

## Diseño antropodo en robots moviles para evaluacion de espacios confinados

### Anthropod design in mobile robots for evaluation of confined spaces

ZAPIEN-RODRIGUEZ, Jose Manuel†\*, SOLORIO-DE JESÚS, Bianca Azucena, NÚÑEZ-AYALA, Frida Libertad y FARIAS-HINOJOZA, Jhostyn Sergio

*Universidad Politécnica de Lázaro Cárdenas, Ingeniería Mecatrónica – Ingeniería Mecatronica. Av. Galeanas Sin Número, Colonia Las 600 Casas, C.P. 60950 Cd. Lázaro Cárdenas, Michoacán*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Jose Manuel, Zapien-Rodriguez* / ORC ID: 0000-0001-7198-2118, CVU CONACYT ID: 228342

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Bianca Azucena, Solorio-De Jesús* / ORC ID: 0000-0001-9669-0410

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Frida Libertad, Núñez-Ayala* / ORC ID: 0000-0003-1933-2964

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Jhostyn Sergio, Farias-Hinojoza*

DOI: 10.35429/JCA.2020.13.4.1.7

Recibido Enero 25, 2020; Aceptado Marzo 30, 2020

#### Resumen

En el presente proyecto se realizó un prototipo que es de gran utilidad en la industria de la region de Lazaro Cardenas, específicamente en el area de seguridad tanto de la elaboracion de fertilizacion como en la minera, dado que surge de la necesidad directa del trabajador al exponerse a lugares donde los niveles de contaminacion son altos, y no son perceptibles de manera natural al olfato humano, en el caso de gases, o de visibilidad y acceso, en el caso de espacios reducidos, logrando así que el uso de robots moviles sean una alternativa viable de implementacion para evitar pone ren riesgo la vida humana. Por medio de un microcontrolador tipo ARDUINO MEGA y seis pares de servomotores modelo SG90 incrustados en lo que corresponde a las articulaciones de las patas del robot araña hexápodo, con la programación adecuada se lleva a cabo el movimiento de este robot y con la ayuda de sensores de gas, temperatura y humedad será posible la prevención de gran cantidad de accidentes, al detectar la presencia de un gas nocivo para la salud o una temperatura en la que le resulta imposible trabajar e incluso sobrevivir en esta área. Se utilizo el programa LabVIEW para la programación de la interfaz de los sensores que detectaran cualquier anomalía presente en el ambiente, y se podrá llevar así un registro de cualquier riesgo.

**Antropodo Movil, Seguridad Industrial, Automatizacion**

#### Abstract

In this project, a prototype was made that is very useful in the industry of the Lazaro Cardenas region, specifically in the area of safety, both in the preparation of fertilization and in mining, given that it arises from the direct need of the worker to exposing themselves to places where pollution levels are high, and are not naturally perceptible to human smell, in the case of gases, or visibility and access, in the case of confined spaces, thus making the use of mobile robots be A viable implementation alternative to avoid puts human life at risk. By means of an ARDUINO MEGA microcontroller and six pairs of servo motors model SG90 embedded in what corresponds to the joints of the legs of the hexapod spider robot, with the appropriate programming the movement of this robot is carried out and with the help of sensors gas, temperature and humidity will be possible to prevent a large number of accidents, by detecting the presence of a gas harmful to health or a temperature at which it is impossible to work and even survive in this area. The LabVIEW program was used to program the interface of the sensors that detected any anomaly present in the environment, and thus a record of any risk can be kept.

**Mobile Anthropod, Industrial Security, Automation**

**Citación:** ZAPIEN-RODRIGUEZ, Jose Manuel, SOLORIO-DE JESÚS, Bianca Azucena, NÚÑEZ-AYALA, Frida Libertad y FARIAS-HINOJOZA, Jhostyn Sergio. Diseño antropodo en robots moviles para evaluacion de espacios confinados. Revista de Cómputo Aplicado. 2020. 4-13: 1-7.

\* Correspondencia del Autor (Correo Electrónico: zapien\_jomazaro@uplc.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Desde hace siglos, la robótica ha tenido un desarrollo muy importante hasta nuestros días abarcando desde robots móviles con sistemas muy simples hasta robots industriales con un mayor grado de complejidad. Hoy en día la tecnología permite crear dispositivos con gran grado de complejidad, permitiendo a los robots realizar actividades que serían imposibles realizar por un ser humano.

Actualmente Lázaro Cárdenas se encuentra en un ascenso acelerado en cuanto a crecimiento industrial, debido a el lugar estratégico en donde se encuentra ubicado geográficamente. Entonces por motivo de este incremento industrial, surge la necesidad de seguir más al pie de la letra las medidas de seguridad establecidas para todos los trabajadores que día a día se desenvuelven en las diferentes empresas de la región.

Como principales riesgos que se han considerado, son los existentes en zonas pequeñas o aisladas, a las que nunca o muy pocas ocasiones se ha ingresado y, por tanto, no se es consciente de los riesgos con los que dicha zona puede contar.

El sistema funciona a partir de un robot araña hexápodo, compuesto el chasis de esta impresa en PLA/ABS y con bases de acrílico, con servomotores modelo SG90 en sus articulaciones que le permitirán realizar los movimientos correspondientes, sensor de gases, sensor de temperatura y humedad, de esta manera será capaz de detectar y avisar de los posibles riesgos existentes en dichas zonas.

El sistema de control y la programación del dispositivo están diseñados para utilizar un microcontrolador ARDUINO MEGA que es el encargado de recibir la posición de cada servomotor y enviarla a los servomotores, así también los sensores que se utilizaran se comunicaran por medio de la programación realizada en el mismo microcontrolador. De esta forma se aportaría una gran ayuda a las industrias de Lázaro Cárdenas y a la seguridad personal de sus empleados.

## Objetivo general

Construir un dispositivo móvil que facilite la localización y seguridad en espacios confinados utilizando sensores y una cámara que permita obtener video en tiempo real.

## Planteamiento del proyecto

Día a día se presentan accidentes de trabajo de diferentes niveles de emergencia, desde un nivel de urgencia de clasificación azul (sin urgencia), según la clasificación triaje, hasta una clasificación roja (resucitación), esto se debe a descuidos de los mismos trabajadores, o bien por las condiciones tan deplorables donde ellos se tienen que desempeñar.

Muchas veces es poca la información con la que cuentan antes de ingresar a una zona aislada o poco transcurrida, y por lo tanto con esto se desencadena una serie de sucesos que conducen a que suja un accidente.

Según las tasas de Incidencia de riesgos de trabajo terminados registrados en el IMSS, ocurrieron tan solo en el año 2018 la cantidad de 359,363 accidentes de trabajo, lo que nos indica que hubo en promedio 985 accidentes por día en toda la República Mexicana.

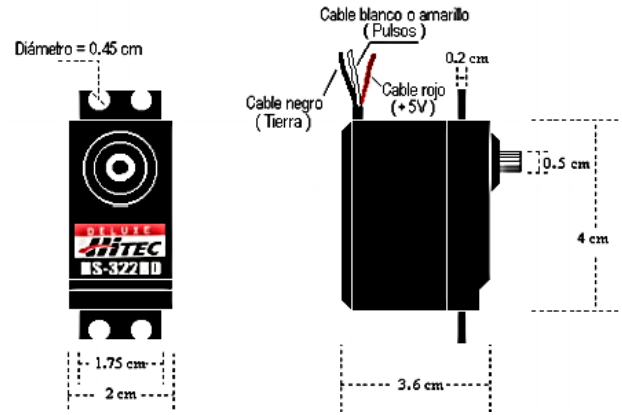
Debido al peligro en la zona industrial y a la gran cantidad de accidentes que diariamente se presenta, surge la necesidad de crear un artefacto que permita sensoriar la zona de posibles peligros eminentes, para que sea prevenido cualquier tipo de accidente o bien, en dado caso de que el accidente llegase a ocurrir, que el artefacto sea capaz de localizar sobrevivientes por medio de la cámara.

Esta aplicación de un Robot móvil, con sensores, un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para la localización del robot y con una cámara instalada sobre el robot móvil para ver imágenes y videos del lugar en tiempo real, con punto de partida para aplicaciones de búsqueda en espacios confinados, en lugares incómodos o peligrosos para los seres humanos.

Este proyecto está dirigido principalmente a todas aquellas personas que trabajan en lugares industriales que ponen en riesgo su vida.

**Desarrollo del proyecto**

El servomotor es un motor eléctrico que tiene la capacidad de ser controlado, tanto en velocidad como en posición. Se encuentra constituido por un reductor de velocidad, un multiplicador de fuerza y un circuito de control que controla el grado de giro del eje. Dependiendo del servomotor este puede ser alimentado de 4.8 volts a 7 volts, en la parte externa del servomotor se encuentran tres cables, uno de alimentación (rojo), uno de tierra (negro) y un tercero para controlar la posición del servo (blanco, amarillo o naranja).



**Figura 2** Vista Frontal y Lateral de un Servomotor.

Fuente: [www.robotiv.re](http://www.robotiv.re)

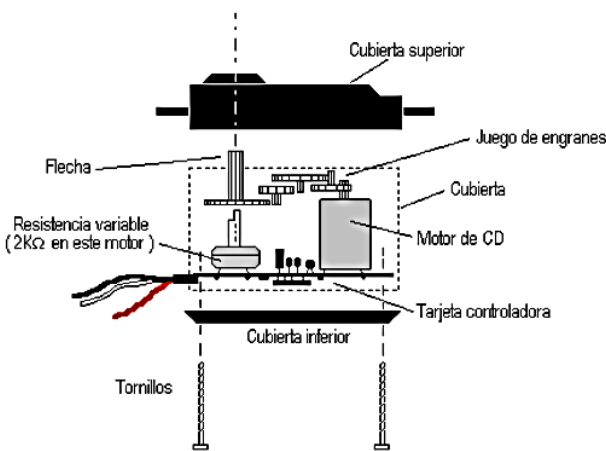
Es importante mencionar que, para que un servomotor se mantenga en una posición durante cierto tiempo, es necesario enviarle de manera constante el pulso correspondiente, ya que, si se le dejará de enviar el pulso al servomotor, este dejaría de mantener su posición de manera que cualquier fuerza podría desplazarlo.

El Arduino MEGA 2560 está diseñado para proyectos complejos con 54 pines de E/S digitales, 16 entradas analógicas y un espacio más grande para su boceto, es la placa recomendada para impresoras 3D y proyectos de robótica. El Arduino Mega 2560 es una placa de microcontrolador basada en el ATmega2560, 4 UART (puertos serie de hardware), un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un encabezado ICSP, y un botón de reinicio.



**Figura 3** Placa Arduino MEGA

Fuente: [www.panamahitek.com](http://www.panamahitek.com)



**Figura 1** Partes Internas de un Servomotor

Fuente: [www.robotiv.re](http://www.robotiv.re)

El funcionamiento del servomotor funciona de tal forma que el eje es desplazado al ángulo deseado, enviando señales de modulación por ancho de pulso (PWM) al circuito de control del servomotor. El ancho de pulso de la señal indica el ángulo de posición: una señal con pulsos más anchos ubicará al servomotor en un ángulo mayor, en contraste un servomotor con un menor ángulo ubicará al servomotor en un ángulo menor. Los tiempos más generales de la duración de pulso son 1 milisegundo a 2 milisegundos que corresponden a la posición de los extremos del servomotor (0° y 180°).

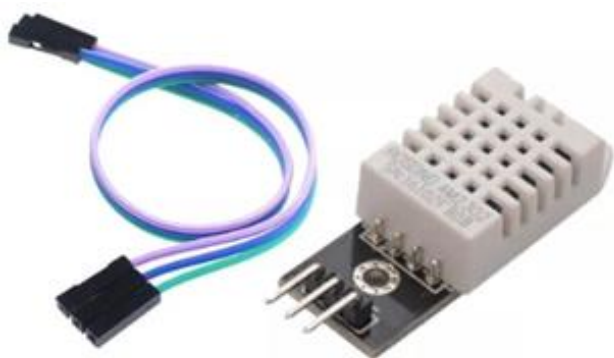
Los vehículos móviles que funcionan a base de patas pueden caminar en superficies ásperas e irregulares con un alto grado de suavidad. La locomoción de las patas en terreno natural presenta varios problemas complejos (colocación del pie, evitación de obstáculos, distribución de carga, estabilidad general del vehículo, etc.) que se deben considerar en la construcción mecánica de vehículos y en el desarrollo de las estrategias del control.



**Figura 4** Robot Spidernaut Nasa, año 2008

Fuente: <https://www.reddit.com/>

El DHT22 Sensor digital de temperatura y humedad. Utiliza un sensor capacitivo de humedad y un termistor para medir el aire circundante, y muestra los datos mediante una señal digital en el pin de datos (no hay pines de entrada analógica). Es bastante simple de usar, pero requiere sincronización cuidadosa para tomar datos. El único inconveniente de este sensor es que sólo se puede obtener nuevos datos una vez cada 2 segundos, así que las lecturas que se pueden realizar serán mínimo cada 2 segundos.



**Figura 5** Sensor de Temperatura y Humedad DHT22

Fuente: [www.yorobotics.com](http://www.yorobotics.com)

El sensor MQ2 de LPG es un sensor empleado para medir concentraciones de gas natural en el aire. Puede detectar concentraciones desde 300 hasta 10000 ppm. El módulo posee una salida analógica que proviene del divisor de voltaje que forma el sensor y una resistencia de carga.

También tiene una salida digital que se calibra con un potenciómetro, esta salida tiene un Led indicador. La resistencia del sensor cambia de acuerdo con la concentración del gas en el aire. El MQ-2 es sensible a LPG, i-butano, propano, metano, alcohol, hidrogeno y humo.

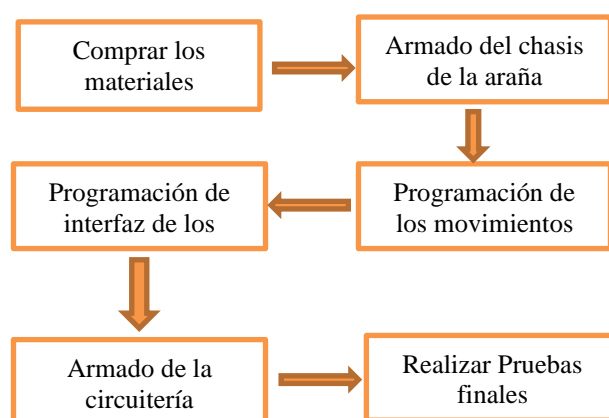


**Figura 6** Sensor MQ2 de LPG Propano e Hidrogeno Detector de Humo y Gas

Fuente: [www.naylampmechatronics.com](http://www.naylampmechatronics.com)

### Descripción de actividades

Las actividades desarrolladas para la fabricación del prototipo se describen mediante el siguiente flujograma, de la misma forma se hace una breve descripción de cada de las etapas de fabricación.



**Figura 7** Flujograma del Procedimiento de Fabricación.

Fuente: *elaboracion propia*



**Obtención de los Materiales:** Como paso indispensable lo primero que se realizó fue adquirir los materiales necesarios e indispensables para realizar el proyecto, se encargó por medio de internet el chasis del hexápodo, los sensores que se utilizaron, la cámara y GPS, pero no llegó a tiempo el GPS, así que decide no utilizarse. Ya se contaba con el microcontrolador Arduino, y con los cables necesarios, por lo tanto, solo se reúnen los materiales con los que ya se cuenta, para así comenzar las programaciones.

**Armado del Prototipo:** Después de que llegó el material para armarlo, inmediatamente se comienza a armar el chasis de la araña con detenimiento de tal manera que no quede mal atornillada o con algún defecto. Una vez armado está preparado para comenzar a programar las patas del robot para que camine y los sensores que se le colocaron.

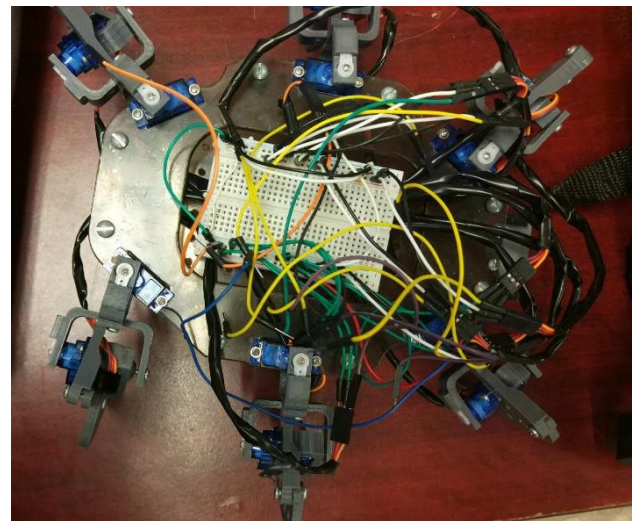
**Programar los Movimientos de la Cinemática del Robot:** Una vez armado el chasis y colocados los servomotores, tenemos que empezar a programar los movimientos que tiene que realizar los motores para que sea posible que la araña logre caminar, se realiza la programación en la tarjeta ARDUINO MEGA y entonces se comienza a hacer pruebas para corroborar que los movimientos se están llevando a cabo de manera correcta.

**Colocar los Sensores:** Previo a colocar los sensores se realiza la programación de estos por separado para cerciorarse de que estos funcionen correctamente, después de que se hacen pruebas de acuerdo al sensor, por ejemplo, al sensor de humedad y temperatura se le intentó simular un ambiente húmedo, de tal manera que indicara correctamente que la humedad comenzaba a aumentar, y por su parte al sensor de gases se le creó un ambiente donde el monóxido de carbono se hace aún más presente, y así se corrobora que ambas programaciones sean las más adecuadas. Y se programa también el sensor ultrasónico que será el que ayudará a el robot a esquivar o a tomar otro camino si durante su caminata se encuentra algún obstáculo.

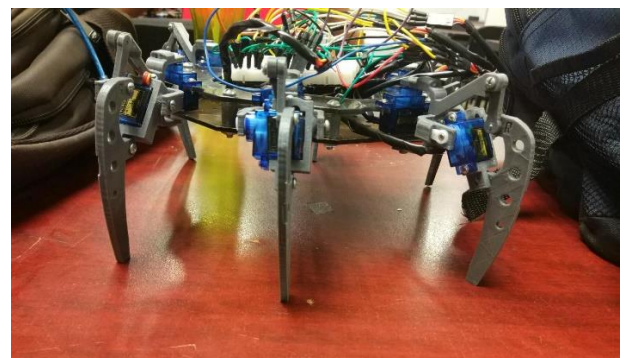
**Implementar la Cámara Inalámbrica:** Después de que tanto los sensores así también como los servomotores se han programado es hora de darle ojos al robot y esto lo logramos colocándole una cámara que se controla por medio de wifi al robot, esta nos permitirá observar cualquier animalia que se llegase a presentar durante el trayecto del robot, cabe destacar que esta cámara no es necesario que se programe, simplemente se vincula con una aplicación para que se puedan observar los movimientos en un smartphone o algún otro dispositivo móvil.

**Hacer las Respectivas Pruebas:** Al finalizar el montaje de todas las respectivas piezas y la programación de estas, es hora de comenzar a hacer pruebas y observar si se llega a presentar alguna imperfección, para darle corrección en la medida de lo posible.

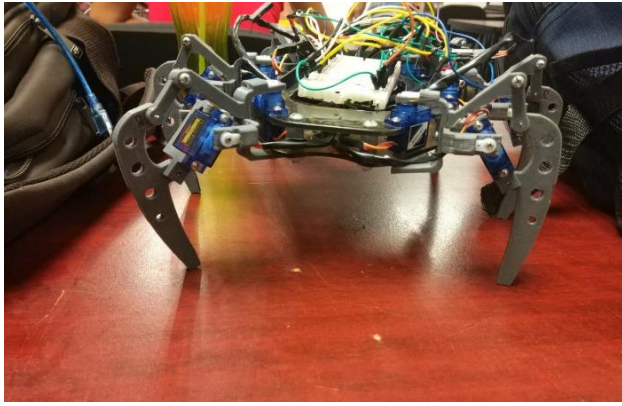
### Estructura física y diagrama eléctrico del proyecto



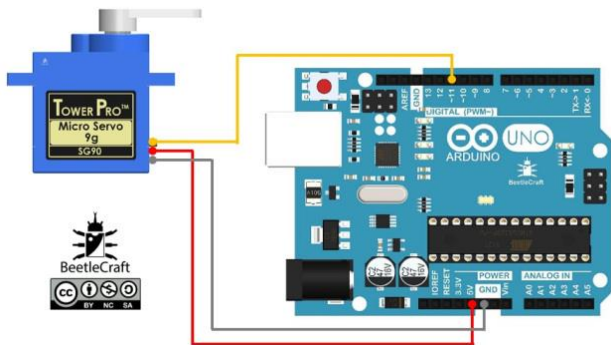
**Figura 8** Vista superior del prototipo de la araña  
*Fuente: elaboración propia*



**Figura 9** Vista lateral del prototipo de la araña  
*Fuente: elaboración propia*



**Figura 10** Vista frontal del prototipo de la araña  
Fuente: elaboración propia



**Figura 11** Diagrama de conexión entre Arduino y servomotor  
Fuente: elaboración propia

### Discusiones y trabajos a futuro

Podemos concluir diciendo que sin duda alguna es muy importante mantener la seguridad en el trabajo y en los trabajadores, por tanto, y para beneficio directo a esto es que se plantea la idea de esta araña hexápoda, esperando que sea de utilidad en el avance y diseño de nuevas tecnologías que permitan al empleado desenvolverse en un ambiente seguro.

También logramos observar que con los objetivos bien planteados y la determinación propia digna de un proyecto es posible echar a andar un proyecto, pese a las adversidades y/o contratiempos que se llegaran a presentar.

El proyecto continua en mejora constante, por lo que el siguiente paso a desarrollar es aumentar los periféricos de entrada, tal es el caso de sensores de gas y la cámara de video que permita la autonomía del robot móvil, así mismo los actuadores mismos que le dan el movimiento deberán de ser de mayor potencia para soportar los accesorios e implementaciones que van sobre el robot móvil.

Se tiene contemplado, desde luego, el implementar el GPS como se tenía planeado cuando este llegue a nuestro domicilio, para así completar si función a toda cabalidad como se esperaba desde la planeación de este proyecto. Hacer pruebas en situaciones que se pudiesen asimilar a más grado cabal a las que se piensa implementar dicho proyecto.

### Referencias

Aguayo Robles, L. A. (2018). *Implementación De Un Sistema De Alarma Mediante La Plataforma Arduino A Través De Telefonía Móvil En El Decanato De La Facultad De Ciencias Técnicas* (Bachelor's Thesis, Jipijapa-Unesum).

Agüero Carnerero, M. (2015). *Desarrollo de un robot artrópodo* (Bachelor's thesis).

Barceló, A. M., & Miranda, Y. S. (2020). Artrópodos nocivos asociados al cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) en una zona agroecológica en la provincia de las Tunas, Cuba. *Ojeando la Agenda*, (63), 2.

Celis, C. A. D., & Molano, C. A. R. (2012). Navegación de robot móvil usando Kinect, OpenCV y Arduino. *Prospectiva*, 10(1), 71-78.

Cortés Aldana, D., Henao Gamez, L., & Ramos Hernández, A. (2006). Automatización de un robot hexápodo para seguridad en espacios interiores.

Dennis, P. Ñ., Portal, R., Polo, V., & Peraza, M. C. (2020). Abordaje de la comunicacion para la prevencion de arbovirosis en Cuba versus conocimientos, percepciones y practicas de la poblacion. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 71(3).

Etxebarria, G. G. (2013). Vigilancia de la salud en espacios confinados. *Gestión práctica de riesgos laborales: Integración y desarrollo de la gestión de la prevención*, (100), 56-63.

Forero, D. Y., Mora, P. A., Loaiza, J. L., & Hernández, R. D. (2015). Análisis para la simulación de modelos animales tipo hexápodo. *vol, 6*, 54-62.

Herbin, A. L., Pérez, R. A., Pérez, M., May, V. M., Franco, D., & Fioroni, C. (2020). Análisis de la biodiversidad funcional en un establecimiento ganadero pampeano. *Agronomía & Ambiente*, 39(2).

Llanos Llanos, F. J., & Lliguin Silva, A. V. (2011). *Control Electrónico por Comandos de Voz para un Robot Zoomórfico Tipo Mascota Interactiva* (Bachelor's thesis).

Marjalizo-Cerrato, P. J., Tejero-Manzanares, J., Mata-Cabrera, F., & Montes-Tubío, F. (2013). Equipo de intervención, salvamento y rescate en el interior de espacios confinados. *DYNA-Ingeniería e Industria*, 88(2).

Mestre-Forés, E., Montagud, S., Jaques, J. A., & González, P. (2020). Invertebrados continentales de las Islas Columbretes. Nuevas especies. *Graellsia*, 76(1), 102.

Moreira, N. M. (2020). Libro de memorias manglares de América. Manglares de América. Salamanca, T. (2018). Prototipo para monitorización de signos vitales en espacios confinados. *Visión electrónica*, 12(1), 83-88.

Silva Mayorga, C. D. (2016). *Diseño e implementación de un sistema de adquisición de video y medición de distancia durante el retroceso de un vehículo en un dispositivo móvil* (Bachelor's thesis, Quito, 2016.).

Vélez, F. S., & Orzáez, F. (2011). Nuevas aplicaciones tecnológicas en trabajos en espacios confinados. *Mantenimiento: ingeniería industrial y de edificios*, (241), 4-8.

Zango Casado, D. (2011). *Rediseño del robot bípedo MIMBOT para incorporar habilidades miméticas* (Bachelor's thesis).

ZAPIEN-RODRIGUEZ, J., RAMIREZ-CHAVEZ, M., BURGARA-MONTERO, O., & ESCOTO-SOTELO, E. Desarrollo de un sistema SCADA para monitoreo remoto de grúas RTG en la empresa LCTPC del Puerto de Lázaro Cárdenas, Michoacán, México. *Volumen 4, Número 12-Julio-Septiembre-2017*, 36.