

Ambient Intelligence: Development of Control System Applied to Quadcopter Drone through Amazon Alexa

M.I. Neftalí Elorza López, Ing. Osvaldo Homero Cruz Rivera, Dr. Víctor Javier González Villela, M.I Fernando Macedo Chagolla and
Ing. Carlos Alberto Vázquez Alonso

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México

Facultad de Estudios Superiores Aragón (UNAM), México, neftali.elorza@ingenieria.unam.edu and machf1@unam.mx

Facultad de Ingeniería (UNAM), México, cosvaldo518@gmail.com, cabetovzqz@gmail.com, and vjgv@unam.mx

Facultad de Contaduría y Administración (UNAM), México, lusanru89@gmail.com

Abstract- This article shows the development of a control system based on the 3 attributes of environmental intelligence (Ubiquity, Transparency an intelligence), which is normally applied in static systems such as a spotlight, a relay or even in video surveillance cameras, for that reason this principle was applied in a drone with the aim of including a mobile robotic system within a domestic environment. All this to implement human-robot interaction in everyday life in a simpler way. By applying the MQTT protocol, it was possible to communicate wirelessly, with the drone being the client, the computer the broker that creates the server through Node – RED, which in turn is the one who communicates with the Amazon Alexa service, which aims to be the party that interacts with the end user.

Keywords- Ambient Intelligence, Robots, Drone, Quadcopter, Robotics, MQTT Protocol, Node-RED, Amazon Alexa.

Inteligencia Ambiental: Desarrollo de Sistema de Control Aplicado a Dron Cuadricóptero a través de Amazon Alexa

M.I. Neftalí Elorza López, Ing. Osvaldo Homero Cruz Rivera, Dr. Víctor Javier González Villela, M.I Fernando Macedo Chagolla and Ing. Carlos Alberto Vázquez Alonso

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México

Facultad de Estudios Superiores Aragón (UNAM), México, neftali.elorza@ingenieria.unam.edu and machf1@unam.mx

Facultad de Ingeniería (UNAM), México, cosvaldo518@gmail.com, cabetovzqz@gmail.com, and vjgv@unam.mx
Facultad de Contaduría y Administración (UNAM), México, lusanru89@gmail.com

Resumen - El presente artículo muestra el desarrollo de un sistema de control basado en los 3 atributos de la inteligencia ambiental (Ubicuidad, Transparencia e Inteligencia), la cual es aplicada normalmente en sistemas estáticos como puede ser un foco, un relevador o inclusive en cámaras de videovigilancia, por esa razón se aplicó este principio en un dron con el objetivo de incluir un sistema robótico móvil dentro de un ambiente doméstico, todo esto para implementar la interacción humano – robot en la vida cotidiana de una forma más sencilla. Aplicando el protocolo MQTT se logró realizar la comunicación de forma inalámbrica, siendo el dron el cliente, la computadora el bróker que crea el servidor por medio de Node – RED, el cual a su vez es quien se comunica con el servicio de Amazon Alexa, que tiene como finalidad ser la parte que interactúa con el usuario final.

La Inteligencia Ambiental es un concepto que se ha popularizado en los últimos años, esto, por su fácil implementación en sistemas con actividades únicas y concretas, como son: encender una luz, reproducir una canción, bajar una cortina, etc. Pero ¿qué pasaría si ahora estos sistemas se pasan a la robótica?, es aquí cuando las posibilidades de un mundo virtual en el cual las actividades comunes o repetitivas pueden ser ahora trabajo de los robots.

Parte de la idea de transparencia incluye a la interacción humano-robot, en que ya no se necesitan botones ni palancas para controlar una máquina, más bien, se transforman en gestos, sonidos u otras formas de interacción lo más natural posible para el humano.

I. INTRODUCCIÓN

“La Inteligencia Ambiental, es un paradigma de las tecnologías de la información en el que las personas están inmersas en un espacio digital que es consciente de su presencia, sensible al contexto y que se adapta a sus necesidades, hábitos y emociones, teniendo como fundamento 3 atributos esenciales los cuales son: Ubicuidad, Transparencia e Inteligencia” [1].

A. Objetivos

Objetivo General

Implementar un robot móvil dentro de un ambiente doméstico con la finalidad de incorporar la interacción humano - robot en la vida cotidiana, todo esto a través de los 3 atributos de la Inteligencia Ambiental.

Objetivos Particulares

- Controlar un vehículo aéreo no tripulado (VANT) con la voz dentro de un ambiente con múltiples sistemas interconectados.
- Generar un sistema de comunicación inalámbrica basado en el protocolo 802.11 (WiFi)

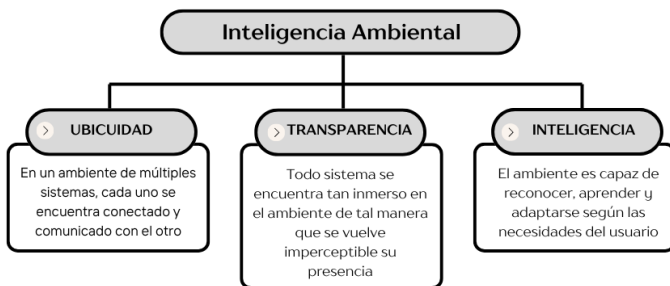


Fig. 1 Definición de Inteligencia Ambiental [1]

- Implementar los 3 atributos de la inteligencia ambiental en un sistema robótico móvil (Dron).
- Desarrollar un sistema que nos permita integrar el servicio Amazon Alexa para el control por medio de comandos de voz.

B. Hipótesis

La implementación de la Inteligencia Ambiental dentro de un robot móvil puede permitir que la Interacción Humano - Robot sea de forma cotidiana, además que al implementar el Servicio de Amazon Alexa daría la oportunidad de que a través de su Inteligencia Artificial se pueda controlar al robot por medio de comandos de voz, todo esto con la finalidad que el usuario se sienta más cómodo con la presencia de un dron en su vida diaria.

II. ANTECEDENTES

El presente proyecto se llevó a cabo utilizando un dron DJI TELLO, es decir, un cuadricóptero con un controlador de vuelo, un sistema de transmisión de video, un sistema de posicionamiento visual, un sistema de propulsión y una batería de vuelo [2]. El TELLO fue elegido debido a que incluye una interfaz de programación desarrollada por Ryze Tech y DJI con información del SDK que permite a cualquier desarrollador enviar comandos de texto para controlar el dron [3].

El SDK del TELLO es el encargado de conectar al cuadricóptero enviando y recibiendo instrucciones mediante el protocolo UDP de Wi-Fi. El SDK está escrito en python y cuenta con múltiples instrucciones, instrucciones que serán los nodos dentro de Node-RED [4].

Node-RED es un software de código abierto que se basa en un entorno de programación visual de diagramas de flujo.

Cuenta con una sección de nodos que permite al programador conectar unos con otros rápidamente, resulta útil en aplicaciones del IoT gracias a su cualidad de combinar eventostanto físicos como digitales [3].

Los flujos de Node-RED se crean en un editor basado en el navegador y servido desde la terminal de Node.js. Los flujos se crean arrastrando los nodos y conectándolos en el editor, luego se compila y ejecuta con el botón deploy. Existen múltiples nodos predeterminados, sin embargo, hay una gran cantidad de nodos disponibles para ser instalados y agregar capacidades adicionales a Node-RED [3].

Además, se tomó en cuenta que el dron cuadricóptero cuenta con 6 grados de libertad y que gracias a los 4 movimientos básicos puede desplazarse (Alabeo, Cabeceo, Guiñada y Elevación) [5], todo esto se implementó en el desarrollo de los comandos de voz.

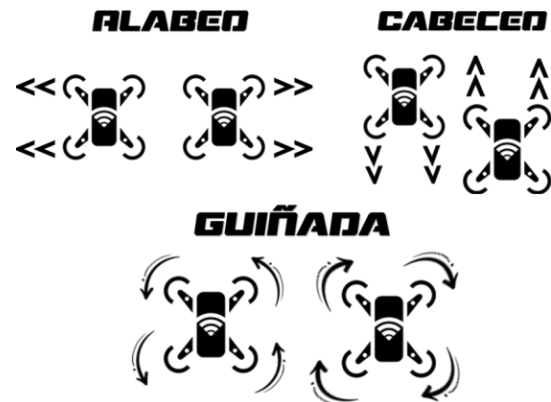


Fig.2 Movimientos Básicos Dron Cuadricóptero en X

III. DESARROLLO

En principio se requiere descargar e instalar Node.js desde la página: <https://nodejs.org/es/>. En la sección de descargas, se elige la versión LTS que es la recomendada según el ordenador en que será ejecutado el programa.

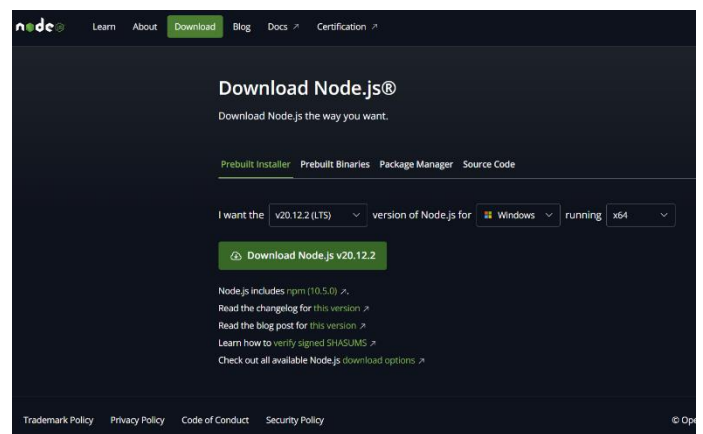


Fig. 3 Página oficial de descarga Node.js

Lo siguiente es ir a la terminal Node.js command prompt, allí se deberá escribir el comando “npm install -g--unsafe-perm node-red”, con ello se habrá instalado Node-RED y estará listo para ser ejecutado; no obstante, también deberá instalarse el SDK del TELLO con el comando “npm install node-red-contrib-tello”; así como el flujo para el dashboard donde se verificará la telemetría más adelante, para este último se usará el comando “npm i node-red-dashboard”; para actualizar el dashboard a la última versión se necesita escribir el comando “npm i node-red/node-red-dashboard”. En este punto, se necesita ejecutar el último comando “node-red” [6], en seguida se correrá el servidor para poder iniciar la programación del TELLO desde la dirección ip dada y manejada en el navegador.

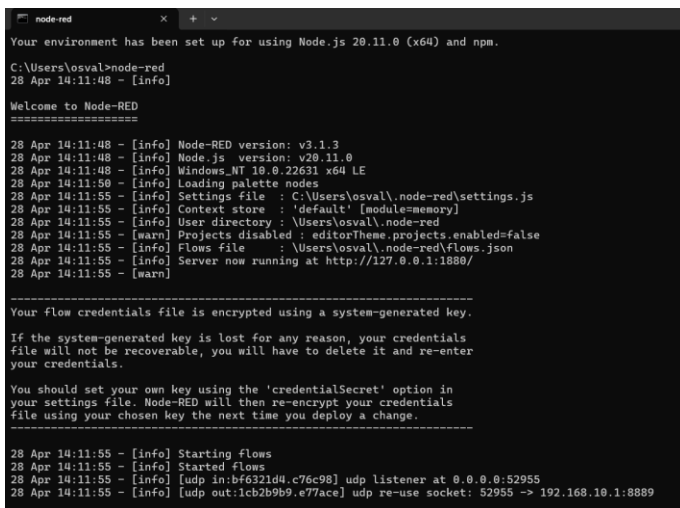


Fig. 4 Terminal de Node-RED ejecutada desde un computador.

Para el correcto envío de datos de telemetría del TELLO se necesita una red wifi propia, esta se muestra en la figura 3.

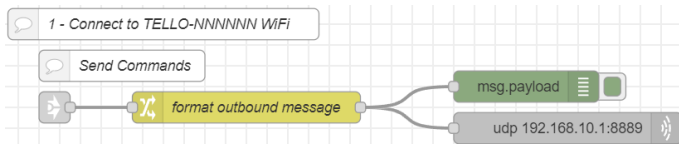


Fig. 5 Red wifi del TELLO en Node-RED.

Así como un puerto UDP para la lectura y recepción de datos.

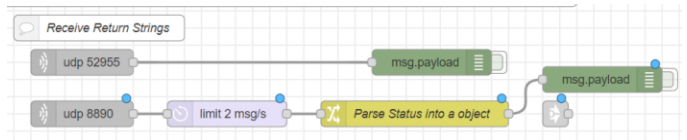


Fig. 6 Puertos UDP de lectura de datos del TELLO en Node-RED.

Luego se insertan los comandos de vuelo para la nave, donde los recuadros en azul oscuro representan las órdenes de ejecución mientras que los amarillos son los ejecutores de la acción; los bloques en azul claro permiten visualizar en la interfaz la precisa ejecución de las acciones mediante un mensaje msg.payload. En caso de error se mostrará msg.enabled.

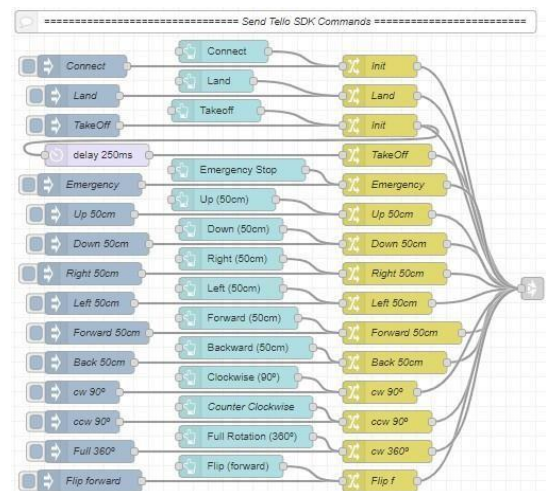


Fig. 7 Comandos de ejecución de vuelo del TELLO en Node-RED.

Por tanto, la programación consiste en ir añadiendo los respectivos nodos a utilizar. Los gauges son los bloques encargados de la medición de cada proceso, mismos datos que se mostrarán en el dashboard.

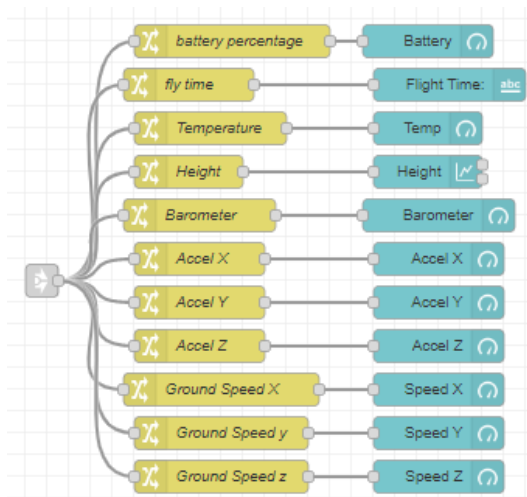


Fig. 8 Gauges de telemetría del TELLO en Node-RED.

Lo siguiente es instalar un módulo de integración que comunique a Alexa con Node-RED. Para ello se busca “node-red-contrib-alexa-home-skill” desde el manage palette [7].

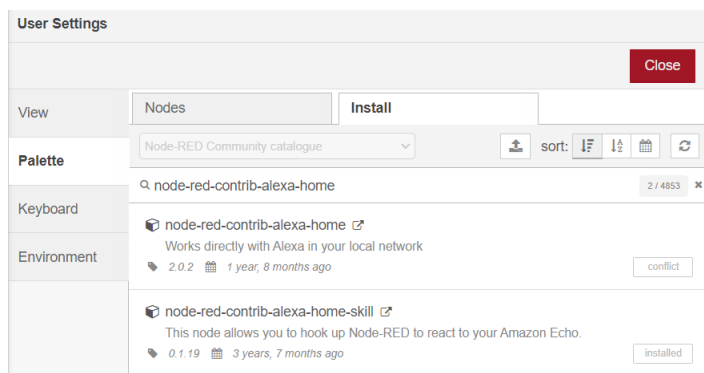


Fig. 9 Módulo de integración Alexa home skill en Node-RED.

Una vez hecho esto, se procede a crear cada una de las funcionalidades de Alexa, mismas que serán los comandos de voz para el control del cuadricóptero. Desde la página del módulo de integración: <https://alexa-node-red.bm.hardill.me.uk/>, donde los mismos usuario y contraseña serán los utilizados para skill Node-RED de Alexa y el nodo Alexa Home en Node-RED; posteriormente se crea cada dispositivo como luz con un solo interruptor (Encendido) [7].

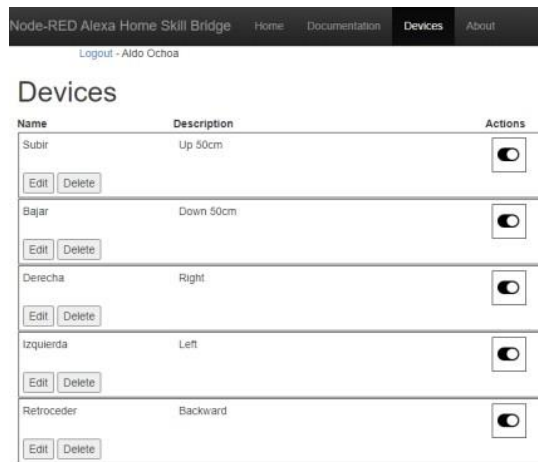


Fig. 10 Skills de luces con nombres comandos para Alexa.

Es importante mencionar que cada que se agreguen o modifiquen dispositivos, se debe rehacer un reconocimiento de todos estos desde la página de Amazon Alexa; cabe recordar que se debe contar con una cuenta de Amazon para acceder al sitio: <https://alexa.amazon.com.mx/spa/index.html#cards> ; con esta misma cuenta de Amazon, se baja la app de Alexa en el teléfono, donde también, con anterioridad se ha instalado la Node-RED skill, vinculada a la cuenta del módulo de integración.

Alexa está buscando dispositivos.

La detección de los dispositivos puede tardar hasta 20 segundos.



Fig. 11 Reconocimiento de dispositivos de Node-RED en Alexa.

Ahora solo resta finalizar la programación del dron desde el servidor Node-RED, aquí se debe crear un recuadro de Alexa Home por cada dispositivo en cuestión, vincularlo con la cuenta del módulo de integración, asignarle un dispositivo o comando y finalmente unirlo con los globos amarillos para ejecutar la acción.

El diagrama final mostrado en la figura 8, en el apartado debug, muestra la ejecución de cada comando con la indicación “Alexa enciende conectar”, “Alexa enciende volar”, etc. En este punto solo resta conectar la computadora a la red Wi-Fi del TELLO, al mismo tiempo mantenerla conectada a internet con un cable ETHERNET para que pueda recibir las instrucciones de Alexa desde cualquier otro dispositivo.

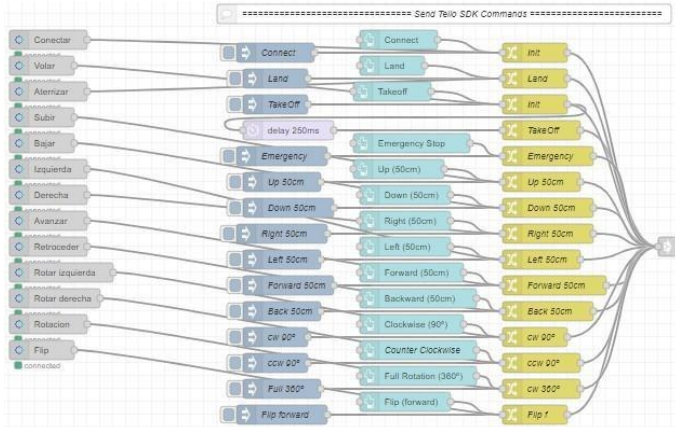


Fig. 12 Comandos de ejecución de vuelo del TELLO con Alexa en Node-RED.

IV. PROBLEMAS DETECTADOS EN LA EJECUCIÓN

A. Conexión Wi-Fi

Es sumamente importante verificar que se tenga conexión a internet en la computadora, se sugiere que esta sea por cable ETHERNET, ya que al mismo tiempo deberá estar conectado vía Wi-Fi en la red que proporciona el Dron Cuadricóptero TELLO. La primera es para que los comandos de voz puedan llegar a Node-RED; mientras que la segunda conexión permite enviar los datos de ejecución al dron desde Node-RED.

B. Batería

La batería debe estar cargada completamente antes de operar el dron, esto proporciona un tiempo de vuelo eficaz de aproximadamente 13 minutos con una distancia de 20 metros. De lo contrario, se puede presentar pérdida de señal con la computadora, o error crítico de aterrizaje de emergencia para evitar una caída libre que pueda provocar la destrucción del mismo.

C. Error udp in: bd7e5975.45fad8

En ocasiones, cuando el servidor se reinicia en la computadora, se puede presentar un error de sobrescritura de los datos en la telemetría, por lo que, en Windows, será necesario entrar a “C:\Usuarios\TuUsuario\.node-red”, para borrar todo el contenido de esta carpeta, reiniciando el servidor a su estado inicial

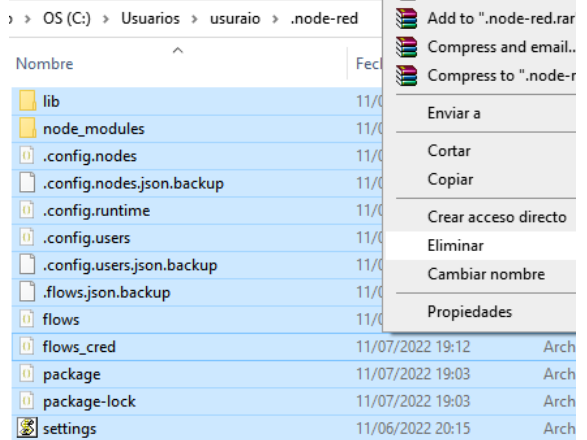


Fig. 13 Datos sobrescritos en la carpeta. node-red.

V. RESULTADOS

1) Una vez con el servidor creado y el código ya hecho, se accedió al portal de Node-RED con dirección “//127.0.0.1:1880” donde se pudo observar el diagrama completo, y en el apartado debug, además de la ejecución precisa de los comandos.

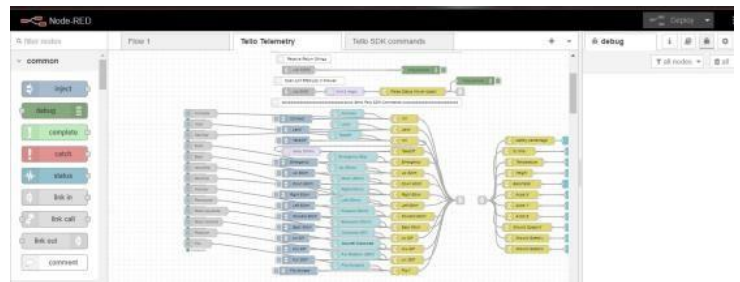


Fig. 14 Diagrama de flujo final ejecutado con visualizador de depuración.

2) Primero se conectó la computadora a la red Wi-Fi del dron, asegurándose de no perder conexión a internet mediante el cable ETHERNET.

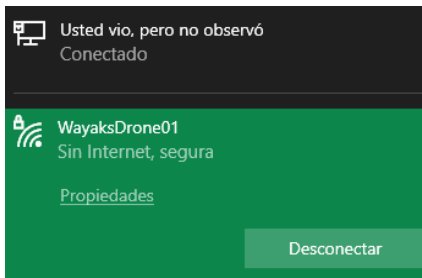


Fig. 15 Conexión MQTT dron-computadora.

3) Se verificó que el dron estuviera correctamente en Attitude mode para poder acatar los comandos.



Fig. 16 Dron activado en Attitude mode.

4) A través de un dispositivo móvil con una cuenta de Amazon y la aplicación Alexa instalada, se le dio la indicación de encender y conectar”, corroborando que el sistema de posicionamiento visual se active correctamente.



Fig. 17 Dron conectado y listo para volar.

5) Para despegar se indicó “Alexa, enciende volar”.



Fig. 18 Dron volando establemente.

6) Se realizaron múltiples indicaciones como “Alexa, enciende subir”, “Alexa, enciende rotar derecha”, “Alexa enciende avanzar”, entre otras.



Fig. 19 Dron rotando 90° en sentido horario.



Fig. 20 Finalmente se indicó “Alexa, enciende aterrizar”, y el dron concluyó el vuelo exitosamente.

7) Para verificar la simplicidad del experimento, además de que fuera replicable, se le proporcionó toda la información necesaria a estudiantes del segundo semestre de ingeniería eléctrica electrónica de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, para que realizaran dicho experimento, teniendo como resultado el logro exitoso del mismo, además que todas las fotografías incorporadas en el presente artículo son resultado de su trabajo, donde cabe mencionar que se realizó en 2 puntos diferentes uno en Ciudad de México y otro en Tlaltetela, Veracruz.

VII. CONCLUSIONES

La Inteligencia Ambiental logró ser aplicada en el control de un dron DJI TELLO a través de Amazon Alexa. Es decir, la parte de ubicuidad se ve en los múltiples sistemas interconectados, desde el dron que se comunica con la computadora, la misma computadora con el servidor, el servidor con el modem de internet, el modem de internet con el dispositivo que ejecuta a Alexa, y el dispositivo que ejecuta a Alexa con el usuario final. Asimismo, la transparencia se percibe en la comunicación que tiene el usuario con el dron, aunque en realidad son múltiples sistemas comunicados entre sí, para enviar un mensaje el usuario solo necesita realizar un sonido tal como lo haría de manera natural. Por otro lado, la inteligencia se encuentra en la capacidad de interpretación de mensajes de voz de Alexa, donde a su vez, está la transforma en indicaciones para cada sistema conectado.

Dentro de los protocolos de seguridad implementados en los experimentos, se tomó en cuenta el uso de los protectores, además que el dron debido a sus proporciones permitió ser operado de un espacio cerrado, tomando en cuenta que, en esta parte de la investigación, únicamente se implementaron funciones básicas para implementar el concepto de inteligencia ambiental.

VIII. Trabajo a Futuro

Determinar trayectorias que permitan integrar una función dentro de un espacio doméstico (seguridad), tomando en cuenta que el vehículo implementado no puede soportar una carga útil significativa.

Se busca aplicar el mismo esquema dentro de una colmena de drones para que realicen formaciones controladas por voz de manera autónoma.

Implementar el mismo fundamento dentro de otros drones tanto por marca, configuración, tamaño o peso, no dejando de lado la importancia de la seguridad de cualquier ente vivo en el ambiente.

Agradecimientos

Agradecemos al Ing. Luis Armando Sánchez Ruiz de la Facultad de Contaduría (UNAM), por todo el apoyo brindado a lo largo del desarrollo del presente artículo.

REFERENCIAS

- [1] M. I. Martínez, "Inteligencia ambiental," en REVISTA DEDIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA, Agosto. 2013. [En línea]. Disponible en: <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol26num2/articulos/inteligencia.html#:~:text=La%20inteligencia%20ambiental%20es%20un,sus%20necesidades%2C%20h%C3%A1bitos%20y%20emociones>
- [2] Ryze Tech., *TELLO Manual del usuario V1.0*. (2018, may.). Acceso: Jul. 9, 2022. [En línea]. Disponible en: https://dl-cdn.rvzerobotics.com/downloads/Tello/201806mul/Tello%20User%20Manual%20V1.0_ES.pdf
- [3] B. Innes, J. Walicki & J. Pearson. "Node-RED-Tello-Control." GitHub. <https://github.com/johnwalicki/Node-RED-Tello-Control/blob/main/docs/PART1.md> (acceso Jul. 13, 2022).
- [4] Ryze Tech., *TELLO SDK 2.0 User Guide V1.0*. (2018, nov.). Acceso: Jul. 11, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://dl-cdn.rvzerobotics.com/downloads/Tello/Tello%20SDK%202.0%20User%20Guide.pdf>
- [5] N. Elorza, "DISEÑO Y DESARROLLO SUSTENTABLE DE UN FRAME DE CARRIZO (ARUNDO DONAX) PARA UN DRONE CUADRICOPTERO," M. S. tesis, Dept. I. M., UNAM, Ciudad de México, México. [En línea]. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2016/agosto/0749747/Index.html>
- [6] OpenJS Foundation. "Node-RED Library." Node-RED. <https://flows.nodered.org/> (acceso Jul. 1, 2022).
- [7] Domótica Solar, España. *Integración Nodered con Alexa. Maneja tu Nodered desde Alexa totalmente gratuito!*. (Feb. 2022). Acceso: Jul. 1, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=2nWWz27lksE&t=235s>