

Sistema de monitoreo usando un SoC aplicado a domótica mediante IoT

Trabajo Terminal No. 2020 - A080

*Alumnos: *Tenorio Mina Juan Eduardo, Sánchez Rico Raúl, Vega Hernández Rogelio Yael.*

Directores: Nayeli Vega García, Julio Cesar Sosa Savedra

**itenoriom1500@alumno.ipn.mx*

Resumen:

Debido a la situación que actualmente se vive en nuestra sociedad en el sector de seguridad, se ha generado que las personas busquen una solución al problema de robo habitación. Por eso en este trabajo, utilizando la domótica, se presenta el desarrollo de un prototipo de un sistema embebido que permitirá el monitoreo de seguridad, a través de una cámara con un sistema Pan & Tilt, donde las imágenes capturadas serán procesadas en una Raspberry y serán enviadas mediante el uso de un módulo IoT a un servidor y así poder acceder mediante una App móvil y también tener alertas sms.

Palabras clave: Domótica, IoT, Sistema embebido, Pan & Tilt,

1. Introducción

La situación que se vive actualmente en el país ha motivado el desarrollo de este proyecto, específicamente hablando de los delitos de robo a casa-habitación, lo cual ha generado la necesidad de que las personas busquen maneras de mantenerse seguras, por ende, nuestra propuesta de nuevas tecnologías usando la domótica es una solución para esta problemática. De acuerdo con el reporte de mensual sobre incidencia delictiva : 2019 de la Ciudad de México [1] , el delito de robo a casa-habitación sin violencia ha ido a la baja (-8.3%) , y el delito a casa habitación con violencia se mantiene con la misma tendencia que el reporte pasado, sin embargo las personas siguen teniendo el mismo temor de sufrir en cualquier momento este delito. A pesar de que la tendencia va a la baja en la Ciudad de México, según las estadísticas del reporte realizado por el Observatorio Nacional Ciudadano (ONC) en Enero de 2020[2], la Ciudad de México está por encima de la Tendencia Nacional en este delito. Por otro lado, hoy en día las personas siguen optando por métodos más tradicionales al momento de asegurar su inmueble, dejando de lado el monitoreo remoto. Tales sistemas de domótica pueden llegar a ser controles de apertura de puertas o sensor de movimiento o presencia, además de módulos para implementar seguridad dentro de la casa-habitación. Dando como resultado, en la actualidad se tiene que destacar una definición muy importante, “Internet of things” , es por ello que Jacob Morgan, en su artículo[3], menciona que este concepto se refiere a conectar básicamente cualquier dispositivo o componente a Internet, haciendo estrecha la conexión entre las cosas y las personas. Dando lugar de esta manera a una visión más general a lo que se quiere llegar con este proyecto, siendo un sistema de monitoreo para la seguridad de la casa-habitación.

Es por ello que dada la situación actual de los delitos de robo a casa-habitación, el propósito del proyecto es reducir parte de esta necesidad que se vive, por ello se implementará un prototipo de un sistema embebido que permitirá el monitoreo de seguridad, a través de una cámara con un sistema Pan & Tilt controlado mediante dos servomotores, donde las imágenes capturadas serán procesadas en una Raspberry y serán enviadas mediante el uso de un módulo IoT a un servidor y así poder acceder mediante una App móvil y también tener alertas sms. Cabe mencionar que durante estos últimos años se han desarrollado diferentes tipos de proyectos que de una u otra forma están relacionados con nuestra problemática que se ha planteado desde el principio.

Como lo es el artículo “Multi-advantage and security based Home Automation system” [4], el cual está diseñado en su modelo ASIC, este modelo proporciona innumerables funciones a los usuarios en aspectos de seguridad, monitoreo y control remoto. Usando una FPGA la cual facilita la creación de un sistema de domótica de

múltiples ventanas. En este mismo diseño, la opción de control de dispositivos y los procesamientos de imágenes dan un gran salto en innovación, ya que cambian la perspectiva de la domótica de una manera completamente nueva. Este sistema de seguridad brinda la oportunidad al residente observar la llegada de cualquier persona a su alrededor.

El siguiente trabajo que lleva por nombre “Mobile Applications Using TCP/IP-GSM Protocols Applied to Domotic”[5], presenta el proceso de implementación de una red destinada a monitoreo de control y de domótica, el cual realiza el envío de comandos a un controlador, el cual es un dispositivo arduino que estará conectado a internet en el cual se accede a la red domótica para poder tener una comunicación segura. El uso de un canal de redundancia para el control de la red domótica se implementó con una comunicación basada en SMS. Una vez que el arduino reciba un comando este actuará para activar un sensor o dispositivo de monitoreo.

Por otro lado, el trabajo “Security System Using Raspberry Pi”[6], desarrolla un sistema de vigilancia el cual monitorea en inmueble, el cual detecta los movimientos en cada fotograma, mandando un aviso automáticamente al usuario por SMS si es que se detectó un movimiento, este proyecto fue utilizar un módulo GSM y para el procesamiento de imágenes se utilizó OpenCV.

De igual manera el artículo nombrado: “Arduino and Raspberry Pi based smart communication and control of home appliance system” [7] donde se utiliza un módulo de seguridad de domótica, donde se tiene una cámara de seguridad en la puerta de entrada y una pantalla LCD (Liquid Crystal Display) donde se despliega un mensaje, ésta es controlada con un Arduino Mega 2560 y la cámara es controlada por la interfaz de una Raspberry Pi 2, se hace una comunicación entre éstos dos módulos y la salida de la imagen es enviada a una pantalla.

También tenemos el artículo “An integral and networked home automation solution for indoor ambient intelligence” [8] donde para poder hacer el control de unos sensores se utiliza un Arduino Mega 2560, la interfaz de una cámara es controlada por una tarjeta Raspberry Pi, el objetivo de este sistema es implementar un sistema de seguridad en una casa con una cámara de seguridad que transmite video y una red de sensores de movimiento (HC-SR501) para poder detectar intrusos y también se utiliza para automatizar las luces de la casa.

Finalmente, tenemos el Trabajo Terminal: “Prototipo de sistema embebido aplicado a domótica para monitoreo usando IoT” [9] el cual utiliza un microcontrolador como nodo principal para el uso de la cámara y los sensores implementados, donde a su vez utilizando un módulo Wi-Fi conectado a una red LAN establece la comunicación con el usuario, el cual a través de una aplicación móvil puede visualizar estadísticas del sensor además de los últimos datos obtenidos.

Con base a los proyectos anteriores, en nuestro Sistema Propuesto decidimos usar un SoC como lo es la Raspberry Pi para poder hacer uso de su interfaz de la cámara directamente y a su vez implementar un sensor de movimiento, sin necesidad de usar un microcontrolador como intermediario, y será donde se lleve el procesamiento de las imágenes, también usaremos un módulo IoT para configurar una red 4G, para que no haya necesidad de conectarse a una red Wi-Fi y así evitar la conexión física y que se pueda obtener una mejor conexión para control remoto de la cámara, al usar un módulo Pan & Tilt para que el sistema pueda ser aún mejor, el cual permite que el usuario pueda controlar hacia donde quiere que la cámara apunte y así tener un mayor ángulo de visión en la imagen que se desee obtener. Y para finalizar optamos por desarrollar una aplicación móvil para Android ya que creemos que es el Sistema Operativo más común entre los teléfonos móviles que la mayoría de la gente utiliza, y complementando la configuración de alertas vía SMS.

A continuación se muestra una tabla comparativa para poder observar las mejoras propuestas con respecto a los proyectos anteriormente señalados.

Cuadro Comparativo del estado del arte.

| Características ----- Sistema | Procesamiento de imágenes. | SoC (Raspberry) | Módulo IoT (red 4G) | Aplicació n móvil. (Android) | Módulo Pan & Tilt (movimiento de cámara) | Alertas SMS | Sensor de Movimiento |
|--|-------------------------------|--------------------|---------------------------|------------------------------------|---|----------------|-------------------------|
| Multi-advantage and security based Home Automation system | ✓ | | | | | ✓ | |
| Mobile Applications Using TCP/IP-GSM Protocols Applied to Domotic | | | | ✓ | | ✓ | |
| Security System Using Raspberry Pi | ✓ | ✓ | | | | ✓ | |
| Arduino and Raspberry Pi based smart communication and control of home appliance system. | | ✓ | | | | | |
| An integral and networked home automation solution for indoor ambient intelligence | ✓ | ✓ | | | | | ✓ |
| Prototipo de sistema embebido aplicado a domótica para monitoreo usando IoT | ✓ | ✓ | | ✓ | | | ✓ |
| Sistema de monitoreo usando un SoC aplicado a domótica mediante IoT “SISTEMA PROPUESTO” | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

2. Objetivo

Objetivo General

Implementar un prototipo de sistema embebido para el monitoreo en una casa-habitación mediante un SoC y la toma de imágenes.

Objetivo Particular

- Implementar el sistema embebido sobre una plataforma de desarrollo raspberry.
- Configurar un módulo IoT para la comunicación .
- Desarrollar un módulo de detección de imágenes.
- Implementar una APP móvil en android.
- Implementar un módulo para el manejo del Pan & Tilt.

3. Justificación

A menudo, la gente tiende a escoger una vivienda donde la zona en la cual se encuentra sea un lugar seguro en sus alrededores, sin embargo, la mayoría de las veces se tiende a colocar un sistema de seguridad en las viviendas, ya que estar en una zona ‘segura’ no es suficiente. Hemos encontrado en la cotidianidad sistemas de seguridad, que tienen diferentes cámaras de ángulo fijo en las instalaciones de viviendas y que la imagen se puede observar en dispositivos terminales, como en un ordenador o hasta en un móvil mediante el uso de una red Wi-fi.

Sin embargo unos de los principales fallos encontrados con respecto a los sistemas con este tipo de conexión, son la dependencia con una compañía que brinde el servicio, ya que debido a que dicho servicio se proporciona mediante el uso de equipo físico, el servicio se llega a limitar hasta ciertas zonas más urbanizadas y a su vez la falta de ángulo de visión que puede obtener una sola cámara.

La solución que este trabajo propone es un sistema embebido implementado en un SoC de Raspberry como nodo principal, donde se llevará a cabo el procesamiento de las imágenes obtenidas con la cámara y haciendo uso de un módulo para Internet de las cosas (IoT) configurado en una red de comunicación móvil de cuarta generación (4G) la cual maneja una mejor cobertura a nivel nacional con diferentes compañías que son prestadoras de dicho servicio, y no solo poder monitorear la imagen en un celular mediante una aplicación móvil, sino que, si las personas dueñas del inmueble no puedan estar atentas todo el tiempo a la aplicación móvil, puedan recibir una alerta SMS de que hay movimiento detectado por el sensor, para que ellos puedan estar alerta en el momento en el que suceda algo. Igualmente la implementación del diseño de un módulo Pan & Tilt controlado a distancia, con el cual el usuario podrá controlar el movimiento tanto vertical como horizontal de dichas cámaras que se deseen instalar en el sistema y de esta forma proporcionado al usuario un ángulo de mayor visión, a diferencia de muchos sistemas de seguridad que existen actualmente, de esta forma eliminado la mayor cantidad de puntos ciegos en una habitación con el uso de una sola cámara.

Por último para poder completar el sistema, la aplicación móvil con la cual el usuario podrá vigilar las zonas, que él necesite, será necesario, desarrollar una con la cual el usuario se sienta cómodo y seguro, la mayoría de los servicios que hoy se ofrecen dejan de lado este punto del sistema. Por este motivo la app podrá visualizar el video en tiempo real y hacer uso del módulo Pan & Tilt, así como recibir alertas en cualquier momento, haciendo que la app sea intuitiva y fácil de usar para cualquier persona, sin dejar de lado ningún punto del sistema.

4. Productos o Resultados Esperados

Una vez concluido todas las etapas del desarrollo del prototipo se espera que este genere un sistema compuesto por diversos módulos como se muestra en la figura 1.

Los módulos, de forma general, son 7.

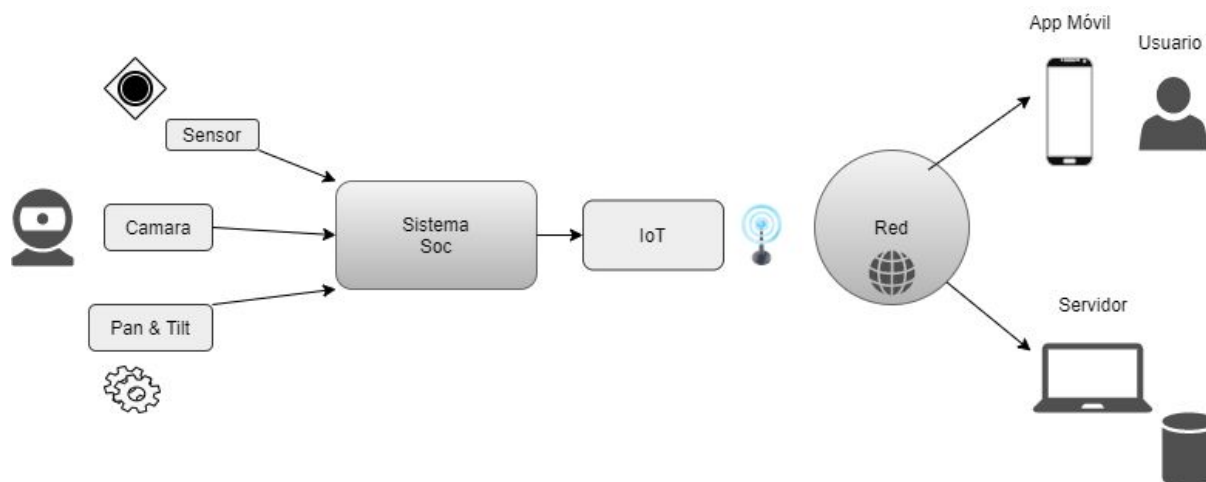


Figura 1.

Como primer módulo, tenemos que, habrá un sensor de movimiento, el cual, al momento de detectar un movimiento, la cámara con el módulo Pan & Tilt serán activados para que se empiece a hacer un barrido de la habitación donde se está produciendo un movimiento. Posteriormente, la información de éstos 3 módulos será enviada a un sistema SoC (System on Chip), donde serán procesadas las imágenes tomadas en la interfaz de la cámara, la salida de éste módulo será hacia el módulo IoT, éste se encargará de hacer una alerta hacia el cliente, que será a través de una aplicación móvil o un mensaje sms, al mismo tiempo, habrá una comunicación a un servidor, en donde, se guardaran los datos que se estén enviando y se estarán recibiendo los movimientos que hará el Pan & Tilt de la cámara que está tomando imagen en ese momento.

Los productos esperados del TT son los siguientes.

- Un módulo de envío de los datos del sensor, la cámara y de los movimientos del módulo Pan & Tilt
- Un sistema SoC para el procesamiento de las imágenes y el posterior envío de datos.
- Un módulo IoT configurado para el envío de datos a la app móvil.
- Una aplicación móvil que reciba la información y pueda ser vista por el usuario.
- Un manual de usuario para el uso de la aplicación móvil.
- Documentación técnica del TT.

5. Metodología

Para el desarrollo de nuestro proyecto se ha decidido optar por seguir la metodología del modelo en V. Este Modelo consta de 8 etapas, en las cuales se parte de un análisis y diseño, seguido de una implementación del prototipo, dando paso a la última etapa de depuración e integración final [10]. En la figura 2, se muestran las etapas que se han mencionado. Una vez teniendo las especificaciones de requisitos, se va a documentar los diferentes requerimientos del sistema a implementar. Posteriormente se va a detallar cada bloque de la fase anterior, es aquí donde se va a especificar el diseño embebido y el receptor, seguido de la implementación de cada uno de estos. En las pruebas unitarias se va a verificar cada módulo de hardware y software de manera individual, teniendo en cuenta que se va a depurar cada uno de ellos hasta llegar a que cada módulo tenga el resultado esperado. En la última fase se van a acoplar los módulos desarrollados del sistema, ayudado de pruebas del sistema, es aquí donde se realizarán las últimas pruebas completas usando casos reales.

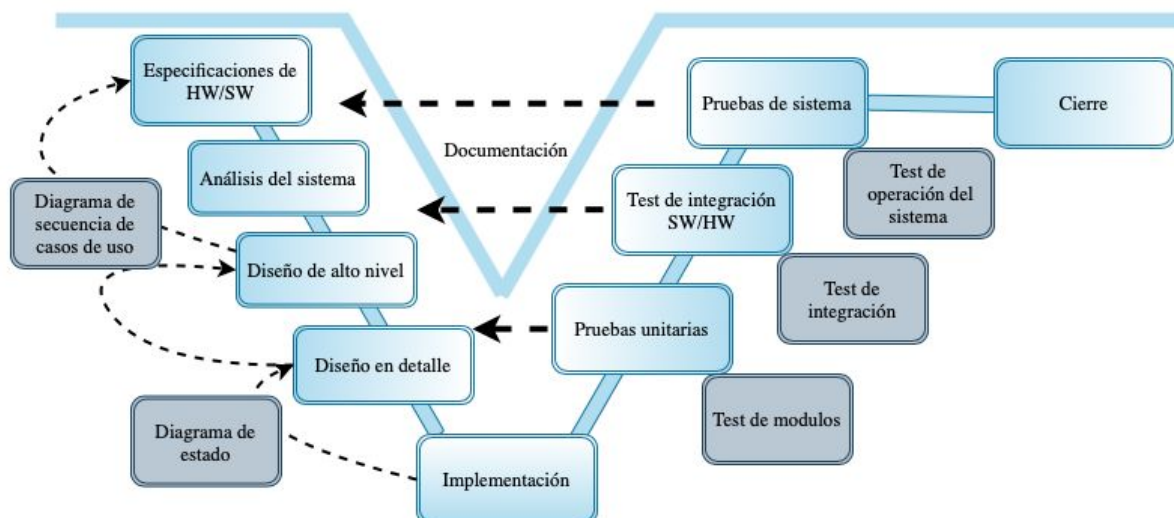


Figura 2

6. Cronograma

Nombre del alumno: Juan Eduardo Tenorio Mina

TT No.:

Título del TT: Sistema de monitoreo usando un SoC aplicado a domótica mediante IoT

| Actividad | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MA Y | JUN |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|-----|
| Especificación de la cámara, sensor y lenguaje de programación. | | | | | | | | | |
| Análisis de la cámara, sensor y el procesamiento. | | | | | | | | | |
| Diseño de alto nivel del módulo de la cámara, el sensor y el procesamiento. | | | | | | | | | |
| Diseño a detalle del módulo de la cámara, el sensor y el procesamiento. | | | | | | | | | |
| Evaluación de TTI | | | | | | | | | |
| Implementación del módulo de la cámara, el sensor y el procesamiento. | | | | | | | | | |
| Pruebas unitarias en el módulo de la cámara, el sensor y el procesamiento. | | | | | | | | | |
| Test de integración del módulo de la cámara, el sensor y el procesamiento. | | | | | | | | | |
| Pruebas del sistema | | | | | | | | | |
| Manual de usuario | | | | | | | | | |
| Documentación técnica | | | | | | | | | |
| Evaluación de TTII | | | | | | | | | |

Nombre del alumno: Raúl Sánchez Rico

TT No.:

Título del TT: Sistema de monitoreo usando un SoC aplicado a domótica mediante IoT

| Actividad | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Especificación de la App y del Servidor | | | | | | | | | |
| Análisis de la App y el Servidor | | | | | | | | | |
| Diseño de alto nivel de la App y el Servidor | | | | | | | | | |
| Diseño en detalle de la App y el Servidor | | | | | | | | | |
| Evaluación TTI. | | | | | | | | | |
| Implementación de la App y del Servidor | | | | | | | | | |
| Pruebas unitarias de la App y el Servidor | | | | | | | | | |
| Test de integración de la App y el Servidor | | | | | | | | | |
| Pruebas del sistema | | | | | | | | | |
| Manual de Usuario | | | | | | | | | |
| Documentación técnica | | | | | | | | | |
| Evaluación de TTII. | | | | | | | | | |

Nombre del alumno: Rogelio Yael Vega Hernández

TT No.:

Título del TT: Sistema de monitoreo usando un SoC aplicado a domótica mediante IoT

| Actividad | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Especificación del módulo IoT y el módulo Pan & Tilt | | | | | | | | | |
| Análisis del módulo IoT y del módulo Pan & Tilt | | | | | | | | | |
| Diseño de alto nivel del módulo IoT y del módulo Pan & Tilt | | | | | | | | | |
| Diseño en detalle del módulo IoT y del módulo Pan & Tilt | | | | | | | | | |
| Evaluación TTI | | | | | | | | | |
| Implementación del módulo IoT y del módulo Pan & Tilt | | | | | | | | | |
| Pruebas unitarias del módulo IoT y del módulo Pan & Tilt | | | | | | | | | |
| Test de Integración del módulo IoT y del módulo Pan & Tilt | | | | | | | | | |
| Pruebas del sistema | | | | | | | | | |
| Manual de usuario | | | | | | | | | |
| Documentación técnica | | | | | | | | | |
| Evaluación TTII | | | | | | | | | |

7. Referencias

- [1]G. Ciudad de México, “Reporte Mensual sobre incidencia delictiva.”. [Accedido: 28-feb- 2010]. [En línea].Disponible:
<https://www.adip.cdmx.gob.mx/storage/app/media/2019-05-15-presentacion-reporte-abril-1.pdf>
- [2]O. N. Ciudadano, “Reporte Mensual por Robo a Casa-Habitación Enero 2020.”. [Accedido: 28-feb- 2010]. [En línea].Disponible:
<https://delitosmexico.onc.org.mx/tendencia?unit=folders&indicator=researchFoldersRate&group=month&crime=4200&state=9%2C8%2C0&domain=>
- [3]J. Morgan, “A Simple Explanation Of 'The Internet Of Things'.”. [Accedido: 28-feb- 2010]. [En línea].Disponible:<https://www.forbes.com/sites/jacobmorgan/2014/05/13/simple-explanation-internet-things-th-at-anyone-can-understand/#6c5cac421d09>
- [4]U. Saeed, S. Syed, S. Z. Qazi,” Multi-advantage and security based Home Automation system” in 2018
- [5]J.C. Montesdeoca , R. Avila , J. C. Cabrera, P. E. Vintimilla , “Mobile Applications Using TCP/IP-GSM Protocols Applied to Domotic” ,Universidad Politécnica Salesiana, Carrera de Ingeniería Electrónica, Cuenca-Ecuador, Universidad Nacional de San Juan, Instituto de Automática, San Juan-Argentina
- [6]K. H. S. Murugan, V. Jacintha, and S. A. Shifani, “Security system using raspberry pi,” in 2017 Third International Conference on Science Technology Engineering Management (ICONSTEM), March 2017, pp. 863–864.
- [7] C. P. Praveen, Kumar; Umesh, \2016 online international conference on green engineering and technologies (ic-get)," Arduino and Raspberry Pi based smart communication and control of home appliance system, 2016.
- [8] J. G. S. A. F. Zamora Izquierdo, Miguel A.; Santa, \An integral and networked home automation solution for indoor ambient intelligence," IEEE Pervasive Computing, 2010
- [9] J. García Cevada, H. Ramírez Centeno, “Prototipo de sistema embebido aplicado a domótica para monitoreo usando IoT”, 2018, ESCOM, IPN.
- [10]A. Perez, O. Berreteaga, A. Ruiz de Olano,A. Urkidi, J. Perez Ikerlan S. Coop., “UNA METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE HARDWARE Y SOFTWARE EMBEBIDOS EN SISTEMAS CRÍTICOS DE SEGURIDAD”,Apdo. 146 Po. J. Ma. Arizmendiarieta,

8. Alumnos y Director

Juan Eduardo Tenorio Mina.- Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2016630386, Tel: 5525185487, Email:

jtenoriom1500@alumno.ipn.mx

Firma: _____

Raúl Sánchez Rico .- Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2014031280, Tel: 5522154854, Email:

rsanchezr1303@alumno.ipn.mx

Firma: _____

Rogelio Yael Vega Hernández.- Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2016630406, Tel: 5525188089, Email:

rvegah1500@alumno.ipn.mx

Firma: _____

Nayeli Vega García.- M. en C. en Ingeniería de Cómputo por parte del CIC-IPN, Ing. en Sistemas Computacionales por ESCOM-IPN, Áreas de interés: Arquitectura de computadoras, Hardware Reconfigurable, Sistemas Embebidos, Tel 57296000 ext 52032, email

nvegag0126@gmail.com

Firma: _____

Julio Cesar Sosa Savedra recibió el grado de Ing. en Electrónica por el Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas, Mich. Méx. El grado de M. en C. en Ingeniería Eléctrica por el CINVESTAV-IPN, México y el grado de Dr. en Tecnología de la Información, Computación y Comunicaciones por la Universidad de Valencia, España. Actualmente es profesor titular en el departamento de Investigación e Innovación Científica y Tecnológica del CICATA-IPN, Qro. México . Sus áreas de interés son: aplicación de sistemas embebidos, ahorro de energía-sustentabilidad, procesamiento digital de señales e imágenes. Tel 55 5729-6000 ext 81078,

email: jcsosa@ipn.mx

Firma: _____

CARÁCTER: Confidencial

FUNDAMENTO LEGAL: Artículo 11 Fracc. V y Artículos 108, 113 y 117 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública. PARTES CONFIDENCIALES:

Número de boleta y teléfono.