

2017-07

Contribución al desarrollo de un dron y una red ZigBee con el propósito de monitorear variables ambientales

Carrillo-Flores, Andrea M.; Salazar-López, Rolando C.

Enlace directo al documento: <http://hdl.handle.net/11117/4936>

Este documento obtenido del Repositorio Institucional del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente se pone a disposición general bajo los términos y condiciones de la siguiente licencia:

<http://quijote.biblio.iteso.mx/licencias/CC-BY-NC-2.5-MX.pdf>

(El documento empieza en la siguiente página)

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Departamento de Electrónica, Sistemas e Informática

Desarrollo tecnológico y generación de riqueza sustentable

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

PAP PROGRAMA DE CIUDADES INTELIGENTES



ITESO

Universidad Jesuita
de Guadalajara

4L05 Vida Digital

Contribución al desarrollo de un *drone* y una red *ZigBee* con el propósito de
monitorear variables ambientales

PRESENTAN

Programas educativos y Estudiantes

Ing. en Electrónica. Andrea Montserrat Carrillo Flores

Ing. en Electrónica. Rolando Claudio Salazar López

Profesor PAP: Luis Eduardo Pérez Bernal

Tlaquepaque, Jalisco, julio de 2017

ÍNDICE

Contenido

REPORTE PAP	2
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	2
Resumen	3
1. Introducción	4
1.1. Objetivos	4
1.2. Justificación	4
1.3 Antecedentes	5
1.4. Contexto	5
2. Desarrollo	6
2.1. Sustento teórico y metodológico	6
2.2. Planeación y seguimiento del proyecto	9
3. Resultados del trabajo profesional	15
3.1 Resultados de actividad: Instalar una cámara térmica en el <i>drone</i>	15
3.2 Resultados de actividad: Adaptador de 3.3V a 5V para la tarjeta <i>Grove-XBee Carrier</i>	17
4. Reflexiones	19
5. Conclusiones	24
6. Bibliografía	25
Anexos	26

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son una modalidad educativa del ITESO en la que el estudiante aplica sus saberes y competencias socio-profesionales para el desarrollo de un proyecto que plantea soluciones a problemas de entornos reales. Su espíritu está dirigido para que el estudiante ejerza su profesión mediante una perspectiva ética y socialmente responsable.

A través de las actividades realizadas en el PAP, se acreditan el servicio social y la opción terminal. Así, en este reporte se documentan las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo del proyecto, sus incidencias en el entorno, y las reflexiones y aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.

Resumen

El presente reporte incluye una descripción de las tareas realizadas en el transcurso del PAP Vida Digital: los objetivos, justificaciones, contextos y alcances del trabajo, así como la metodología empleada, el plan de trabajo utilizado para darle seguimiento al proyecto y operar de forma más eficiente, y los resultados más significativos del proyecto son incluidos en el presente reporte y en sus anexos, los cuales incluyen un panorama técnico más específico.

1. Introducción

1.1. Objetivos

El proyecto consiste en la planeación, realización, validación y documentación de un conjunto de actividades las cuales se enlistan posteriormente. El propósito del proyecto es monitorear algunos parámetros ambientales en tiempo real, como por ejemplo: CO₂, CO, NO₂, humedad, temperatura, partículas pequeñas, entre otras. Esto con el fin de conocer las condiciones ambientales para la toma de decisiones.

1.2. Justificación

El proyecto brinda una oportunidad a los alumnos de participar en un proyecto con una relevancia ambiental. Asimismo, posibilita el desarrollo científico, tecnológico y la innovación, además de estimular un trabajo multidisciplinario, en donde también pueden participar otras instituciones.

Este proyecto concientiza sobre el uso de la tecnología para detectar problemas ambientales que pueden causar algún daño a la sociedad a corto o largo plazo y sobre la toma de decisiones respecto a esto, además de que brinda un diagnóstico del estado de la flora, el aire, el agua y cómo esto puede afectar al entorno, para buscar soluciones a los problemas detectados.

1.3 Antecedentes

Para desarrollar un prototipo que realice las funciones de monitoreo de las variables ambientales en la ciudad de Guadalajara, primero es necesario que el sistema se pruebe en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO). De esta forma se garantiza la funcionalidad del sistema para posteriormente ser replicado y escalado a nivel de la ciudad.

Los involucrados claves del proyecto consisten en dos profesores del ITESO: Luis Eduardo Bernal, Jorge Pardiñas Mir. Los involucrados directos consisten en los departamentos del PTI y del DESI, así como servicios generales, la fauna y la flora del campus. Los involucrados indirectos consisten en el profesorado, alumnado y personal del ITESO, así como la Zona Metropolitana de Guadalajara, tanto sus habitantes como su ecosistema.

1.4. Contexto

En la ciudad de Guadalajara se presentan diversos problemas ambientales, tales como incendios, contaminación del aire, impurezas en el agua, entre otros. Para resolver los problemas ambientales presentes en la ciudad se requiere conocer el estado del medio para tomar las mejores decisiones que den soluciones a estas problemáticas.

El proyecto contribuye a monitorear el estado ambiental de la ciudad sensando las variables ambientales más relevantes (CO₂, CO, NO₂, temperatura, partículas pequeñas, humedad del suelo, entre otros) que apoyan en la toma de decisiones.

2. Desarrollo

2.1. Sustento teórico y metodológico

En la primera actividad del proyecto (Instalar una cámara térmica en el *drone*) se utiliza el concepto de regulador de voltaje, a continuación se presenta información que aporta a la comprensión del término y el contexto en el que se utiliza.

Reguladores de voltaje

Los dos reguladores de voltaje más comunes son el regulador lineal (disipativo) y el regulador conmutado. En la salida de ambos reguladores se utilizan elementos capacitivos para eliminar el rizo de la tensión.

- El regulador lineal: su operación consiste en un elemento conectado en serie con la carga y que varía su resistencia eléctricamente. La disipación de potencia en ese elemento puede ser considerable.
- El regulador conmutado: su operación consiste en el uso de un transistor que conmuta la tensión de entrada. De esta forma, la tensión de salida puede ser controlada variando el ciclo de trabajo del transistor.

En industrias se utilizan más las fuentes conmutadas, excepto en aplicaciones de baja potencia cuando es necesario tener un menor rizado y se colocan en serie con una fuente lineal. Usar una fuente conmutada resulta eficiente y práctico para esta aplicación en particular donde se requiere de poca corriente, ya que no se desperdicia energía (en forma de calor) y por lo tanto la batería dura más.

“A switching converter or switch-mode power converter (SMPC) is a power electronic system which converts one level of electrical energy into another level of electrical energy, at the load, by switching action.

In comparison to linear voltage converters, or lineal voltage regulators, switching power supplies have a higher conversion efficiency and a higher power-packing density.

A simple DC-DC switching converter circuit consist of two semiconductor switches (usually one switching transistor and one switching diode), one inductor, and one capacitor.

The principal merits of the switching converter are its high conversion efficiency and its high power-packing density, which result in significant weight reduction. However, switching converters often require complex control circuits and noise or electromagnetic interference (EMI) filters. An input line filter is often required in some applications". (Ang, 1995)

En la segunda actividad del proyecto (Adaptador de 3.3V a 5V para la tarjeta *Grove-XBee Carrier*) se utilizan diversos conceptos, tales como: sensor; *smart city*, red, *ZibBee*, *wireless sensor network*. A continuación se presenta información que aporta a la comprensión de los términos y el contexto en el que se utilizan.

Sensor

"A sensor is a device that detects or measures a physical quantity". (Sinclair, 2001)

Smart City

El concepto de Smart City engloba una filosofía de vida, un proceso de desarrollo, de sensibilización, de formación y de cambio en la manera de entender la ciudad, de vivir o de trabajar.

Una Smart City es capaz de gestionar los recursos y las fuentes de energía de manera óptima, mejorar la calidad de vida de las personas y del entorno, así como optimizar los servicios para mejorar su rentabilidad de uso, por lo que engloba tanto aspectos sociales, políticos y funcionales, como técnicos.

Smart City no solo engloba aspectos técnicos y tecnológicos, también incluye aspectos sociales, políticos y funcionales. Unos de los modelos más representativos de Smart City se desarrolla en seis áreas: economía, gobierno, ciudadanía, entorno, calidad de vida y movilidad. La intensidad y prioridad en el desarrollo de cada aspecto depende de las necesidades y particularidades de cada ciudad. (García, Gutiérrez, Vives, & Valencia, 2014)

Red

“Las redes transportan datos desde un ordenador a otro”. (Engst & Fleishman, 2003)

Wireless sensor network (WSN)

“These networks consist of individual nodes that are able to interact with their environment by sensing or controlling physical parameters; these nodes have to collaborate to full fit their tasks as, usually a single node is incapable of doing so; and they use wireless communication to enable this collaboration”. (Karl & Willig, 2007)

“These wireless networks consist of highly distributed nodes with energy and resource constraints”. (Shorey, Ananda, Chan, & Ooi, 2006)

ZigBee

“*ZigBee* is officially a wireless network protocol that is designed to be used with low-data-rate sensor and control networks... *ZigBee* can also eliminate the need to string wires all over the place”. (Eady, 2007)

ZigBee usa el estándar IEEE 802.15.4.

2.2. Planeación y seguimiento del proyecto

- Descripción del proyecto

La propuesta de solución del proyecto consiste en la realización de un conjunto de actividades, las cuales se enlistan posteriormente, así como los productos resultantes y una breve descripción de cada uno. La metodología utilizada consiste en la comparación de las actividades programadas en el cronograma con las actividades reportadas en la bitácora de trabajo y, en conjunto con la asesoría del profesor PAP, darle seguimiento al desarrollo del proyecto para realizar los ajustes necesarios para cumplir con los objetivos, acuerdos y compromisos del mismo. A continuación se presenta la lista de actividades.

- Instalar una cámara térmica en el *drone*.
 - Acoplar eléctricamente la cámara con el *drone*.
 - Diseñar o conseguir un acoplador de voltaje para la alimentación de voltaje de la cámara.
 - Realizar pruebas en tierra con la cámara térmica, tanto como su funcionamiento y envío de imágenes inalámbricamente.
 - Diseñar, mandar a fabricar un *Printed Circuit Board (PCB)* y soldar los componentes.
 - Validar el funcionamiento de la tarjeta impresa.
 - Instalar mecánicamente la cámara térmica en el *drone*.
 - Instalar la cámara en el *drone*.
 - Realizar pruebas en condiciones reales; si el sistema funciona correctamente tanto mecánica como eléctricamente.

- Prueba de sensado de vuelo.
 - Instalar en el *drone* sensores y hacer uso del protocolo *ZigBee* para transmitir la información recuperada a la red de sensores del ITESO.
 - Hacer pruebas en tierra con los sensores y reportar resultados.
 - Hacer pruebas en tierra con los dispositivos de comunicación inalámbrica que se instalan en el *drone*.
 - Instalar el sistema en el *drone* y realizar pruebas de funcionamiento, así como su documentación.
- Verificar movilidad de un nodo en una red *ZigBee*.

Los productos que se planean entregar consisten en un reporte PAP, un reporte técnico, un póster y una presentación, así como los subproductos derivados del proyecto (tabla 2.2.2). En las tres siguientes columnas (tabla 2.2.1) se presentan los tres criterios de aceptación de los productos, cada uno cuenta con un índice el cual se coloca dependiendo del producto.

Tabla 2.2.1: Criterios de aceptación

1 La documentación describe la problemática, las propuestas de solución, la justificación de la solución implementada, el desarrollo, los resultados obtenidos, las conclusiones y recomendaciones.	2 El prototipo resuelve la problemática planteada y cumple con los requerimientos del cliente.	3 El <i>software</i> resuelve el problema planteado, se encuentra validado y documentado.
---	--	---

Tabla 2.2.2: Tabla de productos

Producto	Descripción	Criterios de aceptación
Documento formal con la definición del proyecto y su planeación, así como el cronograma y el plan de trabajo.	Documento con la planeación del proyecto.	1
El acoplador de voltaje para alimentar la cámara térmica.	Para acoplar eléctricamente la cámara térmica en el <i>drone</i> .	2
Documento del presupuesto y diseño eléctrico.	Evidencias del presupuesto o diseño eléctrico.	1
Tarjeta de circuito impreso.	Circuito impreso del acoplador de voltaje.	2
Documento de evidencia del funcionamiento del <i>PCB</i> .	Pruebas de la validación del funcionamiento de la tarjeta impresa.	1
Fotografías de validación del sistema instalado.	Evidencia de la instalación mecánica de la cámara en el <i>drone</i> .	2
Documento de evidencia de validación del sistema instalado, tanto eléctrica como mecánicamente.	Pruebas generales del funcionamiento del sistema.	1
Documentación correspondiente de la instalación de la cámara térmica en el <i>drone</i> .	Incluye la instalación eléctrica y mecánica.	1

Documento de evidencia del funcionamiento de los sensores.	Evidencia de las pruebas realizada en tierra con los sensores	1
Documento de evidencia de comunicación inalámbrica.	Evidencia de pruebas realizadas en tierra con los dispositivos de comunicación instalados en el <i>drone</i> .	1
<i>Software</i> utilizado en el sistema.	<i>Software</i> de comunicación con protocolo <i>ZigBee</i> .	3
Documento con la información correspondiente a la comunicación inalámbrica en el <i>drone</i> .	Incluye el conjunto de documentos pertinentes al sensado de vuelo.	1
Propuesta de posición geográfica del <i>gateway</i> .	Evidencia que respalda la propuesta realizada.	2
<i>Software</i> utilizado en el sistema.	<i>Software</i> validado con los cambios pertinentes realizados.	3
Documento con información de calidad y alcance de la señal.	Es el conjunto de datos que describen el comportamiento de la señal en calidad y alcance.	1

- Plan de trabajo

Las actividades que se planean realizar en el transcurso del proyecto y las fechas previstas en el cronograma se muestran en el anexo 2.1. Los recursos responsables de cada una de las actividades del plan de trabajo se muestran en el anexo 2.2.

A continuación, se presentan las restricciones y supuestos del proyecto:

- Suponemos que nuestro proyecto cuenta con la asesoría, el seguimiento y la retroalimentación de los asesores del proyecto de aplicación profesional.
- Suponemos que contamos con el apoyo de la institución para realizar las actividades del proyecto de la mejor forma posible.
- Suponemos que los productos, documentación y recursos previos del proyecto funcionan correctamente, son verídicos y fueron probados y validados.
- Suponemos que el tiempo que tenemos disponible para realizar las actividades pertinentes al proyecto de aplicación profesional es suficiente para realizar correctamente las actividades: la realización y entrega de productos en tiempo y forma.
- Restricción en tiempo para realizar las actividades: 8 semanas.
- Restricción en el presupuesto del proyecto.
- Restricción en el acceso, uso del equipo y recursos del campus para realizar las actividades necesarias para crear y entregar los productos en tiempo y forma.
- Suponemos que la instalación de sensores, su conexión, funcionamiento y validación en el *drone* ya funcionan correctamente y se requiere poco tiempo para su uso en la comunicación *ZigBee*.

Respecto a los acuerdos y compromisos, nos comprometemos a seguir con la metodología propuesta por los asesores del proyecto y a seguir en la medida de lo posible la planeación en el cronograma y las actividades en el plan de trabajo, en caso de realizar cambios explicar cuáles son y las razones por las que se realizó la modificación.

- Desarrollo de propuesta de mejora

Respecto a la planeación del proyecto y el plan de trabajo, se realizaron diversos cambios. La actividad relacionada al *drone* no sufrió cambio alguno, sin embargo, después de platicar con el cliente respecto a otras actividades no consideradas en el plan de trabajo del proyecto de aplicación profesional, se llega al acuerdo de modificar el orden y las actividades para realizar los productos más prioritarios y con mayor impacto en el proyecto.

En lugar de realizar las actividades posteriores al *drone*, se realiza la actividad de diseñar una tarjeta de circuito impreso que se acopla a la tarjeta *Carrier* con el objetivo de modificar el voltaje suministrado por ésta para sensar variables ambientales.

Respecto a las propuestas de mejora, consideramos conveniente modificar la posición en la conexión de los cables al momento de soldar los componentes a la tarjeta de circuito impreso en la actividad del regulador de voltaje acoplado a la tarjeta *Carrier*, ya que esta modificación facilita al técnico la tarea de soldar los componentes. La problemática consiste en que, dadas las especificaciones del cliente, al omitir conectores soldados en la tarjeta de circuito impreso y en su lugar soldar directamente los cables al *PCB*, algunas pistas quedan del otro lado de la tarjeta, dificultando el proceso de soldado. Para el acoplamiento del regulador de voltaje se recomienda soldar en el siguiente orden: primero los pines, retirarles el plástico y posteriormente soldar en ellos el regulador.

3. Resultados del trabajo profesional

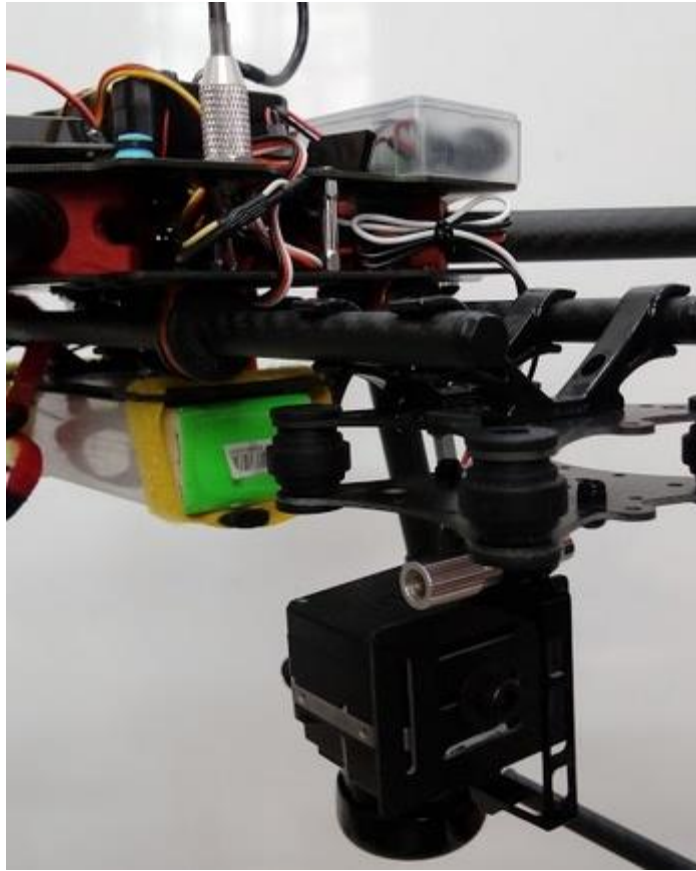
3.1 Resultados de actividad: Instalar una cámara térmica en el *drone*.

El estado inicial del sistema sobre el cual se comienza a trabajar consta de un *drone* con una batería que suministra energía a todo el sistema, la cual puede ser remplazada por otras con diferentes especificaciones en voltaje y corriente. La actividad a realizar consta en alimentar con la batería a un regulador de voltaje, que se encargue de disminuir la tensión de entrada para posteriormente energizar una cámara térmica (con diferentes especificaciones de alimentación), cuyos datos de salida se transfieren a un receptor que envía inalámbricamente el video durante el vuelo del *drone* a un receptor en tierra.

Con base en la asesoría y recomendaciones de un involucrado clave del proyecto, se selecciona un regulador de voltaje que se encarga de hacer el acoplamiento de la señal de tensión de entrada del sistema para poder adaptar una cámara térmica con especificaciones de voltaje de entrada diferentes a las existentes en el *drone*. Después de adquirir el componente se utiliza una caja plástica para proteger el regulador, además se coloca un fusible para prevenir que la cámara térmica sufra daños en el caso de que exista más demanda de corriente. Posteriormente se construyen conectores especiales para garantizar el correcto funcionamiento del sistema y prevenir confusiones respecto a la conexión del acoplador, y se realiza una propuesta de acomodo de los conectores y los cables.

Para concluir la actividad se realizan pruebas en tierra de todo el sistema conectado; los resultados de las pruebas son los esperados y coinciden con las especificaciones del cliente. En la figura 3.1 se ilustra parte del sistema montado en el *drone*. Observaciones y recomendaciones se detallan en el reporte técnico (consultar el anexo 3.1 para más detalles o el reporte técnico del proyecto).

Figura 3.1: Acoplamiento mecánico de la cámara térmica, el regulador y cables conectores (fuente de la imagen: propia).



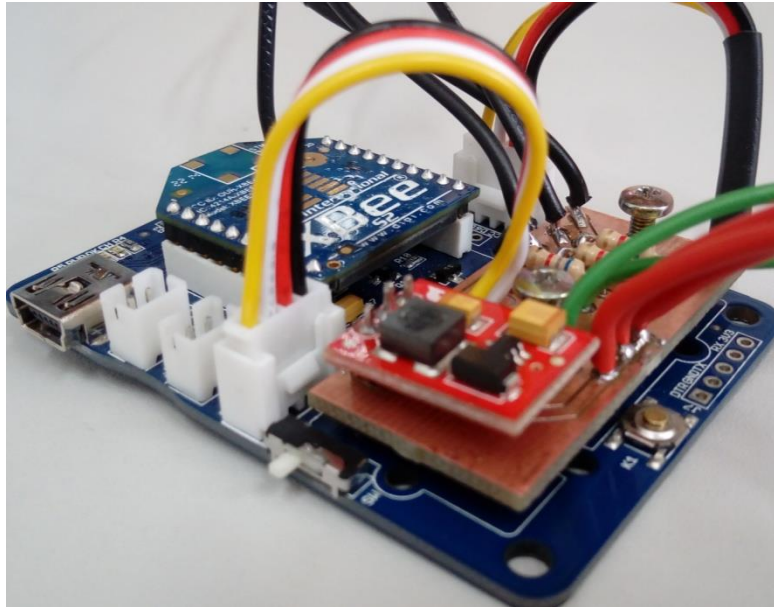
3.2 Resultados de actividad: Adaptador de 3.3V a 5V para la tarjeta *Grove-XBee Carrier*.

Esta actividad consiste en diseñar y construir un circuito impreso que permite adaptar un módulo *SparkFun 5V Step-Up Breakout – NCP1402* en la tarjeta *Grove-XBee Carrier*, con el fin de aumentar el voltaje proveniente de la tarjeta base (*Carrier*) de 3.3 a 5V para utilizar tres sensores con entrada de alimentación de 5V. Además, diseñar divisores de voltaje para los sensores con el fin de disminuir su tensión de salida (señal de lectura) para que el voltaje máximo de 3V sea disminuido a 1.2V.

Los sensores que se utilizan en la tarjeta corresponden a un sensor de temperatura, un sensor de humedad y un sensor adicional no especificado por el cliente. Antes de realizar el diseño de la tarjeta de circuito impreso que cumple con las especificaciones requeridas para el funcionamiento del sistema (consultar el anexo 3.2 para más detalles o el reporte técnico del proyecto), se realizan mediciones del sistema conectado en una tarjeta de prototipos.

Después de realizar el diseño de la tarjeta de circuito impreso que permite cumplir con las especificaciones del cliente y de fabricar el *PCB*, se procede a soldar los componentes, cables y conectores necesarios para el funcionamiento del sistema. Además, se adquieren las lecturas de los sensores y se comparan con los resultados obtenidos en la tarjeta de prototipos. Después de validar el comportamiento de la tarjeta se continúa en el proceso de envío de los datos de forma inalámbrica por medio de *ZigBee*. Los resultados recibidos en el receptor concuerdan con los resultados esperados. En la figura 3.2 se muestra una fotografía del sistema acoplado en la tarjeta *Carrier*. Para más detalles respecto a la comunicación o a las pruebas de los sensores consultar el anexo 3.2. Los archivos adjuntos *.brd* y *.sch* contienen la información del diseño del *PCB* elaborado en *EAGLE*.

Figura 3.2: Acoplamiento en la tarjeta *Grove-XBee Carrier* del *PCB* que contiene al módulo *SparkFun* de 3.3V a 5V (fuente de la imagen: propia).



4. Reflexiones

- Aprendizajes profesionales

Durante la realización del proyecto de aplicación profesional se desarrollan las competencias de puntualidad, disciplina, trabajo colaborativo, trabajo en equipo, así como laborar siguiendo una metodología nueva, realizando un énfasis en la planeación y el seguimiento del proyecto, y reportando resultados en forma paralela al trabajo técnico.

El proyecto fomenta el trabajo colaborativo multidisciplinario. De esta forma se observa una aplicación directa de los productos diseñados, además de conocer el impacto que tienen los proyectos desarrollados en un contexto general.

Los saberes profesionales más utilizados se relacionan con el diseño de circuitos analógicos, diseño y validación de tarjetas de circuito impreso, manipulación de redes empleando *ZigBee*, comunicación oral y escrita, manejo de información y datos numéricos, manipulación de fuentes bibliográficas utilizando formatos oficiales como el APA, entre otros.

- Aprendizajes sociales

Este proyecto de aplicación profesional da la oportunidad de utilizar la creatividad, innovación e iniciativa para transformar la realidad, siempre orientando los objetivos hacia la calidad de vida de la sociedad. Asimismo, permite hacer la planeación de un proyecto en tiempo y forma, y continuar su seguimiento en respuesta de las evaluaciones prácticas para tomar decisiones que permiten continuarlo para que éste tenga un mayor bienestar social y sea más óptimo tecnológicamente.

Este proyecto permite innovar tecnológicamente para producir un impacto ambiental que permite mejorar la calidad de vida de la flora, fauna y la sociedad. El contacto o impacto con la sociedad se presenta indirectamente, de tal forma que monitoreando variables atmosféricas de interés social y tomando la información recopilada para producir un cambio ambiental, la sociedad en su conjunto puede verse beneficiada mejorando su calidad de vida, por ejemplo en el ámbito de la salud.

Con este proyecto se tuvo la oportunidad de prestar servicios profesionales que facilitan la innovación tecnológica para producir un bien de carácter público que beneficia a los habitantes de la zona metropolitana de Guadalajara y a los asistentes al campus ITESO.

Lo aplicado en este proyecto puede ser transferido a otras ciudades o ampliarlo para contribuir más a la construcción de las ciudades inteligentes. Para dar seguimiento al mismo y que tenga una mayor aportación social podría darse seguimiento a la medición de diversas variables ambientales y tomar decisiones respecto a la información recopilada, de tal forma que un equipo multidisciplinario especialista en el análisis de estos datos contribuya a analizar y proponer soluciones para el bienestar social.

- Aprendizajes éticos

Las principales decisiones realizadas en el transcurso del proyecto corresponden a una modificación en la planeación del proyecto. Esta decisión se realiza ya que después de platicar con el cliente sobre las prioridades en los productos solicitados, él sugiere otra propuesta en el orden de las actividades a realizar.

Esta experiencia vivida invita a ejercer profesionalmente buscando el bienestar social; desarrollar e innovar tecnológicamente procurando realizar las actividades que tienen un mayor impacto en el proyecto y en la sociedad.

- Aprendizajes en lo personal

Rolando Claudio Salazar López:

En la experiencia de participar en el proyecto de aplicación profesional: Vida Digital, identifiqué la importancia de planear y organizar las actividades requeridas para entregar los productos solicitados. Así como crear un cronograma y un plan de trabajo robusto que permita darle seguimiento al proyecto. Siguiendo la metodología propuesta es posible obtener un desempeño eficiente que permita realizar las actividades requeridas y entregar resultados en tiempo y forma respetando los acuerdos establecidos.

Identifiqué la importancia de crear una bitácora del proyecto, la cual en conjunto con el cronograma y el plan de trabajo permite monitorear las actividades e identificar rápidamente atrasos en la entrega de los productos para solucionar los problemas en cuanto se presentan.

La experiencia adquirida en la participación del proyecto de aplicación profesional se relaciona con aspectos sociales, personales, académicos y profesionales. Percibo que para lograr un trabajo colaborativo exitoso y cumplir con las actividades, productos y acuerdos establecidos es de vital importancia cumplir con la puntualidad, el trabajo ético, tener una buena actitud de trabajo, organizar el tiempo de trabajo, laborar de forma responsable y eficiente, seguir las indicaciones de los superiores, escuchar propuestas, metodologías y recomendaciones de los demás.

Andrea Montserrat Carrillo Flores

Este proyecto de aplicación profesional de Vida Digital dentro del ámbito de ciudades digitales, me permitió trabajar conjuntamente para lograr un fin común. Los entregables fueron finalizados en tiempo y forma debido a que se escucharon y respetaron los diferentes puntos de vista de los miembros del equipo para generar propuestas de solución y completar un propósito en común, que consta en cumplir los requerimientos de un cliente y producir un bien social.

Este proyecto brinda la oportunidad de generar un compromiso personal, ya que debe de existir una constante comunicación entre los miembros del equipo y el cliente, así como acordar horarios de trabajo personal, colaborativo y de espacio para posibilitar el continuo diálogo.

Creo que las actividades fueron entregadas a tiempo debido a que primeramente se realizó una planeación exhaustiva del proyecto, ya que se identificaron las tareas que tendría consigo cada actividad y se planificaron detalladamente en un cronograma que pudiera ser seguido realmente. Asimismo, resultó muy favorable reportar los resultados técnicos a la par de la realización de cada una de las actividades, ya que lo realizado y los detalles más pequeños, y no menos importantes del proyecto, no fueron postergados en su documentación, y fueron fácilmente recordados y reportados para poder dar un seguimiento posterior por parte de este u otro equipo de trabajo.

Considero importante recordar que, a pesar de que en diversas ocasiones los proyectos tecnológicos no tienen un contacto tan directo o visible con la sociedad como otros, pueden tener un gran impacto e influencia que deberían ser guiados para el bienestar de todos, no solo en nuestra participación en este proyecto, sino en nuestra vida profesional en general.

5. Conclusiones

A pesar de que las actividades realizadas resultaron no ser todas las propuestas en el objetivo al inicio del documento, el propósito del proyecto no cambia. Las actividades realizadas fueron la instalación de una cámara térmica en un *drone* y la adaptación de la alimentación que conlleva esto. La segunda tarea fue acoplar un convertidor de voltaje en una tarjeta *Grove-XBee Carrier* con el fin de adaptar el suplemento de voltaje de tres sensores cuya señal de salida se transmite inalámbricamente, para lo que fue necesario diseñar y fabricar una tarjeta de circuito impreso.

Las mejoras del proyecto se relacionan con recomendaciones en el orden del proceso de soldado del regulador de voltaje en la tarjeta de circuito impreso diseñada y fabricada, así como la posición de los cables en la tarjeta (revisar desarrollo de propuesta de mejora en la sección 2.2).

Se concluye que las actividades realizadas generan productos que cumplen con las especificaciones del cliente y se encuentran documentados de forma técnica. Se cumplen los acuerdos y compromisos establecidos al inicio del proyecto y se entregan en tiempo y forma los productos solicitados.

6. Bibliografía

- Ang, S. S. (1995). *Power-Switching Converters*. New York: Marcel Dekker.
- Eady, F. (2007). *Hands-On ZigBee: Implementing 802.15.4 with Microcontrollers*. Oxford: Elsevier Inc.
- Engst, A., & Fleishman, G. (2003). *Introducción a las Redes Inalámbricas*. Madrid: Anaya Multimedia.
- García, S. C., Gutiérrez, A., Vives, C. J., & Valencia, E. (2014). *Smart City Hacia la Gestión Inteligente*. Barcelona: Alfaomega.
- ieslaurona. (s.f.). Recuperado el 05 de junio de 2017, de http://ieslaurona.edu.gva.es/file.php/148/FUENTE_ALIMENTACION_CONMUTAD A.pdf
- Karl, H., & Willig, A. (2007). *Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks*. Chichester: Wiley.
- Sánchez López, J. d. (2002). *Dispositivos electrónicos de potencia*. Mexicali: UABC.
- Shorey, R., Ananda, A., Chan, M. C., & Ooi, W. T. (2006). *Mobile, Wireless, and Sensor Networks: Technology, Applications, and Future Directions*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Sinclair, I. (2001). *Sensors and Transducers*. Oxford: Newnes.
- Power Module (SKU:DFR0205) - DFRobot Electronic Product Wiki and Tutorial: Arduino and Robot Wiki-DFRobot.com. (s/f). Recuperado el 7 de junio de 2017, a partir de [https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Power_Module_\(SKU:DFR0205\)](https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Power_Module_(SKU:DFR0205))

Anexos

A continuación se presenta el índice de anexos. Cada uno representa un documento independiente que se adjunta junto con el reporte del proyecto de aplicación profesional.

Anexo 2.1: Cronograma

Anexo 2.2: Plan de trabajo

Anexo 3.1: Instalar una cámara térmica en el *drone*.

Anexo 3.2: Adaptador de 3.3V a 5V para la tarjeta *Grove-XBee Carrier*.