

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE
OCCIDENTE**

Departamento de Electrónica, Sistemas e Informática

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)



ITESO

Universidad Jesuita
de Guadalajara

**4A02 PAP PROGRAMA DE DISEÑO DE DISPOSITIVOS, CIRCUITOS Y SISTEMAS
ELECTRONICOS II**

Intel

PRESENTA

Alumno: IE Rodrigo Aldana López

Profesor PAP: Act. Juan Manuel Islas Espinoza, PMP®

Tlaquepaque, Jalisco, Mayo de 2016.

ÍNDICE

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional.	3
Resumen	4
1. Introducción.	5
1.1. Objetivos	
1.2. Justificación	
1.3. Antecedentes	
1.4. Contexto	
1.5. Enunciado breve del contenido del reporte	
2. Desarrollo:	7
2.1. Sustento teórico y metodológico.	
2.2. Planeación y seguimiento del proyecto.	
3. Resultados del trabajo profesional.	11
4. Reflexiones del alumno o alumnos sobre sus aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto.	12
5. Conclusiones.	13
6. Bibliografía.	14
7. Anexos (en caso de ser necesarios).	14

REPORTE PAP

Los Proyectos de Aplicación Profesional son una modalidad educativa del ITESO en la que los estudiantes aplican sus saberes y competencias socio-profesionales a través del desarrollo de un proyecto en un escenario real para plantear soluciones o resolver problemas del entorno. Se orientan a formar para la vida, a los estudiantes, en el ejercicio de una profesión socialmente pertinente.

A través del PAP los alumnos acreditan el servicio social, y la opción terminal, en tanto sus actividades contribuyan de manera significativa al escenario en el que se desarrolla el proyecto, y sus aprendizajes, reflexiones y aportes sean documentados en un reporte como el presente.

RESUMEN

Este documento recopila la descripción del proyecto PAP desarrollado en Intel Labs además de ser un compendio de los aprendizajes obtenidos en dicha estancia.

El proyecto consistió en hacer investigación en robótica y sistemas autónomos en particular en el contexto de vehículos aéreos no tripulados (drones).

Mi papel en el proyecto fue el de desarrollar software y hardware para hacer pruebas de concepto para algoritmos desarrollados por los investigadores del equipo.

Al finalizar el proyecto se contó con varias pruebas de concepto así como con librerías completas para el desarrollo de sistemas autónomos que pudieran usarse en otros proyectos.

Esta experiencia dio cabida a que pudiera adquirir las habilidades necesarias para poder continuar en el campo de la investigación, y para comprender que mi vocación está en este campo.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVOS

El proyecto PAP en el que participé trabajando con Intel, tiene como objetivo desarrollar sistemas autónomos en tiempo real usando multi-agentes; esto es, tomar distintos tipos de “robots” como quadrorotores (*drones*) o bien vehículos terrestres como pequeños autos de 4 ruedas (*rovers*) y llevarlos a cooperar en algún ambiente complejo donde puedan tomar decisiones rápidamente.

1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El desarrollo de sistemas autónomos ha tomado gran importancia en los últimos años y es hoy en día una de las principales líneas de investigación en todo el mundo. Participar en un proyecto en calidad del estado del arte como este es importante ya que sus objetivos tienen alta trascendencia e impacto; además, aplico los conocimientos y competencias adquiridas en la carrera de una manera bastante completa.

1.3 ANTECEDENTES

El PAP se desarrolla en el área de Intel Labs, departamento de investigación y desarrollo de Intel. Intel se dedica principalmente a desarrollar procesadores y servidores, pero en Intel Labs se hace desarrollo de diversas áreas de la tecnología, desde física de semiconductores, internet de las cosas, telecomunicaciones entre otras cosas. En particular una línea de negocio en la que Intel ha invertido mucho en los últimos años es la de los *drones*, es por ello que se han abierto equipos en todo el mundo para trabajar en ellos.

En particular en Intel Guadalajara existe el equipo de sistemas autónomos, que trabaja principalmente con *drones*. El PAP ahí me motivo porque los temas con los que se trabajan son tendencia actualmente además de que me interesa el trabajo de investigación. El perfil que buscaban para dicho proyecto era un ingeniero electrónico de sistemas embebidos y control automático, así que dicho proyecto se acoplaba bastante bien a mí y a mi educación.

1.4 CONTEXTO

Particularmente el proyecto pretende resolver en Intel un problema de investigación para buscar oportunidades en un mercado futuro, que en este caso es el de ayuda automática a través de drones.

Mi papel en el proyecto PAP es el de intern del equipo de sistemas autónomos. Mis funciones son la implementación en software/hardware de los algoritmos desarrollados por los

investigadores. Esto implica desde hacer el diseño y desarrollo de la arquitectura del sistema, hasta hacer las compras del material necesario para cada implementación.

Las oportunidades que hay para mí ahí, son conseguir experiencia en investigación además de mucha experiencia técnica debido al tipo de problema que se presentan y las demás personas con las que trabajo.

1.5. ENUNCIADO BREVE DEL CONTENIDO DEL REPORTE

El reporte muestra la planeación de mi desarrollo profesional a lo largo del proyecto PAP. Además pretende recopilar las experiencias y conclusiones del proyecto. Esto es importante debido a que una documentación apropiada del proyecto sirve de referencia para proyectos futuros. Los aprendizajes recopilados aquí, servirán para proyectar un plan de desarrollo a futuro al poder plantear metas profesionales a mediano plazo y medir avances en ellas a lo largo del proyecto.

2. DESARROLLO

2.1. SUSTENTO TEÓRICO Y METODOLÓGICO.

En Intel Labs existe una metodología a través de la cual se desarrolla propiedad intelectual nueva. Este proceso consiste en tres etapas las cuales son: investigación, prototipado y transferencia de tecnología.

La parte de investigación trata de utilizar todo el conocimiento técnico que se requiere para encontrar una solución a algún problema de interés para Intel Labs, además de hacer las simulaciones que sean necesarias. Una vez que se ha desarrollado la teoría, se procede a la parte del prototipo, donde este puede ser para demostrar la idea o para demostrar que la idea propuesta se puede construir con la tecnología actual. El paso final es la transferencia de tecnología para lo que se colabora con algunas de las unidades de negocio interesadas dentro de Intel para que toda la propiedad intelectual se convierta en un producto.

De todos los productos que están en la etapa de investigación solo algunos pasan a la parte de prototipado, ya que muchas veces la conclusión de la investigación es que no se puede encontrar una solución eficiente, relevante o nueva para el problema propuesto. De los proyectos que son prototipados solo algunos son transferidos dependiendo del interés de las unidades de negocio.

El proyecto en el cual estoy, busca resolver problemas referentes a la coexistencia de múltiples drones. Actualmente el proyecto cubre mayormente el área de prototipado e investigación.

2.2 PLANEACIÓN, EJECUCIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO

PLANEACIÓN

Cuando comenzó con el proyecto, entré casi en el momento en el que el mismo comenzaba. La idea se había presentado ante los directivos de Intel Labs a nivel global unos meses antes y se había designado a un equipo en México para realizar la parte de los algoritmos. Fui el primer intern que se contrató y tan pronto entré comenzó formalmente la implementación del proyecto.

Al inicio del proyecto se dejaron en claro cuáles eran los objetivos específicos debíamos lograr, siendo estos desarrollar un banco de algoritmos para la coexistencia y cooperación de drones. Quedaba claro que aunque me hacían falta algunas competencias a nivel técnico, la administración de estos aprendizajes se explica a detalle en las siguientes secciones.

ENUNCIADO DEL PROYECTO

El proyecto consiste en desarrollar los algoritmos necesarios para la navegación de múltiples drones tomando en cuenta cooperación y coexistencia entre ellos. La parte del proyecto en la que participo es en la implementación del firmware necesario para probar esto en una plataforma física. Para ello debo entender el funcionamiento de los algoritmos desarrollados; esto es, desarrollar competencias en control automático, algoritmos de optimización,

simulaciones y visión por computadora. Además hay que tomar en cuenta que muchos de los entregables del proyecto vienen dados en forma de artículos científicos, por lo que también se deben adquirir habilidades de escritura científica en inglés.

METODOLOGÍA

Las siguientes son las competencias específicas que deberán ser adquiridas a lo largo del proyecto (Donde el nivel se califica del 0 al 3, donde 0 es el más bajo y 3 el más alto, además la prioridad puede ser A para alta, M para media y B para baja).

No.	Competencia	Nivel Requerido al inicio	Nivel Adquirido al Inicio	Nivel Objetivo al final PAP	Nivel Objetivo Mediano Plazo	Prior
1	Uso de teoría de control	1	1	3	3	A
2	Uso de algoritmos de optimización	1	1	3	3	A
3	Uso de visión por computadora	0	0	2	2	M
4	Uso de simulaciones y pruebas estadísticas	1	1	2	2	M
5	Habilidades de escritura de artículos académicos y reportes	2	2	3	3	M
6	Habilidades de investigación en material de divulgación científica	2	2	3	3	M
7	Ética profesional	2	2	3	3	B

Se pretende que las mismas sean logradas a partir de entrenamientos por parte de la empresa y a través del aprendizaje independiente.

El plan de comunicaciones referente a mis avances en las competencias antes mencionadas se realiza con el líder del proyecto en Intel y con el profesor PAP como se muestra a continuación.

<i>Quién Comunica?</i>	<i>Qué Comunica? Reporte o tipo información</i>	<i>A Quién Comunica? Rol, grupo o puesto</i>	<i>Cómo lo Comunica? Medio de Comunicación</i>	<i>Frecuencia d, s, q, m, 3d, etc</i>
Líder del proyecto en Intel	Retroalimentación semanal respecto a las competencias.	Líder del proyecto en Intel	Junta semanal	Semanal
Juan Manuel Islas	Retroalimentación semanal respecto al reporte PAP	Profesor PAP	Revisión semanal	semanal

La siguiente tabla explica de manera breve como es que los entregables son revisados y aceptados.

<i>Quién Entrega?</i>	<i>Qué Entrega? (Entregable)</i>	<i>A Quién Entrega?</i>	<i>¿Qué Revisa? (Criterios de Aceptación)</i>	<i>Cómo Autoriza?</i>
Rodrigo Aldana	Firmware del proyecto	Líder del proyecto de sistemas autónomos en México.	El código implementa de manera correcta el algoritmo diseñado.	Si se cumplen los objetivos, ese modulo se da por concluido y se pasa al siguiente.
Equipo de sistemas autónomos en México.	Resultados del proyecto en términos de demostraciones.	Dirección del grupo de sistemas autónomos global.	Los algoritmos desarrollados resuelven de manera correcta la problemática propuesta.	En una junta se presentan los resultados para evaluarlos. Si estos cumplen los objetivos, se pasan a los siguientes.

La organización del equipo se explica de manera breve en términos de los roles en la siguiente tabla.

<i>Rol</i>	<i>Responsabilidad</i>	<i>Nombre</i>
Director de sistemas autónomos.	Plantear los objetivos de manera correcta y dirigir los equipos de sistemas autónomos en el mundo.	
Líder del proyecto de sistemas autónomos en Intel México.	Dirigir el progreso del equipo de sistemas autónomos en México.	
Integrantes del equipo de sistemas autónomos.	Desarrollar los algoritmos para cumplir los objetivos planteados por la dirección de sistemas autónomos.	

PLAN DE TRABAJO

El plan de trabajo del equipo en Intel no es posible mostrarlo, pero se muestra un cronograma para mostrar las fechas estimadas para el desarrollo de las competencias antes mencionadas tomando en cuenta entrenamientos por parte de Intel así como el aprendizaje individual.

No	Actividad educativa	Semana															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Uso de teoría de control																
1.1	Entrenamientos																
1.2	Aprendizaje individual																
2	Uso de algoritmos de optimización																
2.1	Entrenamientos																
2.2	Aprendizaje individual																
3	Uso de visión por computadora																
3.1	Entrenamientos																
3.2	Aprendizaje individual																
4	Uso de simulaciones y pruebas estadísticas																
4.1	Aprendizaje individual																
5	Habilidades de escritura de artículos académicos y reportes																
5.1	Aprendizaje individual																
6	Habilidades de investigación en material de divulgación científica																
6.1	Aprendizaje individual																
7	Ética profesional																
7.1	Entrenamientos																

Como parte del seguimiento y control del proyecto, semanalmente hay reuniones con el líder del proyecto para revisar tanto los avances en los entregables y definir objetivos a corto plazo (semanal), planear actividades, dificultades, actividades correctivas y definir responsabilidades. Además se hace una reunión con el profesor PAP de manera semanal para revisar el avance del reporte PAP.

También se considera que el gerente encargado en Intel realiza una evaluación y retroalimentación al término del proyecto. Además se realiza una presentación formal en el ITESO para reportar los resultados del proyecto PAP.

3. RESULTADOS DEL TRABAJO PROFESIONAL

3.1 PRODUCTOS OBTENIDOS

A lo largo del desarrollo del proyecto me desempeñe como ingeniero de prototipado pasando por desarrollo de hardware al momento de tener que hacer benchmarks entre algunas plataformas y dispositivos que se tenían que comprar, hasta desarrollar el software necesario para realizar las pruebas de concepto. Todo el código desarrollado por mi forma parte de pruebas de concepto que el equipo utiliza para mostrar su trabajo a unidades de negocio y demostrar la utilidad de los algoritmos desarrollados ahí mismo.

3.2 ESTIMACIÓN DEL IMPACTO

El impacto del proyecto completo es más general en el sentido en que los algoritmos desarrollados impactaran en las cualidades que los productos de Intel en el área de drones puedan tener. Más concretamente el impacto de mi trabajo en esto mismo es que al haber pasado por varias arquitecturas de software hasta encontrar la más apropiada para la aplicación que se trataba de desarrollar, podrá dar cabida a que este tipo de arquitectura pueda ser adoptada en aplicaciones similares en otros grupos que también se dediquen a la implementación de algoritmos de sistemas autónomos.

4. REFLEXIONES DEL ALUMNO

4.1 APRENDIZAJE PROFESIONAL OBTENIDO

Trabajar en un proyecto de investigación tiene varios puntos de comparación con un proyecto de desarrollo industrial como en el que me desempeñe durante mi primer PAP. En el primer PAP los aprendizajes fueron en términos de la vinculación con la empresa, el familiarizarse con el desarrollo industrial y la administración de proyectos formal. Estos puntos también se cumplieron en este PAP pero más determinantes fueron los aprendizajes que pudieron emanar de la naturaleza de exploración del proyecto.

Al ser un proyecto de investigación muchas veces no quedaba tan claro cuánto tiempo requería realizar cierta tarea, para esto hay dos puntos importantes que aprendí a tratar. Cuando se está explorando en una nueva solución y se están evaluando posibles caminos hay que ser muy cautelosos para discernir en que camino vale la pena invertir tiempo y esfuerzo. Muchas veces un problema relativamente sencillo abordado desde un camino poco evaluado puede llevar a perder varias semanas en tratar de desarrollar a partir de allí. Esto puede ocasionarse por una suposición mal fundamentada al elegir ese camino (quizá basada solo en intuición) o quizá por alguna debilidad técnica sobre todo respecto a aspectos teóricos del campo de estudio. Para hacer esta evaluación no es suficiente con basarse en experiencia propia, sino que hay que revisar minuciosamente el estado del arte en esa área en específico y revisar también algunas soluciones relacionadas de fechas lo más próximas posibles. Esto se hace para asegurarse de que el problema que se está resolviendo no se ha resuelto ya, y si ya está resuelto hacer el mapeo apropiado de dicha solución al nuestro problema original.

En este mismo espíritu de tratar de cuantificar y medir el contexto para tomar decisiones, hay una perspectiva importante para la solución de problemas que aprendí durante el proyecto. En sistemas complejos buscar la causa de un problema puede llevar mucho tiempo, parte del cual se invierte en modificar algo que pensamos que elimina la causa pero en realidad no lo hace. Para hacer esto de una manera más efectiva aprendí las siguientes dos cosas. Al hacer hipótesis sobre la causa de algún problema puede haber muchas respuestas, pero es importante cuantificar de alguna manera el impacto que cada una de estas causas puede tener en el problema para así atacar a la más importante y no gastar tanto tiempo en eliminar causas con poco impacto. Además, siempre hay que diferenciar entre la causalidad y la correlación, esto es que si algo siempre sucede al mismo tiempo que hay un problema, entonces esta correlacionada con el problema pero no necesariamente es la causa del mismo. En algunas ocasiones nos concentramos en eliminar eventos correlacionados con el problema más que en buscar la causa del mismo, lo cual también es una mala inversión del tiempo.

4.2 APRENDIZAJES SOCIALES

La manera en que se desempeñó el proyecto no aporta de manera directa como un beneficio social tangible o inmediato para la sociedad pero queda claro que proyectos de investigación de este nivel favorecen al ecosistema de innovación en tecnología que en la ciudad se construye. Trabajando en el proyecto me di cuenta que las personas que trabajan ahí al igual que muchas

más tienen un nivel y capacidades comparables con las de un equipo de investigación reconocido en el extranjero. El impacto de tener a personas con esta formación trabajando en esta ciudad impacta en las escuelas donde estas personas dan clase así como proyectos de vinculación con universidades que Intel puede tener. De esta manera se fomenta un ambiente de desarrollo bastante propicio para el crecimiento de esta sociedad.

4.3 APRENDIZAJES ÉTICOS

Más como una reflexión ética personal, pude darme cuenta de que lo que busco es continuar en el campo de la investigación estudiando en el extranjero pero volviendo a esta ciudad para compartir esos conocimientos y habilidades. Hay mucho talento en nuestra sociedad pero se necesita gente para enseñar e inspirar a que estos talentos puedan usarse.

5. CONCLUSIONES

Mi particular experiencia en este proyecto concluye con las expectativas rebasadas. Originalmente planteé adquirir ciertas competencias y se logró por encima del nivel deseado. Las competencias que se esperaban obtener como las de teoría de control, optimización, visión y pruebas fueron obtenidas gracias al recurrente trabajo usándolas como herramientas en el día a día del proyecto. Además se abrió mucho el panorama en estos temas sobre todo respecto al estado del arte y las técnicas más nuevas.

Originalmente yo entre en este proyecto buscando explorar el contexto de la investigación para buscar mi propio camino. Esta experiencia me ayudó a consolidar mi visión de lo que puedo considerar ahora mi pasión, el desarrollo e investigación en robótica. Pude comprender que este tipo de investigación es lo que realmente me gusta y es lo que me gustaría seguir estudiando