍA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA INTEGRADO

Se necesitará integrar la información para monitorizar y controlar todos los elementos de las distintas instalaciones, para lo cual se diseña un SW consistente en un sistema SCADA, cuyo nombre comercial es IRIS.

Dado que las instalaciones son de naturaleza muy variada (vídeo, interfonía, control de accesos,...) y a demás se desea que sea posible cambiar de suministrador se ha decidido por definir unas interfases entre el SCADA y cada tipo de subsistema lo más genéricas posibles e independientes de la tecnología propietaria del suministrador.

Además el sistema estará preparado para interactuar con el paquete software ISAGRAF una herramienta estándar que permite implantar lógica programable, teniendo así los instrumentos necesarios para poder interrelacionar eventos y acciones entre los distintos elementos del sistema.

El funcionamiento habitual del sistema consistirá en el acceso a todas las funcionalidades desde una única interfaz gráfica de usuario. En cada estación, la interfaz permitirá acceder a las funcionalidades locales y, desde el CIC (Centro de información y control), se podrá acceder a las funcionalidades de todas las estaciones.

Para evitar conflictos en la gestión del control de los equipos, se establecerá un testigo de control, de forma que sólo pueda acceder al control aquél que disponga de dicho testigo; bien sea el operador de la estación, bien sea el operador del CIC. Habrá un testigo de control por cada uno de los sistemas en cada estación y la interfaz gráfica de usuario le indicará de forma explícita si dispone o no de cada uno de los testigos de control.

Cuando el testigo de control esté en la estación, el CIC podrá tomarlo de forma inmediata. La estación podrá tomar el testigo en posesión del CIC en casos de emergencia. Todas estas operaciones han de quedar registradas.

Con objeto de que sea posible el acceso a cualquier SCADA desde cualquier punto de la Intranet se ha dotado al sistema de un IHM Innova que es un producto basado en Java.

Por medio de este interfaz se accederá a la base de datos del SCADA.

En cada estación existirá un sistema de control con su correspondiente aplicación, capaz de controlar las instalaciones de dicha estación.

En el CIC existirá un sistema de control, capaz de controlar las instalaciones de todas las estaciones, sirviendo como sistema de respaldo.

Cada SCADA será accesible por medio de su propia Web y por tanto tendrá su propia URL, dentro de la red intranet.

El acceso a los SCADAs estará controlado mediante nombre de usuario y contraseña, debiendo contemplarse seguridades adicionales para proteger a los equipos frente a accesos no deseados.

Cada usuario tendrá unos permisos basados en una serie de perfiles definidos.

11 ARQUITECTURA DEL SISTEMA

En la figura que se expone a continuación se detallan los diferentes módulos que componen los SCADA de las estaciones y el CIC y las relaciones entre los distintos sistemas.

El sistema está basado en el Sistema operativo Microsoft Windows 2000, usándose la arquitectura de protocolos TCP/IP para comunicación.

En cada sistema SCADA existirán los siguientes módulos:

- ?? Procesos de básicos del Sistema SCADA Iris
- ?? Interfase Hombre-Máquina (IHM): Cliente / Servidor Innova
- ?? Base de datos, basada en el SGBD Ms SQL Server
- ?? Driver de Interfase con PLC ModBus +
- ?? Driver de Interfase con video.
- ?? Driver de Interfase con interfonía.
- ?? Driver de Interfase con Sistema de Información al viajero.
- ?? Driver de Interfase con Sistema de Control de Accesos.

La base de datos contiene todas las tablas necesarias para el funcionamiento del SCADA y además las definidas para parametrizar los sistemas de video, megafonía, interfonía, información al viajero, control de accesos y PLC.

La aplicación Innova estará particularizada con una serie de marcos formados con dibujos y objetos gráficos (Javabeans) que se definirán para cada sistema.

Los driver de interfase con los distintos sistemas es un proceso que liga la tabla de base de datos asociada con los diferentes sistemas, por medio de unas librerías de funciones de enlace dinámico (dll). Esta capa de abstracción oculta toda la complejidad asociada a la comunicación entre las aplicaciones e independiza al sistema SCADA de las particularidades del sistema a implantar como por ejemplo el mecanismo usado para comunicarse.

Por tanto la función de estas interfases es doble:

- ?? Permitir el intercambio de información con el SCADA
- ?? Encapsular las características específicas de cada fabricante.

De esta forma, los sistemas deberán disponer de la correspondiente librería cumpliendo las especificaciones definidas en este documento para poder integrarse en el SCADA.

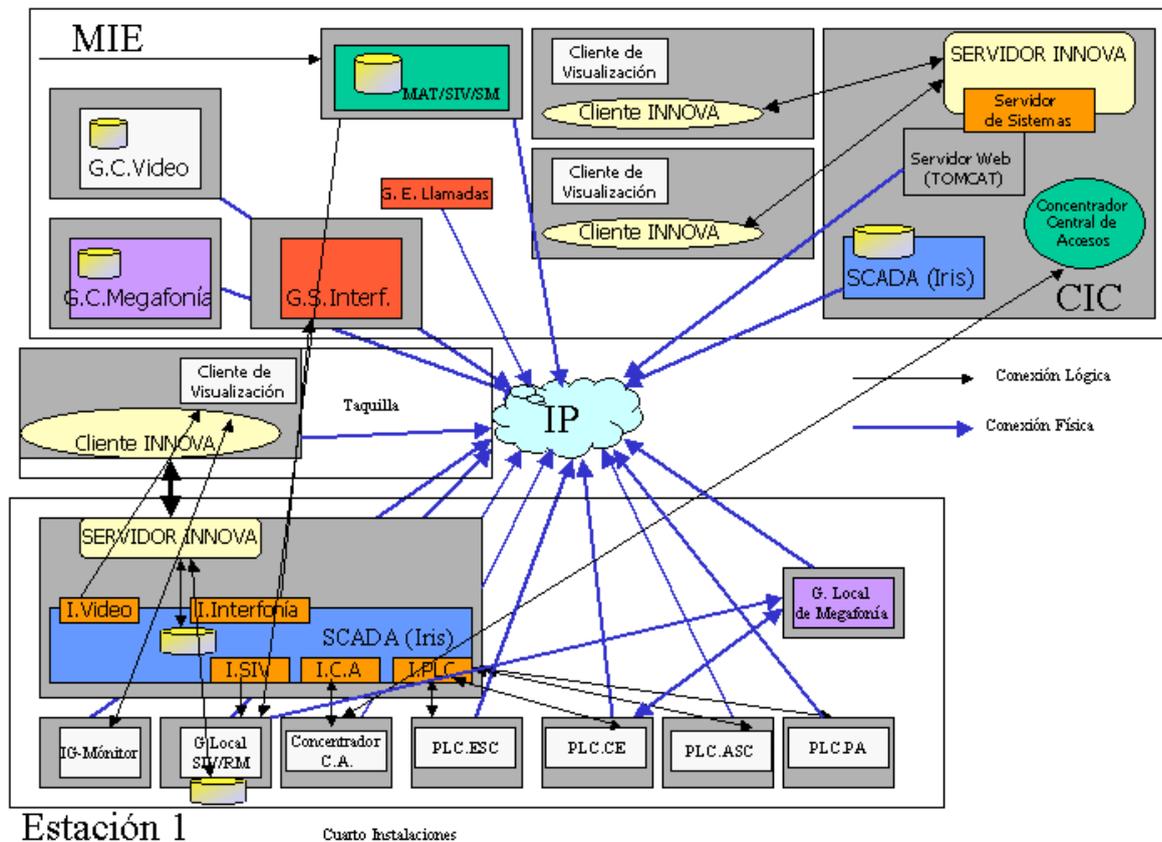


Figura 1 : Arquitectura general del software

Las estaciones, tanto en andenes como en vestíbulos, contendrán los elementos de los diferentes subsistemas según planos de distribución de elementos adjuntos a la presente memoria.

Los cuartos de instalaciones albergarán los cuadros de alimentación y la inteligencia de los subsistemas; servidores, CPU's, Gestores locales, etc.

Las taquillas estarán provistas de un terminal capaz de realizar la supervisión y gestión de los diferentes subsistemas de la estación.

La instalación de equipos en los cuartos de instalaciones, según subsistemas se describe a continuación.

En las estaciones destacan los siguientes componentes,

?? IG-Monitor: Equipo encargado de digitalizar y servir en la red las imágenes de hasta 32 cámaras de vídeo.

- ?? Gestor local de SIV: Equipo que gestiona el acceso a los teleindicadores y monitores de la estación.
- ?? Concentrador de control de accesos: Equipo que comunica con todos los equipos de control de accesos de la estación para configurarlos y recoger sus datos.
- ?? PLC: Autómata programable encargado de intercambiar señales con instalaciones electromecánicas de la estación para permitir su telecontrol.
- ?? Gestor local de megafonía: Equipo que direcciona los mensajes de megafonía y la música ambiente hacia determinadas zonas de la estación según las prioridades programadas.
- ?? SCADA: Núcleo aglutinador de todos los sistemas de la estación a través de interfaces especializadas con cada uno de los equipos anteriores.
- ?? Servidor INNOVA: Permite el acceso al SCADA a través de un navegador web.
- ?? Cliente INNOVA: Interfaz hombre-máquina desde el que se accede al SCADA. Habitualmente estará en el PC de taquilla.
- ?? Cliente de visualización: Interfaz integrada con el cliente INNOVA que permite la visualización de las imágenes de las cámaras de vídeo de la estación.

En el CIC, estarán los siguientes componentes,

- ?? SCADA: De forma análoga a los SCADAs de cada estación, el SCADA central concentra todos los sistemas de todas las estaciones.
- ?? Servidor/ Cliente INNOVA: Permiten el acceso al SCADA central mediante un navegador web.
- ?? Gestor central de megafonía: Equipo que se comunica con los gestores locales de megafonía para permitir la difusión de mensajes de megafonía y música ambiente desde el centro de control.
- ?? Gestor central de vídeo: Equipo que permite el acceso a las imágenes de las cámaras de cualquier estación.
- ?? Gestor de servicios de interfonía: Equipo en el que están programadas todas las políticas de atención de llamadas

?? Gestor de encaminamiento de llamadas: Equipo que realiza las funciones de conmutación de llamadas entre los interfonos y los teléfonos de atención de todas las estaciones.

?? Gestor central de SIV: Equipo que comunica con los gestores locales de SIV para enviarles los mensajes a difundir desde el CIC.

?? IGLU: Equipo en comunicación constante con la MIE para conocer en todo momento la posición de los trenes y poder dar al SIV los mensajes que debe difundir.

Las siguientes tablas contienen la asignación de los equipos de cada estación con el número de boca del switch correspondiente:

Estación Principal	
Nº boca switch	Equipo a conectar
1	Adaptador interfonía
2	Adaptador interfonía
3	Gestor Servicios Interfonía
4	Gestor Encaminamiento de Llamadas
5	PC Operario
6	PC Operario
7	PC MAT/SIV
8	Concentrador de accesos
9	Switch ticketing
10	PLC C. Eléctrico
11	Unidad Central Megafonía
12	IG-Monitor
13	IG-Monitor
14	IG-Monitor
15	Ordenador vídeo 1
16	Ordenador vídeo 2
17	Ordenador vídeo 3
18	Ordenador vídeo 4
19	Ordenador vídeo 5
20	Ordenador vídeo 6
21	Servidor vídeo 1
22	Servidor vídeo 2
23	Red corporativa RENFE
24	PC interfase con MIE
25	PC servidor INNOVA
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	

Estación 1	
Nº boca switch	Equipo a conectar
1	Adaptador interfonía
2	Adaptador interfonía
3	Adaptador interfonía
4	Adaptador interfonía
5	PC SCADA
6	Concentrador de accesos
7	PLC C. Eléctrico
8	PLC Escaleras
9	PLC Puertas automáticas
10	PLC ascensores
11	Gestor local megafonía
12	Panel teleindicador
13	Panel teleindicador
14	Panel teleindicador
15	Panel teleindicador
16	Monitor teleindicador
17	PC taquilla
18	Switch ticketing
19	IG-Monitor
20	Impresora magnética
21	PC SIV
22	
23	
24	

Estación 2	
Nº boca switch	Equipo a conectar
1	Adaptador interfonía
2	Adaptador interfonía
3	PC SCADA
4	PLC C. Eléctrico
5	Gestor local megafonía
6	Panel teleindicador
7	Panel teleindicador
8	Panel teleindicador
9	Panel teleindicador
10	PC taquilla
11	IG-Monitor
12	Impresora magnética
13	Impresora magnética
14	PC SIV
15	Canceladora de poste
16	Canceladora de poste
17	Concentrador de accesos
18	
19	
20	
21	
22	
23	

24	
----	--

Toda la inteligencia del sistema está situada en el SCADA.

El IHM es a través de la aplicación de Innova el cual accede a la B.D. del SCADA por medio del interface “Servidor de Sistemas”.

El SCADA dispone de interfases con los sistemas de video, megafonía, interfonía, información al viajero, control de accesos y PLC. Que se describen en detalle en los apartados siguientes.

Estos sistemas intercambian mensajes con el SCADA de manera que su estado es conocido en todo momento.

El SCADA almacenará en ficheros de alarmas y en ficheros de log todos los eventos comunicados por los distintos sistemas y las acciones realizadas por los operadores. Estos ficheros se almacenarán en un equipo del CIC que permita el acceso rápido a eventos pasados en un plazo programable no inferior a dos semanas. El almacenamiento de estos ficheros será crítico y se arbitrará un sistema de almacenamiento de datos históricos en soporte óptico para evitar pérdidas de información.

11.1 RACK DE EQUIPOS

Los racks donde se ubicarán los equipos siguen las siguientes especificaciones técnicas.

11.1.1 Rack para sistema de Megafonía

La razón de hacer un tratamiento diferente al rack que soporta el sistema de Megafonía es debido a que el proveedor de este sistema ofrece una solución totalmente integrada, de tal forma, que el producto final (rack + equipos) es servido totalmente montado e integrado. Bastaría con conectar este sistema a los diferente equipos con los que se deba mantener una comunicación basándonos en la definición de la solución global.

Las características Técnicas de este rack son:

	AR350
Unidades	35
Ancho	Estándar 19”
Fondo (mm)	610
Altura (mm)	1750
Accesorios (incluidos)	Ruedas y Panel Posterior
Puerta (opcional)	P350
Panel Trasero (opcional)	Z57
Material	Acero 15 décimas

11.1.2 Rack para el resto de sistemas.

Los equipos correspondientes a todos los sistemas salvo Megafonía, vendrán montados en racks marca Schroff modelo Eurorack, con las siguientes características técnicas:

Diseño: Bastidor con tapas extraíbles que consta de dos moldes de aluminio y 4 perfiles extruidos.

Normas:

?? Dimensiones exteriores en cumplimiento con IEC 60297

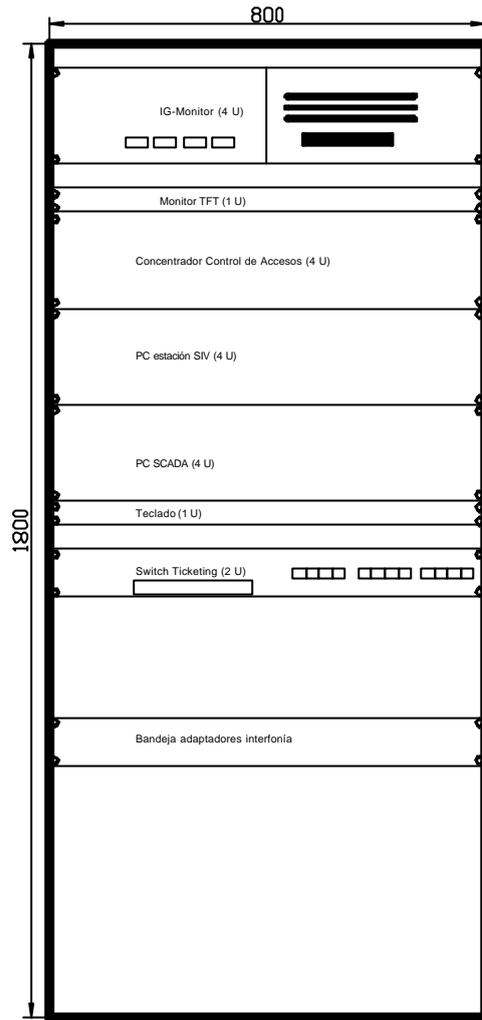
?? Tipo de protección contra cuerpos extraños IP 40

?? Kit de conexión a tierra de acuerdo con las normas IEC

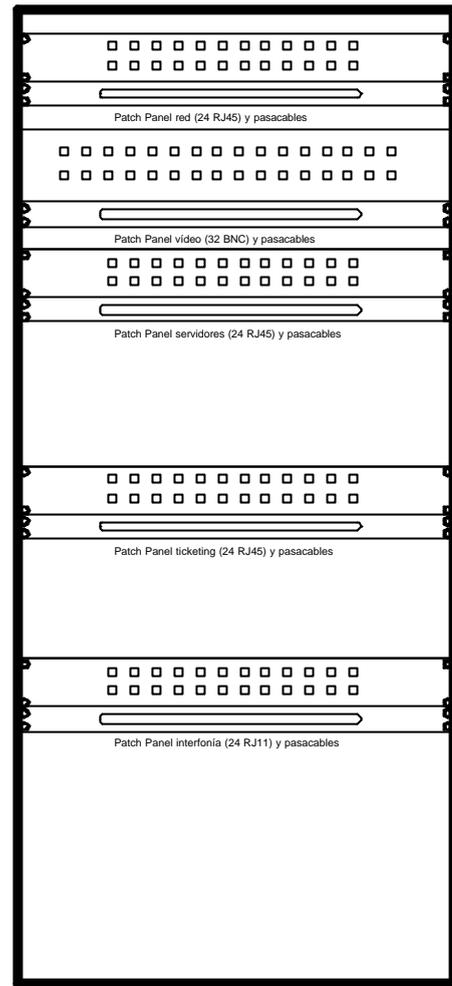
Los armarios irán provistos de un patch-panel por sistema para la conexión de los diferentes elementos del rack con el exterior.

	Tipo 1	Tipo 2
Unidades	38	43
Ancho	Estándar 19"	
Fondo (mm)	800	
Altura (mm)	1800	2000

Rack Estación 1:

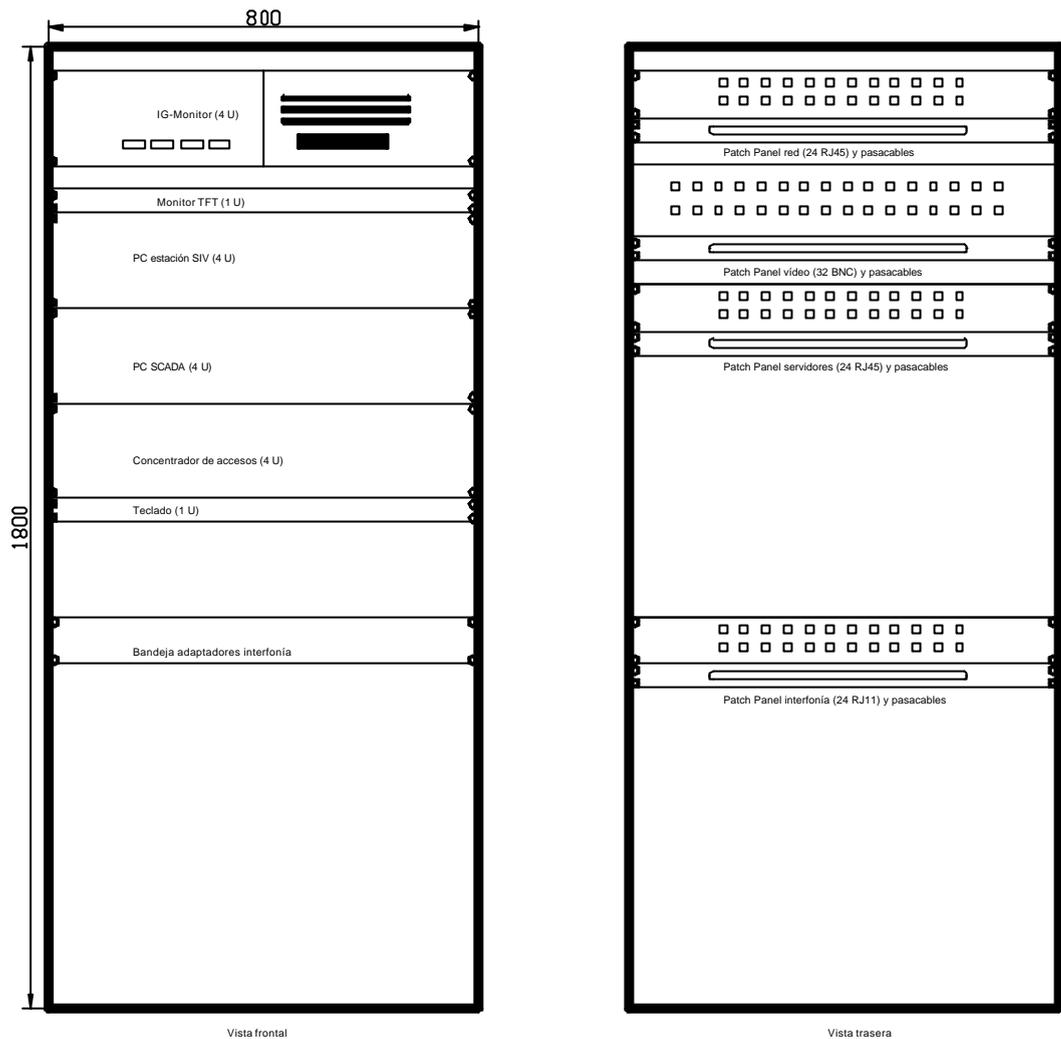


Vista frontal



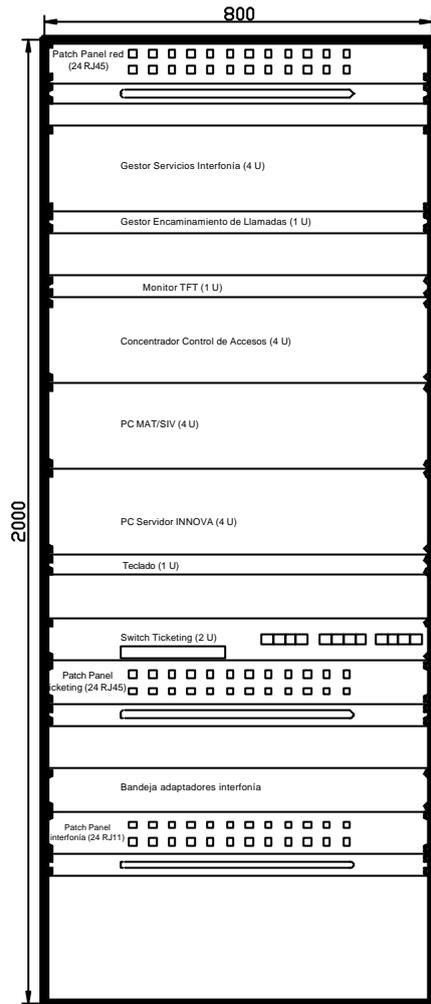
Vista trasera

Rack Estación 2:

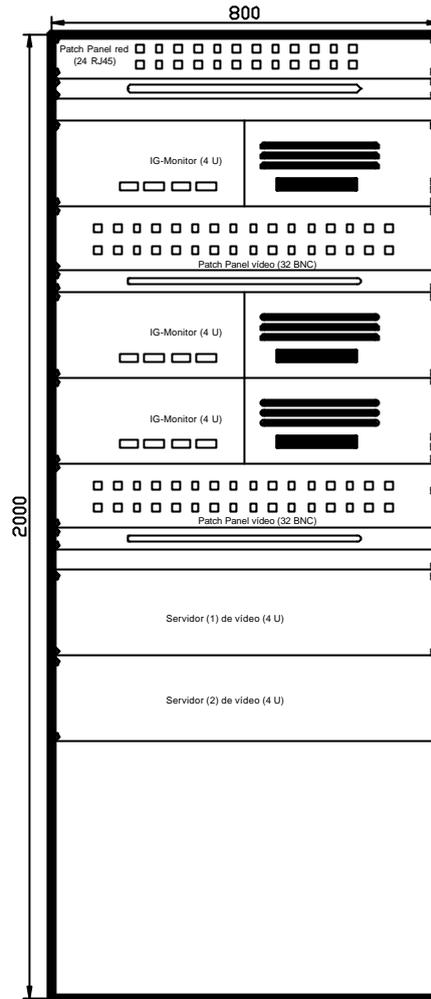


Rack Estación Principal:

Se utilizarán dos armarios Eurorack de 43 U de altura



Vista frontal rack 1



Vista frontal rack 2

12 REQUERIMIENTOS DE RED

La siguiente tabla resumen contiene los datos referentes a los requerimientos de red por subsistemas:

	Interfonía	CCTV	Megafonía	Telemando	SIV	Control de Accesos
Ancho de banda	80 Kbps por llamada establecida	2524,44Kbps a 100% de calidad y a 25 imágenes por segundo	6000 Kbps		4,48 Kbps	48 Kbps
Retardo	< 150 ms	< 150 ms	< 150 ms		< 150 ms	< 150 ms
Jitter	< 20 ms	< 20 ms	< 20 ms			
Índice de paquetes perdidos	< 1 %	< 0,1 % (preferentemente nulo)	< 1 %			< 0,1 %
Forma de identificar el servicio						IP

Los sondeos realizados por el sistema SCADA a los distintos equipos de las instalaciones presentan las siguientes características:

En cada sondeo se transmiten 40 caracteres a cada equipo. Como se tienen unos 100 equipos en total (en las dos estaciones ferroviarias), en 1 s se transmiten 4000 bytes. Por tanto, los sondeos del sistema SCADA tienen como tasa de transmisión 32 Kbps. En este caso, se hace 1 sondeo a cada equipo en 1 segundo.

Finalmente se comprueba, que como era de esperar, la red Gigabit Ethernet existente, que conecta la Estación Principal con las Estaciones 1 y 2, da soporte a las comunicaciones, puesto que presenta un Ancho de Banda de 1Gbps, mucho mayor al que se requiere para la transmisión simultánea de información entre todas las instalaciones proyectadas.

13 INTERCONEXIÓN ENTRE SISTEMAS

Matriz de Comunicación

	CCTV	Megafonía	Interfonía	SIV	Control Accesos	MAT	Telemando (SCADA)	INNOVA
CCTV	*						DLL'	
Megafonia		*		Señal Analógica			Señales PLC's	
Interfonia			*				DLL's	
SIV		Señal Analógica		*		Protocolo MTP	ODBC	
Control Accesos					*		Protocolo UDP.	
MAT				Protocolo MTP		*		
Telemando(SCADA)	DLL's	Señales PLC's	DLL's	ODBC	Protocolo UDP		*	ODBC
INNOVA							ODBC	*

A continuación se presenta, como resumen los distintos interfaces entre los subsistemas que componen las instalaciones proyectadas.

13.1 SCADA

13.1.1 Interfase SCADA con PLC's

El protocolo Modbus+ sobre red IP será la interfase estándar con los PLC de campo. Existirá un proceso Driver de comunicaciones que por una parte comunicará con los PLC con el protocolo ModBus + y por otra parte accederá a la Base de datos por ODBC.

Los elementos de campo serán controlados por medio de módulos electrónicos de entrada y salida digital y serán:

- ?? Escaleras Mecánicas
- ?? Aire acondicionado
- ?? Ascensores
- ?? Cuadros eléctricos de BT
- ?? Puertas automáticas
- ?? Gestor local de Megafonía

El interface con las estaciones será por medio de sistemas PLC “Momentum” de Schneider.

Existe una interfase entre el SCADA y cada una de las aplicaciones suministradas por los fabricantes (vídeo, interfonía, megafonía y control de accesos), con objeto de integrar la operación de todos los sistemas dentro de la misma aplicación. De estas interfases se hablará en el apartado correspondiente a cada subsistema.

13.2 CCTV (VIDEO)

13.2.1 CCTV – SCADA

La comunicación entre estos dos sistemas se realizará a través de unas dll, proporcionadas por el proveedor. Toda funcionalidad definida sobre el sistema de Vídeo ha sido contemplada en estas dll o librerías de métodos para que pueda ser realizada.

Estas dll's, proporcionan una serie de métodos, que proveen al sistema de las funcionalidades requeridas. La aplicación que integra los sistemas deberá compilar dicha librería y a partir de ahí podrá realizar llamadas a los métodos que contiene y que gestionan el comportamiento de, en este caso, los elementos del sistema de CCTV (concentradores, cámaras y visualizadores)

13.3 MEGAFONÍA

13.3.1 Megafonía – SCADA

La comunicación entre estos dos sistemas se realizará a través de señales de módulos E/S del PLC del Cuadro eléctrico y la UMX.

En el CIC:

?? El puesto de operador se comunicará con el PLC, indicándole los siguientes parámetros:

?? Estaciones/Zonas

?? Mensaje Pregrabado

?? El PLC comunicará al UMX los parámetros antes descritos.

En las estaciones:

?? El puesto de operador se comunicará con el PLC, indicándole los siguientes parámetros:

?? Estaciones/Zonas

?? Mensaje Pregrabado

?? El PLC comunicará al UMX los parámetros antes descritos.

?? Por otro lado el UMX Comunicará al PLC las posibles alarmas que salten en las etapas de potencia y la línea

13.4 CONTROL DE ACCESOS

13.4.1 Control de Accesos – SCADA

La comunicación entre estos dos sistemas se realizará a través de un protocolo bajo UDP explícitamente desarrollado para esta comunicación. Este protocolo viene detallado en documentación aparte. Toda funcionalidad definida sobre el sistema de Control de Accesos ha sido contemplada en el protocolo para que pueda ser realizada.

13.5 SIV

13.5.1 SIV – INNOVA

En el SIV Existirá una base de datos relacional (sobre MS SQL Server), en la cual se almacenarán todos los datos necesarios para el sistema. Desde el IHM INNOVA se accederá a la BD del SIV.

13.5.2 SIV – SCADA

El SCADA podrá acceder remotamente a esta base de datos para monitorizar o controlar el SIV.

13.5.3 SIV – Megafonía

El ordenador del SIV de cada estación dispondrá de una tarjeta de sonido que reproducirá los mensajes, y estará conectada a una entrada con cola de espera de la UMX del sistema de megafonía. Esta tarjeta de entrada de audio dispone de una memoria de grabación de hasta 60 segundos, para que, en caso de que una o varias salidas asociadas a una entrada no puedan reproducir un aviso porque está ocupada reproduciendo otro aviso, guarde el mensaje hasta que la salida quede libre.

13.5.4 MAT - SIV

La comunicación entre los sistemas MAT (Megafonía Automática y Teleindicadores) y el SIV (Sistema de Información al Viajero) se realizará mediante el protocolo denominado MTP (Mini Transfer Protocol) definido expresamente para esta operación y que una versión simplificada del estándar HTTP (HyperText Transfer Protocol).

Principales características:

- ?? Arquitectura cliente-servidor. En general, existe un servidor que atiende las peticiones de múltiples clientes.
- ?? Protocolo request-response. La comunicación siempre será iniciada por el cliente.
- ?? Transporte TCP. La comunicación entre procesos se realizará mediante un enlace orientado a la conexión, mediante el uso de Transport Control Protocol (TCP) en redes IP, con la utilización de sockets. El canal establecido de esta manera se considerará libre de errores.

13.6 INTERFONÍA

13.6.1 Interfonía – SCADA

La comunicación entre estos dos sistemas se realizará a través de dll's proporcionadas por el proveedor. Toda funcionalidad definida sobre el sistema de Interfonía ha sido contemplada en estas dll's o librerías, para que pueda ser realizada. Estas dll's proporcionan al sistema los métodos necesarios para poder realizar todas las funcionalidades requeridas.

Estas dll's, proporcionan una serie de métodos, que proveen al sistema de las funcionalidades requeridas. La aplicación que integra los sistemas deberá compilar dicha librería y a partir de ahí

podrá realizar llamadas a los métodos que contiene y que gestionan el comportamiento de, en este caso, los elementos del sistema de Interfonía (concentradores e interfonos)

13.7 INTERCONEXIÓN ENTRE SISTEMAS MEDIANTE ISAGRAF

La interconexión entre sistemas, que no ha sido definido en este capítulo, podría realizarse utilizando el producto software **ISAGRAF**.

ISAGRAF es un software de Control que permite crear de forma local o distribuida sistemas de control. Proporciona los interfaces necesarios para la programación en los lenguajes de control definidos en el estándar IEC61131:

?? SFC: Sequential Function Chart

?? FBD: Function Block Diagram

?? ST: Structured Text

?? IL: Instruction List

?? LD: Ladder Diagram

?? FC: Flow Chart

14 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA CIVIL

14.1 ALCANCE

El objeto de la obra civil necesaria es la implantación de los sistemas que se detallan a continuación:

- ?? Centro de Información del Cliente (CIC).
- ?? Control de Accesos y Venta de billetes.
- ?? Sistema de vídeo control.
- ?? Sistema de Información al Viajero, incluyendo los sistemas de Cronometría y Atención al Cliente.
- ?? Sistema de control de instalaciones.

Dentro del alcance de este documento y los planos que lo acompañan se define la ubicación de los equipos que forman parte de los distintos sistemas, parte de la obra civil necesaria para la instalación de los equipos y las canalizaciones que alojan los cables necesarios para el funcionamiento de los distintos sistemas.

14.2 DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

A continuación se desarrollan las diferentes unidades de obra a realizar en las estaciones.

14.2.1 Instalación de las canalizaciones

La canalización consistirá básicamente en líneas continuas de tubo o canaleta de las dimensiones indicadas en planos, por las que se introducirán los cables de alimentación y señal correspondientes a los distintos sistemas, con las cajas de registro necesarias para el correcto montaje y reparación de la instalación.

Para el paso de los cables de una estancia a otra se realizará un agujero pasante en los tabiques de separación de las estancias, en el que se alojarán los tubos de las canalizaciones, reparando posteriormente la zona afectada, dejándola perfectamente rematada y acabada.

En aquellas zonas en que la canalización discorra sobre falso techo no registrable, se romperá éste donde sea necesario, reparándolo posteriormente, dejándolo perfectamente rematado y acabado.

Del mismo modo, para la instalación en el falso techo (registrable o no) de los altavoces se romperá éste donde sea necesario, reparándolo posteriormente, dejándolo perfectamente rematado y acabado.

La alimentación y el cableado de señal de los equipos ubicados en andenes irán por tubo corrugado desde las cajas de registro hasta los soportes correspondientes con prensaestopas, conectores y cuantos elementos sean necesarios para su terminación. Se tendrá especial cuidado en la estanqueidad de todas las entradas de cables a los equipos, tanto de fuerza como de señal.

La instalación de la canalización desde la caja de registro más cercana a cada soporte incluye la excavación necesaria para la conducción de cable en cualquier clase de terreno, el suministro y colocación de los tubos correspondientes, el relleno compactado, la carga y transporte de productos sobrantes a vertedero.

Las reposiciones de las canalizaciones serán de tal forma que las mismas sean idénticas al resto de pavimentos, aceras o tierras.

Las uniones entre los tubos, y entre los tubos y las cajas deberán garantizar la impermeabilidad en el interior de los mismos.

Las derivaciones se realizarán a través de cajas de registro de protección IP-66.

14.2.1.1 Canaleta

La canalización correspondiente a la zona de las puertas del control de accesos (indicada en planos) se alojará en una canaleta metálica de 60x400 mm con tapa empotrada en solera y extraíble, con un tabique metálico en la línea media a todo lo largo de la canaleta, según planos. Se realizará el levantamiento del firme o solera existente, la excavación en cualquier clase de terreno y acondicionamiento del mismo, el hormigón H175 vertido y vibrado, suministro y colocación de las chapas metálicas de espesor 6mm que forman la canaleta, así como la tapa de chapa lagrimada de espesor 8mm, transporte de material sobrante a vertedero y, en caso necesario, la reposición del firme o solera de la zona afectada por la ejecución de la misma.

14.2.1.2 Arqueta

La conexión de la canalización interior con la exterior se realiza en arqueta de 40x40x60cm. Se realizará la excavación necesaria en cualquier clase de terreno, el suministro y colocación de los tubos correspondientes, el relleno compactado, la losa prefabricada, la pica de tierra, la carga y transporte de productos sobrantes a vertedero.

Las reposiciones de las canalizaciones serán de tal forma que las mismas sean idénticas al resto de pavimentos, aceras o tierras.

Los tubos de acero que entran en la arqueta dispondrán de pica a tierra independiente de otros sistemas.

La alimentación y el cableado de señal irán por tubo corrugado con prensaestopas, conectores y cuantos elementos sean necesarios para su terminación. Se tendrá especial cuidado en la estanqueidad de las conexiones.

14.2.2 Instalación de los equipos

Los equipos se instalarán sobre báculos existentes, báculos soportes a instalar o en pared, ubicados conforme se indica en los planos correspondientes.

La instalación de los equipos se realizará una vez que todas las obras auxiliares hayan sido acabadas y tras haber sido limpiada la zona de todo tipo de residuos secos y líquidos. En ningún caso se permitirá la compaginación de las tareas de instalación de los equipos con otras tareas como carpintería, pintura, albañilería, etc.

Todos los elementos descritos deberán ser objeto de suministro, transporte, montaje, instalación y conexionado, incluyendo todo el pequeño material necesario (tubo, grapas, racores, tornillería, etc., así como los conexionados en las terminaciones del cable) para realizar una buena instalación.

Se procederá a la instalación de los cables comprobando que su montaje no entorpece su futura manipulación, y posibilite su fácil acceso.

Una vez concluido el conexionado de todos los elementos, se efectuarán las pruebas correspondientes a todo el sistema, asegurando un correcto funcionamiento.

14.2.3 Centro de control

La distribución del centro de control se define en la documentación gráfica correspondiente. Está formado por un espacio destinado a albergar los monitores del sistema de CCTV junto con los puestos de operador, y dos espacios de menores dimensiones, separados del anterior mediante correderas metálicas, y que están destinados a albergar uno de ellos a los equipos electrónicos y el cuadro eléctrico, y el otro una mesa, un armario y un fregadero.

Los puestos de operador de la sala principal del centro de control se encuentran ubicados en la zona central de la sala, frente al panel que contiene los monitores. Se incluyen también en esta sala dos armarios y dos mesas de despacho de uso general.

Se instalarán cajas de mecanismos con capacidad para 6 mecanismos empotrados en el suelo técnico.

Bajo el suelo técnico se instalará canaleta de PVC para la conducción de cables, instalada según se indica en la documentación gráfica adjunta. La conducción final de los cables hasta los mecanismos instalados en el suelo técnico se realizará con tubo de PVC flexible.

14.2.3.1 Techos

Falso techo registrable de 60x60 cm, de placa de escayola microperforada, sobre perfilería colgada de aluminio lacado blanco.

La canalización para los cables eléctricos de alimentación a las tomas de corriente se realizará con tubo de PVC flexible desde la canaleta instalada bajo el suelo técnico hasta la pared, por donde discurrirá el tubo empotrado hasta el mecanismo.