

Universidad de Carabobo
Facultad de Ciencias y Tecnología
Departamento de Computación
Sistemas Multimedia

SISTEMA DE MONITOREO A DISTANCIA UTILIZANDO VEHÍCULOS AÉREOS
NO TRIPULADOS

Aguilera, Mayerling; Hernández, Wilsen; Mendoza, Victor
Septiembre, 2019

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

La curiosidad siempre ha estado presente como una cualidad más en el ser humano, siendo este la principal razón de los avances obtenidos hasta la fecha en todos los ámbitos en el que nos desenvolvemos en la actualidad. Esto ha permitido encontrar diversos factores en el comportamiento de los sistemas que se nos presenta día a día que pudieran considerarse un punto crítico a solventar para el adecuado funcionamiento del mismo.

Esta familiarización con el entorno y los sistemas lleva con el paso del tiempo a diversos diseños de sistemas que permiten capturar perturbaciones en los sistemas y solventar estas perturbaciones, conocidos como sistemas de control, así como sistemas que permiten monitorear otros puntos donde no es posible la aplicación de sistemas de control, en sus comienzos estos sistemas comenzaron como sistemas mecánicos o simples visualizaciones de campo que podían solventar o en su defecto, avisar sobre una falla en el sistema. Con el avance de la tecnología estos sistemas se fueron perfeccionando y haciéndose cada vez más precisos ayudando así a tener un mejor control de lo que sucede tanto dentro o fuera del sistema, así como poder automatizar distintas condiciones a corregirse de acuerdo a los parámetros y funcionamiento del propio sistema o emitir distintas alertas en caso de ser necesario.

A pesar de que estos sistemas de control y monitoreo han hecho bastantes eficientes con el transcurso del tiempo, hay una parte de sectores en estos sistemas, que no se les ha podido dar tanto énfasis de observación ya sea por ser espacios donde la utilización de sensores no está permitida o es limitada, debido a que la observación que requiere es un poco más rigurosa y requieren ciclos de trabajos repetitivos en distancias largas, como por ejemplo el patrullaje de una planta industrial, las propiedades de los individuos, búsqueda

de escombros o trabajos que se deban realizar es espacio limitados para un ser humano o en su defecto un sistema de control no son posibles.

Con esto en mente se han desarrollado diversos instrumentos que permitan realizar monitoreo con robots controlados por controles remotos equipados con cámaras y sensores para tener una mejor interacción con el ambiente y poder tomar muestras mucho más precisas de lo que ocurre. Estos tipos de robots son bastante útiles cuando se trata de buscar personas atrapadas en escombros o trabajos que requieran la manipulación de objetos externos al robot. Como se puede notar normalmente los controladores de estos robots se deben encontrar dentro de cierto rango para su correcta manipulación.

A pesar de que puedan existir robots que permitan manipular objetos estos pueden llegar a ser de un tamaño considerable que no serían convenientes para otro tipo de actividades, más que todo en niveles industriales y plantas donde se suelen hacer revisiones a los equipos en el cual suelen quedar espacios sin ser revisados debido a limitaciones físicas o rondas de patrullaje dentro de las mismas.

Pensando en esto y con el lanzamiento de vehículos aéreos no tripulados (*VAT*), se han venido desarrollando una gama de distintos sistemas que incorporan estos VAT para poder así abarcar una mayor zona de estudio. El funcionamiento de estos al igual que los robots mencionados anteriormente pueden solventar una gran cantidad de inconvenientes siempre y cuando el controlador de estos instrumentos se encuentre dentro del rango permitido del *VAT*.

Debido a que en la plantas industriales está sujeto a imprevistos que pueden darse en cualquier punto de su funcionamiento no se le puede poner un horario que maneje todas las posibilidades, debido a esto los controladores o responsables del manejo de estos equipos pudieran no encontrarse cerca de las instalaciones ya sea por el horario en el que ocurre u otras posibilidades, haciendo que esto pueda resultar en una falla para el propio sistema en caso de no poseer otros encargados para solventar estos inconvenientes.

Se busca solventar el hecho de que la ausencia de un controlador no presente no posea un gran impacto en estos imprevistos, se plantea de que estos *VATs* puedan ser controlados de manera remota haciendo uso del Internet en donde los controladores puedan

conectarse desde cualquier sitio con acceso a una red y pueda acceder al manejo del VAT así de cómo observar el *feed* de vídeo para así tomar decisiones.

Para esto el rango de control del *VAT* requiere encontrarse a una distancia determinada, para dar solución a esto se hará uso de un *SBC* (*Single Board Computers* - Computadores de Placa Reducida) el que se encontrara dentro del rango de manejo del *VAT* para poder mantener el control del dispositivo a pesar de la distancia que pueda existir entre estos y los operadores.

1.2 Formulación del problema

Considerando lo dicho anteriormente se procede a formular la siguiente pregunta: ¿Cómo se puede mantener el control de un vehículo aéreo no tripulado de manera remota a través de Internet?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar un sistema de monitoreo a distancia utilizando vehículos aéreos no tripulados que pueda ser utilizado a través de Internet.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Investigar para realizar el levantamiento de requerimientos de *software* y *hardware* necesarios para la implementación.
- Diseñar los prototipos del sistema de monitoreo a distancia.
- Realizar estudio de funcionalidad de cada prototipo diseñado.
- Concluir sobre la eficiencia y dificultades de los distintos prototipos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

En el trabajo titulado *Survey on H.264 Standard* [5] presentado por Rajamanickam. V y Marikkannan. S permite observar la importancia que posee el formato *H.264* ya que es un estándar para aplicaciones como internet multimedia, inalámbrica. video, grabadores de video personales, video a pedido y videoconferencia el cual tiene una compresión mucho mayor para permitir la mejor calidad de video como sea posible ofreciendo la misma velocidad de bits comprimida o a una menor tasa de bits con respecto al estándar *MPEG-2*. El decremento en la tasa de bits hace más sencillo el encapsulamiento de vídeo debido a que se encuentra orientado a sistemas embebidos como los *SBC*.

Hrabia, C., Hessler, A., Xu, Y., Seibert J., Brehmer, J. y Albayrak, S. en el trabajo titulado *EffFeu Project: Towards Mission-Guided Application of Drones in Safety and Security Environments* [6], se utiliza VAT orientado en aplicaciones relacionados con la seguridad en un centro de bomberos. El uso del mismo han permitido tener un mayor control sobre el área que se desea asegurar tomando en cuenta el vídeo otorgado por los dispositivos VAT, esto permite una visualización general haciendo uso de videoconferencias donde se logre tener una mayor supervisión y rango de alcance, no solo a las personas en el campo si no también a expertos fuera del área, esto conlleva a poder observar la factibilidad que posee el trabajo propuesto. Por otra parte se hace énfasis con respecto al control de los VAT ya que una sola persona debe poseer los conocimientos necesarios para su manejo reduciendo así el conjunto de personas capacitadas para su labor.

A la hora de desarrollar un sistema de control basado en un entorno compartido dado en este proyecto gracias a una página web la cual permite la interacción de una entidad con un VAT, se debe tomar en cuenta criterios para un eficiente manejo del entorno, lo cual permite una buena toma de decisiones que beneficien los objetivos de la

organización con respecto a la seguridad, por lo cual se define un conjunto de criterios presentado en el trabajo *Criteria Catalogue for Collaborative Environments* [7] por Rupprecht, F., Khan, T., Veer, G. y Ebert, Achim dónde se definen como soporte de contenido, intercambio de información, soporte de coordinación, experiencia de usuario, usabilidad, soporte de comunicación, soporte de conformidad y gestión de contenido.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Vehículos Aéreos No Tripulados

Los Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) son herramientas de alta tecnología que poseen diversas funcionalidades por su capacidad de operar en áreas remotas, zonas peligrosas o con condiciones adversas para la presencia de personas. Beneficiando la inspección en estructuras como puentes, edificios entre otros.

Los VANT son aeronaves pilotadas por medio de un control remoto o cuarto de control a distancia. Su tamaño puede ser muy variable, pues existen aparatos que caben en la palma de la mano, así como aquellos con dimensiones similares al de una avioneta comercial, como los Predator del ejército de EE.UU. (Gertler, J. 2012).

Su sistema de propulsión principal es por medio de hélices, impulsadas por motores eléctricos alimentadas por baterías internas.

Los UAV se desarrollaron en principio para uso en vigilancia y combate (Boucher, 2015). Las primeras investigaciones tenían como objetivo desarrollar un vehículo armado, que redujera el riesgo de personas en territorios hostiles (Rao, Gopi, & Maione, 2016). Sin embargo, con el paso del tiempo se ha establecido la posibilidad de desarrollar nuevas aplicaciones para usos industriales y en general en la vida civil (Boucher, 2015).

2.2.2 Computadoras de Placa Reducida

Las computadoras de placa reducida (*Single Board Computer - SBC*) tal como su nombre lo indica son dispositivos electrónicos que a comparación de las computadoras personales, estas poseen una reducción de tamaño pero manteniendo las características

relevantes a un computador tales como memoria, dispositivos de entrada y salida, microprocesador. Gracias a su tamaño reducido los *SBC* se han venido utilizando en aplicaciones como la enseñanza en la programación, construcción de sistemas multimedia, drivers, aplicaciones industriales, robótica y casas inteligentes siendo este último el mayor enfoque en los últimos años con el incremento del internet de las cosas (*Internet of Things - IOT*).

Sin embargo, a diferencia de las computadoras personales estas poseen cierta limitaciones, debido a que se produce una reducción en los componentes lo cual efectivamente reduce su costo tiene como causa que los estándares utilizados no siempre encajan en las necesidades de los proyectos a ser realizados con estos, adicionalmente puede poseer complicaciones si se requiere utilizar conectores de entrada y salidas especiales.

El principal uso de los *SBC* consiste en los sistemas embebidos, en aplicaciones de control de procesos y sistemas complejos de robótica, sistemas *IoT* y en casos especiales como alternativa a los microcontroladores. En la investigación realizada en el presente trabajo se utilizó el *SBC* más utilizados hoy en día conocido como Raspberry Pi 3 modelo B para ser implementado en un sistemas *IoT* que permita conexiones remotas para el manejo de un *drone*.

2.2.3 Diagramas

Un diagrama es un esquema con el fin de representar gráficamente las relaciones entre las distintas partes o componentes de un sistema o conjunto. También se pueden utilizar para representar la resolución de un problema, para definir el conjunto de estados por los que pasa un sistema o para mostrar las operaciones que realiza un sistema. Son muy útiles ya que el ser humano reconoce rápidamente la información visual.

2.2.3.1 Diagrama de Componentes

Se usan con el fin de modelar los componentes que ayudan a hacer esas funcionalidades, representando la forma en la que estos se organizan y sus dependencias.

se define como uno de los principales diagramas UML, clasificado como diagrama de estructura , es decir representa de forma estática el sistema de información.

Proporciona una vista de alto nivel de los componentes dentro de un sistema. Los componentes pueden ser un componente de software, como una base de datos o una interfaz de usuario; o un componente de hardware. Está formado por tres elementos: Componente, Interfaz y Relación de dependencia.

Un componente es un bloque de unidades lógicas del sistema, una abstracción ligeramente más alta que las clases. Se representa como un rectángulo con un rectángulo más pequeño en la esquina superior derecha con pestañas o la palabra escrita encima del nombre del componente para ayudar a distinguirlo de una clase, como se observa en la figura 1



Figura 1

También es posible utilizar el diagrama de paquetes para hacer un conjunto de varios módulos. Con esto se consigue representar la unión de esos módulos para un fin concreto.

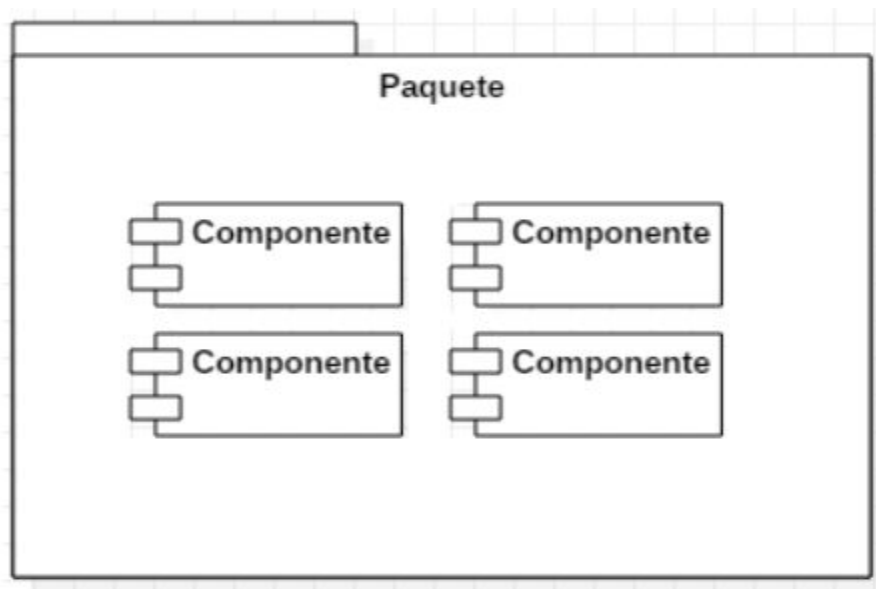


Figura 2

La interfaz está siempre asociada a un componente, se usa para representar la zona del módulo que es utilizada para la comunicación con otro de los componentes.

Se representa con una línea que tiene al final un círculo no relleno , figura 3:

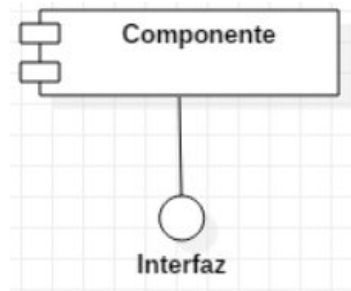


Figura 3

Otros módulos pueden conectarse a una interfaz. Esto se hace cuando un componente requiere o utiliza al otro componente mediante su interfaz, que son las operaciones externas que ofrece el componente. Se representa con un línea que termina en un semicírculo que rodea la interfaz del otro componente, como en la figura 4:

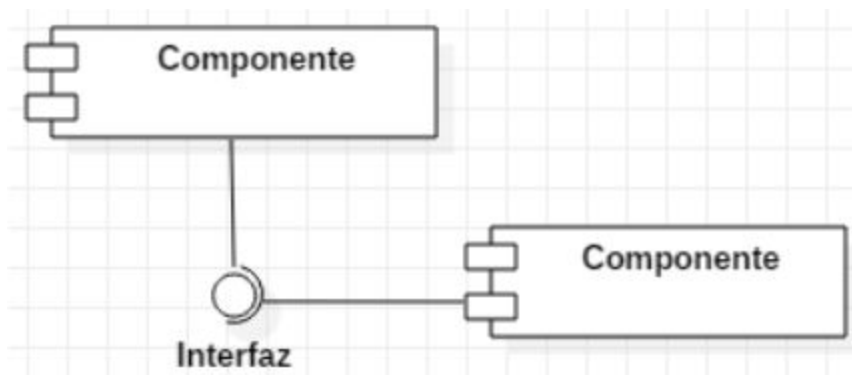


Figura 4

La relación de dependencia representa que un componente requiere de otro para ejecutar su trabajo, usa una flecha de dependencia para mostrar la relación entre dos componentes

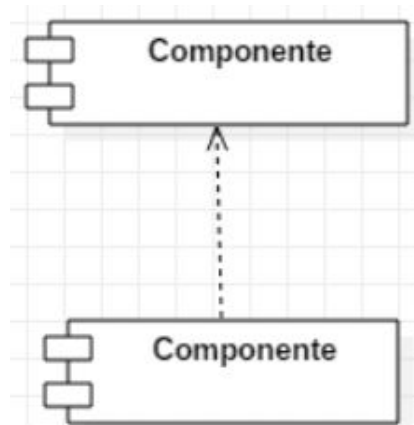


Figura 5

2.2.3.2 Diagrama de Despliegue

Un Diagrama de Despliegue modela la arquitectura en tiempo de ejecución de un sistema. Esto muestra la configuración de los elementos de hardware (nodos) y muestra cómo los elementos y artefactos del software se trazan en esos nodos. Se compone de :

Nodo es un elemento de hardware o software. Esto se muestra con la forma de una caja en tres dimensiones, como a continuación en la figura 6

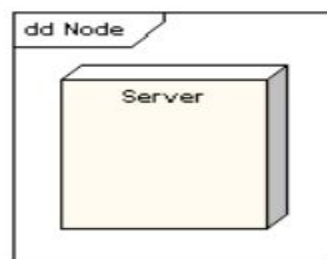


Figura 6

Una asociación representa una ruta de comunicación entre los nodos. El siguiente diagrama de la figura 7 muestra un diagrama de despliegue para una red,

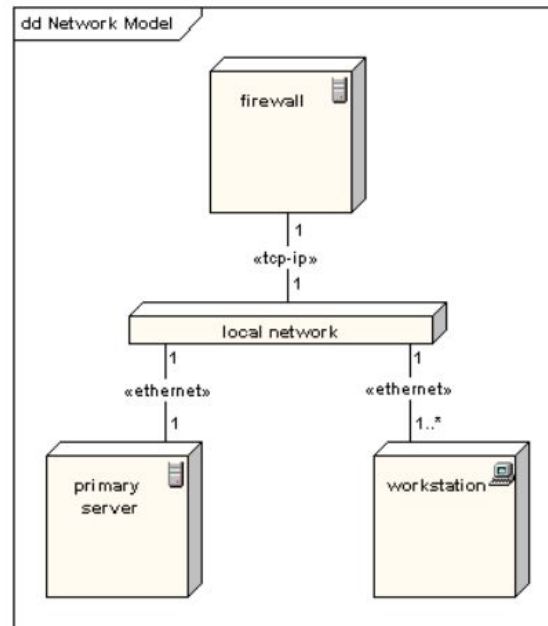


Figura 7

2.2.3.2 Diagrama de Caso de Uso

Representa la forma en como un Cliente o Actor opera con el sistema en desarrollo, así como también el tipo y orden en como los elementos interactúan (ope. Un diagrama de casos de uso consta de los siguientes elementos:

- Actor.
- Casos de Uso.
- Relaciones de Uso, Herencia y Comunicación.

Un Actor es un rol que un usuario juega con respecto al sistema, no necesariamente representa a una persona en particular, sino más bien la labor que realiza frente al sistema



Figura 8

El Caso de Uso es una operación o tarea específica que se realiza tras una orden de algún agente externo, sea desde una petición de un actor o bien desde la invocación desde otro caso de uso.

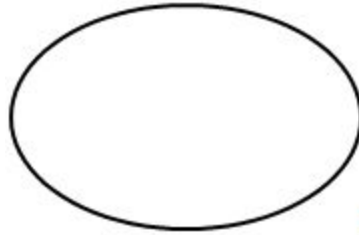


Figura 9

Una asociación es el tipo de relación más básica que indica la invocación desde un actor o caso de uso a otra operación (caso de uso). Dicha relación se denota con una flecha simple.



Figura 10

Dependencia o Instanciación es una forma muy particular de relación entre clases, en la cual una clase depende de otra, es decir, se instancia. Dicha relación se denota con una flecha punteada



Figura 11

2.2.4 Base de Datos

Una base de datos es una estructura de datos que permite almacenar información de forma organizada. La mayoría de las bases de datos contiene múltiples tablas las cuales poseen distintos tipos de campos en las cuales representan un tipo de información en particular o relación con otra tabla. Esta estructura de almacenamiento ha permitido que hoy en día se trabajen con bases de datos relacionales los cuales permite ejecutar sentencias de búsqueda para poder acceder, actualizar y buscar información en base a las relaciones de las tablas ya sea en una base de datos o en varias.

2.2.5 Hilos

Los hilos (*Thread*) o hilos en ejecución son una forma para que un programa se divida en dos o más tareas de ejecución simultáneas (o seudo simultáneas). Los hilos y procesos difieren de un sistema operativo a otro, pero, en general, un hilos está contenido dentro de un proceso y diferentes hilos en el mismo proceso comparten los mismos recursos, mientras que diferentes procesos en el mismo sistema operativo multitarea no. Los hilos son ligeros, en términos de los recursos del sistema que consumen, en comparación con los procesos.

2.2.6 Redes LAN y WAN

Una red de área local (*Local Area Network - LAN*) es un conjunto de computadoras y dispositivos periféricos que comparten la misma línea de comunicación directa o inalámbrica para comunicarse con un servidor en una zona geográfica distinta. Una *LAN* puede servir a ya sea a dos usuarios o cientos, esto dependerá de la necesidad y la implementación de la red.

La red de área amplia (*Wide Area Network .- WAN*) es una red de comunicaciones que abarca un área geográfica grande, como ciudades, estados o países, las cuales pueden ser privadas o públicas siendo estas últimas utilizadas para conectar redes más pequeñas del tipo *LAN* o *MAN* (*Metro Area Network*).

2.2.7 Transmisión de Vídeo

La transmisión de video funciona según los principios de transmisión de datos, donde todos los datos de archivos de video se comprimen y se envían a un dispositivo solicitante en pequeños fragmentos. La transmisión de video generalmente requiere un reproductor de video compatible que se conecte con un servidor remoto, que aloja un archivo multimedia pregrabado o pre-almacenado o una transmisión en vivo. El servidor utiliza algoritmos específicos para comprimir el archivo multimedia o los datos para transferirlos a través de la red o la conexión a Internet.

El tamaño de cada flujo de datos depende de varios factores, incluido el tamaño real del archivo, la velocidad del ancho de banda y la latencia de la red. A su vez, el usuario o el reproductor del cliente descomprime y muestra los datos transmitidos, lo que permite al usuario comenzar a ver el archivo antes de que se reciban todos los datos o archivos de video.

2.2.8 Protocolos de Red

Los protocolos de red son conjuntos de reglas establecidas que dictan cómo formatear, transmitir y recibir datos para que los dispositivos de red de la computadora, desde servidores y enrutadores hasta puntos finales, puedan comunicarse independientemente de las diferencias en sus infraestructuras, diseños o estándares subyacentes.

- TCP: Protocolo de control de transmisión (*Transmission Control Protocol*) utiliza un conjunto de reglas para intercambiar mensajes con otros puntos de Internet a nivel de paquete de información.
- UDP: Protocolo de datagrama del usuario (*User Datagram Protocol*) actúa como un protocolo de comunicación alternativo a TCP y se utiliza para establecer conexiones de baja latencia y tolerancia a pérdidas entre aplicaciones e Internet.

- IP: Protocolo de internet (*Internet Protocol*) utiliza un conjunto de reglas para enviar y recibir mensajes a nivel de dirección de Internet.
- HTTP: Protocolo de transferencia de hipertexto (*Hypertext Transfer Protocol*) define un conjuntos de reglas para intercambiar y mostrar información.
- RTP: Protocolo de transporte en tiempo real (*Realtime Transport Protocol*) es un protocolo dedicado al transporte de transmisiones de video y audio en tiempo real.
- RTCP: Protocolo de control RTP (*RTP Control Protocol*) es un protocolo complementario de capa superior que permite el monitoreo de la entrega de datos. Está diseñado para brindar comentarios sobre la calidad de la transmisión de datos e información sobre los participantes en la sesión en curso.
- RTSP: Protocolo de transmisión en tiempo real (*Real Time Streaming Protocol*) se utiliza para controlar aplicaciones de transmisión de medios en tiempo real, como audio en vivo y transmisión de video HD.

2.2.9 DHCP

El Protocolo de configuración dinámica de host (Dynamic Host Configuration Protocol - DHCP) es un protocolo de administración de red utilizado en redes UDP / IP mediante el cual un servidor DHCP asigna dinámicamente una dirección IP y otros parámetros de configuración de red a cada dispositivo en una red para que puedan comunicarse con otras redes IP.

Un servidor DHCP permite a las computadoras solicitar direcciones IP y parámetros de red automáticamente al proveedor de servicios de Internet (ISP), lo que reduce la necesidad de que un administrador de red o un usuario asigne manualmente direcciones IP a todos los dispositivos de red.

2.2.10 Puertos de Red

Un puerto de red es una construcción de software específica de proceso o de aplicación que sirve como punto final de comunicación, que es utilizada por los protocolos de capa de transporte del conjunto de protocolos de Internet, como el protocolo de datagrama de usuario (UDP) y el protocolo de control de transmisión (TCP).

Un puerto de red específico se identifica por su número comúnmente conocido como número de puerto, la dirección IP con la que está asociado el puerto y el tipo de protocolo de transporte utilizado para la comunicación. Un número de puerto es un entero sin signo de 16 bits que varía de 0 a 65535.

2.2.11 Sistemas de Videoconferencia

Comprende las tecnologías utilizadas para la recepción y transmisión de señales de audio y video entre usuarios en ubicaciones distintas, para la comunicación en tiempo real. La videoconferencia implica el uso de estas tecnologías para una reunión grupal u organizacional, y no por individuos.

2.2.12 Socket

Un socket es un método para la comunicación entre un programa del cliente y un programa del servidor en una red. También se puede definir como el punto final en una conexión. Los mismos se crean y se utilizan con un sistema de peticiones o de llamadas de funciones a veces denominados interfaz de programación de aplicación de sockets (API, application programming interface).

2.2.12 API

El término API es un acrónimo que significa "Interfaz de programación de aplicaciones" (*Application Programming Interface*). Piense en una API como un menú en un restaurante. El menú proporciona una lista de platos que puede pedir, junto con una

descripción de cada plato. Cuando especifica qué elementos del menú desea, la cocina del restaurante hace el trabajo y le proporciona algunos platos terminados. No sabes exactamente cómo el restaurante prepara esa comida, y realmente no lo necesitas.

Del mismo modo, una API enumera un montón de operaciones que los desarrolladores pueden usar, junto con una descripción de lo que hacen. El desarrollador no necesariamente necesita saber cómo, por ejemplo, un sistema operativo crea y presenta un cuadro de diálogo "Guardar como". Solo necesitan saber que está disponible para su uso en su aplicación.

2.3 Tecnologías para el Sistema

2.3.1 Pip

Es un sistema de gestión de paquetes utilizado para instalar y administrar paquetes de software escritos en Python. Muchos paquetes pueden ser encontrados en el Python Package Index (PyPI). Python 2.7.9 y posteriores (en la serie Python2), Python 3.4 y posteriores incluyen pip (pip3 para Python3) por defecto.

2.3.2 Flask

Es un framework minimalista escrito en Python que permite crear aplicaciones web rápidamente y con un mínimo número de líneas de código. Está basado en la especificación WSGI de Werkzeug y el motor de templates Jinja2 y tiene una licencia BSD.

2.3.3 NGnix

Es un servidor web potente y utiliza una arquitectura controlada por eventos y sin hilos que le permite superar a Apache si se configura correctamente. También puede hacer otras cosas importantes, como el equilibrio de carga, el almacenamiento en caché de HTTP o ser utilizado como un proxy inverso.

2.3.4 Gunicorn

Es un servidor HTTP de interfaz de puerta de enlace del servidor web de Python. Es un modelo de trabajador pre-fork ampliamente compatible con varios marcos web, simplemente implementado, ligero en los recursos del servidor y bastante rápido.

2.3.5 Flask-RESTful

Es una extensión para Flask que agrega soporte para la creación rápida de API REST. Es una abstracción ligera que funciona con sus bibliotecas existentes. Además fomenta las mejores prácticas con una configuración mínima.

2.3.5 Freenom

Es una empresa de gestión de dominios basada en la web ubicada en Ámsterdam, ofrece una variedad de servicios profesionales de administración de dominios y revendedores para grandes y pequeñas empresas.

2.3.6 H264 o MPEG-4

Es una norma que define un códec de vídeo de alta compresión, desarrollada conjuntamente por el ITU-T Video Coding Experts Group (VCEG) y el ISO/IEC Moving Picture Experts Group (MPEG). También puede definirse como la codificación de vídeo avanzado basado en compensación de movimiento orientado a bloque.

2.3.7 NodeJS

Es un código abierto de JavaScript diseñado para generar aplicaciones web de forma altamente optimizada. es importante destacar que desde su nacimiento hacia el año 2009 ha logrado convertirse en todo un must dentro del desarrollo web.

Por otra parte puede definirse como un entorno Javascript del lado del servidor, basado en eventos que ejecuta javascript utilizando el motor V8, desarrollado por Google para uso de su navegador Chrome. Este permite a Node proporciona un entorno de ejecución del lado del servidor que compila y ejecuta javascript a velocidades increíbles.

2.3.8 NPM (*node package manager*)

Es el gestor de paquetes javascript de NODE.JS por excelencia desarrollado por Isaac Z. Schlueter Gracias a él, tenemos casi cualquier librería disponible en una línea de comando de distancia, permitiéndonos utilizarla en cuestión de segundos, es decir permite a los usuarios instalar aplicaciones Node.js que se encuentran en el repositorio.

2.3.9 FFmpeg

FFmpeg es una colección de software libre que puede grabar, convertir y hacer streaming de audio y vídeo. Incluye libavcodec, una biblioteca de códecs. Está desarrollado en GNU/Linux, pero puede ser compilado en la mayoría de los sistemas operativos, incluyendo Windows.

También puede definirse como FFmpeg es una potente herramienta con la que podemos convertir entre formatos de video, rotar, reducir tamaño, calidad o resolución, y muchas otras operaciones, todo ello automatizado desde una terminal

2.4 Dispositivos Electrónicos

2.4.1 Raspberry Pi

Es un mini ordenador de placa reducida de bajo costo. Este puede ser utilizado en proyectos de electrónica, y para muchos de las cosas que hace el PC de escritorio, como hojas de cálculo, procesamiento de textos, navegación por internet, y jugar. También reproduce vídeo de alta definición. Por lo que podemos hacer notar que es un ordenador de tamaño bastante reducido, siendo esta una de sus mayores ventajas, debido a la comodidad que oferta a la hora de realizar un trabajo bastante compacto y presentarlo de forma adecuada, gracias a sus grandes características de procesamiento se pueden procesar datos y almacenarlos de manera bastante efectiva.

2.4.2 DJI Tello

Es dron o un vehículo no tripulado equipado con una cámara y procesador de imágenes de alta definición. Está diseñado y es utilizado en ambientes educativos para aprender sobre cómo funcionan los drones y aprender programación

2.4.2 Router Tp Link

El router *TP-LINK TL-WR740N* es un dispositivo combinado de conexión de red por cable o inalámbrico integrado con enrutador para compartir Internet y conmutador de 4 puertos. El enrutador inalámbrico N es compatible con 802.11b & g basado en la tecnología 802.11n y le brinda un rendimiento 802.11n de hasta 150Mbps a un precio aún más asequible. Limitando con 11n y superando la velocidad de 11g permite que las aplicaciones que consumen mucho ancho de banda como la transmisión de video sean más fluidas. Puede disfrutar de una experiencia de alta calidad cuando la transmisión de video, VoIP o juegos en línea de forma inalámbrica, con los productos g tradicionales nunca fue muy práctico, desde cualquier lugar de su hogar.

Capítulo III

MARCO METODOLÓGICO

En el siguiente trabajo de Investigación se decidió hacer uso de las metodologías ágiles , ya que permiten tener un marco de trabajo adecuado para proyectos a corto plazo con resultados satisfactorios o eficientes. Dentro de las Metodologías Ágiles se encuentra la programación Extrema definida por Bautista como un enfoque de la ingeniería de software formulado por Kent Beck, se considera el más destacado de los procesos ágiles de desarrollo de software. Al igual que estos, la programación extrema se diferencia de los métodos tradicionales principalmente en que presenta más énfasis en la adaptabilidad que en la previsibilidad..

La ventaja de la misma radica en ser una metodología ligera de desarrollo de aplicaciones que se basa en la simplicidad, la comunicación y la realimentación del código desarrollado.

3.1 Fases Metodológicas

Fase 1: Levantamientos de requerimientos de software y hardware necesarios para la implementación.

Fase 2: Diseñar los prototipos del sistema de monitoreo.

Fase 3: Realizar estudio de funcionalidad de cada prototipo.

Fase 4: Conclusiones y dificultades

Capítulo IV

RESULTADOS

4.1 Levantamientos de Requerimientos

Las investigaciones realizadas en el transcurso de la electiva de Sistemas multimedia, junto con el profesor encargado , dieron como base inicial un conjunto de requerimientos necesarios para llevar a cabo un sistema de monitoreo remoto , el cual permitirá manejar un drone sin necesidad de que el controlador se encuentre en el mismo habitación que el sistema aéreo.

Tras haber realizado una investigación de sistemas de monitoreo remoto con mayor profundidad tomando en cuenta los dispositivos disponibles del laboratorio así como también de los actores del proyecto , se definió los requerimientos de *Hardware* necesarios para llevar a cabo la implementación.

4.1.1 Hardware

4.1.1.1 Drone

Uno de los dispositivos *hardware* más importantes es el vehículo aéreo no tripulado, por lo que se utilizara el drone de *TELLO* el cual es un drone de bajo costo para realizar proyectos a través de su *API*. Uno de los detalles del drone es que este posee su propia red que permite la conexión al dispositivo.

Si se quiere manejar el drone de manera remota se requiere un dispositivo que se comunique constantemente con el drone para poder hacerle llegar peticiones desde fuera de su área. Este dispositivo permanecerá en el mismo área del drone y el rango de conexión entre ellos se basará en la norma *2.4 GHz 802.11n* utilizada por la red del drone; esto es aproximadamente unos *10m*.

4.1.1.2 Raspberry

Los *SBC* son dispositivos de bajo costo que permiten realizar proyectos como el manejo del drone, esto se realizará mediante una *API* implementada en el *SBC*, adicionalmente la mayoría de estos dispositivos permiten conexión a una red a través de conexión *Wifi* por lo cual se podrán enviar peticiones directamente al drone, otra de las características que se busca en la capacidad de conectarse a dos redes distintas, una por *ethernet* y otra por *wifi* para poder así comunicarse con el *drone* y recibir las peticiones que provengan del exterior. Para esto se decidió utilizar un *Raspberry Pi 3 Model B1* el cual trabaja con la misma normal de la red del *drone*.

4.1.1.3 Servidores

Para probar la funcionalidad de un sistema remoto se implementara el uso de un servidor web que tendrá alojada una videoconferencia que permita observar el video del drone así de cómo manejarlo, este servidor se encontrara fuera de la red del *raspberry* y drone; para el alojamiento de la *API* del control del *drone* se requerirá un servidor, por lo que se usará el *raspberry* como servidor que a su vez será cliente del servidor web el cual le pasara las peticiones de control desde la videoconferencia permitiendo así un ambiente de pruebas.

4.1.1.4 Routers y Switches

Para probar la conexión entre las distintas redes en las pruebas se requieren dispositivos de conexión tales como router y/o switch de manera tal que fuera posible diseñar distintas arquitecturas de red. Para esto se contó con un router Tp-link Tl-wr740, un router Tp-link Tl-wr940n y un swtich de escritorio de 8 puertos SECUTECH, modelo: SS-11S

4.1.2 Software

4.1.2.1 Sistema de Control

El raspberry tendrá la capacidad de conectarse a la red wifi proveniente del drone mientras que hace uso de la conexión para enviar peticiones, provenientes del exterior. Para lograr esto se desarrolló una API bajo el lenguaje de programación Python con el framework Flask. La API permitirá recibir peticiones provenientes de la una página web alojada en un servidor externo al área del raspberry y drone a través de una conexión ethernet, por el otro lado al recibir dichas peticiones el raspberry deberá contar con la capacidad de transmitir las al drone a través de la red wifi.

4.1.2.2 Pagina Web

En el servidor externo se encuentra alojada una página web el cual será utilizado para una videoconferencia de manera tal que pueda observarse el vídeo del drone así de cómo enviarle los comandos de control para poder controlarlo, por lo que el sistema deberá permitir realizar peticiones HTTP a la API alojada en el raspberry; adicionalmente deberá poder recibir la transmisión de vídeo. Para llevar a cabo se hará uso node.js .

4.2 Prototipos

En la segunda fase del proyecto se definieron distintos prototipos a ser evaluados y eventualmente puestos a prueba; los prototipos presentados pueden dividirse a nivel de topología de red, prototipos de despliegue, diagrama de componentes con los cuales se buscó cubrir las necesidades básicas del proyecto y diagramas de caso de uso para el manejo de todo el sistema de monitoreo remoto en conjunto con la videoconferencia los cuales fueron la base para el desarrollo del diagrama de componentes.

4.2.1 Diagramas de Casos de Uso

El objetivo principal de los diagramas de casos de uso es definir las funcionalidades según los tipos de usuarios existentes.

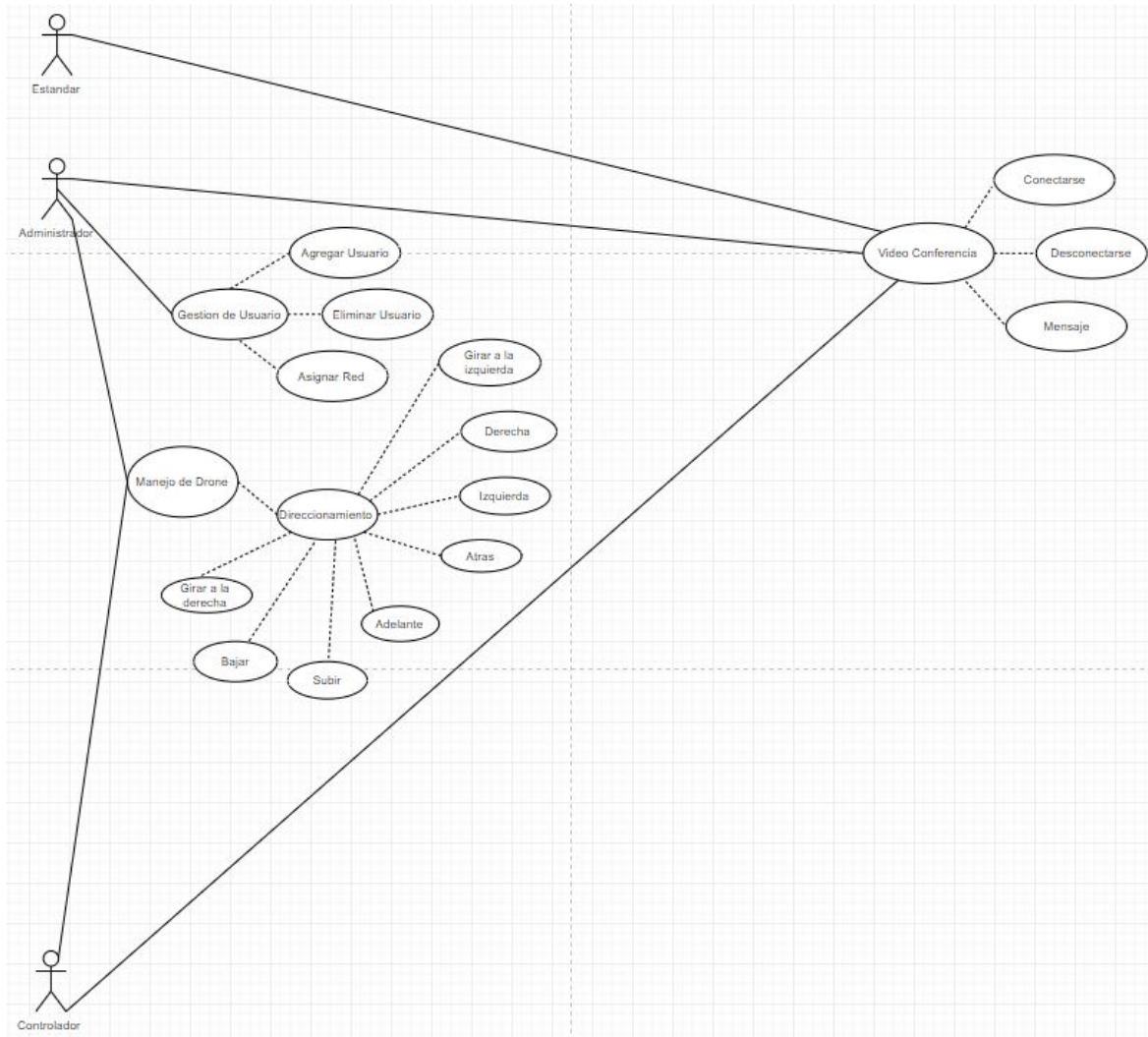


Diagrama de Caso de Uso 1

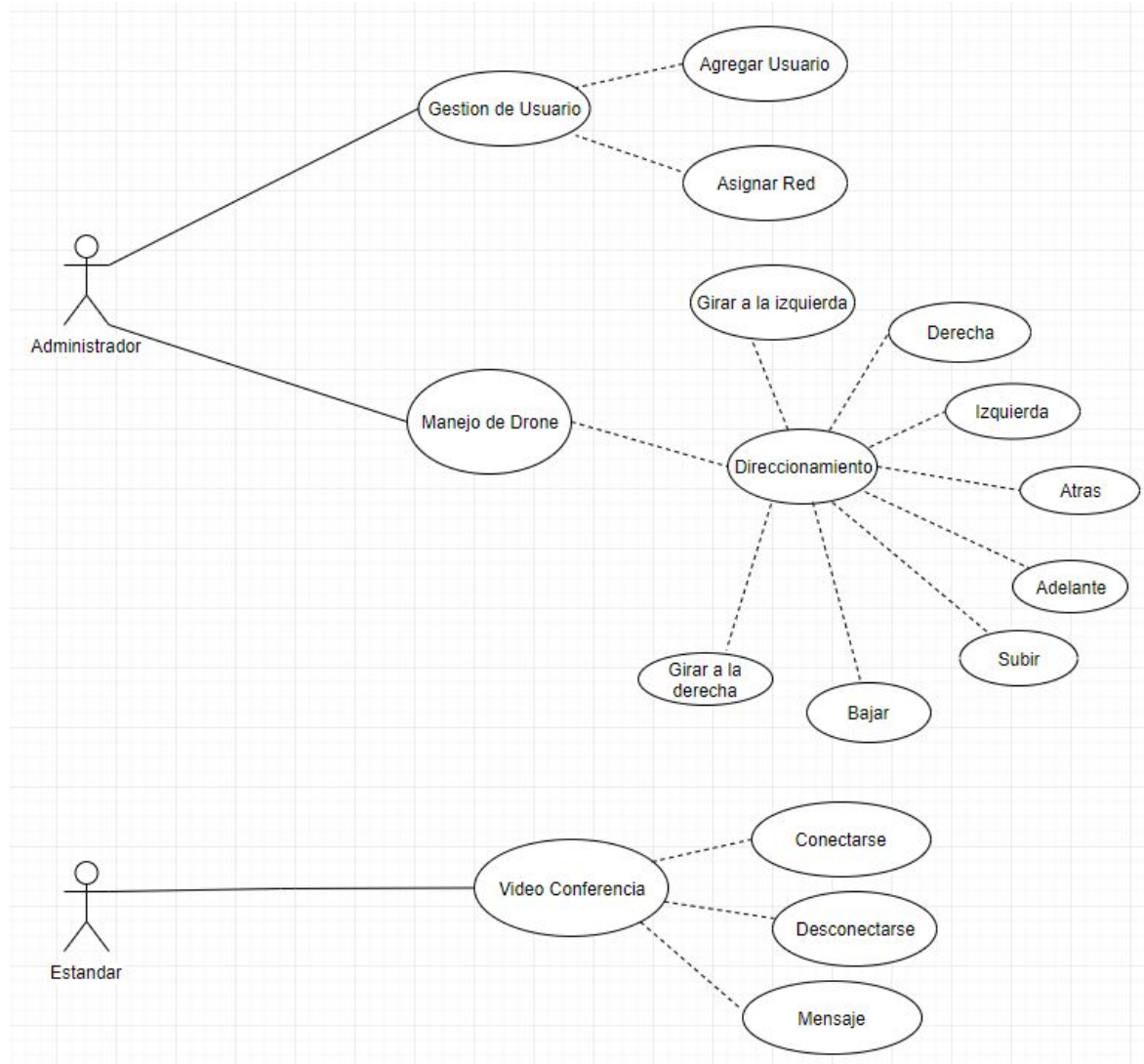


Diagrama de Caso de uso 2

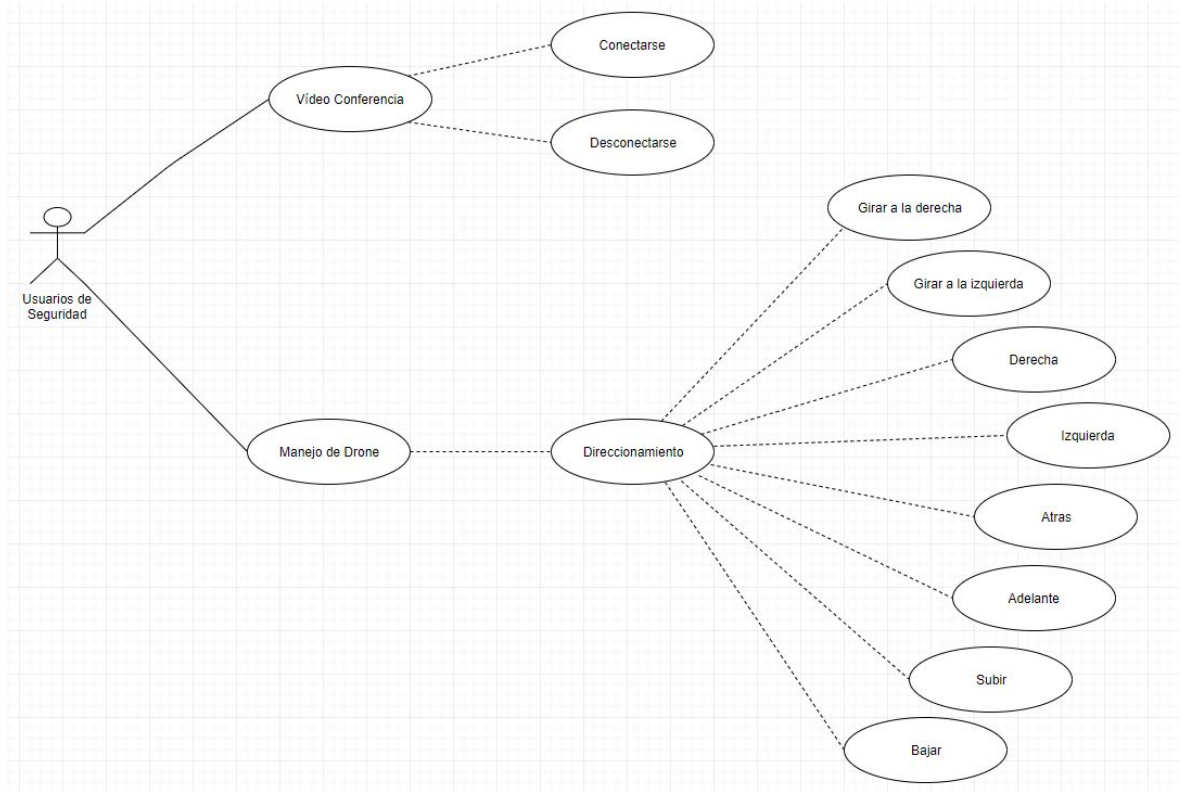


Diagrama de caso de uso 3

4.2.2 Diagrama de Componentes

Describir la organización y estructura del sistema de monitoreo a distancia usando vehículos aéreos no tripulados basada en componentes.

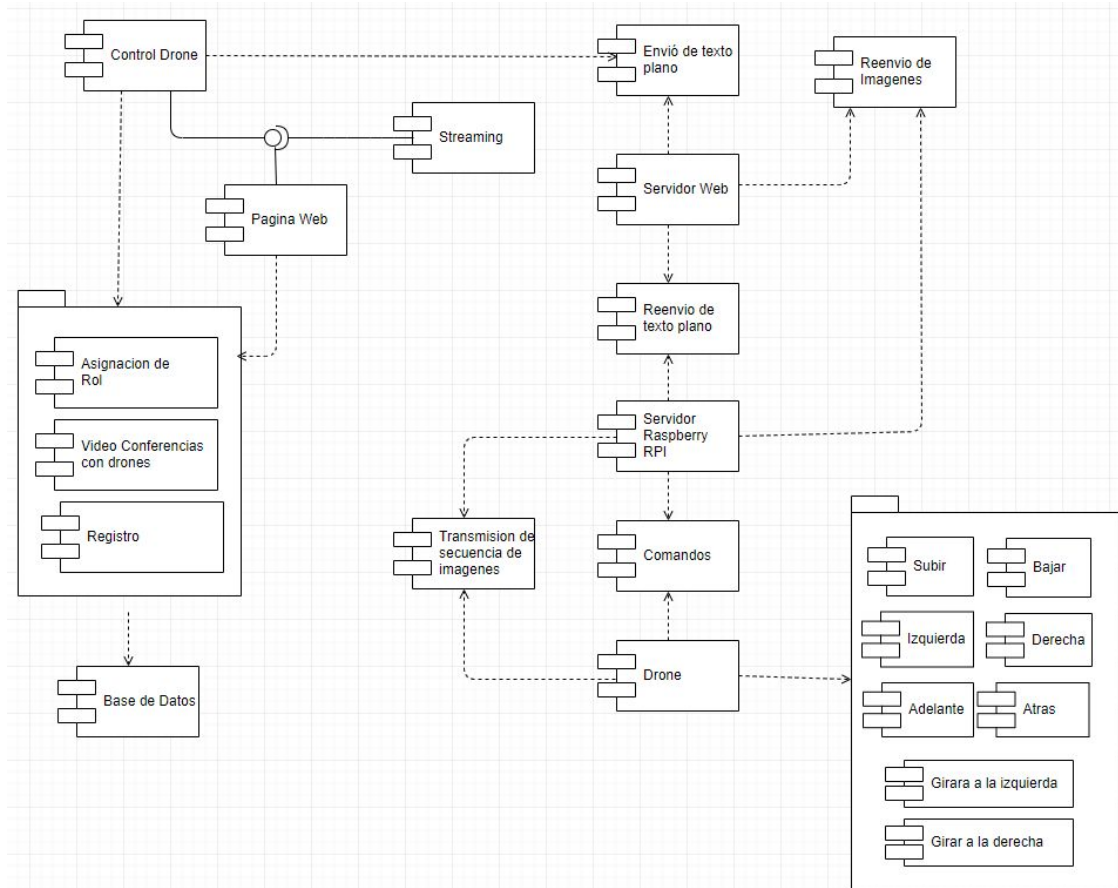


Diagrama de componentes 1

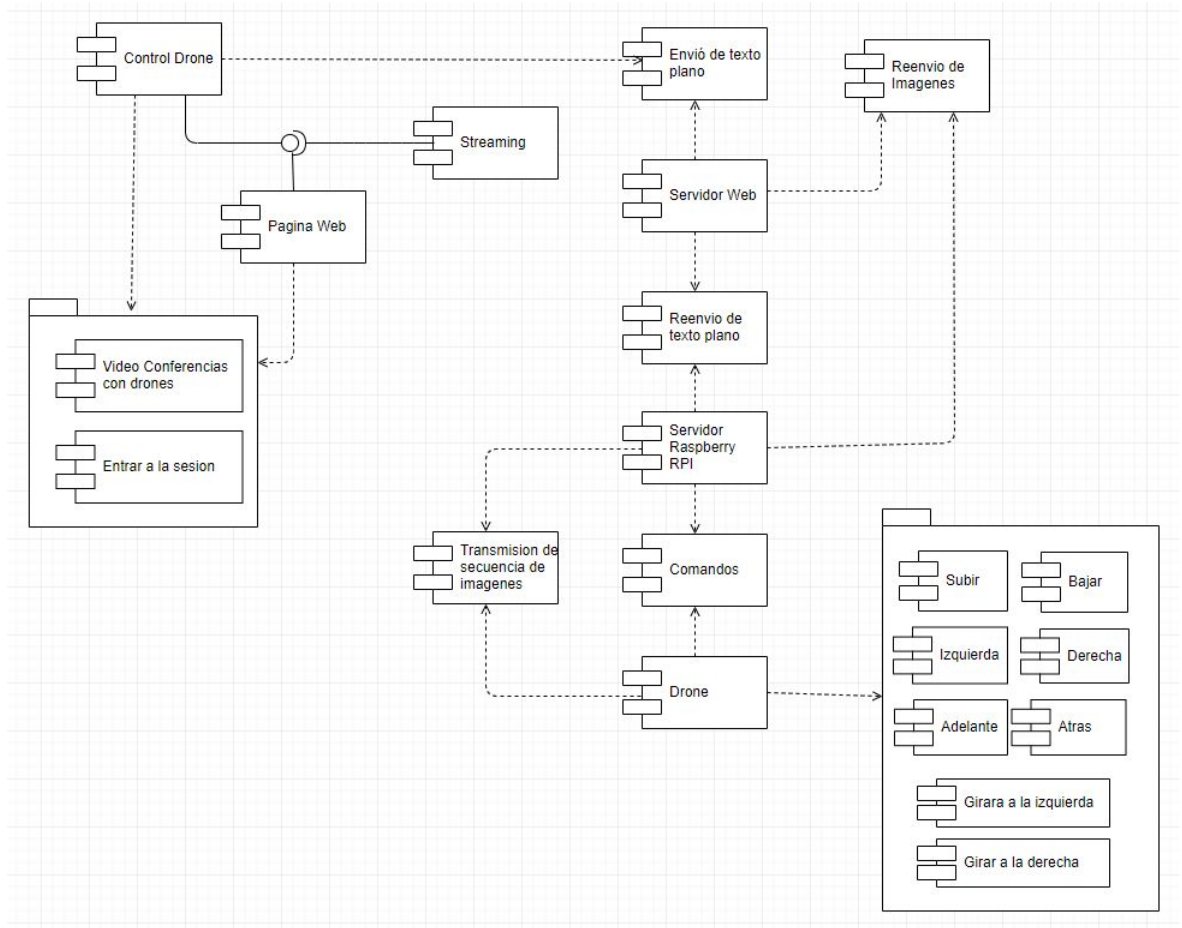
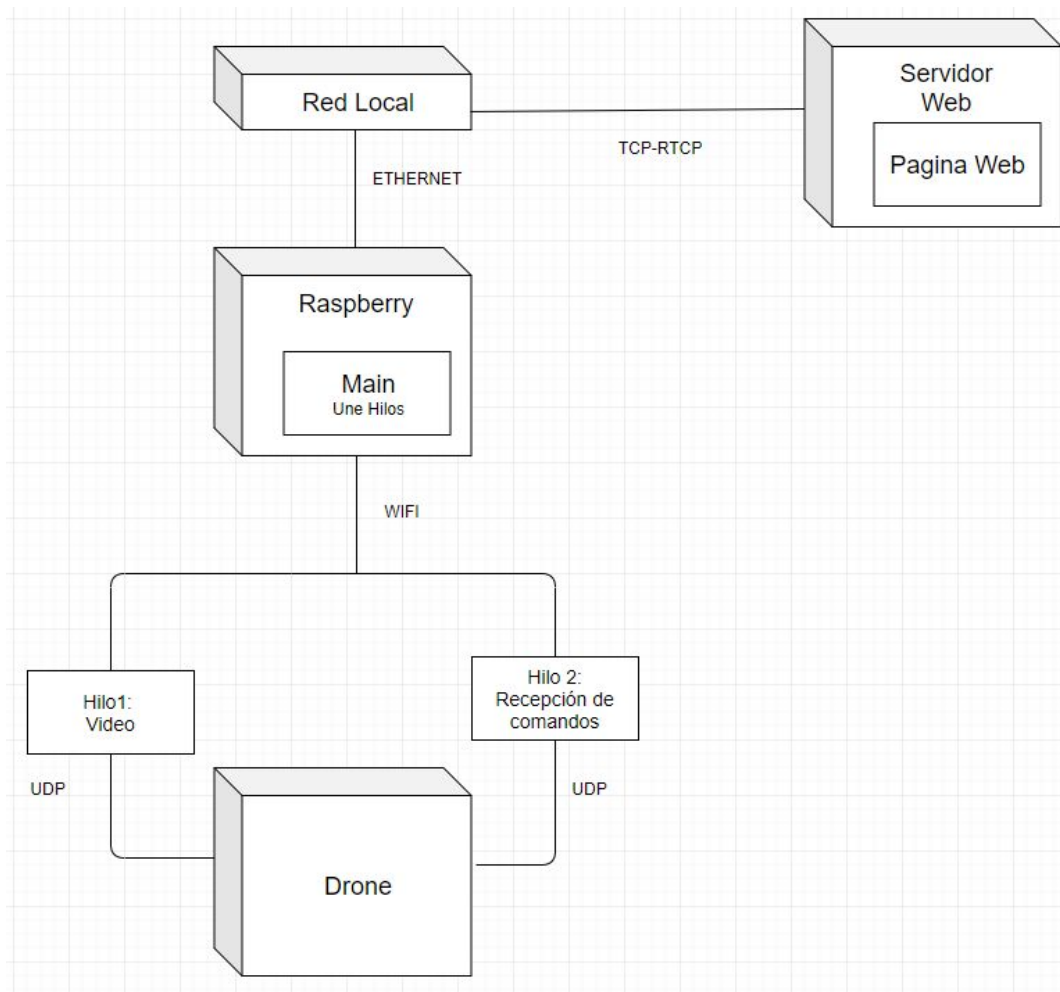
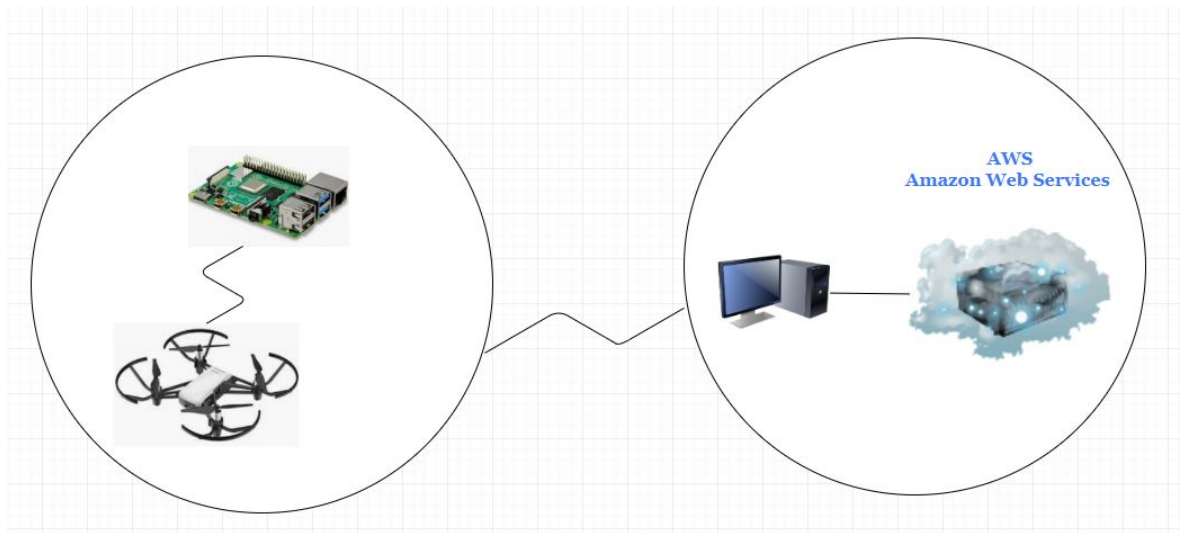


Diagrama de componentes 2

4.2.3 Diagrama de Despliegue



4.2.4 Diagramas de Red



Diagramas de Red 1

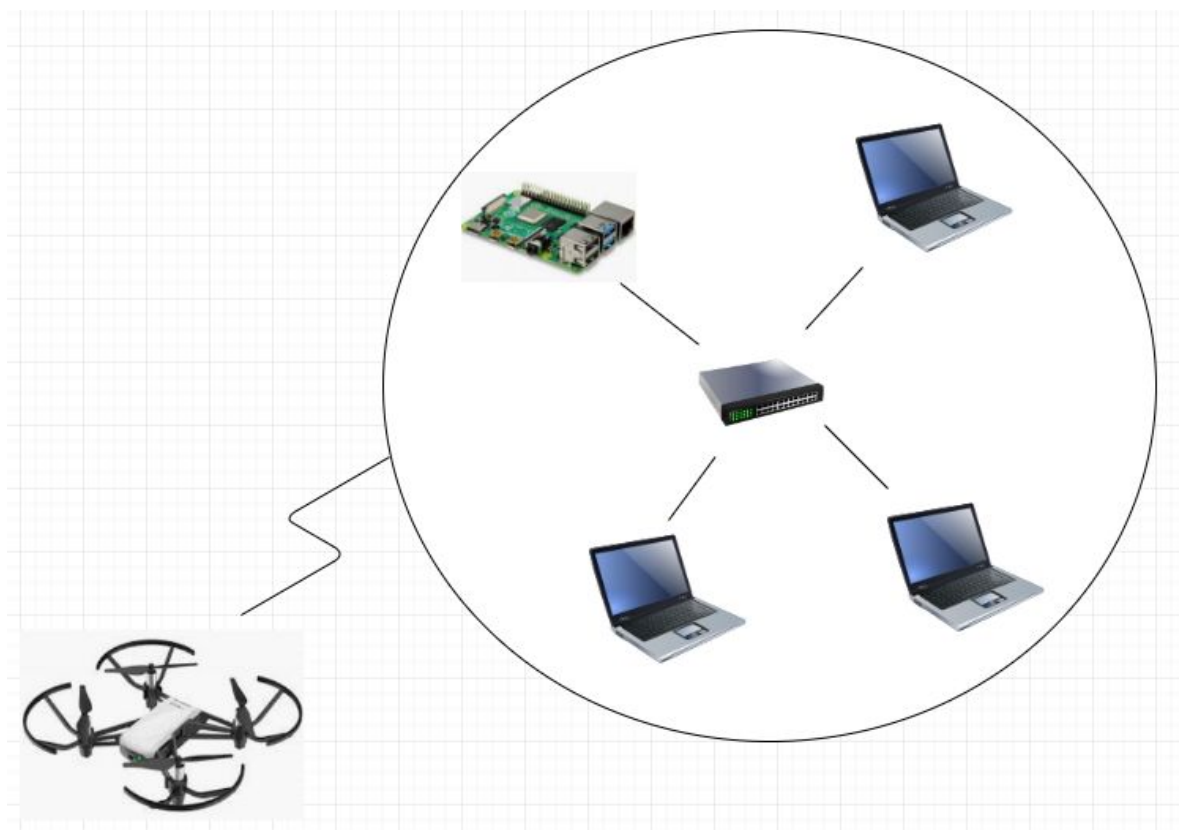


Diagrama de Red 2

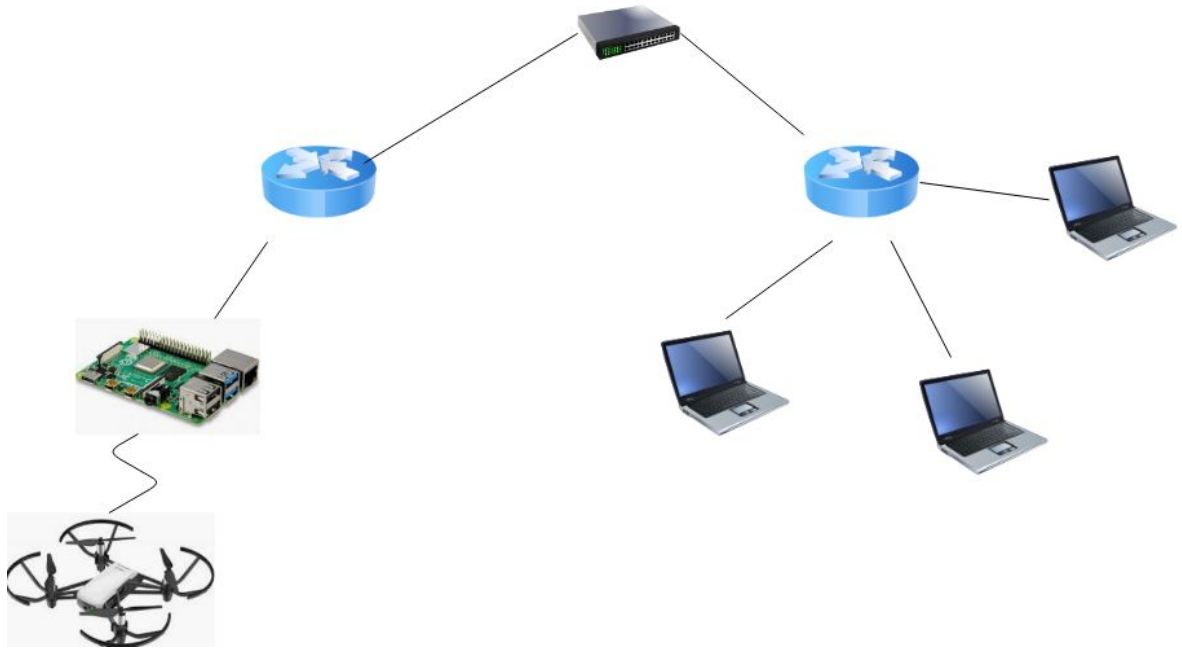


Diagrama de Red 3

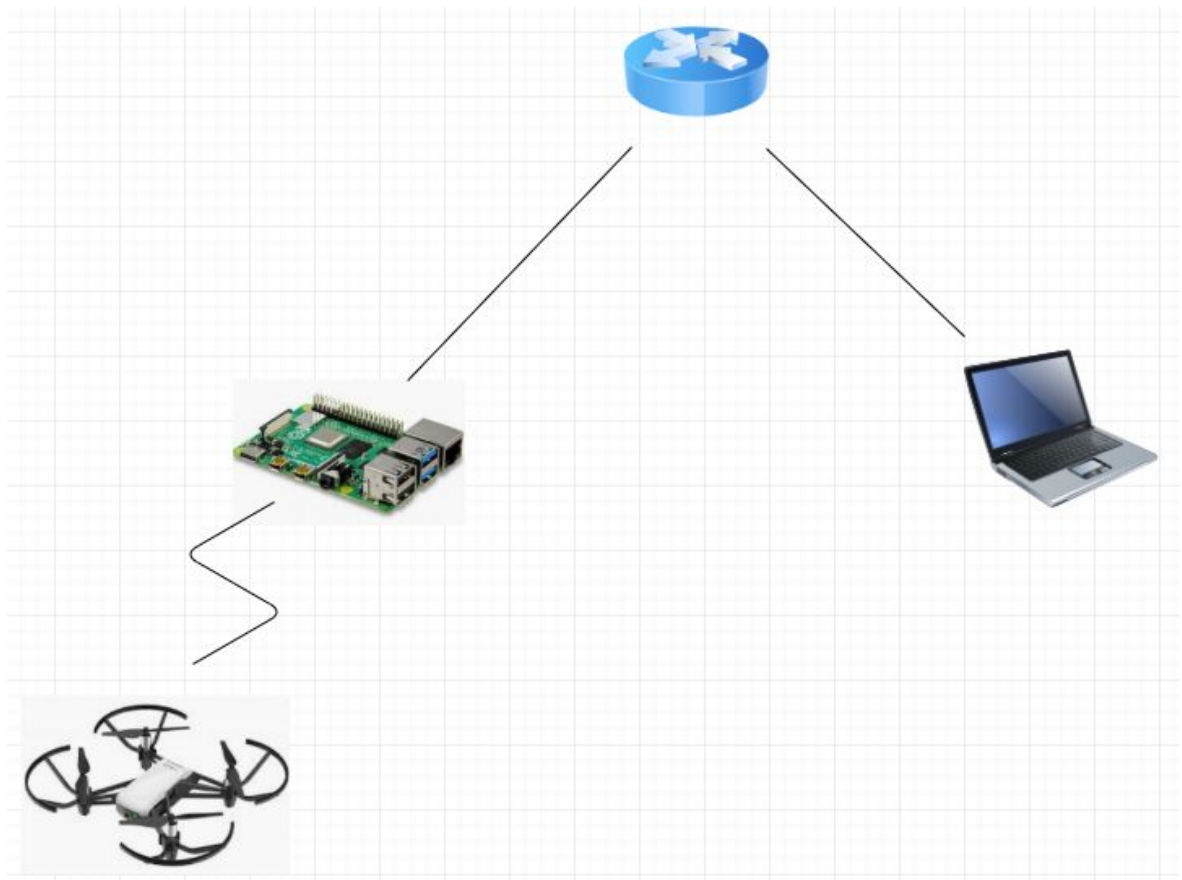


Diagrama de Red 4

4.3 Estudio de cada prototipo.

Prototipo-Diagramas	Objetivo	Limitaciones complicaciones	Recursos principales
Diagrama de caso de uso # 1	<p>Definir tres roles principales.</p> <p>Los roles existentes son:</p> <p style="text-align: center;">Estándar</p> <p>Usuarios que solo pueden participar en la videoconferencia.</p> <p style="text-align: center;">Administrador</p> <p>Usuario cuya función es agregar, eliminar y asignar red a un usuario, así como también tener el control del dron.</p> <p style="text-align: center;">Controlador</p> <p>Tiene la función de controlar el dron.</p>	Posee dos tipos de usuarios que puede ser un único rol	Como recurso principal para lograr el control de usuario es una Base de Datos
Diagrama de caso de uso #2	<p>Mantener el control del dron y la gestión de la base de datos con un único rol.</p> <p style="text-align: center;">Administrador</p> <p>Usuario cuya función es Gestionar la base de datos , así como también controlar el dron.</p>	El administrador posee la función de controlar el dron y gestionar la base de datos obligando a los usuarios que pertenecen a la empresa observar sin ninguna participación más que el envío de mensajes.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Base de datos 2) Único usuario encargado de la gestión de la base de datos y control del dron.

	<p>Estándar</p> <p>Usuario que solo puede observar la conferencia, conectarse, desconectarse y enviar mensajes con respecto a lo observado del recorrido del drone.</p>	<p>Cabe resaltar que los usuarios que se encuentran en la conferencia son los encargados de la seguridad de la misma limitando así el control del drone a un usuario específico.</p>	
<p>Diagrama de Caso de Uso #3</p>	<p>Definir un único usuario de seguridad cuya función sea el control del drone y permanencia en la conferencia.</p> <p>Usuario de seguridad</p> <p>Accesos al control del drone y a la videoconferencia.</p>	<p>Solos el personal certificado en el manejo del drone , encargados de la seguridad podrán acceder a la videoconferencia que proporciona controles para el manejo del drone.</p>	<p>1)Trabajadores de seguridad certificados en el manejo del drone</p>
<p>Diagramas de Componente #1</p>	<p>Observar la estructura de componentes basada en el diagrama de caso de uso 1 y 2.</p>	<p>El registro de usuarios no es necesario si el sistema de monitoreo a distancia usando vehículos aéreos no tripulados está dirigida a un personal de seguridad encargado del control del drone.</p>	<p>1) Página Web. 2) Servidor Web. 3) Drone. 4) Raspberry PI 3. 5) Base de datos. 6) Documentación del drone TELLO.</p>
<p>Diagramas de Componente #2</p>	<p>Observar la estructura de componentes basada en el diagrama de caso de uso 3.</p>	<p>Al no haber un registro de usuario, es necesario dar acceso a través de una dirección específico</p>	<p>1) Página Web. 7) Servidor Web. 8) Drone. 9) Raspberry PI 3.</p>

		asignado por un supervisor dentro de la organización.	10) Base de datos. 11) Documentación del drone TELLO.
Diagrama de Despliegues	Diseñar la estructura de la configuración de los elementos de hardware, así como los artefactos principales dentro del sistema de control aéreo.	El Diagrama de despliegue implementado se adapta al sistema de monitoreo	1) Drone. 2) Raspberry PI 3. 3) Servidor Web.
Diagrama de Red 1	Diseñar la red del sistema de monitoreo a distancia usando vehículos aéreos no tripulados . Usar un servidor externo, específicamente el de Amazon Web Services. Establecer la conexión entre el drone y el Raspberry PI 3.	Ya que el sistema de monitoreo a distancia se aplicará en el laboratorio de la Facultad de Ciencia y Tecnología y posee un proxy que no permite conectarse a un servidor externo sin permisos otorgados por la Universidad.	1) Drone. 2) Raspberry PI 3. 3) Servidor Web.
Diagrama de Red 2	Establecer una red usando un Switch que sirva para la comunicación entre las computadoras, el Raspberry PI 3. Establecer la conexión entre el drone y la red.	No se posee el cable de consola para configurar el Switch El drone no permite la retransmisión debido a su hardware	1) Switch SECUTECH de escritorio , 8 puertos, modelo SS-11S 2) Raspberry PI 3. 3) Drone TELLO.
Diagrama de Red 3	Establecer la conexión entre el Drone Tello y el Raspberry PI 3	En las prueba de red ,falla la conexión	1) Drone 2) Switch 3) Raspberry PI 3

	<p>Realizar dos redes , una con el Drone y el Raspberry y la otra las computadoras conectadas mediante un router</p> <p>Conectar dos redes mediante un Switch</p>	<p>El Switch SECUTECH no cumple con sus funcionalidades óptimas para la conexión entre ambas redes.</p>	<p>4) Router Tp-link Tl-wr740n</p> <p>5) Router Tp-link Tl-wr940n</p> <p>6) Switch SECUTECH de escritorio , 8 puertos, modelo SS-11S</p>
<p>Diagrama de Red 4</p>	<p>Implementa la red entre el Drone y el Raspberry PI 3 para la transmisión de Video.</p> <p>Usar un Router para establecer la conexión entre la red del drone , el Raspberry PI 3 y el host</p>	<p>Este modelo de Red fue el usado , debido a su correcto funcionamiento</p>	<p>1) Drone</p> <p>2) Switch</p> <p>3) Raspberry PI 3</p> <p>4) Router Tp link wrt 740n</p>

4.4 Conclusiones

En la actualidad el principal uso de los drones de altas prestaciones está enfocado al campo militar, en particular misiones de reconocimiento, monitoreo y seguridad

Para concluir se sugiere revisar y verificar los requerimientos del drone a usar a nivel de hardware con el fin de obtener la compatibilidad al momento de retransmitir el video para el desarrollo de los prototipos de esta investigación.

En el presente trabajo se destaca que los diferentes desarrollos de prototipos puestos en práctica para la implementación del sistema de monitoreo a distancia usando vehículos aéreos no tripulados permiten obtener una gestión de proyecto eficiente, ya que se observaron limitaciones o complicaciones que pueden presentarse a la hora de sus implementaciones .

Por otra parte para la investigación se utilizaron el diagrama de caso de usos #3; este permite la visualización de la transmisión del drone dirigida hacia un grupo de la organización. Por ello es necesario el acceso al sistema mediante una dirección específica asignada por un supervisor.

El diagrama de despliegue es una forma eficiente de observar la estructura de la configuración del hardware. En correlación con los diagramas de redes , el número 1 es eficiente siempre y cuando este no se encuentre limitado por los permiso de un proxy asi como tambien a las restricciones del drone. Además los Switches pueden ser usados cuando se tenga el cable de consola para su configuración.

Gracias a la diferentes implementaciones, se concluye que el drone Tello DJI no es apto para la retransmisión ,debido a su hardware.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Reconocimiento de patrones. (2019, 2 de mayo). Wikipedia, La enciclopedia libre. Fecha de consulta: junio 5, 2019 desde https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Reconocimiento_de_patrones&oldid=115665777
- [2] Videotelephony. (2019, 16 de mayo). Wikipedia, La enciclopedia libre. Fecha de consulta junio 5, 2019, desde <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Videotelephony&oldid=897365312>
- [3] Unmanned aerial vehicle. (2019, 11 de junio). Wikipedia, La enciclopedia libre. Fecha de consulta: junio 11, 2019 desde https://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_aerial_vehicle
- [4] Mendoza, V., Falcón, G. (2018). Desarrollo de un Sistema de Seguridad Basado en el Reconocimiento Facial para la Universidad Jose Antonio Paez (Tesis de Pregrado). Universidad Jose Antonio Paez, San Diego, Carabobo, Venezuela.
- [5] Rajamanickam, Vani & Marikkannan, Sangeetha. (2012). Survey on H.264 Standard. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering. 86. 397-410. 10.1007/978-3-642-27317-9_41.
- [6] Hrabia, Christopher-Eyk & Hessler, Axel & Xu, Yuan & Seibert, Jacob & Brehmer, Jan & Albayrak, Sahin. (2019). EffFeu Project: Towards Mission-Guided Application of Drones in Safety and Security Environments. Sensors. 19. 973. 10.3390/s19040973.
- [7] Rupprecht, Franca & Khan, Taimur & Veer, Gerrit & Ebert, Achim. (2017). Criteria Catalogue for Collaborative Environments. 1-5. 10.14236/ewic/HCI2017.4.

[8] Single-Board Computer (SBC) - Techopedia. Fecha de consulta: Agosto 20, 2019 desde <https://www.techopedia.com/definition/9266/single-board-computer-sbc>

[9] Single-Board Computer - Explaining Computers. Agosto 20, 2018 desde <https://www.explainingcomputers.com/sbc.html>

[10] Christensson, P. (2009, October 27). Database Definition. Retrieved. Septiembre 11, 2019 desde <https://techterms.com/definition/database>

[11] Search Networking. Local Area Network (LAN), Septiembre 11, 2019 desde <https://searchnetworking.techtarget.com/definition/local-area-network-LAN>

[12] Lifewire. What Is a Wide Area Network (WAN)?, Septiembre 11, 2019 desde <https://www.lifewire.com/wide-area-network-816383>

[13] Search Networking. Network Protocols, Septiembre 11, 2019 desde <https://searchnetworking.techtarget.com/definition/protocol>

[14] Vocal. Video Streaming Protocols RTP, RTCP and RTSP, Septiembre 11, 2019 desde <https://www.vocal.com/video/video-streaming-protocols-rtp-rtcp-and-rtsp/>

[15] Vocal. Real-Time Streaming Protocol (RTSP), Septiembre 11, 2019 desde <https://www.vocal.com/v2oip/rtsp/>

[16] Dynamic Host Configuration Protocol. Wikipedia, Septiembre 11, 2019 desde https://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic_Host_Configuration_Protocol

[17] Thread (Computer Science). Wikipedia, Septiembre 11, 2019 desde [https://simple.wikipedia.org/wiki/Thread_\(computer_science\)](https://simple.wikipedia.org/wiki/Thread_(computer_science))

[18] What is Vídeo Streaming. Techopedia, Septiembre 11, 2019 desde <https://www.techopedia.com/definition/9927/video-streaming>

[19] What is Network Port?. Techopedia, Septiembre 11, 2019 desde <https://www.techopedia.com/definition/24717/network-port>

[20] Vega Salas, Paul & Ruiz Cubillo, Paulo & Garro, Jose. (2017). VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS DEL LANAMMEUCR: UNA HERRAMIENTA MULTIDISCIPLINARIA ADAPTADA PARA TODO TIPO DE CONDICIONES AL SERVICIO DEL PAÍS Comité Editorial 2017.

[21] Sánchez, Claudia. (2017). VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS: DESCRIPCIONES GENERALES Y APLICACIONES. 1. 2017.

[22] Diagrama de Componentes. DiagramasUML, Septiembre 11, 2019 desde https://diagramasuml.com/componentes/#Que_es_un_diagrama_de_componentes

[23] Diagrama de Despliegue. Sparx Systems, Septiembre 11, 2019 desde http://www.sparxsystems.com.ar/resources/tutorial/uml2_deploymentdiagram.html

[24] What Is an API?. How-to Geek, Septiembre 11, 2019 desde <https://www.howtogeek.com/343877/what-is-an-api/>

[25] TL-WR740N. Tp Link, Septiembre 11, 2019 desde <https://www.tp-link.com/au/home-networking/wifi-router/tl-wr740n/#overview>

[26] Tello Specs. Ryze, Septiembre 11, 2019 desde <https://www.ryzerobotics.com/tello/specs>