

DISEÑO DE UNA RED DE TELEVIGILANCIA INALÁMBRICA PARA LOS EQUIPOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA DE AYUDAS A LA NAVEGACIÓN AÉREA EN EL AEROPUERTO PALONEGRO DE BUCARAMANGA



AUTOR

Herly Johanna Herrera Lizcano

Ingeniera Electrónica vinculada al Centro de Innovación y Desarrollo para la Investigación en Ingeniería del Software CIDLIS a través del grupo GAITA Gnosis Avanzada en Ingeniería Telemática. Universidad Industrial de Santander
herly@cidlisuis.org
COLOMBIA

Fecha de Recepción del Artículo *Fecha de Aceptación del Artículo*
Artículo Tipo 1

RESUMEN.

Este trabajo surge de la necesidad de monitorizar en tiempo real los equipos de ayudas a la navegación aérea en el Aeropuerto Palonegro de Bucaramanga, para mantener un control constante de cada uno de ellos. Ante esta problemática, este artículo se concentra en la Televigilancia, la cual es un servicio de tiempo real que proporciona una gran variedad de posibles aplicaciones combinando la interactividad y la multimedia. El término Televigilancia se define como un conjunto de sistemas que permiten la supervisión y el control desde una central de monitoreo, de una o varias instalaciones técnicamente aisladas o distribuidas geográficamente. Para incorporar este servicio en el Aeropuerto Palonegro de Bucaramanga se realizó un estudio previo de la infraestructura física y tecnológica y sus capacidades, se analizó el entorno de trabajo y las tecnologías de transmisión.

En este artículo se describe el diseño de la red inalámbrica de televigilancia, indicando claramente los pasos a seguir por la Aerocivil, para instalar este servicio aprovechando la infraestructura actual y permitiendo, al mismo tiempo, una proyección a futuro. Igualmente se sientan las bases para determinar los elementos y parámetros de red necesarios para definir estrategias a la hora de implementar este servicio.

PALABRAS CLAVES

Televigilancia
Modelos de Propagación
Wi-Fi
Control
Circuito Cerrado de Televisión
Zonas de Fresnel

Estación remota
Pérdidas

ABSTRACT

This work arises of the necessity of monitoring in real time the teams of helps to the air sailing in the Airport Palonegro of Bucaramanga, to maintain a constant control of each one of

them. Before this problem the article concentrates since on the Telegigilancia it is a service of real time that provides a great variety of possible applications that they combine the interactive and the multimedia services. The term Telegigilancia is defined as a group of systems that they allow the supervision and the control from a monitoring power station, of a several technically isolated facilities or distributed geographically. To incorporate this service in the Airport Palonegro of Bucaramanga it was carried out a previous study of the physical and technological infrastructure and their capacities, it was analyzed the work environment and the transmission technologies.

This article described the design and the bases to determine the elements and necessary net parameters to define strategies when implementing the service of Telegigilancia taking advantage of the current infrastructure and allowing, at the same time, a projection to future. This design indicated the steps clearly to continue for the Aerocivil, to install this service.

KEYWORDS

Telegigilance
Propagation Model
Wi-Fi
Control
Closed Circuit of Television
Areas of Fresnel
Loses

INTRODUCCIÓN

Algunos de los cambios e innovaciones tecnológicas que se están percibiendo en el mundo de los circuitos cerrados de televisión CCTV- es la conversión de lo análogo a lo digital en lo relacionado con las imágenes de video. Estos avances no están ajenos a las tecnologías inalámbricas como Wi-Fi, ni a los conceptos de movilidad.

Los sistemas tradicionales de CCTV requieren una infraestructura separada que utiliza cable coaxial, pero, la influencia creciente de la industria TI (tecnologías de la información) conduce los esfuerzos de fabricantes de cámaras, proveedores de almacenamiento y diseñadores de chips a ofrecer video en una gran variedad de plataformas.

Estos adelantos permiten la transmisión del video desde el sitio remoto a la central de control vía inalámbrica. Esto permite el monitoreo, mejor calidad de la imagen, mayor longevidad de las grabaciones, tiempos de grabación mayores y gracias a algoritmos de compresión dentro de los dispositivos y secuencias de video, estas grabaciones pueden accederse instantáneamente donde quiera que las políticas de seguridad del sistema lo permitan.

Sistemas como el de telegigilancia permitirán el desarrollo de nuevas tecnologías y nuevos estilos de vida ya que la tecnología de video en red tiene la capacidad de proporcionar un mayor nivel de integración con otras funciones y servicios, lo cual lo convierte en un sistema en continuo desarrollo. El

cambio hacia la tecnología digital significa invertir en un sistema que tendrá continuidad en el futuro.

1. SISTEMAS DE TELEVIGILANCIA

El concepto de Telegigilancia nació hacia la década de los 80 como complemento visual de la tecnología de audio usada para la verificación de alarmas. Estos sistemas permiten desde una central de control supervisar y controlar una o varias estaciones remotas a través de una conexión alámbrica o inalámbrica y es gracias a esta transmisión que los servicios de telegigilancia ofrecen todo un abanico de posibilidades, algunas de las más significativas son:

- Telealarma: Alertar automáticamente en caso de ocurrir un evento previamente definido.
- Telecontrol: Controlar el funcionamiento de una instalación remota.
- Telemando: actuar a distancia sobre los equipos del sistema de telegigilancia.
- Telegestión: gestionar a distancia el funcionamiento de las instalaciones controladas y registrar la información para analizarla y optimizarla.

Para que un sistema de telegigilancia cumpla con el objetivo de vigilar y controlar a distancia, se deben tener en cuenta una gran diversidad de elementos que se integran dependiendo del ambiente en el cuál se esta trabajando. A continuación se presentan los tres niveles a tener en cuenta para el desarrollo de un sistema de telegigilancia. [11]

1.1. NIVELES DE UN SISTEMA DE TELEVIGILANCIA

1.1.1. Nivel 1: Central de Control

En este nivel se ubican los elementos de visualización como monitores, grabadores de video, sistema de activación de alarmas, centros de cómputo y otros dispositivos que permiten el control de cámaras, refrigeración y demás elementos del sitio remoto.

1.1.2. Nivel 2: Red de Transmisión de Datos

En este nivel se ubica la red de transmisión de datos, la cual establece la comunicación entre la central de monitoreo y la estación remota. Para llevar a cabo dicha comunicación se requiere que en la central de monitoreo como en la estación remota se disponga de un equipo, el cual adecua las señales entre los extremos de red.

Existe gran variedad de tecnologías para establecer la comunicación entre la central de monitoreo y la estación remota; algunas posibilidades son: la red de telefonía pública, Internet, Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), línea Digital Asimétrica de Abonados (ADSL), las redes de radiofrecuencia, redes satelitales, de telefonía móvil y las redes privadas.

1.1.3. Nivel 3: Estación Remota

El objetivo de este nivel es recoger información de eventos,

para luego transmitirla al puesto de control. Para la recolección de dicha información se utilizan elementos tales como: cámaras de video (analógicas o digitales), sistemas de audio, interruptores, dispensadores, sistemas de identificación (por tarjeta dactilar, óptico, auditivo, entre otros), sensores de movimiento, de temperatura, de presión y demás sensores especiales que son propios de determinados procesos (sensores de nivel de agua, sensores de nivel de radiación, etc) y en general cualquier dispositivo de entrada que permita obtener información para ejecutar tareas de control.

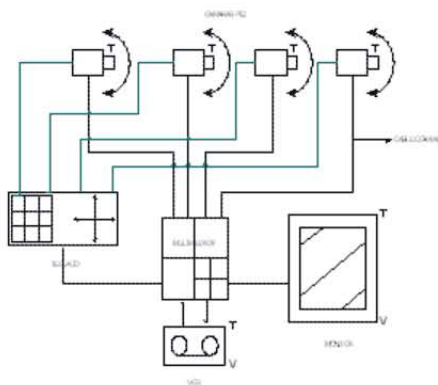
1.2 SISTEMA ANÁLOGO VS SISTEMA DIGITAL

Los sistemas de televigilancia analógicos actuales poseen pocas ventajas frente a los sistemas digitales. Estos sistemas se basan en lapsos de tiempo, el almacenamiento está limitado a las cintas con lo que se precisan un alto mantenimiento y capacidades limitadas de búsqueda de imágenes.

El sistema tradicional analógico usa cable coaxial que conecta varias cámaras con los multiplexores que alimentan grabadoras de video en un cuarto de control central. Para la visualización en tiempo real de los espacios vigilados se usan monitores conectados a un switch, para cambiar a la vista deseada o monitores capaces de aceptar múltiples fuentes de video en ventanas separadas. En la figura 1 se muestra el esquema básico de una sistema de televigilancia análogo.

Los desarrollos en estos sistemas han permitido la incorporación de los cables de par trenzado y de fibra óptica, como medios de transmisión de las secuencias de imágenes de los sistemas de televigilancia, lo cual posibilita su almacenamiento en formato digital en servidores u otros equipos de cómputo en lugar de las cintas de video y disminuye los problemas de espacio, cantidad y seguridad de este tipo de medios.

Figura 1. Sistema analógico [8]



Un sistema digital debe ser diseñado para proporcionar funcionalidades "plug and play" lo cual lo hace flexible y totalmente escalable. Estos sistemas presentan una ventaja importante frente a los sistemas analógicos y es que en los

sistemas de video en red no se hace necesario el reemplazo de componentes en caso de ampliación de la red.

2. REDES INALÁMBRICAS DE ÁREA LOCAL

Las WLAN (redes locales inalámbricas) [3], se encuentran estandarizadas por la IEEE en la norma 802.11 y con el fin de promoverla y certificar la interoperabilidad entre dispositivos de diferentes fabricantes, existe la Alianza WiFi. Esta alianza estableció la denominada Wi-Fi [6], en principio como sello de interoperabilidad y confiabilidad, luego se adoptó como el nombre que cobija todas las formas de las redes inalámbricas con algunas especificaciones para la seguridad (WPA WiFi Protected Access) y calidad de servicio (WMM WiFi Multimedia).

Las normas IEEE definen su utilización para ambientes de "área local". Sin embargo, gran parte de los fabricantes han hecho adaptaciones para utilizar los equipos en aplicaciones para interconexión de sitios remotos. En la tabla 1 se presentan algunas características del estándar 802.11.

Tabla 1. Características del estándar 802.11.[6]

| ESTANDAR | FRECUENCIA | MODULACION | ANCHO DE BANDA | TASA DE TRANSMISIÓN |
|----------|------------|------------|----------------|---------------------|
| 802.11a | 5GHz | OFDM | 20 MHz | 54 Mbps |
| 802.11a | 2.4GHz | DSSS | 22 MHz | 11 Mbps |
| 802.11a | 2.4GHz | OFDM | 22 MHz | 54 Mbps |

2.1 ALCANCE DE LAS REDES INALÁMBRICAS DE ÁREA LOCAL

El alcance que brinda Wi-Fi depende principalmente del sistema de antena utilizado y las características propias del equipo (potencia de transmisión y sensibilidad de recepción). Para determinar la calidad de la comunicación se deben tener en cuenta factores ambientales, como por ejemplo el ruido. La relación entre señal a ruido, comúnmente expresada con la sigla SNR, es un factor muy importante ya que expresa cuanto se diferencia la señal del ruido circundante.

Para que el enlace funcione en su máximo rendimiento teórico es necesario que además de tener línea de vista sin obstáculos entre las antenas, haya un área alrededor de esta recta, libre de obstáculos. Está área se conoce como zona de Fresnel.

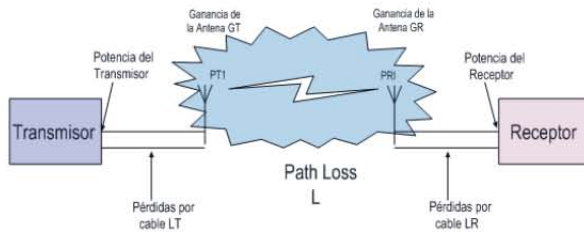
3. MODELOS DE PROPAGACIÓN

El modelo básico de Path loss (camino de pérdidas) se da por la ecuación (3.1) a partir de la figura 2. Donde P_R es la potencia recibida por la antena receptora, P_T es la potencia de la antena transmisora, $h_{shelter}$ es la altura de la antena transmisora, $h_{receptor}$ es la altura de la antena receptora, r es la distancia entre la antena transmisora y la receptora, f_c es la frecuencia de portadora, k es la constante de proporcionalidad y L son las pérdidas por trayectoria, las cuales dependen de las características de la trayectoria entre la antena transmisora y

la receptora.

$$\frac{P_R}{P_T} = \frac{1}{L} = k \frac{h_{receptor} h_{shelter}^2}{r^4 f_c^2} \quad (3.1)$$

Figura 2. Geometría para un modelo básico de propagación [1]



3.1 PÉRDIDAS POR ESPACIO LIBRE

En el caso de estudio las pérdidas por trayectoria tienen en cuenta la intensidad de potencia sobre varios ciclos de desvanecimiento (pérdidas por trayectoria del campo local). En estas pérdidas se consideran diferentes ganancias y pérdidas en el sistema de radio, debidas a conectores, cables, guías de onda, entre otros, por esto se hace difícil medir directamente estas pérdidas. Analizando enlaces de radio simples se facilita su estudio, lo que generalmente es el primer paso para el estudio de un sistema de comunicaciones inalámbrico. Como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Pérdidas por espacio libre [10]



Las pérdidas por trayectoria, en este caso, pérdidas por espacio libre, se dan por la ecuación (3.2):

$$L_0 [dB] = 32.4 + 20 \log r + 20 \log f \quad (3.2)$$

donde r se expresa en kilómetros y f en megahertz. En la práctica las condiciones de espacio libre pueden ser muy distintas y la potencia recibida puede ser menor; esto se debe

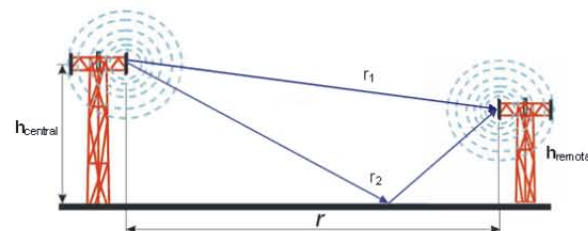
a distintos estados de polarización de las antenas y a que las impedancias de fuente y de carga pueden no equilibrar las impedancias de la antena. Como indica Saunders, [1] "para estados de polarización diferentes se puede aplicar una expresión que considere los vectores de polarización, sin embargo, en medios que no se asemejen al espacio libre los fenómenos de reflexión, refracción y difracción modifican el estado de polarización de la onda emitida por una antena específica".

Las pérdidas descritas por L_0 difieren por varias condiciones, una de ellas es la guía de onda donde las pérdidas son menores a las del espacio libre y otra es que en condiciones normales de propagación, así como en un entorno urbano o suburbano, las pérdidas son mayores a L_0 debido a los fenómenos de reflexión, refracción y transmisión. Un caso particular es el caso de terreno plano, que se muestra en la figura 4, donde el efecto de reflexión en tierra afecta la potencia recibida, ya que el receptor percibe dos rayos (uno directo y otro reflejado) con fases diferentes.

3.2 PERDIDAS POR TERRENO PLANO

Para estimar las pérdidas por terreno plano (LPTP), considerando a L_0 como el rayo directo, algunas aproximaciones para el rayo reflejado en tierra, una polarización horizontal entre antenas y una distancia notablemente grande entre transmisor y receptor. Como se muestra en la figura 4.

Figura 4. Pérdidas por terreno plano [9]



$$L_{PTP} [dB] = 40 \log r - 20 \log h_{receptor} - 20 \log h_{shelter} \quad (3.3)$$

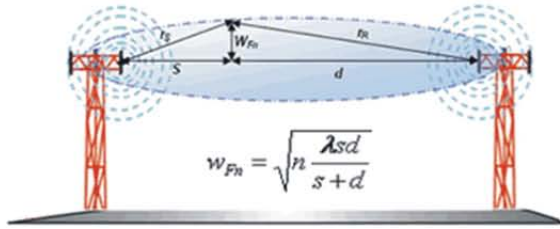
En comparación con L_0 estas pérdidas se incrementan más rápidamente con la distancia y además no dependen de la frecuencia. Se debe hacer claridad en que este es un modelo aproximado y que junto con el modelo de pérdidas por espacio libre conforman los modelos básicos de propagación; estos habitualmente se usan como puntos de referencia.

3.3 INTERPRETACIÓN EN TÉRMINOS DE LAS ZONAS DE FRESNEL

Las zonas de Fresnel son elipsoides de revolución alrededor de la línea directa entre el transmisor y el receptor, donde los puntos del transmisor y el receptor actúan como focos de la elipse, como se muestra en la figura 5. Para establecer el radio

de Fresnel a una distancia del transmisor. Tal como lo indica Bertoni, si $s+d \gg r_s$ y r_r pueden ser aproximadas según los conceptos de la evaluación de distorsión de campo, obteniéndose la expresión contenida en la figura 5.

Figura 5. Geometría de las zonas de Fresnel [9]



Estudios sobre la distorsión del campo debido a los cambios de fase y amplitud indican que la propagación de ondas de una fuente a un punto receptor es un fenómeno localizado, siendo delimitadas por una zona de Fresnel dada. Algunos objetos que estén por fuera de la zona de Fresnel pueden introducir reflexiones adicionales o contribuciones de dispersión en el campo resultante en el punto receptor, estos objetos pueden ser: montañas, árboles o edificios. Los objetos localizados dentro de la zona de Fresnel causan una perturbación significativa en la onda incidente, especialmente en la zona $n=1$.

4. DISEÑO DE LA RED DE TELEVIGILANCIA INALÁMBRICA

Para la realización del diseño se llevaron a cabo diferentes etapas de análisis y desarrollo, que permitieron recopilar y estudiar las necesidades del entorno sobre el cual se trabaja este diseño.

4.1. ANÁLISIS DEL ENTORNO

La primera etapa desarrollada para este diseño, es el análisis del entorno, en el cual se recopiló la información referente al sistema actual de vigilancia, de tal forma que sirva de fundamento para el análisis de posibles soluciones y las condiciones físicas de la zona en la cual se implementará el diseño en un futuro, para establecer las necesidades y factores que afectan al sistema diseñado, como son el alcance, la cobertura, los protocolos de transmisión, la posible interferencia, entre otros.

El sistema de ayudas a la navegación aérea consta de tres equipos ubicados alrededor de la pista de aterrizaje, el localizador, la senda de planeo y el VOR; de los cuales solo el VOR se encuentran instalado, el localizador y la senda de planeo están en estudio para su instalación. Las distancias en línea recta de cada uno de los equipos a la central de control o de monitoreo se describe a continuación:

- El localizador que será instalado en la cabecera 3.4, a una distancia aproximada de 1530 mts en línea recta.
- la senda de planeo, que será instalada en la cabecera

1.6 aproximadamente a 1180 mts en línea recta.

- el VOR (Radiofaro Omnidireccional) que se encuentra a una distancia de 670 mts en línea recta.

Este diseño establece las características del terreno de acuerdo a la ubicación de cada uno de los equipos y con esto se establece la mejor tecnología de comunicación. En la figura 6 se muestra una aproximación del entorno de trabajo para el desarrollo de este diseño, también se observa la ubicación del localizador, la senda de planeo y el VOR; se debe tener en cuenta que cada uno de estos equipos va a estar dentro de un shelter metálico con dimensiones aproximadas de 4 x 5 x 4 mts, el cual cuenta con la alimentación y la iluminación necesaria para conectar un sistema de televigilancia, que permita la visualización y el control de cada uno de los equipos en tiempo real en la central de monitoreo.

Para seleccionar la banda de frecuencia de este sistema se realizó un estudio de las bandas utilizadas en el aeropuerto. En la tabla 2 se describen cada una de las bandas, su aplicación y la ubicación.

Tabla 2. Bandas de frecuencias asignadas en el Aeropuerto Palonegro de Bucaramanga [12]

| FRECUENCIA | APLICACION | UBICACION |
|---------------|---|-----------------------------------|
| 103-135 MHz | Banda de frecuencias asignadas a la Aeronáutica | Torre de control de las aeronaves |
| 3-30 MHz | Comunicaciones Internas del Aeropuerto | Aeropuerto |
| 1030-1090 MHz | Radar secundario | Aeropuerto |
| 2700-2900 MHz | Radar Primario | Aeropuerto |
| 2000 MHz | Comunicación entre aeropuertos. Esta banda es para el aeropuerto de Bucaramanga | Aeropuerto |
| 7000 MHz | Comunicación entre aeropuertos. Esta banda es para la comunicación con otros aeropuertos. | Aeropuertos de Colombia |

4.2. NIVELES DEL SISTEMA DE TELEVIGILANCIA

Teniendo en cuenta lo analizado en las fases anteriores y la experiencia ganada en sistemas de televigilancia se definió que en la estación remota debe existir la cámara, la antena y un dispositivo que sirva de interfaz entre estos dos. En la estación de control debe existir la antena que recoge la información de las estaciones remotas, un computador en función de servidor y una interfaz entre estos dos. La comunicación entre los sitios remotos y la central se establece a través de Wi-Fi. A continuación se presenta en detalle el diseño final.

4.2.1 Nivel 3: Estación Remota

Como el objetivo de este nivel es recoger información de los sistemas de ayudas a la navegación aérea, para luego transmitirla a la central de monitoreo, se establecieron los siguientes dispositivos: la cámara, el Access Point y la antena. A continuación se hace una breve descripción de cada uno de estos dispositivos, y se presentan definiciones de los parámetros más importantes a la hora de implementar este

diseño.

4.2.1.1. Cámara

Para satisfacer las necesidades de este proyecto se estableció que la cámara debe ser fija y cumplir con las siguientes especificaciones técnicas mínimas:

- **Tamaño del sensor o formato del sensor:** Este es un parámetro importante para determinar la ampliación primaria de la imagen (PMAG Primary Magnification) requerida para obtener el campo de visión deseado. el tamaño del sensor puede ser de un 1/3" o 1/4 debido a la necesidad de detalle de la escena registrada.
- **Resolución:** Es la medida de la habilidad del sistema de imágenes para producir detalles de los objetos registrados. La resolución mínima de 640x480.
- **Distancia de trabajo:** Es la distancia mínima desde el lente hasta el objeto a registrar. Para este trabajo la cámara estará fija ubicada dentro del shelter a una distancia aproximada de 50 cm.
- **Sensibilidad mínima de 1 lux.**
- **Relación señal a ruido mayor a 48 dB**
- **Salida de video de 1Vpp sobre 75 ohm.**

Para gestionar la comunicación con la red se utiliza el Access Point entre la cámara y la antena. A continuación se presenta un breve resumen de este dispositivo el cual establece el enlace con la central de monitoreo.

4.2.1.2. Acces Point

Para el desarrollo de este trabajo esta tecnología está basada en el estándar 802.11g. La función de este dispositivo por lo tanto es adecuar las señales entre los extremos de la red para poderlas transmitir.

Se tendrán dos tipos de puntos de acceso, uno remoto y otro central. El equipo remoto será la interfase entre los dispositivos de la estación remota y la red de comunicación. El equipo central extrae la información de la red y la entrega a los dispositivos de supervisión en la central de monitoreo.

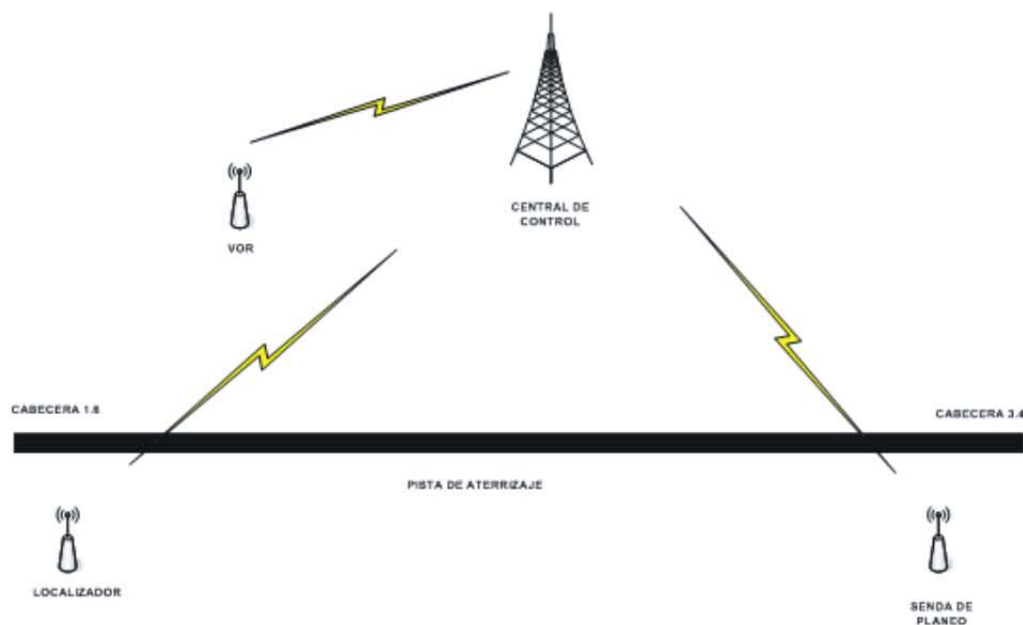
Los parámetros que se deben tener en cuenta a la hora de escoger el equipo se establecen a continuación:

- Debe soportar el estándar 802.11g
- Conector para antena externa
- Tasa de transmisión 54 Mbps
- Puertos disponibles para expandir el sistema.
- Compatibilidad con productos que operen bajo el estándar 802.11b y 802.11g
- Protocolos de seguridad (WPA)

4.2.1.3. Antena

La misión de la antena es ampliar el rango de cobertura del enlace inalámbrico para establecer conexión entre la estación

Figura 6. Entorno del Aeropuerto Palonegro de Bucaramanga
Cabecera 1.6: Es la ubicación norte de la pista
Cabecera 3.4: Es la ubicación sur de la pista



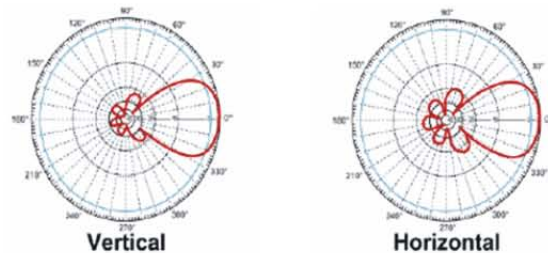
remota y la central de monitoreo.

Para este diseño se requiere que las antenas sean direccionales, con ángulos de cobertura que varían de acuerdo a la ubicación, es decir para la central se requiere que el ancho del haz cubra las tres cámaras dispuestas en la pista, y para las estaciones. Esto se da para tener un cubrimiento espacial adecuado de las señales radiadas en este diseño.

A continuación se presentan las características a considerar para la selección de las antenas:

- **Patrón de Radiación o Directividad:** es el cubrimiento espacial que tiene la señal radiada. En la figura 10 se presenta el patrón de radiación de una antena direccional, este patrón consta de un lóbulo principal y unos secundarios, entre más delgado sea el lóbulo principal más directiva es la antena. Para este caso se requiere que el patrón de radiación vertical como horizontal sean muy directivos, para que la señal radiada sea menos sensible a interferencias.

Figura 7. Patrón de radiación de una antena direccional

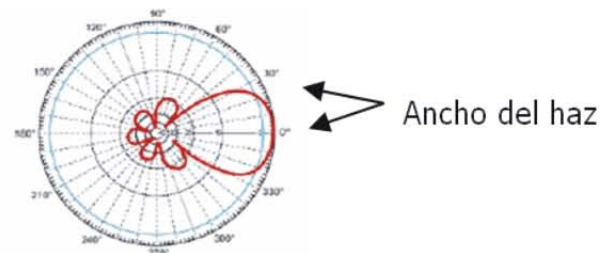


- **Ganancia:** Este valor depende directamente de la potencia de transmisión y de la sensibilidad de -80 dB y con una potencia de transmisión de 13dBm, a una distancia de 1.5 Km, la ganancia de las antenas transmisora y receptora mínima para que el enlace funcione debe ser de 19dBi.
- **Polarización:** Para este caso la polarización es horizontal o vertical dependiendo de la ubicación de las antenas a la hora de implementar este diseño.
- **Conectores:** se debe verificar que el conector de la antena sea igual al del Access Point para que puedan establecer comunicación.
- **Ancho de banda:** El ancho de banda de la antena lo impondrá el sistema del que forme parte y afectará al parámetro más sensible o crítico en la aplicación, para este caso al utilizar el estándar 802.11g el valor es de 22MHz.
- **Estándares de comunicación:** que soporte el estándar

802.11g.

- **Impedancia:** La impedancia de la antena debe ser igual a la impedancia de la línea de transmisión que la alimenta (cable), para que exista máxima transferencia de potencia. Generalmente las antenas de radiofrecuencia tienen una impedancia de 50 Ω .
- **Ancho del haz:** es el ángulo de cobertura de una antena direccional. Este se determina a partir de la posición en la cual la potencia de la señal emitida ha caído Ω 3dB con respecto a la potencia máxima radiada por la antena en el centro de haz. En el diagrama de campo es la excursión angular entre las direcciones en las que el valor del campo ha caído 0.707 del valor máximo.

Figura 8. Ancho del haz de una antena [5]



4.2.2 Nivel 2: Red de transmisión de Datos

En este nivel se establece la comunicación entre las estaciones remotas y la central de control. Tras el estudio de las etapas anteriores se concluyó que el enlace de las estaciones remotas del localizador, sonda de planeo y VOR es inalámbrico

El estándar 802.11 define varios métodos y tecnologías de transmisión para implementaciones de LAN inalámbricas. Este estándar no solo engloba la tecnología de radiofrecuencia si no también la de infrarrojos. Asimismo, incluye varias técnicas de transmisión como:

- Modulación por saltos de frecuencia (FHSS).
- Espectro expandido de secuencia directa. (DSSS).
- Multiplexación por división de frecuencia ortogonales (OFDM).

El estándar 802.11g, el que se va a utilizar para este diseño, alcanza velocidades más altas y es compatible con los equipos 802.11b ya existentes. El 802.11g opera en la misma banda de frecuencias de 2.4 GHz y con los mismos tipos de modulación DSSS que el 802.11b a velocidades de hasta 11 Mbps, mientras que a velocidades superiores utiliza tipos de modulación OFDM más eficientes. DSSS se diseñó especialmente para garantizar las transmisiones, que con esta técnica son seguras, sólidas y menos propensas a las interferencias.

Además de los potentes mecanismos de DSSS y de las técnicas de autorización del estándar IEEE 802.11, existen técnicas de seguridad basadas en las direcciones MAC. Estos filtros se pueden configurar en el punto de acceso, donde permiten efectuar un control muy eficaz de todas las comunicaciones que pasan por dicho punto.

Si los clientes desean niveles de seguridad más altos, se pueden añadir mecanismos y soluciones suplementarias. Algunas de estas soluciones pueden ser programas de autorización, redes VPN o grandes sistemas de firewall.

4.2.2.1. Parámetros de Diseño Para Las Redes WI-FI

Cuando se establece la comunicación inalámbrica de largo alcance entre dos puntos, se debe tener en cuenta el siguiente principio: al conectarse una antena del tamaño apropiado a un circuito eléctrico, las ondas electromagnéticas pueden ser difundidas de manera eficiente y ser captadas por un receptor a una cierta distancia. En la figura 12 se muestra un esquema de los niveles de señal que se presentan en un enlace inalámbrico.

RSL corresponde al nivel de señal que llega al receptor y está dado por la siguiente ecuación:

$$RSL = P_{TX} - P_{cableTX} + G_{AntenaTX} - L_0 + G_{AntenaRX} - P_{CableRX} - 10dB$$

donde L_0 es el cálculo de pérdidas en espacio libre, P_{TX} es la potencia de transmisión, para este caso 13dBm; $P_{cableTX}$ son las pérdidas por cables y conectores del transmisor, aproximadamente 2.5 dB; $G_{AntenaTX}$ es la ganancia de la antena transmisora, 18 a 19 dBi ; y los 10 son un margen de tolerancia que se establece por otras pérdidas.

La sensibilidad del receptor que en este caso es tanto las estaciones remotas como la central de control y el margen dinámico, son los parámetros más trascendentales a la hora de verificar si un enlace inalámbrico funciona.

La sensibilidad es el mínimo nivel de señal que debe llegar para que la señal sea reconocible. Se mide en dBm. Para este caso el rango de valores debe estar entre -70 y -80 dBm

El margen dinámico (MD) es la cantidad de señal que se recibe por encima del nivel de sensibilidad del receptor, por lo tanto entre mayor sea, mayor confiabilidad tendrá el enlace y está dado por:

$$MD = RSL - sensibilidad$$

El MD mínimo recomendado depende de la distancia del enlace y está dado por:

$$MD_{mínimo} = 5.25 + 11Log(d)$$

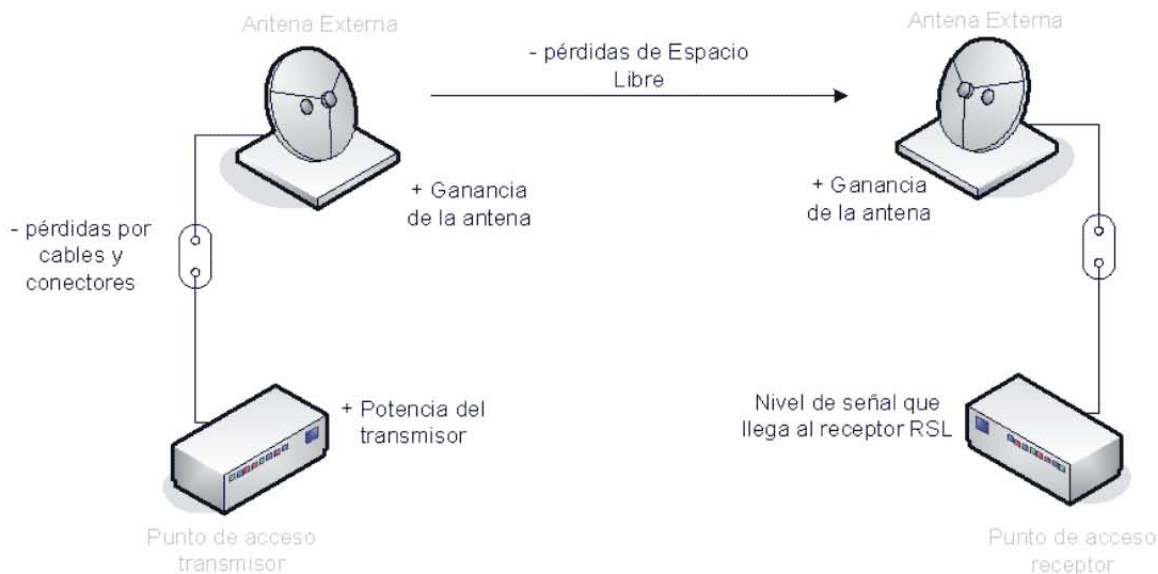
Donde d está dado en Km.

Para este trabajo se requieren tres enlaces inalámbricos y para cada uno de ellos se estableció el MD mínimo aproximado, ya que no se cuenta con las distancias verdaderas, porque los equipos aun no están instalados; estas medidas se tomaron de los planos entregados por la Aerocivil, con la asesoría de los ingenieros a cargo de este proyecto.

●Enlace del Localizador

$$MD_{mínimo} = 5.25 + 11 \log(1.53) = 7.28dB$$

Figura 9. Nivel de señal recibida por el receptor [5]



●Enlace Senda de Planeo

$$MD_{\text{mínimo}} = 5.25 + 11 \log(1.18) = 6.04 \text{ dB}$$

●Enlace del VOR

$$MD_{\text{mínimo}} = 5.25 + 11 \log(0.67) = 3.34 \text{ dB}$$

Para que el enlace funcione correctamente el MD debe ser mayor que el MD_{mínimo}. Esto se debe tener en cuenta a la hora de escoger los equipos para la implementación del presente diseño.

$$MD = RSL - \text{sensitividad} > MD_{\text{mínimo}} = 5.25 + 11 \log(d)$$

Con los valores antes mencionados y teniendo en cuenta los requerimientos de cada uno de los equipos expuestos anteriormente, se hallan los valores de L_0 y RSL para establecer el MD para compararlo con el y verificar si el enlace funciona.

A continuación se halla el RSL para cada uno de los enlaces inalámbricos.

●Enlace Localizador

$$RSL = 13 \text{ dBm} - 2.5 \text{ dB} + 19 \text{ dBi} - 103.6981 + 19 \text{ dBi} - 2.5 \text{ dB} - 10 \text{ dB} = -67.7$$

●Enlace Senda de Planeo

$$RSL = 13 \text{ dBm} - 2.5 \text{ dB} + 19 \text{ dBi} - 101.44 + 19 \text{ dBi} - 2.5 \text{ dB} - 10 \text{ dB} = -65.44$$

●Enlace del VOR

$$RSL = 13 \text{ dBm} - 2.5 \text{ dB} + 19 \text{ dBi} - 96.78 + 19 \text{ dBi} - 2.5 \text{ dB} - 10 \text{ dB} = -60.78$$

Con estos valores se prosigue al cálculo de cada uno de los puntos críticos del sistema.

●Enlace Localizador

$$MD = -67.7 - (-80) > MD_{\text{mínimo}} = 7.28 \text{ dB}$$

$$12.3 > 7.28$$

●Enlace Senda de planeo

$$MD = -65.44 - (-80) > MD_{\text{mínimo}} = 7.28 \text{ dB}$$

$$14.56 > 7.28$$

●El VOR

$$MD = -60.78 - (-80) > MD_{\text{mínimo}} = 7.28 \text{ dB}$$

Para el cálculo de la primera zona de Fresnel se debe cumplir como mínimo que el 60% de esta zona esté libre de

obstáculos. $19.22 > 7.28$

●Enlace del Localizador

$$\text{El 60\% entonces } w_{F1} = 3.71 \text{ mts}$$

●Enlace de la Senda de planeo

$$\text{El 60\% entonces } w_{F1} = 3.26 \text{ mts}$$

●Enlace del VOR

$$\text{El 60\% entonces } w_{F1} = 2.5 \text{ mts}$$

Basados en los parámetros antes mencionados se garantiza el correcto funcionamiento de los enlaces inalámbricos entre las estaciones remotas y la central de monitoreo.

4.2.3 Nivel1: Central de Monitoreo

El objetivo principal de este nivel es obtener el video en tiempo real de cada una de las estaciones remotas y mantener el control de las mismas. La estructura de este nivel consta de los siguientes dispositivos de red: Antena, Access Point y PC servidor.

De los dispositivos antes mencionados, la antena y el Access Point tienen como funciones las mismas que se establecieron para el nivel de las estaciones, haciendo la salvedad que el ancho del haz debe ser mayor que el de las estaciones remotas, ya que este debe contener a todas las estaciones remotas. Por lo tanto la antena es la encargada de dar la cobertura necesaria para establecer el enlace y el Access Point es la interfaz entre el PC servidor y la antena.

El PC servidor hace referencia a un servidor para video que está conectado a una red de equipos de computo con una red de área local. Un servidor de video puede ofrecer video en tiempo real, de forma automática o bajo petición, a un navegador web o a otras aplicaciones profesionales de seguridad. El servidor de video en una red ofrece una amplia variedad de capacidades de monitorización y vigilancia al distribuir video en directo a cualquier lugar con conexión a la red.

La tecnología del servidor de video aporta los principales beneficios de un sistema digital en red. A continuación se presentan algunos de estos beneficios:

Acceso remoto a imágenes utilizando la red IP o cualquier otra red de área local, esto elimina la necesidad de monitores de seguridad dedicados en una oficina central.

Fácil integración con otros sistemas y aplicaciones.

Menor costo total de propiedad, al aprovechar infraestructuras de red y equipos existentes.

Crea un sistema preparado para el futuro.

Capacidad de búsquedas rápidas y sencillas de imágenes ya almacenadas.

El servidor de video puede conectarse a la red de varias formas, algunas de ellas se muestran a continuación.

A través de una red de área local cableada o inalámbrica.
 A través de una conexión xDSL
 A través de un MODEM estándar
 A través de un MODEM telefónico móvil

Palonegro de Bucaramanga. Tesis de grado. 2005.
 [11] CASTELLANOS, Wilder y otros. Diseño de una estrategia para la implementación de videoconferencia y Televigilancia en la red multiservicios de Telebucaramanga. Tesis de grado. 2002.

5. CONCLUSIONES

En general se realizó un estudio de los fundamentos básicos de Televigilancia y se estructuraron tres niveles fundamentales, los cuales definen claramente los dispositivos de red para la central de control, las estaciones remotas y la tecnología de comunicación entre estas.

Con el estudio de la infraestructura y el alcance actual del sistema de vigilancia analógico existente en el Aeropuerto, se concluyó cual era la opción óptima para el desarrollo de la primera etapa de este trabajo, teniendo en cuenta las necesidades y proyecciones del Aeropuerto.

Se analizó la ubicación de cada uno de los equipos de ayudas a la navegación aérea para establecer el entorno de trabajo y con esto el alcance que se debía tener en el nuevo diseño.

Se identificaron las tecnologías de los servicios multimedia para Televigilancia, lo que llevó a identificar que la solución para establecer la comunicación entre las estaciones remotas y la central, eran las redes inalámbricas de área local, también llamada como Wi-Fi,

Este diseño se propuso con el fin de mantener el control visual en tiempo real de cada una de las estaciones remotas ya sea en una central de control, bajo una red privada o Internet, dependiendo de los parámetros de seguridad que se le establezcan al diseño.

6. REFERENCIA

- [1] SAUNDERS, Simon R. Antenas and propagation for wireless communication systems. West Sussex: John Wiley & Sons. 1999.
- [2] TELECOMUNICACIONES & SOCIEDAD. Volumen 2. Grupo I+D Nuevas Tecnologías en Telecomunicaciones. Universidad del Cauca. ISSN: 1794-7197.
- [3] TANENBAUM, Andrew, Redes de Computadores. Cuarta edición. México: Pearson, 1999. p. 891
- [4] TOMASI, Wayne. Sistemas de Comunicaciones Electrónicas. Segunda edición. México: Prentice Hall. 1996. p. 858.
- [5] NFC ELECTRONICA LTDA. Redes Lan Inalámbricas. Bucaramanga Agosto 28 y 29 de 2003.
- [6] BARKEN, Lee. Wireless Hacking: Projects for Wi-Fi Enthusiasts. Rockland, MA, USA: Syngress Publishing, 2004. p 366.
- [7] CARDONA, Angél. JOFRE, Lluís. RIUS, Manuel. ROMEO Jordi. BANCH, Sebastian. Antenas. 2000 Alfaomega, Grupo editor S.A d C:V ISBN 84-8301-250-2 p. 454
- [8] PELCO. Manual de operación y Instalación del Sistema CM8500. p. 97
- [9] HERRERA, Lizcano Herly Johanna. Diseño de una red de Televigilancia para los equipos que conforman el sistema de ayudas a la navegación aérea en el Aeropuerto