

# Prototipo de sistema de piloto automático para drones utilizando un SBC

## *Trabajo Terminal No. \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_*

*Alumnos: \*Cruz Belmont Ricardo Ivan, González Amaro Brian*

*Directores: Marco Antonio Dorantes González*

*Correo: ricardo.cb009@gmail.com*

**Resumen:** Los drones son una herramienta tecnológica que ha evolucionado en los últimos años. Gracias a esta evolución, combinada con innovaciones en otros ramos de la ingeniería, el pilotaje de un dron es una actividad que puede ser automatizada, al punto de no necesitar un operador con experiencia de vuelo en este tipo de aeronaves. Dicha innovación, tiene un gran número de aplicaciones en distintos ramos profesionales; en la seguridad, el riego de cultivos, mensajería, soporte en urgencias, entre otros. Por lo tanto, en este trabajo terminal, se pretende desarrollar un prototipo de dron completamente autónomo mediante un SBC (Single Board Computer) y un conjunto de sensores, cuyo uso tenga aplicaciones en distintas áreas comerciales o de interés público.

**Palabras clave:** Autonomía, Dron, Single Board Computer, Sistema embebido, Unmanned Aerial Vehicle (UAV).

## 1. Introducción

En los últimos años, el uso de drones ha incrementado significativamente. En consecuencia, muchas industrias han empezado a tomar en cuenta este recurso tecnológico, ya que permite ahorrar dinero y mejorar la eficiencia en sus operaciones [1]. Existen dos tipos de usos principales que las industrias les han dado a los drones; recolectar datos y entregas. Ambos usados en una amplia variedad de industrias, que van desde la agricultura, la química, construcción, minería, logística, etc. [1]

De acuerdo con Business Incidir [2], el mercado del uso comercial de drones, tiene pronosticado un crecimiento de \$4.4 mil millones de dólares en 2018, a 63.3 mil millones de dólares en 2025. Este pronóstico muestra un escenario prometedor para todas las compañías dedicadas a la comercialización y desarrollo de UAV (Unmanned Aerial Vehicle). Sin embargo, para que este crecimiento pueda darse, debe acompañarse por una ola de innovaciones en las tecnologías que puedan ser la base de esta industria

En México, los drones juegan un papel importante en la seguridad Nacional, ya que la Sedena ha indicado que han hecho uso de vehículos aéreos no tripulados (UAS, Unmanned Aerial Systems) para combatir al crimen organizado, además de que varias investigaciones apuntan que el gobierno Mexicano ha invertido alrededor de 5.6 millones en el desarrollo de UAS, de acuerdo con Guevara. [3] Otra área con potencial uso de este tipo de vehículos en México es la agricultura, ya que países como Brasil y Japón han hecho uso de drones agrícolas desde hace tiempo, mientras que en Yucatán se han usado UAS para el análisis de vegetación en cenotes, como indican Aguilar et al. [4] Por otro lado la situación sanitaria actual ha llevado a gobiernos estatales a hacer uso de estos dispositivos para poder realizar tareas masivas de sanitización como lo indica Gandaria[5].

Por lo tanto, existe un mercado de potencial crecimiento en México, que puede ser satisfecho con el uso de drones, si es que se acompaña de innovación tecnológica que permita destacar y evidenciar las ventajas de el uso de UAS en las industrias con potencial desarrollo.

## Estado del Arte

En la tabla 1 se muestran productos similares

	Características	Precio
<b>Auto Delivery Drone</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hexacóptero de entregas enfocado a la industria [6]</li><li>• Tiene una capacidad de carga de 7kg [6]</li><li>• Demasiado pesado y enfocado a cargar objetos de tamaño mediano. [6]</li></ul>	\$4800 USD
<b>Planeador de misión y módulo de vuelo guiado para un Drone.</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Es un módulo de vuelo guiado, el cual indica la ruta al usuario y este, puede seguir las indicaciones [7]</li><li>• Diseñado específicamente para el dron Parrot Ar Drone 2.0 [7]</li><li>• Solo es capaz de recorrer un rectángulo de 80x15 metros [7]</li><li>• Si te encuentras a más de 50 m de distancia, la señal se pierde [7]</li></ul>	No disponible
<b>Prototipo de piloto automático para dron.</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Capaz de conectarse a cualquier dron con el software de controlador de vuelo compatible.</li><li>• Se puede usar de manera autónoma y con un mando a distancia.</li><li>• Se especifica las coordenadas destino y es capaz de regresar al lugar de origen.</li></ul>	No disponible

## 2. Objetivo, Prototipo de piloto automático para drones

Desarrollar un prototipo de sistema que le permita a un dron desplazarse de manera autónoma hacia coordenadas específicas, indicadas por un usuario, haciendo uso de módulo GPS, sensores de distancia y un SBC.

Objetivos Específicos.

- Implementar el módulo de vuelo autónomo mediante un SBC que se conecte al controlador de vuelo del dron.
- Incorporar sensores de distancia en el dron para evitar las colisiones con objetos
- Desarrollar una interfaz donde el usuario ingrese las coordenadas a las cuales quiere que se dirija el dron.

## 3. Justificación

En la introducción, se menciona que existe un crecimiento en el uso de drones en distintos tipos de industrias. Sin embargo, el uso de drones convencionales implica que los trabajadores deberán ser capaces de operar de manera eficiente estos vehículos. Es decir, el operador del dron tendrá que familiarizarse con toda la terminología de este tipo de aeronaves y aprender a volar de manera manual el vehículo. Aunado a esto, en países como Reino Unido, se requiere un permiso especial para que una persona pueda volar un dron [8]. Esto implica que las empresas que quieran hacer uso de este tipo de aeronaves tengan que considerar una inversión adicional a la de la compra de los vehículos, además del tiempo que tomaría la capacitación para cada individuo que tenga que operar una UAV.

A pesar de que grandes empresas como DJI ofrecen drones para distintos tipos de usuarios y usos, la mayoría de sus productos requieren de un operador que tenga experiencia de vuelo previa con algún tipo de UAV. Además, en la tabla del Estado del Arte, se muestra el precio de una opción en el mercado, la cual, al tipo de cambio actual, alcanza los \$100,000 pesos mexicanos, la cual es una inversión bastante alta y a tomarse en cuenta si se considera adquirir más de una aeronave para satisfacer las necesidades de alguna empresa o negocio. Por otro lado, en la línea profesional de DJI y su producto DJI Agras T20, el cual es un drone enfocado en la agricultura, puede llegar a costar hasta \$439,800 MXN [9]; el cual es un precio bastante elevado.

Por lo tanto, las empresas que comercializan drones para uso profesional tienen distintos retos; que el uso de sus productos sea lo más sencillo posible, y que a su vez, ofrezca la confiabilidad de realizar sus tareas correspondientes de manera eficiente, y finalmente, ofrecer una relación costo beneficio en los productos de sus líneas profesionales.

En el siguiente trabajo terminal, pretendemos dar solución a este problema, al ofrecer un drone que sea capaz de volar de un punto a otro, sin necesidad de que el operador tenga experiencia previa en el uso de este tipo de aeronaves. Además, en la parte de estimaciones y viabilidad del proyecto, se verá que el costo final del prototipo tiene una relación costo beneficio bastante alta, comparada con las opciones mencionadas anteriormente, ya que no será necesario incluir un control u algún otro aditamento que tenga pantalla, sino que, el usuario se podrá comunicar con el drone, a través de cualquier teléfono inteligente.

#### **4. Productos o resultados esperados**

1. Interfaz de comunicación humano - dron
2. Dron aéreo
3. Módulo de piloto automático para dron.
4. Documentación técnica del dron
5. Código de la interfaz
6. Manual de uso de la aplicación

La **arquitectura** propuesta es la siguiente:

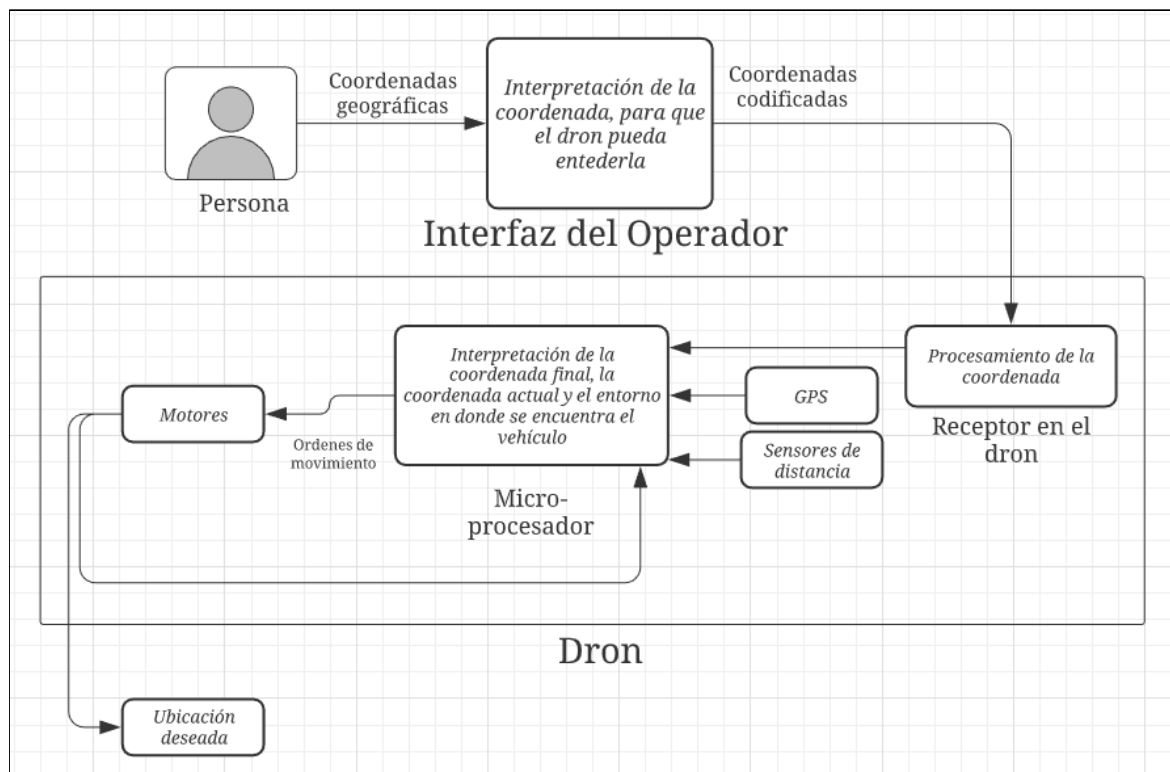


Figura 2: Arquitectura propuesta para el sistema

## 5. Metodología

Se ha decidido hacer uso de la metodología orientada a objetos utilizando el modelo de proceso de prototipo.

Ya que el proyecto necesitará del desarrollo de ramas de software y hardware, nos pareció acertado hacer uso de este modelo, ya que es básicamente “prueba y error”, si alguna parte del prototipo no cumple con las expectativas mencionadas anteriormente podemos rehacerlo y corregir los errores.

Además de tener múltiples ventajas como reducir los costos, y aumentar las probabilidades de éxito, y dado que somos primerizos en el desarrollo de este tipo de tecnología nos servirá para probar la eficacia de algoritmos y componentes que planeamos usar durante el desarrollo.

Existe una sub modelo llamado “modelo de prototipo modular”, en este modelo en particular se agregan elementos al prototipo a medida que el ciclo de diseño va progresando, esto resulta de suma utilidad pues podemos construir un primer prototipo donde solo tenga que volar con ayuda de un control remoto dado por el usuario, después agregar módulos de acuerdo a la funcionalidad, como los sensores de distancia, luego el módulo gps, y posteriormente el desarrollo del algoritmo para llegar de una coordenada a otra, sin necesidad de que el usuario lo controle; y finalmente la interfaz de comunicación con el dron.[9]

Durante todo el proceso, usamos prácticamente el mismo prototipo solo agregamos los módulos de hardware y/o software que necesitamos, y si fracasamos en alguna etapa el modelo nos permite reestructurar el producto final hasta hacerlo aceptable

## 6. Cronograma

Alumno: Brian Gonzalez Amaro

[illegible]

Alumno: Ivan Ricardo Cruz Belmont

[illegible]

## 7.Referencias

- [1]Flyability. COMMERCIAL DRONES: INDUSTRIES THAT USE DRONES, DELIVERABLES, AND OUR LIST OF THE TOP MODELS ON THE MARKET [Online] Disponible: <https://www.flyability.com/commercial-drones#:~:text=One%20of%20the%20most%20common%20deliverables%20for%20commercial%20drone%20work,cinematography%20for%20work%20in%20filmmaking>
- [2]Insider Intelligence, (2021, Enero, 12). Drone technology uses and applications for commercial, industrial and military drones in 2021 and the future [Online] Disponible: <https://www.businessinsider.com/drone-technology-uses-applications?r=MX&IR=T>
- [3] I. Guevara (2015, Julio, 11). Los “drones” de México: quién los utiliza y por qué. [Online] Disponible:<https://www.animalpolitico.com/2015/07/los-drones-de-mexico-quien-los-utiliza-y-por-que/>
- [4] Y. Aguilar, G. Gijón, J. Martínez. Drones, una gran alternativa para la agricultura. *AgroRegion*, pp 34-36, Septiembre 2017.
- [5] M. Gandaria (2020, Agosto, 29). Esto dice la legislación mexicana sobre uso de drones [Online] Disponible: <https://www.elsoldemexico.com.mx/finanzas/drones-leyes-mexico-direccion-general-de-aeronautica-civil-sct-espacio-aereo-mexicano-5687607.html>
- [6]A. Del (2018, Marzo, 12). 12KG Class Delivery Drone for Sale.[Online, consultado 7-11-2020]. Disponible: <https://www.autodeliverydrone.com/standard-12-kg-delivery-drone-for-sale/>
- [7]A. G. Lobato, Planeador de misión y módulo de vuelo guiado para Drone. Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Cómputo. 2014-A042. (2015, Junio, 23).
- [8] C. Lowbridge. (2016, Diciembre, 25). Flying a drone: How easy is it to fly one safely? . BBC News. [Online, consultado 20/04/2021]. Disponible: <https://www.bbc.com/news/uk-england-nottinghamshire-37318584>
- [9] “Modelos de procesos” class notes for Software Engineering, Academia de Ingeniería de Software, Escuela Superior de Cómputo, Instituto Politécnico Nacional, otoño 2020.

## 8. Alumnos y Directores

Ivan Ricardo Cruz Belmont.

-Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM,

Boleta: 2015090138 , Tel. 55 3379 72200 ,  
email ricardo.cb009@gmail.com



Ivan R. Cruz Belmont

Firma: \_\_\_\_\_

Brian Gonzalez Amaro.

-Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM,

Boleta: 2018630401 , Tel. 24 9128 4908 ,  
e mail brianamaro44@gmail.com



Firma: \_\_\_\_\_

Marco Antonio Dorantes González - Maestro en Ciencias de la Computación (CIDETEC - IPN), Profesor en ESCOM desde 1996, Ing. en electrónica. revisor técnico de libros para editoriales de prestigio (McGraw Hill, Thompson, Pearson Education). Directora de más de 70 trabajos terminales. Ex subdirector de Inteligencia de negocios (technopoli), Ex jefe del departamento de programación y desarrollo de sistemas en ESCOM. Experiencia en el sector industrial en el área de instrumentación y electrónica. Publicaciones en revistas de carácter científico.

Áreas de interés: Ingeniería de Software, instrumentación electrónica.

Email [mdorantesg@ipn.mx](mailto:mdorantesg@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.