

IMPLEMENTACIÓN DE UN ROBOT MÓVIL CON PUNTO DE ACCESO BASADO EN LA METODOLOGÍA STEAM

IMPLEMENTATION OF A MOBILE ROBOT WITH ACCESS POINT BASED ON THE STEAM METHODOLOGY

Alex Danilo Bastidas Jácome¹ Darío Fernando Yépez Ponce² Carlos Enrique Mosquera Bone³

¹ IST Eloy Alfaro, Esmeraldas Ecuador
e-mail: dbalexj_16@hotmail.com

² IST Eloy Alfaro, Esmeraldas Ecuador
e-mail: dfyp1991@gmail.com

³ IST Eloy Alfaro, Esmeraldas Ecuador
e-mail: libritakilo@hotmail.com

Resumen

La implementación de un robot móvil con Punto de Acceso (AP por sus siglas en inglés) pretende motivar la generación de conocimiento en base a la metodología Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática (STEAM por sus siglas en inglés). El robot utiliza el *firmware NodeMCU* con el sistema en chip (SoC por sus siglas en inglés) Wi-Fi ESP8266 de la empresa *Espressif Systems (ESCP)*, para generar una red local Wi-Fi. Se diseñó una aplicación para sistemas Android y para navegadores web en HTML 5 (clientes) con el objeto de conectarse a la red creada por el prototipo móvil (servidor) y cualquier dispositivo conectado a esta puede enviar instrucciones al servidor. Los clientes envían una trama de datos desde cualquier navegador de internet y el dispositivo ejecutará el código traduciéndolo a movimiento. El robot se mueve en dirección frontal con giros a derecha e izquierda en su propio eje. No se implementó el movimiento hacia atrás para que el operador desarrolle aptitudes de posición, orientación espacial, creatividad, ingenio, cálculo, entre otros. Todos los programas utilizados en este trabajo son *Open Source* o de licencia libre para que sea utilizado por quien considere necesario como base para futuras mejoras o aplicaciones. Este prototipo será utilizado como instrumento para el desarrollo de la metodología STEAM, siendo parte de un proyecto mayor que intentará introducir esta metodología en la educación básica de las instituciones del cantón Esmeraldas - Ecuador; donde se evidenció en trabajos anteriores que se utilizan técnicas de estudio tradicionales evitando (por costo, por accesibilidad o por desconocimiento) la tecnología como medio de enseñanza - aprendizaje.

Palabras clave– NodeMCU, Punto de Acceso, Redes, Robótica, STEAM.

Abstract

The implementation of a mobile robot with an Access Point (AP) aims to motivate the generation of knowledge based on the Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics (STEAM) methodology. The robot uses the NodeMCU firmware with the system-on-chip (SoC) Wi-Fi ESP8266 from the company Espressif Systems (ESCP), to generate a local Wi-Fi network. An application for Android systems and web browsers was designed in HTML 5 (clients) in order to create the network created by the mobile prototype (server) and any device connected to it can send instructions to the server. Clients send a data frame from any internet browser and the device executes the code translating it into motion. The robot moves in the forward direction with right and left turns on its own axis. Backward movement was not implemented for the operator to develop position skills, spatial orientation, creativity, ingenuity, calculation, among others. All the programs used in this work are Open Source or free license to be used by whoever considers it necessary as a basis for future improvements or applications. This prototype will be used as an instrument for the development of the STEAM methodology, being part of the larger project that will try to introduce this methodology in the basic education of the institutions of the Esmeraldas canton - Ecuador; where it is evidenced in previous works that traditional study techniques are used avoiding (due to cost, accessibility or ignorance) technology as a teaching-learning medium.

Key Words – Access Point, Networks, NodeMCU, STEAM, Robotics.



INTRODUCCIÓN

La creciente importancia que tiene la tecnología en el mundo hoy en día y su continuo desarrollo, hace que la tecnología, en sí misma, se convierte en parte integral del proceso de formación en la niñez y la juventud. Por esta razón es importante desarrollar propuestas en las que se ofrezca a niños y jóvenes la posibilidad de entrar en contacto con las nuevas tecnologías; esto es posible a través del manejo de herramientas de software y hardware, como prototipos robóticos y programas especializados con fines pedagógicos (Bravo Sánchez & Forero Guzmán, 2012).

La realización de un prototipo de robot forma parte del proyecto macro “Estudio de la implementación de la robótica educativa en el cantón Esmeraldas”, en donde se pretende incluir robótica en el proceso de enseñanza - aprendizaje para desarrollar destrezas como razonamiento abstracto, espacial, matemático y lógico.

Se plantea un análisis general del estado de la enseñanza con herramientas tecnológicas en la educación inicial de la ciudad Esmeraldas. A continuación, se implementó un robot móvil basado en la placa NodeMCU capaz de ser controlado inalámbricamente por una aplicación móvil y por una aplicación de escritorio. Como punto final se estudian los resultados obtenidos proponiendo futuras mejoras y/o correcciones.

El reto actual de la robótica educativa para la mayoría de los países es pasar de ser una actividad extraescolar para integrarla como un recurso didáctico dentro del currículo escolar de forma permanente, no sólo en las asignaturas tecnológicas sino en aquellas donde pueda servir como apoyo para mejorar los procesos de enseñanza - aprendizaje; además de fomentar el desarrollo de las habilidades anteriormente mencionadas, que son tan necesarias en este nuevo milenio (Pittí, Curto Diego, & Moreno Rodilla, 2010).

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Hardware

2.1.1 NodeMCU

La plataforma de conectividad inteligente de ESCP, es un conjunto de alto rendimiento y alta integración SOC inalámbricos, diseñados para desarrolladores de plataformas móviles con limitaciones de espacio y energía. El ESCP integra capacidades de Wi-Fi de una manera sencilla dentro de otros sistemas, o; puede funcionar como un programa de aplicación independiente, con un bajo costo y donde el espacio disponible es mínimo (Espressif_Systems_IOT_Team, 2015, p. 6).



Figura 1: NodeMCU.
Fuente: NodeMCU, 2020.

Las placas de desarrollo NodeMCU se pueden programar de dos maneras diferentes: usando la programación LUA y el entorno de desarrollo de arduino IDE.

Tabla 1:
Características técnicas de la placa NodeMCU

| Características | Descripción |
|--------------------------------|----------------------------------|
| Microcontrolador/CPU | Tensilica L106 32 bit |
| Voltaje de Entrada | 3.3 V |
| Voltaje de Entrada Límite | 3.3-5 V |
| Pines Digitales Entrada/Salida | 17 |
| Pines Entrada Analógicos | 1 |
| Memoria Flash | 16 MB |
| SRAM | 32 KB |
| Conectividad | Wi-Fi 802.11 b/g/n, Micro-USB |
| Velocidad de Reloj CPU | 80-160 MHz |

Fuente: CARRICONDO MONTER, 2017, p. 35.

2.1.2 Driver L293D

La empresa Texas Instruments, define en su hoja de datos que el L293D está diseñado para proporcionar corrientes de accionamiento bidireccionales de hasta 600 mA a voltajes de 4.5 V a 36 V. Este dispositivo está diseñado para impulsar cargas inductivas como relés, solenoides, corriente continua y paso bipolar de motores, así como otros de alta corriente/alto voltaje cargas en la aplicación de suministro positivo. Su funcionamiento básico parte del concepto de puente H (p. 1).

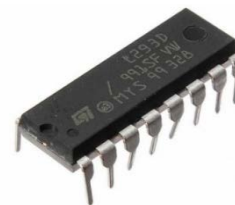


Figura 2. L293D.
Fuente: Datasheet.

2.1.3 Micromotores

Los motorreductores o micromotores para Pololu son actuadores de alta potencia de corriente continua con diversos tipos de configuración de relación en su caja de metal. Tienen una sección transversal de 10 × 12 mm, y el eje de salida del reductor en forma de D es de 9 mm de largo y 3 mm de diámetro. Pueden alcanzar altas velocidades o un par motor fuerte. Muy aplicados en robótica, odontología y proyectos donde se necesite movimiento (Pololu, 2019).



Figura 3: Micromotor.
Fuente: Pololu, 2019.

2.2 Software

2.2.1 Arduino IDE

El software Arduino de código abierto hace que sea fácil escribir código y subirlo a la placa. Se ejecuta en Windows, Mac OS X y Linux. El entorno está escrito en Java y se basa en el procesamiento y otro software de código abierto llamado Processing. Este software se puede usar con cualquier placa Arduino (Arduino, 2019, parr. 2).

Rodrigo (2016), expresa las ventajas de usar Arduino IDE para programar las placas NodeMCU y es que este lenguaje es una plataforma con la que se puede compartir código entre diferentes placas y posee una gran cantidad de librerías. Otras plataformas como Micropython y LUA tienen sus ventajas y desventajas; una de

las grandes deficiencias es que no son estables, especialmente LUA y; son lenguajes interpretados. Esto quiere decir que procesan el código un poco más lento que la contraparte Arduino.

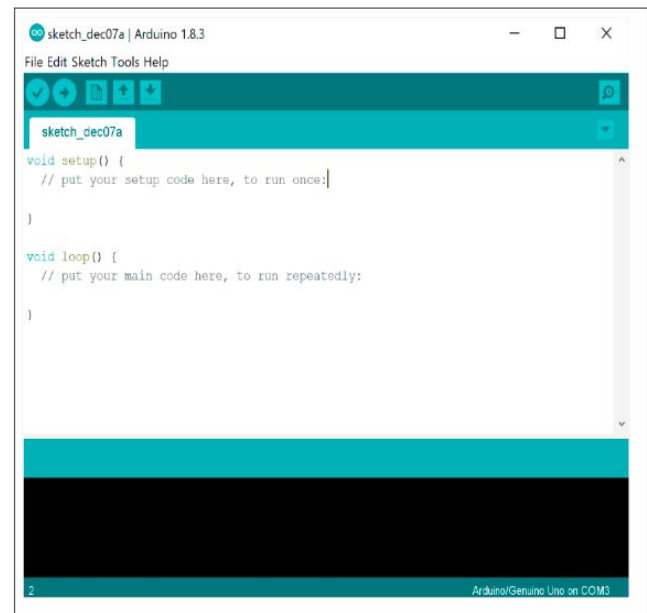


Figura 4: Interfaz de Arduino IDE
Fuente: IDE Arduino.

2.3 Metodología STEAM

Georgette Yakman acuñó el término STEAM como marco para la educación, un nuevo paradigma que plantea la ciencia y tecnología interpretada a través de la ingeniería y de las artes. Bajo ese esquema, los nuevos modelos de investigación educativa deberían de considerar la progresiva integración de las artes en el marco de las disciplinas científicas (Cilleruelo & Zubiaga, 2014, p. 2).

Las competencias STEAM desarrollan el pensamiento crítico, la creatividad, el trabajo en equipo, la reflexión, otras. Una educación donde realmente el proceso de enseñanza-aprendizaje está centrado en el entendimiento de que se está haciendo (proceso) más que en el resultado final. Un entorno de aprendizaje donde

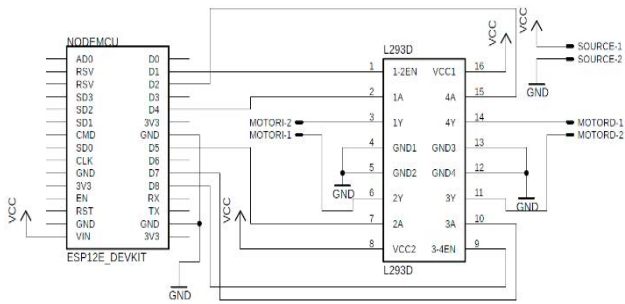


Figura 5: Diseño esquemático del robot.
Fuente: Propia.

permite la integración de una comunidad que crea proyectos y al mismo tiempo desarrolla sus habilidades de pensamiento crítico y la resolución de problemas creativo desde temprana edad, fortalece las relaciones interpersonales, desarrolla competencias en el manejo empresarial y social, además ayuda a crear un sistema de aprendizaje que conecta el hogar, comunidad e industria (Sánchez & López, 2019).

RESULTADOS

3.1 Desarrollo del prototipo

El prototipo se implementó en las siguientes etapas: diseño y construcción, programación y depuración de resultados. El objetivo por cumplir es demostrar que se puede implementar un AP móvil.

3.1.1. Diseño

El diseño mecánico del prototipo se lo realizó con un juguete prediseñado en forma de tortuga, para llamar la atención de los niños/niñas. Se realizaron perforaciones a la carcasa para colocar las llantas con sus motores y adaptar una batería de 9 V.

Internamente se colocaron los motores y la placa de control que contiene a la NodeMCU y al driver L293D. Esta placa de control (PCB) fue diseñada en el software Eagle y se presenta a escala real para que cualquier persona pueda replicar el proyecto.

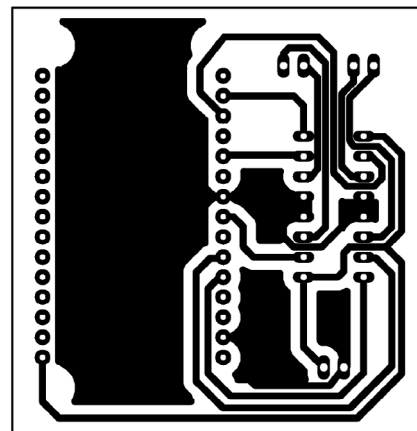


Figura 6: PCB del robot móvil.
Fuente: Propia.

En las Figura 7 y Figura 8 se pueden evidenciar la presentación de la etapa de diseño y construcción finalizada.



Figura 7: Vista isométrica del prototipo final.
Fuente: Propia.



Figura 8: Vista superior del prototipo final.
Fuente: Propia.

3.1.2. Programación del Access Point

A continuación, se muestra la configuración del AP en el IDE Arduino, teniendo en cuenta que la NodeMCU puede trabajar como cliente, AP o ambos.

La configuración importante se realiza en `WiFi.mode(WIFI_AP)` con esta sentencia se configura la placa NodeMCU como AP. A partir de esta configuración la placa se comporta como servidor y recibe instrucciones de los clientes que se conecten a la red bajo el nombre *GRUPO DE INVESTIGACIÓN* con la contraseña de acceso *GI*ISTEA-2020*.

Si se desea ver el estado de la conexión o cualquier respuesta de la NodeMCU, se lo puede hacer a través del Monitor Serie de Arduino; la velocidad de comunicación debe ser de 115200 baudios.

3.1.3. Depuración de resultados

Una vez realizada la programación y el prototipo físico, se compila y se carga el programa a la placa NodeMCU vía comunicación serial. Para comprobar su funcionamiento desde cualquier dispositivo con capacidad de conexión a internet deberá conectarse a la red creada por la NodeMCU.



Figura 9: Red creada por la NodeMCU
Fuente: Propia.

En la Figura 10, se puede observar que la red que se creó no tiene acceso a Internet, característica que no es necesaria para este proyecto debido a que solo se necesita una red local; sin embargo, la NodeMCU es capaz de crear un AP y conectarse a una red de internet simultáneamente.

Una vez conectado el dispositivo a la red creada por la NodeMCU se debe ingresar desde cualquier navegador de internet a la dirección `http://192.168.4.1/` que se trata de la dirección IP de la tarjeta. Se puede verificar los movimientos del prototipo enviando las instrucciones necesarias para cumplir con un reto específico.

Una vez enviadas las instrucciones, la NodeMCU procesa esa información y acciona la

tortuga. Si se desea combinar más de una acción en una sola instrucción se puede realizar como se indica en la Figura 10, el código para mover al robot en las direcciones *adelante, adelante, izquierda* es <http://192.168.4.1/faagd>.

Tabla 2:
Instrucciones para el movimiento del robot.

| LETRA | ACCIÓN | DIRECCIÓN |
|-------|--------------------------|---|
| f | Inicio de la acción | http://192.168.4.1/f |
| g | Fin de la acción | http://192.168.4.1/fg |
| a | Mover hacia adelante | http://192.168.4.1/fag |
| c | Mover hacia la izquierda | http://192.168.4.1/fcg |
| d | Mover hacia la derecha | http://192.168.4.1/fdg |

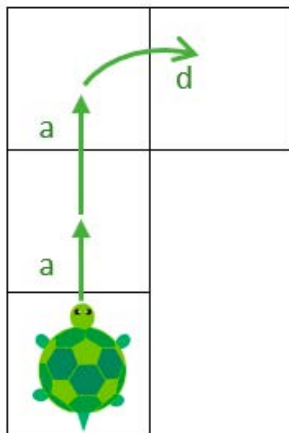


Figura 10. Accionamiento del robot móvil
Fuente: Propia.

3.2 Desarrollo de programas

El ingresar las direcciones en un navegador no ofrece al usuario una manera sencilla de utilizar el prototipo; por lo cual, se desarrollaron dos aplicaciones tanto para computador como para

celulares Android capaces de controlar a la tortuga de una manera más amigable e intuitiva.

3.2.1. Aplicación Android

Utilizando el software del Instituto Tecnológico de Massachusetts y Google, App Inventor 2. A partir de una programación gráfica y de bloques se creó la aplicación para accionar la tortuga. Una descripción rápida del funcionamiento de esta sería el envío de las direcciones según el usuario lo solicite en una interfaz gráfica sencilla de utilizar.

En la Figura 11, se indica la interfaz de bienvenida desarrollada para el control del robot móvil.



Figura 11: Pantalla de bienvenida
Fuente: Propia.

En la Figura 12, se puede ver la interfaz desarrollada para el control del robot móvil. El desplazamiento del robot móvil es controlado mediante las flechas que se encuentran en la interfaz (adelante, izquierda y derecha).

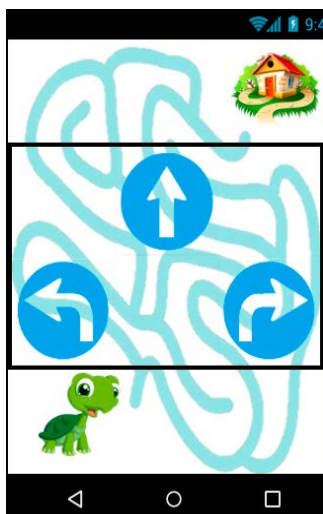


Figura 12: Pantalla de acciones.
Fuente: Propia.

3.3 Resultados de la metodología STEAM

En este apartado se realiza un análisis bibliográfico de las habilidades, cualidades y destrezas que la metodología STEAM desarrolla en los niños. No existe un programa curricular capaz de delinear esta metodología en conjunto; cada grupo responde según su entorno y demografía. Aun así, The Pear Institute en Estados Unidos y en colaboración con Harvard presentaron el siguiente marco de evaluación de calidad STEAM (Figura 16).

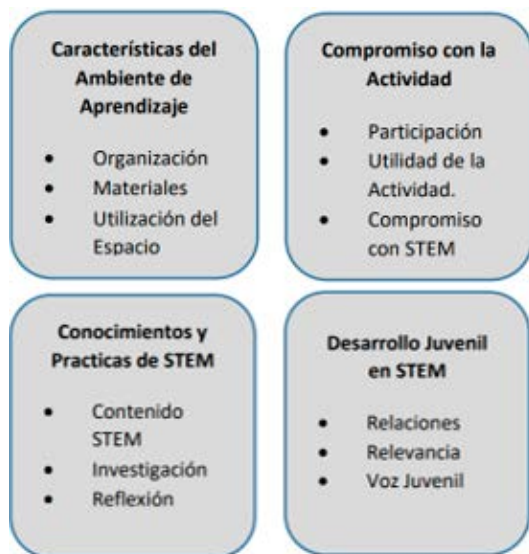


Figura 13: Evaluación de calidad STEAM.
Fuente: Bazalar Reyes de Mejía, Díaz Yupanqui, Guzmán Urrunaga, & Martínez Talavera, 2018.

3.3.1. Características del Ambiente de Aprendizaje:

Las primeras tres dimensiones analizan la logística y la preparación de la actividad, ya sea que los materiales sean atractivos para los niños/niñas y adecuados para los objetivos de aprendizaje, y como el entorno de aprendizaje utiliza el espacio de una manera que respalda el aprendizaje STEAM informal (Institute, 2020).

3.3.2. Compromiso con la actividad

Las segundas tres dimensiones analizan cómo la actividad involucra a los estudiantes: por ejemplo, las dimensiones examinan si todos los estudiantes tienen acceso a la actividad o no, si las actividades se están moviendo hacia los conceptos y prácticas de STEAM a profundidad o superficialmente y si las actividades son o no prácticas y diseñadas para ayudar a los estudiantes a pensar por sí mismos en lugar de recibir las soluciones (Institute, 2020).

3.3.3. Conocimientos y prácticas STEAM

Este dominio analiza cómo las actividades STEAM informales están ayudando a los estudiantes a comprender los conceptos de STEAM y hacer conexiones. También analiza si los estudiantes tienen o no oportunidades de participar en las prácticas de consulta que utilizan los profesionales de STEAM (por ejemplo, recopilar datos, usar modelos científicos, desarrollar explicaciones, etc.) y si los estudiantes tienen tiempo para reflexionar y dar sentido a sus experiencias (Institute, 2020).

3.4 Desarrollo Juvenil en STEAM

Finalmente, el último dominio evalúa las interacciones estudiante-facilitador y estudiante-alumno y cómo fomentan o desalientan la participación en actividades STEAM, ya sea que las actividades hagan que esta metodología sea relevante y significativo para la vida cotidiana de los estudiantes, y cómo las interacciones permiten a los jóvenes tomar decisiones y tener una voz en el entorno de aprendizaje y la comunidad (Institute, 2020).

DISCUSIÓN

El prototipo de robot con AP móvil crea una red local y es capaz de recibir instrucciones de cualquier cliente conectado a su entorno. El prototipo está listo para ser probado en instituciones e implementar la metodología STEAM. Es imperioso avanzar a la siguiente etapa donde los resultados de la elaboración de este prototipo son visibles. Además de incluir juegos interactivos, aplicaciones, funciones en pro de la enseñanza y el aprendizaje.

Es importante destacar que el prototipo realizado es más accesible que los costosos kits robóticos como los de la empresa LEGO o Cubetto. Se puede crear desde cero un robot y aprender al mismo tiempo que se emplea creatividad, ingenio, matemáticas y ciencias.

A futuro el prototipo deberá incluir sensores capaces de determinar el tiempo y distancia recorridos para que realice trayectorias precisas y no tenga desviaciones. Además, se debe incluir baterías recargables.

CONCLUSIONES

Se montó un AP en un dispositivo electrónico móvil generando una red WiFi a la cual se pueden conectar máximo cuatro dispositivos (clientes) a la vez. Cada uno de estos dispositivos pueden enviar información al servidor por la dirección IP 192.168.4.1. El alcance máximo de una señal íntegra son los 80 metros.

Las aplicaciones para dispositivos móviles como para navegadores web en HTML5 proponen una interfaz amigable con el operador, permitiéndole controlar al prototipo robótico a partir de imágenes y botones; sin estas aplicaciones el envío de secuencias de comandos dificulta esta tarea. Se recomienda utilizar la aplicación de celular debido a que el programa

para navegadores en HTML5 satura la memoria de la NodeMCU y la propiedad de los navegadores de actualizar constantemente sus páginas provoca el envío constante de instrucciones sin que el usuario haya solicitado acción alguna.

La metodología STEAM aplicada por medio de dispositivos electrónicos e inalámbricos capta de mejor manera la atención del sujeto a prueba, esto debido a que aborda temáticas de arte, creatividad, matemáticas, electrónica, redes, robótica, entre otras. Es un proceso fundamental en el desarrollo de aptitudes de los niños fomentando la ciencia desde sus niveles de educación más básicos.

REFERENCIAS

- Arduino. (2019). Arduino - Introducción. Retrieved from <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction#>
- Bazalar Reyes de Mejía, M. F., Díaz Yupanqui, N. J., Guzmán Urrunaga, W. N., & Martínez Talavera, C. (2018). Plan de negocios para la implementación de una empresa de servicios educativos holísticos, basados en la metodología STEAM, para niños de nivel primario de Lima Metropolitana.
- Bravo Sánchez, F. Á., & Forero Guzmán, A. (2012). La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(2).
- CARRICONDO MONTER, A. (2017). Desarrollo de un sistema de monitorización domiciliaria basado en la plataforma NodeMCU V3.
- Cilleruelo, L., & Zubiaga, A. (2014). Una aproximación a la Educación STEAM. *Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología. Jornadas de Psicodidáctica*, 1-18.
- Espressif_Systems_IOT_Team. (2015). ESP8266EX Datasheet. In E. Systems (Ed.), (4.3 ed.).
- Institute, P. (2020). The PEAR Institute: Partnerships in Education and Resilience | Belmont. Retrieved from <https://www.thepearinstitute.org>
- Instruments, T. (2002). L293D Datasheet.
- Jaime, R. (2016). ESP8266 y NodeMCU: la nueva generación de sistemas embebidos. Retrieved from <http://panamahitek.com/esp8266-y-nodemcu-la-nueva-generacion/>
- León, M. P. (2012). Uso de TIC en escuelas públicas de Ecuador: Análisis, reflexiones y valoraciones. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*(40), 201.
- NodeMCU. (2020). NodeMcu -- An open-source firmware based on ESP8266 wifi-soc. Retrieved from https://www.nodemcu.com/index_en.html
- Orbes Padilla, D. O. (2018). Juguete autónomo de aprendizaje braille.
- Pittí, K., Curto Diego, B., & Moreno Rodilla, V. (2010). Experiencias constructoras con robótica educativa en el Centro Internacional de Tecnologías Avanzadas. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 11(1).
- Pololu. (2019). Micro Metal Gearmotors.
- Sánchez, E. R. V., & López, J. B. (2019). *EduTecnología y Aprendizaje 4.0: SOMECE*.