

Prototipo de sistema para monitoreo remoto de plantas

Trabajo Terminal No.

*Alumnos: Elizalde Diaz Roberto Carlos, Morales García Christian Arturo, *Nava López Sebastián*

Directores: Linares Vallejo Erick Eugenio, Aguila Muñoz Juan

e-mail: snaval1300@alumno.ipn.mx

Resumen – En los últimos 10 años el número de dispositivos electrónicos que se encuentran conectados a la red de internet ha ido aumentando, la proporción de dispositivos por persona indica que no solamente se trata de aparatos de cómputo como celulares o computadoras, sino enseres domésticos o nuevos artefactos destinados a asistir en diferentes actividades del hogar. De forma progresiva, múltiples artículos de uso cotidiano son reinventados utilizando los principios del internet de las cosas (IoT) y esta tendencia cada vez llega a áreas más específicas del hogar. En este trabajo se propone elaborar un prototipo de un sistema de monitoreo de plantas basado en los principios de IoT, para esto se creará un dispositivo equipado con sensores comunicado con un nodo central de cómputo que se encargará de reportar todos los datos a los servicios web del sistema, los cuales a su vez compartirán esa información con una aplicación móvil que servirá como la interfaz gráfica del sistema y con alguna integración a un asistente virtual.

Palabras clave – aplicación móvil, Internet of things, jardinería, servicios web, sensores

1. Introducción

El término *Internet of Things (IoT)* o Internet de las cosas en español fue utilizado por primera vez por Kevin Ashton, un miembro del centro de investigaciones Auto-ID Center del MIT, mientras daba una conferencia para Procter & Gamble en torno al uso de la tecnología RFID combinada con el internet. En una carta [1] publicada diez años después de este suceso, el mismo Ashton reflexionaba en torno al hecho de que la mayoría de la información que se encuentra en el internet y que también le da vida a este tiene como origen una interacción humana con una computadora. Además, Ashton argumentaba que si las computadoras pudieran lograr un entendimiento de las “cosas” que hay en su exterior sin intervención humana se podría conocer, por ejemplo, cuando alguna pieza requiere ser reparada (o reemplazada), el monitoreo del estado de algún alimento y conocer su fecha de caducidad. La idea de IoT trae consigo la noción de que en el futuro no solamente se utilizarán máquinas para comunicar humanos con otros humanos o con máquinas, sino que la comunicación será entre el humano y los objetos inteligentes, y a la vez estos últimos entre ellos [2].

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) define a IoT como la infraestructura mundial para la sociedad de la información que propicia la prestación de servicios avanzados mediante la interconexión de objetos (físicos y virtuales) gracias a la interoperabilidad de tecnologías de la información y la comunicación presentes y futuras [3]. IoT utiliza sus capacidades para adquirir datos, procesarlos y comunicarlos para ofrecer servicios basados en objetos del mundo físico. Las aplicaciones de este concepto pueden ser muy variadas, desde la automatización de tareas básicas para crear un hogar inteligente hasta el control de los servicios de transporte público, además existen servicios básicos con capacidades genéricas como los de autenticación o gestión de dispositivos.

Según un reporte de la compañía Cisco publicado en 2011, en los últimos 10 años el número de dispositivos conectados por persona ha ido aumentando, mientras que en 2010 había 1.84 dispositivos por persona, la proyección para 2020, considerando el número de habitantes en la tierra y el total de dispositivos conectados en el mundo, es de 6.58 dispositivos por persona [4], esto quiere decir que ahora la gente no solo conecta sus computadoras, teléfonos inteligentes o consolas de videojuegos al internet, sino que también existen nuevos dispositivos como refrigeradores o cafeteras que ahora se encuentran conectados a la red, incluso, considerando que no toda la población en la tierra tiene acceso a internet, este número podría ser aún mayor. Por otro lado, un reporte de inteligencia financiera de la empresa Deloitte señala que el valor comercial del mercado de IoT fue de 400 millones de dólares en 2015, mientras que para el año 2020 se planea que llegué a un valor de 1,100 millones de dólares [5]. Con estos datos podemos observar que el campo de IoT es joven, pero está expandiéndose de forma constante.

En el mercado actual podemos ver dispositivos como las bombillas de la línea Hue de Philips, que tienen la capacidad de ser controladas mediante una aplicación móvil y ser apagadas, cambiar su color, así como programarlas, la empresa Google ofrece toda una línea de dispositivos para el hogar bajo el nombre de Nest, la cual ofrece productos como

termostatos, cámaras, cerraduras, etc., los cuales pueden ser controlados por medio de una aplicación. Tanto las bombillas Hue, como los productos de la línea Nest, pueden ser integrados con un asistente de voz como Alexa, ofrecido por Amazon o Home, producido por Google, esto es una muestra que actualmente ya existe un nivel bastante alto de penetración de dispositivos de IoT en el hogar que cuentan con una integración central mediante asistentes virtuales de voz, por lo que en el futuro solo podemos esperar que esta tendencia continúe y vaya tomando lugar en áreas más específicas del hogar.

En un estudio reciente de la Universidad de Princeton concluyeron que las personas que practican la jardinería son mucho más felices [7], un descubriendo importante dado que en la actualidad una gran parte de la población vive en un estado continuo de estrés el cual afecta de manera negativa la salud mental de quienes lo padecen por mucho tiempo. Cuidar de las plantas también da más sentido a la vida de quienes lo hacen, especialmente si lo que se cultiva son frutas u hortalizas. Incluso grupos de población especialmente vulnerables, como los formados por mujeres con bajos ingresos económicos, presentan un elevado índice de bienestar gracias a la jardinería. Y ni siquiera es una actividad que deba hacerse en compañía para obtener resultados, por lo que resulta ideal especialmente en estos tiempos de distanciamiento social.

Se observa que para cualquier proyecto de cultivo es necesario que se cumplan los parámetros adecuados de las diferentes variables climáticas para obtener el mejor cultivo posible, lo que puede resultar en una tarea complicada para una persona que no tiene un conocimiento basto del tema. Un control estricto en los cambios de temperatura, de la cantidad de luz durante los diferentes estados de crecimiento de la planta, la cantidad de CO₂ en el ambiente, la humedad y otras variables (fertilizante, por ejemplo) tienen un efecto directo en el crecimiento de la planta, así como en la calidad del fruto. Un problema común es que una sola persona es la encargada de monitorizar todas y cada una de estas variables provocando una fatiga y desinterés del cuidado de un jardín o huerto.

Para este proyecto se busca producir un prototipo de dispositivo que pueda cubrir el área de la jardinería en el hogar, mediante el cual se pueda dar registro a diferentes factores que afectan la vida de una planta como son las horas que recibe luz solar o artificial, la humedad que tiene su tierra y la temperatura del ambiente donde están, todos estos datos serán a su vez presentados al usuario mediante una interfaz que pueda resumir toda la información. En el pasado han existido algunos trabajos terminales cuya función es técnicamente similar pero el enfoque era principalmente industrial mientras que este proyecto se enfoca más a producir un prototipo de un producto de consumo similar a los mencionados anteriormente, producidos por Google y Philips.

2. Objetivo

Desarrollar un prototipo de un sistema compuesto por un dispositivo dirigido a la jardinería que realizará la monitorización de diferentes variables climáticas como lo son: la temperatura, la humedad y la cantidad de luz solar, combinado con un nodo central que reciba la información de dicho dispositivo el cual se conectará a la nube donde se registra, compara y procesan las variables climáticas para obtener las mejores recomendaciones en el cuidado de un tipo de planta, una aplicación móvil servirá como la interfaz entre el usuario y el sistema, adicionalmente se planea integrar los datos ofrecidos por el sistema a un asistente virtual.

Objetivos específicos:

- Elaborar un dispositivo electrónico que reúna diferentes sensores para medir las variables físicas antes mencionadas y tenga la capacidad de conexión inalámbrica con un nodo central
- Implementar una computadora que actúe como el nodo central para recibir los datos de los dispositivos con sensores (nodos periféricos), que procese los datos recolectados y los exponga al usuario mediante una interfaz de usuario móvil.
- Implementar una red inalámbrica local para la conexión del dispositivo al nodo central.
- Implementar un protocolo de comunicación inalámbrica para el tráfico de datos entre el nodo central y los nodos periféricos.

3. Justificación

Como se ha mencionado previamente, con el desarrollo del campo de IoT cada vez más dispositivos que utilizamos en nuestra vida diaria como bombillas o cerraduras se encuentran conectados a internet y cuentan con la posibilidad

de ser monitoreados y manipulados por algún tipo de aplicación específica o integrado a un sistema que puede comunicar a todos los dispositivos que se encuentran conectados a él. Dentro del campo de la botánica existen dispositivos para medir humedad, temperatura e incluso el pH de la tierra de alguna planta, estos dispositivos se llaman higrómetros y puede haber dos tipos de ellos, análogos y digitales, el primero muestra la medición utilizando una aguja y una escala impresa en algún lado del aparato, mientras que los otros utilizan algún tipo de display digital para mostrar los valores de la medición, sin embargo, ninguno de los dos cuenta con la capacidad de conectarse a algún dispositivo como un teléfono o una tableta electrónica, ni tampoco, por lo menos en el caso del aparato análogo, pueden conservar una muestra de los datos de forma periódica.

Ante las limitaciones de estos dispositivos cuyo enfoque es principalmente un sector científico o industrial, se propone crear un prototipo de un sistema de monitoreo de plantas orientado a los principios de IoT, dicho prototipo contará con un nodo principal en forma de una computadora la cual se encargará de recibir los datos de los nodos periféricos que se encuentran colocados en alguna planta, dichos nodos periféricos cuentan con diferentes sensores acondicionados para medir las variables físicas que afectan a una planta, así como con un sistema para transmitir los datos hacia el nodo principal. Cada nodo periférico es agregado a la red del nodo principal mediante un proceso de configuración realizado a través de una aplicación móvil, adicionalmente la aplicación móvil podría servir para realizar la configuración inicial del nodo principal. Una vez que el nodo principal se encuentra configurado y conectado con algún dispositivo periférico, se conecta con los servicios web para enviar los datos de las plantas. La aplicación móvil descarga los datos del sistema desde los servicios web, en el caso de la integración con un asistente virtual, los datos del sistema también son transportados mediante los servicios web.

En términos de trabajo existente podemos considerar al Trabajo Terminal 2012–B014: Arquitectura de Nodos para la Automatización de un Invernadero de Autoconsumo [6], cuyo principio de funcionamiento es similar en cuanto a que también utiliza una red de nodos acondicionados para medir las variables físicas de diferentes plantas, sin embargo, la idea difiere de forma fundamental en el enfoque, mientras que dicho trabajo está orientado hacia el uso en un invernadero de autoconsumo, el presente prototipo está proyectado hacia el uso en el hogar para personas que tengan un mayor interés en la jardinería o la agricultura a baja escala. Adicionalmente, desde el punto de vista técnico, tenemos que el TT 2012–B014 utiliza comunicación alámbrica que proporciona el estándar RS485, mientras que se planea que el prototipo cuente con comunicación inalámbrica. Otro aspecto técnico que difiere del trabajo terminal mencionado anteriormente es la interfaz de usuario, mientras que ellos utilizaron una interfaz gráfica escrita de forma nativa para una computadora personal, este prototipo buscará utilizar una aplicación móvil con la que se puede tener una interacción más sencilla y natural dados los avances recientes en materia de teléfonos móviles y tabletas inteligentes.

Debemos tener en cuenta que la cantidad de material utilizado en el mantenimiento de un jardín, huerto o invernadero suele ser elevado y más aún cuando el material no es utilizado de manera óptima, lo que recae en costos elevados de mantenimiento y en más de una ocasión siendo esta una de las principales causas que desmotivan a más de una persona a tener un proyecto de cultivo. Tener un sistema que brinde apoyo en tareas tediosas como lo son llevar el registro de la cantidad de agua, temperatura, luz solar, etc. es una opción completamente atractiva para más de una persona que planea comenzar en el mundo de la botánica o que ya comenzó y desea optimizar el cuidado de sus plantas. Además, se debe mencionar que la gran mayoría de las personas no son expertos en el cuidado de ciertas especies de plantas mucho menos en factores ambientales que las afectan, lo que convierte a este dispositivo en una opción viable para el cuidado de los pequeños cultivos.

Ahora en cuanto a complejidad se refiere, estamos hablando de un proyecto que reúne más de un área trabajada en a lo largo de la carrera de Sistemas computacionales, estas áreas son, sistemas analógicos, sistemas digitales, programación web, redes de computadoras, Ingeniería de software y bases de datos, por lo que el desarrollo de este proyecto presenta una gran oportunidad de aplicar los conocimientos antes mencionados los cuales serán pulidos y afinados a lo largo del desarrollo del proyecto, lo que contribuirá a nuestro desarrollo profesional como Ingenieros.

4. Productos o Resultados esperados

- Diseño e implementación de un nodo periférico (dispositivo con sensores), incluyendo el circuito impreso y la lista de componentes

- Implementación de un nodo central para la comunicación con los nodos periféricos, la aplicación móvil y la infraestructura web
- Diseño e implementación de infraestructura web para almacenamiento y sincronización de los datos del sistema
- Diseño e implementación de una interfaz gráfica (aplicación móvil) para consulta y configuración de los nodos periféricos
- Implementación de una integración del sistema con un asistente virtual

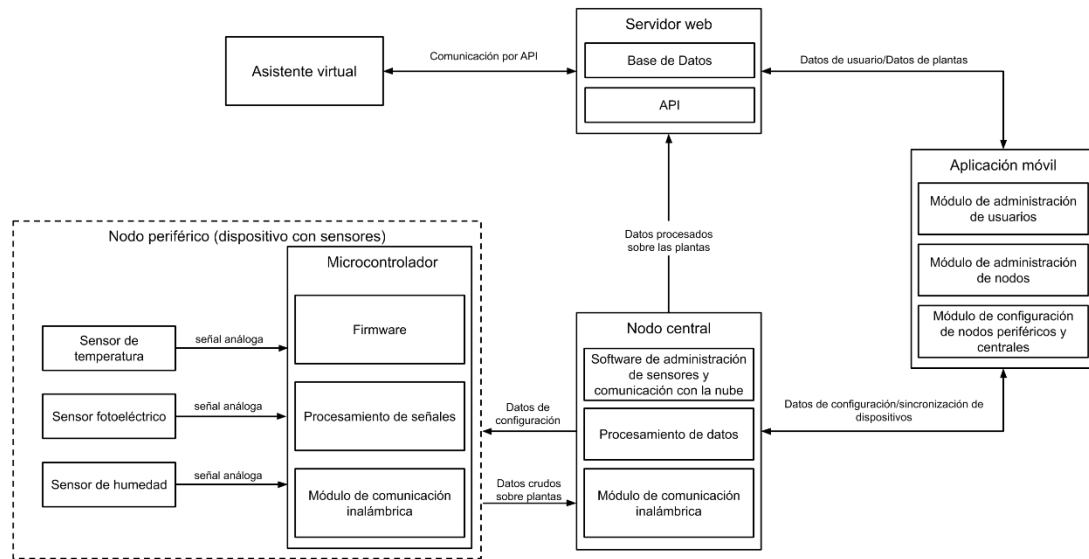


Figura 1: Arquitectura del sistema

5. Metodología

Al ser este un proyecto de hardware y software cuyos componentes tienen una serie de dependencias muy claras para funcionar se propone utilizar una metodología iterativa e incremental.

1. Primera iteración: Iteración inicial

- Análisis general de requisitos del proyecto
- Segmentación del proyecto
- Coordinación entre estudiantes y directores
- Calendarización de actividades

2. Segunda iteración: Desarrollo del nodo periférico

- Análisis de requerimientos para el nodo periférico
- Diseño del firmware del dispositivo
- Diseño del circuito para el dispositivo
- Codificación del firmware
- Pruebas
- Evaluación del dispositivo

3. Tercera iteración: Desarrollo del nodo central

- Análisis de requerimientos para el nodo central
- Selección de plataforma y herramientas
- Diseño de software para el nodo central

- Diseño de pruebas para el nodo central
- Codificación del software
- Pruebas
- Evaluación del nodo central

4. Cuarta iteración: Desarrollo de la aplicación móvil

- Análisis de requerimientos para la aplicación móvil
- Selección de plataforma y herramientas
- Diseño del software de la aplicación móvil
- Diseño de pruebas para la aplicación móvil
- Codificación de la aplicación
- Pruebas
- Evaluación de la aplicación móvil

5. Quinta iteración: Desarrollo de los servicios web

- Análisis de requerimientos para el servicio web
- Selección de plataforma y herramientas
- Diseño de la infraestructura web
- Diseño del software para la API
- Diseño de pruebas para la API
- Codificación de la API
- Pruebas
- Evaluación de los servicios web

6. Sexta iteración: Integración de los dispositivos

- Pruebas de conexión entre nodo central y la aplicación móvil
- Pruebas de conexión entre el nodo central y los nodos periféricos
- Pruebas de conexión entre la aplicación móvil y los servicios web
- Pruebas de conexión entre los servicios web y el nodo central
- Pruebas finales de funcionamiento entre todos los dispositivos
- Desarrollo de la integración con un asistente virtual
- Redacción de manuales de usuario

6. Cronograma

Véase al final del documento

7. Referencias

[1] K. Ashton, *That 'Internet of Things' Thing*. New York: RFID Journal, 2009.

[2] L. Tan and N. Wang, "Future internet: The Internet of Things", *2010 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE)*, 2010. Disponible en: 10.1109/icacte.2010.5579543 [Consultado Noviembre 2, 2020].

[3] ITU Telecommunication Standardization Sector, "Recomendación UIT-T Y.2060". *ITU Telecommunication Standardization Sector*. ITU-T Y.4000/Y.2060 [Online]. Disponible en: <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11559> [Consultado Noviembre 2, 2020]

[4] D. Evans, "The Internet of Things: How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything", Cisco Internet Business Solutions Group, 2011.

[5] Deloitte Insights, "The Internet of Things: A technical primer", Deloitte, 2015.

[6] Arquitectura de Nodos para la Automatización de un Invernadero de Autoconsumo, TT 2012-B014, 2012, Franco Martínez, E.A.

[7] G. Ambrose, "Is gardening associated with greater happiness of urban residents? A multi-activity, dynamic assessment in the Twin-Cities region, USA". Junio 1, 2020, ScienceDirect [Online]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204619307297#!> [Consultado Noviembre 6,2020]

8. Alumnos y Directores

Roberto Carlos Elizalde Diaz.- Alumno
de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en
ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2014090186, Tel.
5583002714, email relizalded1300@alumno.ipn.mx

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.

Firma: _____

Christian Arturo Morales García.- Alumno
de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en
ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2014090471, Tel.
5566693647, email cmoralesg1301@alumno.ipn.mx

Firma: _____

Sebastian Nava López.- Alumno
de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en
ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2014090487, Tel.
5511442842, email snaval1300@alumno.ipn.mx

Firma: _____

Juan Aguila Muñoz.- Doctorado en Comunicaciones y Electrónica
ESIME-Culhuacán IPN en 2017, Maestría en Ciencia de la Ingeniería
Electrónica ESIME-Zacatenco IPN en 2011, Lic. en Ingeniería en
Electrónica del Instituto Tecnológico de Apizaco en 2009. CONACYT,
Cátedra, Proyecto: Crecimiento Controlado de Capas inhomogéneas por
espectroscopia de plasma. Áreas de interés: Procesamiento de señales,
Sistemas de control, Instrumentación electrónica y fotónica.
Tel. 646 175 0650 ext. 719, email jnaguila@cryn.unam.mx

Firma: _____

Erick Eugenio Linares Vallejo.- Dr. en Ingeniería Eléctrica y Electrónica
de University of Bristol en 2019, M. en C. en Ingeniería Electrónica de la
SEPI ESIME Zacateco en 2010, Ing. En Comunicaciones y Electrónica
de ESIME Zacatenco en 2009, Técnico en Telecomunicaciones del CECyT 10
en 2009, Profesor Titular en la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales
en ESCOM desde 2010. Áreas de interés: Electrónica, Microcontroladores,
FPGA, Hardware en general. Ext. 52058, Email: elinares@ipn.mx

Firma: _____

CRONOGRAMA Nombre del alumno(a): Elizalde Diaz Roberto Carlos

TT No.:

Título del TT: Prototipo de sistema para monitoreo remoto de plantas

[illegible]

CRONOGRAMA Nombre del alumno(a): Morales García Christian Arturo

TT No.:

Título del TT: Prototipo de sistema para monitoreo remoto de plantas

[illegible]

CRONOGRAMA Nombre del alumno(a): Nava López Sebastián

TT No.:

Título del TT: Prototipo de sistema para monitoreo remoto de plantas

[illegible]



Sebastian Nava Lopez

Dom 08/11/2020 09:57 AM

Para: Christian Arturo Morales Garcia; Roberto Carlos Elizalde Diaz; Erick Eugenio Linares Vallejo;
jnaguila@cryn.unam.mx; Sebastian Nava Lopez



FormatoProtocoloFinal.pdf

377 KB

Buen dia:

Les envío la versión final del formato del protocolo de TT. Favor de responder a este mensaje solamente con "Acuse de recibido" para confirmar que recibieron el documento

Elizalde Diaz Roberto Carlos



Roberto Carlos Elizalde Diaz

Dom 08/11/2020 11:32 AM

Para: Sebastian Nava Lopez



Acuse de Recibido

Obtener [Outlook para Android](#)

...

From: Sebastian Nava Lopez <snaval1300@alumno.ipn.mx>

Sent: Sunday, November 8, 2020 9:57:04 AM


To: Christian Arturo Morales Garcia <cmoralesg1301@alumno.ipn.mx>; Roberto Carlos Elizalde Diaz <relizaldded1300@alumno.ipn.mx>; Erick Eugenio Linares Vallejo <elinares@ipn.mx>; jnaguila@cryn.unam.mx <jnaguila@cryn.unam.mx>; Sebastian Nava Lopez <snaval1300@alumno.ipn.mx>

Subject: Acuse de Recibo

Buen dia:

Les envío la versión final del formato del protocolo de TT. Favor de responder a este mensaje solamente con "Acuse de recibido" para confirmar que recibieron el documento






Morales García Christian Arturo



Christian Arturo Morales García

Dom 08/11/2020 10:02 AM

Para: Sebastian Nava Lopez; Roberto Carlos Elizalde Diaz; Erick Eugenio Linares Vallejo; jnaguila@cryn.unam.mx



Acuse de recibido


...

From: Sebastian Nava Lopez <snaval1300@alumno.ipn.mx>
Sent: Sunday, November 8, 2020, 09:57
To: Christian Arturo Morales Garcia; Roberto Carlos Elizalde Diaz; Erick Eugenio Linares Vallejo; jnaguila@cryn.unam.mx; Sebastian Nava Lopez
Subject: Acuse de Recibo

Buen dia:

Les envío la versión final del formato del protocolo de TT. Favor de responder a este mensaje solamente con "Acuse de recibido" para confirmar que recibieron el documento






Nava López Sebastián



Sebastian Nava Lopez

Dom 08/11/2020 08:35 PM

Para: Sebastian Nava Lopez



Acuse de recibido

...


De: Sebastian Nava Lopez <snaval1300@alumno.ipn.mx>
Enviado: domingo, 8 de noviembre de 2020 09:57 a. m.
Para: Christian Arturo Morales Garcia <cmoralesg1301@alumno.ipn.mx>; Roberto Carlos Elizalde Diaz <relizaldded1300@alumno.ipn.mx>; Erick Eugenio Linares Vallejo <elinares@ipn.mx>; jnaguila@cryn.unam.mx <jnaguila@cryn.unam.mx>; Sebastian Nava Lopez <snaval1300@alumno.ipn.mx>
Asunto: Acuse de Recibo

Buen dia:

Les envío la versión final del formato del protocolo de TT. Favor de responder a este mensaje solamente con "Acuse de recibido" para confirmar que recibieron el documento

[Responder](#) | [Reenviar](#)

Linares Vallejo Erick Eugenio



Erick Eugenio Linares Vallejo

Dom 08/11/2020 02:14 PM

Para: Christian Arturo Morales Garcia; Sebastian Nava Lopez; Roberto Carlos Elizalde Diaz y 1 usuarios más

Acuse de recibido

...

From: Christian Arturo Morales Garcia <cmoralesg1301@alumno.ipn.mx>

Sent: 08 November 2020 10:02 AM

To: Sebastian Nava Lopez <snaval1300@alumno.ipn.mx>; Roberto Carlos Elizalde Diaz <relizaldded1300@alumno.ipn.mx>; Erick Eugenio Linares Vallejo <elinares@ipn.mx>; jnaguila@cryn.unam.mx <jnaguila@cryn.unam.mx>

Subject: Re: Acuse de Recibo

Acuse de recibido

From: Sebastian Nava Lopez <snaval1300@alumno.ipn.mx>

Sent: Sunday, November 8, 2020, 09:57


To: Christian Arturo Morales Garcia; Roberto Carlos Elizalde Diaz; Erick Eugenio Linares Vallejo; jnaguila@cryn.unam.mx; Sebastian Nava Lopez

Subject: Acuse de Recibo

Buen dia:

Les envío la versión final del formato del protocolo de TT. Favor de responder a este mensaje solamente con "Acuse de recibido" para confirmar que recibieron el documento

Aguila Muñoz Juan (director externo)



Aguila Muñoz Juan <jnaguila@cryn.unam.mx>

Dom 08/11/2020 01:33 PM

Para: Sebastian Nava Lopez

Gracias

Acuse de recibido

Saludos

...

De: "Sebastian Nava Lopez" <snaval1300@alumno.ipn.mx>

Para: "Christian Arturo Morales Garcia" <cmoralesg1301@alumno.ipn.mx>, "Roberto Carlos Elizalde Diaz" <relizaldded1300@alumno.ipn.mx>, "elinares" <elinares@ipn.mx>, jnaguila@cryn.unam.mx, "Sebastian Nava Lopez" <snaval1300@alumno.ipn.mx>

Enviados: Domingo, 8 de Noviembre 2020 7:57:04

Asunto: Acuse de Recibo

Buen dia:

Les envío la versión final del formato del protocolo de TT. Favor de responder a este mensaje solamente con "Acuse de recibido" para confirmar que recibieron el documento

Cédula



Curriculum Vitae

noviembre 2020

Juan Aguila Muñoz

Cel: 5518340578

Trabajo: 646 175 0650 ext. 719

jnaguilaii@gmail.com

jnaguila@cryn.unam.mx

Datos personales:

Fecha de nacimiento: 16 de octubre de 1983
Lugar de nacimiento: Tlaxcala, México
Dirección: Av. Gastelum, 1811, 2, zona centro, 22800, Ensenada, Baja California, México

Formación Académica:

Licenciatura:

- Ingeniero en Electrónica
- Instituto Tecnológico de Apizaco
- Titulado por examen general de conocimientos
- Cédula Profesional: 6172023

Maestría:

- Maestro en Ciencia de la Ingeniería Electrónica
- Instituto Politécnico Nacional, ESIME-Zacatenco
- Tesis: *Desarrollo de un filtro para Microondas utilizando defectos rectangulares y ranura diagonal en el plano de tierra*
- Cédula Profesional: 7286645

Doctorado:

- Doctorado en Comunicaciones y Electrónica
- Instituto Politécnico Nacional, ESIME-Culhuacán,
- Tesis: *Sonda de Perturbación Magnética de Imán Permanente con Sensor GMR para Detectar Defectos Superficiales en Placas de Acero*
- Cédula Profesional: 10707773

Distinciones

-
- SNI-C
 - Cátedra CONACYT
 - Profesor visitante en el programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Electrónica del Instituto Politécnico Nacional, ESIME-Zacatenco
-

Experiencia Profesional

-
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Cátedra, Proyecto: Crecimiento Controlado de Capas inhomogéneas por espectroscopia de plasma (**Trabajo Actual**)
 - Witware S.A. de C.V., Ingeniero de diseño Electrónico
 - Laboratorio de Calibración Odilón Espinosa Trinidad, Ingeniero de Proyectos