

ISSN 2531-2952

Volumen 3, Número 10 — Abril — Junio - 2019

# Revista de Cómputo Aplicado



## **ECORFAN-Spain**

### **Editor en Jefe**

VALDIVIA - ALTAMIRANO, William Fernando. PhD

### **Directora Ejecutiva**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

### **Director Editorial**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

### **Diseñador Web**

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

### **Diagramador Web**

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

### **Asistente Editorial**

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

### **Traductor**

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

### **Filóloga**

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

**Revista de Cómputo Aplicado**, Volumen 3, Número 10, de Abril a Junio - 2019, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Spain. Calle Matacerquillas 38, CP: 28411. Morazarzal -Madrid. WEB: [www.ecorfan.org/spain](http://www.ecorfan.org/spain), [revista@ecorfan.org](mailto:revista@ecorfan.org). Editor en Jefe: ALDIVIA - ALTAMIRANO, William Fernando. PhD. ISSN-2531-2952. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN, Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 30 de Junio 2019.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Centro Español de Ciencia y Tecnología.

# **Revista de Cómputo Aplicado**

## **Definición del Research Journal**

### **Objetivos Científicos**

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Ingeniería y Tecnología, en las Subdisciplinas Teoría de Sistemas, Redes, Interconectividad de Empresas, Gobierno Corporativo, Comunicación por satélite, Conectividad, Emisores de tv y transmisión, Enlaces de microondas, Radio comunicaciones y receptores de radio, Radiocomunicación, Receptores de radio, Receptores de TV, Telefonía, Transmisores de radio y TV.

ECORFAN-México S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

### **Alcances, Cobertura y Audiencia**

Revista de Cómputo Aplicado es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Spain, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de la Teoría de Sistemas, Redes, Interconectividad de Empresas, Gobierno Corporativo, Comunicación por satélite, Conectividad, Emisores de tv y transmisión, Enlaces de microondas, Radio comunicaciones y receptores de radio, Radiocomunicación, Receptores de radio, Receptores de TV, Telefonía, Transmisores de radio y TV con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ciencias de Ingeniería y Tecnología. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

## **Consejo Editorial**

CENDEJAS - VALDEZ, José Luis. PhD  
Universidad Politécnica de Madrid

DE LA ROSA - VARGAS, José Ismael. PhD  
Universidad París XI

DIAZ - RAMIREZ, Arnoldo. PhD  
Universidad Politécnica de Valencia

GUZMÁN - ARENAS, Adolfo. PhD  
Institute of Technology

LARA - ROSANO, Felipe. PhD  
Universidad de Aachen

MEJÍA - FIGUEROA, Andrés. PhD  
Universidad de Sevilla

RIVAS - PEREA, Pablo. PhD  
University of Texas

RODRIGUEZ - ROBLEDO, Gricelda. PhD  
Universidad Santander

TIRADO - RAMOS, Alfredo. PhD  
University of Amsterdam

VAZQUES - NOGUERA, José. PhD  
Universidad Nacional de Asunción

## **Comité Arbitral**

ANTOLINO - HERNANDEZ, Anastacio. PhD  
Instituto Tecnológico de Morelia

ARROYO - DÍAZ, Salvador Antonio. PhD  
Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas

AYALA - FIGUEROA, Rafael. PhD  
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

CASTRO - RODRÍGUEZ, Juan Ramón. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

OLVERA - MEJÍA, Yair Félix. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

GONZALEZ - BERRELLEZA, Claudia Ibeth. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

HERNÁNDEZ - MORALES, Daniel Eduardo. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

VILLATORO - Tello, Esaú. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

LOAEZA - VALERIO, Roberto. PhD  
Instituto Tecnológico Superior de Uruapan

PEREZ - ORNELAS, Felicitas. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

RODRÍGUEZ - DÍAZ, Antonio. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

## **Cesión de Derechos**

El envío de un Artículo a Revista de Cómputo Aplicado emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Spain considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra

## **Declaración de Autoría**

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación del Artículo y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor del Artículo.

## **Detección de Plagio**

Todos los Artículos serán testeados por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandara a arbitraje y se rescindirá de la recepción del Artículo notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

## **Proceso de Arbitraje**

Todos los Artículos se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homologo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos- Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

## **Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación**

### **Área del Conocimiento**

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de Teoría de Sistemas, Redes, Interconectividad de Empresas, Gobierno Corporativo, Comunicación por satélite, Conectividad, Emisores de tv y transmisión, Enlaces de microondas, Radio comunicaciones y receptores de radio, Radiocomunicación, Receptores de radio, Receptores de TV, Telefonía, Transmisores de radio y TV y a otros temas vinculados a las Ciencias de Ingeniería y Tecnología

## **Presentación del Contenido**

Como primer artículo presentamos, *Software para el aprendizaje de operaciones aritméticas a través del ábaco Cranmer para débiles visuales*, por SILVA-MARTÍNEZ, Dalia, VALVERDE-JARQUÍN, Reyna, GARCÍA-MARTÍNEZ, Ricardo y FLORES-PÉREZ, Mario Andrés, con adscripción en el Instituto Tecnológico de Oaxaca, como segundo artículo presentamos, *Diseño y construcción de un acoplamiento electrónico para realizar conexiones de IoT en un PLC convencional*, por CAMACHO-ALTAMIRANO, Ulices, MARTÍNEZ-CARRILLO, Irma y JUÁREZ-TOLEDO, Carlos, con adscripción en la Universidad Autónoma del Estado de México, como tercer artículo presentamos, *Modelo de Aprendizaje para Arduino Uno Básico*, por LEDESMA-URIBE, Norma Alejandra, CARDOSO-FALCÓN, Berenice y TORRES-GARCÍA, Oliva, con adscripción en la Universidad Tecnológica de San Juan del Río, como último artículo presentamos, *Conversión digital de texto entre sistemas Braille y Letra en tinta*, por CRUZ-LUNA, Manuel, HERNANDEZ-LUNA, Aldo, MARTINEZ-HERNANDEZ, Julio Cesar y CRUZ-DOMINGUEZ, Adriana, con adscripción en el Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango.

## Contenido

Artículo	Página
<b>Software para el aprendizaje de operaciones aritméticas a través del ábaco Cranmer para débiles visuales</b> SILVA-MARTÍNEZ, Dalia, VALVERDE-JARQUÍN, Reyna, GARCÍA-MARTÍNEZ, Ricardo y FLORES-PÉREZ, Mario Andrés <i>Instituto Tecnológico de Oaxaca</i>	1-7
<b>Diseño y construcción de un acoplamiento electrónico para realizar conexiones de IoT en un PLC convencional</b> CAMACHO-ALTAMIRANO, Ulices, MARTÍNEZ-CARRILLO, Irma y JUÁREZ-TOLEDO, Carlos <i>Universidad Autónoma del Estado de México</i>	8-14
<b>Modelo de Aprendizaje para Arduino Uno Básico</b> LEDESMA-URIBE, Norma Alejandra, CARDOSO-FALCÓN, Berenice y TORRES-GARCÍA, Oliva <i>Universidad Tecnológica de San Juan del Río</i>	15-22
<b>Conversión digital de texto entre sistemas Braille y Letra en tinta</b> CRUZ-LUNA, Manuel, HERNANDEZ-LUNA, Aldo, MARTINEZ-HERNANDEZ, Julio Cesar y CRUZ-DOMINGUEZ, Adriana <i>Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango</i>	23-28

## Software para el aprendizaje de operaciones aritméticas a través del ábaco Cranmer para débiles visuales

### Software for learning arithmetic operations through the Cranmer abacus for visual weaks

SILVA-MARTÍNEZ, Dalia†\*, VALVERDE-JARQUÍN, Reyna, GARCÍA-MARTÍNEZ, Ricardo y FLORES-PÉREZ, Mario Andrés

*Instituto Tecnológico de Oaxaca / Tecnológico Nacional de México*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Dalia, Silva-Martínez* / **ORC ID:** 0000-0002-0561-6459, **CVU CONACYT ID:** 90232

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Reyna, Valverde-Jarquín* / **ORC ID:** 0000-0002-6505-7804, **CVU CONACYT ID:** 748083

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Ricardo, García-Martínez* / **ORC ID:** 0000-0001-7277-1478, **CVU CONACYT ID:** 998270

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Mario Andrés, Flores-Pérez* / **ORC ID:** 0000-0003-2848-6850, **CVU CONACYT ID:** 988007

**DOI:** 10.35429/JCA.2019.10.3.1.7

Recibido Abril 30, 2019; Aceptado Junio 30, 2019

#### Resumen

Este artículo plantea el desarrollo de un software para apoyar a débiles visuales en el aprendizaje del uso del ábaco Cranmer para realizar operaciones matemáticas. Para crear el software se consideró que la persona no puede leer la pantalla, para ello se implementó un lector de pantalla y una navegación a través del scroll y click de tal manera que la persona puede elegir menús y opciones. Se utilizó la metodología de prototipos para ir mejorando cada una de las versiones y adaptándola a las necesidades de los usuarios. El usuario debe contar con un ábaco Cranmer donde representa números, y realiza operaciones matemáticas, posteriormente a través de una cámara el software reconoce los valores representados en el ábaco; el primer nivel es representar números, posteriormente el software plantea una serie de operaciones aritméticas, donde el usuario resuelve y representa en el ábaco y el software evalúa si el usuario realizó la operación correctamente o lo orienta a través de voz para que pueda responder adecuadamente. Existen calculadoras parlantes, pero este software plantea que aprendan a usar el ábaco permitiendo el desarrollo de habilidades matemáticas necesarias en débiles visuales.

**Abaco Cranmer, Aprendizaje, Débiles visuales**

#### Abstract

This article proposes a software development to help the sightless people learning arithmetic operations using the Cranmer abacus. To create this software was considered that the sightless person could not read the screen; for that reason, it was implemented a screen reader and navigation through the scroll and click, so the person can choose menus and options. It was used the prototypes methodology to improve each one of the versions and adapt them to the needs of the users. The user has to have a Cranmer abacus where he will represent numbers and do arithmetic operations, later through the use of a camera, the software will recognize the numeric values represented in the abacus. The first level is to represent numbers, later the software proposes a series of arithmetic operations, that the user has to solve and use the abacus to represent the result; the software checks if the answer is correct or gives orientation with a voice to help the user respond accurately. There are talking calculators, but this software proposes the learning with the abacus because it allows to develop mathematic skill needed for the sightless people.

**Cranmer abacus, Learning, sightless, Blind**

**Citación:** SILVA-MARTÍNEZ, Dalia, VALVERDE-JARQUÍN, Reyna, GARCÍA-MARTÍNEZ, Ricardo y FLORES-PÉREZ, Mario Andrés. Software para el aprendizaje de operaciones aritméticas a través del ábaco Cranmer para débiles visuales. Revista de Cómputo Aplicado. 2019, 3-10: 1-7

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

El tema de la inclusión ha tomado auge en épocas recientes, el hecho de incorporar a la educación y al trabajo formal a personas que presentan dificultades, se plantea como un reto de la sociedad actual y de autoridades educativas. Las personas que presentan una discapacidad necesitan apoyos para incorporarse al sistema educativo, en otros casos acuden a centros donde reciben atención especial de acuerdo a sus necesidades. Según la Secretaría de Desarrollo Social la discapacidad: “Es la consecuencia de la presencia de una deficiencia o limitación en una persona, que al interactuar con las barreras que le impone el entorno social, pueda impedir su inclusión plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones con los demás” (Sedesol 2016).

Según el Banco Mundial (2011), en el mundo hay aproximadamente 1000 millones de personas que cuentan con una discapacidad y es casi el 15% de la población, esta cifra es en mayor grado en los países con índice de desarrollo humano bajo.

Aunado a lo anterior, 161 millones de personas tienen problemas de debilidad visual, por lo que es considerada como la segunda causa de discapacidad. Según el INEGI(2010) por cada 100 personas con alguna discapacidad: 55.7 adquirieron esta deficiencia al nacer o por alguna enfermedad, y el 38% por edad avanzada o quedaron con lesión después de un accidente.

En la encuesta Enadis(2010), uno de cada tres encuestados mencionó que no se respetan los derechos de las personas con discapacidad, por lo mismo su participación en la sociedad se ve limitada y aún cuando se han creado políticas públicas aún falta mucho por hacer.

Una discapacidad aumenta la probabilidad que un niño o adolescente no asista a la escuela o la abandone, y aunque el abandono escolar se da por muchos factores es importante reconocer que no todas las escuelas están preparadas para atender a un estudiante que presenten alguna discapacidad, según la CIF (Clasificación Internacional del funcionamiento de la discapacidad y de la salud) existen muchos tipos de discapacidades, las cuales consideras los siguientes dominios: “funciones y estructuras corporales” y “actividades-participación” (CIF 2001).

## Débiles visuales o ciegos

Según el INEGI (2010) las personas que tienen dificultad para ver se dividen en dos, ciegos: quienes han perdido total o parcialmente la vista, esto puede ser un en un ojo o en ambos; por otro lado los débiles visuales son aquellos que no pueden ver bien, aun usando lentes. Las débiles visuales presentan los dos dominios según CIF, debido a que tienen una deficiencia en la estructura que se presenta por “anomalía” o por “pérdida”, las funciones visuales es una de las funciones corporales, pero el dominio anterior provoca también una limitación en actividades-Participación severa en caso de que no se procure que estas personas puedan ser autosuficientes y tengan acceso a diversos servicios, tal es el caso del sistema educativo.

Clasificación de la discapacidad visual			
Tipos de discapacidad	Profunda	Severa	Moderada
Distancia de lectura	2 cm	Entre 5 y 8 cm	Entre 10 y 15 cm
Características educacionales	Discapacidad para realizar tareas visuales gruesas e imposibilidad para realizar tareas de visión de detalle.	Realiza tareas visuales con inexactitud. Requiere tiempo para ejecutar una tarea, y ayudas como lentes o lupas o bien viseras, lentes oscuros, cuadernos con rayas más gruesas, plumones para escri-	Efectúa tareas con el apoyo de lentes e iluminación similares a los sujetos con visión normal.

**Tabla 1** Clasificación de debilidad visual

Fuente: Tomada del libro *Discapacidad visual: Guía didáctica para la inclusión en educación inicial y básica.* (SEP 2010)

## La educación para personas con debilidad visual o ceguera.

En el ámbito educativo uno de los problemas es adaptarse a su entorno, identificando objetos próximos y así evitar accidentes, otro problema es acercar a estas personas a la ciencia, específicamente en el área de matemáticas para que puedan aprender conceptos matemáticos abstractos como el de cantidad numérica, calcular perímetros, describir figuras geométricas, y resolver operaciones matemáticas. En los centros educativos para ciegos, se enseña el uso del ábaco Cranmer para invidentes, pero no todos los estudiantes tienen el mismo razonamiento lógico matemático, lo que dificulta la adquisición de conocimientos y habilidades matemáticas en la Educación Básica: como problemas de adición, sustracción, multiplicación (SEP 2011).

## Software para personas con debilidad visual o ceguera

Existen pocos desarrollos para personas con debilidad visual o ceguera, por ejemplo JAWS, NonVisual Desktop Access, Orca son lectores de pantalla, es un software parlante que funciona leyendo lo que se muestra en la pantalla, permitiendo a estas personas interactuar con la computadora.

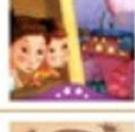
Así como para procesador de textos y envío de archivos, IOS ha lanzado Mobile accessibility para personas invidentes, pero no se encontró alguno que resuelva el problema planteado.

Braille not y blazie para procesador de textos y envío de archivos, IOS a través de este Mobile accessibility para personas invidentes que les permite editar textos.

Tap Tap See fue diseñada para leer etiquetas de productos para que puedan tener un apoyo al momento de realizar compras, es una aplicación de IOS que les permite leer las etiquetas de los productos. Finger Reader es un anillo de audiolectura que permite leer textos, y otro para leer precios de productos en tiendas comerciales.

Nela es un software que enseña a los niños a escribir en braille (el sistema de escritura basado en puntos con relieve) creado en Europa.

En la Guía de Inclusión Digital de alumnos con Discapacidad se encontraron seis software que se recomiendan para este tipo de personas (ver figura 2), el primero que se menciona es un grabador de audio, y el resto son audio cuentos, ninguno es para matemáticas o para el aprendizaje del manejo de la computadora.

DISCAPACIDAD VISUAL	
APLICACIÓN	DESCRIPCIÓN
	<p><b>Wavepad Audio</b></p> <p>Permite grabar, editar, añadir efectos de sonido y limpiar el ruido de fondo para lograr grabaciones de audio de alta calidad.</p> <p><a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nchsoftware.pocketwavepad_free">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nchsoftware.pocketwavepad_free</a></p>
	<p><b>Blancanieves y los 7 enanitos</b></p> <p>Cuento digital diseñado para aprendizajes visuales.</p> <p><a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.playtales.es.blancanieves&amp;hl=es_419">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.playtales.es.blancanieves&amp;hl=es_419</a></p>
	<p><b>Yo quiero ser... Pirata</b></p> <p>Cuento digital diseñado para aprendizajes visuales.</p> <p><a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.playtales.es.pirata&amp;hl=es_419">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.playtales.es.pirata&amp;hl=es_419</a></p>
	<p><b>El Oledor</b></p> <p>Cuento digital diseñado para aprendizajes visuales.</p> <p><a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.aprendicesvisuales.eloledorexplorador&amp;hl=es_419">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.aprendicesvisuales.eloledorexplorador&amp;hl=es_419</a></p>
	<p><b>La fábrica de caramelos</b></p> <p>Cuento digital diseñado para aprendizajes visuales.</p> <p><a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tb.sd.es.fabrica.main&amp;hl=es_419">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tb.sd.es.fabrica.main&amp;hl=es_419</a></p>
	<p><b>Cuento de las Cosquillas</b></p> <p>Cuento digital diseñado para aprendizajes visuales.</p> <p><a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.playtales.es.cosquillas&amp;hl=es_419">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.playtales.es.cosquillas&amp;hl=es_419</a></p>

**Figura 2** Software para discapacidad visual  
Fuente: Tomada del libro *Discapacidad Visual: Guía didáctica para la inclusión en educación inicial y básica (SEP 2010)*

## Metodología a desarrollar

Como este proyecto es una investigación aplicada, se optó por utilizar el modelo de desarrollo basado en prototipos, ya que ofrece mayor flexibilidad al reutilizar código y la construcción del software es más rápida, pudiendo realizar las pruebas conforme se desarrolla cada parte del proyecto.

Esta metodología consta de seis etapas que son: recolección y refinamiento de requerimientos, diseño rápido, construcción de prototipos, evaluación del prototipo por el cliente, refinamiento del prototipo y producto de ingeniería, estas etapas suelen repetirse mientras los prototipos se van mejorando cada vez.

## Desarrollo del Proyecto

### Recolección y refinamiento de requerimientos

Los métodos de indagación utilizadas en esta etapa fueron la entrevistas y cuestionarios para conocer los problemas que enfrentan los alumnos en el ámbito escolar (ver figura 3).



**Figura 3** Entrevistando al instructor de ábaco Cranmer, el joven Luis Alberto Reyes

Como resultado de las encuestas se consideró muy importante el desarrollo de un software para facilitar el aprendizaje específicamente en el área de las matemáticas básicas, sobre todo con el uso del Ábaco Cranmer. Se entrevistó a padres de familia que asisten a la biblioteca para ciego Jorge Luis Borges y expresaron que se necesita más material didáctico para invidentes, incluyendo software.

Las personas con debilidad visual o ceguera, que son los usuarios no tenían claro que necesitaban, por ello se optó por la metodología de prototipos. Los requerimientos se determinaron de forma empírica basándose en la observación, y registrando los eventos en una bitácora.

### Diseño rápido

En esta etapa se centró en plasmar los aspectos de software que serán visibles para el usuario, realizando un diseño rápido que cumpla los requisitos planteados por los usuarios; como por ejemplo el diseño de la pantalla principal de la aplicación de matemáticas.

ISSN-2531-2952

ECORFAN® Todos los derechos reservados



**Figura 4** Muestra el diseño de la pantalla principal de la aplicación de matemáticas

### Construcción de prototipos

En cuanto al software para el aprendizaje de las matemáticas, primero se analizó cómo usan los invidentes el ábaco Cranmer para representar valores de números enteros, decimales y fracciones, además del procedimiento para realizar operaciones matemáticas como adición, sustracción y la multiplicación.

Se diseñó el software con el algoritmo de canny, utilizando librerías de Processing para reconocimiento de bordes y píxeles, e identificar la presencia o no de una cuenta en el ábaco Cranmer. La persona coloca el ábaco braille frente a la cámara y este reconoce el número representado. Una vez completado el primer prototipo se procedió a probarlo con los alumnos y Capacitador de la Biblioteca Jorge Luis Borges y personal del DIF.



**Figura 5** Primera prueba del asistente para braille

## Evaluación de prototipo por el cliente

Se realizó la prueba de usabilidad del software con el ábaco Cranmer. El resultado de ambas pruebas fue de gran utilidad, porque se obtuvieron resultados adecuados para implantación, así como se detectaron problemas a corregir, se obtuvo retroalimentación por parte del usuario (Figura 3). En la prueba del prototipo del ábaco Cranmer, se encontró que el software tiene dificultades con los bordes de color blanco o negro.



**Figura 6** Segunda prueba del asistente para braille. Cuentas de colores

Tercera y última evaluación del prototipo realizada por el cliente para determinar si se requiere algún cambio, también en esta etapa se realizaron entrevistas personales y el seguimiento por parte de los usuarios de la aplicación, de esta manera se obtiene una mejor experiencia del usuario al tener contacto directo con él.



**Figura 7** Se observa un ejemplo del uso del abaco. Con la lectura del enunciado

Una vez que el problema es planteado el usuario del software representa el resultado en el ábaco y la cámara de la computadora o dispositivo hace la lectura de las cuentas del ábaco y verifica si la representación es correcta. Con estos ejercicios la persona que es débil visual o ciego puede realizar ejercicios de problemas aritméticos y verificar sus resultados aun cuando no esté el instructor presente.

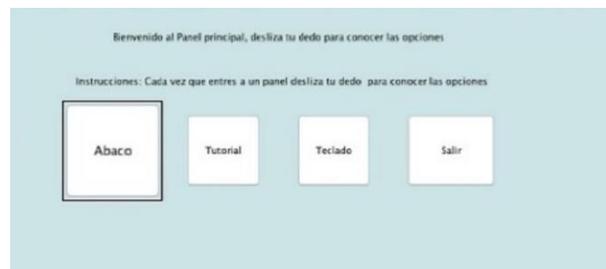
En la figura 8 hay un ejemplo de cómo funciona esta parte en el software, es importante mencionar que el software funciona con el panel táctil de una computadora.



**Figura 8** Con base a la figura anterior se presenta el resultado obtenido por parte del usuario

## Refinamiento del prototipo

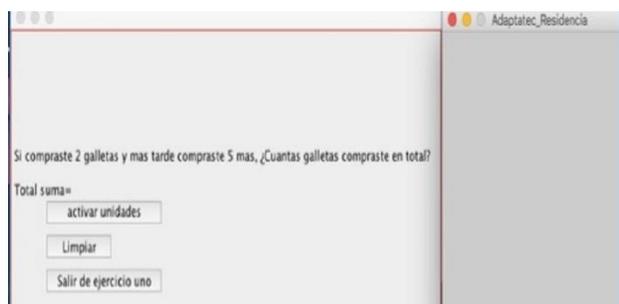
A partir de los comentarios del cliente y los cambios necesarios en los requisitos, se procedió a construir un nuevo prototipo y así sucesivamente hasta que los requisitos queden totalmente formalizados, y se pueda entonces empezar con el desarrollo del producto final.



**Figura 9** Pantalla principal del contenido del prototipo

Para mejorar el uso del software se implementarán algunos módulos de ayuda, así como el mejoramiento del audio, también se cambió el idioma de los audios. Algunos clientes finales utilizaron el producto e hicieron la recomendación de vincular la aplicación al lector de pantalla propio del sistema operativo.

Para la entrega final se realizaron pequeños ajustes en cuanto al diseño y corrección en cuanto a la gramática.



**Figura 10** Se realizaron pequeños ajustes en cuanto al diseño

### Producto de ingeniería

Esta etapa es la construcción de la versión final del proyecto y/o prototipo después de haber llevado a cabo cada una de los cambios solicitados por el cliente el proyecto se entrega satisfactoriamente.

### Resultados

En la introducción se planteó la búsqueda de información que se realizó para el desarrollo del prototipo, centrándose en la discapacidad visual o ceguera como una forma de discapacidad y que presenta dos dominios: el primero corporal y el segundo de actividad participación, esto según la CIF.

También se discutió sobre los desarrollos de software para este tipo de personas, y los que incluye la guía para la inclusión digital, de toda la revisión que se realizó no se encontró alguno para el apoyo del aprendizaje de matemáticas.

En la metodología se mencionó que se usó el desarrollo por prototipos, lo cual fue muy importante para del proyecto, ya que se iban creando versiones mejoradas, y probando, ya que no se tenía bien definido el producto final cuando inició el proyecto.

Con ello se logró que las personas usaran el software de dos maneras: primero para aprender a través de ejercicios como representar un número correctamente en el ábaco Cranmer.

Segundo la computadora le indica que números sumar, la persona lo suma, y posteriormente coloca el ábaco para verificar sus resultados.

### Conclusiones

Con este proyecto se logró diseñar un software para apoyar a personas con debilidad visual o ceguera a que aprendan conceptos matemáticos y a realizar operaciones aritméticas a través del ábaco Cranmer.

Si bien la tecnología cada vez es más accesible a las personas, el uso de Smartphone aumenta cada día, aun es necesario realizar proyectos para que la tecnología también pueda mejorar la calidad de vida de las personas. El desarrollo de software enfocados a este tipo de personas es un área de oportunidad que aún falta mucho por hacer.

### Referencias

CONADIS ( 2010). Encuesta Nacional sobre Discriminación en México. Enadis 2010 [https://www.conapred.org.mx/documentos\\_cedoc/Enadis-PCD-Accss.pdf](https://www.conapred.org.mx/documentos_cedoc/Enadis-PCD-Accss.pdf)

INEGI Discapacidad. <https://www.inegi.org.mx/temas/discapacidad/>

INEGI(2010).Cuéntame. <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/discapacidad.aspx?tema=P>

OMS (2001). Clasificación Internacional del funcionamiento de la discapacidad y la salud. Organización Mundial de la Salud. Ginebra suiza.

OMS (2011). Informe Mundial de la discapacidad. Disponible en [http://www.who.int/disabilities/world\\_report/2011/summary\\_es.pdf](http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/summary_es.pdf)

SEDESOL (2016). Diagnóstico sobre la situación de las personas con discapacidad en México. Secretaría de Desarrollo Social [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/126572/Diagnostico\\_sobre\\_la\\_Situacion\\_de\\_las\\_Personas\\_Con\\_Discapacidad.\\_Mayo\\_2016.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/126572/Diagnostico_sobre_la_Situacion_de_las_Personas_Con_Discapacidad._Mayo_2016.pdf)

SEP (2018). Guía de inclusión digital de alumnos con discapacidad.

SEP (2010). Discapacidad visual Guía didáctica para la inclusión en educación inicial y básica. Recuperado el 11 de 10 de 2017, de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment\\_data/filename/106810/discapacidad-isual.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment_data/filename/106810/discapacidad-isual.pdf)

INEGI (2014). La discapacidad en México, datos al 2014. Recuperado el 22 de 10 de 2017, de [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvini/inegi/productos/nueva\\_estruc/702825090203.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvini/inegi/productos/nueva_estruc/702825090203.pdf)

## Diseño y construcción de un acoplamiento electrónico para realizar conexiones de IoT en un PLC convencional

### Design and construction of an electronic coupling to make IoT connections in a conventional PLC

CAMACHO-ALTAMIRANO, Ulices†\*, MARTÍNEZ-CARRILLO, Irma y JUÁREZ-TOLEDO, Carlos

*Universidad Autónoma del Estado de México*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Ulices, Camacho-Altamirano* / ORC ID: 0000-0002-4902-6936, Researcher ID Thomson: G-1804-2018, CVU CONACYT ID: 784595

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Irma, Martínez-Carrillo* / ORC ID -0000-0002-7952-4418, Researcher ID Thomson: B-9264-2016 CVU CONACYT ID: 39914

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Carlos, Juárez-Toledo* / ORC ID -0000-0002-7440-3246, Researcher ID Thomson, C-1368-2016, CVU CONACYT ID: 39912

DOI: 10.35429/JCA.2019.10.3.8.14

Recibido Abril 30, 2019; Aceptado Junio 30, 2019

#### Resumen

El crecimiento de la tecnología digital industrial (Industria 4.0) es un proceso que permite recopilar, controlar y analizar datos sobre varios procedimientos técnicos. El resultado de la aplicación de esta tecnología es la obtención de productos de mayor calidad a un menor costo. Cada vez es más difícil ignorar el papel que tiene el Internet de las Cosas (IoT) en los procesos productivos, sin embargo, esta tecnología es costosa y requiere de una actualización de los Controladores Lógicos Programables (PLCs). Este artículo se centra en el diseño y la construcción de un dispositivo de acoplamiento electrónico para realizar conexiones de IoT en un PLC convencional. Se utiliza un PLC Siemens S7-200, donde a través de las entradas y salidas de este dispositivo se acopla a una tarjeta nodemcu esp32 WIFI para monitorear y controlar el proceso. Se incluyen el circuito electrónico y el diagrama de flujo del acoplamiento entre el PLC y la tarjeta WIFI. La evidencia de este estudio sugiere que la actualización de los equipos industriales hacia la industria 4.0 es posible sin la necesidad de realizar cambios significativos.

**Industria 4.0, Internet de las Cosas, Controladores Lógicos Programables**

#### Abstract

The growth of the digital industrial technology (Industry 4.0) is a revolution that makes it possible to gather, control and analyze data about several technical procedures. The result of this manufacturing revolution is the higher-quality products being produced at a lower cost. It is becoming increasingly difficult to ignore the role that Internet of Things (IoT) has in the productive processes, however, this technology is expensive and requires an update of the Programmable Logic Controllers (PLCs). This paper will focus on the update of the design and construction of an electronic coupling device to make IoT connections in a conventional PLC. In this work a siemens S7-200 PLC is used, in the inputs and outputs of this device a nodemcu esp32 WIFI card is coupled to monitor and control the process. The electronic circuit and the flow diagram of the coupling between the PLC and WIFI card are included. The evidence from this study suggests that the upgrade of the industrial equipment towards the industry 4.0 is possible without the need to make significant changes.

**Industry 4.0, Internet Of Things, Programmable Logic Controllers**

**Citación:** CAMACHO-ALTAMIRANO, Ulices, MARTÍNEZ-CARRILLO, Irma y JUÁREZ-TOLEDO, Carlos. Diseño y construcción de un acoplamiento electrónico para realizar conexiones de IoT en un PLC convencional. Revista de Cómputo Aplicado. 2019, 3-10: 8-14

\* Correspondencia al Autor (Correo electrónico: ucamachoa713@alumno.uaemex.mx)

† Investigador contribuyendo como primer Autor.

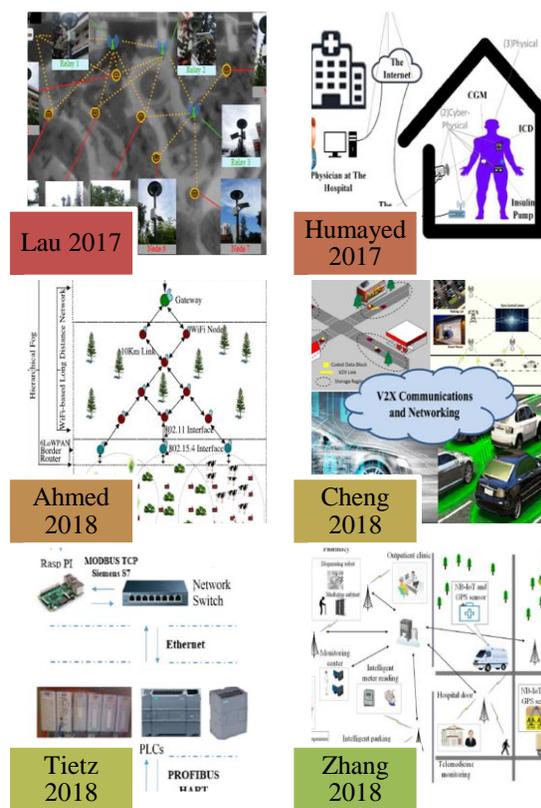
## Introducción

A partir de principios del siglo XXI la cuarta Revolución Industrial también conocida como Revolución Digital o Industria 4.0 es generada por el efecto combinatorio de tecnología física, digital y biológica, donde las áreas de estudio con mayor interés son (Schwab 2016):

- Análisis de datos masivos (big data)
- Internet de las cosas (IoT)
- Almacenamiento en la red (Cloud computing)
- Fabricación y modelado a medida (Impresión 3D)
- Robótica
- Nanotecnología
- Inteligencia Artificial (IA)
- Realidad aumentada
- Biotecnología
- Ciencia de materiales
- Almacenamiento de energías
- Computación cuántica.

La interconexión digital entre objetos de uso cotidiano es lo que se conoce como internet de las cosas (IoT), esta comunicación permite aprender e interactuar a partir de dispositivos conectados a internet (Esfahani 2017), donde la World Wide Web (www) ha provocado una revolución en la comunicación entre las personas y los objetos, concediendo la integración del mundo cibernético con el mundo físico (Ngu 2016).

Minoly (2017), hace mención en la comunicación Máquina a Máquina, los vehículos autónomos (Cheng 2018), impresiones 3D, sensores más pequeños y eficientes (Muñiz 2019), (RFID) monitoreo por radiofrecuencia (Zhang 2018), sistemas de seguridad (Pancha 2019), ciudades inteligentes (Lau 2017), redes inteligentes, hogares inteligentes (Quispe y Maquera 2019), salud electrónica (Humayed 2017), gestión de activos y logística, agricultura (Ahmed 2018), control y monitoreo industrial (Tietz 2018) entre otros, son algunas aplicaciones mostradas en la figura 1 que corresponden al auge del internet de las cosas.

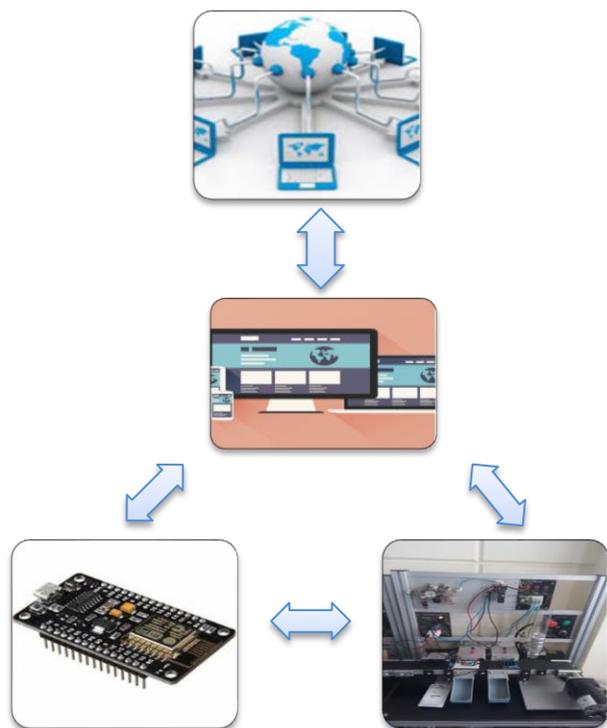


**Figura 1** Aplicaciones de sistemas de IoT  
 Fuente: Elaboración Propia

Uno de los principales problemas de comunicación entre microcontroladores y PLC comerciales ha sido a que convencionalmente trabajan en voltajes diferentes. En este trabajo se diseña e implementa un dispositivo de acoplamiento electrónico para realizar conexiones de IoT y un controlador lógico programables (PLC) en tiempo real con el fin de monitorear y controlar el proceso.

La obtención de la información se maneja mediante una tarjeta de adquisición de datos múltiples que ha sido interconectada con el PLC usando 24 VDC a 5 VDC y viceversa en el circuito electrónico. Pinto y Arias (2019) consideran que la finalidad del procesamiento de información en las tarjetas de adquisición de datos es tener la capacidad de realizar las funciones de control y monitoreo en redes eléctricas

De acuerdo con Quian (2017) las redes híbridas de comunicación resuelven el problema de monitoreo mediante sensores inalámbricos móviles y PLCs donde la comunicación entre ambos se realiza con el internet de las cosas (IoT).



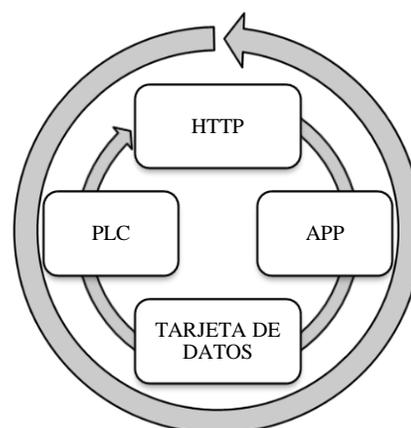
**Figura 2** Modelo de comunicación entre PLC Siemens S7-200 y un sistema de IoT (nodemcu esp32 WIFI)  
Fuente: *Elaboración Propia*

### Diseño de interfaz de comunicación entre PLC siemens S7-200 y nodemcu esp32 WIFI

La principal función de un PLC es la automatización de tareas, principalmente en procesos industriales donde el costo por desarrollo o mantenimiento de sistemas automatizados es rentable (Jhosi 2016). La mayoría de los PLC modernos tienen la característica de comunicarse de una red a un sistema SCADA (Control de Supervisión y Adquisición de Datos) o bien en un navegador web.

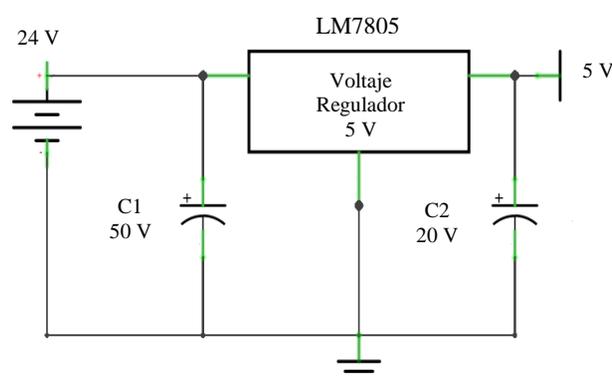
De acuerdo con Bakshi (2019) las máquinas que controlan los procesos industriales trabajan con sistemas PLC-SCADA donde la adquisición de información es obtenida de sensores mediante señales digitales (I/O). Urrego (2012) establece que el uso de sensores industriales dentro de un proceso requiere de un tiempo de respuesta mayor cuando no se encuentran conectados a un sistema de comunicación.

Mohod (2016) considera el monitoreo y control industrial como una combinación de arquitecturas, mecanismos y algoritmos capaces de controlar los procesos industriales, motores, máquinas y diversos dispositivos para obtener un propósito.



**Figura 3** Arquitectura del sistema IoT-PLC Fuente: *Elaboración Propia*

La figura 3 muestra la arquitectura del sistema de comunicación IoT-PLC y la interfaz utilizada con el navegador web la cual tiene el control de los canales de entrada y salida, el vínculo entre el servidor web y el PLC es la tarjeta de adquisición de datos, mientras en la figura 4 se muestra el diagrama electrónico de acoplamiento de voltaje.

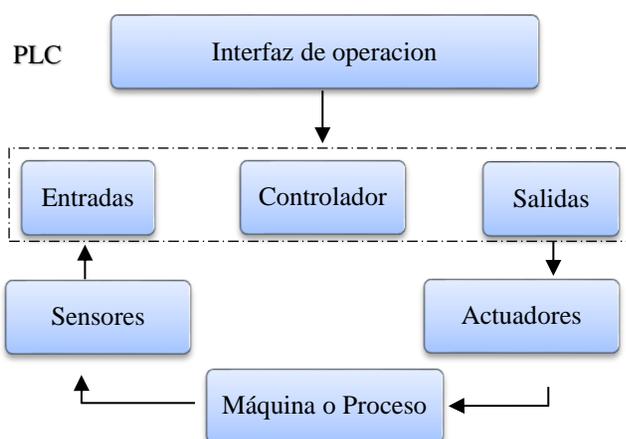


**Figura 4** Diagrama del circuito regulador de voltaje de 24 a 5 volts  
Fuente: *Elaboración Propia en fritzing*

### Sistemas de control industrial e IoT

El control de procesos industriales mediante PLC y sistemas IoT se basan en un monitoreo continuo de sensores que recopilan los datos relevantes del proceso, esto determina el correcto funcionamiento del sistema (Rajesh 2017).

Uttam (2017) establece que conforme se utilice con mayor frecuencia el IoT en los procesos productivos, el sistema se vuelve más seguro por el monitoreo de datos en tiempo real, esto permite que el proceso aumente la estabilidad en el PLC. La figura 5 muestra el diagrama de control de un PLC.



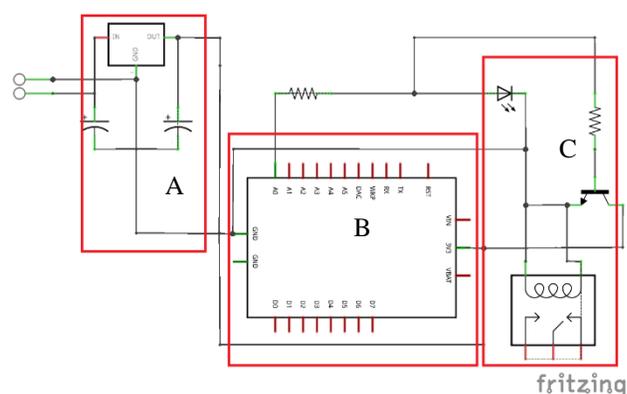
**Figura 5** Diagrama de control de PLC

Fuente: Elaboración propia

### Implementación y construcción de comunicación

El diagrama correspondiente al acoplamiento eléctrico para la conexión del sistema propuesto se muestra en la figura 6, donde:

- Es el regulador de voltaje con 24 VCD de entrada correspondiente a la alimentación del PLC y 5 VCD de salida de la tarjeta de adquisición de datos.
- El módulo Wifi correspondiente a la tarjeta de adquisición de datos, encargada de realizar la conexión de la red con el PLC.
- El sistema de salida de control que permite manipular el PLC mediante una aplicación móvil o una página de internet.



**Figura 6** Diagrama sistema de comunicación wifi-PLC

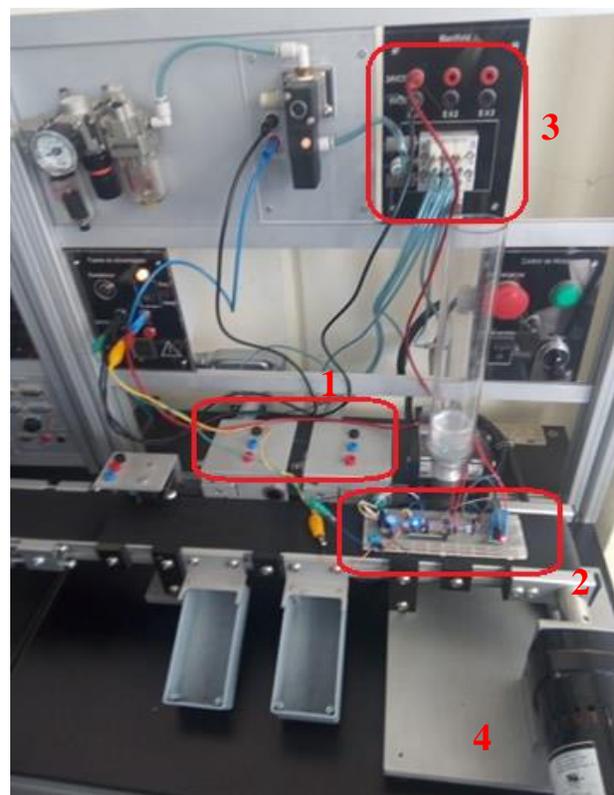
Fuente: Elaboración Propia

### Implementación y resultados

Las características de diseño de un PLC permiten tener un campo de aplicación muy extenso, ya que, se utilizan principalmente en instalaciones que requieren de un proceso de maniobra, monitoreo, control y señalización.

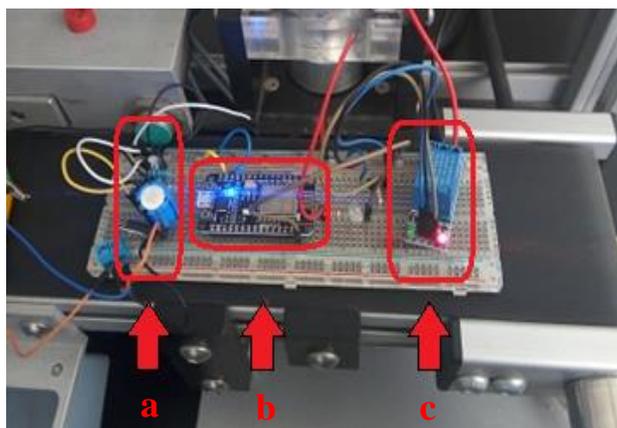
Se utiliza un transportador industrial el cual identifica materiales por medio de un sensor capacitivo y otro inductivo. Los elementos del transportador industrial se muestran en la figura 7.

- Sistema neumático para realizar accionamiento de pistones
- Sistema de control diseñado bajo la tarjeta nodemcu esp32 WIFI
- Sistema de electroválvulas a 24 VDC
- Motor trifásico



**Figura 7** Sistema de comunicación wifi-PLC

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 8** Acoplamiento eléctrico de comunicación Wifi-PLC

Fuente: *Elaboración Propia*

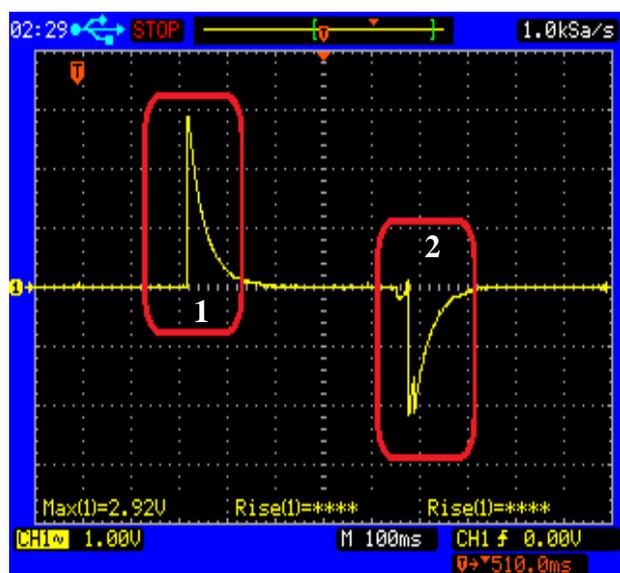
La figura 8 muestra el acoplamiento eléctrico descrito en la figura 6.

- a. Regulador de voltaje
- b. Tarjeta de comunicación
- c. Sistema de control al PLC

Para validar el correcto funcionamiento del dispositivo se evalúa en su etapa de control (accionamiento de las electroválvulas) a través de un dispositivo móvil, la respuesta de salida obtenida al cargar y descargar el sistema de comunicación se observa en la figura 9.

La figura 9 contiene la respuesta del accionamiento de las electroválvulas de señal de salida el cual se comporta como la carga y descarga de una inductancia

1. Acción de carga
2. Acción de descarga



**Figura 9** Respuesta de salida entre sistema Wifi y PLC

Fuente: *Elaboración Propia*

Como puede verse en el gráfico 9 la respuesta de salida para el control del sistema de comunicación está basada en impulsos donde solamente manda la cantidad de energía necesaria y posteriormente el sistema regresa a su normalidad.

### Agradecimiento

Los autores agradecen a la Universidad Autónoma del Estado de México a través del programa PFCE-2019 asignado a la UAP Tlanguistenco.

### Conclusiones

El aporte de diversas tecnologías involucradas en la Industria 4.0 tiene como principio el modificar los procesos de fabricación de las empresas, de tal manera que generará una mayor productividad al tener un sistema de comunicación máquina a máquina supervisado y controlado para la toma de decisiones.

En este trabajo se muestra que el acoplamiento entre un PLC comercial y un microcontrolador basado en IoT se consigue una comunicación segura, confiable y robusta, abriendo nuevas posibilidades de control remoto.

### Trabajos futuros

Los avances referentes a la Industria 4.0 van incrementando de una manera rápida, siendo el Internet de las Cosas Industrial una de las tecnologías más importantes, donde su principal aportación se basa en la comunicación del Internet con dispositivos propios de la industria, esto deja una cantidad de oportunidades para desarrollar trabajos futuros encaminados a:

- Mejorar el sistema de conexión a internet por medio de Ethernet y otros medios de comunicación móviles.
- Desarrollar un sistema un sistema seguro ante amenazas cibernéticas.
- Utilizar la ventaja computacional que tiene los microcontroladores sobre los PLC comerciales, para desarrollar controles robustos basados en redes neuronales realizando una comparación con respecto a los controles clásicos PID.

## Referencias

- Ahmed, N., De, D., and Hussain, M. I. (2018). "Internet of Things (IoT) for Smart Precision Agriculture and Farming in Rural Areas". *IEEE Internet of Things Journal*, 1–1. DOI:10.1109/JIOT.2018.2879579.
- Bakshi, S., Khairmode, G., Varkhede, N. and Ayane, S. (2019). "Monitoring and control of PLC based automation system parameters using IoT". *Industrial Automation using IoT*. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, Vol 6, ISSN 2395-0056.
- Cheng, X., Zhang, R., & Yang, L. (2018). "Wireless Towards the Era of Intelligent Vehicles". *IEEE Internet of Things Journal*, 1–1. DOI:10.1109/JIOT.2018.2884200.
- Esfahani, A., Mantas, G., Matischek, R., Saghezchi, F. B., Rodriguez, J., Bicaku, A., Bastos, J. (2017). "A Lightweight Authentication Mechanism for M2M Communications in Industrial IoT Environment". *IEEE Internet of Things Journal*, 1–1. DOI:10.1109/JIOT.2017.2737630.
- Humayed, A., Lin, J., Li, F., and Luo, B. (2017). "Cyber-Physical Systems Security—A Survey". *IEEE Internet of Things Journal*, 4(6), 1802–1831. DOI:10.1109/JIOT.2017.2703172.
- Jhosi, R., Javad, H. M., Mali, A. and Kulkani, S. V. (2016). "IOT Application for Real-time Monitoring of PLC Data using EPICS". *International Conference on Internet of Things and Applications (IOTA)*. Pune India 2016.
- Karthika, R.A., Rahamtula, S., and Anusha, Y. (2018) "Internet of things for industrial monitoring and control applications". *International Journal of Engineering and Technology*, Vol. 7, 280-282.
- Lau, B. P. L., Wijerathne, N., Ng, B. K. K., & Yuen, C. (2018). "Sensor Fusion for Public Space Utilization Monitoring in a Smart City". *IEEE Internet of Things Journal*, 5(2), 473–481. DOI:10.1109/JIOT.2017.2748987.
- Minoli, D., Sohraby, K., and Occhiogrosso, B. (2017). "IoT Considerations, Requirements, and Architectures for Smart Buildings Energy Optimization and Next Generation Building Management Systems". *IEEE Internet of Things Journal*, 1–1. DOI:10.1109/JIOT.2017.2647881.
- Mohod, S., and Deshmukh, R. (2016). "Internet of Things for Industrial Monitoring and Control Applications". *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Vol. 7, ISSN 2229-5518.
- Muñiz, R. (2019). "Diseño y construcción de un Sistema de inmersión temporal de bajo costo para la propagación in vitro de plantas bajo el enfoque de una tecnología apropiable". *Tekhné*. 22(2). ISSN 1316-3930.
- Ngu, A. H. H., Gutierrez, M., Metsis, V., Nepal, S., and Sheng, M. Z. (2016). "IoT Middleware: A Survey on Issues and Enabling technologies". *IEEE Internet of Things Journal*, 1–1. DOI:10.1109/JIOT.2016.2615180.
- Pancha, J., Rojas, V., Lema, J. and Arteaga, G. (2019). "Mathematical Statistical Analysis About the behavior of the Electrical Conditions Established under the ISO Standard Test 16750-22 in Two Automotive Alarm Modules in Ecuador". *Revista Politécnica*, 42(2), 49-56.
- Pinto, V., and Arias, O. (2019). "Módulo de control de potencia suministrada por un generador a la red eléctrica". *Universidad del Norte*. Colombia 2019.
- Quispe, A. and Maquera, J.C. (2019) "Diseño y construcción de un módulo de laboratorio para el análisis de los parámetros de una bomba centrífuga de 1 HP como turbina". *Universidad Nacional del Altiplano*, Perú 2019.
- Qian, Y., Yan, J., Guan, H., Li, J., Zhou, X., Guo, S., and Jayakody, D. N. K. (2017). "Design of Hybrid Wireless and Power Line Sensor Networks with Dual-Interface Relay in IoT". *IEEE Internet of Things Journal*, 1–1. DOI:10.1109/JIOT.2017.2725451.
- Rajesh, G., Renuka, S., Parthipan, V. and Mizpah, J. (2017). "Industrial machine control and monitoring system using IoT". *International Journal of Pure and Applied Mathematics*. Vol. 116. 105-111.

Schwab, K. (2016). “La cuarta revolución industrial”. World Economic Forum. El tiempo casa editorial S.A. ISBN: 978-84-9992-699-5.

Tietz, F., Brandao, D., and Alves, L. F. (2018). “Development of an Internet of Things Gateway Applied to a Multitask Industrial Plant”. (2018) 13th IEEE International Conference on Industry Applications (INDUSCON). DOI:10.1109/induscon.2018.8627273.

Urrego, D. A. (2012). “Desarrollo de sistema Potable para la Medición del Gasto Energético”. Universidad de Antioquia, Medellín Colombia 2012.

Uttam, B., Baspusahed, G., Shivaji, J. and Pisal, R. (2017) “Industrial Automation using IoT”. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Vol 4, ISSN 2395-0056.

Zhang, Q., Liu, M., Lin, X., Liu, Q., Wu, J., and Xia, P. (2018). “Optimal Resonant Beam Charging for Electronic Vehicles in Internet of Intelligent Vehicles”. IEEE Internet of Things Journal, 1–1. DOI:10.1109/JIOT.2018.2872431.

## Modelo de Aprendizaje para Arduino Uno Básico

### Learning Model for Arduino Uno Basic

LEDESMA-URIBE, Norma Alejandra†\*, CARDOSO-FALCÓN, Berenice y TORRES-GARCÍA, Oliva

*Universidad Tecnológica de San Juan del Río*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Norma Alejandra, Ledesma-Urbe* / ORC ID: 0000-0001-8422-2046, Researcher ID Thomson: S-4833-2018, CVU CONACYT ID: 673202

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Berenice, Cardoso-Falcón* / ORC ID: 0000-0002-7785-1095, Researcher ID Thomson: 6490-2018, CVU CONACYT ID: 955172

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Oliva, Orres-García* / ORC ID: 000002-4804-6708, Researcher ID Thomson: 6542-2018, CVU CONACYT ID: 955189

DOI: 10.35429/JCA.2019.10.3.15.22

Recibido Abril 20, 2019; Aceptado Junio 30, 2019

#### Resumen

Cada vez es más común que los grados de ingeniería incluyan la enseñanza de programación en sus planes de estudio. (Rubio, Mañoso, Romero Zaliz, & P. de Madrid, 2014). El presente trabajo se centra en la enseñanza de programación básica de Arduino IDE e implementación de una placa Arduino Uno. La enseñanza de la programación de Arduino IDE es básica y se puede aplicar a carreras relacionadas como Tecnologías de la Información y Mecatrónica. Es un modelo apropiado para que los alumnos de dichas carreras se motiven a visualizar en forma concreta los resultados de los programas desarrollados por ellos mismos. Se introdujo como elemento principal una placa Arduino Uno basada en principios de hardware y software para la realización de prácticas de programación cuyas entradas y salidas son sensores ultrasónicos HC-04 y otros componentes como Buzzer y Micromotor. Este trabajo se basa en la planeación de un prototipo de bastón inteligente que ayuda a personas débiles visuales. Estos aprendizajes adquiridos sobre programación básica en Arduino IDE, se pueden implementar en distintos proyectos donde se utilice Arduino Uno.

**Programación, Enseñanza básica, Arduino Uno**

#### Abstract

It is increasingly common for engineering degrees to include the teaching of programming in their curricula. The present work focuses on the teaching of basic Arduino IDE programming and implementation of an Arduino Uno board. The teaching of Arduino IDE programming is basic and can be applied to related careers such as Information Technology and Mechatronics. It is an appropriate model so that the students of these careers are motivated to visualize in concrete form the results of the programs developed by them. An Arduino Uno board was introduced as the main element, based on hardware and software principles for the implementation of programming practices whose inputs and outputs are HC-04 ultrasonic sensors and other components such as Buzzer and Micromotor. This work is based on the planning of a smart cane prototype that helps visually impaired people. These learnings acquired on basic programming in Arduino IDE, can be implemented in different projects where Arduino Uno is used

**Programming, Basic education, Arduino Uno**

**Citación:** LEDESMA-URIBE, Norma Alejandra, CARDOSO-FALCÓN, Berenice y TORRES-GARCÍA, Oliva. Modelo de Aprendizaje para Arduino uno Básico. Revista de Cómputo Aplicado. 2019, 3-10: 15-22

† Investigador contribuyendo como primer Autor.

## Introducción

Este modelo se compone de teoría y práctica basa en un ejemplo de bastón inteligente que establecen las bases necesarias para entender la plataforma hardware y software Arduino. Dado que el aprendizaje es un factor muy importante en el sector de la industria, se desarrolló un modelo de aprendizaje donde se aprenderán los principales conceptos de la programación Arduino, ya que este es una tarjeta electrónica digital y un IDE (entrono de desarrollo) en un lenguaje de programación basado en C++, con las que cualquier persona pude crear prototipos de todo tipo. Las instrucciones de Arduino son muy fáciles de aprender y usar, incluso para personas con poco conocimiento sobre electrónica y programación.

La idea será que las personas, tanto avanzadas como los novatos, sepan desarrollar unos prototipos respecto a sus necesidades y usarla libremente sin tener que comprar alguna muy costosa. Dentro de las tarjetas Arduino más conocidas se encuentra Arduino Uno, que es la utilizada y referenciada en este trabajo. (Hetpro, 2017).

Arduino es entonces una herramienta de procesamiento digital parecido a una computadora. Contiene puertos de entrada y salida digital a los cuales se les puede conectar: botones, leds, teclados o sensores digitales. Además de estos sensores mencionados, también tiene entradas analógicas que nos permite medir las señales de sensores análogos. Para poder visualizar la información que arrojan estos sensores, la tarjeta Arduino Uno cuenta con un puerto de comunicación serial que, mediante un Puerto USB de una computadora, permite enviar y recibir mensajes digitales. (Hetpro, 2017)

Las principales ventajas de Arduino Uno son:

- Costo
- Facilidad de aprender la herramienta
- Un software de desarrollo sencillo, no es necesario un programador externo a la tarjeta
- Un desarrollo de hardware libre, lo cual hace que se puedan crear proyectos para poderlos comercializar.

También una de las mayores ventajas de aprender Arduino es sencillamente el interés sobre programación, sobre algoritmos y sintaxis creando robots de Arduino, el código que se usa para programar pacas Arduino es bastante sencillo, así que será una manera más sencilla para poder entrenar un poco más el cerebro para entender la lógica usada en lenguajes de programación un poco más avanzados y si el interés trata sobre los electrónicos, este trabajo te introducirá al mundo de los circuitos, transistores, botones, pantallas, luces led y sensores, entre otros.

Arduino es una herramienta que vino a cambiar el modo de aplicar la tecnología embebida, la facilidad de uso de la tarjeta y su costo accesible al público y sobre todo la cantidad de programadores y desarrolladores hacen que la revolución sobre la tecnología sea más grande en el campo de los sistemas embebidos. En Arduino se permite un sin fin de aplicaciones y/o prototipos de forma muy accesible y rápida.

## Objetivos

- Fomentar el aprendizaje en un nuevo hardware utilizando la plataforma Arduino.
- Desarrollar prototipos respecto al lenguaje de programación usado y ejecutarlos sobre la plataforma Arduino.
- Conocer los componentes de hardware básicos para recibir señales externas y controlar elementos que le rodeen para interactuar con el mundo físico.

## Metodología

Las características principales de Arduino Uno son:

Características de Arduino Uno	
Velocidad	16Mhz
14 pines	Entrada/Salida digital
6 canales	Entrada analógica
1 puerto	UART
1 puerto	I2C
1 puerto	SPI
1 procesador	ATmega328p de 8bits
Memoria Flash	32KB
RAM	2KB
EEPROM	1KB
Voltaje	5Volts

**Tabla 1** Características Arduino Uno

– Pines de alimentación



**Figura 1** Tarjeta Arduino Uno Pines de Alimentación  
Fuente: Universidad de Cádiz

Se alimenta al Arduino mediante la conexión USB o mediante una fuente externa (recomendada de 7-12V).

Pines	
VIN	Se trata de la fuente tensión de entrada que contendrá la tensión a la que estamos alimentando al Arduino mediante la fuente externa. (Hetpro, 2017)
5V	Fuente de tensión regulada de 5V, esta tensión puede venir ya sea de pin VIN a través de un regulador interno, o se suministra a través de USB o de otra fuente de 5V regulada. (Hetpro, 2017)
3.3V	Fuente de 3.3 volts generados por el regulador interno con un consumo máximo de corriente de 50mA. (Hetpro, 2017)
GND:	Pines de tierra. (Hetpro, 2017)

**Tabla 2** Pines de Alimentación

– Digital Inputs/Outputs



**Figura 2** Tarjeta Arduino Uno Inputs/Outputs  
Fuente: Universidad de Cádiz

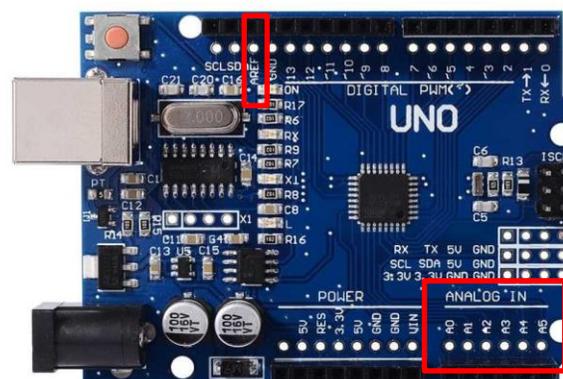
Cada uno de los 14 pines digitales se puede utilizar como una entrada o salida. Cada pin puede proporcionar o recibir un máximo de 40 mA y tiene una resistencia de pull-up (desconectado por defecto) de 20 a 50 kOhm.

Además, algunos pines tienen funciones especializadas como:

Pines inputs/outputs	
Pin 0 (RX) y 1 (TX)	Se utiliza para recibir (RX) y la transmisión (TX) de datos serie TTL. (Hetpro, 2017)
Pin 2 y 3	Interrupciones externas. Se trata de pines encargados de interrumpir el programa secuencial establecido por el usuario. (Hetpro, 2017)
Pin 3, 5, 6, 9, 10 y 11	PWM (modulación por ancho de pulso): Constituyen 8 bits de salida PWM con la función analogWrite ().(Hetpro, 2017)
Pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK)	Estos pines son de apoyo a la comunicación SPI. (Hetpro, 2017)
Pin 13 LED	Hay un LED conectado al pin digital 13. Cuando el pin es de alto valor, el LED está encendido, cuando el valor está bajo, es apagado. (Hetpro, 2017)

**Tabla 3** Pines Inputs/Outputs

– Analog Inputs



**Figura 3** Tabla de Arduino Uno Analog Inputs. Fuente: Universidad de Cádiz

El Arduino posee 6 entradas analógicas, etiquetadas desde la A0 a A5, cada una de las cuales ofrecen 10 bits de resolución. Por defecto, tenemos una tensión de 5V.

**Instrucciones para Arduino**

- Descargar IDE (software) de Arduino
- Conectar la tarjeta Arduino

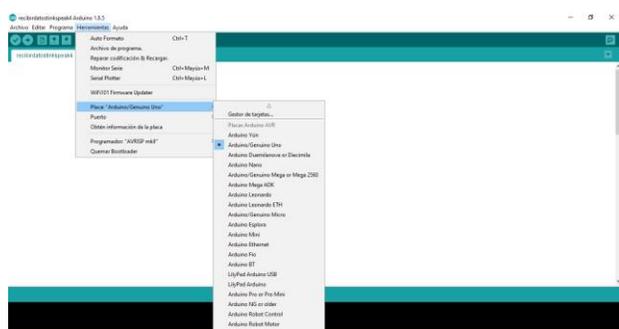
Se conecta la tarjeta Arduino a la computadora con el cable USB, una vez conectada el led de la placa PWR (led de alimentación) deberá permanecer encendido a partir de ahora.

- Instalar los drivers

Al conectarse el Arduino, Windows automáticamente deberá de inicializar la instalación de los drivers.

- Ejecución de placa y puerto serie

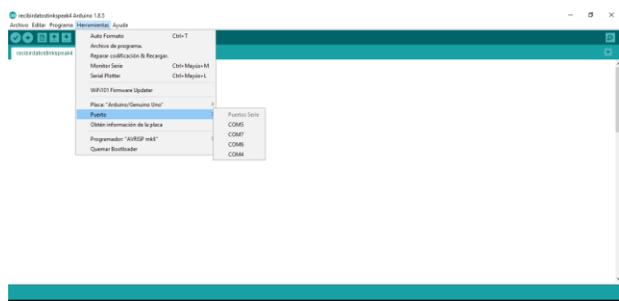
Abierta la aplicación IDE seleccionar Herramientas -> Placa -> Arduino Uno



**Figura 4** Ejecución de placa y puertos

Fuente: Universidad de Cádiz

Una vez seleccionado el modelo de placa, seleccionar el dispositivo el puerto en donde se conectó la placa, por lo regular este puerto se configura por defecto. (Cádiz, Comenzando con Arduino, 2017).



**Figura 5** Puerto Serial

Fuente: Universidad de Cádiz

La estructura de lenguaje de arduino es muy simple y se divide en configuración que incluye la declaración de variables y la inicialización de los pines. El segundo elemento del lenguaje es continuamente leído y ejecutado (loop) de acuerdo a las entradas y salidas que se le configuran.



**Figura 6** Lenguaje de Arduino

Fuente: Universidad de Cádiz

- Cargar el programa a la tarjeta

Para que el programa sea ejecutado, debe cargarse como



**Figura 7** Subir programa desarrollado

Fuente: Universidad de Cádiz

## Funciones Básicas

- E/S Digitales

pinMode. Configura el pin especificado para comportarse como una entrada (INPUT) o una salida (OUTPUT).

digitalWrite. Asigna el valor HIGH (5V) o LOW (0V) a un pin digital. Ejemplo: digitalWrite(Pin13, HIGH);

digitalRead. Lee el valor de un pin digital especificado, HIGH o LOW. Ejemplo: val=digitalRead(Pin13);

- E/S Analógicas

Lee el valor de tensión en el pin analógico especificado. La tarjeta Arduino posee 6 canales conectados a un conversor analógico digital de 10bits. Esto significa que convertirá tensiones entre 0 y 5 volts a un número entero entre 0 y 1023.

Esto proporciona una resolución en la lectura de 5 volts/1024 unidades, es decir: 00.0049 volts (4.9mv) por unidad. El rango de entrada puede ser cambiado usando la función `analogReference()`.

`analogWrite()`. Se escribe un valor analógico en un pin. Puede ser usado para controlar la luminosidad de un LED o la velocidad de un motor. Después de llamar a la función `analogWrite()`, el pin generará una onda cuadrada estable con el ciclo de trabajo especificado hasta que se vuelva a llamar a la función `analogWrite()`. La frecuencia de la señal será de aproximadamente 490 HZ, los valores de `analogRead` van desde 0 a 1023 y los valores de `analogWrite` van desde 0 hasta 255. (Cádiz, Comenzando con Arduino, 2017)

#### – Comunicación Serie

Se utiliza para la comunicación entre la tarjeta Arduino y una computadora u otros dispositivos. Todas las placas Arduino tienen al menos un puerto serie Serial. Se comunica a través de los pines digitales 0 (RX) Y 1 (TX), así como con la computadora por medio del puerto de USB. Selecciona la misma velocidad de baudios utilizada en el renglón `begin()`.

Comunicación serie	
<code>Serial.begin</code>	Selecciona la misma velocidad de baudios utilizada en el renglón <code>begin()</code> . Aquí se establece la velocidad de datos en bits por segundo o baudios, para que se transmitan los datos en serie. Para comunicarse con la computadora, se pueden utilizar varias velocidades: 300, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600 o 115200. Ejemplo: <code>Serial.begin(9600);</code>
<code>Serial.Read()</code>	Lee los datos entrantes del puerto serie. Ejemplo: <code>Byte=Serial.read();</code>
<code>Serial.print(val,[format])</code>	Imprime los datos al puerto serie como texto ASCII. Val: El valor a imprimir de cualquier tipo Format: Especifica la base (formato) a usar; los valores permitidos son BYTE, BIN (binarios), OCT (octales), DEC (decimales), HEX (hexadecimales). Este parámetro especifica el número de posiciones decimales a usar.

<code>Serial.println(val,[format])</code>	Imprime los datos al puerto serie como texto ASCII. Ejemplo: <code>Serial.println(analogValue);</code> imprime como ASCII decimal <code>Serial.println(analogValue, HEX);</code> imprime como ASCII hexadecimal.
<code>Serial.available()</code>	Devuelve el número de bytes disponibles para ser leídos por el puerto serie. <code>if (Serial.available() &gt; 0) {</code> realiza la lectura del puerto serie <code>}</code>

**Tabla 4** Comunicación Serie

Fuente: Universidad de Cádiz

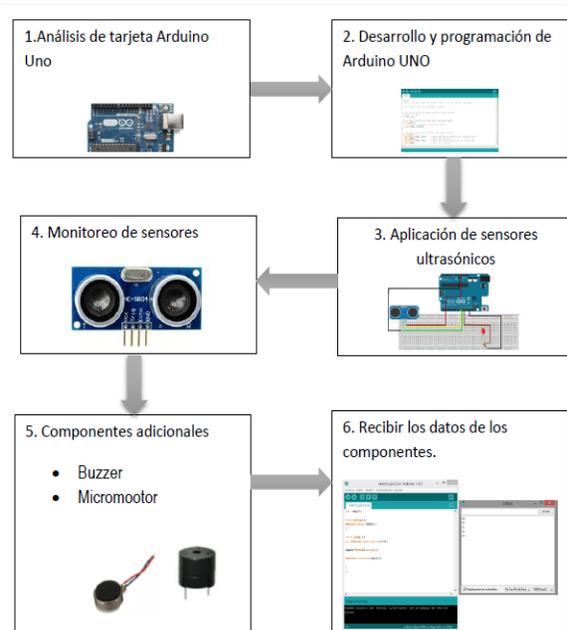
#### Análisis del método de un Bastón inteligente.

Para el desarrollo de este bastón inteligente se utilizó una placa de Arduino uno, software Arduino IDE para desarrollar la programación de la placa, dos sensores ultrasónicos HC04, un micromotor de vibración, un buzzer que emite sonidos, cables macho-hembra, un bastón, una protoboard, y una caja de cartón.

La conexión de los cables macho-hembra de la placa Arduino Uno a la protoboard, el cual tiene como fin más conexiones del propio pin del Arduino a los sensores ultrasónicos, micromotor y buzzer, de la protoboard, conexiones a los sensores ultrasónicos que se localizan en la parte media e inferior del bastón, estos sensores mandan las señales obtenidas de acuerdo a la programación en Arduino IDE, lo cuales detectan los obstáculos de 1.60m de altura y 50cm de distancia, estos mismos sensores mandarán una señal al micromotor localizado en la parte superior del bastón, que de igual manera está conectado en la protoboard, esta señal hace que tenga una vibración cuando los sensores hayan localizado obstáculos, de esta manera el buzzer emitirá un sonido cuando haya obstáculos, teniendo como funcionalidad una mejor advertencia para las personas débiles visuales.

Los materiales mencionados como la placa Arduino Uno, la protoboard, los cables macho-hembra, los sensores ultrasónicos HC04, y el buzzer se encuentran dentro de la caja de cartón que está localizada debajo del micromotor en la parte superior del bastón.

El análisis del método explica claramente el análisis del método de la solución del desarrollo del proyecto bastón inteligente dando a notar los principales puntos para desarrollarlo y dar el buen funcionamiento.



**Figura 8** Secuencia de desarrollo para Bastón Inteligente  
Fuente: *Elaboración Propia*

## Material a utilizar

### Arduino Uno

Arduino Uno es una placa electrónica basada en el microcontrolador ATmega328. Cuenta con 14 entradas/salidas digitales, de las cuales 6 se pueden utilizar como salidas PWM (Modulación por ancho de pulsos) y otras 6 son entradas analógicas. Además, incluye un resonador cerámico de 16 MHz, un conector USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP y un botón de reseteo. La placa incluye todo lo necesario para que el microcontrolador haga su trabajo, basta conectarla a un ordenador con un cable USB o a la corriente eléctrica a través de un transformador. (JADIAZ, 2016)

### Protoboard

Es empleada para realizar pruebas de circuitos electrónicos, insertando en ella componentes electrónicos y cables como puente. Es el boceto de un circuito electrónico donde se realizan las pruebas de funcionamiento necesarias antes de trasladarlo sobre un circuito impreso. (TuElectronica, 2016)

### Sensor de proximidad HC-SR04

El sensor HC-SR04 es un módulo que incorpora un par de transductores de ultrasonido que se utilizan de manera conjunta para determinar la distancia del sensor con un objeto colocado enfrente de este. Quizá la característica más destacada del HC-SR04 es que puede ser adquirido por una baja suma de dinero y esto mismo lo ha hecho muy popular. Afortunadamente el módulo HC-SR04 es bastante fácil de utilizar a pesar de su bajo precio y no demanda gran cantidad de trabajo ponerlo a funcionar, mucho menos si utilizamos una librería para sensores ultrasónicos.

### Bastón

Vara que sirve para apoyarse al andar. (Dictionary, 2018)

### Buzzer

Zumbador, buzzer en inglés, es un transductor electroacústico que produce un sonido o zumbido continuo o intermitente de un mismo tono (generalmente agudo). Sirve como mecanismo de señalización o aviso y se utiliza en múltiples sistemas, como en automóviles o en electrodomésticos, incluidos los despertadores. Su construcción consta de dos elementos, un electroimán y una lámina metálica de acero. El zumbador puede ser conectado a circuitos integrados especiales para así lograr distintos tonos. Cuando se acciona, la corriente pasa por la bobina del electroimán y produce un campo magnético variable que hace vibrar la lámina de acero sobre la armadura. (Carrod Electronica, 2018)

### Cable de Arduino

Se usa para conectar Arduino Uno, Arduino Mega 2560, Arduino 101 o cualquier placa con el puerto hembra USB A de su computadora. La longitud del cable es de aproximadamente 178 cm. El color y la forma del cable pueden variar. (Arduino, 2018)

## Resultados

De acuerdo al análisis del método se dan como resultados el bastón inteligente que conectado a una placa Arduino Uno, que obtiene señales de obstáculos localizados por medio de dos sensores ultrasónicos, estos mandan información al micromotor para que mande una vibración de acuerdo a la programación que se realizó en Arduino IDE, y al mismo tiempo el buzzer emita un sonido cuando estén los obstáculos cerca de acuerdo a las medidas que se establecieron en la programación de Arduino IDE.

Dada la programación arduino se expone la siguiente programación, para el funcionamiento del bastón inteligente.

- Se define cada uno de los pines del sensor.
- Se declaran variables para determinar distancia.
- Pines para el buzzer.
- Notas para el sonido
- Pines de entrada y salida de cada sensor.
- Imprime distancia
- Generar el pulso.
- Arroja respuesta el buzzer entre la distancia predeterminada.
- Detecta el vibrador.
- Imprime respuesta de sensor 1

Los pasos anteriores son fundamentales para funcionalidad de la programación y así se tenga el resultado obtenido.

## Conclusión

Al concluir con el modelo de aprendizaje para Arduino Uno, finalizo en cómo se analizo el desarrollo del bastón inteligente ya que se reforzaron habilidades y conocimientos que se obtuvieron durante el periodo de estudios en la Universidad Tecnológica de San Juan del Río.

Se obtuvieron más conocimientos sobre la programación en Arduino IDE, las conexiones que se realizaron de los sensores ultrasónicos y la configuración sobre la altura y distancia máxima que alcanzan estos sensores.

Los materiales Micromotor de vibración y buzzer, son materiales que al ocuparlos en este proyecto tuvimos un mejor desempeño para poder realizar un mejor funcionamiento del bastón inteligente, ya que son necesarios para el desarrollo, y la información obtenida para poderlos programar, de igual forma podemos decir que estos dos materiales ocupados en la conexión con el Arduino son materiales de los cuales no se sabía correctamente su funcionalidad, pero con investigación y pruebas se logró el objetivo.

Para esto fue importante saber para que se utilizó cada componente, cuál es su funcionalidad y como se puede utilizar correctamente cada material.

Para ello la planeación y análisis de investigación de la metodología del buen funcionamiento de Arduino uno fue elaborado correctamente siguiendo paso a paso para llegar a buenos resultados.

## Referencias

(18 de Octubre de 2017). Obtenido de Hetpro: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/que-es-arduino/>

Arduino. (20 de Agosto de 2018). *Cable USB tipo A / B*. Obtenido de Cable USB tipo A / B.: <https://store.arduino.cc/usa/usb-2-0-cable-type-a-b>

Arduino, T. (16 de Mayo de 2016). *Sensor ultrasónico HC-SR04 y Arduino*. Obtenido de Sensor ultrasónico HC-SR04 y Arduino: <https://www.geekfactory.mx/tutoriales/tutoriales-arduino/sensor-ultrasonico-hc-sr04-y-arduino/>

Cádiz, U. d. (Marzo de 2017). *Comenzando con Arduino*. Obtenido de Unidad de Innovación Docente:

[http://www.uca.es/recursos/doc/Unidades/Unidad\\_Innovacion/Innovacion\\_Docente/ANEXOS\\_2011\\_2012/22232441\\_310201212102.pdf](http://www.uca.es/recursos/doc/Unidades/Unidad_Innovacion/Innovacion_Docente/ANEXOS_2011_2012/22232441_310201212102.pdf)

Cádiz, U. d. (s.f.). *Comenzando con Arduino*.

Carrod Electronica. (20 de 09 de 2018). Obtenido de Carrod Electronica: <https://www.carrod.mx/products/buzzer-12-v-12-cm-qsx-1206>

*Dictionary*. (20 de 09 de 2018). Obtenido de Dictionary:

<https://es.thefreedictionary.com/bast%C3%B3n>

*Hetpro*. (18 de Octubre de 2017). Obtenido de <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/que-es-arduino/>

*Hetpro*. (18 de Octubre de 2017). Obtenido de ¿Qué es Arduino?: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/que-es-arduino/>

*Hetpro*. (18 de Octubre de 2017). Obtenido de ¿Qué es Arduino?: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/que-es-arduino/>

JADIAZ. (21 de Enero de 2016). *MiArduino*. Obtenido de MiArduino: <http://www.iescamp.es/miarduino/2016/01/21/placa-arduino-uno/>

Rubio, M. Á., Mañoso, C., Romero Zaliz, R., & P. de Madrid, Á. (28 de Octubre de 2014). *Universitat Politècnica de Catalunya*. Obtenido de Portal de acceso abierto al conocimiento de la UPC:

<https://upcommons.upc.edu/handle/2099/15503?show=full>

TuElectronica. (4 de Febrero de 2016). *Que es la protoboard (breadboard)*. Obtenido de Que es la protoboard (breadboard): <https://tuelectronica.es/que-es-la-protoboard/>

## Conversión digital de texto entre sistemas Braille y Letra en tinta

### Digital text conversion between Braille and Letter in Ink systems

CRUZ-LUNA, Manuel†\*, HERNANDEZ-LUNA, Aldo, MARTINEZ-HERNANDEZ, Julio Cesar y CRUZ-DOMINGUEZ, Adriana

*Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Manuel, Cruz-Luna* / ORC ID: 0000-0002-0640-8926, Researcher ID Thomson: H-8709-2018, CVU CONACYT ID: 368159

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Aldo, Hernandez-Luna* / ORC ID: 0000-0002-7717-5314, Researcher ID Thomson: I-1165-2018, CVU CONACYT ID: 441305

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Julio Cesar, Martinez-Hernandez* / ORC ID: 0000-0001-9528-156X, Researcher ID Thomson: I-4334-2018, CVU CONACYT ID: 904537

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Adriana, Cruz-Dominguez* / ORC ID: 0000-0002-1486-9343, Researcher ID Thomson: F-7415-2019, CVU CONACYT ID: 971865

DOI: 10.35429/JCA.2019.10.3.23.28

Recibido Abril 30, 2019; Aceptado Junio 30, 2019

#### Resumen

La escritura es una forma de comunicación disponible para preservar información, ideas y conocimiento, para ser transmitido entre diversos grupos sociales y a través del tiempo de una generación hacia sus sucesoras. Para utilizar el sistema de Letra en tinta, se requiere que la persona tenga la capacidad de ver para reconocer los trazos que forman las letras y puedan obtener conocimiento; para el caso de las personas invidentes requieren de utilizar otro sentido, el tacto, para llevar a cabo la lectura de información utilizando el sistema Braille. Hoy en día se tiene una gran cantidad de información en formato digital, manipulada por medio de sistemas informáticos, con la característica que se requiere de la vista para poder leer dicha información. El desarrollo de este sistema de conversión permitirá integrar a las personas invidentes al mundo de la información digital, de forma que puedan acceder a textos de archivos, representarlos en sistema Braille y tengan la capacidad de leerlos sin ningún problema; además les permitirá plasmar sus propias emociones y conocimientos escribiéndolos en el sistema que ya conocen y sea convertido a sistema de Letra en tinta, para que posteriormente sea colocado en Internet y utilizado a nivel mundial

**Texto digital, Braille, Conversión**

#### Abstract

Writing is a communication way available to preserve information, ideas and knowledge, to be transmitted between different social groups and through the step of time of a generation towards its successors. To use the system of Letter in ink, it is required that the person can use the sight to recognize the lines and strokes that form the letters and can obtain knowledge; for blind people, they need to use another sense, in this case touch, to carry out the reading of information through the Braille system. Nowadays, there is a large amount of information in digital format, managed by informatics systems, where sight is needed to read that information. The development of this conversion system will allow blind people to be integrated into the world of digital information, so that they can access text files, represent them in Braille system and have the ability to read them without any problem; in addition, it will allow these people to express their own ideas, emotions and knowledge by writing them in the system they already know end be converted to the Letter in Ink system so that later, it can be placed on the Internet and used by anyone worldwide

**Digital text, Braille, Conversion**

**Citación:** CRUZ-LUNA, Manuel, HERNANDEZ-LUNA, Aldo, MARTINEZ-HERNANDEZ, Julio Cesar y CRUZ-DOMINGUEZ, Adriana. Conversión digital de texto entre sistemas Braille y Letra en tinta. Revista de Cómputo Aplicado. 2019, 3-10: 23-28

\* Correspondencia al Autor (Correo electrónico: mcruzl@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer Autor.

## Introducción

El ser humano requiere de la comunicación con sus semejantes para llevar a cabo una gran cantidad de actividades, desde una plática de convivencia hasta la transferencia de conocimientos entre generaciones. El proceso de comunicaciones se puede dar de dos formas diferentes, una cuando el emisor y el receptor se encuentran en espacios contiguos en el mismo tiempo, teniendo comunicaciones interactivas, donde el intercambio de información fluye en ambos sentidos de manera simultánea.

La otra forma de comunicación se da cuando el emisor y el receptor se encuentran en lugares o tiempos diferentes, lo que no permite tener una interacción tan rápida como la anterior. Para este último proceso se tuvieron que inventar algunas formas de preservar la información para que posteriormente sea recuperada por quienes estén interesados en adquirirla. La forma más común es la escritura, debido al tiempo que permanece la información sin que sufra alteraciones; la única característica que debe tener la persona que va a recuperar la información, es que debe tener desarrollado el sentido de la vista para poder leer la información que se encuentra impresa o representada en formatos digitales a través de pantallas o algún otro componente. A este sistema se le conoce como “Letra en tinta”.

Para el caso de las personas invidentes, se requiere de un sistema de escritura en el que no se necesite de la vista para poder tener acceso a la información; este sistema, que se encuentra difundido a nivel mundial se conoce como Braille, debido a su inventor Louis Braille. Está formado por seis puntos para representar cada uno de los caracteres que se requieren en el idioma. Estos seis puntos se marcan sobre las hojas de papel, generando unas protuberancias en la ubicación de cada punto.

La forma de lectura es por medio del tacto, donde las personas pasan las yemas de los dedos sobre las protuberancias en las hojas, identifican la posición de cada una de ellas y van generando las letras, palabras, números y signos correspondientes al texto que se encuentra impreso. El objetivo de la presente investigación es el desarrollo de un algoritmo para realizar la traducción de texto entre los dos sistemas de escritura.

## Sistemas de Escritura

### Letra en tinta

Sistema utilizado para escritura, donde intervienen rasgos caligráficos para formar cada una de las letras, números y símbolos que contiene un documento escrito. Dependiendo de los rasgos que se tengan y la ubicación de cada uno de ellos, pueden dar un significado u otro a la información que se encuentra plasmada.

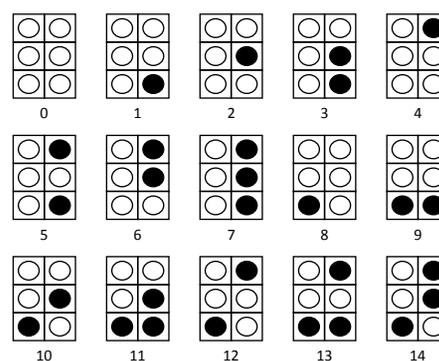
Para este sistema de escritura se tienen los siguientes símbolos disponibles en el lenguaje español:

- 33 letras mayúsculas
- 33 letras minúsculas
- 10 números
- 13 signos aritméticos
- 10 signos de puntuación

La combinación de todos estos elementos da como resultado escritos con palabras, frases y oraciones que contienen ideas, pensamientos, logros, descubrimientos, historias o simplemente un texto que se quiera preservar.

### Braille

Sistema utilizado para lectura y escritura donde se requiere únicamente del sentido del tacto para su aplicación. Se utiliza una serie de puntos ubicados en una cuadrícula de tres filas y dos columnas, dando como resultado seis posiciones diferentes; en cada una de estas posiciones puede o no haber un punto (una protuberancia sobre el papel), lo que nos da dos estados en cada una y un total de 64 combinaciones diferentes. Como ejemplo tenemos las combinaciones mostradas en la figura 1, donde los círculos negros representan las protuberancias en el papel y los blancos la hoja sin marcas.



**Figura 1** Caracteres en sistema Braille

*Fuente: Elaboración Propia*

**Conversión entre Sistemas**

Debido a la diferencia en cuanto a la cantidad de símbolos entre los dos sistemas, se cuenta con un sistema de traducción entre ellos, donde la principal característica es que una combinación de puntos en el sistema Braille, representa varios símbolos en el sistema de Letra en tinta. La tabla uno muestra las combinaciones de puntos utilizadas para las primeras letras del alfabeto, la primera columna muestra las combinaciones de puntos, si esa combinación se encuentra sin una combinación complementaria a su izquierda, representa las letras en minúscula, como se muestra en la columna dos. Si antes de cada combinación se coloca la complementaria que se encuentra ubicada en la parte superior de la tercera columna, entonces se está representando un dígito numérico. Si antes de cada combinación se coloca la complementaria que se encuentra ubicada en la parte superior de la cuarta columna, entonces se está representando una letra en mayúscula. Si al inicio de cada palabra se coloca el indicador de mayúsculas una sola vez, se indica que la primera letra es mayúscula y las demás son minúsculas. Si al inicio de la palabra se coloca dos veces el indicador de mayúsculas, se indica que la palabra completa es en mayúsculas.

La tabla dos muestra un ejemplo del uso de los caracteres complementarios. Como se puede ver en la segunda columna, los últimos cuatro caracteres (combinaciones de puntos) en el sistema Braille son los mismos, lo único que cambia es la colocación de algún carácter antes de la palabra si es que se quiere colocar la inicial en mayúsculas, todo en mayúsculas o una serie de números.

		⠠	⠠
⠠	a	1	A
⠠	b	2	B
⠠	c	3	C
⠠	d	4	D
⠠	e	5	E
⠠	f	6	F
⠠	g	7	G
⠠	h	8	H
⠠	i	9	I
⠠	j	0	J

**Tabla 1** Combinaciones de puntos para letras y números  
Fuente: *Elaboración Propia*

Letra en tinta	Braille
ceja	⠠⠠⠠⠠⠠⠠
Ceja	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠
CEJA	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠
3501	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠

**Tabla 2** Ejemplo de uso de caracteres complementarios  
Fuente: *Elaboración Propia*

**Metodología Aplicada**

Para el desarrollo del presente trabajo, se hizo uso de la metodología de desarrollo de software por prototipo, debido a que se pueden hacer las pruebas y modificaciones necesarias en un prototipo que se construye con todas las características que requiere el producto final. Las fases que se llevaron a cabo son:

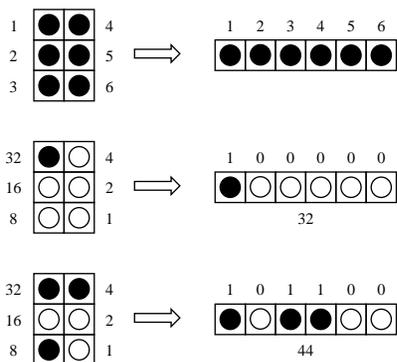
1. Recolección y refinamiento de requisitos. Se hizo un listado de los requisitos que debe cumplir el prototipo, llevando a cabo un análisis y clasificación de los requisitos.
2. Diseño rápido. Se realizó el diseño de la solución para llevar a cabo la conversión de texto entre los dos sistemas, utilizando las ocho posiciones que tiene un carácter dentro de la computadora y las seis que tiene un carácter en el sistema Braille. En este paso fue necesario tomar en consideración las características particulares que tiene el sistema Braille para el uso de símbolos complementarios y aumentar con esto la cantidad de letras números y símbolos utilizados.
3. Construcción del prototipo. Se desarrolló el algoritmo para llevar a cabo la traducción de Letra en tinta hacia Braille, dando como resultado la posibilidad de hacerlo en ambos sentidos entre los dos sistemas de escritura.
4. Evaluación del prototipo por el cliente. Se llevó a cabo una verificación de los resultados obtenidos por el algoritmo a través de pruebas de escritorio, donde se colocaron una serie de textos con letras mayúsculas, minúsculas, números y símbolos como datos de entrada y se verificó el texto obtenido en sistema Braille.

5. Refinamiento del prototipo. Un vez que el prototipo obtuvo la funcionalidad requerida, se trabajó en la elaboración de un programa para la automatización de las conversiones entre los sistemas de escritura.
6. Producto de ingeniería. Finalmente se obtuvo el resultado esperado, un sistema de conversión de texto de sistema Letra en tinta a sistema Braille.

**Algoritmo Utilizado**

Para la conversión de sistema Braille a Letra en tinta se requiere de la identificación de cada uno de los puntos que forman cada uno de los caracteres, ya sea por los que se encuentran marcados en la hoja por medio de un sistema de lectura con sensores, o bien, a través de un sistema de botones donde la persona vaya escribiendo en tiempo real cada uno de los caracteres que necesite para su documento.

Debido a que se tienen únicamente 6 puntos por caracter y dos estados, nos da un total de 2<sup>6</sup>, es decir, 64 combinaciones diferentes. Como se muestra en la figura 2, a cada uno de los puntos se le asigna una posición dentro de los dígitos binarios de un byte y se almacena dentro de la secuencia de texto, posteriormente se verifica si es un caracter complementario o de un símbolo, si es un carácter significativo se almacena en el texto convertido, de lo contrario se espera al siguiente caracter para ser mostrado tomando como referencia la combinación de ambos símbolos. Tomando el valor final del caracter a utilizar, se hace la búsqueda dentro de la tabla de equivalencias (Tabla 3) para identificar el símbolo que se va a almacenar dentro del texto traducido.



**Figura 2** Conversión de Braille a bytes  
Fuente: *Elaboración Propia*

Se deben de almacenar las dos secuencias de caracteres identificados, por una parte, los que se van leyendo del documento en Braille y por otra parte los que se van generando como resultado de la traducción en sistema Letra en tinta.

Letra	Valor	Letra	Valor	Letra	Valor
a	32	l	56	v	57
b	48	m	44	w	23
c	36	n	46	x	45
d	38	ñ	55	y	47
e	34	o	42	z	43
f	52	p	60	á	59
g	54	q	62	é	29
h	50	r	58	í	12
i	20	s	28	ó	13
j	22	t	30	ú	31
k	40	u	41	ü	51

**Tabla 3** Equivalencias entre letras y valores de bytes en Braille

Fuente: *Elaboración Propia*

Para realizar al conversión de Letra en tinta hacia Braille, se va a tomar cada uno de los caracteres que se encuentran en el documento, si se trata de una letra minúscula, se busca su equivalencia en bytes directamente en la tabla de Equivalencias y se almacena en el texto convertido; si se trata de una letra mayúscula, se lee el siguiente caracter del texto, si es también una mayúscula, significa que toda la palabra es en mayúsculas y se coloca el caracter complementario dos veces, continuando con cada una de las letras de la palabra, convirtiéndolas en minúsculas y buscando su equivalencia en bytes dentro de la tabla correspondiente; si el segundo caracter se encuentra en minúscula, significa que nada más la inicial de la palabra es en mayúscula y se coloca un solo caracter complementario de mayúsculas, se convierte la primera letra en minúscula y se busca su equivalencia en bytes dentro de la tabla correspondiente, las demás letras de la palabra se buscarán de manera directa en la tabla de equivalencias.

En caso de que se trate de números, se coloca inicialmente el caracter complementario para números y cada uno de los dígitos se busca dentro de la tabla de equivalencias para obtener el valor en byte que le corresponde.

En caso de que sean caracteres adicionales, se busca su valor en bytes directamente en la tabla de equivalencias.

La cadena de bytes que se obtenga como resultado de la conversión de Letra en tinta a Braille, se utilizará para mostrar la información en algún sistema que tenga la capacidad de manipular elementos físicos, donde las personas invidentes puedan percibir por medio del tacto las protuberancias que requieren para identificar textos, puedan leerlo y logren su comprensión sin ningún problema.

### Resultados Obtenidos

Para la realización de pruebas del algoritmo de traducción, se genera una aplicación local para escritorio, donde se coloca como dato de entrada una frase utilizando el sistema Letra en tinta y se obtiene como resultado la secuencia de números que representa los bytes de cada letra en sistema Braille como se aprecia en la tabla 4. Se realizó un proceso adicional para obtener la combinación de puntos para byte, dando como resultado los caracteres correctos en Braille.

Letra en tinta	Valores numéricos
Este texto es la prueba número 12 para conversiones de Letra en tinta a Braille	5, 34, 28, 30, 34, 0 30, 34, 45, 30, 42, 0, 34, 28, 0, 56, 32, 0, 60, 58, 41, 34, 48, 32, 0, 46, 31, 44, 34, 58, 42, 0, 15, 32, 33, 0, 60, 32, 58, 32, 0 36, 42, 46, 57, 34, 58, 28, 20, 42, 46, 34, 28, 0, 38, 34, 0, 5, 56, 34, 30, 58, 32, 0, 34, 46, 0, 30, 20, 46, 30, 32, 0, 32, 0, 5, 48, 48, 32, 20, 56, 56, 34

**Tabla 4** Conversión de Letra en tinta a Braille

Fuente: *Elaboración Propia*

En el otro sentido, se tomó un texto de un documento en Braille, se calculó el valor en bytes de cada letra y se agregó como entrada al algoritmo propuesto, dando como resultado el texto que se muestra en la tabla 5.

Valores numéricos	Letra en tinta
5, 34, 56, 0, 28, 20, 28, 30, 34, 44, 32, 0, 5, 48, 58, 32, 20, 56, 56, 34, 0, 34, 28, 0, 41, 46, 0, 56, 34, 46, 54, 41, 32, 22, 34, 0, 41, 30, 20, 56, 20, 43, 32, 38, 42, 0, 60, 42, 58, 0, 44, 34, 38, 20, 42, 0, 38, 34, 56, 0, 30, 32, 36, 30, 42	El sistema Braille es un lenguaje utilizado por medio del tacto

**Tabla 5** Conversión de Braille a Letra en tinta

Fuente: *Elaboración Propia*

### Conclusiones

Este algoritmo propuesto para la conversión entre textos de los sistemas Letra en tinta y Braille es de gran ayuda para las personas invidentes, debido a que los acerca a los documentos y la información que puede estar disponible en cualquier documento de texto. Además de que les permite expresar sus ideas, sentimientos, emociones y conocimientos sobre algún tema en particular y les da la posibilidad de convertir sus textos a un sistema que pueda ser utilizado por la mayoría de personas en cualquier dispositivo electrónico con la capacidad de manipulación de archivos de texto; logrando con esto que todas las personas tengan acceso a la información que se encuentra almacenada de manera digital, sin importar si pueden hacer uso o no de su sentido de la vista.

### Sugerencias

Para la aplicación de este algoritmo de conversión de texto, se requiere de un sistema informático y mecatrónico que permita a una persona invidente llevar a cabo la escritura, lectura e impresión de texto en sistema Braille y, su correspondiente conversión a sistema Letra en tinta; que tenga además la capacidad de guardar el texto en dispositivos de almacenamiento extraíble y pueda ser abierto en cualquier computadora como un archivo de texto, se modifique, guarde y lo pueda volver a abrir la persona invidente para que lea los cambios y pueda contribuir con otras personas a la escritura de documentos sin ningún problema.

### Referencias

(España Patente n° ES2660640B1, 2019)

Barrios, T. H., Marín, M. B. y Torrente, N. (2017). XIX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación: El Uso de la Tecnología para la Inclusión de los Disminuidos Visuales en las Aulas.

Gonzalez-García, L. (1999). III Jornadas Científicas de Investigación sobre Personas con Discapacidad: Comprensión lectora en lectura braille.

Hernández, C., Pedraza, L. F. y López, D. (2011). Revista de salud pública: Dispositivo tecnológico para la optimización del tiempo de aprendizaje del lenguaje Braille en personas invidentes.

Lorenzo Cadarso, P. L. y Sánchez Sánchez, P. Puertas a la lectura: Leer sin ver.

Martínez-Liebana, I. y Polo Chacón, D. (2004). Guía didáctica para lectoescritura Braille.

Pantaleo, G. y Rinaudo L. (2015). Ingeniería de software. Alfaomega.

Pauta, J. A. A., Vélez, E. P. and Serpa-Andrade, L. (2016). 2016 IEEE International Autumn Meeting on Power, Electronics and Computing: Braille teaching electronic prototype.

Perez-Castro, J. (2016). Sinectica: La inclusión de las personas con discapacidad en la educación superior en México.

Serrano Marrugan, I. y Palomares Ruiz, A. (2013). Eticanet: La accesibilidad en las TIC para alumnos con discapacidad visual. Un reto para el profesorado.

Serrano Marugán, I., Palomares Ruiz, A. y Garrote Rojas, D. (2013). ENSAYOS, Revista de la Facultad de Educación de Albacete: Propuestas innovadoras para favorecer el uso de las TIC y propiciar la inclusión educativa del alumnado con discapacidad visual”.

Silva Sprock, A., Ponce, J. C. (2014). Rbraille: REA basado en reglas inteligentes para lectura braille

Simón, C., Ochaíta, E. y Huertas, J. A. (1995). Comunicación, lenguaje y educación: El sistema Braille, bases para su enseñanza-aprendizaje.

Sommerville, I. (2011). Ingeniería de software. Pearson.

# Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

---

## [Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Autor†\*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2<sup>do</sup> Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3<sup>er</sup> Coautor

*Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)*

### International Identification of Science - Technology and Innovation

ID 1<sup>er</sup> Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1<sup>er</sup> Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1<sup>er</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1<sup>er</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2<sup>do</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2<sup>do</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3<sup>er</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3<sup>er</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

---

### Resumen (En Español, 150-200 palabras)

Objetivos  
Metodología  
Contribución

**Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Español)**

### Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)

Objetivos  
Metodología  
Contribución

**Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Inglés)**

---

**Citación:** Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor†\*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo Revista de Cómputo Aplicado. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

---

---

\* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Artículo

## Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

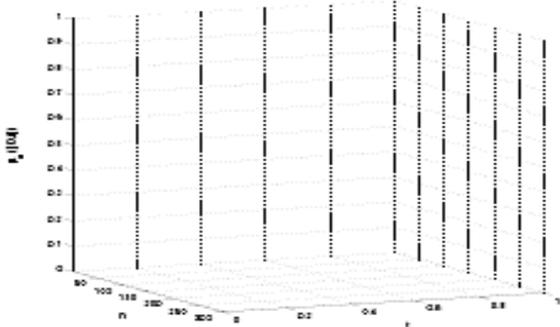
[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

## Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

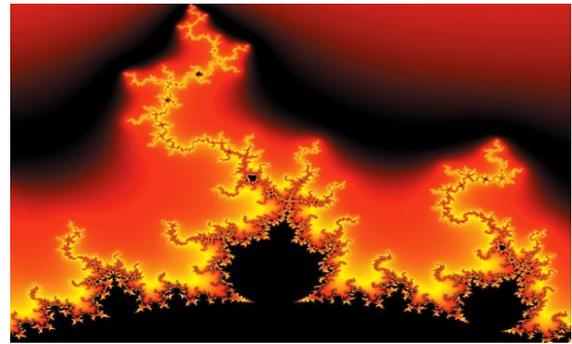
En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No. 10 y Negrita]



**Gráfico 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.



**Figura 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.


**Tabla 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Cada Artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Título secuencial.

**Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:**

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

## Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

## Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

## Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

## Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

## Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

## Referencias

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Artículo.

Utilizar Alfabeto Romano, todas las referencias que ha utilizado deben estar en el Alfabeto romano, incluso si usted ha citado un Artículo, libro en cualquiera de los idiomas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (Inglés, Francés, Alemán, Chino, Ruso, Portugués, Italiano, Español, Árabe), debe escribir la referencia en escritura romana y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

## Ficha Técnica

Cada Artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

## Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

## **Reserva a la Política Editorial**

Revista de Cómputo Aplicado se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los Artículos a la Política Editorial del Research Journal. Una vez aceptado el Artículo en su versión final, el Research Journal enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del Artículo.

## **Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales**

### **Declaración de Originalidad y carácter inédito del Artículo, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución**

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de Artículos que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes del Artículo deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia del Artículo propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Cómputo Aplicado emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en este Artículo ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en el Artículo, así como las teorías y los datos procedentes de otros Artículos previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Spain considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.

## Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-México, S.C en su Holding Spain para su Revista de Cómputo Aplicado, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

## Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

### Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre Artículos enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

### Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio al Artículo el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

### Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los Artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los Artículos que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter el Artículo a evaluación.

### **Responsabilidades de los Autores**

Los Autores deben garantizar que sus Artículos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Artículos definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del Artículo presentado a arbitraje.

### **Servicios de Información**

#### **Indización - Bases y Repositorios**

RESEARCH GATE (Alemania)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico- CSIC)

HISPANA (Información y Orientación Bibliográfica-España)

#### **Servicios Editoriales:**

Identificación de Citación e Índice H.

Administración del Formato de Originalidad y Autorización.

Testeo de Artículo con PLAGSCAN.

Evaluación de Artículo.

Emisión de Certificado de Arbitraje.

Edición de Artículo.

Maquetación Web.

Indización y Repositorio

Traducción.

Publicación de Obra.

Certificado de Obra.

Facturación por Servicio de Edición.

#### **Política Editorial y Administración**

38 Matacerquillas, CP-28411. Moralarzal –Madrid-España. Tel: +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 1260 0355, +52 1 55 6034 9181; Correo electrónico: [contact@ecorfan.org](mailto:contact@ecorfan.org) [www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

**Editor en Jefe**

VALDIVIA - ALTAMIRANO, William Fernando. PhD

**Directora Ejecutiva**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

**Director Editorial**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

**Diseñador Web**

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

**Diagramador Web**

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

**Asistente Editorial**

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

**Traductor**

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

**Filóloga**

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

**Publicidad y Patrocinio**

(ECORFAN® Spain), [sponsorships@ecorfan.org](mailto:sponsorships@ecorfan.org)

**Licencias del Sitio**

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. [financingprograms@ecorfan.org](mailto:financingprograms@ecorfan.org)

**Oficinas de Gestión**

38 Matacerquillas, CP-28411. Moralarzal –Madrid-España.

# Revista de Cómputo Aplicado

“Software para el aprendizaje de operaciones aritméticas a través del ábaco Cranmer para débiles visuales”

**SILVA-MARTÍNEZ, Dalia, VALVERDE-JARQUÍN, Reyna, GARCÍA-MARTÍNEZ, Ricardo y FLORES-PÉREZ, Mario Andrés**  
*Instituto Tecnológico de Oaxaca*

“Diseño y construcción de un acoplamiento electrónico para realizar conexiones de IoT en un PLC convencional”

**CAMACHO-ALTAMIRANO, Ulices, MARTÍNEZ-CARRILLO, Irma y JUÁREZ-TOLEDO, Carlos**  
*Universidad Autónoma del Estado de México*

“Modelo de Aprendizaje para Arduino Uno Básico”

**LEDESMA-URIBE, Norma Alejandra, CARDOSO-FALCÓN, Berenice y TORRES-GARCÍA, Oliva**  
*Universidad Tecnológica de San Juan del Río*

“Conversión digital de texto entre sistemas Braille y Letra en tinta”

**CRUZ-LUNA, Manuel, HERNANDEZ-LUNA, Aldo, MARTINEZ-HERNANDEZ, Julio Cesar y CRUZ-DOMINGUEZ, Adriana**  
*Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango*

