



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA

**INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA DE
SEGURIDAD CON CIRCUITO CERRADO Y
UNA PLATAFORMA DE RASTREO
SATELITAL, QUE TRANSMITA EN TIEMPO
REAL A TRAVÉS DE UNA APLICACIÓN
WEB.**

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

QUE PRESENTAN:

**COLORADO CORDOVA JUAN CARLOS
Y
ZAVALETA SÁNCHEZ ESTEBAN DE
JESÚS**

**ASESOR: DRA. ELSA SALDAÑA PITEROS.
CO-ASESOR: MSC. FÉLIX DÍAS SANTOS.**

MISANTLA, VERACRUZ

2021



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

FECHA: 30 de Abril de 2021.

ASUNTO: **AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN**
DE TESIS PROFESIONAL.

A QUIEN CORRESPONDA:

Por medio de la presente hago constar que el (la) C:

JUAN CARLOS COLORADO CORDOVA

pasante de la carrera de INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES con No. de Control 162T0342 ha cumplido satisfactoriamente con lo estipulado por el **Manual de Procedimientos para la Obtención del Título Profesional de Licenciatura** bajo la **opción Titulación Integral (Tesis Profesional)**

Por tal motivo se **Autoriza** la impresión del **Tema** titulado:

**“INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD CON CIRCUITO CERRADO
Y UNA PLATAFORMA DE RASTREO SATELITAL, QUE TRANSMITA EN
TIEMPO REAL A TRAVÉS DE UNA APLICACIÓN WEB”**

Dándose un plazo no mayor de un mes de la expedición de la presente a la solicitud del Acto de Recepción para la obtención del Título Profesional.

ATENTAMENTE

ING. GERBACIO TLAXALO ESPINOZA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



Archivo.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

FECHA: 30 de Abril de 2021.

ASUNTO: **AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN**
DE TESIS PROFESIONAL.

A QUIEN CORRESPONDA:

Por medio de la presente hago constar que el (la) C:

ESTEBAN DE JESÚS ZAVALA SÁNCHEZ

pasante de la carrera de INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES con No. de Control 162T0374 ha cumplido satisfactoriamente con lo estipulado por el **Manual de Procedimientos para la Obtención del Título Profesional de Licenciatura** bajo la **opción Titulación Integral (Tesis Profesional)**

Por tal motivo se **Autoriza** la impresión del **Tema** titulado:

“INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD CON CIRCUITO CERRADO Y UNA PLATAFORMA DE RASTREO SATELITAL, QUE TRANSMITA EN TIEMPO REAL A TRAVÉS DE UNA APLICACIÓN WEB”

Dándose un plazo no mayor de un mes de la expedición de la presente a la solicitud del Acto de Recepción para la obtención del Título Profesional.

ATENTAMENTE

ING. GERBACIO TLAXALO ESPINOZA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



Archivo.

Agradecimientos

Esteban de Jesús Zavaleta Sánchez

A mis padres María Luisa y Reyes y Esteban Zavaleta Flores, quienes son un pilar importante; no solo por el aspecto académico, sino por su educación que me ayudó a formarme como la persona que soy.

A mis docentes, ya que ellos han sido los que me han dado el conocimiento y las enseñanzas a través de todo este tiempo.

A mis amigos Juan Carlos, Antonio Acosta, Raúl Borjas, Enrique Marcos, Francisco Javier y Laura Muñiz porque han sido cercanos a mí y me han motivado para seguir adelante en la vida. Además de tener que soportarme en los buenos y malos momentos, pero siempre estuvieron ahí.

A la empresa SmartSoft América, quienes fueron los primeros en brindarme la oportunidad de aplicar mis habilidades en el área.

Al maestro Félix Díaz Santos, por demostrarme lo que era ser un verdadero líder y se convirtió en uno de mis ejemplos a seguir.

Juan Carlos Colorado Cordova

A mi abuela Adolfa Cordova Carmona, la cual ha sido un pilar muy importante en mi vida, siendo la persona que me brindo toda la ayuda posible en todos los aspectos que pudo, siendo la persona a la que quería hacer sentir orgullosa con mis logros.

A mis padres Erika Elvira Cordova Carmona y Juan Carlos Colorado Pérez, quienes me apoyaron de la mejor manera que pudieron, y me enseñaron que todo lo que me proponga lo puedo lograr.

A mis hermanas, por ser mi mayor inspiración para enseñarles que sin importar lo difícil que sea el camino el resultado siempre se puede lograr.

A mis amigos, aquellos que me enseñaron muchas cosas que no hubiera aprendido en otro lugar y me brindaron su apoyo de manera sincera en los momentos malos y buenos.

A mis docentes, ya que fueron los que sacaron mi máximo potencial, demostrándome que puedo lograr muchas cosas, y que el conocimiento y habilidades que puedo obtener si me esfuerzo no hay límites.

A Smartsoft America, por abrirme sus puertas para poner en acción mis conocimientos y habilidades adquiridos durante mis estudios, así como adquirir nuevos conocimientos con ayuda de sus integrantes.

Resumen

El presente documento muestra el planteamiento para el desarrollo de un sistema de seguridad con circuitos cerrados y plataforma de rastreo satelital que transmita en tiempo real a través de una plataforma web. Esto es con la finalidad de efectuar un monitoreo del servicio de transporte público de una determinada zona para con el fin de llevar un mejor control de seguridad ante diversas situaciones que puedan presentarse en la sociedad actual. Como bien se menciona es necesario abarcar dos partes esenciales para esto, la primera consta de la adquisición de fotograma para efectuar una secuencia de video en los cuales se puedan presenciar una clara imagen de lo que está ocurriendo en el presente, y por otra parte se requiere obtener las coordenadas geográficas que permita tener un conocimiento sobre la parte física del vehículo. Además, también es requerido efectuar un diseño sobre la topología en la red, que permita regular un tráfico de la información, mantenga la confidencialidad, integridad y sobre todo protección. Finalmente, se tiene la elaboración de una página web en la cual se pueda visualizar la información y con ello el usuario permita determinar un criterio de los hechos que estén presentándose en tiempo real.

Índice

Agradecimientos.....	i
Esteban de Jesús Zavaleta Sánchez.....	ii
Juan Carlos Colorado Cordova.....	iii
Resumen.....	iv
Índice de Figuras.....	vii
Índice de Tablas.....	viii
Introducción.....	1
I GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	2
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Propuesta de solución.....	3
1.3 Antecedentes	4
1.4 Justificación	5
1.5 Pregunta de investigación.....	5
1.6 Objetivos	6
1.6.1 Objetivo General.....	6
1.6.2 Objetivos Específicos.....	6
1.7 Hipótesis	6
1.8 Delimitación de la investigación	6
1.9 Limites.....	7
II MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 Seguridad Publica.....	8
2.2 Aplicación móvil	8
2.3 GPS	8
2.4 Circuito cerrado de televisión	8
2.5 Botón de pánico	8
2.6 Servidor.....	9
2.7 Web service	10
2.8 Web socket	10
III ANÁLISIS Y DESARROLLO DEL PROYECTO	11
3.1 Requisitos Conforme a la ley.	11
3.2 Búsqueda de Elementos de Hardware.....	11

3.2 Selección de herramientas de Software.....	16
3.2 Prueba local de los sistemas de hardware.....	18
3.3 Configuración de circuito cerrado.....	19
3.4 Uso del GPS	22
3.5 Creación un canal de comunicación a través de internet.	23
3.6 Conectividad	24
3.7 Funcionamiento de la transmisión en vivo	26
3.8 Comprendiendo la función del WebRTC.....	27
3.9 Composición del envío y recepción de una imagen	29
3.10 Procesamiento de la resolución	31
3.11 FPS (Cuadros por Segundo) para la transmisión.....	32
3.12 Prueba remota del sistema.	33
3.13 Creación de segmentos para separación de usuario.	34
3.14 Creación de aplicación web.	35
IV RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	36
4.1 GPS	36
4.2 Video y Aplicación web	38
4.3 Correcciones.....	42
4.3.1 Material Utilizado	42
4.3.2 Canal de Conexión	42
Aceptación de hipótesis.	43
Conclusiones de Proyecto.....	44
Recomendaciones para la empresa.....	45
Experiencia personal profesional adquirida.....	46
Competencias desarrolladas y/o aplicadas.	47
Bibliografía.	48
Anexos	49

Índice de Figuras

Figura 1 Cámara de Video Vigilancia	11
Figura 2 Escala de Resoluciones Relativas	12
Figura 3 Disco Duro Convencional	13
Figura 4 Disco Duro de Estado Solido	14
Figura 5 GPS para vehículos	15
Figura 6 Logotipos de tiendas Online	15
Figura 7 Logotipo de Java	16
Figura 8 Logotipo de NetBeans	16
Figura 9 Logotipo de Maven	17
Figura 10 Icono de Archivo comprimido en Winrar que se muestra en las librerías obtenidas	17
Figura 11 Distribución para circuito con una cámara	19
Figura 12 Distribución para circuito con dos cámaras	19
Figura 13 Distribución para circuito con tres cámaras	20
Figura 14 Distribución para circuito con cuatro cámaras	21
Figura 15 Métodos de Triangulación y Trilateración	22
Figura 16 Conectividad de GPS	24
Figura 17 Conectividad para envío de imágenes	25
Figura 18 Diagrama de secuencia - transmisión en vivo	26
Figura 19 Rollo fotográfico antiguo	27
Figura 20 División de un video en fotogramas	28
Figura 21 Imagen vista se cerca	29
Figura 22 Matriz de una imagen recibida	29
Figura 23 Imágenes analizadas en espacio de memoria	30
Figura 24 Comparación de resoluciones	31
Figura 25 Comparación de FPS	32
Figura 26 Ejemplo de una segmentación	34
Figura 27 Pagina responsiva en diferentes dispositivos	35
Figura 28 Mapa con ubicación mediante coordenadas	37
Figura 29 Transmisión en tiempo real	38
Figura 30 Opciones para descarga de video	39
Figura 31 Visualización de ubicación	39
Figura 32 Prototipo de página web	40
Figura 33 Resultado de aplicación web	41

Índice de Tablas

Tabla 1 Propiedades de Equipo	7
Tabla 2 Propiedades de Discos.....	14
Tabla 3 Tabla de Coordenadas	36
Tabla 4 Tabla de ejemplificación de protocolos.....	42

Introducción.

El transporte público es un transporte colectivo de pasajeros, que a diferencia del transporte privado hay que adecuarse a los horarios y a las rutas que ofrezcan los operadores y en mayor o menor medida tienen intervención regulatoria del gobierno. Usualmente las unidades del transporte público son compartidas entre diferentes personas que requiere del servicio y cuyas rutas son similares o parecidas. Para hacer uso de este transporte se debe abordar en diferentes puntos que ya tiene marcados en su ruta, a estos lugares se les conoce como paradas o terminales, y los usuarios no tienen control de quien sube y quien baja, esto ha provocado diversas situaciones, debido a que diariamente son miles de usuarios con los que cuenta este servicio.

Las situaciones criminales y de violencia se han hecho presentes en el transporte público y en muchas ocasiones es difícil garantizar la seguridad de los usuarios, en este trabajo se desarrolló una solución de software y hardware que consiste en un circuito cerrado de tv y un sistema de rastreo satelital, con el cual se prevé disminuir las acciones ilícitas que suceden en estos lugares.

Durante el desarrollo de este proyecto se requirió poner en práctica muchos de los conocimientos adquiridos con anterioridad, así como también la adquisición de nuevos conocimientos durante el desarrollo del mismo. Se requirió de hacer un análisis de hardware, así como también de software para encontrar el equipo y características que mejor se adapte a las necesidades del desarrollo, así como poner en práctica los conocimientos previos sobre redes y telecomunicación, así como la habilidad del desarrollo de aplicaciones web.

I GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad existen diversas adversidades en el transporte público no solo para los que trabajan en este servicio sino para los usuarios del mismo que día con día se encuentran en una situación vulnerable ante la actividad criminal que está ocurriendo continuamente a través de estas rutas, situaciones en las que los únicos espectadores son pasajeros de la unidad junto al respectivo conductor y debido a ellas pueden salir altamente afectados física y/o mentalmente.

En muchas ocasiones no se realizan los reportes de estos eventos, y las veces en las que se realizan no se puede brindar más información que los testimonios de las personas presentes, personas que muchas veces ya no están para seguir con el proceso legal ya que deben continuar con sus actividades diarias, es justo aquí donde nuestro proyecto ofrece una solución para la problemática ya que con este sistema se puede dar evidencia de los hechos sucedidos y no solo el testimonio, pudiendo así brindar a las autoridades correspondientes mejor información para que la realización de tu trabajo sea más fácil y más eficaz.

Además, debido a que incluimos un sistema de posicionamiento global en caso de que la unidad de transporte sea robada de brinda un mayor porcentaje para la recuperación de dicha unidad, así evitando que las finanzas de transporte público puedan evitar pérdidas que van desde los miles hasta los millones de pesos.

1.2 Propuesta de solución

La propuesta consiste en un sistema general compuesto por dos subsistemas, el primero tiene la función de establecer en tiempo real las coordenadas geográficas en las que se encuentra posicionado el vehículo y el segundo consiste en un circuito de video cerrado para la visualización en tiempo real de cámaras colocadas estratégicamente para tener la mayor cobertura posible, así como tener acceso desde una aplicación web.

Para esto él envió de información (coordenadas e imágenes) de los subsistemas debe ser de manera constante al servidor principal para su tratado y almacenamiento. El servidor principal se mantendrá a la espera de un cliente todo el tiempo para que dicho cliente pueda llevar a cabo las acciones que desee con dicha información (visualización en tiempo real de posición e imágenes interiores, adquisición de imagen y posición de días anteriores y exportación de imágenes).

1.3 Antecedentes

Dentro de la historia, se cuenta que los primeros sistemas de CCTV, surgieron en los años 70's con la finalidad de monitorear el tráfico de calles en la ciudad de Nueva York como medio informativo de las cadenas de televisión y difusión del momento.

En la actualidad existe una amplia variedad de evolución dentro de estos sistemas, ya que no únicamente se han convertido en una herramienta de información, sino que ha adoptado una postura dentro del entorno para garantizar un efecto de confianza dentro de la ciudadanía para garantizar seguridad. Entre los países que más adoptaron este tipo de tecnologías se encuentran países como EU y China, donde el mismo gobierno ha invertido grandes cantidades de capital para poder cubrir una gran parte de territorio con un CCTV.

El país con mayor número de cámaras de circuito cerrado de televisión por habitante es el Reino Unido. De hecho, se ha informado que el número de cámaras de circuito cerrado de televisión en el Reino Unido es más que el conjunto del resto de Europa.

Dentro del territorio nacional mexicano, se ha desarrollado el C5 (Centro de Comando, Control, Cómputo, Comunicaciones y Contacto Ciudadano de la CDMX) donde día con día se logra captar información integral para la toma de decisiones en materia de seguridad pública, urgencias médicas, medio ambiente, protección civil, movilidad y servicios a la comunidad en la capital del país a través del video monitoreo, de la captación de llamadas telefónicas y de aplicaciones informáticas de inteligencia, enfocadas a mejorar la calidad de vida de las y los capitalinos.

1.4 Justificación

Este proyecto establece un sistema de circuito de video cerrado y un sistema de rastreo satelital que permita visualizar el interior de las unidades y obtener la posición geográfica de las unidades del transporte público de la ciudad de Puebla.

Este proyecto le permite al cliente a monitorear en tiempo real cada una de las unidades que utiliza para brindar el servicio de transporte público que se encuentran en una determinada área o zona de la ciudad de Puebla, con el fin de mejorar su control se seguridad ante diversas situaciones que puedan afectar a la buena experiencia del servicio para sus usuarios.

Debido a estas situaciones el estado ha determinado ciertos estándares de calidad para que la experiencia de los usuarios en el transporte público sea la mejor, por lo tanto, este proyecto está realizado en base a la norma C4 del “Centro de Mando y Comunicación de la Secretaría de Seguridad Ciudadana”, la cual establece:

“En el sistema de videovigilancia se incorporarán en las unidades de transporte concesionadas, para la modalidad individual de automóvil de alquiler en sus variantes de sitio y radio servicio”. (Sección tercera del poder ejecutivo del estado de la secretaria de transporte, 2014).

Cabe mencionar que el pasado octubre el gobierno ordenó a los concesionarios modernizar el transporte público, tendrán un plazo para instalar en todas sus unidades cámaras de videovigilancia y sistema de localización GPS.

1.5 Pregunta de investigación

¿Es posible crear un sistema de seguridad para las unidades del transporte público que consistan en un circuito cerrado y un sistema de rastreo satelital capaz de ser visualizado de manera remota desde cualquier dispositivo con acceso a aplicaciones web?

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Integrar un sistema de seguridad con circuito cerrado y una plataforma de rastreo satelital en una unidad de transporte público, que transmita en tiempo real a través de una aplicación web.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Búsqueda de información de los requisitos técnicos y funcionales según la ley para la implementación de sistemas de seguridad en transporte publico
- Seleccionar herramientas de software y hardware para el desarrollo del proyecto
- Establecer un canal de comunicación inalámbrica que conecte un DVR (Digital Video Recorde) móvil con un servidor.
- Integrar un protocolo para la transmisión de imagen en tiempo real.
- Integrar un sistema de rastreo satelital que envíe datos de posición en tiempo real a través del canal inalámbrico.
- Desarrollar una aplicación web para tener acceso a la transmisión en tiempo real, grabaciones guardadas en el DRV y el rastreo satelital.
- Corregir los parámetros, configuraciones y funciones necesarias para la finalización satisfactoria del sistema.

1.7 Hipótesis

Es posible crear un sistema de seguridad con circuito cerrado y rastreo satelital que sea controlado por el usuario de manera remota a través de un canal de comunicación inalámbrico para el transporte público de la ciudad de puebla.

1.8 Delimitación de la investigación

Desarrollo de un sistema de circuito cerrado móvil utilizando herramientas de desarrollo para hardware y una plataforma de rastreo satelital, que transmita en tiempo real a través de una aplicación web, pudiendo tener acceso a este desde diferentes plataformas.

1.9 Limites

Debido a temas de la pandemia que estuvo presente durante el año 2020 (año de realización), se trabajó bajo la modalidad de home office existiendo así problemas de comunicación y desarrollo con base en hardware, el tiempo para el desarrollo consta de menos de un año y la movilidad es limitada.

El trabajo se realizó con dos sistemas de cómputo:

Marca	Modelo	Procesador	RAM	Disco duro	Tarjeta grafica
Dell	Alienware 14	Intel i7 4th Gen	8.0GB DDR3	512GB SSD	2GB Nvidia 760Ti
HP	Envy-M6	Intel i7 3th Gen	8.0GB DDR3	1TB HDD	Intel Graphics 4000

Tabla 1 Propiedades de Equipo

Ambos equipos con falla en batería por lo que requieren estar conectados en todo momento a la corriente eléctrica.

Con conexiones de internet que van de los 2MB a los 10MB siendo una instalación compartida con el resto de habitantes en las correspondientes residencias.

II MARCO TEÓRICO.

2.1 Seguridad Pública

De acuerdo con el artículo 21 de la Constitución, la seguridad pública es “una función a cargo de la Federación, el Distrito Federal, los Estados y los Municipios, que comprende la prevención de los delitos; la investigación y persecución para hacerla efectiva, así como la sanción de las infracciones administrativas, en los términos de la ley, en las respectivas competencias que esta Constitución señala” (versión actualizada en www.diputados.gob.mx, fecha de consulta: 31 de agosto de 2009)³.

2.2 Aplicación móvil

Una aplicación móvil es un programa que usted puede descargar y al que puede acceder directamente desde su teléfono o desde algún otro aparato móvil – como por ejemplo una Tablet o un reproductor MP3.

Si usted tiene un smartphone u otro tipo de aparato móvil, probablemente use programas o aplicaciones – para participar de juegos, obtener indicaciones de localización paso a paso, acceder a noticias, libros, datos del tiempo y demás. Estas aplicaciones móviles son fáciles de descargar y a menudo gratis, y pueden ser tan entretenidas y convenientes que podría llegar a descargarlas sin considerar algunos puntos clave: cómo se pagan, qué información pueden recolectar de su aparato, o quién puede acceder a esa información.²

2.3 GPS

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema de radionavegación de los Estados Unidos de América, basado en el espacio, que proporciona servicios fiables de posicionamiento, navegación, y cronometría gratuita e ininterrumpidamente a usuarios civiles en todo el mundo. A todo el que cuente con un receptor del GPS, el sistema le proporcionará su localización y la hora exacta en cualesquiera condiciones atmosféricas, de día o de noche, en cualquier lugar del mundo y sin límite al número de usuarios simultáneos.³

2.4 Circuito cerrado de televisión

Un CCTV o circuito cerrado de televisión, es una instalación de equipos conectados que generan un circuito de imágenes que solo puede ser visto por un grupo determinado de personas, estas se personalizan para adaptarse a las necesidades de cada cliente bien sean orientadas a la seguridad, vigilancia o mejora de servicio.⁴

2.5 Botón de pánico

El botón de pánico es un dispositivo capaz de emitir una señal silenciosa, que alerta a la central de seguridad de la empresa contratada sobre situaciones irregulares que estén ocurriendo en el hogar. En algunos sistemas la central cuenta con video para verificar lo que está ocurriendo en tiempo real.⁵

2.6 Servidor

Un servidor es un equipo informático que forma parte de una red y provee servicios a otros equipos cliente.

Se denomina servidor dedicado, aquel que dedica todos sus recursos a atender solicitudes de los equipos cliente.

Existen gran cantidad de tipos de servidores o roles que estos pueden desempeñar. En la siguiente relación enumeramos algunos de los más comunes.

- ✚ **Servidor de archivos:** es aquel que almacena y sirve ficheros a equipos de una red.
- ✚ **Servidor de Directorio Activo/Dominio:** es el que mantiene la información sobre los usuarios, equipos y grupos de una red.
- ✚ **Servidor de Impresión:** se encarga de servir impresoras a los equipos cliente y poner en la cola los trabajos de impresión que estos generan.
- ✚ **Servidor de Correo:** se encarga de gestionar el flujo de correo electrónico de los usuarios, envía, recibe y almacena los correos de una organización.
- ✚ **Servidor Proxy:** su principal función es guardar en memoria caché las páginas web a las que acceden los usuarios de la red durante un cierto tiempo, de esta forma las siguientes veces que estos acceden al mismo contenido, la respuesta es más rápida.
- ✚ **Servidor Web:** Almacena contenido web y lo pone al servicio de aquellos usuarios que lo solicitan.
- ✚ **Servidor de Base de Datos:** es aquel que provee servicios de base de datos a otros programas o equipos cliente.
- ✚ **Servidor DNS:** permite establecer la relación entre los nombres de dominio y las direcciones IP de los equipos de una red.
- ✚ **Servidor DHCP:** este dispone de un rango de direcciones con el cual, asigna automáticamente los parámetros de configuración de red IP a las máquinas cliente cuando estas realizan una solicitud.
- ✚ **Servidor FTP:** su función es permitir el intercambio de ficheros entre equipos, normalmente su aplicación va muy ligada a los servidores Web.⁶

2.7 Web service

Un servicio web es una aplicación de software identificada por un URI [IETF RFC 2396], cuyas interfaces y enlaces pueden ser definidos, descritos y descubiertos por artefactos XML y admite interacciones directas con otras aplicaciones de software utilizando mensajes basados en XML a través de Internet basados en protocolos.⁷

2.8 Web socket

El protocolo WebSocket permite la comunicación bidireccional entre un agente de usuario que ejecuta código no confiable que se ejecuta en un entorno controlado con un host remoto que ha habilitado las comunicaciones de ese código. El modelo de seguridad utilizado para esto es el modelo de seguridad basado en Origin comúnmente utilizado por los navegadores web. El protocolo consiste en un apretón de manos inicial seguido de un marco básico de mensajes, en capas sobre TCP. El objetivo de esta tecnología es proporcionar un mecanismo para aplicaciones basadas en navegador que necesiten comunicación bidireccional con servidores que no dependan de abrir múltiples conexiones HTTP (por ejemplo, utilizando XMLHttpRequest o <iframe> sy sondeo largo).⁸

III ANÁLISIS Y DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Requisitos Conforme a la ley.

Las autoridades del estado de Puebla establecieron que las unidades de transporte publico deben contar con un sistema de seguridad, “En el sistema de videovigilancia se incorporarán en las unidades de transporte concesionadas, para la modalidad individual de automóvil de alquiler en sus variantes de sitio y radio servicio”. (Sección tercera del poder ejecutivo del estado de la secretaria de transporte, 2014).

Debido al nivel de seguridad que se espera de los sistemas, la ley también establece requerimientos técnicos mínimos para los aspectos de grabación y almacenamiento siendo estos los siguientes.

- Resolución de video 1080p
- Cámara de mínimo 2MP
- Almacenamiento 2TB

Debido a esto es necesario realizar la búsqueda del hardware que cumpla con las características técnicas establecidas, sin dejar de lado que deben ser herramientas de hardware compatibles entre sí.

3.2 Búsqueda de Elementos de Hardware.

1.- Cámara:

Una cámara requiere de cierta particularidad para adaptarse dentro de un vehículo de transporte público, por lo cual requiere de un tamaño considerable para que no sea muy llamativo a la vista y sobre todo que procure no ocupar demasiado volumen.



Figura 1 Cámara de Video Vigilancia

Además de la dimensionalidad, es requerido de una imagen de calidad que permita proporcionar mayor claridad sobre el entorno que le rodea, para esto se requiere de una cámara con buena resolución.

Lo anterior mencionado se trata de la cantidad de pixeles totales con las que está compuesta una pantalla o el número de pixeles por el que está formado una imagen, de acuerdo a cuáles sean las dimensiones en pixeles de esa imagen tiene un nombre diferente, estas son las más conocidas:

Siglas	Nombre	Resolución
SD	Standar Definition	640x480 pixeles
QHD	Quarter of High	960x540 pixeles
HD	High Definition	1280x720 pixeles
FHD	Full High Definition	1920x1080 pixeles
QHD	Quad High Definition	2560x1440 pixeles
UHD	Ultra High Definition	3840x2160 pixeles

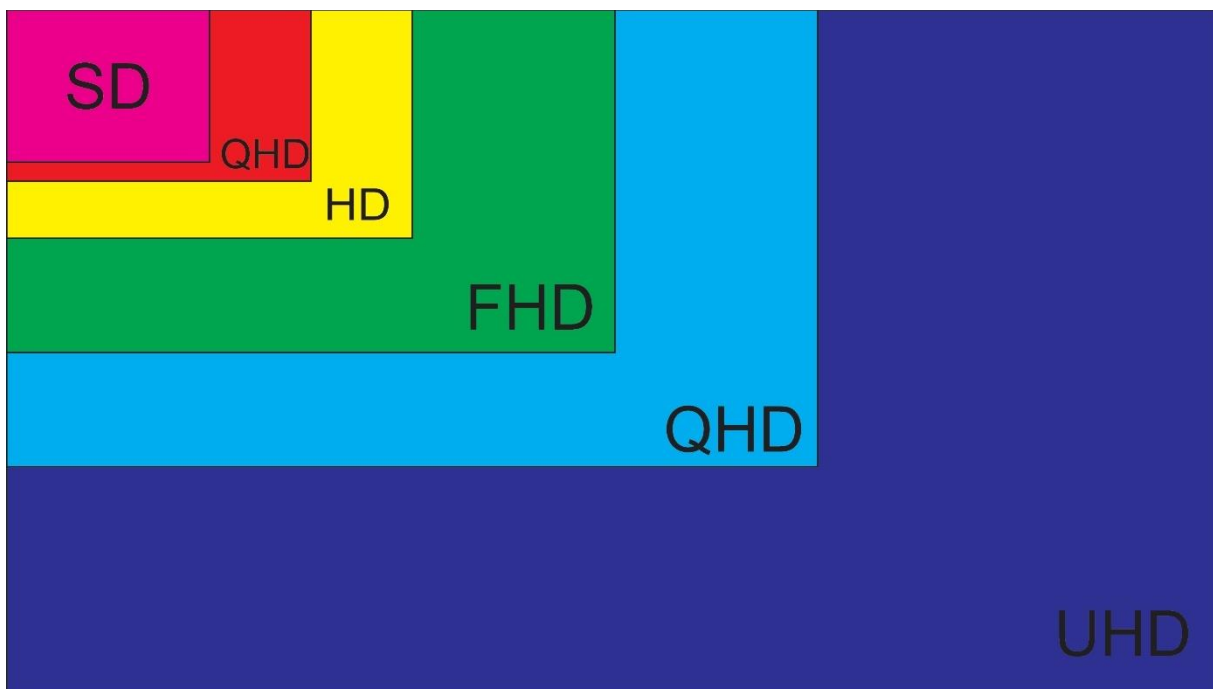


Figura 2 Escala de Resoluciones Relativas

La resolución de video que se pide en las características técnicas del sistema cerrado es la conocida como Full HD es decir una resolución de 1920x1080 pixeles para conseguir esta resolución en un video es necesario tener una cámara de almenas 2Mpx. para esto se necesita un DVR que sea compatible con cámaras de esa resolución, al encontrar el dispositivo que es compatible tanto con la característica anterior como con esta, solo queda buscar un modelo de cámara que mejor se adapte a nuestras necesidades.

2.- Almacenamiento mínimo 2TB:

La capacidad de almacenamiento es el termino para referirse a la capacidad física que tiene un dispositivo para guardar información, para conseguir esta característica se buscó un dispositivo de DVR móvil que tuviera la capacidad de soportar un almacenamiento de al menos 2TB, con el dispositivo siendo compatible ya solo quedo adaptarle un disco duro de 2TB, para que se almacenaran las grabaciones.

En el tema de almacenamiento, existen diferentes opciones como USB, tarjetas SD, HDD, SSD, etc..., cada una con sus ventajas y desventajas, en esta ocasión se requiere de discos duros, para esto tenemos dos posibles opciones:

HDD. Disco duro o HDD por sus siglas en ingles Hard Disk Drive son discos mecánicos que funcionan a través de imantación, tienen muchos años existiendo y actualmente es el medio de almacenamiento más conocido.



Figura 3 Disco Duro Convencional

SSD. Unidad de estado sólido o SSD por sus siglas en ingles Solid State Drive son estos son unidades de almacenamiento no volátil, y la forma de acceder a su información no es mediante imantación, ya que la información la contienen chips de memoria NAND Flash.



Figura 4 Disco Duro de Estado Solido

Se realizo una búsqueda en las plataformas digitales de los diferentes tipos de almacenamiento para poder elegir la mejor opción que cumple con las necesidades que se tienen, con la búsqueda se obtienen los siguientes datos:

Tipo de disco	velocidad	Precio	Diferencia de precio
HHD	50-150 MB/s	\$1200	\$3300
SSD	200-550 MB/s	\$4500	

Tabla 2 Propiedades de Discos

Después del análisis de necesidades se eligió un HDD (Hard Drive Disk) debido a que la velocidad de escritura y lectura es suficiente para lo que se necesita, y tiene la enorme ventaja de que los precios del HDD son mucho más bajos comparados con los SSD (Solid State Drive).

Teniendo ya en cuenta esas características se realizó un análisis de los DVR en el mercado y se eligió un dispositivo compatible con las cámaras de 2Mpx para cumplir con la característica de resolución Full HD (1080p)

GPS

Para cumplir con la característica del rastreo posicional en tiempo real, se buscó un dispositivo GPS, para poder hacer esta elección existían diferentes opciones, sin embargo el requisito en el cual se fundamentó la elección fue que la accesibilidad a este fuera compleja dentro de la unidad después de la instalación, esto para evitar que sea retirado de manera fácil en caso de algún incidente que pueda estar relacionado con la pérdida o robo de la unidad, para dar más tiempo a las autoridades de actuar en esas situaciones, debido a esto se eligió un GPS especial para automóviles ya que a pesar de ser un poco más difícil su instalación brinda una mayor seguridad.



Figura 5 GPS para vehículos

Para realizar la elección y la compra de los componentes necesarios para el desarrollo del proyecto, se hizo uso de las plataformas de comercio electrónico como Amazon, Alibaba, etc... así como de marcas especializadas en sistemas de seguridad como HIKVISION.



Figura 6 Logotipos de tiendas Online

3.2 Selección de herramientas de Software.

Java: Es un lenguaje de programación y una plataforma informática comercializada por primera vez en 1995 por Sun Microsystems. Este lenguaje de programación de estructura sencilla puede ser ejecutado en múltiples plataformas. Su paradigma orientado a objetos no solo le ha permitido saltar entre plataformas, sino también entren diversos dispositivos a través de sistemas remotos de manera segura. También se utiliza este lenguaje para crear pequeñas aplicaciones que se insertan en el código HTML de una página para que pueda ser ejecutada desde un navegador.



Figura 7 Logotipo de Java

NetBeans: es un IDE (entorno integrado de desarrollo) donde se pueden realizar tareas asociadas a la programación, tales como: Edición de código, compilación, ejecución y depuración del mismo. Incluye una asistencia parcial durante la escritura de código, ya que implementa la generación de código automático, lo que permite un desarrollo más rápido, pero disminuye la capacidad de aprendizaje de sintaxis. Aunque puede ser costoso su aprendizaje, los beneficios superan las dificultades alguna de las tareas que, sobre todo en proyectos grandes donde la realización de estas tareas puede llegar a ser tediosas.



Figura 8 Logotipo de NetBeans

Maven: Es una herramienta de código abierto, cuyo objetivo consiste en simplificar los métodos de construcción (build), además tiene la capacidad de gestionar un proyecto software completo, desde la etapa en la que se comprueba que el código es correcto, hasta que se despliega la aplicación, pasando por la ejecución de pruebas y generación de informes y documentación. La principal tarea a realizar por parte del desarrollador consiste en indicar los módulos que componen el proyecto, o qué librerías utiliza el software que estamos desarrollando en un fichero de configuración llamado POM.

Maven Mirror o repositorio central: Maven posee un repositorio remoto donde se encuentran la mayoría de librerías que se utilizan en los desarrollos de software, y que la propia herramienta se descarga cuando sea necesario.



Figura 9 Logotipo de Maven

Jetty: Este es un plugin ligero que contiene un servidor web que incluye el contenedor javax.servlet así como soporte para SPDY, WebSocket, OSGi, JMX, JNDI, JAAS, entre otros. Permite la instancia de servicios web.

Se logró conseguir una serie de Api y librerías que permitan el fácil manejo sobre los procesos y métodos a realizar durante la creación del sistema.

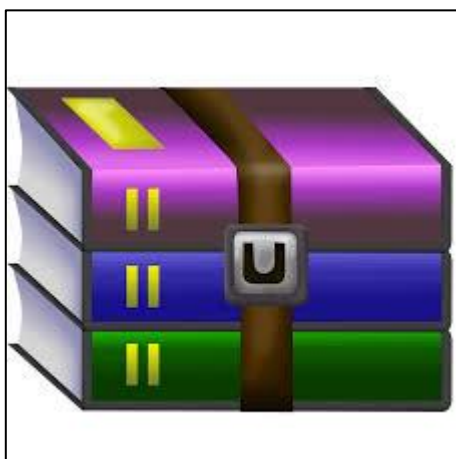


Figura 10 Icono de Archivo comprimido en Winrar que se muestra en las librerías obtenidas

3.2 Prueba local de los sistemas de hardware.

Después de realizar la búsqueda de las herramientas necesarias para montar el circuito cerrado y el sistema de rastreo satelital en las diferentes plataformas de comercio electrónico y en las páginas de las marcas especializadas en equipo de seguridad y realizar una comparación de las mejores opciones de los equipos que cumplen con las características que se necesitan según las normas, se realizó la adquisición de las herramientas necesarias.

Unos días después de realizar la compra, llegó el pedido a la ubicación de la empresa y se prosiguió a comprobar el funcionamiento del equipo dentro de la red local de la empresa, para esto se hizo una conexión de los dispositivos directo con el equipo de cómputo con el cual se verificó que el funcionamiento fue correcto y para poder hacer las configuraciones iniciales que hicieran falta para poder comenzar a hacer uso de los sistemas.

Al terminar las pruebas de funcionamiento, se llegó a la conclusión de que las herramientas, estaban funcionando de manera óptima, por lo tanto, se pudo continuar con el desarrollo del sistema de la manera en la que estaba planeado.

3.3 Configuración de circuito cerrado.

Para montar el circuito cerrado de tv dentro de la combi se consideran diferentes distribuciones dependiendo del número de cámaras o configuración que prefiera el cliente.

La primera configuración es para una cámara, la cual estaría colocada en la parte de atrás de la combi mirando hacia enfrente, esto con la intención de que la puerta de acceso quede vigilada todo el tiempo y la mayor superficie posible.



Figura 11 Distribución para circuito con una cámara

La segunda configuración consta de 2 cámaras, una colocada en la parte media de atrás esto con la intención de tener siempre enfocada la puerta de acceso y otra en la parte central frontal en la división de los asientos de piloto y copiloto mirando hacia la otra cámara esto para evitar que haya puntos ciegos donde se puedan presentar actividades ilícitas que puedan poner en riesgo la seguridad de los usuarios y del conductor, con esto se logra cubrir el total del área trasera de pasajeros.

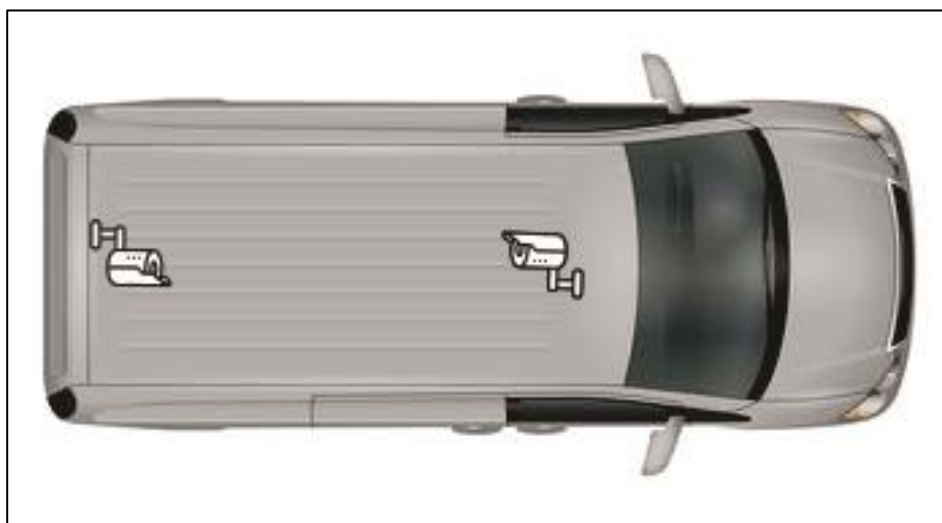


Figura 12 Distribución para circuito con dos cámaras

La segunda configuración consta de 3 cámaras, una colocada en la parte media de atrás esto con la intención de tener siempre enfocada la puerta de acceso y otra en la parte central frontal en la división de los asientos de piloto y copiloto mirando hacia la otra cámara esto para evitar que haya puntos ciegos donde se puedan presentar actividades ilícitas que puedan poner en riesgo la seguridad de los usuarios y del conductor, con esto se logra cubrir el total del área trasera de pasajeros, la tercera y última cámara se coloca por encima de la puerta del conductor, apuntando hacia la puerta opuesta, esto con la intención de tener una vigilancia dedicada a la seguridad del conductor, debido a que algunos pasajeros escogen sentarse en el asiento del copiloto a un lado del conductor.

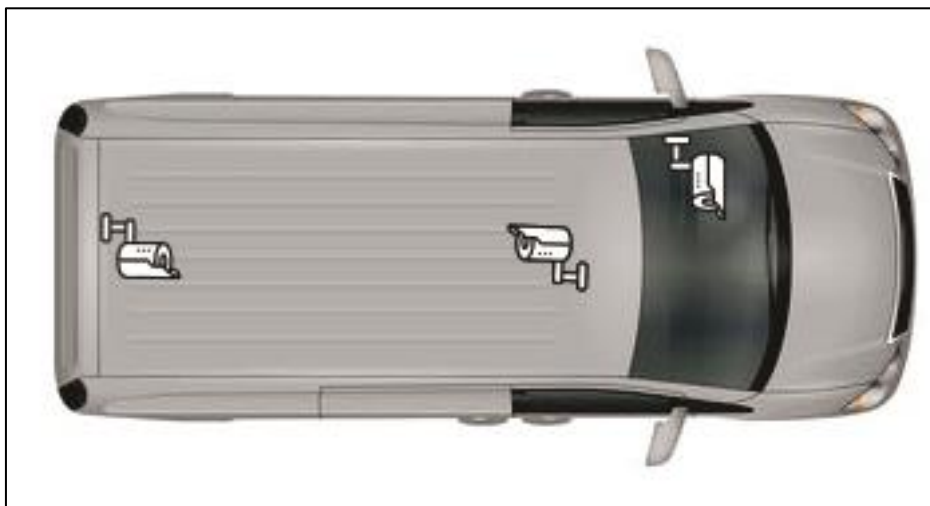


Figura 13 Distribución para circuito con tres cámaras

La cuarta y última configuración consta de 4 cámaras distribuidas de forma estratégica para cubrir la mayor superficie del vehículo posible llegando a cubrir el 100% del área interior, las cámaras están distribuidas de la siguiente manera:

- Una cámara en la parte de atrás de la cabina de pasajeros apuntando hacia la parte frontal de la cabina con el fin de tener el foco en la parte frontal de la misma.
- Una cámara en la parte frontal de la cabina de los pasajeros apuntando hacia la parte trasera de la cabina con el fin de tener el foco en la parte trasera de la misma.
- Una cámara sobre la puerta del conductor apuntando hacia la puerta del copiloto con el fin de tener el foco sobre los pasajeros que se suben en esa posición y poder brindar una mejor seguridad al conductor.
- Una cámara sobre la puerta del copiloto apuntando hacia la puerta del piloto con el fin de tener el foco sobre el conductor y lo que pasa cerca de él y poder brindar una mejor seguridad no solo al conductor sino también a los pasajeros en ese asiento.

Con esto se lograría la mejor forma de realizar el cuidado de los pasajeros y de la unidad logrando que sea casi total el cubrimiento de video vigilancia con el circuito cerrado.



Figura 14 Distribución para circuito con cuatro cámaras

Al final todo dependerá de cuál es la configuración que escoja el cliente de cuál será la distribución de las cámaras dentro de la unidad y se está abierto a posibles cambios o sugerencias que pudiera dar o necesitar el mismo para el mejor funcionamiento para esta parte del sistema.

La finalidad de la distribución de las cámaras permitirá observar el entorno, sin embargo, se requiere que estén colocadas de tal posición que permitan visualizar todo el entorno posible y desde diferentes perspectivas para determinar detalles que visto desde otro ángulo resulta imperceptible en algunos casos.

3.4 Uso del GPS

Un sistema de posicionamiento global (GPS) es un sistema que permite posicionar cualquier objeto sobre la tierra, tecnología que lleva bastante tiempo en uso y se ha mejorado mucho, al punto de que en la actualidad puede tener una precisión de centímetros. El funcionamiento del GPS consiste en el uso de diferentes satélites para la realización de trilateración, el cual es un método matemático que consiste en calcular la posición relativa del objetivo con diferentes objetos de referencia a diferencia de la triangulación que consiste en utilizar medidas de ángulos y con al menos una distancia conocida.

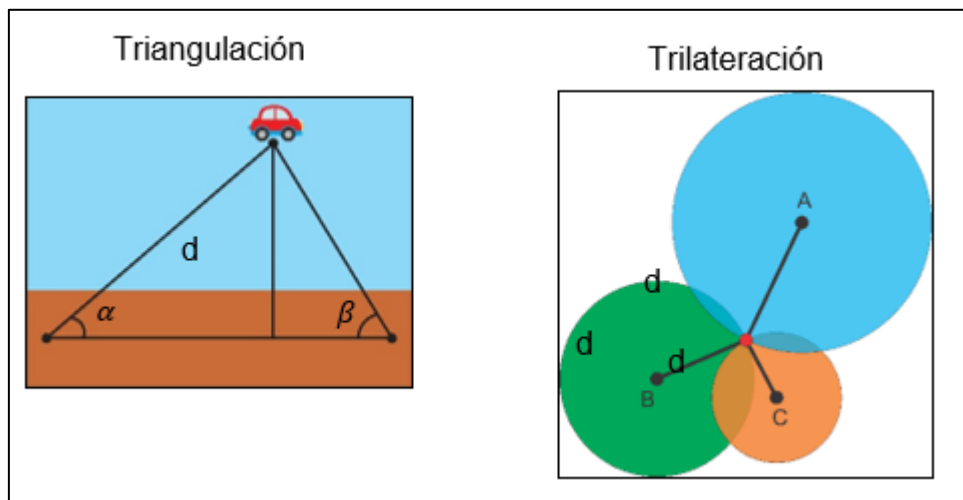


Figura 15 Métodos de Triangulación y Trilateración

El rastreo de las unidades es importante no solo para asegurarse que estas cumplan con sus rutas de manera efectiva, también debido a que las unidades tienen costos que van desde los \$100 000 hasta los \$600 000 en promedio, y la pérdida de una de estas unidades lleva una pérdida de gran importancia para los dueños de estas.

3.5 Creación un canal de comunicación a través de internet.

El sistema debe de ser móvil. Debido a que el objetivo del sistema es montarlo en las unidades del transporte público se debe crear un canal de comunicación inalámbrico entre las herramientas de la unidad hasta el servidor dedicado. Para la realización de estas actividades se utiliza la ayuda de un sistema embebido y un sistema de código abierto.

La finalidad de este sistema es ser utilizado en el transporte público, por lo tanto, se necesita que la comunicación sea inalámbrica, para esto se ha considerado el protocolo de comunicación TCP, el cual será necesario para las comunicaciones a través de internet, ya que este se sitúa en la capa de transporte del modelo TCP/IP, y es la primera capa donde origen y destino se comunican directamente, ya que las capas inferiores (capa de red y capa de acceso al medio) no realizan esta función.

Los protocolos cuentan con las siguientes características:

TCP

- Establece una sesión antes de enviar información
- Garantiza una entrega confiable debido a que hay una conexión previa
- Proporciona entrega en el mismo orden
- Admite control de flujo

Con este protocolo se espera que la información enviada por parte del sistema, sea correctamente entregada al cliente que desea conocer aspectos relevantes relacionados al video o a la localización del vehículo.

3.6 Conectividad

Dada la división de los dos elementos de hardware que componen este sistema, es importante comprender el comportamiento que estos tienen de los cuales a pesar de ser parecidos tienen sus ligeras diferencias.

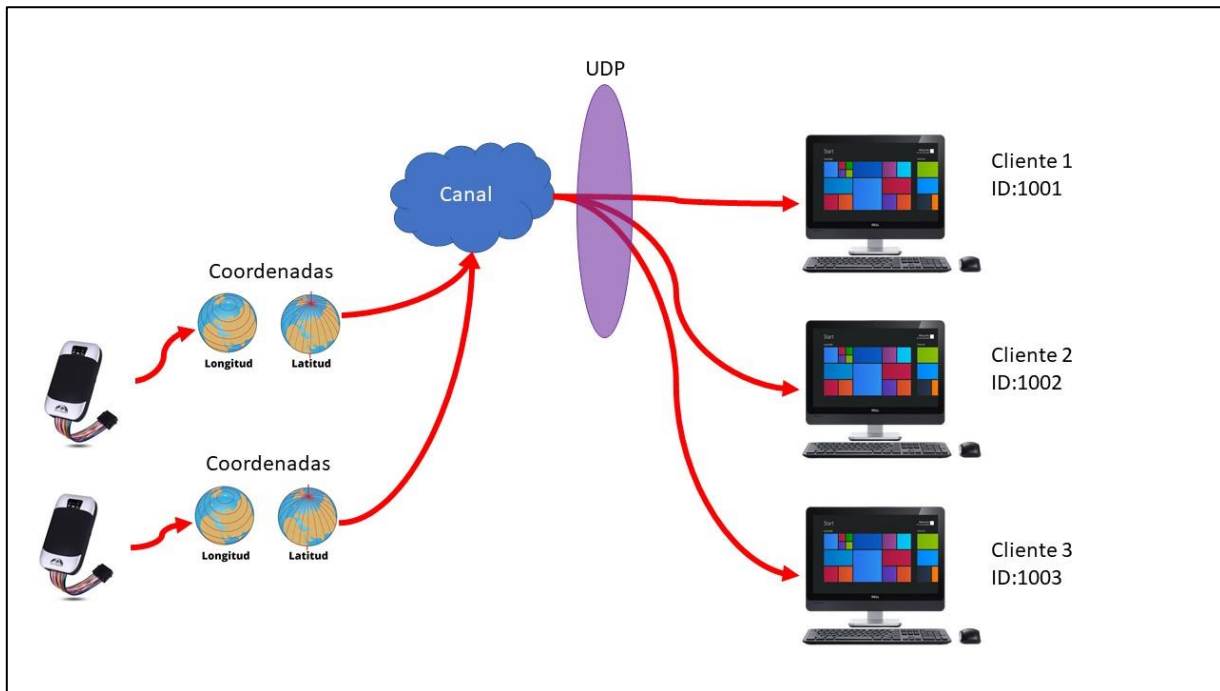


Figura 16 Conectividad de GPS

Por un lado, está el sistema de posicionamiento global, el cual no tiene mucha complejidad del todo pues únicamente de encarga de enviar constantemente valores de tipo real; estos datos requieren de ser enviados al canal de comunicación (nube, repositorio o servidor), que se encargue de recibir esta información para posteriormente efectuar la repartición a los dispositivos que requieran de esta.

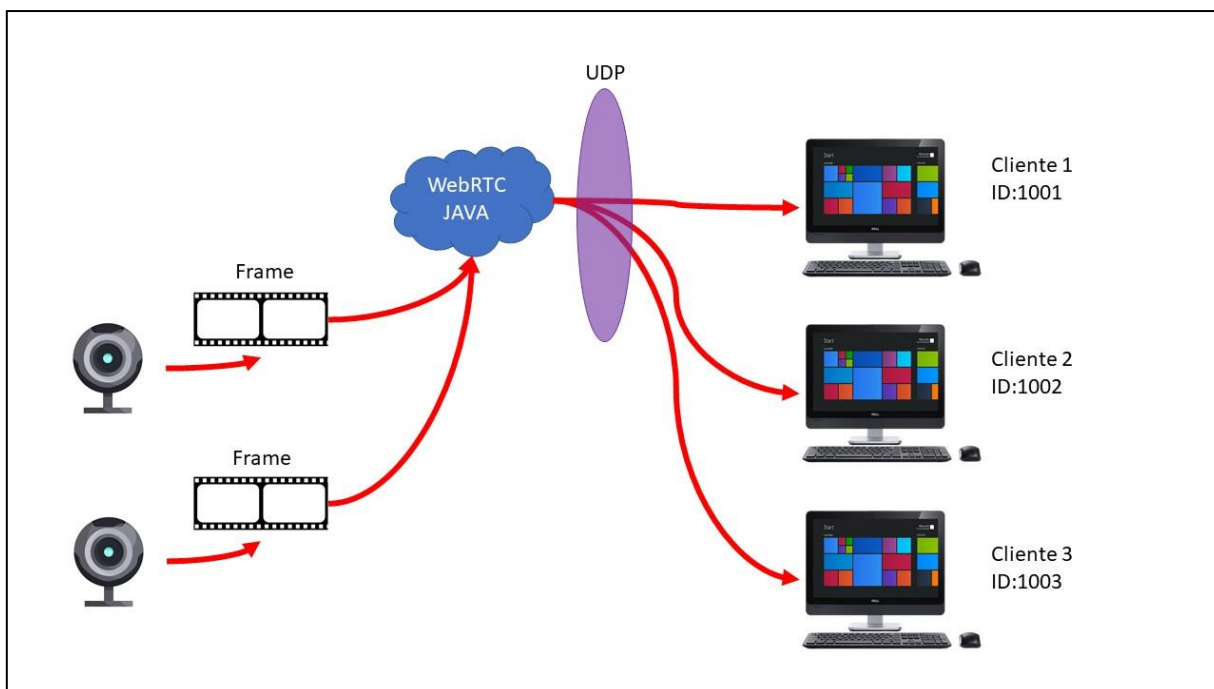


Figura 17 Conectividad para envío de imágenes

Al igual que GPS, la parte del video puede ser vista del mismo modo. Sin embargo, no es del todo cierto pues este requiere de enviar un conjunto de frame (cuadro, imagen.) donde es necesario identificar a cada uno de ellos para poder comprender la información. Para esto es que la información es enviada a un canal (servidor con recursos java) el cual se encarga de efectuar la identificación de los frames que son enviados y se asegura de llevar a cabo los procesos necesarios para que estos puedan ser presentables antes de enviarlos directamente a los dispositivos que solicitan de ellos. Sin este servicio la información no puede ser presentada correctamente en los dispositivos pues el formato resulta desconocido.

3.7 Funcionamiento de la transmisión en vivo

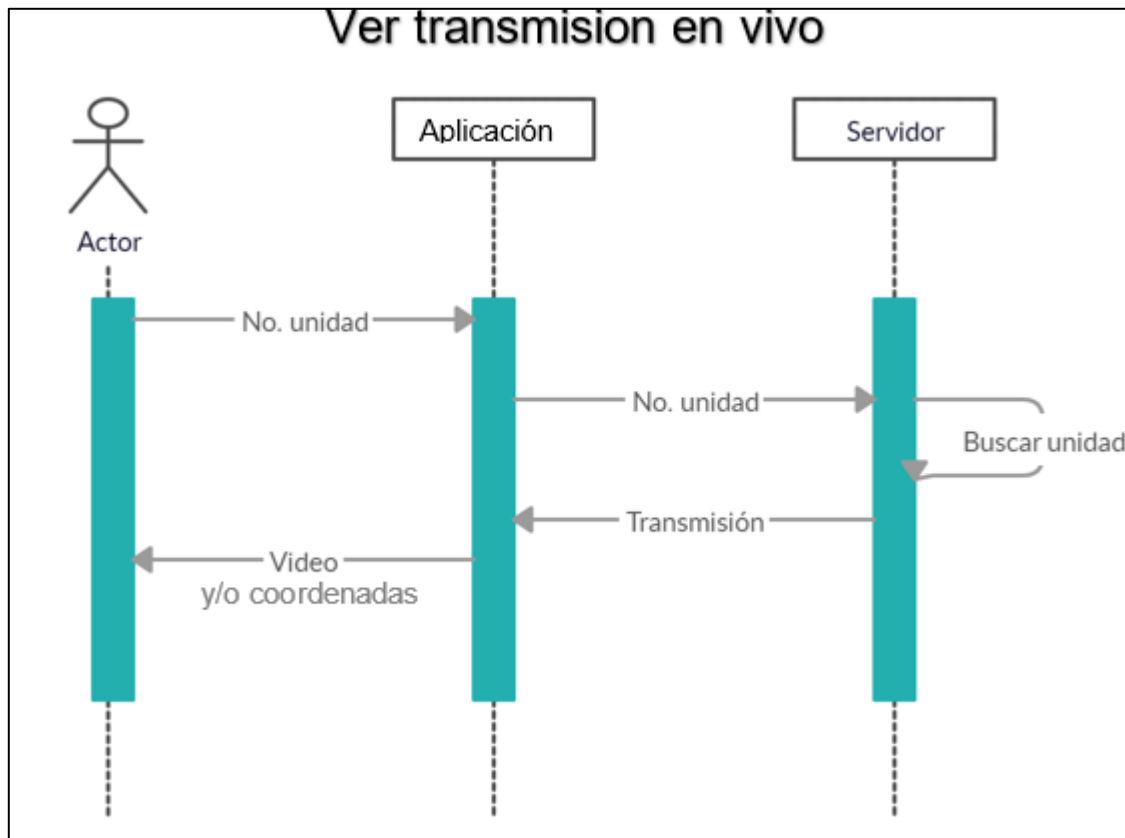


Figura 18 Diagrama de secuencia - transmisión en vivo

En cuanto al funcionamiento del sistema este tiene que constar de 3 partes para poder ser visualizada por el usuario, exceptuando la parte del vehículo que está constantemente enviando información. Dicho usuario únicamente debe poder tener acceso al dispositivo (unidad) al cual desea apreciar para que a través de la aplicación web permita acceder al servidor de datos y con ello poder aislar la información innecesaria para finalmente retornársela al usuario.

Mantenerse conectado requiere que los dispositivos mantengan un control sobre la información que viaja por un medio, por lo cual está debe asegurarse de mantenerse “intacta” durante su recorrido hasta el receptor, el cual deberá interpretarla para entender el tipo de información que se encuentra recibiendo antes de darla a conocer.

3.8 Comprendiendo la función del WebRTC

Para tener una mejor ideología de porque es tan importante, hay que ir a lo más abstracto del problema principal.

Un video como tal es un archivo general que engloba otro tipo de elementos que lo componen. En otras palabras, cuando hablamos de un video uno pensaría en primera instancia que es una cinemática o animación cualquiera, pero realmente se trata de una sucesión de imágenes que se componen una tras otra en un determinado lapso de tiempo.

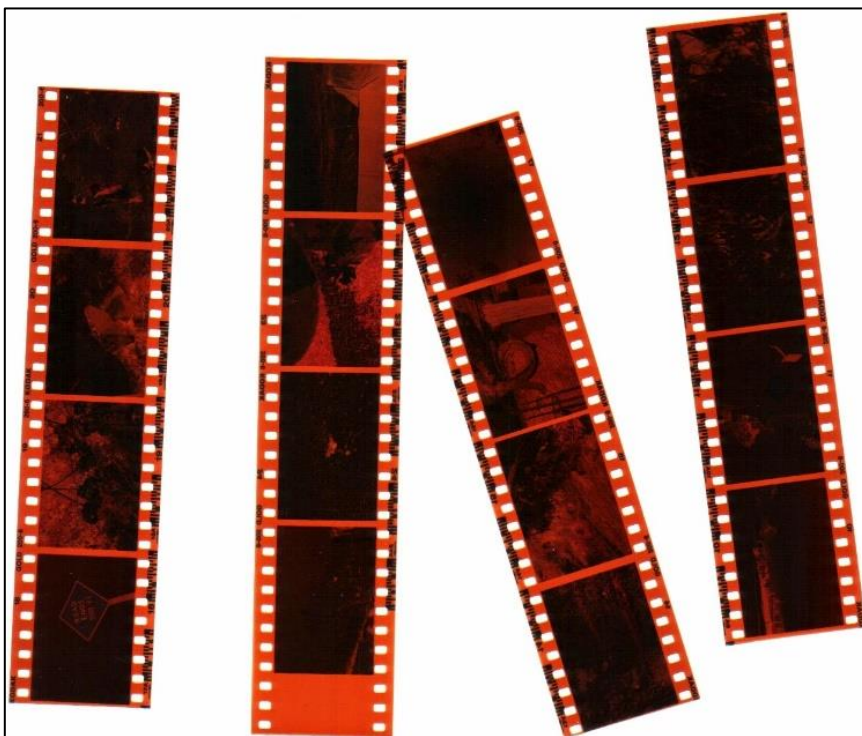


Figura 19 Rollo fotográfico antiguo

Aunque la imagen anterior representa un ejemplo de la era analógica, con la nueva era digital y sus formatos no son la excepción a este tipo de comportamiento.

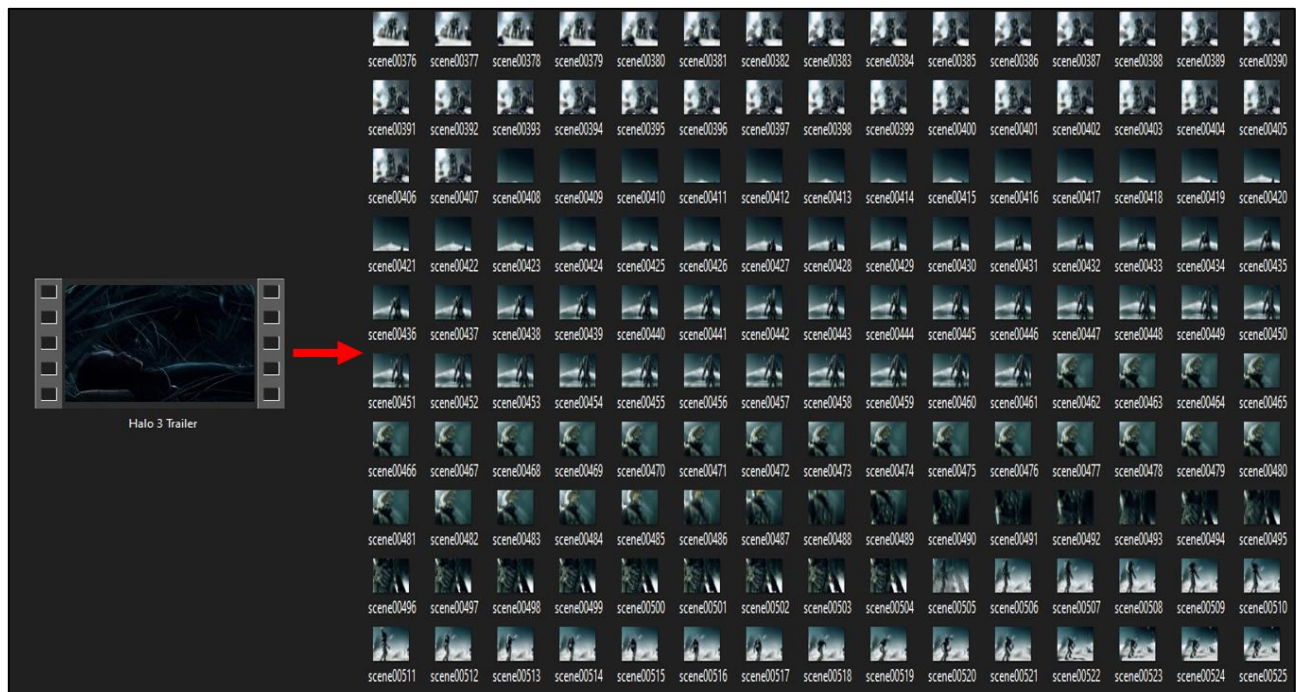


Figura 20 División de un video en fotogramas

Hasta ahora, es posible determinar que el sistema no comprende lo que es la composición general del video, pero si aquello que lo conforma.

La generación de elemento cuadro por cuadro dentro de la estructura que compone el elemento visual de un video, estipula o, mejor dicho, recrea la ilusión de una imagen fluida en movimiento. Esto sería el equivalente a tomar un vehículo y desensamblarlo por partes para comprender de una mejor manera como se llega al producto y final, así como también recalcar las piezas o partes únicas que lo conforman.

3.9 Composición del envío y recepción de una imagen

Una imagen digital se trata de un conjunto de pixeles conformado de cierto orden que permitan identificar siluetas las cuales pueden ser interpretadas por el ojo humano.

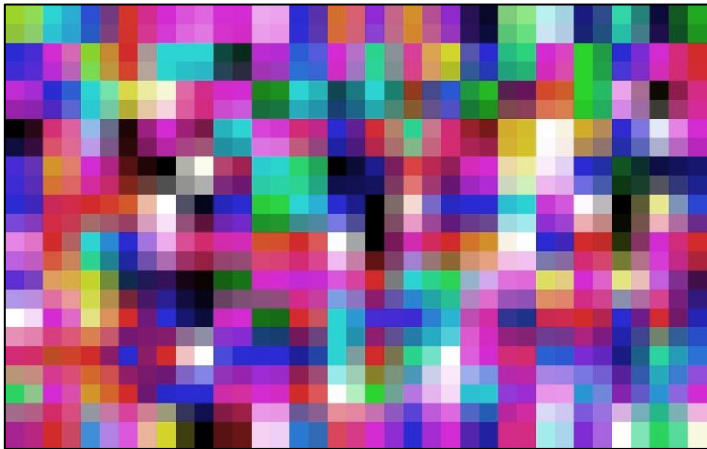


Figura 21 Imagen vista se cerca

Pero el problema es que una imagen como tal no es vista de la misma manera por la computadora, ya que esta recibe una serie de valores que le permiten determinar el valor para cada pixel.

Imagen Recibida																																					
255,	216,	255,	224,	0,	16,	74,	70,	73,	70,	0,	1,	1,	0,	0,	1,	0,	1,	0,	0,	255,																	
219,	0,	67,	0,	3,	2,	2,	2,	2,	2,	3,	2,	2,	2,	3,	3,	3,	3,	4,	6,																		
4,	4,	4,	4,	4,	8,	6,	6,	5,	6,	9,	8,	10,	10,	9,	8,	9,	9,	10,	12,																		
15,	12,	10,	11,	14,	11,	9,	9,	13,	17,	13,	14,	15,	16,	16,	17,	16,	10,	12,	18,																		
19,	18,	16,	19,	15,	16,	16,	16,	255,	219,	0,	67,	1,	3,	3,	3,	4,	3,	4,	8,																		
4,	4,	8,	16,	11,	9,	11,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,																		
16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,		
16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	255,	192,	0,															
17,	8,	2,	166,	2,	65,	3,	1,	34,	0,	2,	17,	1,	3,	17,	1,	255,	196,	0,	31,																		
0,	0,	1,	5,	1,	1,	1,	1,	1,	1,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	1,	2,																	

Figura 22 Matriz de una imagen recibida

Esta sería la manera en la cual la computadora “observa” las imágenes y hoy en día con la ayuda de estos datos es que existen softwares que permiten visualizarlas. Pero recordando que cada pixel es dependiente de un valor cada alteración, aunque sea mínima tal vez no sea visible para el ojo humano, pero para una maquina es algo diferente como se muestra en el siguiente ejemplo:



Figura 23 Imágenes analizadas en espacio de memoria.

Lo que permite determinar que cada imagen tiene un valor propio y dentro de la aplicación del sistema se van a recibir constantes imágenes donde no todas van a tener el mismo procesamiento que otras considerando los factores que involucran el origen de la misma.

Normalmente, se estipula que únicamente basta con tener la dimensionalidad de una imagen para estimar el espacio de memoria. Sin embargo, durante la carga de otra imagen con aspectos semejantes a la requerida para el tamaño predeterminado puede generar problemas pues existen ligeras características que modifican su valor y pueden ocasionar problemas durante el tiempo de ejecución.

3.10 Procesamiento de la resolución

Volviendo a retomar el tema de resolución, pero ahora por el lado de procesamiento, esto permite reconocer el número de elementos que componen a una imagen.

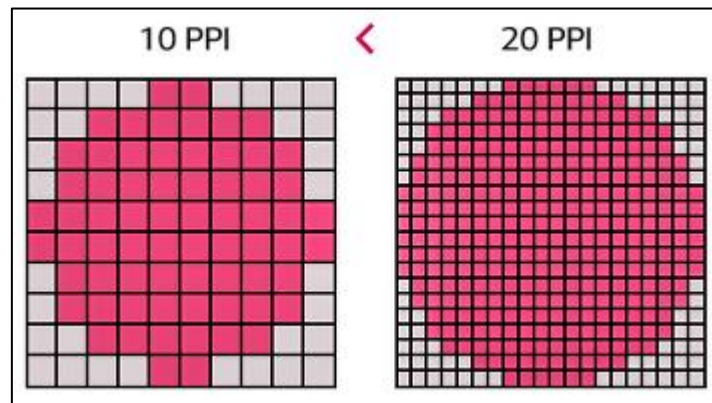


Figura 24 Comparación de resoluciones

Tal como se muestra en la imagen anterior, entre mayor sea la resolución permite tener mejor detalle de los elementos que se desean representar, pero el sistema requiere procesar mayor información. Por otro lado, una resolución menor le permite un menor procesamiento a costa de la calidad sobre lo que se desea mostrar.

Para la transmisión en vivo, la resolución podría disminuir debido a la baja velocidad de conexión proporcionada por el proveedor. Sin embargo, la grabación de video y los videos guardados de esta, estarán en resolución Full HD, así como los videos que se descarguen del mismo.

La resolución juega un papel importante dentro del sistema pues gracias a ella permite determinar la claridad con la cual se logra percibir el entorno en el que se encuentra presente, pero la parte humana ahora debe determinar un ajuste para seleccionar entre un nivel para optimizar la calidad dentro de la imagen lo que implicaría un mayor manejo de recursos por parte del sistema o si se decide bajar el nivel de calidad permite aligerar la carga de recursos pero la percepción de la imagen será ambigua en su gran parte de su totalidad.

3.11 FPS (Cuadros por Segundo) para la transmisión



Figura 25 Comparación de FPS

Los cuadros por segundo delimitan el número de elementos que se pueden mostrar en un determinado lapso de tiempo, para esto es importante considerar que el resultado esperado debe considerar que a mayor número de cuadros mejora la fluidez, pero exige mayor tiempo de procesamiento.

Para la transmisión en vivo es posible que los FPS bajen, debido a que por el protocolo de comunicación que se maneja puede haber pérdida de paquetes, sin embargo, se tiene la garantía de que la visualización no se atrasa conforme a la transmisión.

Dentro de la parte de ejecución se determina un número predeterminado de imágenes por segundo, sin embargo, es posible modificar este valor para reducir o aumentar este parámetro, lo cual permite efectuar cambios en la ejecución, ya que un número menor de fotogramas exige menor recursos, pero la imagen no logra visualizarse con fluidez, por el caso contrario si aumentamos el número de fotogramas es posible apreciar un video fluido, pero demandando mayor cantidad de recursos al sistema.

3.12 Prueba remota del sistema.

Al terminar de crear el canal de comunicación con el protocolo de comunicación UDP es importante asegurarse de que el funcionamiento, es eficaz, y que no genera errores más allá de alguna pérdida de paquetes que se espera, sin embargo, debe ser estable para poder crear la comunicación y de que el monitoreo en tiempo real no pierda su característica principal.

Se hicieron pruebas de funcionamiento para el circuito cerrado, observando la transmisión en tiempo real durante varias horas, también la descarga de videos antiguos y extraer capturas de los videos para ser guardados como imágenes. Los resultados fueron satisfactorios, la transmisión es contante, y aun que puede haber perdida de algunos cuadros la transmisión no se atrasa ni se pierde el sentido de la transmisión.

Las pruebas del sistema de posicionamiento global se realizaron de la misma manera, y se verifico que la precisión es de 2-3 metros, la cual es una distancia suficiente para lo que se necesita, ya que con esto se podrán rastrear vehículos con una buena precisión, y poder monitorearlos a cualquier hora desde cualquier lugar.

Con estas pruebas realizadas, se concluyó que el funcionamiento, era eficaz, que se podía continuar con los detalles del sistema, para poder terminarlo en tiempo y forma. Estando ya en unas de las etapas finales, queda la segmentación para los usuarios y la creación de la aplicación web.

3.13 Creación de segmentos para separación de usuario.

Debido a que los planes para este proyecto es ofrecerlo a diferentes proveedores del transporte público, se debe de crear una logística para que los usuarios puedan tener acceso a sus unidades de forma remota, y solo a sus unidades, para realizar esto se seleccionaron protocolos de redes, debido a que se considera más seguro. Para esto se hará uso de las redes locales virtuales, para así darle una red local a cada usuario de forma que no tengan acceso a los sistemas de otro usuario.

En la actualidad, la infraestructura de red es una parte muy importante para la mayoría de los proyectos relacionados con la interconexión. No disponer de una red puede causar pérdidas, modificaciones o sucesos cuyo origen pueden ser desconocidos por falta de información, trayendo consigo una serie de problemáticas y en el peor de los casos puede llevar al declive de los proyectos.

La segmentación de una red consiste en dividir en subredes una red general, este proceso ayuda a aumentar el rendimiento, además mejora la seguridad ya que impide que los dispositivos de un segmento se comuniquen con los dispositivos de otro segmento.

El amplio margen de beneficios no es un aspecto a ignorar. No solamente se mejora la seguridad e integridad de los dispositivos y usuarios, sino también se mitiga verdaderamente los principales riesgos, se llegan a los estándares de cumplimiento de acuerdo a la organización y mejor aún, se logra una eficiencia operacional.

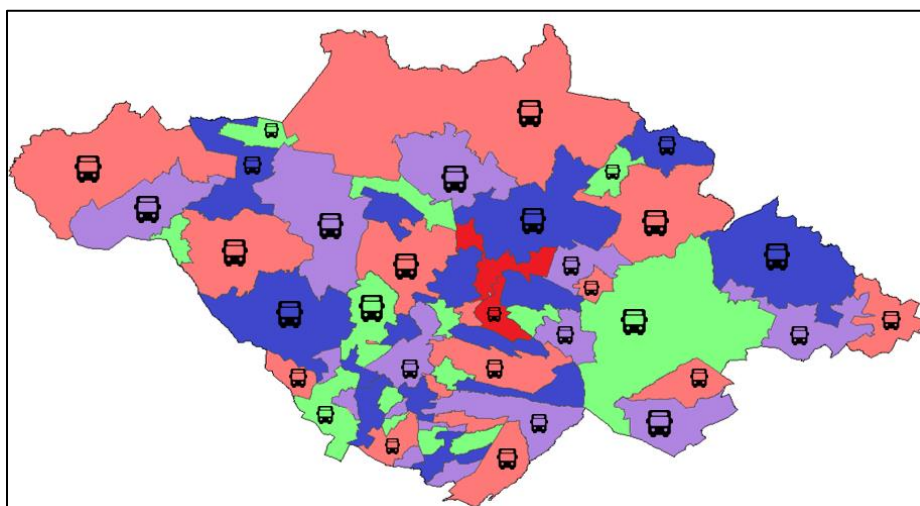


Figura 26 Ejemplo de una segmentación

Con esto en mente se realizó la segmentación para diferentes clientes que pudiera tener el sistema y que no haya problemas de intrusión o manipulación indebida de información.

Durante la las pruebas se observó mediante el uso de dos ordenadores, la configuración para acceder a los recursos del dispositivo. Mientras uno se localiza dentro de los parámetros de la segmentación el otro se encuentra fuera de este por lo

cual únicamente aquel ubicando dentro de este es capaz de obtener la imagen, determinando un aumento en cuanto a la seguridad del mismo.

3.14 Creación de aplicación web.

Después de terminar el desarrollo y la logística de funcionamiento de comunicaciones del sistema, asegurándose de que el puente de conexión sea eficaz, el último paso pero no menos importante es la creación de una aplicación web que unifique todo el desarrollo, la aplicación web es importante ya que es la forma en la que el cliente final podrá hacer uso del sistema, siendo desde este capaz de monitorear en cualquier momento, debido a esto es importante que la interfaz de usuario sea intuitiva, y debido a que no se sabe si el usuario va a utilizar solo un tipo en específico de dispositivo es importante que esta aplicación web sea responsiva, es decir que esta aplicación pueda ser vista en cualquier dispositivo y se adapte al mismo.



Figura 27 Pagina responsiva en diferentes dispositivos

IV RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 GPS

El canal TCP creado anteriormente se utiliza para la comunicación del dispositivo GPS con el servidor principal, con el uso de datos móviles el dispositivo envía sus datos de ubicación hacia el servidor donde son recibidos e interpretados para mostrarlos en la aplicación web.

Probando el canal de comunicación para el envío de datos del GPS se obtuvieron los siguientes datos.

Recepción No.	Latitud	Longitud
#1	19°18'27.50"N	98°10'47.90"W
#2	19°18'27.51"N	98°10'47.89"W
#3	19°18'27.49"N	98°10'47.91"W
#4	19°18'27.52"N	98°10'47.92"W
#5	19°18'27.54"N	98°10'47.89"W
#6	19°18'27.51"N	98°10'47.90"W
#7	19°18'27.50"N	98°10'47.92"W
#8	19°18'27.52"N	98°10'47.90"W
#9	19°18'27.50"N	98°10'47.91"W
#10	19°18'27.54"N	98°10'47.89"W

Tabla 3 Tabla de Coordenadas

Teniendo los datos enviados por el GPS, los cuales consisten en la latitud y la longitud, coordenadas que se ocupan para localizar el objeto en un mapa.



Figura 28 Mapa con ubicación mediante coordenadas

Con esto se puede notar que la ubicación de esta manera tiene una precisión de 1m-2m lo cual es excelente y funcional para el tipo de rastreo que se va a realizar, con esto se tienen pruebas de que es eficiente el funcionamiento del GPS.

El vehículo es el entorno que se desea conocer, por lo cual este dispositivo de localización satelital requiere de tener un monitoreo constante para evitar llevar un seguimiento del mismo. Con esto es posible determinar alguna anomalía o efectuar la búsqueda del mismo entorno en un espacio geográfico.

4.2 Video y Aplicación web

Las aplicaciones web son aplicaciones que se ejecutan a través de internet, aplicaciones que no necesitan ser instaladas en los dispositivos donde de ejecutaran, estas están instaladas en un servidor principal.

Después de tener el tema de herramientas funcionando y con una comunicación eficiente entre ellas, se necesita una aplicación web que unifique el funcionamiento de todos ellos, la aplicación debe cumplir con los siguientes requisitos:

- **Mostrar video:** debe mostrar la transmisión en tiempo real del circuito cerrado de los vehículos correspondientes a las rutas y a cada usuario, sin mostrar los vehículos de otros usuarios.

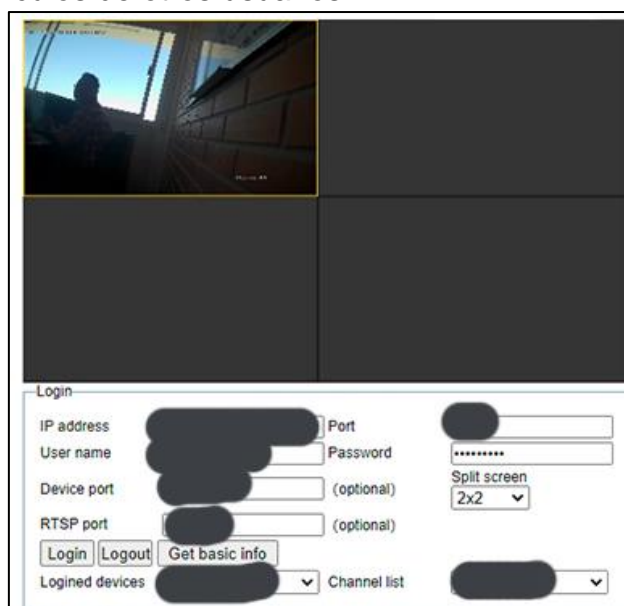
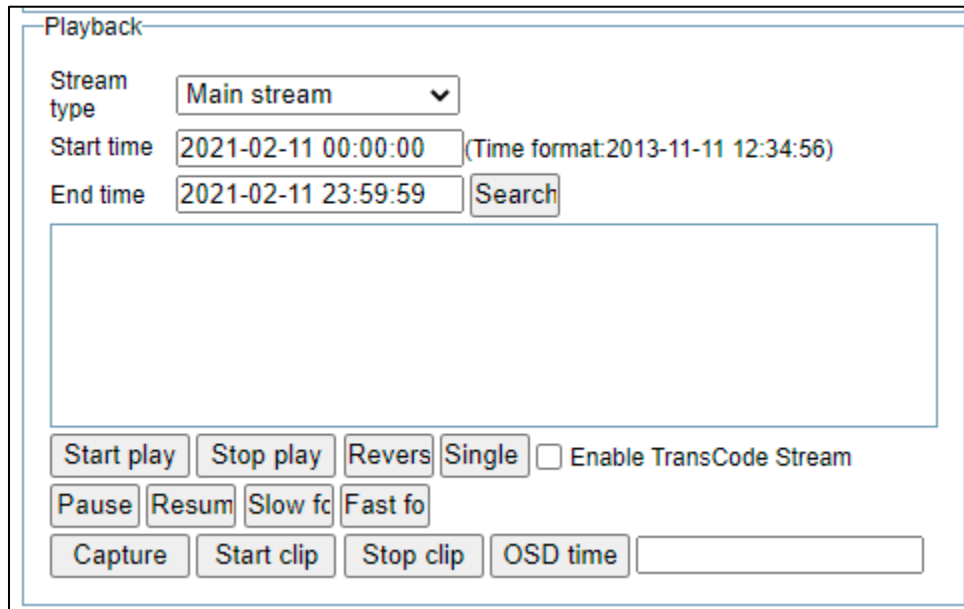


Figura 29 Transmisión en tiempo real

- **Descargar videos guardados:** acceder a los videos almacenados en los dispositivos para tener información de eventos en días anteriores.



The screenshot shows a 'Playback' window with the following elements:

- Stream type:** A dropdown menu set to 'Main stream'.
- Start time:** A text box containing '2021-02-11 00:00:00' with a note '(Time format: 2013-11-11 12:34:56)'.
- End time:** A text box containing '2021-02-11 23:59:59' and a 'Search' button.
- Video Player:** A large empty rectangular area for video playback.
- Controls:** A row of buttons including 'Start play', 'Stop play', 'Revers', 'Single', and a checkbox for 'Enable TransCode Stream'.
- Speed Controls:** Buttons for 'Pause', 'Resum', 'Slow fo', and 'Fast fo'.
- Advanced Controls:** Buttons for 'Capture', 'Start clip', 'Stop clip', and 'OSD time' followed by an input field.

Figura 30 Opciones para descarga de video

- **Mostrar la ubicación:** debe mostrar la ubicación de los vehículos en tiempo real.



Figura 31 Visualización de ubicación

- **Seccionar las rutas:** Se deben mostrar las unidades de acuerdo a las rutas que tengan, y solo mostrar los las unidades correspondientes al cliente.

Como primer parte del desarrollo se tiene un prototipo del funcionamiento de todas las opciones que debe tener el sistema, opciones que van desde la visualización en tiempo real del circuito cerrado de televisión hasta la visualización de la posición geográfica

The screenshot displays a web application prototype for a security system. The interface is organized into several functional areas:

- Main Video Feed:** A large window on the top left showing a live video stream of a person standing in a doorway.
- Control Panel:** A series of buttons and dropdown menus on the top right for managing the video stream, including 'Main stream', 'Volume', 'Voice channel', 'Capture', 'Start recording', 'Stop recording', 'Enable E zoom', 'Disable E zoom', 'Enable 3D zoom', 'Disable 3D zoom', 'Full screen', and 'Resolution'.
- Map:** A small map window on the middle right showing a street view with a red location pin.
- Login Section:** A form on the bottom left for user authentication, including fields for 'IP address', 'Port', 'User name', 'Password', 'Device port', and 'RTSP port', along with 'Login', 'Logout', and 'Get basic info' buttons.
- Playback Section:** A section on the bottom right for reviewing recorded footage, featuring 'Stream type', 'Start time', and 'End time' fields, and a 'Search' button.

Figura 32 Prototipo de página web

también en tiempo real de cada una de las unidades, la cual es presentada en un mapa.

Teniendo la parte del funcionamiento ejecutándose de manera exitosa, solo queda adaptarla a los estándares de programación que establece la empresa, tanto del lado de cómo se desarrolla la lógica interior del funcionamiento del programa, dividiéndose en el número correcto de partes, hasta la parte estética que el departamento de diseño ha creado, detalles como los colores que van a ser utilizados en la aplicación hasta, los logos y las formas de distribución que se deben seguir, esto para cumplir con las expectativas que el departamento de diseño ha creado con el objetivo de que sea más llamativo para los clientes y que a la vez la curva de aprendizaje para el manejo de la aplicación sea corta.

Después de trabajar en cumplir con los estándares de programación y diseño que la empresa establece, se ha conseguido una aplicación web que cumple con las características del departamento de diseño y que ha cumplido con los objetivos de ser una aplicación con una interfaz intuitiva, además de tener un diseño llamativo para los clientes, diseño que inspire confianza y a la vez seguridad, buscando que los potenciales clientes se vean más motivados a adquirirla, además de un patrón de colores que sea agradable a la vista y que transmiten tranquilidad al usuario.

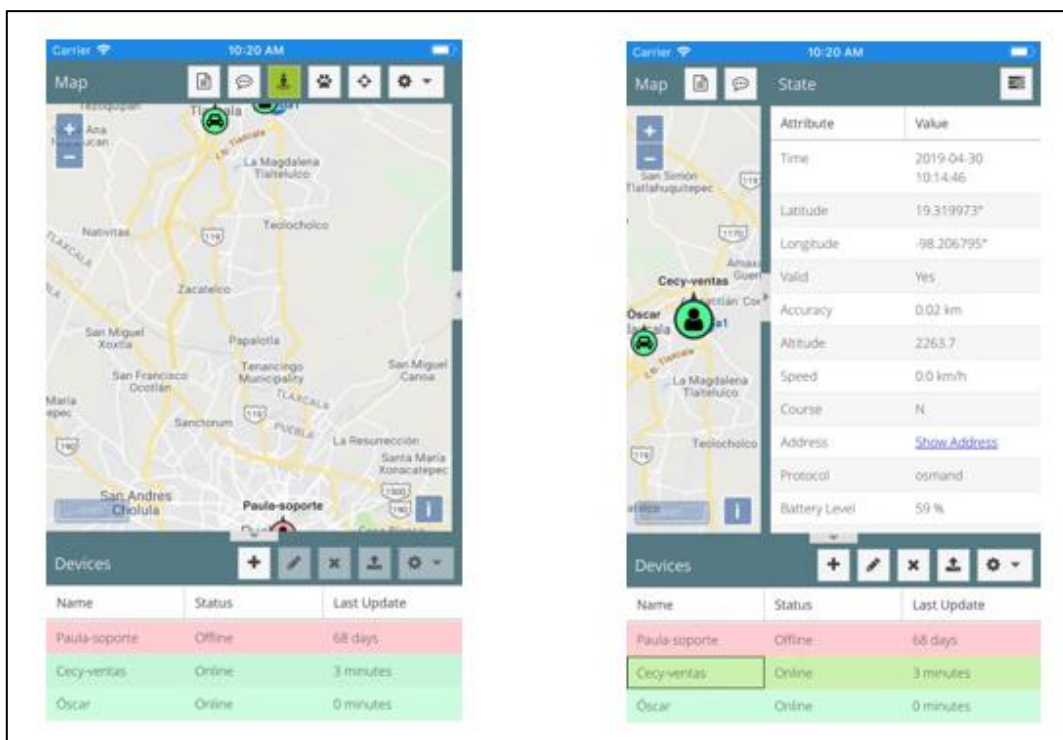


Figura 33 Resultado de aplicación web

4.3 Correcciones

4.3.1 Material Utilizado

El material utilizado tuvo que llevar a cabo diversos cambios durante la preparación del proyecto, debido a lo siguiente:

Las cámaras utilizadas dentro de las pruebas demostraron tener un nivel de calidad deficiente por lo cual impedía mostrar una verdadera calidad HD.

Hubo pruebas con diversos sistemas DVR pues existen algunos que se encuentran restringido para permitirles a terceros acceder a su información. Existieron otros casos donde es posible tener acceso a dicha información, sin embargo, al hacer uso de las librerías o API's de desarrollo demostraron tener cierta incompatibilidad con algunas de ellas. Finalmente se comprobó que el sistema Hikvision tuvo mayor compatibilidad entre el resto.

4.3.2 Canal de Conexión

Al hacer uso del protocolo TCP en un inicio se encontró la disfuncionalidad casi imperceptible, debido a que usualmente el usuario está atento únicamente a la imagen, pero no al entorno, aquí es donde se percató que la imagen se encontraba en desfase con los sucesos que debían ocurrir en tiempo real, así que se hicieron pruebas con un nuevo protocolo UDP.

UDP

- No establece una sesión
- Los datos se reconstruyen en el orden en que se reciben.
- Los segmentos que se pierden no se vuelven a enviar.
- No hay establecimiento de sesión.
- El envío no está informado sobre la disponibilidad de recursos.

Durante la fase de prueba se corroboró que tanto la imagen como las coordenadas se encontraban en desfase a los hechos en tiempo real que estaban ocurriendo, por lo cual al hacer uso del Protocolo UDP no solo se encontró una mejor solución, sino que también una acción en contra.

Valores/Tiempo	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4	Tiempo 5
Esperado	Package 1	Package 2	Package 3	Package 4	package 5
TCP	package 1	Package 1	Package 2	Package 2	Package 3
UDP	Package 1	Fail	Package 3	Package 4	Package 5

Tabla 4 Tabla de ejemplificación de protocolos

Después de esta prueba se puede apreciar la principal característica de cada protocolo, ya que el protocolo TCP mantiene una prioridad por asegurarse de que cada uno de los datos sea entregado haciendo se mantenga en constante reenvío de la misma trama ocasionando que la información requerida vaya a destiempo de lo esperado. Mientras que el protocolo UDP tiene pérdida de información en la trama de datos, pero se asegura de enviar el valor requerido acorde al tiempo.

Aceptación de hipótesis.

En base a los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto “integración de un sistema de seguridad con circuito cerrado y una plataforma de rastreo satelital, que transmita en tiempo real a través de una aplicación web”, se logró decretar la aceptación de la hipótesis propuesta.

Conclusiones de Proyecto.

- Aunque al principio se creó la duda de por qué eran tan necesarias las especificaciones técnicas, durante el desarrollo del sistema las características técnicas demuestran ser adecuadas como mínimo para tener un sistema eficiente.
- Las herramientas de hardware son complicadas de buscar, porque cada herramienta es brindada por un proveedor diferente, debido a esto se debió de cambiar durante el desarrollo del sistema.
- Aunque el protocolo de comunicación TCP se asegura de que todos los paquetes sean entregados, cuando hablamos de transmisión en tiempo real esto es una desventaja, sobre todo cuando las conexiones a internet son deficientes.
- Cuando se trabaja en una empresa, existen diferentes áreas encargadas de diferentes tareas, la aplicación que se realizó fue una aplicación enfocada en la funcionalidad mientras otro departamento se encargaría de la experiencia de usuario.
- Los parámetros por defecto dentro de las API's de desarrollo, así como de las propiedades de los dispositivos de hardware son realmente aceptables. El hecho de modificarlas únicamente depende del gusto del usuario para tener mayor calidad o mejorar el rendimiento del propio sistema.
- Debido a que el desarrollo fue para una empresa existe información que no se puede mostrar, como lo indica el Anexo.

Recomendaciones para la empresa

El ambiente de trabajo dentro de la empresa es muy bueno, destaca la amabilidad, tolerancia y humildad, lo cual hace resaltar que los valores de la empresa están muy bien definidos en el comportamiento de sus empleados y empleadores, las recomendaciones van más fuera del momento del trabajo, como más sillas en el área de comida, cortinas para evitar las molestias del sol durante el trabajo y aire acondicionado para los espacios cerrados durante las horas laborales.

Además, después de esta experiencia, también se le recomienda a la empresa que continuar aceptando alumnos para el modelo dual, ya que esto permite que se desarrollen de mejor manera tanto en el ámbito escolar como en el profesional, ayudando así a crear mejores ingenieros.

Experiencia personal profesional adquirida.

La empresa SmartSoft America Business Applications S.A. de C.V. ayudo a cambiar el panorama que se tenía para la aplicación de los conocimientos dentro del área. Se conoció un numero contable de personajes superiores en diferentes departamentos, de los cuales se aprendió humildad y compañerismo asimismo compartieron no solo la forma de trabajar dentro de la empresa, sino también sus experiencias y consejos para desenvolverse en el área laboral. Se recibió ayuda para comprender la lógica de negocios, y también influyeron con ayuda para mantener la postura profesional. Además del conocimiento interno que ha permitido hacer mejor uso de los recursos al momento de desarrollar una App.

Competencias desarrolladas y/o aplicadas.

- Identificación de sistemas DRV de acuerdo a sus características técnicas.
- Uso de sistemas embebidos.
- Instalación y configuración de sistemas operativos de código abierto.
- Creación, configuración y uso de VPN (Virtual Private Network).
- Implementación de protocolos TCP y UDP
- Uso de lenguaje de marcado HTML.
- Uso de CSS (Cascading Style Sheets).
- Uso de lenguaje de programación Java.
- Implementación de programación orientada a objetos.
- Búsqueda e implementación de repositorios.

Bibliografía.

- ADT. (7 de junio de 2018). ¿Sabes qué es un botón de pánico y qué función cumple en tu sistema de seguridad? Obtenido de ADT: <https://blog.adt.cl/sabes-que-es-un-boton-de-panico-y-que-funcion-cumple-en-tu-sistema-de-seguridad/>
- Aplicaciones móviles: Qué son y cómo funcionan. (septiembre de 2011). Obtenido de La comisión federal de comercio: <https://www.consumidor.ftc.gov/articulos/s0018-aplicaciones-moviles-que-son-y-como-funcionan>
- Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, "Definición", en Seguridad Pública [Actualización: octubre de 2009], en www.diputados.gob.mx/cesop/
- Google Inc. (17 de octubre de 2010). The WebSocket protocol. Obtenido de HyBi Working Group: <https://tools.ietf.org/html/draft-ietf-hybi-thewebsocketprotocol-03>
- Grupo Aner. (2016). ¿Qué es un servidor? Obtenido de Onyx System: <http://www.onyxsystems.es/que-es-un-servidor.html>
- IMSEL Seguridad, s.a. (10 de junio de 2019). Qué es CCTV y cuál es su función. Obtenido de IMSEL Seguridad: <https://www.imsel.com/que-es-cctv-y-cual-es-su-funcion/>
- Oficina de Coordinación Nacional de Posicionamiento, Navegación, y Cronometría por Satélite. (s.f.). Sistema de Posicionamiento Global. Obtenido de GPS.gov: <https://www.gps.gov/spanish.php>
- Web Service Description Requirements, W3C Working Draft, J. Schlimmer, 28 October 2002 (See <http://www.w3.org/TR/2002/WD-ws-desc-reqs-20021028/>.)

Anexos



make it simple, make it smart

Santa Ana Chiautempan, Tlax., 18 de marzo del 2020

Asunto: Carta de Confidencialidad

SMARTSOFT AMERICA BUSINESS APPLICATIONS S.A. de C.V.
M.C. OSCAR ATRIANO PONCE
DIRECCIÓN GENERAL

PRESENTE

El que suscribe **C. Juan Carlos Colorado Cordova** bajo protesta de decir verdad, como miembro del equipo de trabajo de la empresa *SmartSoft America Business Applications S.A. de C.V.* y "**Becario de Educación Dual del Instituto Tecnológico Superior de Mianilla**" me permito manifestar a usted mi compromiso profesional y personal para obligarme antes, durante y al término de mi relación como becario, obligándome a no utilizar, disponer, copiar, transmitir y/o divulgar la información proporcionada a la que tenga acceso, ni la forma y procedimientos de operación, ni los datos y resultados obtenidos, para fines diferentes a los establecidos por la empresa, ya sea a través de publicaciones, conferencias, informaciones ó de cualquier otra forma ó medio, sin la autorización expresa y por escrito de *SmartSoft America Business Applications S.A. de C.V.* por un periodo de tiempo de 5 años posterior a la fecha de la presente.

SmartSoft America Business Applications S.A. de C.V. podrá ejercer las acciones penales que se deriven de la violación del contenido de esta carta, en cualquier tiempo, sin perjuicio de las sanciones administrativas ó civiles a que haya lugar.

ATENTAMENTE



C. Juan Carlos Colorado Cordova

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Archivo de la empresa



make it simple, make it smart

Santa Ana Chiautempan, Tlax., 18 de marzo del 2020

Asunto: Carta de Confidencialidad

SMARTSOFT AMERICA BUSINESS APPLICATIONS S.A. de C.V.
M.C. OSCAR ATRIANO PONCE
DIRECCIÓN GENERAL

PRESENTE

El que suscribe **C. Esteban de Jesús Zavaleta Sánchez** bajo protesta de decir verdad, como miembro del equipo de trabajo de la empresa *SmartSoft America Business Applications S.A. de C.V.* y "**Becario de Educación Dual del Instituto Tecnológico Superior de Mianilla**" me permito manifestar a usted mi compromiso profesional y personal para obligarme antes, durante y al término de mi relación como becario, obligándome a no utilizar, disponer, copiar, transmitir y/o divulgar la información proporcionada a la que tenga acceso, ni la forma y procedimientos de operación, ni los datos y resultados obtenidos, para fines diferentes a los establecidos por la empresa, ya sea a través de publicaciones, conferencias, informaciones ó de cualquier otra forma ó medio, sin la autorización expresa y por escrito de *SmartSoft America Business Applications S.A. de C.V.* por un periodo de tiempo de 5 años posterior a la fecha de la presente.

SmartSoft America Business Applications S.A. de C.V. podrá ejercer las acciones penales que se deriven de la violación del contenido de esta carta, en cualquier tiempo, sin perjuicio de las sanciones administrativas ó civiles a que haya lugar.

ATENTAMENTE



C. Esteban de Jesús Zavaleta Sánchez

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Archivo de la empresa