



Universidad Técnica del Norte. Cristian Germán. Diseño de un sistema de video vigilancia IP y alarma 1
basada en movimiento, utilizando software libre sobre un computador de placa reducida, para la empresa
color 2000 de la ciudad de Ibarra, Abril 2018.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIA APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE
COMUNICACIÓN
ARTÍCULO CIENTÍFICO

Tema:

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA IP Y ALARMA BASADA EN
MOVIMIENTO, UTILIZANDO SOFTWARE LIBRE SOBRE UN COMPUTADOR
DE PLACA REDUCIDA, PARA LA EMPRESA COLOR 2000 DE LA CIUDAD DE
IBARRA**

AUTOR: CRISTIAN GERMAN CANACUAN IPIALES

DIRECTOR: ING. OMAR OÑA

Ibarra - Ecuador

2018

Diseño de un sistema de video vigilancia IP y alarma basada en movimiento, utilizando software libre sobre un computador de placa reducida, para la empresa color 2000 de la ciudad de Ibarra

Canacuan Cristian Autor, Oña Omar Director
cgcacuan@utn.edu.ec, oronia@utn.edu.ec
Universidad Técnica del Norte

Resumen — En el presente trabajo se realizó el diseño de un sistema de video vigilancia IP y alarma basada en movimiento, utilizando software libre sobre un computador de placa reducida, para la empresa Almacén Color 2000 de la ciudad de Ibarra, con la finalidad de alertar sobre la presencia de intrusos en las áreas monitoreadas y mejorar la eficiencia del personal operativo. Se utilizó el método comparativo con sistemas propietarios similares para diseñar e identificar las principales características de este sistemas de video vigilancia IP y alarma, se determinó que requiere de aplicaciones como: captura de imágenes, detección de movimiento, alerta de la presencia de un intruso, la posibilidad de acceso local y remoto, adicionalmente se agregó características que los sistemas de video vigilancia convencionales no poseen como: control remoto de sistema de por medio de aplicaciones, notificación por medio de mensajes con Telegram. Se adaptó el sistema a las necesidades de la empresa las cuales fueron determinadas en una entrevista con el gerente, posteriormente cubiertas mediante la creación de archivos intérpretes de comandos (scripts). El sistema es compatible con plataformas Windows y Linux y accesible desde la red local o remota.

Palabras Claves

Video vigilancia IP, Computador de placa reducida, Raspberry PI 3.

I. INTRODUCCIÓN

El Almacén Color 2000 dedica sus labores a la comercialización de pintura automotriz, arquitectónica y metalmecánica, preparación de colores y venta de complementarios, la fortaleza de este negocio es la experiencia de más de diez años en el mercado y su amplia línea automotriz, los cuales son elementos que diferencian a esta empresa frente a la competencia. Cuenta con su matriz ubicada en el la Av. Jaime Rivadeneira Frente al Coliseo Luis Leoro Franco y su sucursal en la Av. Teodoro Gómez 15-18 y Gral. Julio Enríquez. El Almacén Color 2000 en su infraestructura de comunicaciones no cuenta con un sistema de video vigilancia y alarma en ninguna de sus dependencias, actualmente posee el servicio de internet residencial contratado con CNT EP tanto en su matriz como en la sucursal. La ausencia de un sistema de video vigilancia en el almacén ocasiona inseguridad hacia sus clientes, empleados y empresa como tal, el problema radica en la falta de monitoreo remoto y local de eventos ocurridos en sus instalaciones a tiempo real.

Las funciones que desempeña la gerencia del Almacén no permiten dirigir de forma interactiva y a tiempo completo las actividades que se desarrollan en la empresa tales como monitorear el cumplimiento de tareas asignadas a empleados, control de inventarios, monitoreo de ventas y otros elementos. Muchas veces existen pérdidas internas o el personal no cumple a cabalidad las tareas asignadas en el trabajo. El Almacén Color 2000 es visitado diariamente cientos de clientes, la afluencia en la matriz de la empresa ocasiona que las

actividades se centren en la atención al cliente. En estas circunstancias la gerencia indica que es donde se generan robos de productos y pérdidas de materiales por descuido de los trabajadores. La gerencia menciona además que muchas de las tareas asignadas a los empleados no se cumplen a tiempo generando retrasos y pérdidas.

El registrar eventos ocurridos en el Almacén Color 2000 y almacenarlos por medio de video e imágenes obtenidos con tecnología que utiliza software libre da origen a un sistema de video vigilancia escalable, flexible y robusto el cual permitirá el monitoreo remoto y local. El uso e implementación de estos sistemas de video vigilancia en la sociedad actual permiten salvaguardar la integridad de las personas y empresas manteniéndolas vigiladas y a su vez generando un ambiente de confort y seguridad, de manera sencilla, inmediata e inclusive con la posibilidad de tener al alcance de la pantalla de un teléfono móvil.

II. CONCEPTOS BÁSICOS

A. Sistemas de video vigilancia.

Los sistemas de video vigilancia son un conjunto de dispositivos que brindan al usuario numerosas posibilidades que le permiten solventar sus necesidades de una forma eficiente y eficaz, gestionando las cámaras para la monitorización de un sitio sea de manera local o remota. El objetivo de este sistema es la supervisión, el control y el eventual registro de la actividad física dentro de un local, espacio o ambiente en general. Se denomina circuito cerrado porque, a diferencia de la televisión tradicional, este solo permite un acceso limitado y restringido del contenido de las imágenes a algunos usuarios. [1]

1) *Sistemas de video vigilancia IP:* En los últimos años la tecnología de video vigilancia ha sufrido una revolución como consecuencia de la aplicación de la tecnología IP en el sector. El video IP o video vigilancia IP, al igual que muchos otros tipos de

comunicaciones como son el correo electrónico, los servidores Web o la telefonía IP, se realizan a través de redes, ya sean cableadas o inalámbricas. Todo el flujo de audio/video se efectúa a través de la misma infraestructura de red común, lo cual conlleva multitud de ventajas sobre los sistemas de CCTV tradicionales.



Figura 1. Esquema básico de un sistema de video vigilancia IP.

B. Computadores de placa reducida.

Un computador de placa reducida o también conocido como dispositivo SBC (Single Board Computer), es un computador completo en un sólo circuito, el cual dispone de todas las características de una computadora funcional en una sola tarjeta de tamaño reducido. En definitiva, alberga todo lo que necesita para su correcto funcionamiento en la placa base. A lo largo del presente trabajo, se mencionarán algunos de estos dispositivos y sus características. Actualmente, estos dispositivos se encuentran en auge debido principalmente a la buena relación de prestaciones y a su reducido precio. En los últimos años, los SBC o mini PCs han sufrido una gran evolución y desarrollo, aumentando su rendimiento y características, hasta el punto de ser utilizados como un computador de uso común. [2]

1) *Raspberry PI:* Es un computador SBC (Single Board Computer) de bajo costo de tamaño muy reducido se puede comparar al tamaño de una tarjeta de crédito, fue creado principalmente con el propósito de enseñar a los niños a programar los computadores. Este dispositivo fue desarrollado por la fundación Raspberry Pi en la Universidad de Cambridge, el cual tiene como objetivo la enseñanza de la informática en las escuelas. [3]

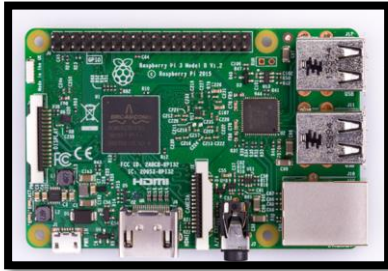


Figura 2. Placa de Raspberry PI 3.

C. Software Libre.

Al hablar de software libre nos referimos a la libertad de los usuarios para ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, cambiar y mejorar el software. Nos referimos especialmente a cuatro clases de libertad para los usuarios de software:

- Libertad 0: la libertad para ejecutar el programa sea cual sea nuestro propósito.
- Libertad 1: la libertad para estudiar el funcionamiento del programa y adaptarlo a tus necesidades, el acceso al código fuente es condición indispensable para esto.
- Libertad 2: la libertad para redistribuir copias y ayudar así a tu vecino.
- Libertad 3: la libertad para mejorar el programa y luego publicarlo para el bien de toda la comunidad, el acceso al código fuente es condición indispensable para esto.

El software libre no significa que sea “No comercial”. Cualquier programa libre estará disponible para su uso, desarrollo y distribución comercial. El desarrollo comercial del software libre ha dejado de ser excepcional y de hecho ese software libre comercial es muy importante. [4]



Figura 3. Distribuciones Linux.

1) *Scripts*: Es un archivo que contiene un conjunto de comandos que son ejecutados secuencialmente, desde el primero hasta el último. El objetivo es automatizar la tarea de introducir los comandos uno por uno en la consola de comandos, y ejecutar las órdenes que queremos realizar de forma ágil y automática.

2) *Software libre para telefonía IP*: Asterisk es una distribución sobre la que se puede desplegar una plataforma de comunicaciones VoIP. En ella podemos encontrar los paquetes preinstalados de Asterisk, la interfaz gráfica AsteriskGUI, el framework DAHDI, así como los componentes necesarios para que ejecutemos correctamente toda la instalación y configuración de nuestra plataforma. Como paquete opcional nos ofrece la interfaz gráfica de FreePBX. Basado en Fedora y CentOS, nos ofrece una estabilidad y compatibilidad de paquetería para que nos sea más fácil el desarrollo o instalación de software. [5]

3) *Software libre para gestión de cámaras*: Motion es un programa que supervisa la señal de vídeo desde una o más cámaras y es capaz de detectar si una parte significativa de la imagen ha cambiado; en otras palabras, se puede detectar el movimiento. El programa está escrito en C y está hecho para el sistema operativo Linux. Motion es una herramienta basada en la línea de comandos cuya salida puede ser en formato jpeg, fies ppm o secuencias de vídeo MPEG. Motion es impulsado por línea de comandos estrictamente y puede ejecutarse como un demonio. Es la herramienta perfecta para monitorear su propiedad, enfocándose sólo en aquellas imágenes que son interesantes. [6]

D. Tecnologías Aplicadas.

1) *Estándar IEEE 802.3 (Ethernet)*: Ethernet es la tecnología de red de área local más usada en la actualidad, es la tecnología LAN más popular, IEEE 802.3 define las reglas para la configuración de una red Ethernet la cual maneja dos aspectos físico y

lógico correspondientes a la capa física y la capa de enlace de datos respectivamente.

2) *Estándar IEEE 802.15 (Bluetooth)*: Tecnología de comunicaciones inalámbricas que fue establecida para corto alcance, admitiendo transmisión de voz y datos creando una red de área personal (PAN). Éste es un sistema que ensancha el espectro por saltos de frecuencia, trabajando en las bandas ISM de disponibilidad internacional a 2,4 GHz. La especificación 2.0 de Bluetooth aplicó una velocidad de transmisión mejorada de hasta 3 Mbits/s; además, ésta tecnología sigue la tendencia a la reducción del consumo energético. [7]

3) *Sistema Móvil Avanzado (SMA)*: Es el servicio que permite a los abonados realizar y recibir llamadas de voz, SMS y acceder conexiones de datos mediante alguna aplicación como redes sociales. Este servicio final transmite, emite y recepta señales, imágenes, sonidos, datos, voz o información de cualquier naturaleza.

III. DESARROLLO EXPERIMENTAL.

A. *Análisis de la Situación Actual.*

Mediante una entrevista con el gerente se determinó que existe la necesidad de un sistema de video vigilancia que permita la monitorización en la matriz de la empresa, debido a casos en los que la empresa presenta pérdidas ocasionadas por el robo de productos. La gerencia menciona también que el acceso a la bodega en donde se almacenan los productos debe ser vigilado, esto con el motivo de evitar pérdida de productos y monitorear las actividades de los empleados de la empresa.

La empresa con el fin de proteger los bienes materiales ha instalado un sistema de alarma convencional, el cual dispara una sirena cuando se activan los sensores de contacto en la entrada principal y su salida de emergencia, cabe destacar que la empresa solo ha protegido accesos principales, La infraestructura arquitectónica de la empresa consta de ventanales tanto en la primera planta como en la segunda planta, esto podría ser usado por

delinquentes para acceder a las instalaciones y sustraer los bienes.

En la primera planta debido a la afluencia de clientes y desarrollo de actividades del personal operativo, se precisa de un enfoque de monitoreo mediante video vigilancia con el objetivo de registrar en video los eventos ocurridos durante el día de laborable. En la segunda planta se debe vigilar el almacenamiento de los productos y el acceso a ellos, debe tener un respaldo en forma de video e imágenes.

Para complementar el sistema de alarma ya instalado en la empresa debe incorporarse un sistema de alarma basado en la detección de movimiento y que alerte al gerente propietario de la intrusión en las instalaciones de la empresa mediante una llamada a su teléfono móvil, envió de un correo con imágenes del evento y envió de un mensaje vía WhatsApp o Telegram hacia el número del gerente ya que la respuesta de atención a redes sociales es más rápida en la actualidad.

El objetivo de salvaguardar la integridad de clientes y empleados de la empresa Almacén Color 2000 y ofrecer un servicio de calidad tanto en atención como en seguridad, monitoreo y vigilancia forman parte de la misión de esta empresa por lo tanto es importante mantener un registro de las actividades que se realizan y respaldarlas en forma de video e imágenes.

El diseño de este sistema de video vigilancia se enfoca en la infraestructura de la matriz en donde funciona la empresa Almacén Color 2000, esta infraestructura consta de dos plantas en las cuales se basa este diseño. En la primera planta de esta institución están ubicadas las áreas de acceso principal, atención al cliente, salida auxiliar y la sección de estantería, mostradores y vitrinas de los productos que oferta esta empresa. En la segunda planta se ubica la bodega con el fin de almacenamiento de productos, esta área es un espacio único sin divisiones.

B. Requerimientos del Sistema.

Para el análisis de los requerimientos del sistema se toma como referencia al estándar ISO / IEC / IEEE 29148: 2011, El Sistema de video vigilancia pretende monitorear las áreas definidas mediante la entrevista con el gerente de la empresa Almacén color 2000. Los requerimientos son el punto de partida para el desarrollo de este proyecto, relacionan directamente las necesidades del usuario con las soluciones que brindara el cumplimiento de los objetivos de este proyecto, para comprender esto de una forma más clara se identifica y lista los actores que intervienen de forma directa en este sistema

C. Selección de Hardware y Software.

Para el funcionamiento del sistema se seleccionó los siguientes componentes básicos los cuales son: un computador de placa reducida: Raspberry PI 3, dispositivos de captura de video e imágenes: Cámara Imexx IME-41674, HUB USB: 7 HUB.

Se seleccionó el sistema operativo: Raspbian, el software de gestión de cámaras: Motion y el software de telefonía IP: Asterisk.

D. Diseño del sistema

A continuación se presenta el funcionamiento del sistema de video vigilancia y alarma por detección de movimiento mediante un diagrama de bloques en el cual se muestra sus elementos y la estructura con la que contará. En la figura 4 se muestra este diagrama mencionado.

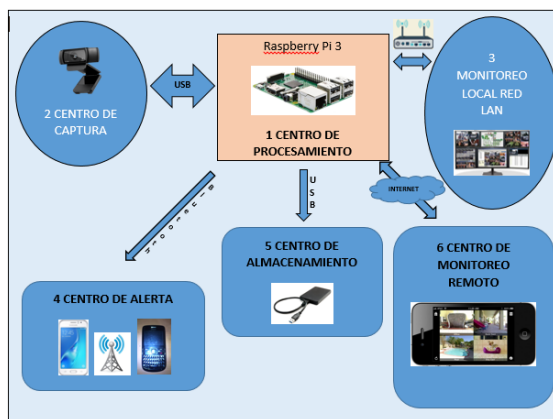


Figura 4. Diagrama de Bloques del sistema.

El centro de procesamiento en donde actuará la configuración realizada en el computador de placa reducida, gestiona la captura de imágenes y video, almacenamiento, presentación para monitoreo local y remoto, almacenamiento de datos, control del sistema y alarma.

Diagrama de conexiones:

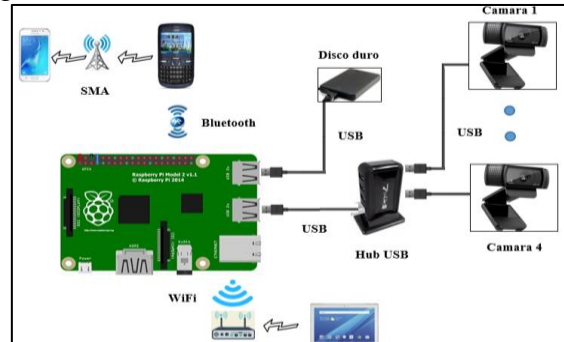


Figura 5. Diagrama de conexiones del sistema.

1) Calculo para la capacidad de disco:

Número de cámaras web	4
Número de horas al día que está registrando datos	24 horas
Resolución de la imagen	640 x 480
Tipo de compresión de la imagen	JPEG

Almacenamiento por hora

$$\text{Capacidad/hora} = \text{Tamaño_img} * \text{Núm_imagenes}$$

$$\text{Capacidad/hora} = \frac{22 \text{ KB}}{\text{Tamaño_imagen}} \times \frac{2 \text{ imagenes}}{\text{segundos}} \times \frac{3600 \text{ segundos}}{\text{hora}}$$

$$\text{Capacidad/hora} = 158,4 \text{ MB/hora}$$

Almacenamiento por día.

$$\frac{\text{Capacidad}}{\text{día}} = \frac{\text{Capacidad}}{\text{hora}} \times 24 \text{ horas}$$

$$\frac{\text{Capacidad}}{\text{día}} = \frac{158,4 \text{ MB}}{\text{hora}} \times 24 \text{ horas}$$

$$\text{Capacidad/día} = 3,8016 \text{ GB/día}$$

Almacenamiento Total del sistema por día

Cámaras Web	Horas de Grabación	MB/Hora	GB/Hora	Total, por Cámaras (Gb)
CAM1	24	158,4	0,1584	3,8016
CAM2	24	158,4	0,1584	3,8016
CAM3	24	158,4	0,1584	3,8016
CAM4	24	158,4	0,1584	3,8016
Almacenamiento Total del sistema por día				15,2064

Con un disco de 1 Terabyte (TB), se concluye que el tiempo disponible para una grabación continua es de 67 días; si se sobrepasa éste tiempo, la grabación se realizará en la tarjeta Raspberry Pi, produciendo la saturación de memoria, es decir, el sistema deja de funcionar; entonces se recomienda descargar la información cada 30 días.

2) Direccionamiento:

Dispositivo	Dirección IP	Gateway
Raspberry Pi 3	192.168.1.12	192.168.1.1
Cámara web 1	192.168.1.12:8081	192.168.1.1
Cámara web 2	192.168.1.12:8082	192.168.1.1
Cámara web 3	192.168.1.12:8083	192.168.1.1
Cámara web 4	192.168.1.12:8084	192.168.1.1
Monitoreo	192.168.1.13	192.168.1.1

3) Instalación del sistema operativo:

- Raspbian

Está diseñado para las placas Raspberry, siendo un sistema versátil, estable y confiable el cual permite desarrollar múltiples aplicaciones, bajo este sistema operativo funciona el sistema de video vigilancia y alarma basada en la detección de movimiento. Para la instalación del sistema operativo en la Raspberry Pi 3 es necesario una tarjeta micro sd de mínimo 4Gb, para este proyecto se utilizó una tarjeta micro sd de 16 Gb clase 10 para obtener mayor velocidad en la transmisión de datos.

- Administración

Escritorio remoto entre Windows y Linux mediante una interfaz gráfica si necesidad de instalar un cliente de conexión remota en Windows además del que viene por defecto, se debe digitar el siguiente comando: `sudo apt -get install xrdp`.

4) Instalación del gestor de video y cámaras:

- Instalación del software Motion.

Primero se debe ejecutar los siguientes comandos: `sudo apt-get update && sudo apt-get upgrade`
Se actualizan los repositorios y los programas instalados.

Para la instalación de Motion se digita en la terminal el comando:

`sudo apt-get install motion`.

Para configurar el software se debe editar el fichero de configuración que se encuentra en: `/etc/motion/motion.conf`, dentro de este fichero se ingresa la información general para el comportamiento de gestor de cámaras Motion posteriormente se debe crear y configurar un fichero por cada cámara que se incluya al sistema, a estos ficheros de configuración individual se les denomina `threads` y contienen información específica de cada cámara.

```
#####
# Motion Detection Settings:
#####

threshold 1500      ### Sensibilidad de deteccion de movimiento (detect
noise_level 32      ### nivel de sencibilidad de ruido para la detccion
noise_tune on       ### Activacion de la sencibilidad de ruido en la de
minimum_motion_frames 1 ### Minimo numero de tramas en contener movimiento
```

Figura 6. Configuración de detección de movimiento.

```
GNU nano 2.2.6 File: /etc/motion/thread1.conf
# /etc/motion/thread1.conf
# FICHERO DE CONFIGURACION PARTICULAR POR CAMARA
#####
# Capture device options
#####
videodevice /dev/video0 ### Camara a ser usada--ubicacion del driver
text_left CAMARA1      ### Indentificador de camara esquina inferior izquierda
#####
# Target Directories and filenames For Images And Films
#####
target_dir /media/SVGA/cam1      ### Directorio para salvar fotos y videos
picture_filename CAM1_%Y%m%d%H%M%S-%q ### Nombre con que se guarda la imagen
#####
# Live Stream Server
#####
stream_port 8081      ### Puerto de escucha para la transmision en el servidor http
#####
# Reaccion a la deteccion de movimiento, envio de correo con fotos del evento. #
#####
#on_movie_start sudo /usr/local/bin/cam1_gmail.sh
```

Figura 7. Configuración de cámara.

5) Interfaz web del sistema:

- Instalación del software Apache2

Se utiliza este software para la presentación del video obtenido por las cámaras del sistema a través de una interfaz web, la instalación del software se la realiza ejecutando el siguiente comando en la terminal: `sudo apt-get install apache2.`

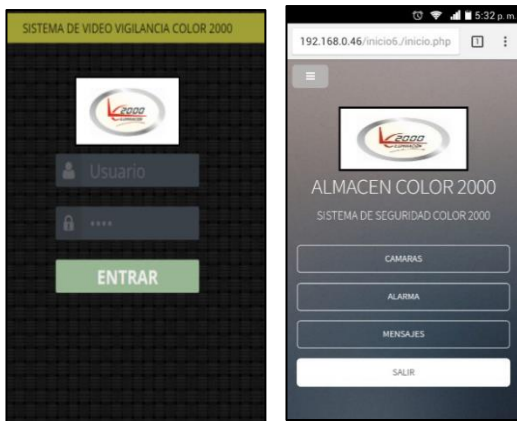


Figura 8. Interfaz web.

6) Instalación del gestor de control y llamadas:

- Instalación de software Asterisk

Comando: `sudo apt-get install asterisk asterisk-mobile`

El software Asterisk requiere de la configuración de cinco ficheros ubicados en el directorio `/etc/asterisk/`: `sip.conf`, `extensions.conf`, `users.conf`, `modules.conf` y `chan_mobile.conf` dentro de estos ficheros se realiza la configuración para el funcionamiento de la alarma basada en detección de movimiento.

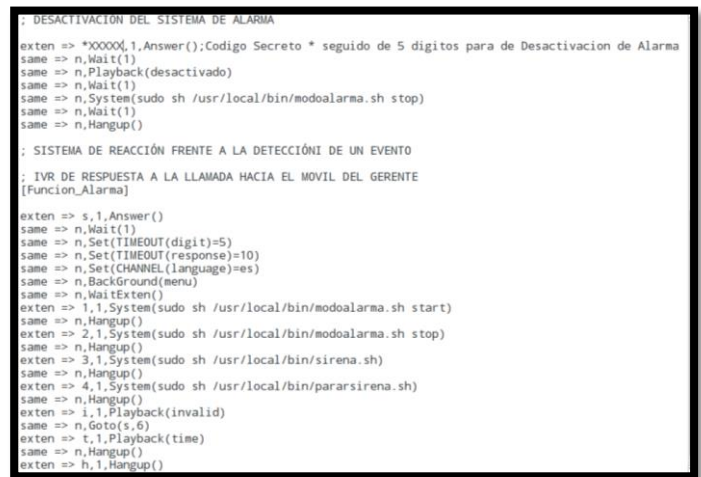
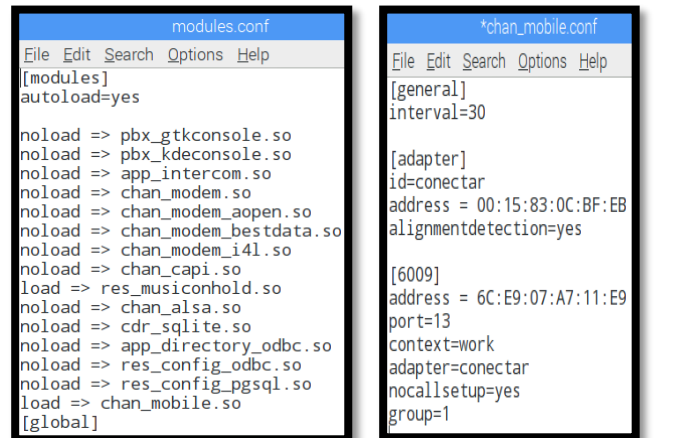
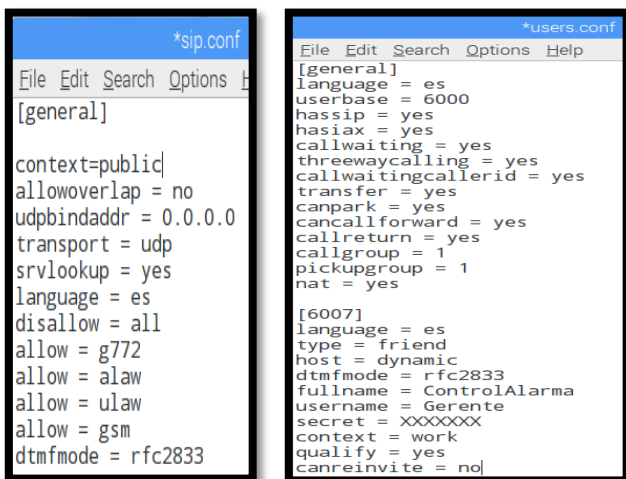


Figura 9. Ficheros de configuración en Asterisk.

- Instalación de software mutt

Se actualizan los repositorios con el comando `sudo apt-get update`, se instala el paquete mutt con el comando `sudo apt-get install mutt`

Para configurar el programa, se debe crear un fichero oculto en el directorio del usuario administrador del sistema. Se debe considerar que este caso el usuario va a ser root, por lo que se creará en el directorio /root con el siguiente comando: `sudo nano /root/.muttrc`, se debe sustituir 'xxxxxxxxx' por la contraseña del correo Gmail.

```

GNU nano 2.2.6 File: /root/.muttrc

set from = "svcolor2000@gmail.com"
set realname = "Almacen ColorDosMil"
set imap_user = "svcolor2000@gmail.com"
set imap_pass = "xxxxxxxxx"
set folder = "imaps://imap.gmail.com:993"
set spoolfile = "+INBOX"
set postponed = "+[Gmail]/Drafts"
set header_cache = ~/.mutt/cache/headers
set message_cachedir = ~/.mutt/cache/bodies
set certificate_file = ~/.mutt/certificates
set smtp_url = "smtp://svcolor2000@smtp.gmail.com:587"
set smtp_pass = "xxxxxxxxx"
    
```

Figura 10. Fichero de configuración en Mutt.

- Instalación de software Telegram

Para hacer más interactivo el sistema, es decir, que se vuelva una herramienta de comunicación con las cámaras de seguridad, se utilizó un programa en Python con una librería no muy conocida pero muy potente llamada Pexpect. Primero clonamos el repositorio a instalar Telegram messenger CLI con el siguiente comando: `git clone --recursive https://github.com/vysheng/tg.git && cd tg`.

Instalamos las siguientes librerías: `sudo apt-get install libreadline-dev libconfig-dev libssl-dev lua5.2 liblua5.2-dev libevent-dev`.

Ejecutamos el archivo de configuración y compilamos el programa

```
./configure # configura automática del programa
make # compila el programa
```

Ejecutamos el programa, pasándole la clave pública `./bin/telegram-cli -k tg-server.pub`

Al ejecutarse por primera vez, el programa nos pide un número telefónico con el siguiente formato +593XXXXXXXXXX se ingresa el número del móvil del proyecto. Si aún no estamos registrados el programa preguntará si queremos registrarnos, pedirá nuestro nombre y apellido. Posteriormente enviará un código de verificación a nuestro móvil. Después podremos añadir los contactos.

```

phone number: +593981595810
code ('CALL' for phone code): 43534
User Almacen ColorDosMil online (was online [2017/01/30 23:22:08])
> contact_list
Crisss Movi
> msg Criss Movi hola
[23:21] Criss Movi <<< hola
User Criss Movi online (was online [2017/01/30 23:26:59])
User Criss Movi marked read 1 outbox and 0 inbox messages
User Almacen ColorDosMil offline (was online [2017/01/30 23:22:07])
User Criss Movi is typing
[23:22] Criss Movi >>> Hola
User Criss Movi offline (was online [2017/01/30 23:22:33])
>
    
```

Figura 11. Telegram.

7) Creación de Scripts para el control y alerta de eventos del sistema:

Los scripts presentados a continuación contienen una secuencia de comandos que serán ejecutados para el control del sistema de alarma. Estos scripts serán gestionados por el software Asterisk y la interfaz web.

```

GNU nano 2.2.6 File: modoalarma.sh

#!/bin/sh

case $1 in
start)
sudo killall -9 motion
sudo sed -i 's/#on_event_start/#on_event_start/' /etc/motion/motion.conf
sudo sed -i 's/#on_movie_start/#on_movie_start/' /etc/motion/thread1.conf
sudo sed -i 's/#on_movie_start/#on_movie_start/' /etc/motion/thread2.conf
sudo sed -i 's/#on_movie_start/#on_movie_start/' /etc/motion/thread3.conf
sudo sed -i 's/#on_movie_start/#on_movie_start/' /etc/motion/thread4.conf
sudo sed -i 's/#on_movie_start/#on_movie_start/' /etc/motion/thread5.conf
sudo /usr/bin/motion
;;
stop)
sudo killall -9 motion
sudo killall -9 mpg123
sudo rm -f /var/spool/asterisk/outgoing/alarmevent.call
sudo sed -i 's/#on_event_start/#on_event_start/' /etc/motion/motion.conf
sudo sed -i 's/#on_movie_start/#on_movie_start/' /etc/motion/thread1.conf
sudo sed -i 's/#on_movie_start/#on_movie_start/' /etc/motion/thread2.conf
sudo sed -i 's/#on_movie_start/#on_movie_start/' /etc/motion/thread3.conf
sudo sed -i 's/#on_movie_start/#on_movie_start/' /etc/motion/thread4.conf
sudo sed -i 's/#on_movie_start/#on_movie_start/' /etc/motion/thread5.conf
sudo /usr/bin/motion
;;
esac
    
```

Figura 12. Script control.

```

sirena.sh

File Edit Search Options Help
#!/bin/sh

sudo mpg123 -q /home/pi/Downloads/Alarma.mp3
    
```

```

pararsirena.sh

File Edit Search Options Help
#!/bin/sh

sudo killall -9 mpg123
    
```

Figura 13. Scripts sirena.

Los scripts presentados a continuación contienen una secuencia de comandos que serán ejecutados para alerta de eventos.

```

cam_event1.sh
File Edit Search Options Help
#!/bin/sh

# Efectuamos la llamada
sudo /usr/local/bin/llamada.sh
# Reproducimos un fichero de audio por los altavoces
sudo /usr/local/bin/sirena.sh &
    
```

```

*llamada.sh
File Edit Search Options Help
# Efectuamos la llamada
sudo cat << EOF > /tmp/Alarma.call
Channel: Mobile/6009/0991388775
Callerid: alarma
MaxRetries: 3
RetryTime: 25
WaitTime: 40
Context: Funcion_Alarma
Extension: s
Priority: 1
EOF
sudo chown root /tmp/Alarma.call
sudo mv /tmp/Alarma.call /var/spool/asterisk/outgoing/
    
```

```

*cam1_gmail.sh
File Edit Search Options Help
##### foto_gmail.sh:####
#!/bin/bash

#variable que contiene la fecha hora minuto y segundo
sleep 1 #tiempo para iniciar en una secuencia completa
date=$(date +"CAM1_%Y%m%d%H%M%S")
ruta="/media/SVGA/cam1"
#Enviar imagen a Gmail
sleep 3 #tiempo pra que se generen las imagenes por la camara de video vigilancia en el directorio
echo "Alarma activada por moviomoento CAMARA 1" | mutt -s "Imagenes capturadas" cristfutrnw3.a@gmail.com
    
```

Figura 14. Scripts de alerta de eventos.

IV. IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.

Se realizó las pruebas para verificar el funcionamiento del Sistema de video vigilancia y alarma basada en la detección de movimiento.

Se verificó que los softwares instalados funcionen e inicien correctamente en función de los ficheros de configuración de cada software, se inició por el reconocimiento de las cámaras por el software Motion y se probó el funcionamiento del primer modo del sistema de solo monitoreo, con el control

activación y desactivación del sistema de alarma por medio del software Asterisk local y remotamente.

La funcionalidad del segundo modo del sistema fue verificada, de modo que se recibieron todas las alertas programadas en los scripts controladores de eventos. Se verifico la generación de la llamada, el disparo de la sirena, envío de mensajes tanto de correo como por Telegram.

Para finalizar se comprobó el acceso al sistema local y remotamente por medio de un Smartphone y desde una computadora portátil, se comprobó la presentación del video en la página web en un monitor en el establecimiento de la empresa Almacén Color 2000.

A. Implementación:

Siguiendo los requerimientos analizados en la situación actual se instaló el sistema y en la siguiente figura se encuentra el plano del diseño instalado en la infraestructura del Almacén color 2000.

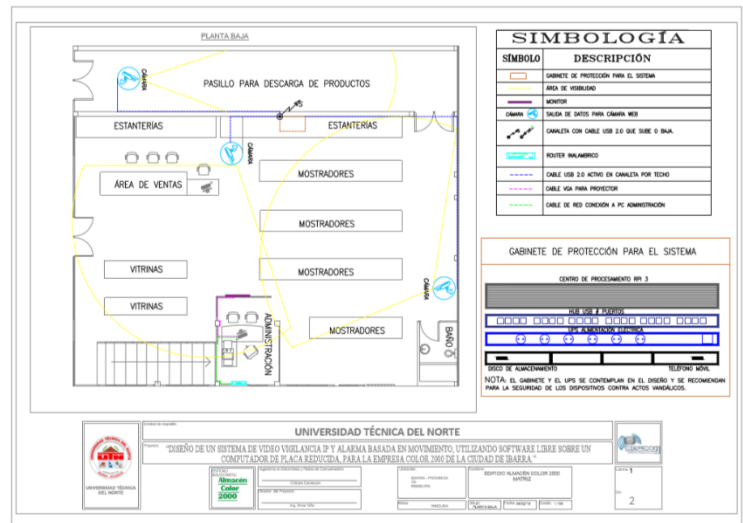


Figura 15. Plano del diseño planta baja.

B. Métodos de acceso para administración y configuración del sistema de video vigilancia.

Se comprobó la conexión por escritorio remoto al sistema en donde es posible administrar y realizar configuraciones si se requieren, la verificación se realizó en el entorno de la red local de la empresa, se utilizó una Laptop, Tablet y un Smartphone. Para la conexión mediante la Tablet y Smartphone se utilizó la aplicación Remote ToGo.

Universidad Técnica del Norte. Cristian Germán. Diseño de un sistema de video vigilancia IP y alarma 11 basada en movimiento, utilizando software libre sobre un computador de placa reducida, para la empresa color 2000 de la ciudad de Ibarra, Abril 2018.

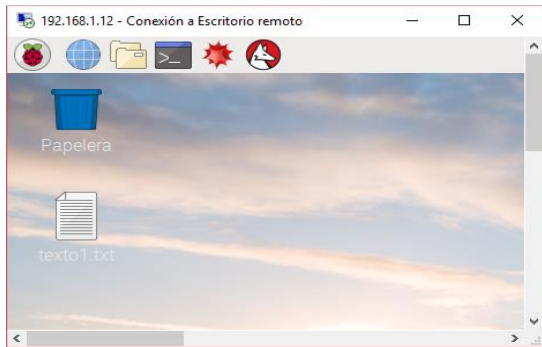


Figura 16. Acceso remoto a interfaz de Raspbian.

C. Verificación de los modos de funcionamiento del sistema.

1) Verificación del modo de Solo Monitoreo:

En el siguiente paso se comprobó la funcionalidad en el sistema de video vigilancia, arrancando el sistema en modo de solo monitoreo, para ello se accedió a la interfaz web, mediante un navegador y se digitó la dirección IP del Raspberry con el puerto de escucha perteneciente a cada cámara, se verifico la visualización de vídeo transmitido en red local e Internet capturado por cada cámara.

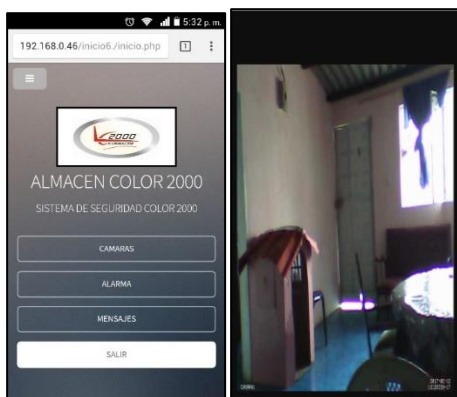


Figura 17. Visualización de cámaras.

2) Verificación del modo de Alarma y Monitoreo:

Verificación de detección de movimiento y control de eventos.

En primera instancia se evidencia el sonido reproducido por los altavoces que corresponde a la ejecución del script de activación de alarma

(sirena.sh) y el software mpg123 que gestiona la reproducción del sonido.

Simultáneamente se envía un correo electrónico con imágenes correspondientes a la intrusión, esta acción es ejecutada por el script (camx_gmail.sh), es gestionado por el software mutt. Se envía un mensaje instantáneo por medio de Telegram esto es gestionado por el script (mesj_tel.py) y gestionado por el software Telegram.

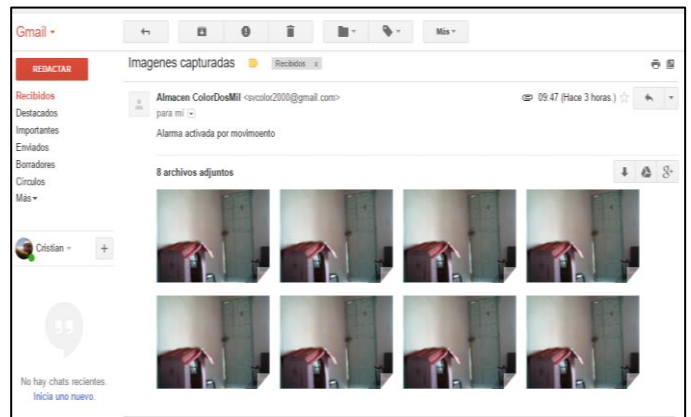


Figura 18. Eventos de detección de movimiento.

D. Método de control local y remoto para el sistema de video vigilancia.

La activación del sistema en modo Alarma y Monitoreo se realiza con un Softphone instalado en

el Smartphone del gerente. La activación se realiza digitando el código secreto y llamando a la centralita de voz IP Asterisk que gestionara el control de encendido o apagado del sistema de alarma. El funcionamiento del control requiere de conexión a la red local o conexión a internet.

Se probó la activación del sistema dentro de la red de área local, usando el softphone Zoiper con cuenta SIP instalado en una tableta con sistema operativo Android.

Primero se verificó que el software este en línea con la centralita instalada en el Rapberry Pi se indica con un símbolo de visto en la parte superior, entramos en la aplicación, se digita el código de activación y se realiza el marcado la centralita nos responderá con un audio indicando la activación o desactivación del sistema.

Se realizó el mismo procedimiento con la interfaz web del sistema.

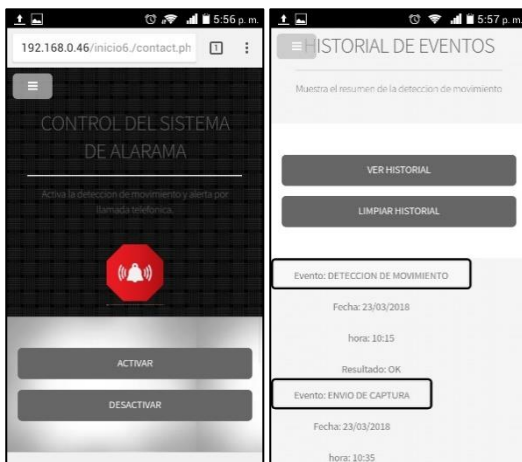


Figura 19. Control por interfaz web.

Se probó la activación del sistema desde internet, usando Zoiper con cuenta IAX instalado en una tableta, se verificó que el software este en línea con la centralita, entramos en la aplicación, se digita el código de activación y se realiza el marcado, responderá con un audio indicando la activación o desactivación del sistema

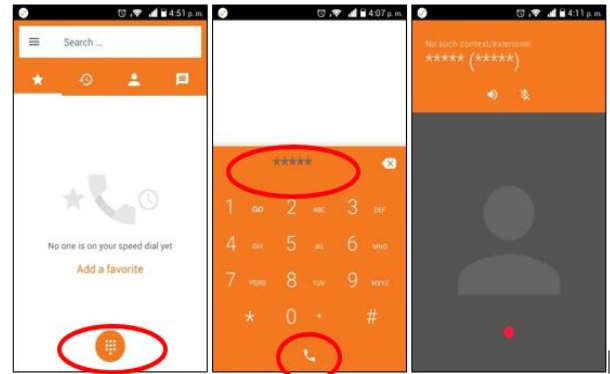


Figura 20. Control por aplicación Zoiper

V. CONCLUSIONES.

La elaboración de este diseño enfocado a la matriz de empresa Almacén Color 2000 permite solventar problemas de seguridad y el mejoramiento de productividad del personal operativo por medio de monitoreo del sistema de video vigilancia.

Los componentes para el sistema de video vigilancia y alarma no son heterogéneos, esto indica que el sistema puede funcionar tanto con cámaras web, cámaras IP o con la interacción mixta, puede soportar toda clase de marcas de equipos sin problemas, siempre y cuando se compruebe su compatibilidad con el Raspberry PI 3.

El computador de placa reducida Raspberry Pi 3 demuestra ser un equipo fiable y robusto del cual se aprovecharon sus características y funcionalidades como si se tratase de un computador convencional, en donde se desarrolló en funcionamiento completo de este sistema, cabe destacar que puede soportar mejoras al sistema de video vigilancia y alarma sin que esto afecte su funcionalidad.

El modulo para la conexión con el Gateway de voz hacia la red de telefonía móvil (teléfono celular con Bluetooth), cumple su función a cabalidad, alertando por medio de una llamada al gerente de la empresa y presentado las opciones para el evento.

La integración de alertas por medio de aplicaciones como WhatsApp o Telegram hace de este sistema

Universidad Técnica del Norte. Cristian Germán. Diseño de un sistema de video vigilancia IP y alarma 13 basada en movimiento, utilizando software libre sobre un computador de placa reducida, para la empresa color 2000 de la ciudad de Ibarra, Abril 2018.

una herramienta funcional mejorando la forma de control y notificación sobre un evento utilizando redes sociales de uso cotidiano.

El diseño de este proyecto es una solución alternativa de video vigilancia y alarma personalizada, para el funcionamiento en la matriz de la empresa Almacén Color 2000, está desarrollada para competir frente a sistemas de video vigilancia propietarios ofertados en el mercado.

Mediante el desarrollo de un análisis costos sobre beneficios se concluye que la posible implementación de este sistema mejora la productividad y crea un ambiente de seguridad y confort tanto para el personal operativo, personal administrativo y clientes de la empresa.

Existe una gran variedad de sistemas de video vigilancia que incorporan características algunas características como las presentadas en este trabajo de grado, sin embargo presentan un costo elevado por ser sistemas propietarios y no incorporan todas las funcionalidades que este proyecto oferta.

VI. RECOMENDACIONES

Para proteger el equipo de acciones vandálicas, acceso no autorizado y daños por efectos de la intemperie, se sugiere la ubicación del equipo en un lugar seguro dentro de un rack pequeño para equipos de comunicaciones.

Si la implementación y configuración del sistema se lleva a cabo por una persona diferente al autor es recomendable, leer cuidadosamente la sección de configuración del software Motion para la gestión de cámaras en el capítulo 3.

Es recomendable usar un cargador con las especificaciones que sugiere el fabricante del computador de placa reducida Raspberry Pi 3, en donde indica que debe ser de una salida de 5v a 2.5 A.

Para agregar al sistema más cámaras web se debe hacer lo por medio de un hub USB con alimentación propia se sugiere esto por la capacidad de 4 puertos USB que tiene la placa del Raspberry Pi 3 y debido al consumo de energía de las cámaras web.

Si se desea agregar más cámaras al sistema se sugiere seguir la guía para la adición de equipos y basarse en los apartados cámara web o cámara IP.

Si el aumento de cámaras IP para el sistema es considerablemente alto se sugiere realizar una evaluación del consumo de ancho de banda, para evitar problemas de acceso a las aplicaciones de monitoreo. Si el resultado arroja una deficiencia en el ancho de banda es recomendable aumentarlo.

Es recomendable seguir la guía para el correcto mantenimiento del sistema de video vigilancia y alarma basada en detección de movimiento, el cual se sugiere realizarlo cada mes.

REFERENCIAS

- [1] Alam, M. (2018). *shinobi*. Obtenido de CCTV software de código abierto escrito en Node.JS:
<https://moeiscool.github.io/Shinobi/>
- [2] ANKER. (2017). Obtenido de HUB USB 7 PUERTOS:
<https://www.anker.com/products/variant/7-Port-USB-3.0-Hub--/A7505112>
- [3] Archlinux. (2017). *Archlinux Arm*. Obtenido de <https://archlinuxarm.org/>
- [4] Barbieri, S. (2012). *Ethernet / IEEE 802.3*. Buenos Aires - Argentina: Universidad Nacional de Centro de la Provincia de

Universidad Técnica del Norte. Cristian Germán. Diseño de un sistema de video vigilancia IP y alarma 14 basada en movimiento, utilizando software libre sobre un computador de placa reducida, para la empresa color 2000 de la ciudad de Ibarra, Abril 2018.

- Buenos Aires. Obtenido de <http://www.exa.unicen.edu.ar/catedras/comdat1/material/Ethernet2010.pdf>
- [5] Betancourt, E. G. (2013). *Sistema de videovigilancia remota de bajo costo con microcomputadora y celdas solares*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- [6] CubieBoard. (2016). *CubieBoard*. Obtenido de CubieBoard: <http://cubieboard.org/model/>
- [7] Dave. (2018). *Motion*. Obtenido de Motion: https://motion-project.github.io/motion_guide.html
- [8] Digium. (2018). *Asterisk*. Obtenido de AsteriskNOW: <http://www.asterisk.org/downloads/asterisknow>
- [9] Edwards, R. (12 de Julio de 2012). *Historia de las redes Ethernet*. Obtenido de DefinicionyCableadoII: <https://definicionycableado.wikispaces.com/file/detail/Historia%20de%20las%20redes%20Ethernet.pdf>
- [10] Elastix. (2018). *Elastix*. Obtenido de Elastix: <https://www.elastix.org/>
- [11] EPCOM. (2018). *EPCOM*. Obtenido de <https://epcom.net/product/LE7-TURBO-WP-EPCOM-82101.html>
- [12] Felenasoft. (2018). *Vigilancia*. Obtenido de Xeoma: <http://felenasoft.com/xeoma/en/features/>
- [13] Fernández, J. R. (2013). *Circuito cerrado de televisión y seguridad electrónica*. Madrid: Paraninfo.
- [14] Gacitúa, M. S. (2007). *Plan comercial para la introducción de un nuevo servicio de vigilancia de la empresa prosegur*. Concepción-Chile: Universidad La Concepción.
- [15] Ganchala, M. A. (2011). *Optimización del sistema de CCTV del edificio comercial de la empresa pública metropolitana de agua potable y saneamiento*. Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejército.
- [16] García, D. M. (2016). *Sistema de navegación para robots móviles basado en un ordenador de placa simple*. Valencia: Universidad Politecnica de Valencia.
- [17] Intel. (2017). *Especificaciones del producto*. Obtenido de <https://ark.intel.com/#@BoardsAndKits>
- [18] Jaguarboard, E. (2015). *Jaguarboard*. Obtenido de <http://www.jaguarboard.org/>
- [19] Junghanss, R. (2012). *Circuito Cerrado de Televisión*. Buenos Aires: .data tecnica.

Universidad Técnica del Norte. Cristian Germán. Diseño de un sistema de video vigilancia IP y alarma 15 basada en movimiento, utilizando software libre sobre un computador de placa reducida, para la empresa color 2000 de la ciudad de Ibarra, Abril 2018.

- [20] Martínez, R. (2014). *El rincón de Linux*. Obtenido de Distribuciones de Linux: <http://www.linux-es.org/distribuciones>
- [21] Mata, F. J. (2011). *Videovigilancia: CCTV usando videos IP*. Madrid: Vértice.
- [22] Raspberry, F. (2017). *Raspberry Pi - Teach, Learn and Make with Raspberry Pi*. Obtenido de Raspberry Pi: <https://www.raspberrypi.org>
- [23] Stallman, R. M. (2004). *Software libre para una sociedad libre*. Madrid: Traficantes de Sueños.
- [24] Techies, 3. P. (2016). *3rd Planet Techies*. Obtenido de Diferencia entre GPRS,
- [25] Technologies, S. (2018). *FreePBX*. Obtenido de FreePBX: <https://www.freepbx.org/>
- [26] Ubuntu. (2017). *Ubuntu MATE para Raspberry Pi 2 y Raspberry Pi 3*. Obtenido de <https://ubuntu-mate.org/raspberry-pi/>
- [27] Vargas, G. A. (2015). Análisis, diseño e implementación de una aplicación móvil para el monitoreo en tiempo real de CCTV para dispositivos android, haciendo uso de la red celular. Guayaquil.
- [28] ZoneMinder. (2018). *ZoneMinder*. Obtenido de ZoneMinder: <https://zoneminder.com/features/>

Cristian G. Canacuan Ipiales, Autor



Nació en Ibarra provincia de Imbabura el 18 de Julio de 1991. Realizo sus estudios secundarios en la Unidad Educativa Experimental “Teodoro Gomez de la Torre” , obteniendo el titulo de bachiller en la especialidad de Físico Matemático. Actualmente, es egresado de la Universidad Técnica del Norte en la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación.

Omar R. Oña Rocha, Director



Profesional en Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. Actualmente es profesor de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA) en la universidad Técnica de Norte en la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación (CIERCOM), en áreas tales como circuitos eléctricos, electrónica, circuitos electrónicos, sistemas digitales y otros campos relacionados. Tiene experiencia en el campo de Asesoría Técnica, mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de computación, instalación y mantenimiento de redes. A través de su servicio ha trabajado constantemente e incondicional en el desarrollo de proyectos de electrónica y telecomunicaciones.