

# Desarrollo de un Prototipo de Tele-Vigilancia en tiempo real

Yáñez Freddy<sup>a1</sup>, Bernal Paúl<sup>a2</sup>, Aguilar Darwin<sup>a3</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Eléctrica and Electrónica, Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE

Quito-Ecuador

<sup>b</sup>E-mail: {<sup>1</sup>fdyanez, <sup>2</sup>cpbernal, <sup>3</sup>dlaguilar}@espe.edu.ec

**Abstract**—This project focuses in developing a prototype of Tele-Vigilance from the integration of various commercial devices. In order, to present a system of dissuasion, which can be adapted at any homes' rings signal (analogic signal). It will be processed by the transmitter device and will be sent to the LAN by a physical medium (Ethernet cable). Using the Arduino platform which allows to convert this analogic signal into digital one. And the availability of an Ethernet shield that supports the IPv6 protocol and allows the connection and allocation of IPv6 address for project purposes. As part of the transmitter system has a D-Link IP outdoor Camera which once pressed the ring bell the camera enables the recording mode so the user can be alert and take a look what is occurring in the front door directly on his/her Smartphone. The camera is linked wirelessly to an Access Point which is part of the local area network. This Access Point supports IPv4 and IPv6 protocols. In other hand the receiver system which contains a laptop as a server and does the transition from IPv6 to IPv4 protocol so either way the notification and video streaming can reach the user's smartphone (Android). Finally testing functionality, performance are set up and implemented QoS parameters are analyzed in the prototype responses.

**Index Terms**— Android, Arduino, IPv6, Prototype.

## I. INTRODUCCION

Debido a que la inseguridad en nuestro país es un tema muy delicado a considerar y gracias al rápido desarrollo de la tecnología, existen varios proyectos que se han realizado con la finalidad de monitorear y poder anticiparse a este fenómeno social que es la delincuencia.

En la actualidad se han desarrollado proyectos de monitoreo y vigilancia a través de la utilización de alarmas comunitarias, cámaras de seguridad, monitoreo personalizado, etc., los cuales desempeñan un rol muy importante con el afán de informar, prevenir y actuar ante la presencia de personas no deseadas en nuestros domicilios, oficinas, laboratorios, etc. En muchos de los casos no basta con tener uno de estos sistemas de seguridad ya que pueden ser buenos pero son limitados es decir que no brindan la intercomunicación ni tiempos óptimos que garantice la calidad de servicio en audio y video en tiempo real al usuario en donde quiera que este se encuentre. Estas aplicaciones cuentan con acceso a internet pero sobre IPv4, lo cual incrementa latencia, retardo, incluso provocan fallos en la interacción y actuación lo que no permite tomar decisiones en tiempos inmediatos.

Hasta la presente se han realizado investigaciones con la finalidad de brindar al usuario la capacidad de poder monitorear sus bienes desde un punto de vista móvil es decir la interacción desde un dispositivo móvil mediante módulos GSM empleando el uso de mensajes cortos de texto SMS. Estas aplicaciones han sido de gran utilidad pero tienen un costo adicional por el servicio de mensajería. Otra limitación que se presenta es que el usuario solo es notificado mediante un texto. Es decir el usuario no tiene la potestad de interactuar con la persona que está al otro lado.

Las aplicaciones que actualmente se encuentran en el mercado ofrecen una capacidad de interacción en tiempo real ya sea mediante una conexión WiFi o redes móviles como son 3G, HSPA+, 4G, 4G-LTE, etc. Pero estas tecnologías de acceso presentan una variedad de problemas ya que la Calidad de Servicio (QoS) no es la esperada además que presenta tiempos de latencia altos y el concepto de interacción en tiempo real no es de lo más óptimo. Esto se debe a que el protocolo de internet IPv4 no permite el mejor desempeño de dichas tecnologías. Lo que hace más interesante y brinda la apertura para que se prioricen los estudios y análisis de la implementación del protocolo IPv6.

El desarrollo de este proyecto tiene la finalidad de implementar criterios de tele presencia ya que esto nos plantea una integración de múltiples elementos para el desarrollo e implementación de un sistema de intercomunicación basado en la movilidad para el usuario.

Partiendo como referencia a esta iniciativa, existen varias soluciones prácticas e integrales las cuales ya están siendo comercializadas pero presentan varias limitantes al momento de ofrecer la aplicación final al usuario. Cabe recalcar que el actual "Best-Effort" que ofrece IPv4 no garantiza la calidad de servicio (QoS) para aplicaciones multimedia a través del "stream" de video y audio. Lo cual hace importante el uso de una tecnología que brinde a estas aplicaciones multimedia y a su vez a la red un mejor rendimiento.

Por lo cual, es necesario realizar un análisis del rendimiento de los parámetros de calidad de servicio (QoS) sobre IPv6 ya sea para un caso nativo o a su vez utilizando mecanismos de transición como pueden ser Dual Stack, túneles o traducción. Para el caso de coexistencia de IPv6/IPv4.

La comunicación en tiempo real es de vital importancia y más aún el garantizar calidad de servicio (QoS) ya sea en el aspecto cuantitativo y cualitativo, para aplicaciones que en la actualidad son herramientas de uso muy común y necesarios: videoconferencia, telefonía, monitoreo, control. El protocolo IPv6 brinda prestaciones de gran ayuda para este tipo de aplicaciones que se manejan en tiempo real. Presentando un alto rendimiento en los parámetros que se ven involucrados en la mejora de la calidad de servicio.

En el proyecto se propone llevar a cabo el diseño e implementación de un sistema de intercomunicación (portero eléctrico) basado en protocolo IPv6, el cual facilitará la transmisión-recepción de eventos desde el transmisor de video y audio casi en tiempo real.

Estos eventos deberán ser transmitidos desde el sistema transmisor vía alámbrica o inalámbrica hasta el sistema receptor que consta de una aplicación nativa para dispositivo móvil (Android) para la intercomunicación o prevención de eventos. A través de una topología de red LAN basada en los protocolos IPv4/IPv6.

## II. MÉTODOS Y MATERIALES

Esta sección detalla los materiales y métodos utilizados para el diseño e implementación del prototipo de Tele-Vigilancia. Una vez llevado a cabo el escogimiento y selección de los dispositivos más adecuados para este proyecto. Se dispone de los siguientes materiales. Cámara IP D-Link 2332L para exteriores, es decir, que puede ser instalada en las entradas de los hogares, en los puntos de acceso a edificios, en garajes, etc. Debido a que su estructura soporta lluvia y polvo.

Además de ser compacta, esta cámara captura video de alta calidad con resoluciones de hasta 720p en HD en diferentes formatos de compresión. Ya sea en el día o en la noche esta cámara cuenta con un filtro ICR (Infrared Cut Removable) que bloquea la luz infrarroja durante el día para mejorar la calidad de la imagen. De noche, este filtro se desactiva para aprovechar toda la luz disponible durante el video-vigilancia en condiciones de escasa iluminación y, en combinación con los LEDs de infrarrojos, estas cámaras funcionan incluso en la oscuridad más completa [1]. Enrutador Inalámbrico D-Link DIR-645, este enrutador inalámbrico tiene la capacidad de asignar un ancho de banda dedicado para garantizar streamings de video HD (High-Definition), descargar archivos multimedia y juegos en línea para varios dispositivos o consolas conectados simultáneamente.

Otra característica es que posee 6 antenas multi-direccionales las cuales son usadas para buscar y rastrear dispositivos individuales, una vez que estos se encuentran conectados al enrutador, el mismo se enfoca en dar la misma potencia de señal y ancho banda a cada dispositivo. A esto se lo conoce como SmartBeam. Además de contar con una gran cobertura siendo ideal para su despliegue, hogares grandes como edificios o residencias y oficinas pequeñas donde existen paredes de concreto, pisos continuos para el caso de edificios,

elimina puntos muertos. [2] Arduino Board UNO, es una plataforma del tipo código abierto o libre (Open-Source) que mediante un micro-controlador permite recibir y procesar eventos externos de sensores u otro tipo de entradas para realizar acciones de control tales como encendido y apagado de luces, movimiento de motores, actuadores, etc., posee varias entradas analógicas digitales para este propósito. Está compuesta por dos partes Hardware y Software los cuales ofrecen un ambiente amigable que permite a programadores con experiencia o sin ella desarrollar objetos o ambientes interactivos desarrollando múltiples diseños autónomos. [3] Ethernet Shield ENC28J60, Este escudo es fabricado por Microchip y viene a ser una actualización de librería para la comunicación Ethernet desde el Arduino hacia el modem así como al Internet con soporte de las versiones 4 y 6 del protocolo IP. Mediante un chip de Ethernet ENC28J60, que provee un stack IP compatible con TCP al igual forma que UDP.

Tiene un conector estándar RJ-45 hembra y pines de conexión para la comunicación entre el micro-controlador en este caso Arduino y el modulo Ethernet. [4]. Todos los dispositivos anteriormente explicados tienen soporte del protocolo IPv6. Para cerrar la lista de materiales se tiene el dispositivo móvil el cual tiene S.O. Android, pero no soporta o no permite la asignación de dirección IPv6 es decir, para estas versiones o anteriores no soportan el protocolo IPv6. A partir de esto son establecidos los mecanismos y procedimientos para el desarrollo del prototipo. Para el diseño del sistema transmisor que también se lo nombra más a delante como Intercomunicador en el cual intervienen la cámara IP, la tarjeta Arduino UNO y el modulo Ethernet Shield ENC28J60, tomando forma de un portero eléctrico con video incorporado.

Por otro el con lleva el diseño del sistema receptor el cual permita al usuario del dispositivo móvil, la posibilidad de ser alertado o notificado directamente en el dispositivo móvil a través del desarrollo de una aplicación de Android nativa instalada sobre el mismo, una vez que se ha generado una alerta o acción de timbrado. Para el desarrollo de la aplicación se considera la utilización de la plataforma de programación y desarrollo Eclipse. Este es un Framework Javascript para desarrollar aplicaciones para escritorio y móviles. En su versión para móviles, se puede utilizar para desarrollar aplicaciones para Android. Se distingue de otros frameworks en que genera aplicaciones nativas en lugar de aplicaciones que se ejecutan dentro de un navegador.

Android es una plataforma de programación de software libre para dispositivos móviles que incluye un sistema operativo, middleware y distintas aplicaciones. Google proporciona el SDK de Android, que provee las herramientas y APIs necesarios para comenzar a desarrollar aplicaciones en esta plataforma, utilizando Java como lenguaje de programación. La aplicación receptora de eventos cumple con tres actividades en especial. Monitoreo: Esta opción tiene la finalidad de brindar al usuario la potestad de observar a cualquier instante que esta desee lo que sucede en la puerta de

acceso de su domicilio. Intercomunicación: mediante esta opción el usuario tiene un acceso más completo es decir que puede observar y escuchar lo que está aconteciendo en la puerta de acceso. D-Link App: a través de esta opción el usuario tiene la potestad de observar e interactuar con la persona que se encuentra en la puerta de acceso.

Una vez que se tiene implementado el sistema transmisor y receptor se unen para formar el Prototipo de Tele-Vigilancia. Se utilizaron librerías existentes para la programación del módulo Ethernet Shield ENC28J60, en cuanto a la aplicación receptora se debe tener en ejecución un servidor el cual realiza las funciones de nateo para interpretar y enviar tanto la notificación y el streaming de video hacia el dispositivo móvil esto sobre el protocolo IPv4. Con respecto a las pruebas realizadas para obtención de valores de los parámetros de QoS establecidos (Retardo o Delay, Variación del Retardo o Jitter, Tasa de Paquetes Perdidos), fueron efectuadas mediante el uso de un software dedicado como lo es el analizador de tramas o sniffer WireShark, esta herramienta es gratuita y brinda una gama muy amplia de opciones para poder realizar un análisis minucioso en lo concerniente a gestión y performance de red.

### III. PLANIFICACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED

Una buena planificación fue considerada como una serie de etapas, que van desde la generación de un conjunto de criterios para diseñar la red en base a las necesidades hasta la implementación de la red.

Para la implementación de la red fue necesario familiarizarse con las técnicas y procedimientos dispuestos por el protocolo IPv6 basado en la recomendación RFC-2460. [5] En el cual se tiene amplia información sobre el mismo.

Una vez que el prototipo se encuentra completo y desplegado se puede llevar a cabo la asignación de las direcciones IPv6 e IPv4 según el soporte de los mismos por parte de los dispositivos adquiridos. Las condiciones más óptimas para enlazar el sistema transmisor al Enrutador inalámbrico fueron consideradas de la siguiente manera: La tarjeta Arduino a través del módulo Ethernet Shield utiliza un medio físico (cable Ethernet) y tiene asignada una dirección IPv6 `fc00::1005`. La cámara IP D-Link se enlaza con el Enrutador Inalámbrico mediante WiFi y esta dispone de una dirección IPv6 `fc00::1010` y una dirección IPv4 `192.168.0.101`.

Por otro lado los componentes del sistema receptor están enlazados inalámbricamente al enrutador inalámbrico a través de WiFi. En donde el servidor tiene una dirección IPv6 `fc00::1002` y dirección IPv4 `192.168.0.102`. El dispositivo móvil solo posee una dirección IPv4 `192.168.0.104`.

En la figura 1 se muestra la implementación de la red tal cual ha sido descrita.

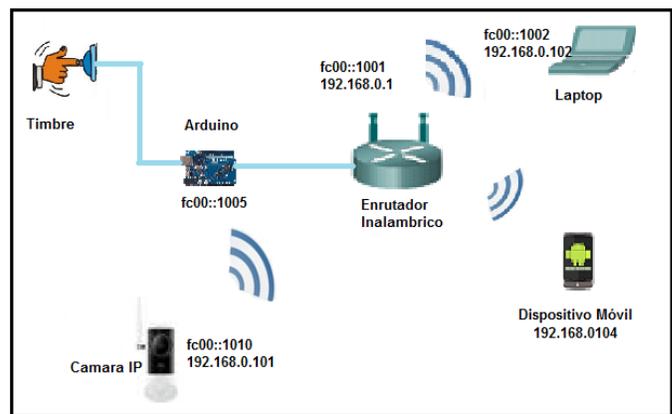


Figura 1. Implementación de la red.

### IV. RESULTADOS

Una vez que se logró tener el prototipo implementado con la respectiva asignación de los parámetros de red, se procedió a efectuar las pruebas de funcionamiento y rendimiento para poder evaluar el comportamiento del prototipo y la respuesta del protocolo IPv6 sobre este tipo de aplicaciones críticas.

**Retardo o Delay** Para la obtención de los valores del Retardo o Delay se procedió a realizar una serie de pruebas mediante la generación de eventos. Es decir, una vez que el prototipo se encuentra en funcionamiento, se procede a capturar el tráfico en la red de área local, captando las tramas generadas sin que se produzca la alerta de timbrado por cierto tiempo. En cierto instante de tiempo se da inicio a la acción de timbrado con lo que se da inicio al tráfico pesado de datagramas a través de la LAN y se sostiene una ligera intercomunicación entre el Usuario Móvil y el Usuario Timbre, para proceder a la desconexión y seguir con la captura por un periodo más de tiempo. De esta forma se puede diferenciar el comportamiento en base al retardo o delay con el prototipo en estado de transmisión y en estado de escucha.

La duración en tiempo de la captura realizada es de 90 seg aproximadamente y se llevó a cabo utilizando el analizador de tráfico Wireshark. Para poder interpretar bien los resultados que brinda el analizador de tráfico se tiene algunos tips para facilitar y agilizar la información que se desea obtener mediante gráficas y filtros.

El filtro `tcp.time_delta` ayuda para la determinación grafica de los valores de Retardo o Delay máximo durante toda la captura. Así como se muestra en la figura 2.

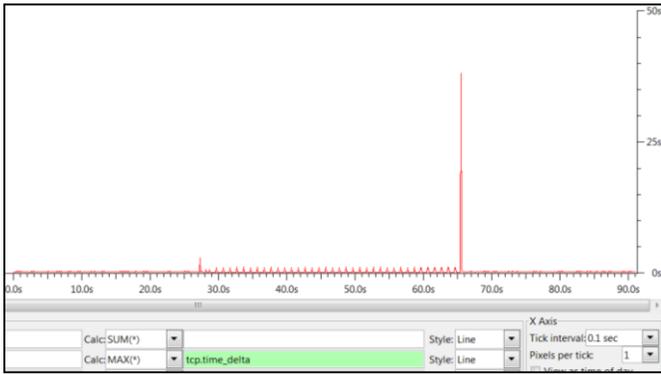


Figura 2. Retardo Máximo.

Los valores de Retardo máximos y mínimos se encuentran en la tabla 1.

Tabla 1.

**Valores de Retardo presentes en el prototipo.**

Prototipo de Tele-Vigilancia	
Retardo o Delay	
Máximo [seg]	37,97 s
Mínimo [useg]	37 us

Jitter para la obtención de la variación del retardo o Jitter se aplicó el siguiente filtro:

- **Frame.time\_delta**

Con la implementación de este filtro WireShark entrega la siguiente grafica (ver figura 3).

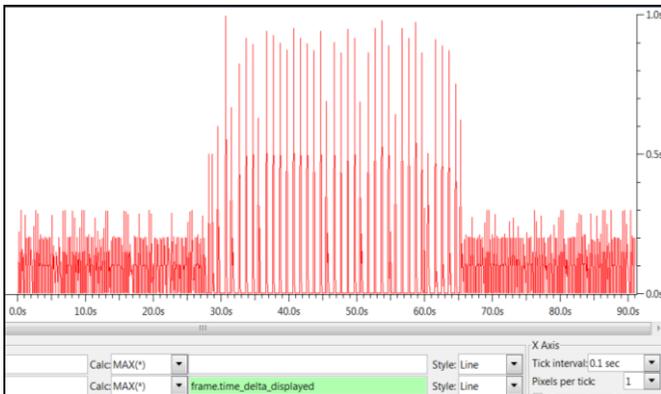


Figura 3. Jitter Máximo.

Los valores máximos y mínimos se encuentran en la tabla 2.

Tabla 2.

**Valores de Jitter presentes en el prototipo.**

Prototipo de Tele-Vigilancia	
Jitter	
Máximo [seg]	0.97s
Mínimo [seg]	20 us

Tasa de Paquetes Perdidos Mediante la implementación del analizador de tráfico WireShark y los filtros **tcp.analysis.duplicate\_ack**, **tcp.analysis.retransmission** y **tcp.analysis.window\_update** se puede obtener estos valores muy fácilmente. La prueba está basada en lo anteriormente explicado en la parte del retardo o delay la captura duro 90 segundos. Esta información se almacena en la Tabla 3, en la cual para el cálculo del porcentaje, se suma la cantidad de paquetes perdidos de cada uno de los filtros; ese total se multiplica por el 100% y se divide en el número total de paquetes capturados en el Wireshark. Se obtuvieron los siguientes resultados (ver Tabla 3).

Tabla 3.

**Tasa de Paquetes Perdidos.**

Filtro aplicado a paquetes	N paquetes perdidos	N paquetes total
<b>Tcp.analysis.duplicate_ack</b>	0	2167
<b>Tcp.analysis.retransmission</b>	0	2167
<b>Tcp.analysis.window_update</b>	0	2167
<b>TOTAL</b>	0	2167
<b>% PAQUETES PERDIDOS</b>	0	

De acuerdo a las normativas establecidas por la ITU – P.800, P.830, P.862.1 los valores apropiados para trabajar con audio y video están sujetos a la tabla 4.

Tabla 4.

**Umbral de Calidad de Servicio.**

Clasificación Calidad VoIP	Excele nte	Bue no	Accepta ble	Pob re
<b>Retardo [ms]</b>	t < 50	50 =< t < 300	150 =< t < 300	t >= 300
<b>Jitter [ms]</b>	t < 10	10 =< t < 20	20 =< t < 50	t >= 50
<b>Tasa de Paquetes Perdidos [%]</b>	p < 0,1	0,1 =< p < 0,5	0,5 =< p < 1,5	p >= 1,5

Observando estos valores y los obtenidos a partir del

funcionamiento del prototipo se puede decir que el prototipo está dentro de los umbrales establecidos por la ITU en la mayoría del tiempo que el mismo entra en funcionamiento tanto de escucha y de transmisión.

## V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### A. Retardo

En base a los resultados obtenidos en las gráficas de Retardo se puede ver que el prototipo de Tele-Vigilancia, está presentado una respuesta positiva con respecto a la definición establecida para este parámetro. En la figura 2 se puede diferenciar las formas de comportamiento del prototipo cuando el mismo se encuentra en escucha de recibir la alerta los intervalos de tiempo de (0 – 28) y (66 – 91) segundos aproximadamente y cuando se efectúa el streaming del video de (28 – 66) segundos.

Cabe indicar que el pico observado en la figura 2 es un tanto elevado con un valor de 37,97 segundos, pero un punto a favor del prototipo es que este pico se produce al momento que el prototipo entra en estado de escucha. Es decir el Retardo en la parte crítica que sería el streaming del video es relativamente bajo.

### B. Jitter

En base a los resultados obtenidos en las gráficas de Jitter se puede ver que el prototipo de Tele-Vigilancia, está presentado una respuesta positiva con respecto a la definición establecida para este parámetro. En la figura 40 se puede diferenciar las formas de comportamiento del prototipo cuando el mismo se encuentra en escucha de recibir la alerta los intervalos de tiempo de (0 – 28) y (66 – 91) segundos aproximadamente y cuando se efectúa el streaming del video de (28 – 66) segundos.

### C. Tasa de Paquetes Perdidos

En los resultados obtenidos con respecto a la tasa de paquetes perdidos es del 0% lo que es justificado ya que toda la transmisión que se efectúa de extremo a extremo está basado en el protocolo de transporte TCP de prototipo. Y de esta manera se está garantizando la conexión.

## VI. DISCUSIÓN

Debido a que en el mercado tecnológico solo esta explotado el desarrollo de los prototipos de esta idole en especial para trabajar con el protocolo IPv4 como base. Al igual que los proveedores de internet obviamente tienen sus redes listas para que operen con este protocolo, pero no se lo ha venido haciendo en especial por la falta de dispositivos disponibles o listos para IPv6. El desarrollo e implementación del prototipo dejó en conclusión como punto de partida conceptos claves a partir de los cuales se demuestra que se debe seguir trabajando sobre el mismo con la proyección de realizar más pruebas y mejoras sobre el mismo. Ya que si se logra tener prototipos basados en IPv6 de extremo a extremo la mejora en la calidad y

rendimiento serán más palpables, para aplicaciones críticas que requieren tratamiento especial y respuestas inmediatas casi en “tiempo real”. Cabe recalcar que la mayoría de objetivos propuestos fueron cumplidos, consiguiendo darle a los prototipos el enfoque de percepción y disuación deseado con sus debidas limitantes. El prototipo al ser una idea inicial presentó varios inconvenientes los cuales resultaron álgidos de resolver, siendo algunos intangibles y otros de tipo físico. Con respecto a las pruebas de funcionamiento y rendimiento efectuadas al prototipo, los resultados obtenidos fueron favorables para así recomendar futuras mejoras para tener un prototipo más robusto tanto en hardware y software.

## VII. AGRADECIMIENTOS

El autor de este artículo quiere agradecer a los tutores responsables de guiar, impartir y contribuir con sus valiosos conocimientos y consejos, para el desarrollo y culminación de este estudio.

## REFERENCES

- [1] D-Link Corporation. (2014, marzo). Title. Wireless Router Whole Home DIR-645. Available: <http://www.dlink.com/us/en/home-solutions/connect/routers/dir-645-wireless-n-home-router-1000>
- [2] D-Link Corp. Intranets: Cámara IP D-Link DCS-2332L Outdoors. Available: <http://home.process.com/Intranets/wp2.htm>
- [3] Arduino. (2012, marzo). Title. Arduino Board UNO. Available: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>
- [4] Arduino. (2013, June) Title. Etheret Shield For Arduino Boards. Available: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShield>
- [5] S. Deering, P. Hidden (1998, December) Title Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification. Available: <http://tools.ietf.org/pdf/rfc2460.pdf>



**Freddy Yáñez Montaña:** Nació en Quito, Ecuador el 31 de julio de 1988, sus estudios primarios los realizó en la unidad educativa Borja N° 3 y escuela “Pensionado San Vicente”, y sus estudios secundarios en la Unidad Educativa Julio Maria Matovelle.

En el año 2006 ingresó a la Escuela Politécnica Superior del Ejército, para en el año 2012 egresar del Departamento Eléctrica Electrónica de la carrera de Ingeniería Electrónica en Telecomunicaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas –ESPE-. Esta bien relacionado e influenciado por los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera especialmente en el campo de las telecomunicaciones. Sus hijos, esposa y familia son la fuente fundamental de motivación para realizar cualquier esfuerzo y convertirlo en logro.