

ISSN 2523-6865

Volumen 3, Número 8 — Abril — Junio - 2019

# Revista de Simulación Computacional



## **ECORFAN-Taiwan**

### **Editor en Jefe**

QUINTANILLA - CÓNDOR, Cerapio. 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 Simulación Computacional**, Volumen 3, Número 8, Abril a Junio 2019, es una revista editada trimestralmente por Ecorfan-Taiwán. Taiwan, Taipei. YongHe district, ZhongXin, Street 69. Postcode: 23445. WEB: [www.ecorfan.org/taiwan](http://www.ecorfan.org/taiwan), [revista@ecorfan.org](mailto:revista@ecorfan.org). Editor en Jefe: QUINTANILLA - CÓNDOR, Cerapio. PhD. ISSN: 2523-6865. 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 Instituto Nacional de defensa de la competencia y protección de la propiedad intelectual.

# **Revista de Simulación Computacional**

## **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 de sistema de telemetría, intervalo difuso, estimulación eléctrica, controlador difuso, aplicación móvil, red de comunicaciones, plataforma web, control de producción, tecnología computacional, electrónica de la computadora, dispositivos de control, lenguajes de programación y sistemas de producción automatizados.

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 Simulación Computacional es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Taiwan, 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 telemetría, intervalo difuso, estimulación eléctrica, controlador difuso, aplicación móvil, red de comunicaciones, plataforma web, control de producción, tecnología computacional, electrónica de la computadora, dispositivos de control, lenguajes de programación y sistemas de producción automatizados 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**

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

GUZMÁN - ARENAS, Adolfo. PhD  
Institute of Technology

RODRIGUEZ - ROBLEDO, Gricelda. PhD  
Universidad Santander

DIAZ - RAMIREZ, Arnoldo. PhD  
Universidad Politécnica de Valencia

MEJÍA - FIGUEROA, Andrés. PhD  
Universidad de Sevilla

RIVAS - PEREA, Pablo. PhD  
University of Texas

VAZQUES - NOGUERA, José. PhD  
Universidad Nacional de Asunción

TIRADO - RAMOS, Alfredo. PhD  
University of Amsterdam

LARA - ROSANO, Felipe. PhD  
Universidad de Aachen

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

## **Comité Arbitral**

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

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

ANTOLINO - HERNANDEZ, Anastacio. PhD  
Instituto Tecnológico de Morelia

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

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

GAXIOLA - PACHECO, Carelia Guadalupe. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

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

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

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

MORALES - CARBAJAL, Carlos. 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 Simulación Computacional emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas 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 Taiwan 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 ORCID - 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 Oceania. 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 telemetría, intervalo difuso, estimulación eléctrica, controlador difuso, aplicación móvil, red de comunicaciones, plataforma web, control de producción, tecnología computacional, electrónica de la computadora, dispositivos de control, lenguajes de programación y sistemas de producción automatizados y a otros temas vinculados a las Ciencias de Ingeniería y Tecnología

## **Presentación del Contenido**

Como primer artículo presentamos, *Diseño e implementación de un sistema de visión por computadora para el reconocimiento de objetos en movimiento*, por TORRES-BECERRA, Franco Javier, GUZMAN-ALTAMIRANO, Miguel Angel, GARCÍA-GALLEGOS, Jesús Hazael y CABALVELARDE, Javier Gustavo, con adscripción en el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato y la Universidad Tecnológica de San Juan del Río Querétaro, como segundo artículo presentamos, *Experiencia en la Formación y Operación del Cuerpo Académico ITESI CA-017 Ingeniería de Software*, por TORRES-FRAUSTO, David Antonio, VILLEGAS-TÉLLEZ, Rodrigo y LOZANO-VÁZQUEZ, Ángel Gerardo, con adscripción en el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, como tercer artículo presentamos, *Software ERP*, por HUERTA-MASCOTTE, Eduardo, RICO-MORENO, José Luis, AGUIRRE-PUENTE, José Alfredo y MATA-CHÁVEZ, Ruth Ivonne, con adscripción en la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato y la Universidad de Guanajuato, como último artículo presentamos, *Implementación de la Realidad Aumentada en un sistema opto mecatrónico de grabado láser*, por BLANCO-MIRANDA, Alan David, GARCÍA-CERVANTES, Heraclio y ANDRADE-ARENAS, Iván, con adscripción en la Universidad Tecnológica de León.

## Contenido

Artículo	Página
<b>Diseño e implementación de un sistema de visión por computadora para el reconocimiento de objetos en movimiento</b> TORRES-BECERRA, Franco Javier, GUZMAN-ALTAMIRANO, Miguel Angel, GARCÍA-GALLEGOS, Jesús Hazael y CABAL-VELARDE, Javier Gustavo <i>Instituto Tecnológico Superior de Irapuato</i> <i>Universidad Tecnológica de San Juan del Río Querétaro</i>	1-13
<b>Experiencia en la Formación y Operación del Cuerpo Académico ITESI CA-017 Ingeniería de Software</b> TORRES-FRAUSTO, David Antonio, VILLEGAS-TÉLLEZ, Rodrigo y LOZANO-VÁZQUEZ, Ángel Gerardo <i>Instituto Tecnológico Superior de Irapuato</i>	14-17
<b>Software ERP</b> HUERTA-MASCOTTE, Eduardo, RICO-MORENO, José Luis, AGUIRRE-PUENTE, José Alfredo y MATA-CHÁVEZ, Ruth Ivonne <i>Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato</i> <i>Universidad de Guanajuato</i>	18-23
<b>Implementación de la Realidad Aumentada en un sistema opto mecatrónico de grabado láser</b> BLANCO-MIRANDA, Alan David, GARCÍA-CERVANTES, Heraclio y ANDRADE-ARENAS, Iván <i>Universidad Tecnológica de León</i>	24-32

## Diseño e implementación de un sistema de visión por computadora para el reconocimiento de objetos en movimiento

### Design and implementation of a computer vision system for object recognition in movement

TORRES-BECERRA, Franco Javier<sup>1†</sup>, GUZMAN-ALTAMIRANO, Miguel Angel<sup>1</sup>, GARCÍA-GALLEGOS, Jesús Hazael<sup>2</sup> y CABAL-VELARDE, Javier Gustavo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Carretera Irapuato-Silao km 12.5 C.P. 36821, Irapuato, Gto., México.

<sup>2</sup>Universidad Tecnológica de San Juan del Río Querétaro, División de Energías Renovables, Av. La Palma No. 125, Vista Hermosa, 76800, San Juan del Río, Querétaro, México

ID 1<sup>er</sup> Autor: Franco Javier, Torres-Becerra / ORC ID: 0000-0001-9018-1076, CVU CONACYT ID: 1016034

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Miguel Angel, Guzman-Altamirano / ORC ID: 0000-0002-6520-7382, CVU CONACYT ID: 170684

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Jesús Hazael, Garcia-Gallegos / ORC ID: 0000-0002-9909-8882 / CVU CONACYT ID 175436

ID 3<sup>er</sup> Coautor: Javier Gustavo, Cabal-Velarde / ORC ID: 0000-0002-5516-3849, CVU CONACYT ID 99159

DOI: 10.35429/JCS.2019.8.3.1.13

Recibido: 12 de Marzo, 2019; Aceptado 30 de Junio, 2019

#### Resumen

En este trabajo desarrollamos un sistema de visión por computadora que permite el reconocimiento de figuras geométricas en movimiento mediante una cámara web en tiempo real, así como la identificación del tamaño del objeto basado en un objeto conocido. Para la realización de éste se utilizaron diversas técnicas del procesamiento digital de imágenes como filtros de escala a grises ya que es el primer paso para empezar a realizar el procesamiento de imágenes, umbralización para hacer la transformación de la imagen en forma binaria donde el 1 es el color blanco y 0 es el color negro; detección de bordes para la detección de los contornos de las figuras, a su vez un parámetro importante es la eliminación del ruido en la señales obtenidas, por lo que se utilizaron filtros digitales los cuales permiten eliminar oscilaciones de las señales. Como posibles aplicaciones pueden ser la detección de microorganismos en ambientes controlados de acuerdo a su morfología, así como su crecimiento del área en tiempo real.

#### Visión, Computadora, Procesamiento

#### Abstract

In this work we developed a computer vision system that allow the geometric figures recognition in real time using a web camera, also the identification of the objects size using a known object. To make this possible we used several techniques of the digital image processing as gray scale filters because that's the first step to start the image processing, threshold to make the image transformation in binary form where 1 is the white color and 0 the black color, edge detection to detect the edges of the figures therefore an important parameter is the noise cancelation of the obtained signals, that's the reason of the using of digital filters because those allow the oscillation cancelation in the signals. The possible application can be the microorganism detection in controlled environments accord of its morphology also the change of its area in real time.

#### Vision, Computer, Processing

**Citación:** TORRES-BECERRA, Franco Javier, GUZMAN-ALTAMIRANO, Miguel Angel, GARCÍA-GALLEGOS, Jesús Hazael y CABAL-VELARDE, Javier Gustavo. Diseño e implementación de un sistema de visión por computadora para el reconocimiento de objetos en movimiento. Revista de Simulación Computacional. 2019. 3-8: 1-13

\* Correspondencia al Autor: (javelarde@itesi.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

### Introducción

Las variadas técnicas de procesamiento digital de imágenes, han permitido la elaboración de sistemas reconocedores de patrones, como es el caso del presente trabajo. El reconocimiento de patrones en tiempo real lleva procesados y filtrados de imagen, ya que existen diversas anomalías que afectan la identificación de estos. Estarita y colaboradores en el 2017 [1] desarrollaron un sistema con visión artificial para el reconocimiento de un objeto, el cual será detectado a través de una cámara Web permitiendo que el software del sistema por medio de análisis de patrones determine si este coincide con alguno de los objetos previamente registrados en una base de datos.

Uno de los campos con mayor proyección dentro de la Visión Artificial es el relacionado con el Reconocimiento Biométrico Facial, el cual se centra en el mismo identificador que utilizamos los humanos para distinguir una persona de otra: su rostro. Por tanto, uno de los objetivos principales es comprender el complejo sistema visual humano y como se representan los rostros para lograr discriminar identidades con exactitud. En el año 2017 Caballero y colaboradores[2] estudiaron los diferentes métodos y algoritmos que permiten detectar un rostro en una imagen, y desarrollar una aplicación que pueda ser entrenada para realizar el reconocimiento de una persona específica dentro de la imagen.

Marino Vera y colaboradores[3] en el 2017 elaboraron un algoritmo automático para el reconocimiento de variables antropométricas, se probó con dos pacientes, logrando un porcentaje de error general del sistema de 2,81%. El desarrollo del proyecto permitirá al especialista apoyarse en una herramienta digital para lograr medidas más precisas, mejorando la exactitud y la precisión en el diagnóstico.

Rosales Romero en el 2017[4] desarrolló un prototipo de detección de visión artificial para mejorar la comunicación con niños que tienen parálisis cerebral, enfocando dicho proyecto a un caso de estudio en específico; donde, se puedan detectar sus expresiones corporales mediante Visión Artificial.

Ruiz Sarmiento y colaboradores en el año 2017[5] realizaron un trabajo donde buscaron dar indicaciones útiles sobre el modelado de información contextual utilizando CRFs como herramienta para el modelado y aprovechamiento del contexto.

### Metodología

La metodología propuesta para el desarrollo del sistema se muestra en la figura 1.

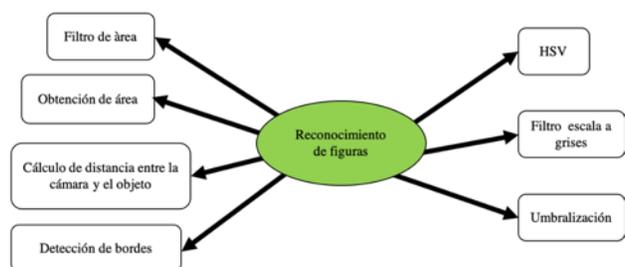


Figura 1 Metodología propuesta

### Algoritmo

Para la elaboración del sistema se realizó la elaboración de un algoritmo, el cual permite obtener el nombre de la figura y su área, éste se muestra en la figura 2.



Figura 2 Algoritmo propuesto

### Modelo de color RGB

En el modelo de color RGB (Red, Green , Blue) cada color aparece en las componentes espectrales primarias de rojo, verde y azul. El color de un pixel se compone de las tres componentes mencionadas, en el modelo de color RGB una imagen puede ser representada por una función de intensidad mostrada en la ecuación 1[6, 7] :

$$I_{RGB} = (F_R, F_G, F_B) \tag{1}$$

Donde:

$F_R$ : Es la intensidad en color rojo de un pixel

$F_G$ : Es intensidad en color verde de un pixel

$F_B$ : Es la intensidad en color azul de un pixel

La intensidad de cada color se guarda usualmente usando 8 bits, el cual indica que el nivel de cuantización es de 256 por lo que si se toman los 3 canales para conformar el pixel entonces un pixel ocupa 24 bits lo que viene siendo  $256 \times 3 = 16777216$  combinaciones de colores posibles. En la figura 3 se muestra una imagen utilizando el modelo RGB.

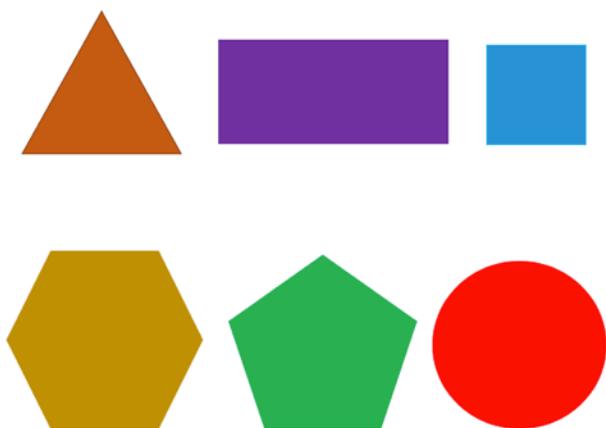


Figura 3 Imagen en modelo RGB

**HSV (Hue, Saturation, Value)**

El modelo de color de Matiz Saturación y valor (HSV por sus siglas en ingles) describe los colores en terminos de la Matiz, Saturación, Valor (Hue, Saturation, Value) donde La matiz representa el tipo de color, este puede ser descrito como un circulo que contiene 360 grados, donde 0 grados es el color rojo. La saturación representa la vibranza del color, el rango de valores es de [0,255] donde una saturación baja provoca que la imagen se turne a color gris y saturación alta, colores vivos, en la figura 4 se muestra lo mencionado.

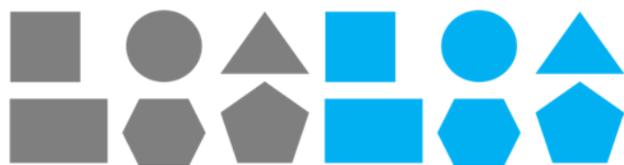


Figura 4 Saturación baja (izquierda), saturación alta (derecha)

El valor representa el brillo que tendra la imagen su rango es de [0, 255] donde 0 es un color negro y 255 un color blanco.

En la figura 5 se muestra el espacio de color HSV como una rueda de color.

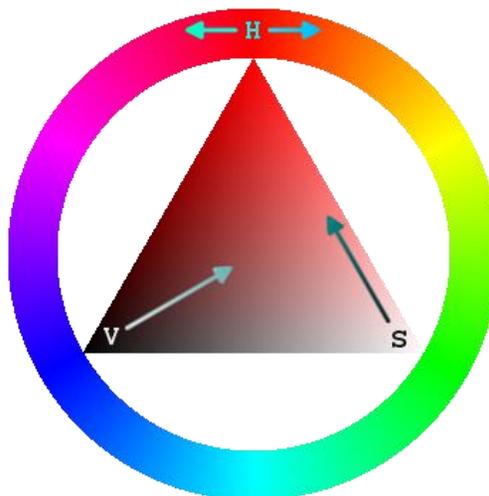


Figura 5 Espacio de color HSV

**Filtro escala a grises**

El filtro a escala a grises es una técnica del procesamiento digital de imágenes, existen diferentes clases de matrices como la uint8 la cual el rango de valores es de [0 , 255], para uint16 el rango es de [0, 65535] y finalmente para int16 el rango es de [-32768, 32767] [7].

La conversión de RGB a escala a grises es necesaria para el procesamiento y extracción de características, por lo que la ecuación 2 describe la conversión[8]:

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B \tag{2}$$

En la figura 6 se muestra una imagen a escala de grises.

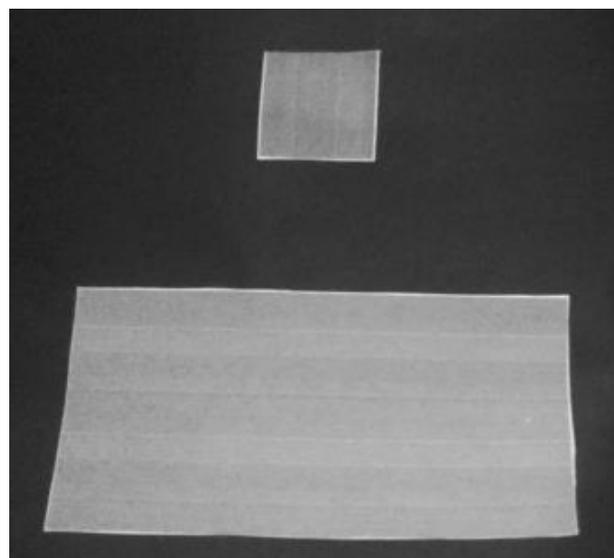


Figura 6 Imagen en escala a grises

### Umbralización

La umbralización o binarización es un metodo del procesamiento digital de imágenes que se utiliza para colocar en 0 (negro) o en 1 (blanco) cada pixel de una imagen. El valor umbral es necesario ya que con este se determina el comportamiento del pixel, la ecuación 3 muestra que si el valor de cada pixel es mayor al umbral entonces este tomara el valor de 1 pero si el valor de cada pixel es menor entonces tomara el valor de 0:

$$g(x,y) = \begin{cases} 1, & f(x,y) > T \\ 0, & f(x,y) \leq T \end{cases} \quad (3)$$

Donde:

$g(x,y)$ : Es la imagen

$f(x,y)$ : Es un pixel de la imagen

$T$ : Es el valor umbral

Para la visualización del efecto de esta formula, como ejemplo se coloca una matriz de 3X3 simulando que se tienen 9 pixeles con cierto nivel de gris donde el umbral es de 200 (figura 7 a) y otra matriz de la misma dimensión ya umbralizada como se muestra en la figura 7 b).

100	255	90
220	50	210
130	240	100

a)

0	1	0
1	0	1
0	1	0

b)

Figura 7 a) Matriz original b) Matriz umbralizada

Un ejemplo y aplicación de la umbralización se puede observar en la figura 8(a) donde se muestra una figura en escala a grises; y en la figura 8(b) la imagen umbralizada donde gracias a la utilización de un valor umbral es posible eliminar algunas zonas no deseadas en una imagen [9-12].

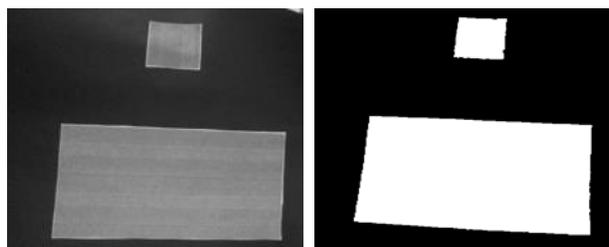


Figura 8 a) Imagen en escala a grises b) Imagen umbralizada

### Detección de bordes

La detección de bordes es un metodo importante de la segmentación dentro del procesamiento digital de imágenes, pero, ¿Qué se considera un borde?, un borde es considerado como un conjunto de pixeles conectados que se encuentran en el limite entre dos regiones. Un borde puede ser medido de acuerdo a la transición de los niveles de gris, la figura 9 (a) muestra un borde ideal digital y la figura 9(b) muestra un borde real.

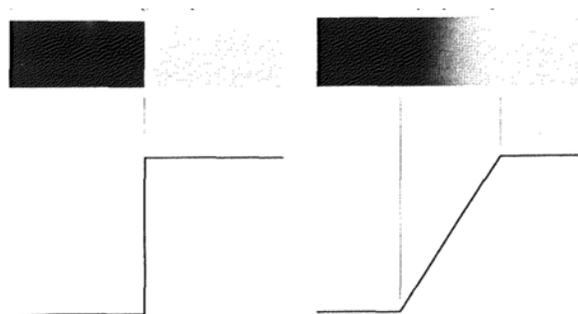


Figura 9 a) Borde ideal

Figura 9 b) Borde rampa o real

Para la detección de bordes se utiliza el metodo del la detección del gradiente del borde, ya que este es uno de los mas utilizados donde la imagen esta cubierta con dos gradientes uno en la dirección X y el otro gradiente en la dirección Y. El gradiente es el equivalente bidimensional de la primera derivada y se define como el vector de gradiente mostrado en la ecuación 4:

$$\nabla f(x,y) = g = \begin{bmatrix} g_x \\ g_y \end{bmatrix} \quad (4)$$

Donde:

$\nabla f(x,y)$ : Es el gradiente equivalente bidimensional

$g_x$ : Es el gradiente en la dirección X

$g_y$ : Es el gradiente en la dirección Y

Los dos gradientes se calculan en cada pixel con las ecuación 5 para  $g_x$  y ecuación 6 para  $g_y$

$$g_x = f(x + 1, y) - f(x, y) \quad (5)$$

$$g_y = f(x, y + 1) - f(x, y) \quad (6)$$

A su vez se puede obtener la magnitud del gradiente con la ecuación 7 y su ángulo con la ecuación 8[13]:

$$|g| = \sqrt{g_x^2 + g_y^2} \quad (7)$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{g_y}{g_x}\right) \quad (8)$$

En la figura 10 se puede observar la imagen original, la figura 11 la figura a escala a grises, mientras que la figura 12 se observan los bordes extraídos de la imagen original [9, 13, 14].

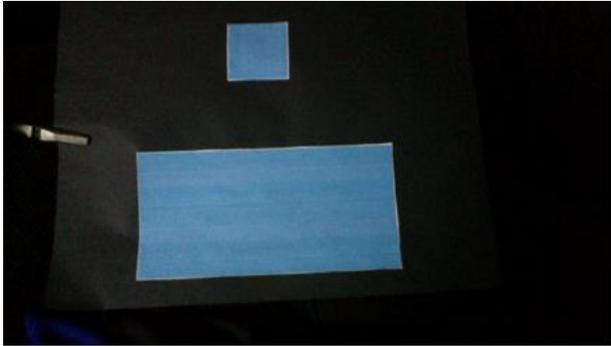


Figura 10 Imagen antes del procesado

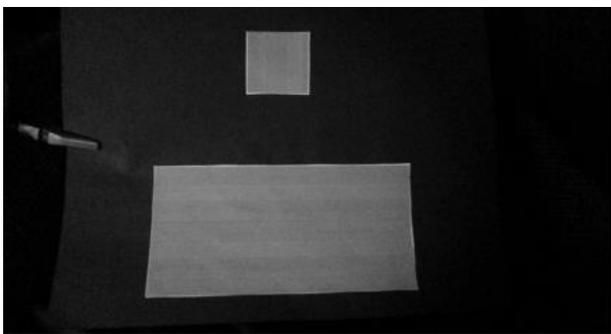


Figura 11 Imagen convertida a escala a grises

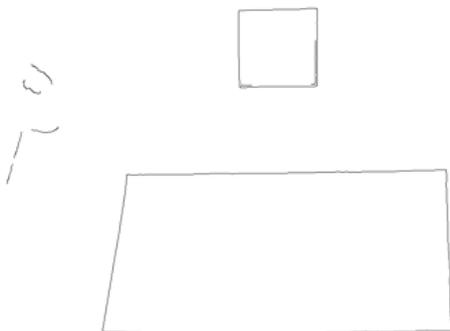


Figura 12 Imagen donde se muestran los bordes extraídos de la figura original

### Medición de la distancia entre un objeto y la cámara

La cámara estenopeica (monocular) genera una relación de uno a uno entre el objeto y la imagen. Usando este principio, se puede deducir una relación entre los parámetros conocidos: distancia focal (f), radio del marcador en el plano de la imagen (r) y radios del marcador en el plano del objeto (R) y parámetro desconocido, distancia desde la cámara hasta el objeto (d)[15].

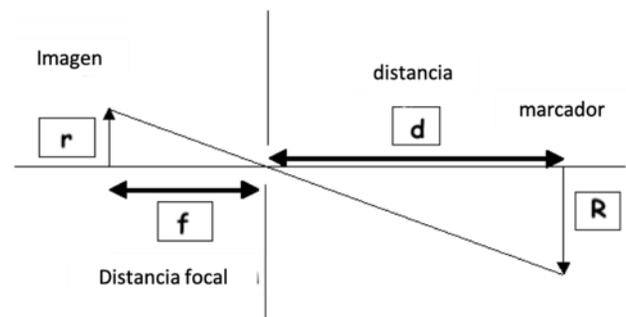


Figura 13 Formación de los triángulos semejantes[15]

### Filtro EMA

Este es un filtro digital utilizado para atenuar ruido en las señales, su ecuación es la siguiente[16]:

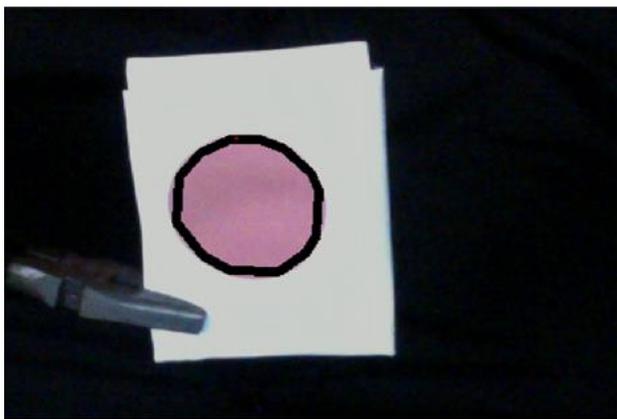
$$y[n] = \alpha x[n] + (1 - \alpha)y[n - 1] \quad (9)$$

Donde:

$\alpha$ : Coeficiente de atenuación de la señal

### Polígono de aproximación a contornos de la figura

Al momento de tratar de analizar la morfología de una figura circular se tuvo el problema de que esta no tiene aristas, por lo que no sería posible su reconocimiento, debido a esto se trazó un polígono de aproximación al contorno, ya que este contará con un número determinado de aristas, esto se puede observar en la figura 914.



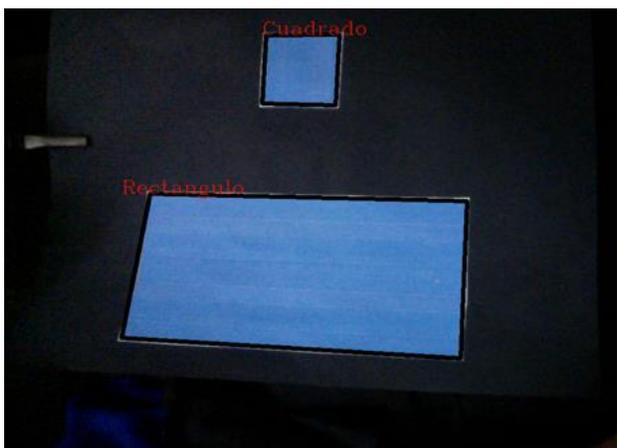
**Figura 14** Polígono trazado en la aproximación de los bordes de la imagen

**Reconocimiento de figura de acuerdo a su morfología**

El reconocimiento de la figura se realizó de acuerdo al número de aristas del polígono generado, por lo que se hicieron pruebas con diferentes figuras, en la figura 15 se muestra la identificación de una figura circular, en la figura 16 se muestra el reconocimiento de una figura rectangular y una cuadrada.



**Figura 15** Reconocimiento de un círculo



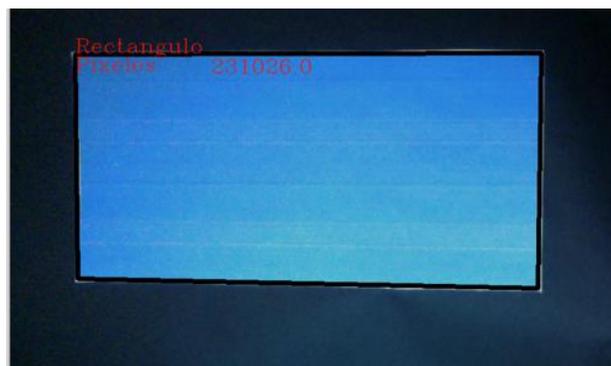
**Figura 16** Reconocimiento de un cuadrado y un rectángulo

**Obtención de pixeles de una figura para el calculo de área**

Para obtener el área de una figura en tiempo real existen dos problemas, el primero es que al acercar o alejar la figura de la cámara el número de pixeles que conforman la figura cambia, en la figura 17 se puede observar el número de pixeles que conforman la figura cuando esta se aleja y en la figura 18 se observa el número de pixeles que conforma la figura cuando esta se acerca.



**Figura 17** Numero de pixeles que conforman la figura cuando se aleja, pixeles = 122501



**Figura 18** Numero de pixeles que conforman la figura cuando se acerca, pixeles = 231026

Como se observo en las figuras anteriores el número de pixeles incrementa o decremanta al acercar o alejar la figura, esto repercute al calcular el area, ya que esta cambiaría al mover la figura de lugar.

**Area de una figura obtenida apartir de una regla de medición**

Para obtener el área de una figura se utilizo una regla de medición como base, la regla de medición es un cuadrado de dimensiones 4 cm X 4 cm y su area es 16  $cm^2$ , esta regla es indispensable colocarla junto a la figura a la cual se quiere obtener el área.

Al utilizar la regla de medición se puede dimensionar el número de píxeles de la figura gracias al área ya conocida de la regla de medición y con esto es posible determinar el área de una figura, en la figura 19 se observa el área de la figura cuando esta se encuentra alejada y en la figura 20 se observa el área de la figura cuando esta se encuentra cerca.

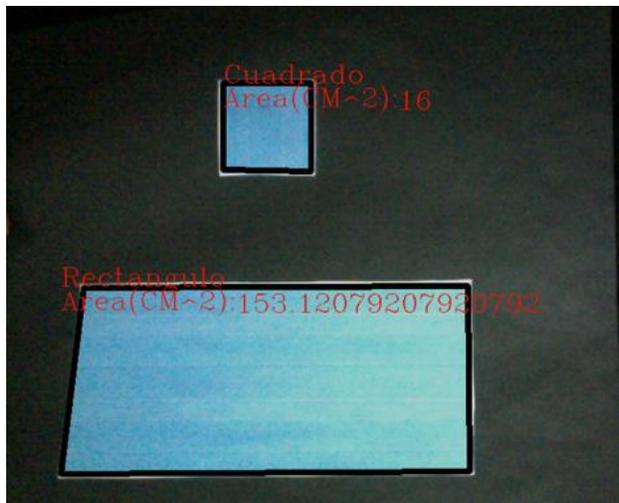


Figura 19 Area del rectángulo cuando esta cerca la figura

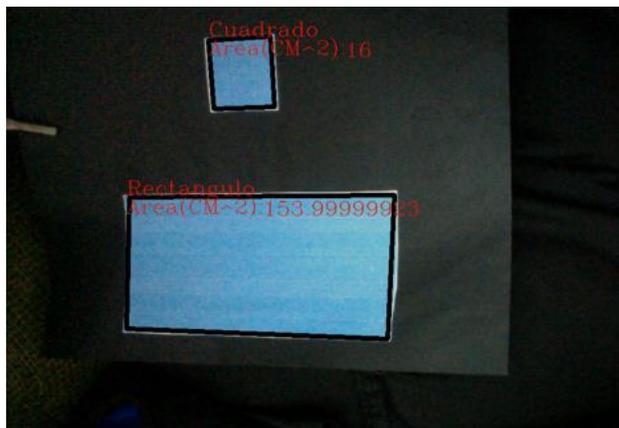


Figura 20 Area del rectángulo cuando esta lejos la figura

**Variación del area con respecto a la distancia**

Para determinar si existe alguna variación del área de las figuras, se hicieron cinco pruebas por figura, las figuras analizadas son cinco, rectángulo, triángulo, hexágono, pentágono y círculo, a su vez se muestra una gráfica donde se muestra el área real de la figura. En la figura 21 se pueden observar las señales de las cinco pruebas que se hicieron con el rectángulo, en las cuales se puede observar que las señales obtenidas oscilan, esto no es tolerable debido afectaran a la precisión del sistema.

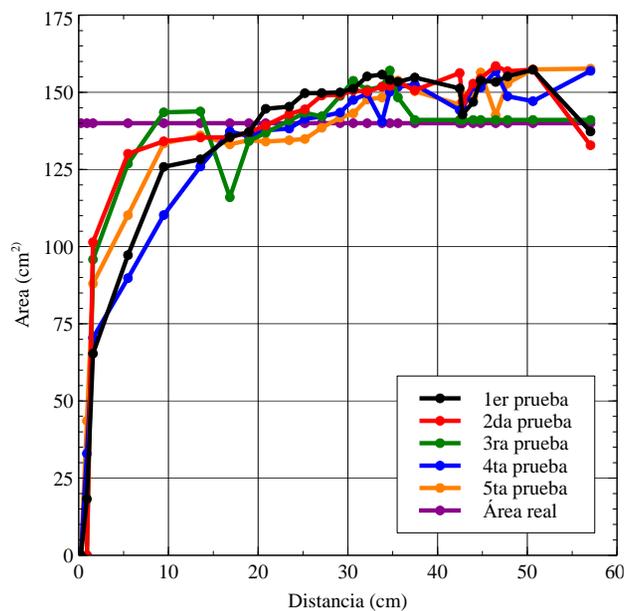


Figura 21 Pruebas realizadas con el rectángulo donde existen oscilaciones

Para resolver el problema de las oscilaciones se utilizó el filtro EMA con un  $\alpha = 0.2$  obteniendo los resultados mostrados en la figura 22.

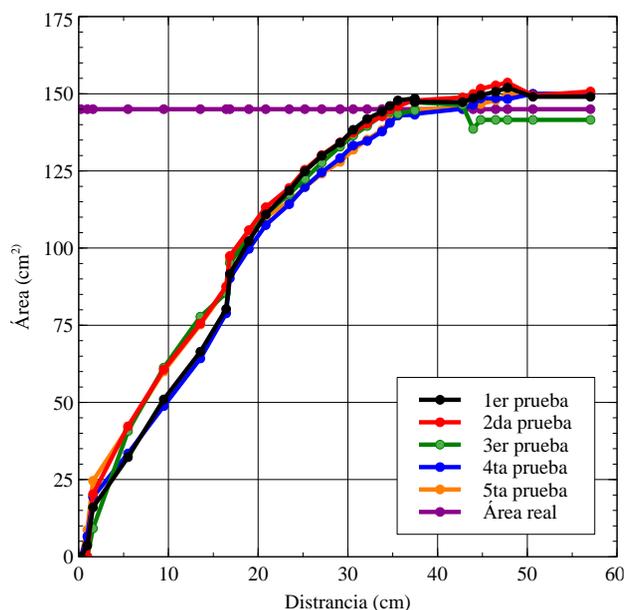
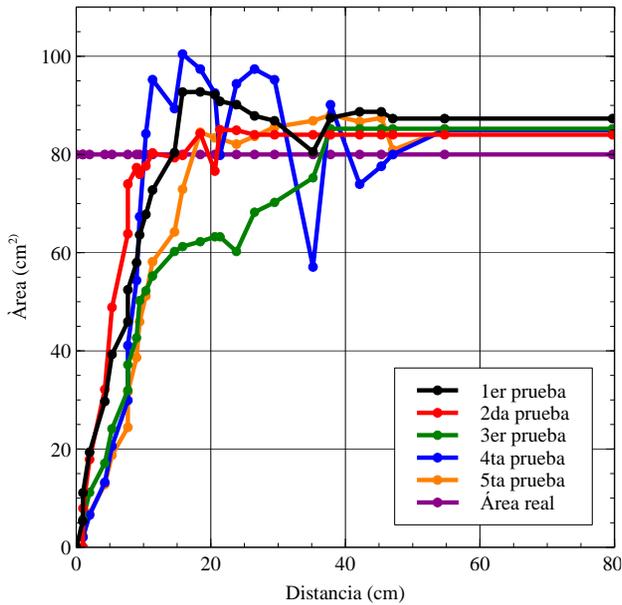


Figura 22 Pruebas realizadas con el rectángulo donde las oscilaciones son controladas gracias al filtro

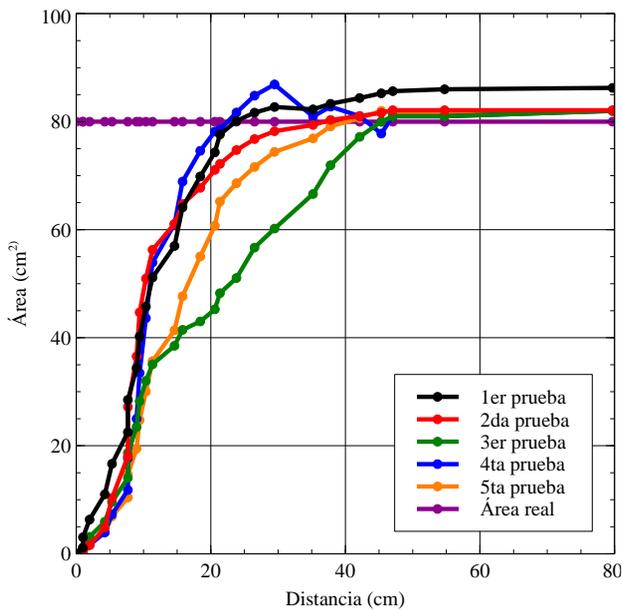
La figura 22 muestra que al aplicar el filtro es posible mejorar la precisión del sistema ya que gracias a la utilización del filtrado es posible eliminar oscilaciones que pueden afectar la toma de datos.

En la figura 23 se muestran los resultados de las pruebas con el triángulo antes de la aplicación del filtro.



**Figura 23** Pruebas realizadas con el triángulo donde existen oscilaciones que afectan al sistema

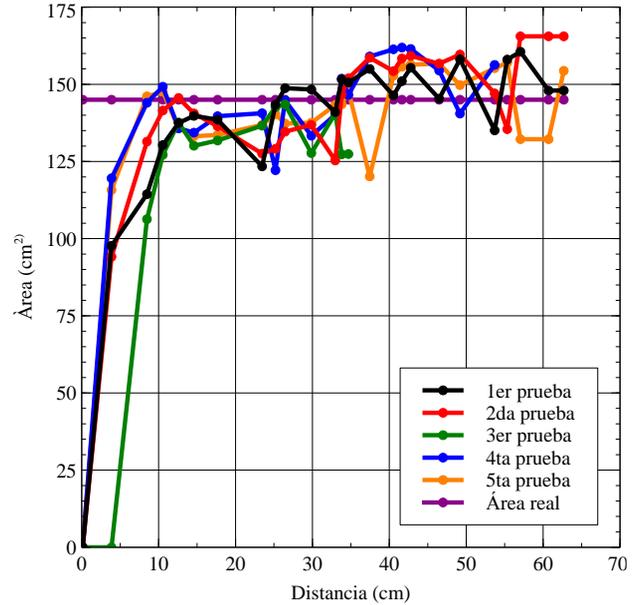
En la figura 23 se puede observar que las diversas pruebas realizadas presentan oscilaciones por lo que se recurrió a la utilización de filtros para suprimir las oscilaciones, el resultado se muestra en la figura 24.



**Figura 24** Pruebas realizadas con el triángulo utilizando un  $\alpha = 0.2$

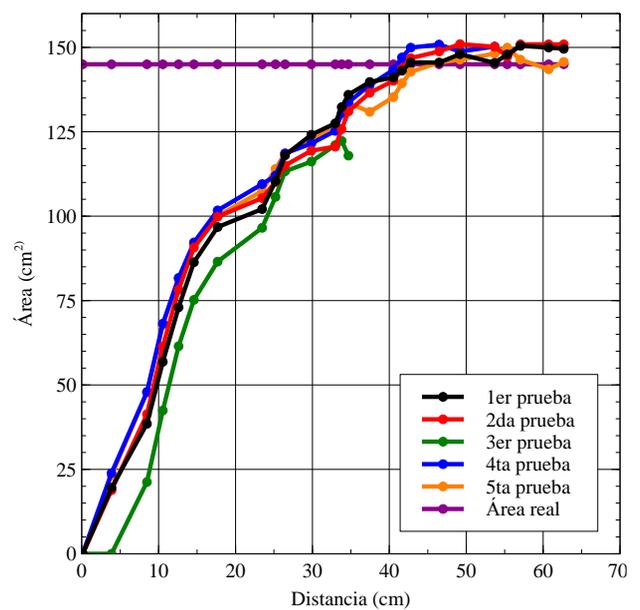
La utilización del filtro permitió mejorar la lectura del área, por lo que se puede observar en la figura 24 que se mejoró la precisión de obtención de la misma.

Las pruebas realizadas con el hexágono se observan en la figura 25 donde se muestran las graficas de medición de área sin filtrado.



**Figura 25** Pruebas realizadas con el hexágono donde existen oscilaciones que afectan al sistema

La figura 25 muestra que las cinco pruebas realizadas presentan oscilaciones dentro del área real de la figura, por lo que se mejoró la precisión aplicando el filtrado de señales, los resultados de la aplicación del filtro se pueden observar en la figura 26.



**Figura 26** Pruebas realizadas con el hexágono utilizando un  $\alpha = 0.2$  para atenuar oscilaciones

En la figura 26 se observa que el filtrado de las señales mejoró la precisión del área medida con el área real, esto permitirá obtener lecturas más estables del área.

Al hacer pruebas con el pentágono, la lectura del área en las cinco pruebas presentaron altas oscilaciones, en la figura 27 se puede observar el comportamiento del área del pentágono, por lo que se procede a aplicar filtros para mejorar la señal.

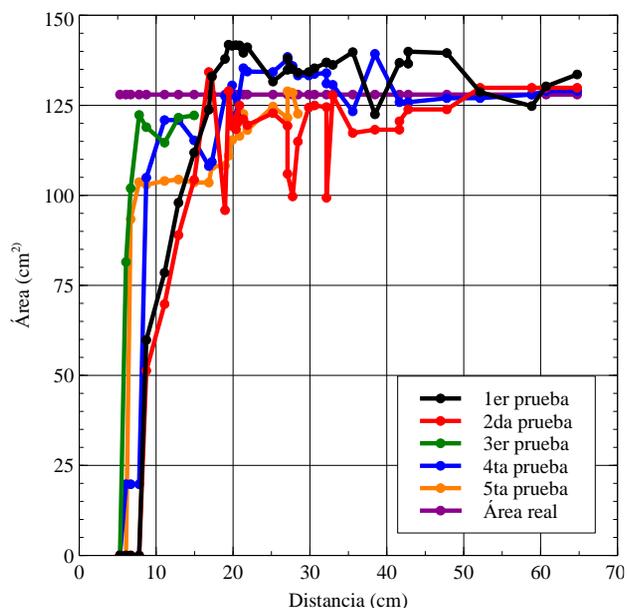


Figura 27 Pruebas realizadas con el pentágono donde se muestra la variación del área

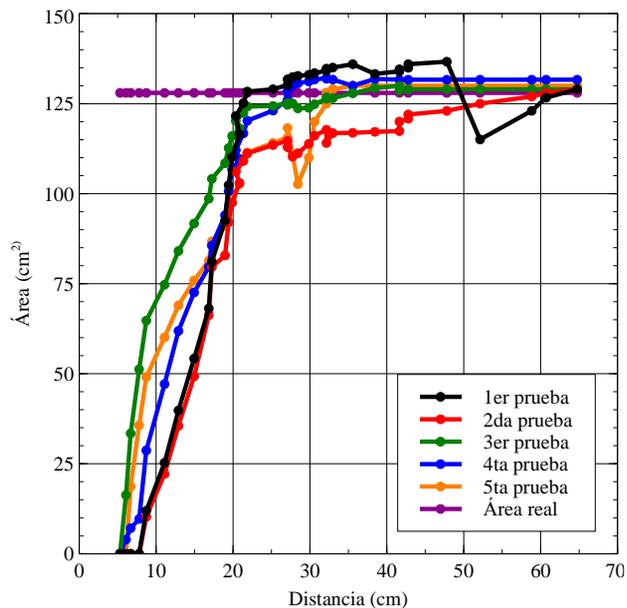


Figura 28 Pruebas realizadas con el pentágono utilizando un  $\alpha = 0.2$

La figura 28 muestra que a pesar de la utilización de filtros el sistema sigue presentando oscilaciones, las pruebas mas cercanas al valor real del área del pentágono fueron la prueba 3, 4 y 5. Las pruebas realizadas con el círculo, se muestran en la figura 29, donde se puede observar que hay oscilaciones cercanas rondando por el área real del la figura.

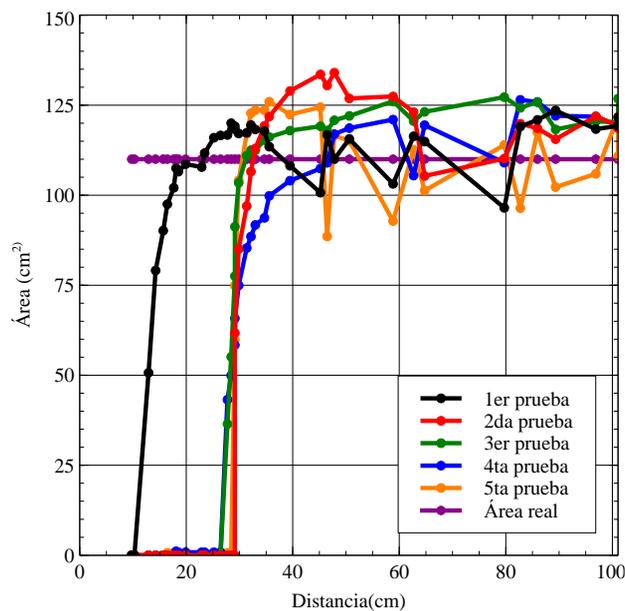


Figura 29 Pruebas realizadas con el círculo donde el área presenta oscilaciones

En la Figura 30 se observan las gráficas filtradas de las pruebas, donde se observa que se logra eliminar la oscilación pero presenta divergencia del área real en algunas pruebas.

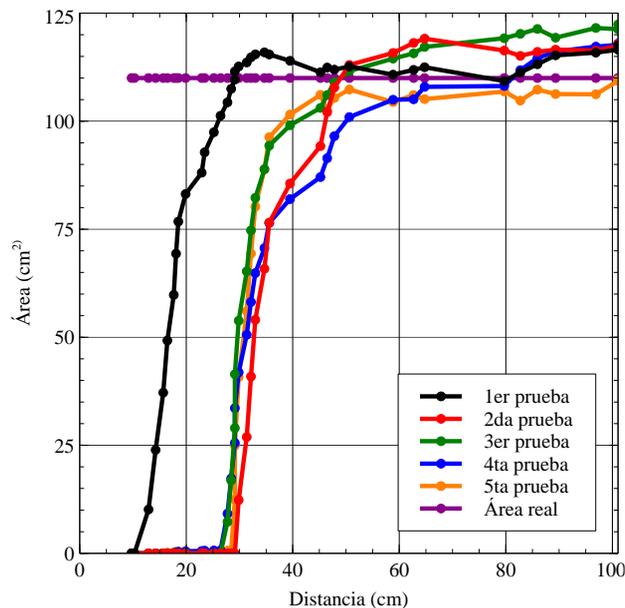
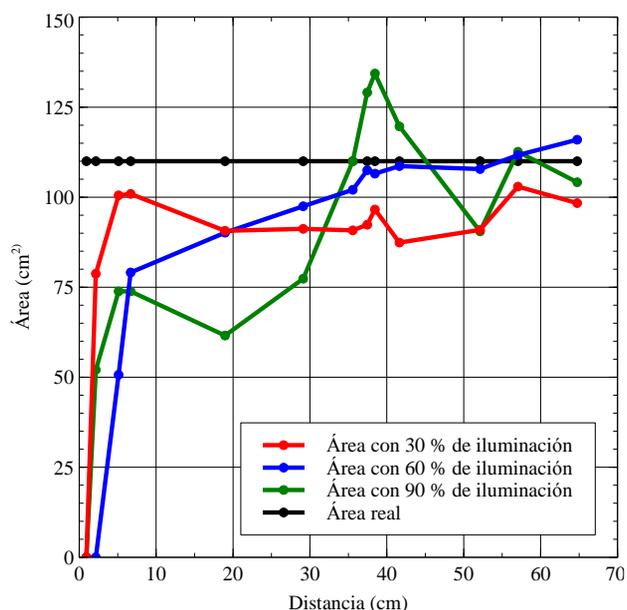


Figura 30 Pruebas realizadas con el círculo utilizando un  $\alpha = 0.2$

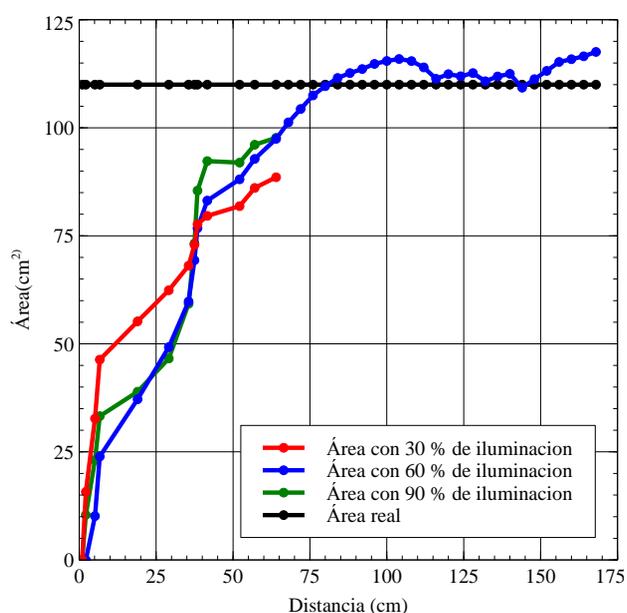
### Variación del area con cambios de iluminación

Para la realización de las pruebas se utilizo un dimmer para poder variar la intensidad de luz, este se colocó a un nivel de 30%, 60% y 90% respectivamente, esto con el fin de observar si existe algun cambio de área. En la figura 31 se muestra el cambio del área a diferentes niveles de iluminación.



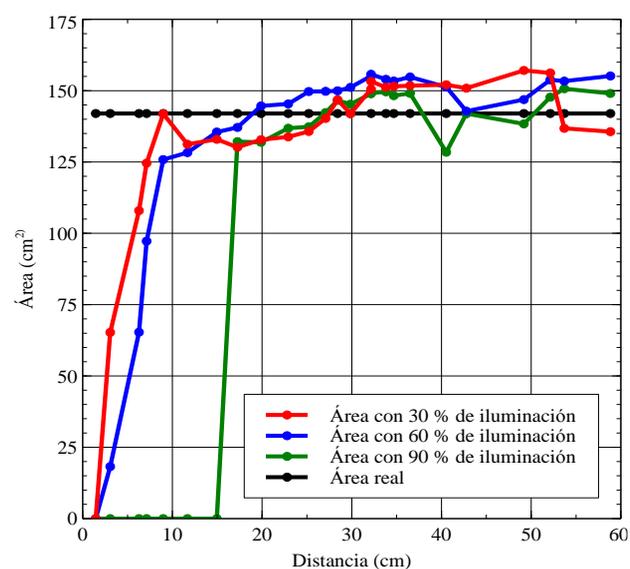
**Figura 31** Variación del área del círculo con diferentes niveles de iluminación

Como se puede observar en la figura 31 el área tiene una variación de acuerdo al cambio de iluminación, pero también lo que presentan las señales es mayor concentración de ruido, la señal con iluminación al 90% presenta grandes cambios de área, mientras que la señal con iluminación al 60% presenta un cambio de área menor y la señal con iluminación al 30% presenta un área divergente con el área real además de que esta presenta menos distancia al momento del reconocimiento de la figura. En la figura 32 se muestra la gráfica del cambio de área pero ya con señales filtradas.



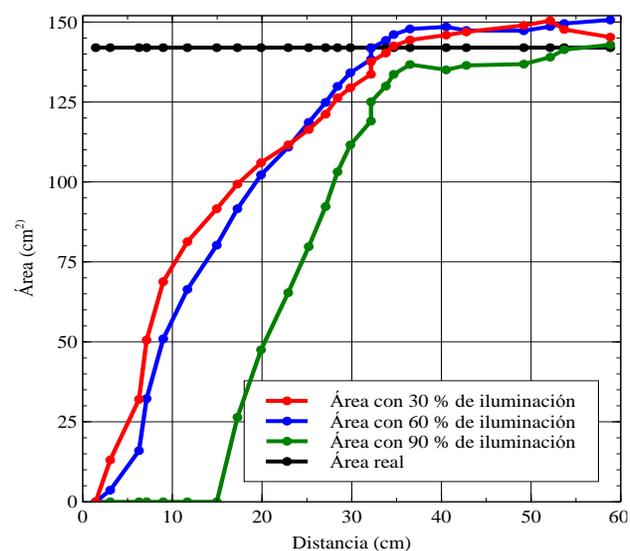
**Figura 32** Variación del área del círculo con diferentes niveles de iluminación, señales filtradas

En la figura 32 se puede observar que al aplicar el filtro EMA, el cambio de área con iluminación al 30% presenta una divergencia del área real de la figura, a su vez el cambio de área con una iluminación al 90% también diverge del área real, mientras que el cambio de área con iluminación al 60% presenta poca divergencia al área real al momento de variar la distancia. La figura 33 muestra los cambios del área del rectángulo utilizando los mismos cambios de iluminación.



**Figura 33** Variación del área del rectángulo con diferentes niveles de iluminación

En la Figura 33 se puede observar que la variación del área utilizando los distintos niveles de iluminación presenta oscilaciones por lo que fue necesario filtrar las señales para determinar cuál es la mejor opción de iluminación, en la figura 34 se pueden observar las señales filtradas.



**Figura 34** Variación del área del rectángulo con diferentes niveles de iluminación, señales filtradas

En la figura 34 se puede observar que la iluminación al 60% es la mejor opción, ya que esta presenta menos oscilaciones respecto a las otras, además que de que al utilizar una iluminación al 90% se presenta lentitud en el sistema al momento de la determinación del área. La figura 35 muestra los cambios de área del triángulo utilizando los mismos parámetros de iluminación.

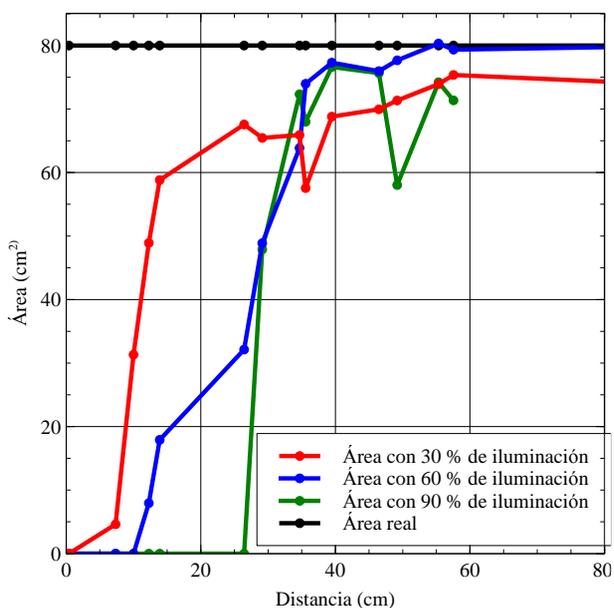


Figura 35 Variación del área del triángulo con diferentes niveles de iluminación

La figura 35 muestra que para obtener mejores resultados de área se debe utilizar la iluminación al 60% ya que esta presenta muy pocas oscilaciones respecto a las otras dos gráficas, para mejorar la precisión la figura 36 muestra las señales filtradas.

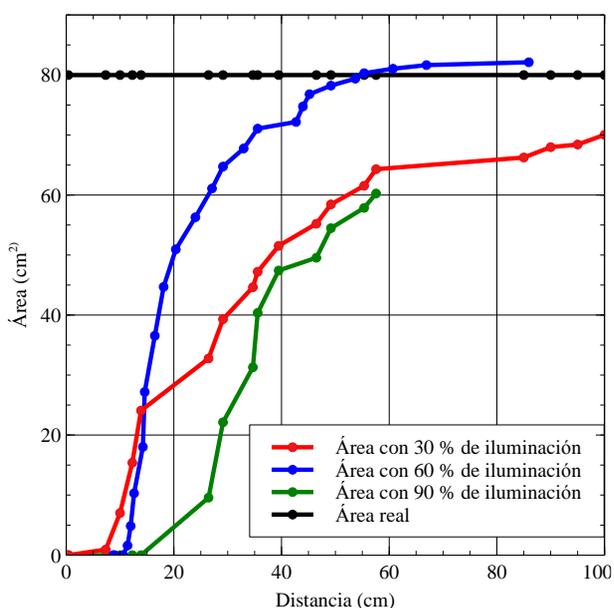


Figura 36 Variación del área del triángulo con diferentes niveles de iluminación, señales filtradas

En la figura 36 se muestra que al utilizar la iluminación al 30% y al 90% ocasiona que el área sea divergente al área real, mientras que al utilizar un nivel de iluminación al 60% el área dejar de presentar oscilaciones a cierta distancia. La figura 37 muestra los cambios de área del pentágono utilizando los mismos tres niveles de iluminación.

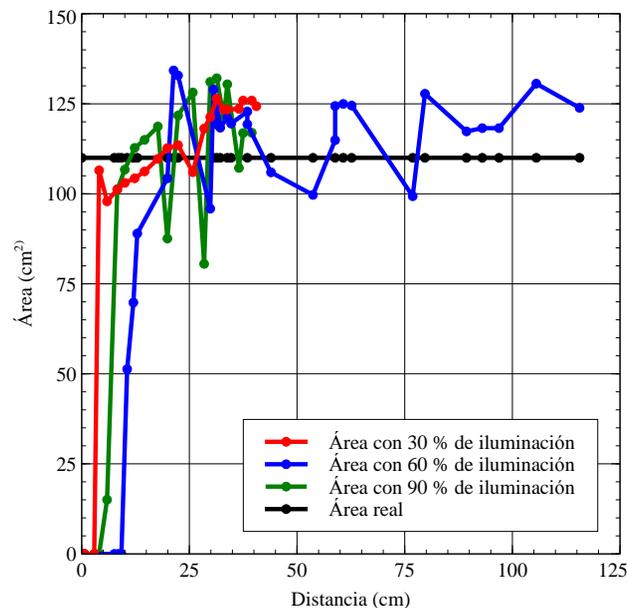


Figura 37 Variación del área del pentágono con diferentes niveles de iluminación

La figura 37 muestra que al obtener el área del pentágono se presentan oscilaciones utilizando los tres niveles de iluminación, para determinar cual es el mejor nivel de iluminación se filtraron las señales, estas pueden observarse en la figura 38

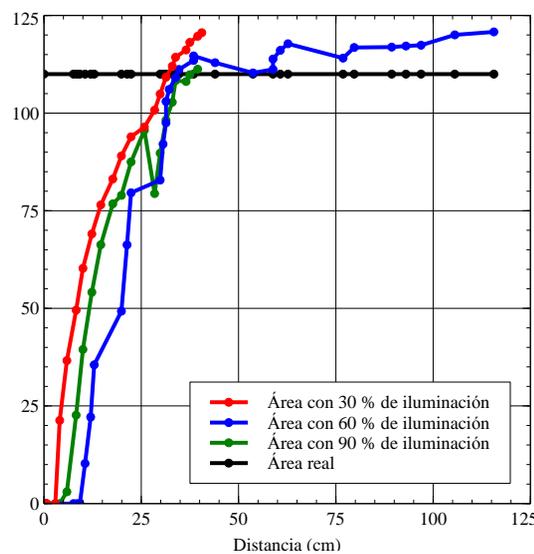
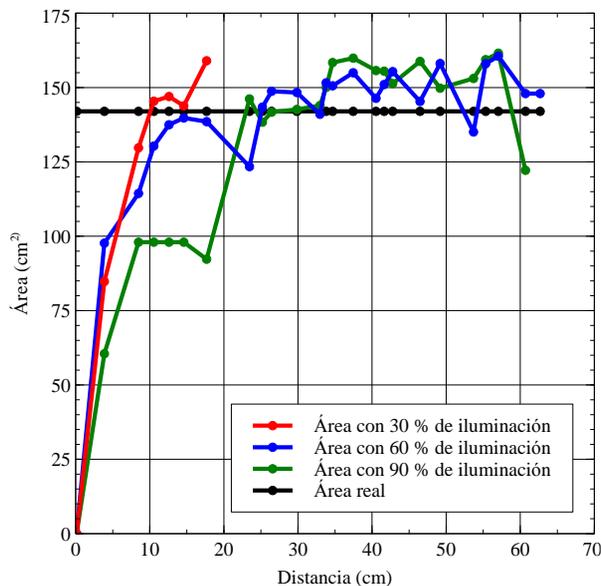


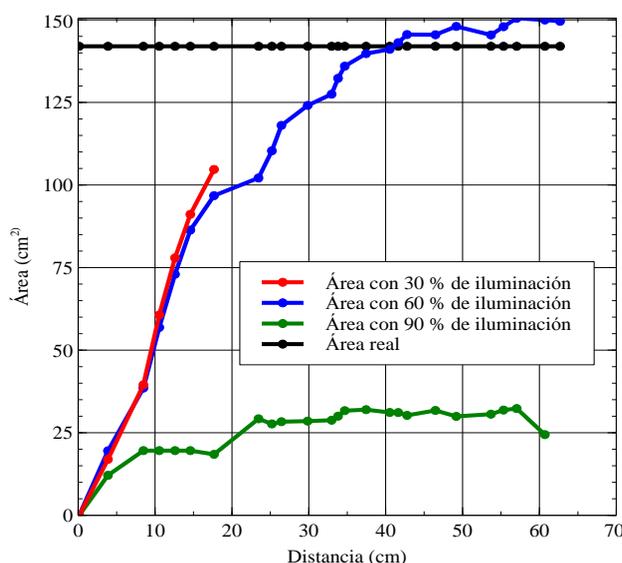
Figura 38 Variación del área del pentágono con diferentes niveles de iluminación, señales filtradas

En la figura 38 las señales presentan oscilaciones a pesar de haberles aplicado un filtro, por lo que la gráfica de área mas cercana al valor de área real es la del 60% de iluminación, mientras que las otras divergen del valor de área real. La figura 39 muestra las gráficas del cambio de área del hexágono sometidas a los niveles de iluminación utilizados.



**Figura 39** Variación del área del hexágono con diferentes niveles de iluminación

Las señales presentadas en la figura 39 donde se muestra que el área medida del hexágono se afecta con la iluminación al 90%, ya que presenta altas oscilaciones, mientras que las oscilaciones utilizando los otros niveles de iluminación son menores, para mejorar esto se filtraron las señales, esto se muestra en la figura 40.



**Figura 40** Variación del área del hexágono con diferentes niveles de iluminación, señales filtradas

Las figura 40 muestra que al utilizar la iluminación al 60% el área es mas estable y mas cercana al área real, mientras que utilizando los otros dos niveles de iluminación el área medida diverge totalmente del área real.

## Conclusión

Con el trabajo realizado se logro hacer el reconocimiento de figuras geometricas de acuerdo a su morfología, a su vez el sistema mostro una buena presición en la obtención del área de un figura de interes sin importar si la figura se encuentra alejada o cerca del panorama de visión de la cámara, cabe destacar que esto es importante debido a que en el reconocimiento en tiempo real existen diversos parametros a considerar como el ruido en la imagen o la iluminación y velocidad de desplazamiento.

## Referencias

[1]Estarita, J., et al., *Sistema de Reconocimiento de objetos en tiempo real*. 2017. **8**(2): p. 41-45.

[2]Caballero Barriga, E.R., *Aplicación práctica de la visión artificial para el reconocimiento de rostros en una imagen, utilizando redes neuronales y algoritmos de reconocimiento de objetos de la biblioteca opencv*. 2017.

[3]Marino-Vera, H., L.E. Mendoza, and O.E.J.R.d.I. Gualdrón-Guerrero, Desarrollo e Innovación, *Medición automática de variables antropométricas para la evaluación de la respiración usando visión artificial*. 2017. **8**(1): p. 161-169.

[4]Rosales Romero, C.E., *Prototipo de detección de expresiones corporales mediante visión artificial para mejorar la comunicación con niños que tienen parálisis cerebral infantil*. 2017.

[5]Ruiz-Sarmiento, J.-R., C. Galindo, and J.J.A.d.I.X.J.d.A. Gonzalez-Jimenez, *Modelado del contexto geométrico para el reconocimiento de objetos*. 2017.

[6]FLORES-MONTES, M.Á., MEDINA-MUÑOZ, Luis Arturo, MAYORQUÍN-ROBLES, Jesús, GARCÍAMUÑOZ, Omar Adrián, *Sistema de detección de incendios basado en visión artificial*. Revista de Prototipos Tecnológicos, 2017. **3**: p. 6.

[7]Kumar, T. and K.J.I.J.o.C.A. Verma, *A Theory Based on Conversion of RGB image to Gray image*. 2010. **7**(2): p. 7-10.

[8]OpenCV. *Color conversion*. 2015 [cited 2019].

[9]Gonzalez, R.C., R.E. Woods, and S.L. Eddins, *Digital Image Processing Using MATLAB*. 2003: Prentice-Hall, Inc.

[10]Otsu, N.J.I.t.o.s., man, and cybernetics, *A threshold selection method from gray-level histograms*. 1979. **9**(1): p. 62-66.

[11]Al-Amri, S.S. and N.V.J.a.p.a. Kalyankar, *Image segmentation by using threshold techniques*. 2010.

[12]ROSAS-ARIAS, L., et al., *Robot clasificador de objetos de color utilizando técnicas de filtrado RGB*. p. 50.

[13]Green, B.J.R.M., *Canny edge detection tutorial*. 2002. **6**: p. 2005.

[14]Perona, P., J.J.I.T.o.p.a. Malik, and m. intelligence, *Scale-space and edge detection using anisotropic diffusion*. 1990. **12**(7): p. 629-639.

[15]Cao, Y.-T., et al., *Circle Marker Based Distance Measurement Using a Single Camera*. 2013. **1**(4): p. 376.

[16]P., P. *Exponential Moving Average*. 2019.

## Experiencia en la Formación y Operación del Cuerpo Académico ITESI CA-017 Ingeniería de Software

### Experience in Training and Operation of the Research Group ITESI CA-017 Software Engineering

TORRES-FRAUSTO, David Antonio†\*, VILLEGAS-TÉLLEZ, Rodrigo y LOZANO-VÁZQUEZ, Ángel Gerardo

*Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. Carretera Irapuato-Silao Km. 12.5 Col. El Copal C.P. 36821 Irapuato, Guanajuato, México. Coordinación de Ingeniería en Informática e Ingeniería en Sistemas Computacionales*

ID 1<sup>er</sup> Autor: David Antonio, Torres-Frausto / ORC ID: 0000-0002-1031-2302, Researcher ID Thomson: S-6623-2018, CVU CONACYT ID: 602438

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Rodrigo, Villegas-Téllez / ORC ID: 0000-0002-8450-5027, Researcher ID Thomson: S-4822-2018, CVU CONACYT ID: 602492

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Ángel Gerardo, Lozano-Vázquez / ORC ID: 0000-0003-0560-6442, Researcher ID Thomson: S-4819-2018, CVU CONACYT ID: 334033

DOI: 10.35429/JCS.2019.8.3.14.17

Recibido: 12 de Marzo, 2019; Aceptado 30 de Junio, 2019

#### Resumen

El presente artículo tiene como finalidad exponer las experiencias obtenidas en la formación del Cuerpo Académico ITESI CA-017 Ingeniería de Software, el cual integra a profesores de las carreras de Ingeniería Informática e Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. En gran parte, el camino recorrido por los miembros del cuerpo académico se ha basado en el sentido de responsabilidad y compromiso que cada uno ha adoptado; lo que ha permitido que se genere un ambiente de confianza idóneo para la colaboración y el trabajo en equipo. Como parte de la experiencia que se comparte en el presente trabajo, se menciona desde la integración, el trámite para la obtención de reconocimiento como Cuerpo Académico en Formación por parte de PRODEP, la incorporación de nuevos miembros; hasta la distribución del trabajo y la colaboración en proyectos de investigación y generación de publicaciones para participación en foros, tanto nacionales como internacionales. La experiencia presentada, busca contribuir a que otros profesores se integren como grupos de investigación y colaboren entre ellos; e incluso con el Cuerpo Académico ITESI CA-017 Ingeniería de Software.

**Cuerpo Académico, Investigación, Colaboración**

#### Abstract

The purpose of this article is to present the experiences obtained in the formation of the Research Group ITESI CA-017 of Software Engineering, which is formed with professors of the Computer Engineering and Computer Systems Engineering from the Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. Largely, the path taken by the members of the academic body has been based on the sense of responsibility and commitment that each one has adopted; this has allowed the creation of an environment of trust suitable for collaboration and teamwork. As part of the experience that is shared in this work, is mentioned from the integration, the procedure for obtaining recognition as a Research Group in Training by PRODEP, the incorporation of new members; finishing in the distribution of work and collaboration in research projects and generation of publications for participation in national and international forums. The purpose of the presented experience is to help other professors integrate as research groups and collaborate with each other; and even with the Research Group ITESI CA-017 Software Engineering.

**Research Group, Research, Collaboration**

**Citación:** TORRES-FRAUSTO, David Antonio, VILLEGAS-TÉLLEZ, Rodrigo y LOZANO-VÁZQUEZ, Ángel Gerardo. Experiencia en la Formación y Operación del Cuerpo Académico ITESI CA-017 Ingeniería de Software. Revista de Simulación Computacional. 2019. 3-8: 14-17

\* Correspondencia al Autor: (datorres@itesi.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Para lograr una educación de calidad, resulta indispensable un proceso continuo de evaluación y retroalimentación. Atrás quedaron las ideas de que un profesor sólo se limita a impartir clase. Su desempeño actual requiere el cumplimiento de otras funciones sustantivas, además de la docencia, mediante las cuales pueda otorgar valor agregado a la institución de educación superior (IES) donde labora, y sobre todo a los alumnos que cursan alguno de los planes de estudios que ésta institución oferta. Estas funciones se pueden categorizar en cuatro grandes rubros: docencia, investigación, gestión académica y vinculación.

El Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el Tipo Superior (PRODEP) surge buscando profesionalizar a los Profesores de Tiempo Completo (PTC) para que alcancen las capacidades de investigación-docencia, desarrollo tecnológico e innovación y con responsabilidad social, se articulen y consoliden en cuerpos académicos y con ello generen una nueva comunidad académica capaz de transformar su entorno (Secretaría de Educación Pública, 2019).

De acuerdo con PRODEP, un Cuerpo Académico (CA) es un conjunto de profesores-investigadores que comparten una o más líneas de estudio, cuyos objetivos y metas están destinados a la generación y/o aplicación de nuevos conocimientos. Además, por el alto grado de especialización que alcanzan en conjunto al ejercer la docencia, logran una educación de buena calidad. Los cuerpos académicos sustentan las funciones académicas institucionales y contribuyen a integrar el sistema de educación superior del país.

Los CA constituyen un sustento indispensable para la formación de profesionales y expertos. Dada la investigación que realizan, son un instrumento de profesionalización del profesorado y de su permanente actualización, por lo tanto, favorecen una plataforma sólida para enfrentar el futuro cada vez más exigente en la formación de capital humano, situación que les permite erigirse como las células de la academia y representar a las masas críticas en las diferentes áreas del conocimiento que regulan la vida académica de las Instituciones de Educación Superior (Secretaría de Educación Pública, 2019).

Si bien no es requisito indispensable que cada profesor de tiempo completo forme parte de un Cuerpo Académico, realizar trabajo colectivo resulta de gran utilidad y enriquecimiento académico.

## Metodología

El cuerpo académico ITESI CA-017 Ingeniería de Software nace con la finalidad de reunir las contribuciones de varios profesores de tiempo completo de las carreras de Ingeniería Informática e Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. Su evolución y crecimiento hasta el momento, puede explicarse en las siguientes etapas:

### Formación

El punto de inicio en la formación del cuerpo académico se da a raíz de que dos de los miembros obtienen el reconocimiento a perfil deseable y apoyo que otorga la Dirección de Superación Académica, en la convocatoria 2016. Es aquí donde se cae en cuenta que varias de las actividades que la convocatoria solicita que se evidencien, ya son realizadas por los profesores de forma cotidiana; lo que los impulsa a buscar un siguiente paso, la formación de un cuerpo académico.

La búsqueda de un tercer miembro, requisito indispensable para la formación de un cuerpo académico, lleva a analizar diferentes perfiles de compañeros. Cabe señalar que no bastó con analizar perfiles profesionales, si no que tuvo un mayor peso la afinidad de personalidades y la disposición para el trabajo y el compromiso.

De esta forma, se comienzan a realizar reuniones de trabajo para informar sobre las actividades realizadas y planificar las actividades futuras, a fin de revisar la manera en que cada uno de los miembros pudiera contribuir, de alguna manera, en el desarrollo personal y profesional del resto de los miembros.

### Formalización y reconocimiento

Al publicarse la convocatoria 2017 para el reconocimiento de cuerpos académicos de PRODEP, se decide formalizar la conformación del cuerpo académico.

Cabe señalar que, aunque en ese momento la productividad del tercer miembro del cuerpo académico no era basta, se evidenció que se había iniciado en ese año a generar varios productos que, en un futuro, resultarían valiosos para aportar al cuerpo académico (Tabla 1).

Miembro del CA	Producción Académica
Elizabeth Gabriela Vargas Espinoza	4
Rodrigo Villegas Téllez	14
David Antonio Torres Frausto	13

**Tabla 1** Producción Académica 2015-2017 por miembro del CA

De esta forma, se han realizado diversos trabajos en colaboración, así como proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en diferentes áreas de informática y computación.

#### Crecimiento

Una vez obtenido el reconocimiento por parte de PRODEP como cuerpo académico en formación, se ha continuado trabajando en diversos proyectos. Incluso, se han integrado dos nuevos miembros pertenecientes a la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, logrando nutrir al cuerpo académico desde diversas áreas afines a la Ingeniería de Software, siendo actualmente formado por cinco profesores de tiempo completo (Tabla 2).

Nombre	Carrera de adscripción
María Guadalupe Amézquita Delgado	Ingeniería en Sistemas Computacionales
Ángel Gerardo Lozano Vázquez	Ingeniería en Sistemas Computacionales
David Antonio Torres Frausto	Ingeniería Informática
Elizabeth Gabriela Vargas Espinoza	Ingeniería en Sistemas Computacionales
Rodrigo Villegas Téllez	Ingeniería Informática

**Tabla 2** Miembros actuales del CA

Más recientemente, en la convocatoria 2019 para obtención de reconocimiento a perfil deseable y apoyo, los tres profesores que ingresaron a la convocatoria, obtuvieron su reconocimiento; y los otros dos obtuvieron un veredicto favorable a la renovación del reconocimiento. De ésta forma, se tiene que el 100% de los profesores que integra actualmente el cuerpo académico tienen el reconocimiento a perfil deseable PRODEP.

Sección	Número de registros
Dirección individualizada	20
Producción académica	27
Proyectos de investigación	1

**Tabla 3** Producción del CA

#### Trabajo colaborativo

Aunque se ha logrado la integración de los miembros del CA, es necesario continuar con el trabajo realizado hasta el momento, en la búsqueda de mejorar el desempeño de manera individual y como grupo de trabajo.

#### Conclusiones

En términos generales, la evaluación que puede realizarse al interior del CA demuestra el trabajo colaborativo e individual de cada uno de sus miembros. Sin embargo, resultan también varias áreas de oportunidad que aún faltan por trabajar, las cuales se mencionan a continuación:

#### Trabajo colaborativo con otros CA's

Si bien ya se han establecido vínculos con cuerpos académicos de otras instituciones pertenecientes al Tecnológico Nacional de México, tales como el Instituto Tecnológico Superior de Zacatecas Occidente y el Instituto Tecnológico Superior de Zacatecas Sur, resulta vital consolidar los proyectos en los que se tendría dicha colaboración.

#### Grado de consolidación

Actualmente el cuerpo académico permanece en formación; y de acuerdo con los requisitos que marca PRODEP para aspirar a un grado de consolidación mayor, es necesario contar con la colaboración de un miembro que tenga estudios de doctorado. De esta forma, se plantea la necesidad a la institución de la contratación de un profesor de tiempo completo adscrito a alguna de las carreras afines al cuerpo académico, y que contribuya con su experiencia a enriquecer los trabajos realizados.

Participación en convocatorias externas de apoyo a proyectos de investigación y desarrollo tecnológico

Aunque se ha participado en la convocatoria para el fortalecimiento de cuerpos Académicos del propio PRODEP, no se ha tenido suerte; ya que a pesar de haber sido de los proyectos mejor evaluados en la convocatoria 2018, no se tuvieron los recursos necesarios para contar con dicho apoyo.

En el presente año, se decidió participar con el mismo proyecto buscando el apoyo en la convocatoria de apoyo a proyectos de investigación propia de la institución de adscripción, y se está en la espera de los resultados. Sin embargo, resulta necesario buscar otras fuentes de financiamiento que impulsen el desarrollo de este tipo de proyectos.

Registro de autoría (INDAUTOR)

Una parte importante que ha logrado impulsar el cuerpo académico, ha sido el número de registros de autoría en la institución por el software generado en los últimos años, logrando tener un total de tres registros y otros dos en trámite, en un periodo de dos años.

De esta manera, se asegura el impacto que tienen los proyectos de desarrollo tecnológico en la productividad académica, logrando no solo resultar en la publicación de los resultados, sino también en el correspondiente registro ante INDAUTOR.

## Referencias

Miembros del Cuerpo Académico ITESI CA-017 Ingeniería de Software. (2019). *Información de Currículum PRODEP*. Obtenido de <https://promepca.sep.gob.mx/solicitudca/>

Secretaría de Educación Pública. (2019). *Cuerpos académicos reconocidos por PRODEP*. Obtenido de <http://promep.sep.gob.mx/CA1/>

Secretaría de Educación Pública. (2019). *Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el Tipo Superior (PRODEP)*. Obtenido de <https://www.dgesu.ses.sep.gob.mx/PRODEP.htm>

## Software ERP

### ERP Software

HUERTA-MASCOTTE, Eduardo\*†<sup>1</sup>, RICO-MORENO, José Luis<sup>1</sup>, AGUIRRE-PUENTE, José Alfredo<sup>1</sup> y MATA-CHÁVEZ, Ruth Ivonne<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicación, Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato. Carretera Valle-Huanímaro Km 1.2, Valle de Santiago, Gto.CP. 38400

<sup>2</sup>Electrónica y comunicaciones, Universidad de Guanajuato, Av. Universidad S/N, Col Yacatitas, Yuriria, Gto.

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Eduardo, Huerta-Mascotte*

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *José Luis, Rico-Moreno* / ORC ID: 0000-0002-1810-6431, Researcher ID Thomson: T-2638-2018

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *José Alfredo, Aguirre-Puente*

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Ruth Ivonne, Mata-Chávez*

DOI: 10.35429/JCS.2019.8.3.18.23

Recibido: 12 de Marzo, 2019; Aceptado 30 de Junio, 2019

#### Resumen

En este artículo se presenta información de la implementación de un sistema ERP a la medida. Partiendo del hecho de que una empresa ya cuenta con un sistema ERP en funcionamiento al cual se le pretende añadir un nuevo módulo, con el propósito de rescatar ciertos recursos, para evitar la generación de datos repetidos y obtener un sistema más robusto y seguro. Dicho software se realizó bajo la tecnología de C#, como lenguaje de programación y SQL Server, como servidor de base de datos. estableciendo eficiencia y agilidad en el proceso de generación de nóminas.

**Sistema ERP, Software, Robusto, Seguro, Optimizar, Recursos**

#### Abstract

This article presents information on the implementation of a customized ERP system. Based on the fact that a company already has a functioning ERP system to which it is intended to add a new module, in order to rescue certain resources, to avoid the generation of repeated data and obtain a more robust and secure system. This software was made under the technology of C #, as programming language and SQL Server, as a database server. establishing efficiency and agility in the payroll generation process.

**ERP System, Software, Robust, Safe, Optimize, Resources**

**Citación:** HUERTA-MASCOTTE, Eduardo, RICO-MORENO, José Luis, AGUIRRE-PUENTE, José Alfredo y MATA-CHÁVEZ, Ruth Ivonne. Software ERP. Revista de Simulación Computacional. 2019. 3-8: 18-23

\* Correspondencia al Autor: (ehuerta@utsoe.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

En los últimos años ha surgido una revolución dentro de las empresas, principalmente en pequeñas y medianas, puesto que se ha intentado implementar sistemas únicamente existentes en grandes fábricas o comercios. Los sistemas ERP tienen un gran impacto en la manera en que las operaciones son manejadas, además, da una buena primera impresión para cualquier cliente potencial. Especialmente hablando de una empresa con giro en las Telecomunicaciones con impacto, por igual, en el desarrollo de software. En el mercado, se pueden encontrar software que son utilizados para administración de nóminas tales como, CONTPAQi Nóminas [1], Aspel-NOI, HR Corporate y Nominasol [2].

En la empresa se contaba con un software ERP funcional, el cual requería de una actualización; para tal efecto, se llevó a cabo la implementación de un módulo adicional, en apoyo al área de recursos humanos. Este software, pretendía mejorar los procesos de las operaciones. Para su desarrollo se utilizó SQL Server, así como el lenguaje de programación C#. Además, se hizo un análisis de las operaciones que realizaba el sistema ERP actual, así como el uso de la base de datos y la información ya contenida en la misma.

Dicho sistema informático emite nóminas de manera automática, generando un ahorro de tiempo y reducción de errores humanos; reflejando un respaldo de datos que se mantendrán almacenados por el tiempo necesario.

## Objetivo

Ofrecer una solución tecnológica a la problemática actual, satisfaciendo las necesidades del cliente.

## Marco teórico

Toda vez que una empresa en operaciones comienza a realizar pagos al personal que labora para la misma, es necesario calcular la nómina de acuerdo con las normas salariales establecidas por la empresa las cuales deberán, en todo momento apegarse a las leyes vigentes. A continuación, se consideran los puntos más importantes a resaltar.

## Nomina

“Documento de control administrativo, en el cual se consignan las percepciones y deducciones de uno o varios trabajadores que integran una organización en un periodo determinado” [3].

## Marco Legal de las Nominas

Las leyes que rigen a los empleados, así como a los patrones de cualquier trabajo, están designadas y tienen su base legal en el artículo 123 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. El cual cuenta con algunos apartados de los que, en este estudio se enfoca en los que están relacionados de alguna manera con el tema principal, la nómina.

- A) Ley del Instituto Mexicano del Seguro Social [4]
- B) Ley Federal del Trabajo, artículo 84 [5].

## Tipos de Nomina

Entre las características que se pueden resaltar en una nómina o tipos de nómina, se tienen:

- Normal: Contiene información sobre las percepciones que recibe el trabajador de forma regular, como lo es el salario y otros ingresos.
- Especial: Contiene percepciones extraordinarias las cuales solo conciernen, de manera más personal, además de sujetas a cambios, por ejemplo, logro de metas, incremento de productividad, pago de utilidades, entre otras.
- Confidencial: Por lo general este tipo de nómina, está destinada para directores, gerentes generales y funcionarios, para este tipo de información, el acceso está restringido.

## Cálculo de la nomina

Para generar la nómina, se fija el salario diario para un empleado, el cual es dictaminado por la empresa. Aquí, se consideran las funciones y responsabilidades que va a desempeñar el trabajador, de forma equitativa en comparación con los demás trabajadores que desempeñen las mismas funciones.

Dicho esto, se fija el salario diario, para esto se puede consultar en el artículo, el salario mínimo que debe de percibir una persona. Una vez considerado el salario diario a percibir, se realiza el primer cálculo:

$$\text{Sueldo Bruto} = \text{Salario Diario} * 6 \text{ días laborados} + 1 \text{ día por Ley}$$

Una vez obtenido el Sueldo Bruto del empleado, se tiene que llevar a cabo las deducciones que por ley se marcan, las cuales son:

- Impuesto Sobre la Renta (ISR) el cual es consultado en el portal del SAT
- Deducción del Seguro Social (IMSS) el cual es consultado en el sistema SUA que proporciona el IMSS [6].

Es necesario tener actualizados estos números ya que están cambiando constantemente. Un trabajador por horas, no podrá tener el mismo sueldo fijo siempre, debido a esta situación. De igual manera, para el caso del cálculo del ISR, aplica la regla de, al que gana más, se le descuenta más.

$$\text{Sueldo Neto} = \text{Sueldo Bruto} - (\text{Retención ISR} + \text{Retención IMSS})$$

Estos dos son los principales factores que deben de estar dentro del desglose de nómina para los empleados, puesto que dentro de la nómina se toman en cuenta todos los beneficios que, por Ley, deben de ser otorgados a un empleado, aunque estos no son otorgados o descontados, cada que se emite una nómina, estos beneficios que también se calculan y afectan el sueldo reflejado del empleado son:

- Aguinaldo
- Vacaciones y prima vacacional
- Tiempo extra
- Día de descanso laborado
- Día festivo laborado
- Prima dominical
- Utilidades

Y algunos de los factores que pueden ser reflejados como una disminución en la percepción de una nómina son:

- Retardos
- Faltas
- Fondo de ahorro
- Servicio de comedor

- Habitación
- Infonavit
- Fonacot
- Préstamos otorgados a trabajadores

## ERP

Planificación de recursos empresariales. Se refiere a los paquetes de sistemas y software que utilizan las organizaciones para administrar las actividades diarias del negocio, tales como la contabilidad, el abastecimiento, la administración de proyectos y la fabricación. Los sistemas de ERP se unifican, definen una variedad de procesos de negocios y habilitan el flujo de datos entre ellos. Al recopilar los datos transaccionales compartidos por una organización desde diversas fuentes, los sistemas de ERP eliminan la duplicación de datos y garantizan su integridad con una sola "fuente de verdad" [7,8].

## Sistemas Informáticos

Para el desarrollo del módulo de nómina que será adaptado al sistema ERP ya instalado en la empresa, se requerirán las siguientes herramientas de desarrollo.

- Visual Studio (C#) [9]

Aplicaciones para dispositivos

Plataforma universal de Windows, iOS y Android

Herramientas de Apache Córdova, Xamarin y Unity pueden descargarse para poder codificar, depurar, probar, compartir y reutilizar en más plataformas.

Herramientas web

Se crearon e implementaron aplicaciones web modernas

Se desarrolló en web con ASP.NET, Node.js, Python y JavaScript. Se usa con marcos web potentes como AngularJS, jQuery, Bootstrap, Django y Backbone.js.

Integración con Git

Hospedando código en cualquier lugar

Administrando el código fuente en repositorios Git que hospede cualquier proveedor, incluido GitHub. O bien use Azure DevOps para administrar el código junto con los errores y elementos de trabajo de todo el proyecto.

- SQLServer [10]

Para administrar la base de datos

- Crystal Reports

SAP Crystal Server, para inicio de sesión único para asegurar y simplificar el acceso de los usuarios con la integración de LDAP y AD.

Seguridad de datos granulares

Gestionar informes

Analítica de negocios móviles.

Habilitar el acceso móvil seguro a los informes de BI de autoservicio [11].

## Metodología

Aplicando la metodología ágil de desarrollo Scrum, a fin de tener una mejor comunicación con el cliente, así como para reducir el periodo de tiempo de creación del sistema [12-14].

Siguiendo las etapas:

- Planeación
- Diseño
- Desarrollo
- Implementación
- Pruebas

## Planeación

Levantamiento de requerimientos:

- Comprender el flujo de la información a fin de generar el sistema de nómina.
- Analizar el software ERP ya implementado en la empresa.
- Diseño del sistema

## Diseño

Creación de la interfaz final, considerando un sistema predecible y detallado, que ofrece, una mejor experiencia de usuario. Y la relación entre interfaces.

## Desarrollo

Análisis de la base de datos existente en el sistema ERP de la empresa, con el propósito de adaptar el módulo de nómina requerido. Para tal efecto, se consideró la tabla Usuarios, la cual contiene los datos específicos de todo el personal registrado como trabajador.

Se decide usar las tecnologías (C#, SQL Server y Crystal Reports), debido a que el sistema ERP con el que ya contaba la empresa, estaba desarrollado en C# y la base de datos en SQL Server. SQL Server, permite una comunicación totalmente nativa, eficaz y rápida entre C# (interfaces y lógica) y la base de datos. Además, Crystal Reports es considerada, por ser robusta, amplia y fácil de utilizar.

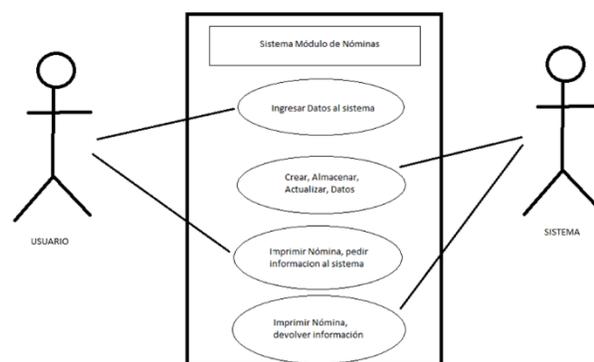


Figura 1 Caso de uso

## Resultados

Se implemento el sistema y se puso en operación a fin de realizar las pruebas requeridas por el usuario. A continuación, se presenta información de los resultados obtenidos. La tabla 1. Muestra el antes y después del módulo.

Actividad		Tiempo de duración Sin Módulo	Tiempo de duración Con Módulo
Cálculo de nómina	de	1.5 Horas	3 segundos
Creación de nómina	de	1.0 Horas	20 segundos
Total		2.5 Horas	23 segundos

Tabla 1 Comparación de las actividades sin y con módulo de nómina

Tras la implementación del módulo, en cerca de medio día laboral (en promedio) la actividad es terminada, lo que permite al personal, el realizar más actividades que tengan pendientes, adelantar trabajo y en general, mejorar sus procesos.

Dicho lo anterior, se presentan algunas de las interfaces del Módulo:

**Figura 2** Interfaz principal

La figura 2, muestra el panel principal del módulo implementado, se tiene el título en la parte superior, a continuación se muestra un área con algunos campos vacíos, estos campos son para agilizar la búsqueda de empleados, una vez que se introduce la información la cual puede ser solo el ID, se presiona el botón de “Consultar”, el cual cargara toda la información guardada en la base de datos de ese usuario en las pestañas inferiores, así mismo, si se trata de un nuevo usuario, se pueden llenar los datos y hacer clic en “Nuevo”, esto creara un nuevo registro y los campos en las pestañas inferiores quedará vacío para ser llenado posteriormente. Entre las pestañas se encuentra:

- **Datos Generales:** En esta sección se incluye los campos a llenar con la información del empleado (véase figura 3).
- **Recursos Humanos:** Esta sección es para detallar más datos relacionados con algún empleado como lo es, su tipo de contrato, el área, sus horarios, etc; (véase figura 4).
- **Sueldo:** Esta pestaña contiene todos los datos relacionados con el sueldo que va a percibir cada empleado (ver figura 5).
- **Seguridad:** En esta pestaña se le pueden dar ciertos privilegios a los usuarios, por ejemplo, poder entrar a la empresa con la credencial (Sistema de identificación automatizado)

- **Resguardos:** Fase de diseño, este módulo quedo pendiente, en teoría se trata de que, en algunas ocasiones, a cierto personal se le hace el préstamo de algún equipo, por ejemplo, una computadora, en este apartado se detallará esa situación.
- **Buscar:** Esta pestaña borrará todo lo que se haya buscado con anterioridad (reinicio de la página) y dejará la interfaz como al principio (ver figura 3).

**Figura 3** Interfaz “Datos Generales”

Mediante la interfaz presentada en la figura 3, se puede consultar información de un usuario o para ingresar información de alguno nuevo. En este caso aparece como sería el ingreso de nueva información y básicamente eso es todo lo que se ocupa saber de cada empleado.

**Figura 4** Interfaz “Recursos Humanos”

En la figura 4, se ilustra la interfaz de recursos humanos. Se presenta información específica del trabajador, tal como: su cuenta de banco en la cual se depositará su sueldo, también se designa quien es su jefe inmediato, área de trabajo y fecha de contrato, etc.

**Figura 5** Interfaz “Sueldo”

Finalmente, en la figura 5 se ilustra la interfaz referente al sueldo del empleado. Mostrando datos como: sueldo diario, sueldo mensual, sueldo neto, fecha de pago.

COMPROBANTE FISCAL	
No. de recibo:	84352
Nombre:	José Jiménez Razo
Salario:	\$230.30
RFC:	
No. IMSS:	
CURP:	
Quincena del:	05/01/2019
AI:	05/15/2019
Departamento:	Mantenimiento
Puesto:	Técnico especialista
Días trabajados:	15.2083
Fecha de pago:	05/15/2019

PERCEPCIONES		DEDUCCIONES	
Salario quincenal nominal	\$ 502.48	IMSS ID	\$86.94
Prima dominical	\$ 115.15	ISR	\$308.34
Premio de asistencia	\$ 227.66	Seguro de vida	\$37.50
Premios de puntualidad	\$ 227.66		
IMSS P	\$ 86.94		
Vales de despensa	\$ 700.50		
Seguro de vida	\$ 37.50		

Subsidio para el empleado causado	0.00
<b>Total de percepciones:</b>	\$4,897.00
<b>Total efectivo:</b>	\$3,764.62
<b>Neto recibido:</b>	\$4,465.12
<b>Total deducciones:</b>	\$432.78
Firma del empleado:	

**COPIA**

**Figura 6** Documento de nómina

Mientras que la figura 6 muestra el documento de nómina como resultado del sistema desarrollado.

## Conclusiones

El módulo de nómina creado y adaptado al software ERP ya implementado en la empresa, trajo consigo una mejora optimizando los procesos. Disminuyendo el tiempo en las operaciones, tal como se aprecia en la tabla 2. Permitiendo al departamento de recursos humanos una mejor administración y control de sus procesos; por lo que, a diferencia de otros como, CONTPAQi Nominas, Aspel-NOI, HR Corporate y Nominasol, este sistema puede ser editado, modificado y adaptado a las necesidades de los procesos que en la empresa se llevan a cabo, especialmente por el sistema que ya manejaba, el cual también fue un desarrollo a la medida.

## Referencias

- [1] [www.contpaqi.com/nominas/](http://www.contpaqi.com/nominas/); [02/04/19].
- [2] [www.sdelsol.com/programa-nominas-nominasol/](http://www.sdelsol.com/programa-nominas-nominasol/); [02/04/19].
- [3] <http://fcasua.contad.unam.mx/apuntes/interiores/docs/2005/contaduria/opt/2006.pdf>  
\*Ese es el link, el 2005 es la fecha y el 2006 es una clave.
- [4] [www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/leyes/LSS.pdf](http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/leyes/LSS.pdf); [22-06-18].
- [5] [www.senado.gob.mx/comisiones/development\\_social/docs/marco/Ley\\_FT.pdf](http://www.senado.gob.mx/comisiones/development/social/docs/marco/Ley_FT.pdf); [09-04-17].
- [6] [www.imss.gob.mx/patrones/sua/](http://www.imss.gob.mx/patrones/sua/); [02/04/17].
- [7] Lance Ashdown, Tom Kyte Oracle “Database Concepts”, 11g Release 2 (11.2), Mayo 2015.
- [8] [www.oracle.com/applications/erp/what-is-erp.html](http://www.oracle.com/applications/erp/what-is-erp.html); [03/04/19].
- [9] <https://visualstudio.microsoft.com/es/vs/community/>; [03/04/19]
- [10] [www.microsoft.com/en-us/sql-server/sql-server-2019](http://www.microsoft.com/en-us/sql-server/sql-server-2019); [03/04/19]
- [11] [www.crystalreports.com/](http://www.crystalreports.com/); [02/04/19]
- [12] O. Salo and P. Abrahamsson, “Agile methods in European embedded software development organisations: a survey on the actual use and usefulness of Extreme Programming and Scrum”; IET Digital Library. Volume 2, Issue 1, February 2008, p. 58 – 64
- [13] Kaushal Pathak and Anju Saha, “International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering”; Kaushal et al., International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering 3(2), February - 2013, pp. 270-276.
- [14] [www.scrum.org/resources/blog/que-es-scrum/](http://www.scrum.org/resources/blog/que-es-scrum/); [25/09/17].

## Implementación de la Realidad Aumentada en un sistema opto mecatrónico de grabado láser

### Augmented Reality implementation into an opto mechatronic laser engraver system

BLANCO-MIRANDA, Alan David†\*, GARCÍA-CERVANTES, Heraclio y ANDRADE-ARENAS, Iván

*Universidad Tecnológica de León*

ID 1<sup>er</sup> Autor: Alan David, Blanco-Miranda / ORC ID: 0000-0002-8595-8634, Researcher ID Thomson: W-9701-2019, CVU CONACYT ID: 298274

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Heraclio, García-Cervantes / ORC ID: 0000-0002-4229-9229, Researcher ID Thomson: X-5622-2019, CVU CONACYT ID: 290829

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Iván, Andrade-Arenas / ORC ID: 0000-0003-4004-4166, Researcher ID Thomson: X-6374-2019, CVU CONACYT ID: 1014567

DOI: 10.35429/JCS.2019.8.3.24.32

Recibido: 12 de Marzo, 2019; Aceptado 30 de Junio, 2019

#### Resumen

El objetivo principal del presente trabajo es el de desarrollar una aplicación móvil interactiva para el monitoreo, descripción y capacitación en el manejo de una máquina de grabado láser haciendo uso de la tecnología de realidad aumentada. Se hace uso del diseño CAD de la máquina generando una visualización de cada uno de los elementos que la conforman con una descripción de sus principales características. También, se incluye una opción donde se puede observar la animación 3D del proceso de grabado. Todo lo anterior se genera mediante el uso de software libre (Unity, Vuforia y C#) creando así una opción práctica para la capacitación en el manejo de este tipo de maquinaria. Este tipo de tecnología se puede implementar en diferentes entornos tanto educativos como industriales. Para la comodidad de uso, la aplicación generada cuenta con un entorno virtual amigable para el usuario y se desarrolla para las principales plataformas digitales (Android, iOS, Windows).

**Realidad Aumentada, Capacitación, Sistema de grabado laser**

#### Abstract

The main objective of this work is to develop an interactive mobile application for monitoring, description and training in the operation of a laser engraving machine using augmented reality technology. The CAD design of the machine is used, generating a visualization of each of the elements that make it up with a description of its main characteristics. Also, an option is included where you can observe the 3D animation of the engraving process. All of the above is generated through the use of open source software (Unity, Vuforia and C #) thus creating a practical option for training in the handling of this type of machinery. This type of technology can be implemented in different educational and industrial environments. For the convenience of use, the generated application has a user-friendly virtual environment and is developed for the main digital platforms (Android, iOS, Windows).

**Augmented reality, Training, Laser engraving system**

**Citación:** BLANCO-MIRANDA, Alan David, GARCÍA-CERVANTES, Heraclio y ANDRADE-ARENAS, Iván. Implementación de la Realidad Aumentada en un sistema opto mecatrónico de grabado láser. Revista de Simulación Computacional. 2019. 3-8: 24-32

\* Correspondencia al Autor: (ablanco@utleon.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

El hombre se ha dado cuenta de la importancia de realizar mediciones. Medir es aprender, con lo cual se genera una mayor cantidad de información la cual ayuda en el proceso de entendimiento y toma de decisiones acertadas en la transformación y convivencia con la naturaleza. Es por esto que ha existido la necesidad e interés por estudiar y desarrollar instrumentos además de técnicas de medición en los distintos campos de la ciencia y la tecnología, las cuales permitan analizar, caracterizar y visualizar un amplio espectro de fenómenos físicos y procesos industriales.

Las técnicas de Ingeniería Inversa, Realidad Aumentada y Realidad Virtual [1-4] han sido ampliamente utilizadas para la obtención de la forma de un objeto y su descripción en ambientes interactivos con el usuario, provocando una sensación totalmente inmersiva y de interacción con los procesos reales.

Las características que hacen a estas técnicas tan importantes en este tipo de trabajos de desarrollo tecnológico es que utilizan un ambiente virtual y de amplia seguridad para el usuario ya que no entran en contacto físico con el ambiente analizado, y por consiguiente son no destructivas, pues no causan ninguna fractura o destrucción de la zona de trabajo.

Finalmente, otra característica muy importante es que proveen una muy alta sensibilidad, con lo que se pueden realizar mediciones y capacitaciones a un gran número de personas, aunado a su factibilidad de entregar resultados de campo completo.

Debido a las facilidades y ventajas que presentan estas técnicas, es que son utilizadas para la reducción de la brecha entre los modelos educativos actuales y los ambientes industriales, permitiendo conocer información sobre características específicas, como caracterizar sus materiales, monitorear distintos procesos y sin la necesidad de contar con el equipo físicamente. Habiendo revisado trabajos similares [], se desea continuar implementar el uso de la técnica de realidad aumentada para visualizar el proceso de grabado de una máquina láser y en este caso ahondar en el campo de capacitación en el manejo de maquinaria especializada, así como monitorear los componentes de la misma y función desempeñada.

Al tratarse de una máquina de desarrollo propio, se pretende realizar un análisis adecuado en la obtención de información, haciendo uso del diseño digital (por sus siglas en inglés, CAD) y con él, lograr obtener una similitud al proceso real de funcionamiento generando un sistema de capacitación amigable para el usuario.

Dentro de los resultados reportados se muestra el funcionamiento en realidad aumentada de una máquina CNC de grabado láser, programa de capacitación sobre uso y sus planes de mantenimiento, además del diseño 3D del modelo.

El presente trabajo se divide en 3 principales secciones, la primera de ellas describe la metodología en la cual se basa la tecnología de la realidad aumentada haciendo referencia a trabajos previos realizados en este campo de investigación. La segunda muestra los resultados obtenidos y las funciones disponibles en la aplicación generada. Finalmente la tercera sección muestra las conclusiones del trabajo y hace una extensión al trabajo futuro de este proyecto.

## Marco Teórico

En la presente sección se describen las principales características tanto cualitativas como cuantitativas de la técnica de realidad aumentada. La realidad aumentada se define como la integración de información digital a una imagen del mundo real a través de la cámara de los dispositivos tecnológicos.

Un sistema de realidad aumentada toma como referencia una imagen, la cual es procesada por un algoritmo de detección de bordes [6-8], el cual prepara la imagen para la etapa de segmentación y el reconocimiento de patrones [9-10]. Este proceso permite determinar la posición en la cual se debe reemplazar un objeto real por uno virtual, tomando en cuenta su posición y perspectiva [11].

Una característica que ofrece la técnica de realidad aumentada es que permite incorporar objetos reales con virtuales en un mismo entorno, brindando el uso de artefactos reales para manipulación de objetos virtuales generando así el uso de esta tecnología como una plataforma para la interacción hombre-máquina.

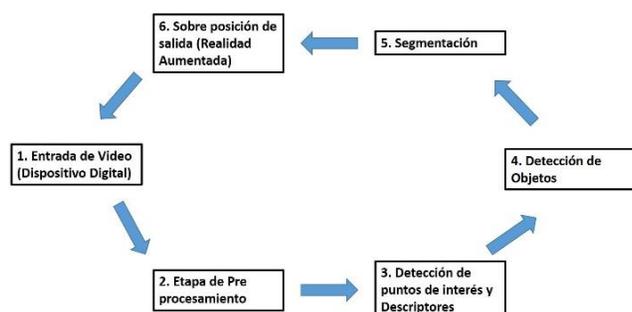
Esta tecnología presenta un gran potencial, y la convierte en una de las principales herramientas para la innovación tecnológica en los próximos años. Sus principales ventajas sobre otras técnicas [5] es que permite optimizar tiempos en las tareas diarias de los operadores, ya que brinda información visual y precisa de las acciones a desarrollar. Además, el usuario tiene al alcance la visualización de la descripción dada.

Las aplicaciones de realidad aumentada son vastas abarcando diferentes áreas, educación [12-14], industriales [15-17], capacitación [18] publicidad [19], médicas [20-22], entre otras, donde el usuario puede convertirse en el protagonista al interactuar con la aplicación.

### Metodología a desarrollar

Las tareas típicas de entornos en la Industria 4.0 deben combinar varios aspectos, uno de ellos es contemplar que la distancia del objeto aumentado al usuario puede variar de magnitud (varios centímetros a varios metros), otro es que el objeto virtual también puede variar en tamaño, además de que puede tener varias formas y texturas. Otro parámetro a tener en cuenta son las condiciones de iluminación y sonido en el ambiente de trabajo ya que pueden afectar la visualización del sistema.

Cuando las aplicaciones de AR se usan en el ciclo de diseño centrado en el usuario (UCD, por sus siglas en inglés), necesitan apoyarse en la observación y el análisis de la interacción del usuario a través de la recopilación de datos. En la figura 1 se muestra el proceso general por etapas para generar la AR de un objeto.



**Figura 1** Proceso para generar la Realidad Aumentada de un objeto

Se debe tener en cuenta la complejidad de los datos en los procesos de fabricación reales para la creación de prototipos de alta fidelidad que permitan su elaboración y la posibilidad de desarrollo iterativo.

Dentro de estas aplicaciones AR para cualquier usuario se debe proporcionar la visualización de datos y puede permitir también la entrada del usuario (por ejemplo, caso de interacción táctil de teléfonos móviles y tabletas).

### Etapa de pre-procesamiento

Cada cuadro de la secuencia de video se captura y se convierte en su equivalente en escala de grises usando filtros para la eliminación de ruido presente en la imagen.

### Detección de puntos de interés y uso de descriptores

Parte de la técnica de AR es codificar una estructura local distintiva en una imagen que pueda usarse como parámetro para determinar otras características de interés.

Los detectores y descriptores de funciones son de gran utilidad en aplicaciones de reconocimiento de objetos, reconstrucción 3D, entre otros. Los puntos de interés se determinan en varias escalas y orientaciones. Un punto característico que requiere la AR, es la postura invariable y generar resultados aceptables para la escala, orientación y posición.

También es necesario tener una alta capacidad de detección incluso cuando cambian las condiciones de visualización y reducir el número de falsos positivos. Un descriptor de características debe ser distintivo e insensible a la deformación local de la referencia. Los parámetros clave a considerar en cada modelo son la ubicación, la escala y la orientación [23].

### Detección de objeto

Los pasos a seguir para la detección del objeto son los siguientes: 1. Suavizado a la imagen, 2. Proceso de correlación para subdividir la imagen en bloques cuadrados. 3. Generación de un histograma de orientación de borde a partir de cada pixel. 4. Normalizar los bloques descriptores llamados histograma de gradientes orientados (HOG, por sus siglas en inglés).

La ventana de detección tiene una cuadrícula superpuesta de estos descriptores HOG.

En esta etapa también se pueden utilizar diferentes clasificadores, como un clasificador lineal SVM para diferenciar los objetos humanos y no humanos [24].

### Segmentación

La segmentación es el proceso de asignar una etiqueta a cada píxel en una imagen de manera que los píxeles con la misma etiqueta compartan ciertas características.

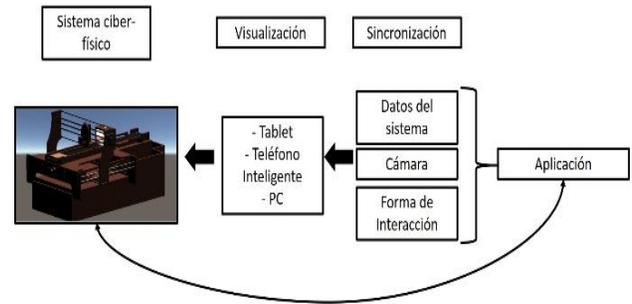
El resultado de la segmentación es un conjunto de segmentos que cubren colectivamente toda la imagen, o un conjunto de contornos extraídos de la misma. Cada uno de los píxeles en una región es similar con respecto a alguna propiedad característica o calculada, como el color, la intensidad o la textura. Las regiones adyacentes son significativamente diferentes con respecto a las mismas características [25]. Cuando esta etapa se aplica a un conjunto de imágenes, como se usa en el área médica, los contornos resultantes se pueden usar para crear reconstrucciones 3D con la ayuda de algoritmos de interpolación [26].

### Sobre posición de salida

El valor principal de la AR es la forma en que los componentes del mundo digital se mezclan con la percepción que una persona tiene del mundo real, no como una simple visualización de datos, sino a través de la integración de sensaciones inmersivas, que se perciben como partes naturales de un ambiente.

La información sobre el medio ambiente y sus objetos se superpone en el mundo real. Esta información puede ser virtual o real. La AR también tiene mucho potencial en la recopilación y el intercambio de conocimiento tácito. Las técnicas de aumento generalmente se realizan en tiempo real y en contextos semánticos con elementos del entorno.

En la figura 2 se muestra el esquema del funcionamiento de un sistema de AR en general, donde se observa la relación entre la aplicación final y el sistema ciber físico y como se relaciona con las etapas de sincronización y visualización para el usuario.

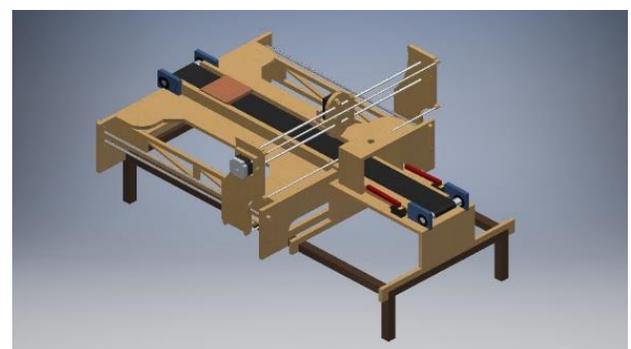


**Figura 2** Esquema de funcionamiento e interacción entre usuario y sistema AR

### Resultados

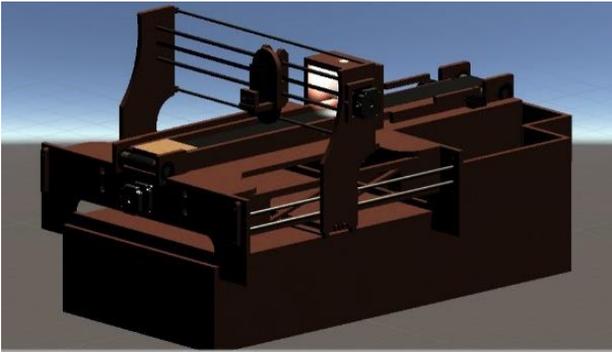
En esta sección se presentan los principales resultados obtenidos, describiendo la interfaz final desarrollada y su implementación en un sistema Android, lo cual funge como un apoyo en la capacitación para el manejo del sistema de grabado láser. El modelo CAD se adaptó al motor de desarrollo, Unity, haciendo uso de la extensión de archivo *obj*, cumpliendo con las condiciones de compatibilidad entre software [27-28]. Además, esta extensión permite la exportación de manera conjunta de las texturas y materiales del modelo 3D original.

La transferencia se llevó a cabo exportando cada una de las piezas del modelo de manera individual, generando así un mejor control y gestión del sistema original dentro de Unity. En la Figura 3, se muestra el modelo original creado en el software CAD (Autodesk Inventor), sin sufrir alguna modificación.



**Figura 3** Modelo original diseñado en software CAD (Autodesk Inventor – Versión Estudiantil)

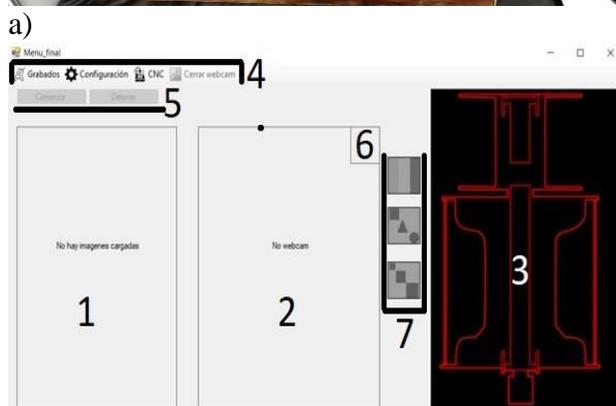
Sin embargo, la estructura física final tuvo modificaciones en su configuración para optimizar su funcionamiento y mediante el uso de la interfaz gráfica del motor de desarrollo Unity, Figura 4, se pueden observar las partes agregadas al modelo 3D.



**Figura 4** Modelo 3D modificado en Unity con adecuaciones a sistema físico

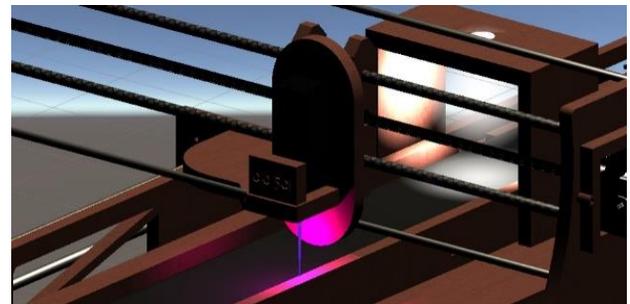
Los paneles laterales que cubren los soportes de la estructura de la máquina, además los cajones que se encuentran al final de la trayectoria de la banda transportadora fueron colocados. Así mismo se modificó la ubicación del cuarto o el soporte de la cámara.

Con la finalidad de replicar la apariencia de la máquina, como se puede observar en la figura 5a. La figura 5b muestra la interfaz de control automático para la clasificación de las piezas por color, forma y tamaño.

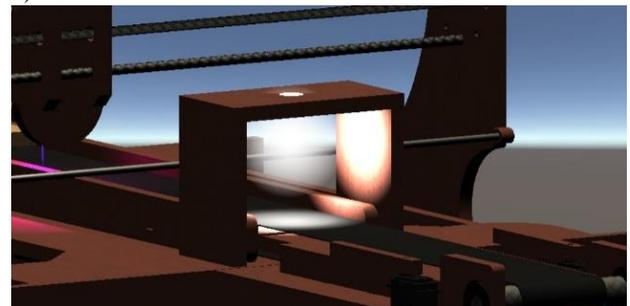


**Figura 5** a) Modelo físico del sistema opto mecánico de grabado láser; b) Interfaz de control de grabado (1 – Imagen a grabar, 2 – Imagen procesada en tiempo real, 3- Estado del sistema, 4 – Barra de Menús, 5 – Botones de activación de sistema, 6 – Icono del tipo de clasificación seleccionada, 7- tipo de clasificación deseada)

Además, se realizó la simulación del sistema láser y la iluminación del sistema de visión mediante el uso de los componentes Line Renderer y Spot Light [29-30] generando un entorno virtual similar al sistema real. (Figura 6a y 6b)



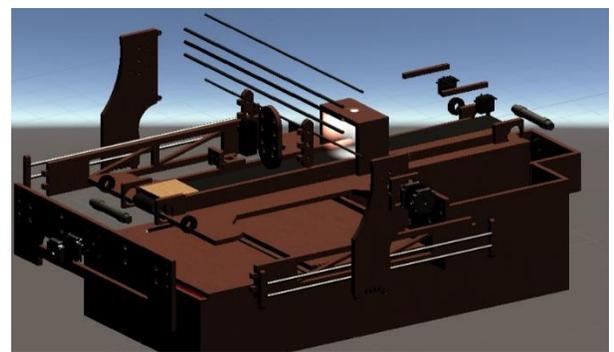
a)



b)

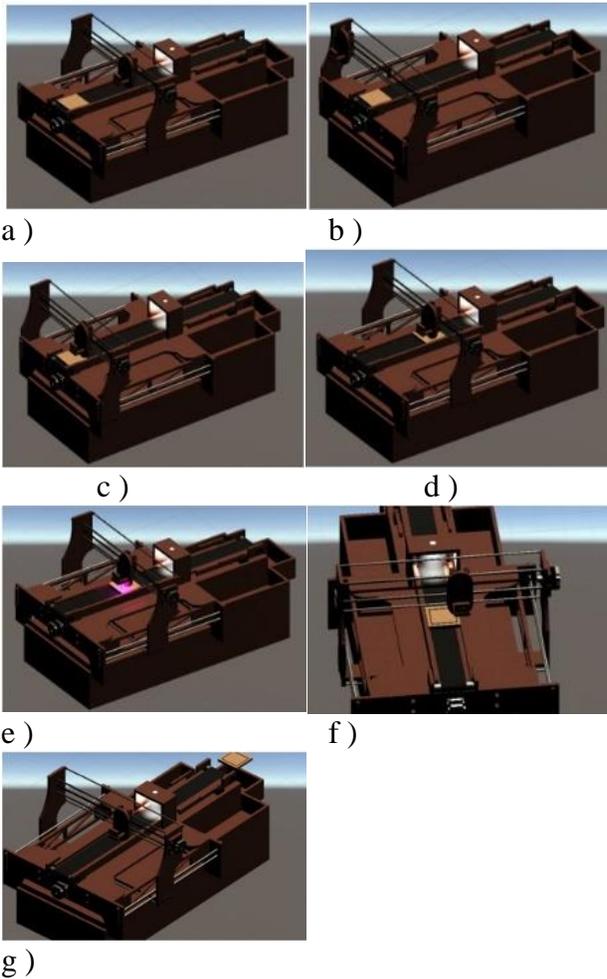
**Figura 6** a) Simulación de sistema láser; b) Simulación de iluminación en sistema de visión automatizado

En la figura 7, se muestra la animación del despiece de las zonas más destacadas de la máquina de grabado láser.



**Figura 7** Modelo 3D del despiece del sistema de grabado láser

En la figura 8a–g se muestran las secuencias de la animación que simula el funcionamiento del proceso de grabado láser del sistema opto mecánico.



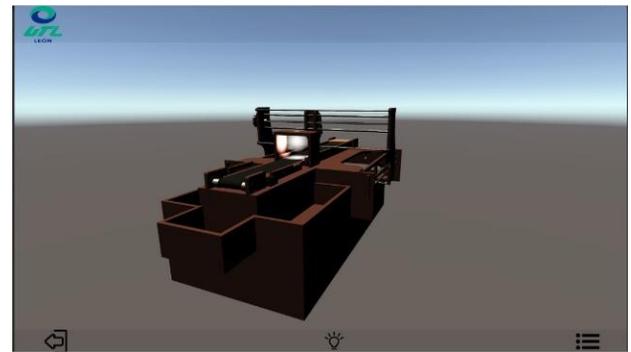
**Figura 8 a-g** Secuencia de animación del proceso de grabado láser en una pieza de madera y su clasificación en base a forma

Las herramientas y funcionalidades diseñadas para la aplicación, fueron creadas mediante los elementos de Interfaz de Usuario (UI, por sus siglas en inglés) de Unity y programadas en el lenguaje C#. En la tabla 1, se muestran las herramientas y la función de cada una de estas dentro de la aplicación.

Icono	Nombre de la herramienta	Descripción
	Salir	Permite al usuario cerrar la aplicación.
	Flash	Enciende el flash del dispositivo, útil para condiciones de poca iluminación en el ambiente
	Opciones	Despliega el menú secundario, donde se muestran las funcionalidades de la aplicación.

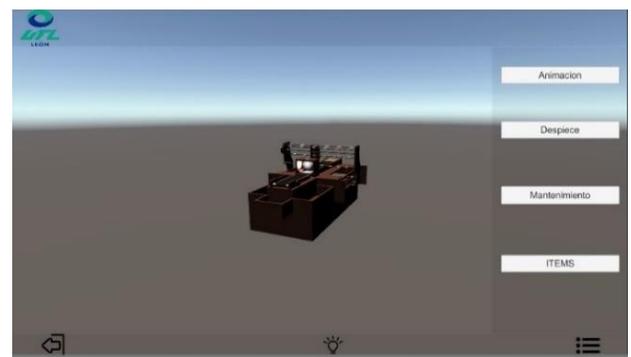
**Tabla 1** Herramientas y descripción de la pantalla principal de la aplicación móvil

En la figura 9, se observa la interfaz primaria de la aplicación que está compuesta por una barra principal donde se ubican las herramientas principales y una barra secundaria donde el logo de la UTL está ligado a la página web oficial de la universidad.



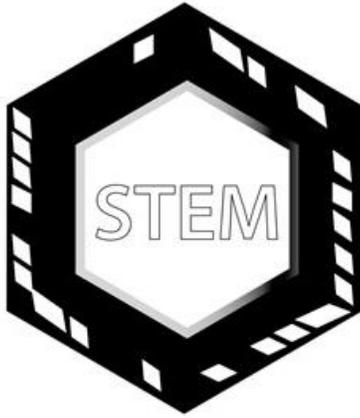
**Figura 9** Interfaz primaria del sistema de grabado láser, al centro el modelo de la máquina, en la parte inferior la barra de menús descrita en la tabla 3 y en la parte superior el logo de la UTL

El contenido del menú secundario presenta los botones virtuales, los cuales activan la secuencia de la animación, así como el despliegue de las ventanas de mantenimiento e ítems, como se muestra en la figura 10.



**Figura 10** Interfaz secundaria de sistema de realidad aumentada. A la derecha los botones para iniciar la animación del sistema, separación en piezas, planes de mantenimiento (preventivo, predictivo y correctivo) de los principales elementos e ítems de las piezas con sus principales características

El target de la aplicación se diseñó buscando representar la ideología y el entorno que representa el aula STEM de la universidad. La figura 11, muestra el resultado del diseño final. Este target se emplea como objetivo para el despliegue de la realidad aumentada al estar enfocado en la cámara del dispositivo digital.



**Figura 11** Diseño del target de referencia para la cámara del dispositivo donde se instale la aplicación

Con la finalidad de mostrar la funcionalidad de la aplicación generada, se desarrolló un video donde se muestra el funcionamiento de la aplicación móvil. Si se desea visualizar dicho video se deja el siguiente código QR.



**Figura 12** Código QR de video demostrativo de aplicación en funcionamiento

Por lo tanto, se logró obtener el desarrollo del entorno virtual y de la aplicación de realidad aumentada en conjunto con las características principales del sistema opto mecánico de grabado láser por CNC.

Como resultado final se generó un archivo ejecutable para dispositivos digitales Android el cual puede ser implementado en cualquier lugar, siempre y cuando se tenga el target correspondiente.

Debido a razones de distribución y nuevas políticas en el uso de licencias de Vuforia [31], la aplicación deberá ser instalada directamente en el dispositivo por medio de conexión USB y no desde la App Store de Google como las aplicaciones comerciales.

Cabe señalar que esta aplicación de realidad aumentada se encuentra abierta a cualquier persona que desee visualizar y conocer las principales características de un sistema opto mecánico de grabado laser tipo CNC.

### Conclusiones

Con ayuda del diseño CAD como fuente de proyección para la realidad aumentada y software libre de desarrollo personal (Unity), se crearon diferentes conexiones entre el diseño y sus características añadidas, esto con la finalidad de darle una visión más cercana al modelo real y lograr así una mejor experiencia para el usuario. Además, se implementaron las diferentes funciones con la finalidad de generar los elementos de una aplicación de calidad mediante la cual se acceda al sistema de capacitación de manera sencilla.

Con el propósito de evitar discrepancias entre el mundo real y el sistema virtual, se generó una referencia gráfica, la cual permite tener su implementación en cualquier espacio disponible, incluso sin la presencia de la máquina física.

Finalmente, a la aplicación generada, como se mencionó anteriormente, se le dio la cualidad de ser ejecutada en cualquier dispositivo inteligente, ya sea celular, Tablet o PC con sistema operativo Windows y/o Android, generando así una mayor portabilidad del producto.

Por último, se generó un producto completo el cual será la base de un desarrollo de mayor alcance que contará con una segunda etapa en donde se implementará la realidad virtual con el objetivo de generar una experiencia totalmente inmersiva para el usuario haciendo uso del sistema HTC VIVE [32-33].

### Agradecimientos

En la realización del presente trabajo se contó con el total apoyo de la Universidad Tecnológica de León. Se agradece a los alumnos del grupo de TSU en Optomecatrónica por la realización de la máquina CNC y la aportación al desarrollo del sistema físico.

## Referencias

- [1] Azuma R., Baillet Y., Behringer R., Feiner S., Julier S., MacIntyre B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Comp. Graph. Appl.* 21 34–47. 10.1109/38.963459.
- [2] Carmigniani J., Furht B., Anisetti M., Ceravolo P., Damiani E., Ivkovic M. (2011). Augmented reality technologies, systems and applications. *Multimed. Tools Appl.* 51 341–377. 10.1007/s11042-010-0660-6.
- [3] Heras. L., Villareal, J. (2004). La realidad aumentada: una tecnología en espera de usuarios. *Revista Digital Universitaria*, 8(6). Recuperado de [http://www.revista.unam.mx/vol.8/num6/art48/jun\\_art48.pdf](http://www.revista.unam.mx/vol.8/num6/art48/jun_art48.pdf).
- [4] Hernandez Maldonado, V., Hernandez Salinas, V. (2016). La realidad aumentada. [INFOTEC-CONACYT] Recuperado de <https://centrosconacyt.mx/objeto/realidadadaumentada/>.
- [5] Zyda M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer* 38 25–32. 10.1109/MC.2005.297.
- [6] Pulkit Khandelwal, P. Swarnalatha, Neha Bisht, S. Prabu, Detection of Features to Track Objects and Segmentation Using GrabCut for Application in Marker-less Augmented Reality, *Procedia Computer Science*, Volume 58, 2015, Pages 698-705, ISSN 1877-0509, 10.1016/j.procs.2015.08.090.
- [7] V. Sowmya, Neethu Mohan, K.P. Soman, Edge Detection Using Sparse Banded Filter Matrices, *Procedia Computer Science*, Volume 58, 2015, Pages 10-17, ISSN 1877-0509, 10.1016/j.procs.2015.08.003.
- [8] Zhang, B., (2017). Design of mobile augmented reality game based on image recognition, *EURASIP Journal on Image and Video Processing*. 2017(1) 90. 10.1186/s13640-017-0238-6.
- [9] Li, W., Nee, A. Y. C., Ong, S. K. (2017). A State-of-the-Art Review of Augmented Reality in Engineering Analysis and Simulation, *Multimodal Technologies and Interaction*, 1(3). 10.3390/mti1030017.
- [10] Chari V, Singh J M, Narayanan P J, (2008) Augmented Reality using Over-Segmentation, *National Conference on Computer Vision Pattern Recognition Image Processing and Graphics*.
- [11] Ganzha M., Maciaszek L., Paprzycki M. (2015). Augmented Reality Using Optical Flow, *Proceedings of the 2015 Federated Conference on Computer Science and Information Systems*, ACSIS 5 841–847. 10.15439/2015F202.
- [12] Di Serio Á., Ibáñez M. B., Kloos C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Comput. Educ.* 68 586–596. 10.1016/j.compedu.2012.03.002.
- [13] Bacca J., Baldiris S., Fabregat R., Graf S. (2014). Augmented reality trends in education: a systematic review of research and applications. *J. Educ. Technol. Soc.* 17 133.
- [14] Brown A., Green T. (2016). Virtual reality: low-cost tools and resources for the classroom. *TechTrends* 60 517–519. 10.1007/s11528-016-0102-z.
- [15] Chen Y. C., Chi H. L., Hung W. H., Kang S. C. (2011). Use of tangible and augmented reality models in engineering graphics courses. *J. Prof. Issues Eng. Educ. Pract.* 137 267–276. 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000078.
- [16] Choi S., Jung K., Noh S. D. (2015). Virtual reality applications in manufacturing industries: past research, present findings, and future directions. *Concurr. Eng.* 23 40–63. 10.1177/1063293X14568814.
- [17] Feiner S., MacIntyre B., Hollerer T., Webster A. (1997). A touring machine: prototyping 3D mobile augmented reality systems for exploring the urban environment, in *Digest of Papers. First International Symposium on Wearable Computers*, (Cambridge, MA: IEEE; ), 74–81. 10.1109/ISWC.1997.629922.
- [18] Schwald B., De Laval B. (2003). An augmented reality system for training and assistance to maintenance in the industrial context. *J. WSCG* 11.

- [19] Song H., Chen F., Peng Q., Zhang J., Gu P. (2017). Improvement of user experience using virtual reality in open-architecture product design. *Proc. Inst. Mech. Eng. B J. Eng. Manufact.* 232.
- [20] Baus O., Bouchard S. (2014). Moving from virtual reality exposure-based therapy to augmented reality exposure-based therapy: a review. *Front. Hum. Neurosci.* 8:112. 10.3389/fnhum.2014.00112.
- [21] Bohil C. J., Alicea B., Biocca F. A. (2011). Virtual reality in neuroscience research and therapy. *Nat. Rev. Neurosci.* 12:752. 10.1038/nrn3122.
- [22] Botella C., Bretón-López J., Quero S., Baños R. M., García-Palacios A. (2010). Treating cockroach phobia with augmented reality. *Behav. Ther.* 41 401–413. 10.1016/j.beth.2009.07.002.
- [23] Subhransu M. A. (2006). Comparison of Feature Descriptors, *University of California at Berkeley, Department of EECS*, University of California, Berkeley
- [24] Rother, C., Kolmogorov, V. (2012). GrabCut—Interactive Foreground Extraction using Iterated Graph Cut. *Microsoft Research Cambridge*, UK, Andrew Blake.
- [25] Saphiro L., Stockman G. (2001). Computer Vision, pp. 279-325, New Jersey, *Prentice-Hall*, ISBN 0-13-030796-3.
- [26] Lorensen, William E.; Cline, Harvey E. (1987). Marching cubes: A high resolution 3D surface construction algorithm. *ACM SIGGRAPH Computer Graphics.* 21 (4): 163–169. 10.1145/37402.37422.
- [27] Unity. (2019). La plataforma de AR líder en el mundo. USA: *Unity Technologies*. Recuperado de <https://unity3d.com/es/partners/Vuforia>.
- [28] Vuforia. (2018). Attach digital content to specific objects. USA: *PTC Inc.*, Recuperado de <https://engine.vuforia.com/features>.
- [29] Unity Technologies. (2019). Unity User Manual (2019.2): Types of light, USA: *Unity Technologies*. Recuperado de <https://docs.unity3d.com/Manual/Lighting.html>.
- [30] Unity Technologies. (2019). Unity User Manual (2019.2): Line Renderer, USA: *Unity Technologies*. Recuperado de <https://docs.unity3d.com/Manual/class-LineRenderer.html>.
- [31] Vuforia. (2018). Privacy Policy & End-User License Agreement (EULA). USA: *PTC Inc.*, Recuperado de <https://www.goodnightlad.com/privacy-policy.html>.
- [32] Van de Kerckhove, E. (2019). HTC Vive Tutorial for Unity. USA: *Razeware LLC*, Recuperado de <https://www.raywenderlich.com/9189-htc-vive-tutorial-for-unity>.
- [33] Vergara D, Rubio MP, Lorenzo M. (2017). On the Design of Virtual Reality Learning Environments in Engineering. *Multimodal Technologies and Interaction.*; 1(2):11, 10.3390/mti1020011.

# 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 Simulación Computacional. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

---

---

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

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

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

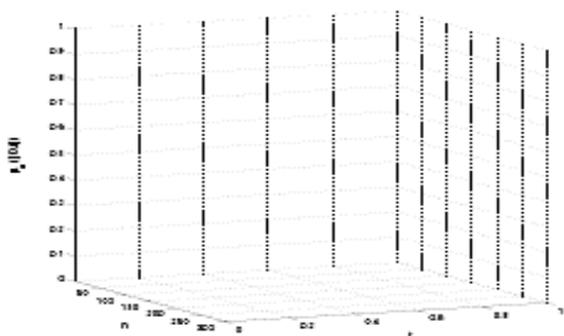
[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

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

## Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

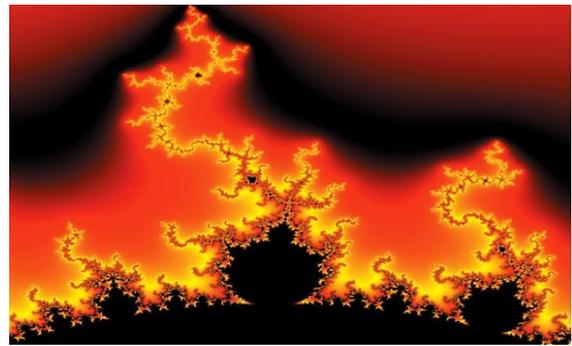
En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[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:**

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

(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 Simulación Computacional 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 Simulación Computacional emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas 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 Taiwan 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 Taiwan para su Revista de Simulación Computacional, 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 que 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**

69 Calle Distrito YongHe, Zhongxin. Taipei-Taiwán. 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)

**ECORFAN®**

**Editor en Jefe**

QUINTANILLA - CÓNDOR, Cerapio. 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® Taiwan), [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**

69 Calle Distrito YongHe, Zhongxin. Taipei-Taiwán.

# Revista de Simulación Computacional

“Diseño e implementación de un sistema de visión por computadora para el reconocimiento de objetos en movimiento”

**TORRES-BECERRA, Franco Javier, GUZMAN-ALTAMIRANO, Miguel Angel, GARCÍA-GALLEGOS, Jesús Hazael y CABAL-VELARDE, Javier Gustavo**

*Instituto Tecnológico Superior de Irapuato*

*Universidad Tecnológica de San Juan del Río Querétaro*

“Experiencia en la Formación y Operación del Cuerpo Académico ITESI CA-017 Ingeniería de Software”

**TORRES-FRAUSTO, David Antonio, VILLEGAS-TÉLLEZ, Rodrigo y LOZANO-VÁZQUEZ, Ángel Gerardo**

*Instituto Tecnológico Superior de Irapuato*

“Software ERP”

**HUERTA-MASCOTTE, Eduardo, RICO-MORENO, José Luis, AGUIRRE-PUENTE, José Alfredo y MATA-CHÁVEZ, Ruth Ivonne**

*Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato*

*Universidad de Guanajuato*

“Implementación de la Realidad Aumentada en un sistema opto mecatrónico de grabado láser”

**BLANCO-MIRANDA, Alan David, GARCÍA-CERVANTES, Heraclio y ANDRADE-ARENAS, Iván**

*Universidad Tecnológica de León*

