

ISSN 2523-6865

Volumen 3, Número 7 — Enero — Marzo - 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 7, Enero a Marzo 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 31 de Marzo 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, *Análisis de señales para la detección de armónicos basado en el espacio complejo*, por CONTRERAS-HERNÁNDEZ, Jose L., ALMANZA-OJEDA, Dora L. y IBARRA-MANZANO Mario A., con adscripción en la Universidad de Guanajuato, como segundo artículo presentamos, *Desarrollo de prototipo de estación de maquinado CNC*, por JARA-RUIZ, Ricardo, RODRÍGUEZ-FRANCO, Martín Eduardo, LÓPEZ-ÁLVAREZ, Yadira Fabiola y LÓPEZ-OLMEDO, Leonardo Joaquín, con adscripción en la Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes, como tercer artículo presentamos, *Hololens el nuevo perfil de realidad aumentada para la competencia educativa*, por RODRÍGUEZ-CAMPOS, Juan Carlos, RICO-CHAGOLLÁN, Mariana y GARCÍA-HERRERA, Eduardo, con adscripción en el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, como último artículo presentamos, *Simulación de Mecanismos*, por JIMÉNEZ-RABIELA, Homero, VÁZQUEZ-GONZÁLEZ, Benjamín, RAMÍREZ-CRUZ, José Luis y GARCÍA-SEGURA, Pedro, con adscripción en la Universidad Autónoma Metropolitana.

## Contenido

Artículo	Página
<b>Análisis de señales para la detección de armónicos basado en el espacio complejo</b> CONTRERAS-HERNÁNDEZ, Jose L., ALMANZA-OJEDA, Dora L. y IBARRA-MANZANO Mario A. <i>Universidad de Guanajuato</i>	1-4
<b>Desarrollo de prototipo de estación de maquinado CNC</b> JARA-RUIZ, Ricardo, RODRÍGUEZ-FRANCO, Martín Eduardo, LÓPEZ-ÁLVAREZ, Yadira Fabiola y LÓPEZ-OLMEDO, Leonardo Joaquín <i>Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes</i>	5-12
<b>Hololens el nuevo perfil de realidad aumentada para la competencia educativa</b> RODRÍGUEZ-CAMPOS, Juan Carlos, RICO-CHAGOLLÁN, Mariana y GARCÍA-HERRERA, Eduardo <i>Instituto Tecnológico Superior de Irapuato</i>	13-19
<b>Simulación de Mecanismos</b> JIMÉNEZ-RABIELA, Homero, VÁZQUEZ-GONZÁLEZ, Benjamín, RAMÍREZ-CRUZ, José Luis y GARCÍA-SEGURA, Pedro <i>Universidad Autónoma Metropolitana</i>	20-27

## Análisis de señales para la detección de armónicos basado en el espacio complejo

### Signal analysis to harmonics detection based in complex space

CONTRERAS-HERNÁNDEZ, Jose L. †\*, ALMANZA-OJEDA, Dora L. y IBARRA-MANZANO Mario A.

*Universidad de Guanajuato*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *José, Contreras-Hernández* / ORC ID: 0000-0003-0405-5554, CVU CONACYT ID: 487660

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Dora, Almanza-Ojeda* / ORC ID: 0000-0002-3373-0929, CVU CONACYT ID: 50006

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Mario, Ibarra-Manzano* / ORC ID: 0000-0003-4317-0248, CVU CONACYT ID: 105633

DOI: 10.35429/JCS.2019.7.3.1.4

Recibido: 12 de Enero, 2019; Aceptado 02 de Marzo, 2019

---

#### Resumen

Este trabajo presenta la detección de armónicos mediante el análisis de señales en espacio complejo. Se inicia obteniendo la división punto a punto de la muestra de interés con la muestra anterior de las figuras de Lissajous generadas por dos señales en el espacio complejo. Después, con la señal obtenida de la división, se calcula el ángulo de cada elemento para analizar su comportamiento. Las características conseguidas proporcionan información numérica de las frecuencias que componen una señal. Esto simplifica el análisis sin necesidad de transformaciones u operaciones de alto costo computacional.

**Lissajous, Espacio complejo, Detección armónicos**

#### Abstract

This work presents harmonic detection through signal analysis in complex space. This method obtains the point-to-point division of the present sample by the last sample of the Lissajous curve which is generated by two signals in complex space. Then, the angle is calculated to each element to obtain the behavior. The obtained features provide numerical information of the frequencies that form a signal. This is obtained without space transformation or operation with high computational cost.

**Lissajous, Complex space, Harmonics detection**

---

**Citación:** CONTRERAS-HERNANDEZ, Jose L. †\*, ALMANZA-OJEDA, Dora L. y IBARRA-MANZANO Mario A. Análisis de señales para la detección de armónicos basado en el espacio complejo. Revista de Simulación Computacional. 2019 3-7: 1-4

---

---

\* Correspondencia al autor: jose.contreras@ugto.mx

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Las señales armónicas se presentan en maquinaria de combustión interna, líneas eléctricas o instrumentos musicales y las cuales nos proporcionan características de los distintos sistemas que las producen [1]. Las frecuencias que componen este tipo de señales obtienen por medio del procesamiento y análisis profundo de atributos. Entre los métodos más utilizados para la detección de armónicos en señales se encuentra la Transformada Rápida de Fourier (FTT) [2], métodos de clasificación como las Máquinas de Vectores de Soporte (SVM) [3] o Redes neuronales (ANN) [4] y los métodos basados en Wavelets [5].

En trabajos como el mostrado en [1], los métodos basados en FFT realizan la aproximación de la reconstrucción de la señal a analizar por medio de frecuencias discretas, lo cual conlleva un cambio de espacio y cálculos con una mayor carga computacional. El método desarrollado por SVM utiliza funciones de ajuste para detectar los armónicos de las señales en sistemas eléctricos, sin embargo, el modelo y el pequeño muestreo llegan a afectar la precisión de sus componentes como se describe en [3]. De igual manera, las (ANN) son usadas para la detección de armónicos en redes eléctricas como lo describe [6], la cual presenta una mayor precisión con la dificultad de obtener una muestra ideal de entrenamiento, lo cual afecta la velocidad del método [7]. Como los autores describen en [5], los métodos basados en Wavelets para la detección de armónicos en señales de corriente han obtenido buenos resultados, en este trabajo, el esquema de elevación de daubechies 9/7 es aplicado para la detección de armónicos.

El trabajo aquí desarrollado propone el método de análisis geométrico. Éste se basa en la teoría de procesamiento algebraico de señales [8], en la cual la teoría algebraica hace la derivación de algoritmos de forma concisa y transparente, da una visión de su estructura, permite clasificar los existentes y descubrir nuevos para transformadas existentes y nuevas [9]. Se presenta el método para la obtención numérica de la cantidad de frecuencias que componen a una señal por medio de operaciones de bajo costo computacional en números complejos.

Este trabajo se divide en 3 secciones. En la Metodología se presenta el desarrollo matemático utilizado para la obtención de las componentes en frecuencia de una señal. En Resultados se presentan las señales que se probarán y el resultado del método. Finalmente, en la última sección se presentan las conclusiones de este trabajo y trabajo futuro.

## Metodología

La figura de Lissajous es una herramienta que permite analizar e interpretar la interacción correspondiente a la superposición de dos señales con movimientos armónicos simples en direcciones perpendiculares. En este trabajo se presentan las señales seno y coseno descritas por las ecuaciones (1) y (2) de la forma

$$\begin{aligned} x(k) &= \sin(kt) & (1) \\ y(k) &= \cos(kt). & (2) \end{aligned}$$

El comportamiento de las señales  $x(k)$  y  $y(k)$  es mostrado en la Figura 1a) con un periodo de 0 a  $2\pi$  y amplitud unitaria. Estas señales pueden ser expresadas en espacio de los números complejos de la forma que se muestra en la ecuación siguiente

$$z(k) = x(k) + y(k)i. \quad (3)$$

El resultado de representar ambas señales en el espacio complejo corresponde a las figuras de Lissajous como se muestra en la Figura 1b). Partiendo de este tipo de representación, la apariencia de la figura creada por estas dos señales es sensible a los valores de frecuencia, amplitud, fase y offset, como se puede observar en la Figura 2, en la que se muestran las figuras de Lissajous resultantes al variar la amplitud de la señal en  $y$ , por lo que su análisis matemático permite determinar si alguna de sus características ha sido modificada [10].

Una opción en este tipo de análisis es la obtención de la componente  $z_c$  la cual, al ser multiplicada por  $z(k)$ , permite la obtención de  $z(k+1)$ . El valor  $z_c(k)$  se consigue por medio de la división punto a punto de la parte real e imaginaria de  $z(k+1)$  entre  $z(k)$  señalada en la ecuación (4)

$$z_c(k) = \frac{\text{real}(z(k+1))}{\text{real}(z(k))} + \frac{\text{imag}(z(k+1))}{\text{imag}(z(k))} i \quad (4)$$

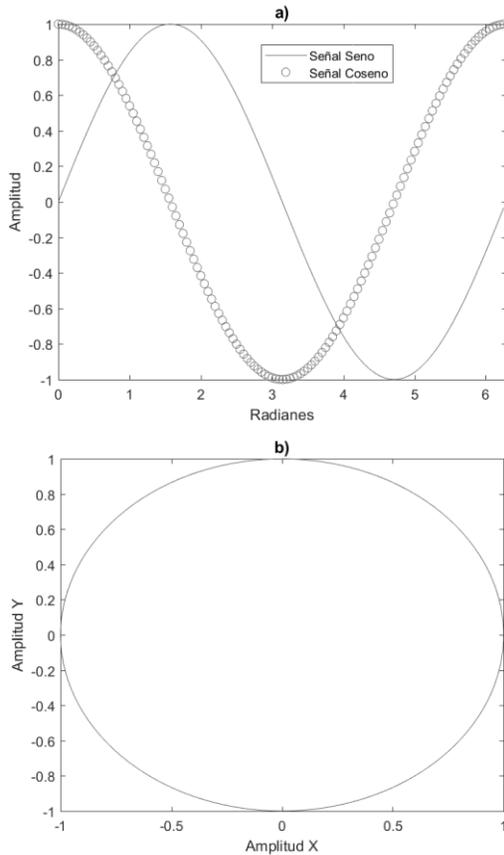


Figura 1 a) Señales x(k) y y(k). b) Gráfica de z(k)

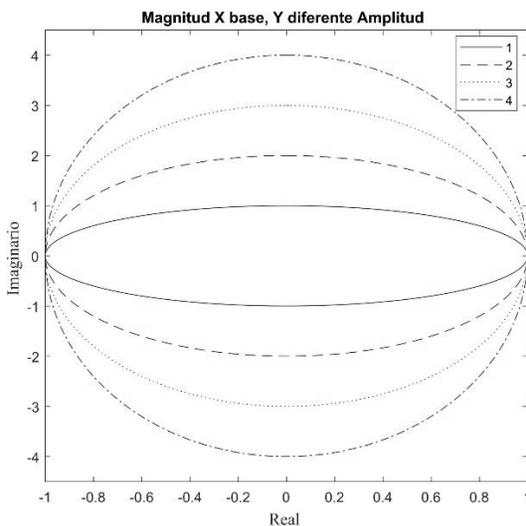


Figura 2 Gráficas de las figuras de Lissajous resultantes de la variación en la amplitud de la señal Y

Con la componente  $z_c(k)$  calculada, se obtiene el ángulo  $\theta_c(k)$  mediante

$$\theta_c(k) = \frac{\text{real}(z_c(k))}{\text{imag}(z_c(k))} \quad (5)$$

Analizando el comportamiento de este ángulo, se consiguen características de frecuencia en las señales, tal es el caso de los armónicos.

Con el fin de comprobar el método aquí presentado, a las señales originales se les aplica la suma de armónicos de acuerdo con las ecuaciones

$$x_a(k) = \sin(kt) + \sin(2kt) + \sin(3kt) \dots \sin(nkt) \quad (6)$$

$$y_a(k) = \cos(kt) + \cos(2kt) + \cos(3kt) \dots \cos(nkt) \quad (7)$$

Las pruebas realizadas constan de la suma de armónicos desde  $n=1$  hasta  $n=5$  para las señales X y Y. Las señales armónicas desarrolladas se muestran en la Figura 3. Así mismo, las figuras de Lissajous trazadas a partir de estas señales se muestran en la Figura 4.

Resultados

Después de obtener las señales con la suma de armónicos y las cuales generan una figura de Lissajous expresada en el espacio de números complejos, se calculan los ángulos de las componentes  $z_c(k)$  de cada una, dando como resultado las gráficas mostradas en la Figura 5. En esta figura se muestra que existe una relación de la suma de armónicos en las señales con respecto a los picos que se presentan. Si se tiene una señal base sin armónico, el resultado es una recta. Si a esa señal se le suma su armónico, tanto al seno como en coseno, se presenta un pico en el ángulo formado en  $z_c(k)$ . Si a las señales a analizar se les suma su segundo armónico correspondiente, la gráfica resultante muestra dos picos y así sucesivamente. De esta manera se consiguen características de la suma de los armónicos correspondientes de dos señales calculando el ángulo de  $z_c(k)$  de la figura de Lissajous representada en el espacio complejo.

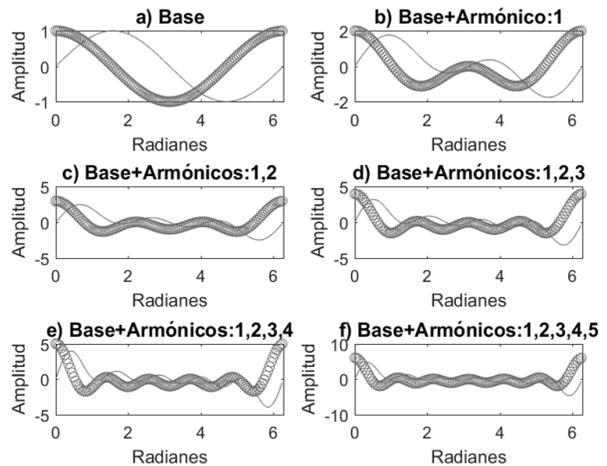
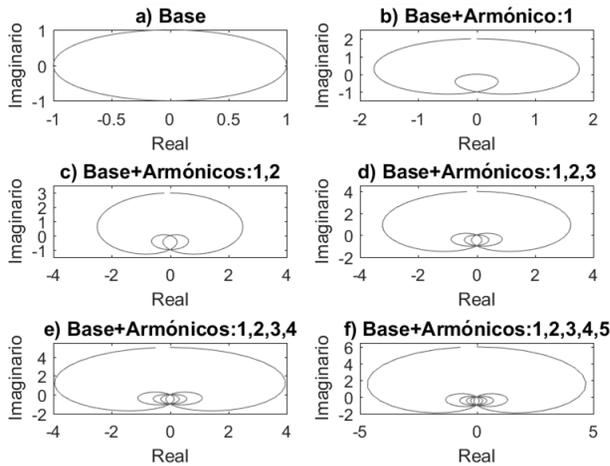
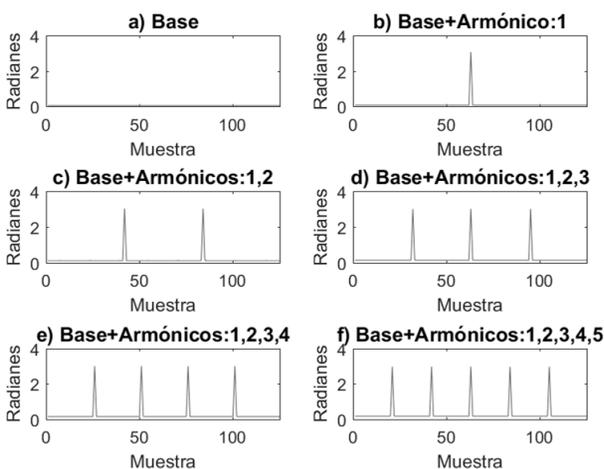


Figura 3 Gráficas de las señales resultantes de la suma de los armónicos de las señales seno (-) y coseno (o)



**Figura 4** Gráficas de las figuras de Lissajous resultantes de la suma de los armónicos de las señales seno y coseno



**Figura 5** Gráficas de los ángulos calculados de las componentes de la suma de armónicos

## Conclusiones

El análisis de las figuras de Lissajous en el espacio complejo es una herramienta muy útil. Mediante el cálculo del ángulo se extraen características de los armónicos de manera numérica representados por picos en las gráficas resultantes. El trabajo se desarrolló aplicando la suma de armónicos a las señales seno y coseno, por lo que es importante realizar pruebas tomando en cuenta las distintas variaciones y combinaciones que se tienen en las señales para extraer las características correspondientes de frecuencia, amplitud, fase y offset.

## Referencias

- [1] Piper, J. E. Reese, S. S. and Reese, W. G. (2012). Detection of harmonic signals. 2012 Oceans. Hampton Roads. 1-4.
- [2] Zeytinoglu, M. and Wong, K. M. (Nov, 1995). Detection of harmonic sets. IEEE Trans on Signal Processing. (43). 2618-2630.

[3] Cao, J. Ling, T. Zhang, M. and Liu, L. (2008). Monitoring Method of Power System Interharmonics. High Voltage Engineering. (8). 1745-1750.

[4] Luo, H. and Luo, S. (Jan, 2011). The Research Summary of Harmonic Study In Electric Power System. China, Industrial Instrumentation and Automation. (5). 64-67.

[5] Wang, Y. Li, Z. and Guo, G. (2011). Research on methods of harmonic detection based on second generation wavelet algorithm. 2011 International Conference on Electric Information and Control Engineering. 6090-6093.

[6] Ma, X. Yin, Z. Zhou, L. and Zhu, Y. (2008). The research summary of harmonic detection in electric power system. China, Sichuan Electric Power Technology. (4). 53-56.

[7] Wei, W. Zengli, L. Lin, C. and Weiwei, S. (2013). Harmonic Detection of Power System Based on SVD and EMD. 2013 Ninth International Conference on Computational Intelligence and Security. 185-189.

[8] Fuhrmann, P. (2012) A polynomial approach to linear algebra. New York: Springer Press.

[9] Ran, T. Bing-zhao, L. and Hua-fei, S. (2013). Research Progress of The Algebraic and Geometric Signal Processing. (9). 40-47.

[10] Churchill, R.V. and Brown, J.W. (1992). Variable compleja y aplicaciones. McGraw Hill. Quinta Ed.

[11] French, A.P. (2003). Vibrations and Waves. CRC press. 198.

[12] Fuster R. and Giménez I. (2006). Variable compleja y ecuaciones diferenciales. Reverté.

## Desarrollo de prototipo de estación de maquinado CNC

### Development of CNC machining station prototype

JARA-RUIZ, Ricardo†\*, RODRÍGUEZ-FRANCO, Martín Eduardo, LÓPEZ-ÁLVAREZ, Yadira Fabiola y LÓPEZ-OLMEDO, Leonardo Joaquín

*Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes, Av. Universidad No. 1001, Estación Rincón, Rincón de Romos, Ags. C.P. 20400*

ID 1<sup>er</sup> Autor: Ricardo, Jara-Ruiz / ORC ID: 0000-0001-7725-4138, Researcher ID Thomson: T-1532-2018, CVU CONACYT ID: 630276

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Martín Eduardo, Rodríguez-Franco / ORC ID: 0000-0002-6804-4777, Researcher ID Thomson: T-1539-2018, CVU CONACYT ID: 660892

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Yadira Fabiola, López-Álvarez / ORC ID: 0000-0002-9041-1908, Researcher ID Thomson: T-1555-2018, CVU CONACYT ID: 375952

ID 3<sup>er</sup> Coautor: Leonardo Joaquín, López-Olmedo / ORC ID: 0000-0002-2351-3699, Open ID: 102635503757035525450, CVU CONACYT ID: 1006679

DOI: 10.35429/JCS.2019.7.3.5.12

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

#### Resumen

En el presente trabajo se desarrolla una estación de maquinado CNC (Control Numérico Computarizado) para su posterior integración en un prototipo de celda de manufactura, considerado como un sistema mecatrónico. Para esto, se asume la tarea de realizar el diseño mecánico y de control de un centro de maquinado vertical CNC, con el único objetivo de mecanizar piezas con características específicas a partir del método de remoción de material. El desarrollo y diseño de la estación de maquinado CNC inició con la fabricación de la estructura mecánica a partir de materiales rígidos y adecuados para su factible construcción; fue necesario la impresión 3D de piezas para la sujeción de los motores a pasos y su respectivo control se logró al emplear la plataforma de software y hardware Arduino y Universal Gcode Sender, en conjunto con el módulo de control de motores a pasos. Posteriormente se realizan los ajustes necesarios y de programación para llevar a cabo las pruebas correspondientes de funcionamiento para el aseguramiento de un adecuado mecanizado de las piezas requeridas, mismo que marque la continuidad del proceso de integración de esta estación a un prototipo de celda de manufactura.

**Estación de maquinado, CNC, Universal Gcode Sender.**

#### Abstract

In this paper a CNC machining station (Computerized Numerical Control) is developed for its later integration into a manufacturing cell prototype, considered as a mechatronic system. For this, it is assumed the task of carrying out the mechanical and control design of a CNC vertical machining center, with the sole objective of machining parts with specific characteristics from material removal method. The development and design of a CNC machining station began with the manufacture of mechanical structure from rigid and suitable materials for its feasible construction; 3D printing of parts was necessary for fastening stepper motors used and its respective control was achieved by using Arduino software and hardware platform and Universal Gcode Sender, in conjunction with a stepper motor control module. Subsequently, necessary adjustments and programming are made to carry out corresponding functional tests and to ensure adequate machining of required parts, which marks continuity of integration process of this station to a manufacturing cell prototype.

**Machining station, CNC, Universal Gcode Sender**

**Citación:** JARA-RUIZ, Ricardo, RODRÍGUEZ-FRANCO, Martín Eduardo, LÓPEZ-ÁLVAREZ, Yadira Fabiola y LÓPEZ-OLMEDO, Leonardo Joaquín. Desarrollo de prototipo de estación de maquinado CNC. Revista de Simulación Computacional. 2019. 3-7: 5-12

\* Correspondencia al Autor: (ricardo.jara@utna.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

La introducción del control numérico computarizado (CNC) ha ampliado exponencialmente las aplicaciones de las máquinas industriales mediante la automatización programable, dichas máquinas logran hacer movimientos imposibles de realizar manualmente. El uso de la tecnología CNC ayuda a mejorar la calidad y producción de piezas en grandes cantidades y de gran dificultad, en este caso se genera el diseño de una máquina vertical CNC con el objetivo de la fabricación de piezas a partir de determinadas características. En el presente trabajo se describen las diferentes etapas del proceso para el desarrollo de un prototipo de estación de maquinado vertical CNC con dimensiones a menor escala que una unidad industrial, contemplando la parte mecánica, electrónica y de control, así como la configuración del hardware y software implementados. Al finalizar se muestran los resultados de funcionamiento obtenidos y las conclusiones a las que se llegó con el desarrollo del mismo.

## Manufactura

La manufactura, en su sentido más amplio, es el proceso de convertir materia prima en productos. Incluye (1) el diseño del producto, (2) la selección de la materia prima y (3) la secuencia de procesos a través de los cuales será manufacturado el producto. La palabra *manufactura* se deriva del latín *manufactus*, que significa hecho a mano. La palabra manufactura apareció por primera vez en 1567, y la palabra manufacturar en 1683. En el sentido moderno, la manufactura involucra la fabricación de productos a partir de materias primas mediante varios procesos, maquinarias y operaciones, a través de un plan bien organizado para cada actividad requerida.

## Manufactura integrada por computadora (CIM)

Pocos desarrollos en la historia de la manufactura han tenido un impacto más significativo que las computadoras, las cuales se utilizan ahora en una amplia gama de aplicaciones, incluyendo el control y la optimización de los procesos de manufactura, manejo de materiales, ensamble, inspección y prueba automatizada de los productos, control de inventarios, y numerosas actividades administrativas.

Empezando con los gráficos por computadora y el diseño y manufactura asistida por computadora, el uso de las computadoras se ha extendido a la manufactura integrada por computadora (CIM).

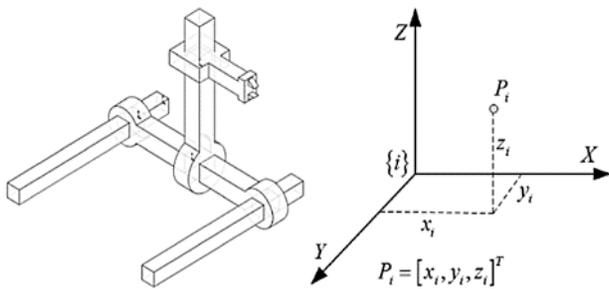
A continuación aparece un esquema de las aplicaciones principales de las computadoras en la manufactura:

- a. **Control numérico por computadora (CNC).** Este es un método para controlar los movimientos de los componentes de las máquinas, mediante la inserción directa de instrucciones codificadas en forma de datos numéricos. El control numérico fue implementado por primera vez a principios de la década de 1950 siendo un adelanto de importancia en la automatización de máquinas.
- b. **Los sistemas de ensamble automatizados y robóticos** están reemplazando el costoso ensamble mediante operadores humanos. Los productos se diseñan o se rediseñan de manera que puedan ser ensamblados más fácilmente a máquina.
- c. **Sistemas de manufactura flexible (FMS).** Esta metodología integra las celdas de manufactura en una unidad grande, toda ella con una interfaz con una computadora central. Los sistemas de manufactura flexible tienen el nivel más elevado de eficiencia, de complejidad y de productividad entre los sistemas de manufactura. Aunque son muy costosas, son capaces de producir partes con eficiencia en pequeños lotes y de modificar secuencias de manufactura de diferentes piezas de manera rápida; esta flexibilidad les permite hacer frente a cambios rápidos en la demanda del mercado para diversos tipos de productos (Schmid, 2002).

## Configuración de robot cartesiano.

Contiene tres grados de libertad y sus articulaciones son prismáticas en los tres ejes. De forma abreviada la configuración cartesiana se puede denominar como PPP, por el tipo de articulación.

Las coordenadas asociadas son las cartesianas tal que cualquier punto en el espacio se describe mediante un vector de posición como  $P_i = [x_i, y_i, z_i]^T$  como se muestra en la Figura 1 (Martín Hernández Ordoñez, 2015).



**Figura 1** Configuración cartesiana

### Corte de material por medio de robots cartesianos

El corte de materiales mediante robot es una aplicación reciente que cuenta con notable interés. La capacidad de reprogramación del robot y su integración en un sistema CIM (Manufactura Integrada por Computadora), hacen que aquel sea el elemento ideal para transportar la herramienta de corte sobre la pieza, realizando con precisión un programa de corte definido previamente desde un sistema de Diseño Asistido por Computadora (CAD) (Antonio Barrientos, 2007).

### Programación de piezas asistida por computadora

La programación de piezas asistida por computadora implica usar lenguajes de programación simbólicos, que determinan las coordenadas de puntos como esquinas, bordes y superficies de la pieza. Un lenguaje de programación es un método para comunicarse con la computadora; implica usar caracteres simbólicos. El programador describe, en este lenguaje, el componente que se va a procesar, y la computadora convierte esa descripción en comandos para la máquina de control numérico. Hoy, las piezas complicadas se maquinan con programas de maquinado basado en gráficas y asistido por computadora. Se crea una trayectoria de herramienta en un ambiente principalmente gráfico, parecido a un programa CAD. El programa o código de la máquina (Código G) se crea en forma automática (Serope Kalpakjian, 2002).

### Ácido poliláctico (PLA)

Los avances recientes en la ciencia y la tecnología de materiales permiten contar con una variedad de métodos de síntesis de polímeros biodegradables. En el año de 1997, Cargill, empresa dedicada a negocios en el ámbito agropecuario, y Dow Chemical se asociaron para desarrollar un poliéster biodegradable, que se sintetizara a partir de dextrosa (glucosa) obtenida del maíz. Básicamente, estas empresas lograron transformar el azúcar en plástico denominado ácido poliláctico (PLA), comercializado bajo el nombre de NatureWorks. El PLA es el primer polímero sintético biodegradable obtenido a partir de recursos naturales renovables, con la enorme ventaja de presentar características similares al PET, ampliamente utilizado en envases de gaseosas y fibras textiles (Nudelman, 2004).

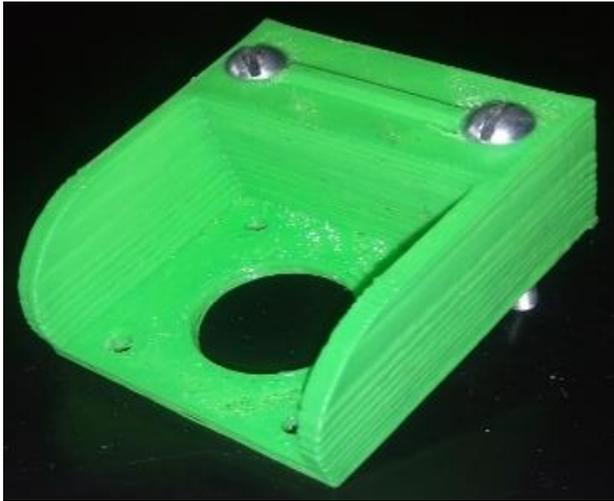
### Desarrollo

#### Etapa mecánica

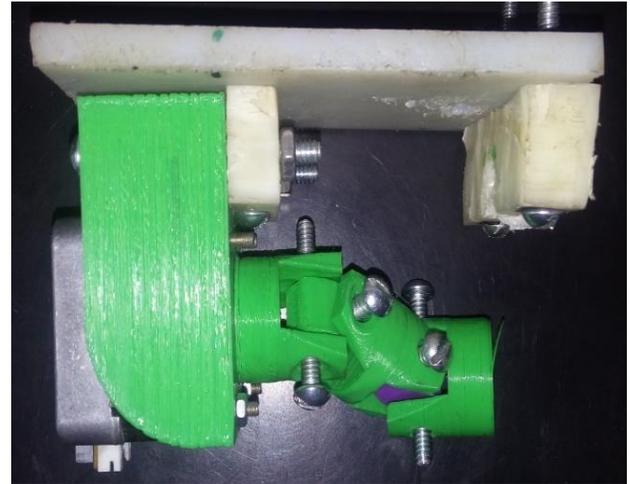
El diseño de la estructura mecánica del prototipo se define a partir de la configuración cartesiana, la cual constituye tres articulaciones prismáticas (PPP) y en efecto se establecen los ejes correspondientes X, Y y Z.

El desplazamiento lineal de cada uno de los ejes se realiza por medio de tornillos sin fin y guías metálicas ubicadas a los costados de la plataforma empleando placas de acero y aluminio como soporte estructural (Figura 1).

Además, se realiza a través de impresión 3D utilizando material tipo PLA los soportes (Figura 2) donde se fijan los motores a pasos y las juntas (Figura 3) para el acople con los tornillos sin fin en cada uno de los ejes. Para el ensamble del soporte con la estructura mecánica son necesarios los componentes que forman parte de la base (Figura 4) que mantienen la linealidad y unión del motor con el elemento del eje.



**Figura 2** Soporte de motor a pasos

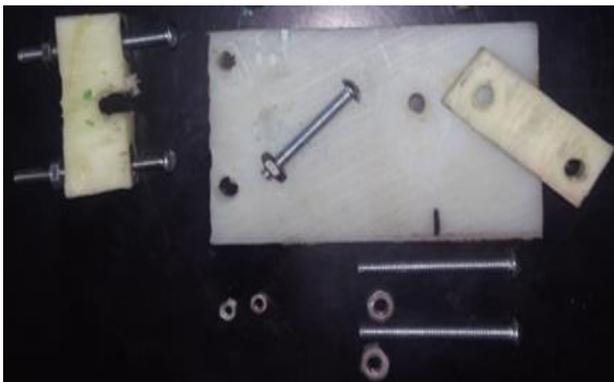


**Figura 5** Ensamble de la base de transmisión

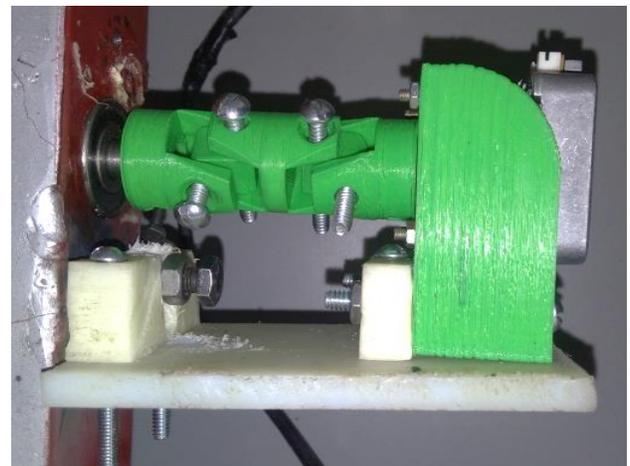


**Figura 3** Junta

Posteriormente se procede a ensamblar la base de transmisión de cada eje (Figura 6, Figura 7 y Figura 8) y los tronillos sin fin acoplados a través de rodamientos a la estructura mecánica, los cuales cuenta con un sensor de final de carrera (limit switch) para delimitar el alcance mecánico.



**Figura 4** Componentes para la base



**Figura 6** Eje X

Teniendo los componentes necesarios se realiza el ensamble del motor a pasos con la base (Figura 5) que permite la transmisión del movimiento al elemento del eje correspondiente.



**Figura 7** Eje Y



Figura 8 Eje Z

Finalmente se anexan a esta etapa la herramienta de trabajo tipo mototool como efector final (Figura 8) y el sistema de prensado de materia prima (Figura 9) que permite mantener en posición la pieza de material a maquinar. Para esto se emplea un motor de corriente directa unido a un tornillo sin fin, y este a su vez a un panel de acrílico que prensa el material hacía el panel fijo, el cual permite el ajuste manual para centrar la pieza a través de la plataforma.

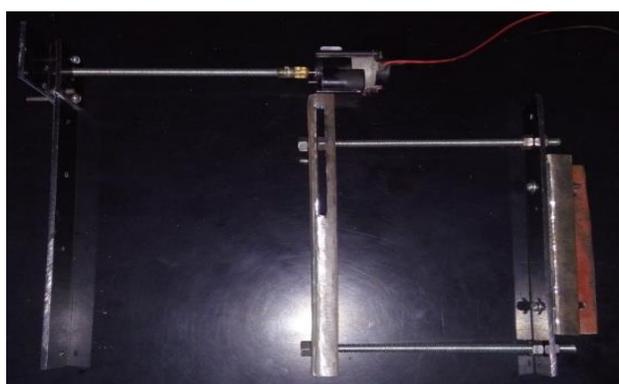


Figura 9 Sistema de prensado de material

**Etapa del sistema electrónico.**

Para esta etapa se emplean motores a pasos NEMA 17 tipo unipolares con fuerza radial de 1.8 kg y 200 pasos por vuelta (360°), es decir, 1.8° por paso; gracias a estas características de los motores se consideran los apropiados para aplicaciones de esta índole. Para la conexión de los motores a pasos se contempla mantener la sincronía de pasos para lograr que los pulsos enviados sean los correctos para su óptimo funcionamiento, a lo cual la identificación de las bobinas por parte de los motores se muestra en la Tabla 1.

Bobina	Eje X	Eje Y	Eje Z
A	Amarillo	Rojo	Amarillo
B	Azul	Amarillo	Azul
C	Rojo	Azul	Rojo
D	Naranja	Verde	Naranja

Tabla 1 Identificación de bobinas de cada motor a pasos acorde al color de cable

Cabe mencionar que no es necesario conectar los cables de tierra (+Vcc), esto por especificaciones técnicas del módulo CNC.

Seguido se calcula la cantidad de pasos necesarios para poder desplazarse un milímetro en cada eje.

$$PM = \frac{pte}{pd * 10} \tag{1}$$

Donde:

- PM : pasos por milímetro.
- pte : pasos totales por eje.
- pd : posible desplazamiento.

Al aplicar la ecuación (1) se obtienen los resultados de los pasos por milímetro correspondientes a cada eje (Tabla 2).

Eje	Cálculo	Pasos por mm
X	$PM = \frac{10810}{23 * 10}$	47
Y	$PM = \frac{13670}{29.2 * 10}$	47
Z	$PM = \frac{8420}{18 * 10}$	47

Tabla 2 Pasos por milímetro de cada eje

Respecto al módulo CNC, es necesario realizar un ajuste a los controladores (drivers) pololu A4988 para limitar la corriente máxima soportada por los motores a pasos mediante el potenciómetro que se muestra en la Figura 10.

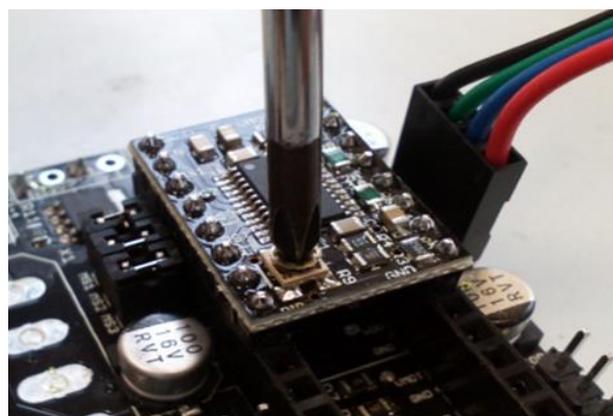


Figura 10 Ajuste de corriente en pololu A4988

La forma de calibrar los pololu a una corriente apta para cada motor se hace por medio de la aplicación de una fórmula la cual es:

$$I_{TripMAX} = V_{REF} / (8 * R_s) \quad (2)$$

Donde:

$I_{TripMAX}$  es la corriente máxima suministrada en amperes (A).

$R_s$  es la resistencia de detección en ohms ( $\Omega$ ).

$V_{REF}$  es el voltaje de referencia (V).

Considerando una corriente máxima de 1.4 A y una resistencia de detección de 0.1  $\Omega$  al aplicar la ecuación (2) para determinar  $V_{REF}$  se tiene:

$$V_{REF} = 1.4 A * (8 * 0.1 \Omega)$$

$$V_{REF} = 1.12 V$$

Por especificaciones técnicas para la configuración de paso completo en los motores se considera alcanzar el 70% de la corriente a suministrar por el controlador.

$$V_{REF} = 1.12 * .7$$

$$V_{REF} = 0.78 V$$

Se verifica con el instrumento de medición (multímetro) que el voltaje de referencia de cada controlador sea el indicado de acuerdo al valor determinado por los cálculos.

Posterior al ajuste de los controladores instala el módulo CNC y la placa Arduino Uno en el gabinete de control (Figura 11).

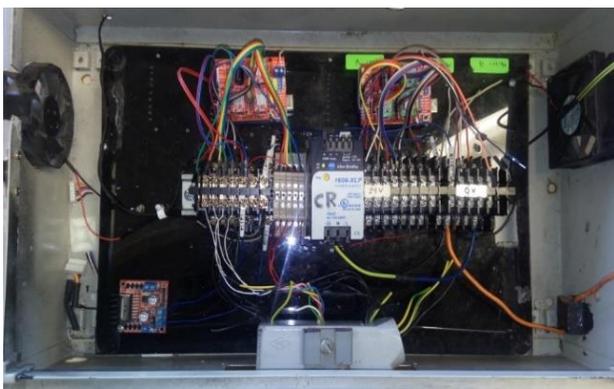


Figura 11 Gabinete de control

## Etapa de Control

La etapa de control se desarrolla a partir del software Universal Gcode Sender el cual se conecta por el puerto serial hacia el hardware donde previamente se cargó el firmware GRBL el cual realiza la interpretación del código G a comandos para enviar las secuencias a los motores a pasos a través del módulo CNC.

Para verificar si la secuencia y relación de pasos por milímetros es la correcta se procede a realizar pruebas, es decir, se envían 100 milímetros de manera manual empleando el software Universal Gcode Sender a los ejes tanto positivamente como negativamente para después se verifica con un patrón de medición si el desplazamiento es el establecido.

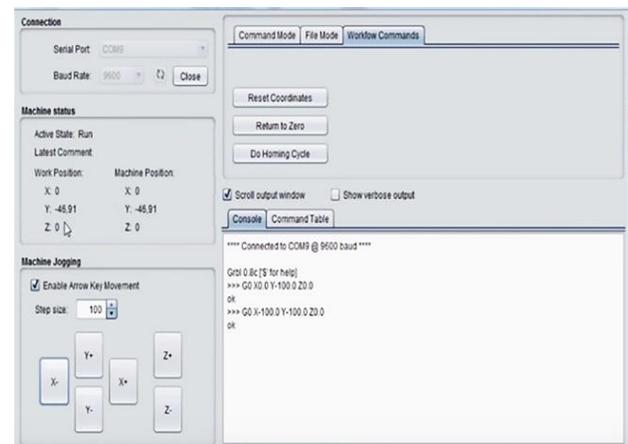


Figura 12 Pruebas de desplazamiento manuales con Universal Gcode Sender

En la Figura 12 se puede observar en el apartado Step size el envío de datos correspondiente a los 100 mm de desplazamiento indicados, en el apartado de Console se visualiza el registro de los mismos y en el apartado de machine status se muestra el avance en los ejes pertinentes.

Ya confirmado el funcionamiento del centro de maquinado vertical CNC, se procede a cargar el archivo que contiene el código G generado correspondiente al diseño de la pieza a maquinar (Figura 13) empleando el software Universal Gcode Sender (Figura 14).

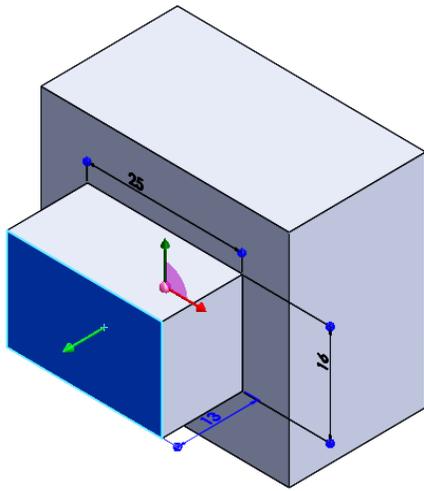


Figura 13 Pieza diseñada en Solidworks



Figura 16 Proceso de maquinado por remoción de material

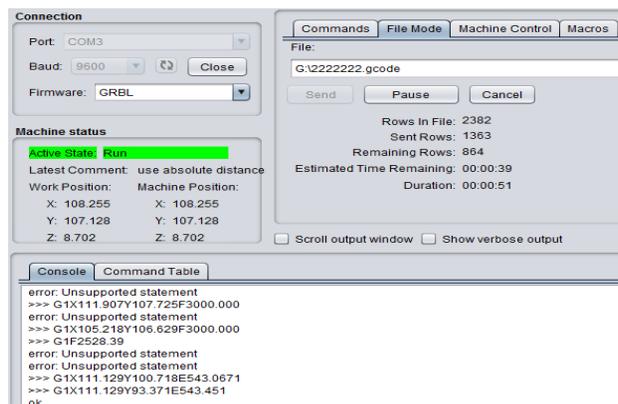


Figura 14 Envío del código G a través del software Universal Gcode Sender

Enseguida se observa a través de la herramienta G-Code Visualizer el estado de avance correspondiente al código G (Figura 15) y el proceso de maquinado por remoción de material (Figura 16) de la pieza.

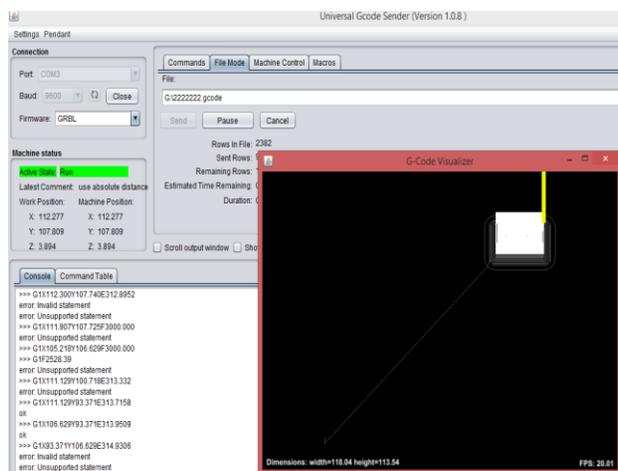


Figura 15 Herramienta G-Code Visualizer

### Resultados

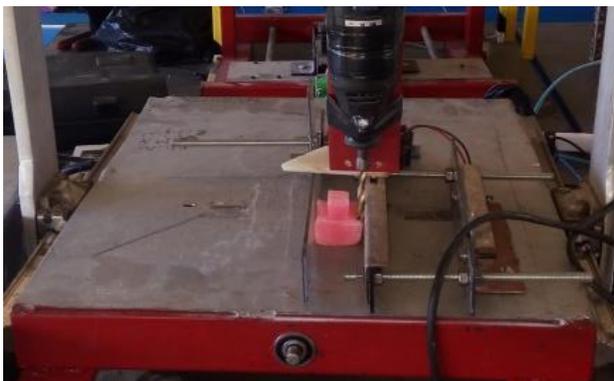
Los resultados obtenidos durante el proceso de desarrollo de las etapas contempladas para el presente trabajo fueron favorables, ya que se logró un diseño estructural adecuado al conseguir un desplazamiento continuo al transmitir el movimiento hacia los ejes coordenados, así como una correcta comunicación hardware/software para el control del prototipo.

Concluidas las etapas de fabricación y pruebas de funcionamiento, se obtiene como primer resultado el ensamble completo de la estación de maquinado vertical (Figura 17 y Figura 18), la cual cuenta con dimensiones estructurales de 630 mm de ancho, 640 mm largo y 900 mm de alto; y con una capacidad de área de trabajo de:

- Carrera máxima en eje X: 230 mm.
- Carrera máxima en eje Y: 245 mm.
- Carrera máxima en eje Z: 180 mm.



**Figura 17** Estación de maquinado vertical



**Figura 18** Plataforma de la estación de maquinado vertical

Finalmente por medio del método de remoción de material se logra el maquinado de piezas, siendo que la Figura 19 muestra el resultado obtenido a partir del diseño en Solidworks (Figura 13) empleando el prototipo de estación de maquinado vertical CNC.



**Figura 19** Pieza maquinada por remoción de material

Alcanzados estos resultados se contempla como trabajo a futuro dar la continuidad al proceso que permita la integración de esta estación de trabajo a un prototipo de celda de manufactura.

### Conclusiones

El desarrollo del presente trabajo permitió llevar a cabo una sinergia entre disciplinas de diferentes campos de conocimiento resultando de gran relevancia e importancia en el fortalecimiento de las áreas de aplicación y desarrollo de sistemas mecatrónicos.

Cumplir con las etapas correspondientes al prototipo y las metas planteadas por el equipo de trabajo llevó a conocer y seleccionar las tecnologías más adecuadas e indicadas acorde a las necesidades de la aplicación; el conseguir integrar los diferentes elementos mecánicos, electrónicos y de control para la fabricación de la estructura mecánica y su correcto funcionamiento respectivamente al convertir instrucciones o comandos a desplazamientos en los ejes transformándose por medio de la herramienta de trabajo en remoción de material para obtener como resultado la pieza requerida. A lo cual el esfuerzo implicado se traduce en resultados óptimos en implementación y funcionamiento del prototipo de estación de maquinado vertical. Además, el involucramiento de estudiantes de nivel superior aporta en gran medida al enriquecimiento y adquisición de competencias necesarios para su desarrollo profesional.

### Referencias

- Antonio Barrientos, L. F. (2007). *Fundamentos de robótica*. McGraw-Hill.
- Martín Hernández Ordoñez, M. B. (2015). *Robótica: Análisis, modelado, control e implementación*. México: OmniaScience.
- Nudelman, N. (2004). *Química sustentable*. Argentina: EdicionesUNL.
- Schmid, S. K. (2002). *Manufactura, ingeniería y tecnología*. México: Pearson Educación.
- Serope Kalpakjian, S. R. (2002). *Manufactura, ingeniería y tecnología*. México: Pearson Educación.

## Hololens el nuevo perfil de realidad aumentada para la competencia educativa

### Hololens the new augmented reality profile for educational competition

RODRÍGUEZ-CAMPOS, Juan Carlos<sup>†\*</sup>, RICO-CHAGOLLÁN, Mariana y GARCÍA-HERRERA, Eduardo

*Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Carretera Irapuato – Silao Km 12.5 Irapuato, Gto.*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Juan Carlos, Rodríguez-Campos* / ORC ID: 0000-0002-8079-9654, Researcher ID Thomson: S-7721-2018, CVU CONACYT ID: 263767

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Mariana, Rico-Chagollán* / ORC ID: 0000-0001-6942-5902, Researcher ID Thomson: S-7659-2018, CVU CONACYT ID: 691659

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Eduardo, García-Herrera* / ORC ID: 0000-0003-2658-6997, Researcher ID Thomson: T-1534-2018, CVU CONACYT ID: 263766

DOI: 10.35429/JCS.2019.7.3.13.19

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

#### Resumen

Actualmente en la educación se presentan desafíos que colocan al docente en la necesidad de adquirir nuevos conocimientos para el desarrollo de nuevas habilidades y destrezas didácticas que permitan fomentar actitudes en los alumnos con valoración positiva del pensamiento divergente, creativo y crítico, así como el trabajo multidisciplinario, ordenado y responsable, en la adaptación al cambio. Los Hololens de realidad aumentada es la visión directa o indirecta de un entorno físico del mundo real. Se trata de una tecnología que ayuda a enriquecer la visión de nuestro entorno real completándolo con información del mundo digital, este permite crear imágenes y animaciones ofreciendo una interactividad total con el usuario en tiempo real dentro de un entorno tridimensional. La investigación se enfoca en el uso de una nueva tecnología que permitirá mostrar imágenes tridimensionales e interactuar con grandes volúmenes de datos, los cuales se pueden implementar en el diferente sector incluido la educación, pues debido al avance de esta tecnología y gracias a que los dispositivos móviles se dispone de mayor capacidad de procesamiento y se incluyen cámaras digitales, sensores de última generación y sistemas de localización global, haciendo posible desarrollar sistemas más precisos con realidad aumentada, ya que esta tecnología permite algo que hasta hace poco era impensable, mezclar información digital con escenarios tridimensionales reales, teniendo un impacto en los nuevos perfiles académicos de estudiantes de nivel superior.

**Tecnología, Imágenes Tridimensionales, Holo Lens, Realidad Aumentada**

#### Resumen

Currently, in education there are challenges that place the teacher in the need to acquire new knowledge for the development of new skills and didactic skills that can foster attitudes in students with a positive assessment of divergent, creative and critical thinking, as well as work Multidisciplinary, orderly and responsible, in adapting to change. The augmented reality Hololens is the direct or indirect vision of a real-world physical environment. If it is a technology that helps enrich the vision of our real environment complete with information from the digital world, it allows to create images and animations with total interactivity with the user in real time within a three-dimensional environment. The research focuses on the use of a new technology that allows to display three-dimensional images and interact with large volumes of data, which can be implemented in the different sector including education, due to the advancement of this technology and thanks to mobile devices It has greater processing capacity and includes digital cameras, state-of-the-art sensors and global location systems, possible development of more precise systems with augmented reality, since this technology allows something that until recently was unthinkable, mixing digital information with situations real three-dimensional, having an impact on the new academic profiles of higher level students.

**Technology, Three-dimensional Images, Holo Lens, Augmented Reality**

**Citación:** RODRÍGUEZ-CAMPOS, Juan Carlos, RICO-CHAGOLLÁN, Mariana y GARCÍA-HERRERA, Eduardo. Hololens el nuevo perfil de realidad aumentada para la competencia educativa. Revista de Simulación Computacional. 2019. 3-7: 13-19

<sup>†</sup> Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Los avances tecnológicos han facilitado el acercamiento a los contenidos educativos, utilizando herramientas creativas y atractivas para los alumnos. De tal manera una de las herramientas tecnológicas son los Holo Lens, que es una percepción de la realidad aumentada y combinándola con las bases de datos crean un entorno con elementos almacenados, para obtener resultados de forma tridimensional. El presente artículo está basado en la Realidad Aumentada, por los alumnos del ITESI, que permite el desarrollando un nuevo conocimiento, tomando como eje central alternativas digitales que por medio de un software brinda la posibilidad de poder observar y crear objetos en tercera dimensión, los cuales pueden ser enfocados o utilizados en diferentes ámbitos laborales tales como la docencia, turismo, procesos industriales, automotrices o mostrar gráficas tridimensionales en tiempo real de la manipulación de la información.

El cambio se ha convertido en un reto universal donde se exige formación y conocimiento especializado en ámbito docente, quienes deben estar preparados para enfrentar las necesidades y demandas de conocimiento para nuevas generaciones de educandos.

Por tal motivo, la educación actual debe adquirir nuevos conocimientos, para el desarrollo de nuevas habilidades y perfiles educativos para la tecnología del futuro. La realidad aumentada es una tecnología, donde la tendencia es representar los resultados de los cálculos en imágenes tridimensionales. Esta nueva tecnología permite crear un nuevo perfil en los alumnos de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato (ITESI), con el objetivo que el alumno obtenga estructuras mentales previas, que se modifican a través del proceso de adaptación y construye su propia representación de la realidad.

## Realidad Aumentada

Es un paradigma de interacción logrando que el usuario interaccione con el entorno real en el que se halle a través de la emergencia de elementos virtuales. La presentación de un entorno real en el que se combinan elementos reales y virtuales.

La realidad aumentada no sustituye el mundo que nos rodea por uno virtual, sino que agrega objetos virtuales en tres dimensiones a la realidad, incorporando al usuario una nueva información aumentada de la realidad a través de una cámara y una pantalla. No sustituye a la realidad física sino que sobreimprime en ella una serie de datos informáticos. (Ron, Álvarez, & Núñez, 2013)

Los sistemas de Realidad Aumentada se transforman así en el origen de una serie de tecnologías que pueden convertirse en algo de conocimiento en la sociedad. se trata de dispositivos que, como la realidad virtual, tiene uso inmediato en ingeniería, medicina o biología, pero son susceptibles de aplicarse a cualquier proceso de análisis de la realidad. El termino realidad mixta fue propuesta por Milgram y Kishino en 1994, esta propuesta abarca desde el entorno real a un entorno virtual. (Catala, 2013)

## Ventajas de realidad aumentada

Como ventajas en el uso de realidad aumentada estructuramos que las campañas publicitarias que utilizan la realidad aumentada generan una gran vialidad, y visibilidad de la empresa y del producto. La realidad aumentada es una tecnología utilizada de forma minoritaria lo que provoca un factor sorpresa en los clientes y además favorece la exclusividad de las marcas de lujo también se rompería la barrera tiempo espacio, la educación sería a través de simuladores, fomentando una educación abierta al conocimiento y al software es libre.se beneficiarían varios ámbitos, como la arquitectura, el entretenimiento, el arte, la medicina, las comunidades virtuales y el gobierno.

Nos proporcionaría motivación para proveer de experiencias real con el uso de nuevas tecnologías, permitiendo que el usuario proceda con una experiencia según su propio camino con la facilidad de interacción con el mundo virtual en el que nos encontramos. (López Boch María Acaso, 2012)

### Desventajas de realidad aumentada

Las desventajas de peligro físico muestra que los teléfonos móviles son actualmente una distracción mientras se conduce un coche, piense en un parabrisas que aumenta direcciones, junto con muchos datos sobre el entorno o imaginar cruzar una calle muy transitada y al mismo tiempo utilizando una interfaz de realidad aumentada para buscar un restaurante y siendo bombardeados con anuncios al mismo tiempo, todo esto, pone en peligro la integridad física de la persona pues lo hace más propenso a tener un accidente. Un spam también se considera como desventaja, porque donde hay una oportunidad de mercado, habrá técnicas de spam, publicidad engañosa y trucos engañar a los consumidores a pagar por cosas que realmente no necesita, o recolectando su información para efectuar grandes estafas después. (Warren Bennett, 2012)

### Estereograma

El estereograma es una ilusión óptica basada en la capacidad que tienen los ojos de captar imágenes desde distintas perspectivas. Estas perspectivas diferentes son captadas de tal forma por el cerebro, que pareciera ser una imagen tridimensional. Los estereogramas se han hecho por años, sobreponiendo dos fotografías tomadas desde ángulos ligeramente distintos, sin embargo en la actualidad han vuelto a la fama gracias a los RDS (Random Dot Stereogram), creados con programas computacionales. Para ver un estereograma, lo principal es entender el resultado esperado. La idea es desenfocar la vista de la imagen, de tal manera que ambas perspectivas sean captadas. Algunos recomiendan mirar al infinito, es decir, fijar la vista en un objeto distante y sin desenfocar, tratar de mirar la imagen. Otros prefieren fijar la vista en un dedo mientras se acerca lentamente a la imagen, o tratar de observar el reflejo de la imagen en un vidrio. Depende de cada persona y de su condición visual. (Héctor, 2013)

### Marketing y venta

Las empresas ven la realidad aumentada como una forma de diferenciarse con respecto a la competencia, ofreciendo al cliente la posibilidad de acceder a experiencias visuales llamativas a través de escenarios virtuales sobre la superficie de ventas, ya sea en probadores y escaparates. Esta tecnología está posicionada para entrar en el sector de consumo de forma generalizada y en los próximos años veremos este tipo de tecnología nos sorprenderá en los escaparates y en los lineales de manera espectacular.

Mediante la realidad aumentada se crea un entorno en que la información y objetos virtuales se fusionan con los objetos reales, ofreciendo una experiencia tal para el usuario que puede llegar a pensar que forma parte de su realidad cotidiana, olvidando incluso la tecnología que le da soporte. Podemos encontrar ejemplos en comercios que han instalado probadores virtuales en sus escaparates aplicaciones que permiten a los transeúntes o internautas probarse prendas de ropa, sin entrar al comercio. (B., 2012)

### Medicina

Lo más probable es que en el futuro las interfaces se produzcan mediante la combinación de realidad virtual y holografía. El aspecto más relevante de la realidad aumentada, que supone una transformación radical de nuestra relación con las imágenes, la realidad y el conocimiento, se refiere a los dispositivos capaces de superponer una imagen sobre la misma realidad. Los sistemas de realidad aumentada se tienen un uso inmediato en ingeniería, medicina, biología, pero son susceptibles de aplicarse a cualquier proceso análisis de la realidad. (Catala, 2013)

### Educación

Las tecnologías de la información y comunicación (TICs) han venido a revolucionar en muchos aspectos la vida del ser humano y el ámbito educativo no ha sido una excepción. El aprendizaje móvil (mobile learning o m-learning) es definido como la impartición de educación y formación por medio de dispositivos móviles.

Se considera una evolución natural del e-learning o aprendizaje electrónico, diferenciándose de ese en que el uso de la tecnología móvil confiere flexibilidad al aprendizaje, dado que los estudiantes pueden aprender en cualquier momento y en cualquier lugar. (X. Basogain, 2007)

La Realidad Aumentada (RA) adquiere presencia en el mundo científico a principios de los años 1990 cuando la tecnología basada en los ordenadores de procesamiento rápido las técnicas de renderizado de gráficos en tiempo real y los sistemas de seguimiento de precisión portables, permiten implementar la combinación de imágenes generadas por el ordenador sobre la visión del mundo real que tiene el usuario.

En el ámbito educativo podemos decir que puede emplearse para contenidos de matemáticas y geometría, biología, física, entre algunas de las materias que se podrían mencionar. Es importante resaltar el hecho de que los estudiantes necesitan imaginar objetos desde diferentes orientaciones, manipular modelos tridimensionales, trasladar mentalmente dibujos de dos a tres dimensiones, en papel o en programas de diseño asistido por ordenador.

Si se les brinda la posibilidad de hacerlo con la Realidad Aumentada también se está desarrollando en ellos habilidades de estructuración del espacio, de resolución de problemas que son necesarias para desarrollar un pensamiento científico y que además posibilitaran el que los contenidos abordados sean más atractivos para ellos. La finalidad de utilizar la Realidad Aumentada en brindar al alumnado entornos de aprendizaje que estimulen la comprensión del espacio que le rodea y más aún si ese es con una visión tridimensional. (Cantero, 2013).

## Desarrollo

El presente trabajo de investigación se enfoca en realizar de aplicaciones de “Hololens” por medio de un software para implementarla en los diferentes campos de aplicación tales como: enseñanza, marketing, venta, viajes, guías turísticas, proceso industrial, automotriz, medicina o red social, etc. De la misma forma, desarrollar un nuevo perfil de conocimiento para el ámbito laboral, por medio de esta nueva tecnología el cual permite realizar imágenes tridimensionales, aumentando el realismo y la comprensión de diferentes resultados matemáticos, modelos o simulaciones dependiendo de su aplicación.

Durante este proceso de investigación se hizo un trabajo colaborativo e integrar los conocimientos de la carrera en Ingeniería en Sistemas Computacionales que realizó la parte de la materia de simulación, matemáticas, sin olvidar los pilares de la programación, todo esto llevado en los laboratorios, aulas y departamentos del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato.

El objetivo es realizar, diseñar e implementar imágenes tridimensionales que permita la manipulación de datos por medio de la realidad aumentada y los Hololens.

En base a lo anterior es necesario integrar al alumno para enriquecer su práctica y al docente para enriquecer las formas de enseñanza- aprendizaje y que juntos se dispongan a solucionar problemas que aquejan a la comunidad mediante el uso de investigación y las nuevas tecnologías de la información y comunicación, utilizándolas como herramientas fundamentales. Para esto se realiza la siguiente estrategia didáctica, bajo dos niveles de complejidad.

El primer actividad, consiste en la utilización de software para crear la animación u objeto que debemos representar, donde la imaginación y creatividad del alumno no tiene límite alguno. La siguiente actividad es la programación de marcas, diseñadas para la visualización de la imagen tridimensional, para la representación de resultados, que implica el razonamiento, argumentación para poder implementarlo, todo esto a cargo de los alumnos de la carrera Ingeniería en Sistemas Computacionales.

A continuación en la Tabla 1 se muestran las actividades generadas en cada una de las etapas, y Tabla 2 se muestra los diseños realizados por los alumnos utilizando su creatividad.

Software	Descripción
3DStudio Max	Diseño de figuras y animación
Adobe Flash Builder 4	Compilación y editar el código.
Unity	Unity es un motor de videojuego multiplataforma creado por Unity Technologies
OpenCollada	Plugin para 3D Studio Max, Maya o Blender que nos permite exportar nuestras creaciones.
Adobe Flash Player	Creación de animaciones.
Aumentaty Author Pack Setup	Procesamiento de escala de grises
FLARToolKit	Comprobación de patterns
osgART	Calcula de dimensión y rotación

**Tabla 1** Programas y descripción de actividades



Tabla 2 Diseños realizados

## Resultados

Los resultados se han visto beneficiados porque facilitan la interacción de resultados y diseños tridimensionales. Así mismo el ITESI realiza un seguimiento a egresados con el fin de obtener información del nivel de desempeño de los alumnos en las empresas. Durante el ciclo escolar agosto-diciembre 2017 y enero-junio 2018, después de su egreso (2017), a fin de dar oportunidad a que se involucren en el mercado de trabajo y así, poder obtener información de su desempeño profesional en dichas actividades. Para llevar a cabo el censo, se recurre al muestreo a fin de obtener información confiable, aplicando el muestro aleatorio simple con reemplazo como se muestra a continuación, el cual implica que una vez seleccionada una persona o elemento se regresa al marco, donde tiene la misma probabilidad de ser elegida de nuevo, así la población no altera su tamaño (N). Entrevistando solo a una parte de los egresados, lo que representa la muestra.

$$n = \frac{\sigma N p q}{e^2 (N+1) + \sigma p q}$$

Donde:

(Tamaño de la población)	N= 285
(Probabilidad esperada)	P=0.50
(Población de fracaso)	q= 0.50
(Error admisible)	e= 0.05
(Nivel de confianza)	Z=1.96

$$n = \frac{(1.96)(285)(0.50)(0.50)}{(0.05)^2(285+1)+(1.96)(0.50)(0.50)}$$

$$n = \frac{(139.65)}{(0.71+0.49)}$$

$$n=116$$

Carrera	Egresados 2016-2017 (población)	Egresados captados (muestra)	% egresados captados
Informática	39	16	41.02%
Industrial	59	24	40.67%
Sistemas	51	21	41.17%
Electrónica	23	9	39.13%
Bioquímica	32	11	34.37%
Electromecánica	45	18	40%
Materiales	16	7	43.75%
Mecatrónica	20	10	50%

Tabla 3 Muestreo de alumnos egresados

Carrera	Completamente relacionado (100% de la relación)	Parcialmente relacionado (75% de la relación)	No tiene relación (50% de la relación)
Informática	11	2	2
Materiales	4	1	1
Bioquímica	9	1	0
Mecatrónica	7	1	1
Industrial	17	5	0
Electromecánica	16	2	0
Electrónica	7	1	1
Sistemas	16	4	0

Tabla 4 Muestra la relación con respecto al trabajo encontrado

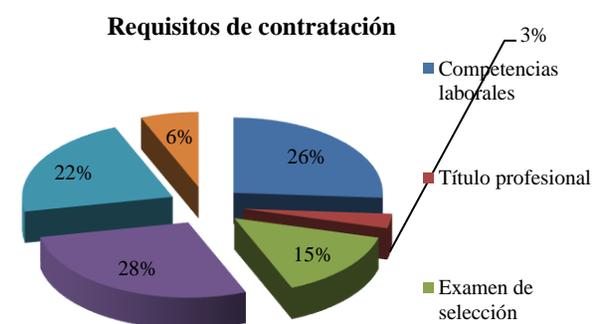


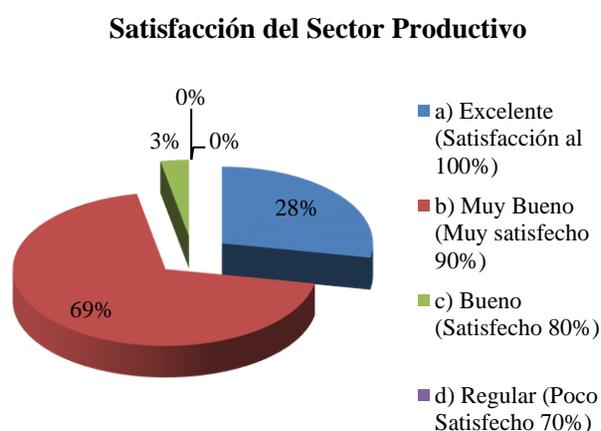
Gráfico 1 Requisitos de contratación

## Evaluación del desempeño profesional por parte del sector productivo

De acuerdo a la opinión del Sector Productivo, su satisfacción respecto al desempeño de los egresados se considera de la siguiente manera: el 28% de las empresas establecieron que tiene la satisfacción total con el desempeño de las actividades de los egresados, y un 68% están muy satisfechos con el desempeño de nuestros egresados, esto nos indica que contamos con un 96.55% de satisfacción del sector productivo.

Desempeño Profesional (Sector Productivo)	
a) Excelente (Satisfacción al 100%)	28
b) Muy Bueno (Muy satisfecho 90%)	69
c) Bueno (Satisfecho 80%)	3
d) Regular (Poco Satisfecho 70%)	0
e) Pésimo (Insatisfecho 60%)	0
No. Egresados	100

**Tabla 5** Nivel de satisfacción del sector productivo



**Gráfico 2** Nivel de satisfacción del sector productivo

## Conclusiones

Los Holo Lens nos brinda la oportunidad de ser utilizada en varios ámbitos culturales, marketing, educación, empresa, industria, etc., a lo que ha llegado ser valorada como una atracción en la visualización de información. Esta innovación es utilizada en elementos multimedia que están al alcance, como el diseño gráfico, 3D, video, Audio, imágenes, animaciones, etc., promoviendo sitios de interés en línea. Se puede establecer y vincular a los Holo Lens con las bases de datos, específicamente con los cubos OLAP como una estrategia para obtener resultados con gráficas tridimensionales que se podrían manipular permitiendo de esta manera motivar al alumno para realizar proyectos innovadores que favorezcan su aprendizaje significativo.

Para esto se debe invertir tiempo y esfuerzo ya que el cambio de paradigma exige más tiempo de los que está planeado, sin embargo involucra al mismo tiempo, que el docente esté preparado para enfrentar las nuevas demandas en las técnicas de información, como estudiantil. El docente es parte fundamental para la realización de una metodología exitosa, debido a la incentiva e innovación de procesos para que los alumnos aprendan y puedan desarrollar proyectos por sí mismos, y así crear su propio conocimiento, para desenvolverse en el ámbito laboral y personal. Sin olvidar que el alumno es motivado cuando se tiene un docente con la visión de enseñar, con los pilares de la educación “aprender a aprender, aprender a hacer y aprender a vivir”, por lo tanto la práctica docente es uno de los aspectos que se deben tener como prioritarios para el desarrollo de una sociedad.

Por lo tanto es importante el difundir el desarrollo de la realidad aumentada, así como ponerse al día en las nuevas tecnologías, ya que la realidad aumentada cambiará la forma de ver el mundo, dando paso a nuevos perfiles, conocimientos y creatividad, plasmando resultados en tiempo real de forma tridimensional, dando como resultado nuevas tomas de decisión.

## Reconocimientos

Agradezco al ITESI, por brindarme la oportunidad de realizar mis investigaciones. Al Gobierno del Estado de Guanajuato por permitirme los recursos necesarios y realizar la divulgación, comunicación pública este artículo. A mis compañeros de trabajo, sin olvidar a mi jefe de carrera por el apoyo brindado, así como mi amigo, compañero y mentor Dr. Alfredo Lezama Rosas.

## Referencias

B., P. R. (2012). *Marketing en el punto de venta*, . México: ESIC.

Cantero, J. d. (2013). *Entorno de aprendizaje ubicuo con realidad aumentada y tabletas para estimular la comprensión del espacio tridimensional*. Obtenido de <http://www.um.es/ead/red/37/DELATORREetAL.pdf>

Catala, J. M. (2013). *La imagen compleja*. España: Universidad autónoma de Barcelona.

RODRÍGUEZ-CAMPOS, Juan Carlos, RICO-CHAGOLLÁN, Mariana y GARCÍA-HERRERA, Eduardo. Hololens el nuevo perfil de realidad aumentada para la competencia educativa. Revista de Simulación Computacional. 2019

Héctor, G. M. (2013). *Avances en Informática y Sistemas Computacionales*. ISBN: 968-5748-98-5: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Tomo I.

López Boch María Acaso, J. P. (2012). Las actuales enseñanzas de artes plásticas y diseño. *Realidad Aumentada*, 25-28.

Ron, R., Álvarez, A., & Núñez, P. (2013). *Los efectos del marketing digital en niños y jóvenes*. Madrid: Midac Digital.

Warren Bennett, t. X. (2012). Geo localización y redes sociales. *Revista desventajas de la realidad virtual*, 257.

X. Basogain, M. O. (2007). Una tecnología emergente. . *Realidad Aumentada en la Educación*.

## Simulación de Mecanismos

### Mechanism Simulation

JIMÉNEZ-RABIELA, Homero†\*, VÁZQUEZ-GONZÁLEZ, Benjamín, RAMÍREZ-CRUZ, José Luis y GARCÍA-SEGURA, Pedro

*Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Departamento de Energía*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Homero, Jiménez-Rabiela* / **Researcher ID Thomson:** S-2299-2018, **CVU CONACYT ID:** 123386

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Benjamín, Vázquez-González* / **ORC ID:** 0000-0002-9030-5662, **Researcher ID Thomson:** S-2417-2018, **CVU CONACYT ID:** 25749

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *José Luis, Ramírez-Cruz* / **ORC ID:** 0000-0003-0762-2630, **Researcher ID Thomson:** G-3405-2019, **CVU CONACYT ID:** 921268

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Pedro, García-Segura* / **ORC ID:** 0000-0003-4947-084X, **Researcher ID Thomson:** S-2360-2018, **CVU CONACYT ID:** 371233

**DOI:** 10.35429/JCS.2019.7.3.20.27

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

#### Resumen

**Objetivos:** En este trabajo se muestra diferentes mecanismos simulados virtualmente, su objetivo es facilitar el análisis cualitativo y cuantitativo de su cinemática; permitiendo determinar grados de libertad, relación de tiempos, ventaja mecánica, movilidad, posiciones, velocidades y aceleraciones. Tal objetivo se logra simulándolos para diferentes posiciones usando discretización y temporización variable. **Metodología:** Consta de archivos de mecanismos con los archivos correspondientes de eslabones y hojas electrónicas de cálculo. El alumno debe modificar las restricciones dimensionales, geométricas y cinemáticas; eliminarlas e instalar nuevas; para observar el comportamiento del mecanismo como un sistema o de los eslabones como partes integrantes. **Contribución:** Simplifica el proceso cognitivo de la cinemática de los mecanismos. Facilita la comprensión del enfoque de Euler y de Lagrange. Permite comprender y evaluar las posiciones, velocidades y aceleraciones; absolutas, relativas y aparentes. Los archivos de mecanismos y eslabones son virtuales, tridimensionales y permiten su animación. Las hojas electrónicas de cálculo controlan las restricciones tanto de los mecanismos como de sus eslabones.

**Simulación, Mecanismos, Análisis**

#### Abstract

**Objectives:** In this work we show different simulated mechanisms virtually, their objective is to facilitate the qualitative and quantitative analysis of their kinematics; allowing to determine degrees of freedom, relation of times, mechanical advantage, mobility, positions, speeds and accelerations. Such an objective is achieved by simulating them for different positions using discretization and variable timing. **Methodology:** It consists of files of mechanisms with the corresponding files of links and electronic spreadsheets. The student must modify the dimensional, geometric and kinematic restrictions; remove them and install new ones; to observe the behavior of the mechanism as a system or of the links as integral parts. **Contribution:** Simplify the cognitive process of the kinematics of the mechanisms. It facilitates the understanding of the Euler and the Lagrange approaches. It allows to understand and evaluate the positions, speeds and accelerations; absolute, relative and apparent. The files of mechanisms and links are virtual, three-dimensional and allow their animation. Electronic spreadsheets control the restrictions of both the mechanisms and their links.

**Simulation, Mechanisms, Analysis**

**Citación:** JIMÉNEZ-RABIELA, Homero, VÁZQUEZ-GONZÁLEZ, Benjamín, RAMÍREZ-CRUZ, José Luis y GARCÍA-SEGURA, Pedro. Simulación de Mecanismos. Revista de Simulación Computacional. 2019. 3-7: 20-27

\* Correspondencia al Autor: (hjr@azc.uam.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Analizar los diferentes mecanismos desde el punto de vista de la cinemática de los mismos es un proceso complejo. Requiere la aplicación de enfoques de Euler y de Lagrange. Adicionalmente requiere evaluar posiciones, velocidades y aceleraciones absolutas, relativas y aparentes. Los conceptos anteriores resultan de difícil comprensión por parte de los alumnos.

En este trabajo se generaron archivos gráficos de ensamble con sus correspondientes archivos gráficos de eslabones; adicionalmente, archivos de hojas electrónicas de cálculo para controlar tanto los archivos de ensamble como los de eslabones. Es importante en tanto que facilita al alumno el análisis cualitativo y cuantitativo de la cinemática de mecanismos.

Tales análisis se facilitan con la simulación de los mecanismos para diferentes posiciones con discretización y temporización variable. Las características grafo-analíticas agregan valor al proceso; haciendo posible su empleo en aulas, laboratorios, talleres, industrias y centros de investigación; su importancia durante este siglo ha propiciado la utilización de herramientas de simulación para diversos fines. En noviembre de 2005 Becker M. C. et al argumentaron algunas de sus ventajas apoyándose en un estudio de casos de la industria automotriz europea.

En 2007 Schuler J. et al presentaron una novedosa herramienta de modelado-manufactura asistida por computadora para mecanismos esféricos. En 2012 Alvarez J. C. & Su H. J. presentaron un entorno virtual intuitivo para soportar el diseño conceptual de mecanismos. También en 2012, López P. R. et al mostraron el desarrollo de una herramienta para simular el movimiento del mecanismo manivela-biela-corredera.

En 2015, Robson N. & Ghosh S. presentaron resultados del diseño geométrico de mecanismos planos basados en manipulación virtual. Respecto al uso de modelos físicos, los virtuales permiten discretizaciones tan finas como lo desee el usuario; adicionalmente permiten congelar aquellas imágenes de posición del mecanismo que puedan ser de su interés.

También y no menos importante, es la simulación de los mecanismos que resultan de la cadena cinemática, al considerar sus inversiones, esto permite al alumno visualizar a una mayor profundidad los conceptos de posiciones, velocidades y aceleraciones relativas y aparentes, normalmente de difícil comprensión por parte de los alumnos.

El carácter virtual, tridimensional y paramétrico permiten simulaciones de los mecanismos con diferentes restricciones dimensionales geométricas y cinemáticas.

Analizar los diferentes mecanismos (RRRR, RRRP, RRPR, levas, engranes,...) con teorías particulares para cada uno de ellos agrega complejidad, innecesaria, al proceso cognitivo. Usando las longitudes cinemáticas de los eslabones es posible analizar los diferentes mecanismos con una teoría única, aquella correspondiente al mecanismo de cuatro barras RRRR, simplificando el proceso.

En la introducción se hace una reseña histórica de la aplicación de la realidad virtual al tema de mecanismos. En nomenclatura se definen parámetros y acrónimos. En ensambles generados se indican los mecanismos obtenidos. En mecanismo RRRR, se indican las convenciones necesarias para permitir que la teoría aplicable a este mecanismo se pueda aplicar a cualquier otro. En Mecanismos RRRR particulares se muestran ejemplos de mecanismos y su visualización como cuatro barras RRRR. En Otros mecanismos simulados se incluyen algunos en los que las posiciones, velocidades y aceleraciones aparentes pueden entenderse mejor con la ayuda de las simulaciones. En Ley de Grashof se corrobora su validez para todo mecanismo. En los últimos apartados del artículo, se incluye resultados, agradecimiento, conclusiones y referencias.

## Nomenclatura

La longitud cinemática del eslabón  $i$  se designó con  $L_i$ . Con  $\theta_i$  se designó al ángulo del eslabón correspondiente, con respecto al eje X positivo. El centro instantáneo de velocidades de los eslabones  $i$  y  $j$  se designó con  $O_{ij}$ . Con  $\omega_i$  se designó a las velocidades angulares. Se designó a las aceleraciones angulares con  $\alpha_i$ . Para el ángulo de la cuña se usó  $\beta$ . Se usó DC para la distancia entre centros.

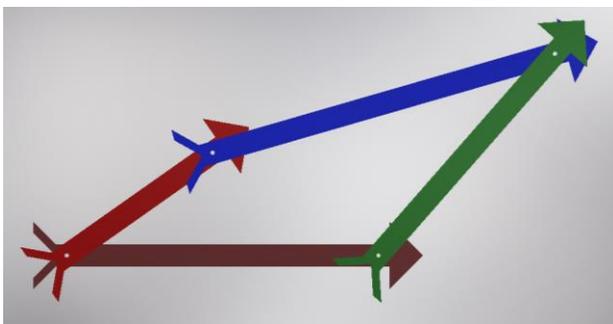
Los subíndices variando de 1 a 4. Se usa la letra M como acrónimo de mecanismo, C como acrónimo de coseno, e como acrónimo de excentricidad.

### Ensamblajes generados

Algunos son mecanismos: Acoplamiento de Oldham, Contacto de rodadura, Contacto directo, Eslabonamiento equivalente excéntrica, Eslabonamiento equivalente RP permanente, Eslabonamiento RP temporal, Eslabonamiento equivalente RR permanente, Eslabonamiento RR temporal, Junta de Hooke, Leva de cuña y seguidor con rodillo, Leva de placa con seguidor de cara plana, Mecanismo de cuatro barras RRRP, Mecanismo RRRR posiciones velocidades y aceleraciones, Mecanismo de sujeción, Mecanismo en 3D esférico, Mecanismo en 3D RCCR, Mecanismo en 3D RESP, Mecanismo en 3D RSSR, Planetario, Planetario fijos engrane anillo y armadura planetaria, Planetario fijo el sol, Robot 1R 3P, Robot 2R 1P 1C, Robot 4R 1P, Tranvía elíptico, Yugo escocés. Otros son pares cinemáticos: Cilíndrico, Cinco GDL, Cuatro GDL U, Cuatro GDL V, Esférico, Helicoidal, Plano, Prismático, Revoluta. Todos pueden ser simulados en condiciones diferentes a criterio del usuario.

### Mecanismo RRRR

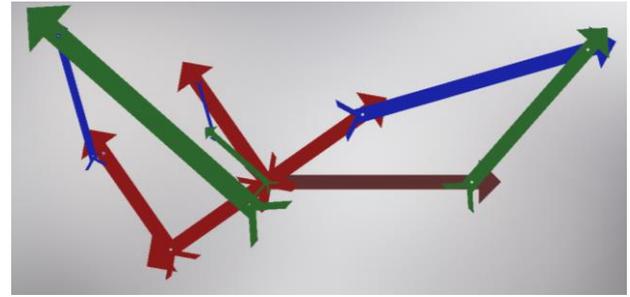
El mecanismo RRRR, mostrado en la Fig. 1, es el caso general; el eslabón 1 es el café, el 2 es el rojo, el 3 es el azul y el 4 es el verde.



**Figura 1** Mecanismo RRRR.

*Fuente: Elaboración Propia*

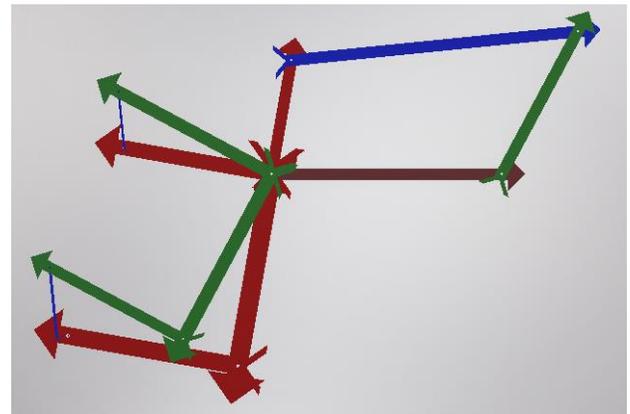
Todo mecanismo puede ser visualizado como tal. Las longitudes cinemáticas de los eslabones son: Eslabón 1, distancia de  $O_{12}$  a  $O_{14}$ ; eslabón 2, distancia de  $O_{12}$  a  $O_{23}$ ; eslabón 3, distancia de  $O_{23}$  a  $O_{34}$ ; eslabón 4, distancia de  $O_{14}$  a  $O_{34}$ . Las imágenes de posiciones, velocidades y aceleraciones, correspondientes al mecanismo de la Fig. 1, se muestran en la Fig. 2.



**Figura 2** Polígonos RRRR

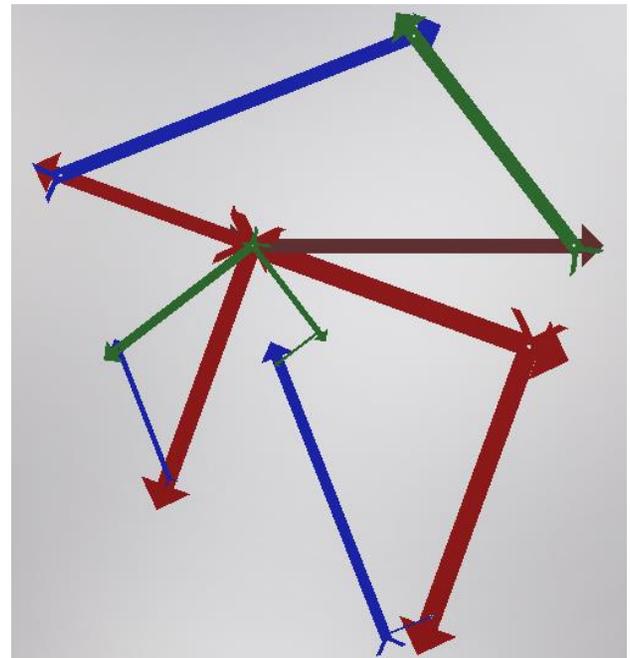
*Fuente: Elaboración Propia*

En tanto que parametrizado es posible obtener las posiciones, velocidades y aceleración para diferentes mecanismos RRRR. En las Figs. 3 y 4, se muestran para dos de ellos.



**Figura 3** Mecanismo general

*Fuente: Elaboración Propia*



**Figura 4** Mecanismo general

*Fuente: Elaboración Propia*

Nótese que tanto las longitudes como los anchos de las imágenes de velocidades y aceleraciones son función de  $\omega_2$  y  $\alpha_2$ .

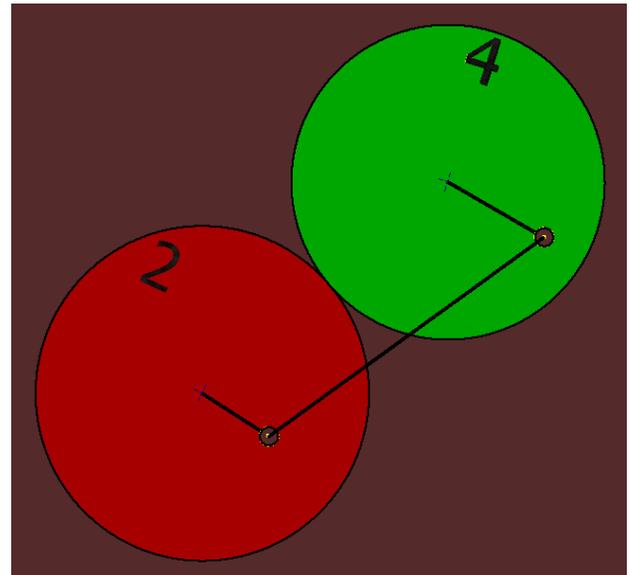
En la Tabla 1 se muestran los parámetros usados para los polígonos de las Figs. 2 a 4.

	Fig. 2	Fig. 3	Fig. 4
$L_1$	7	10	11
$L_2$	4	5	7
$L_3$	8	12.5	13
$L_4$	6	7	9
$\theta_2$	35	80	160
$\omega_2$	1	1.3	1.2
$\alpha_2$	1	1.5	1.4

**Tabla 1** Polígonos RRRR  
Fuente: *Elaboración Propia*

**Mecanismos RRRR particulares**

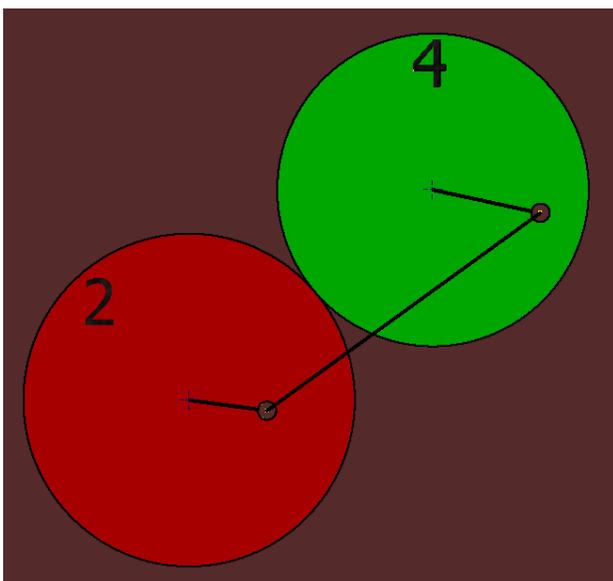
Algunos mecanismos se visualizan como mecanismos RRRR en las siguientes Figs. En las Figs. 5 y 6 se muestran dos discos; ambos girando excéntricamente y sus centros geométricos definen al eslabón acoplador. Durante el movimiento del mecanismo las longitudes cinemáticas de los eslabones equivalentes permanecen invariantes. Si los radios de los discos son iguales y su excentricidad también, el mecanismo equivalente será de paralelogramo.



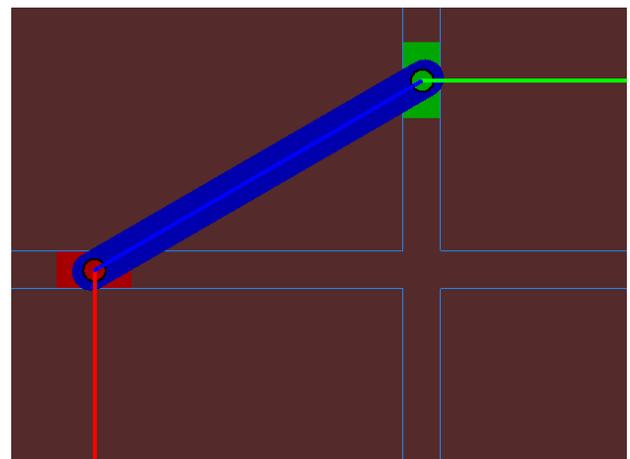
**Figura 6** Leva y seguidor girando  
Fuente: *Elaboración Propia*

El tranvía elíptico visualizado como mecanismo RRRR se muestra en las Figs. 7 y 8. La longitud cinemática de los eslabones 2 y 4 es infinita. La del eslabón 1 es.

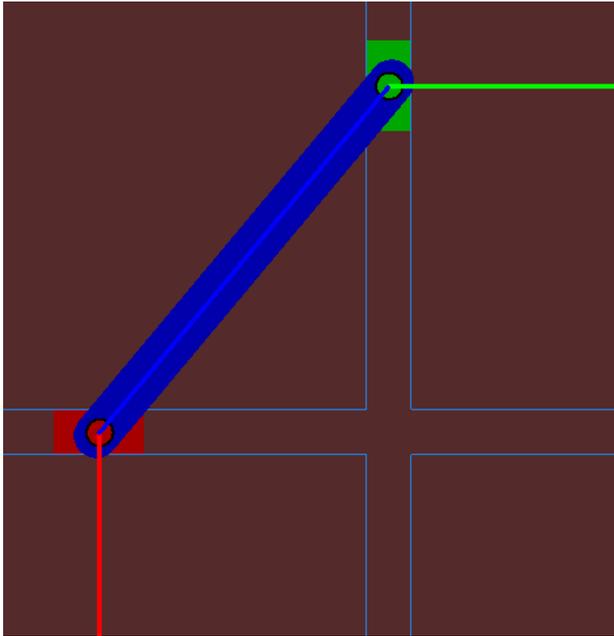
$$L_1 = \infty + L_3 \cos \theta_3 \tag{1}$$



**Figura 5** Leva y seguidor girando  
Fuente: *Elaboración Propia*

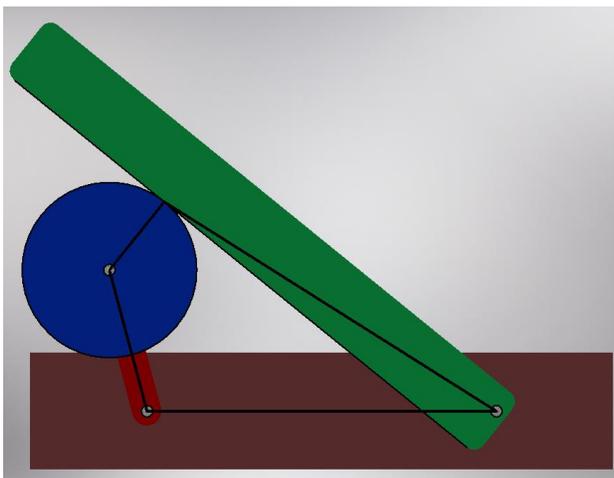


**Figura 7** Tranvía elíptico  
Fuente: *Elaboración Propia*



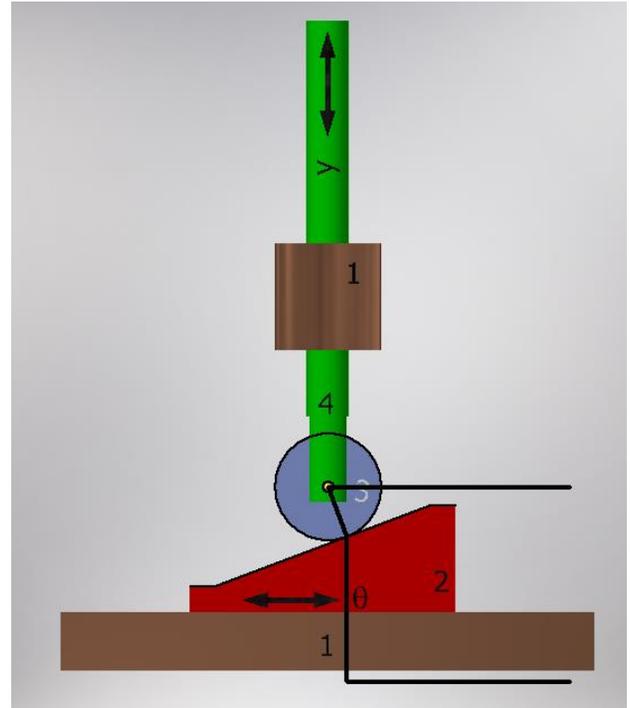
**Figura 8** Tranvía elíptico  
Fuente: Elaboración Propia

Un mecanismo en el que existe un par cinemático de rodadura se visualiza como un mecanismo RRRR en la Fig. 9. Las longitudes cinemáticas de todos los eslabones son finitas, la de los eslabones 1, 2 y 3 es invariante, la del eslabón 4 es variable.



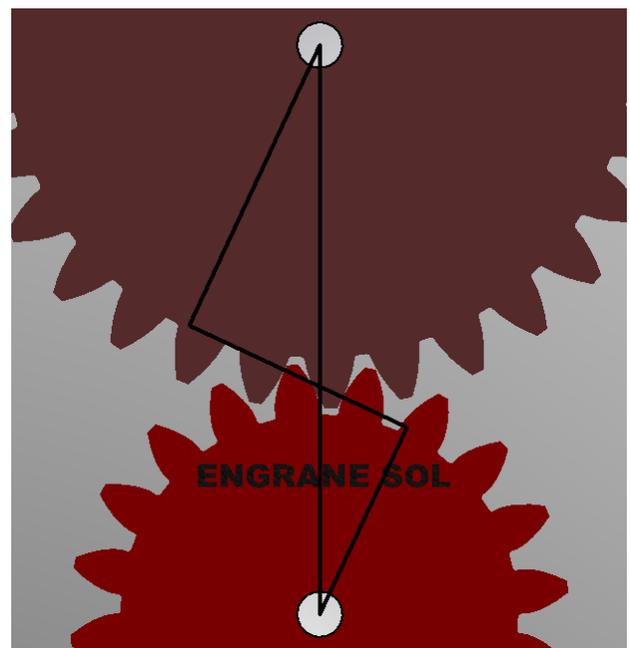
**Figura 9** Contacto de rodadura  
Fuente: Elaboración Propia

Un mecanismo particular de leva y seguidor en el que existe un par cinemático de rodadura se visualiza como un mecanismo RRRR en la Fig. 10. Sólo la longitud cinemática del eslabón 3 es finita. Nótese que está fijo el eslabón opuesto al más corto, lo que implica que, si cumple Grashof, el mecanismo debe ser oscilador – oscilador.



**Figura 10** Leva y seguidor  
Fuente: Elaboración Propia

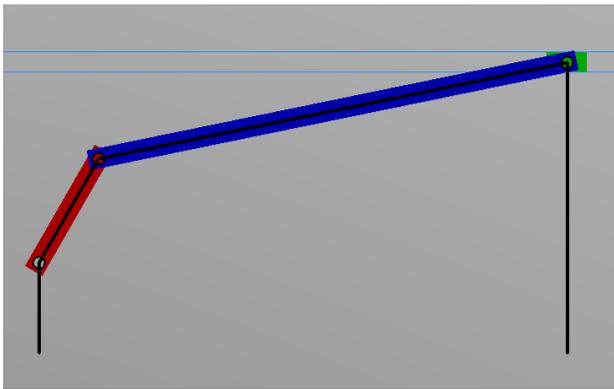
Para un mecanismo de engranes visualizado como mecanismo RRRR, mostrado en la Fig. 11, las longitudes cinemáticas de los eslabones 2 y 4 corresponden al radio de la circunferencia base respectiva.



**Figura 11** Leva y seguidor girando  
Fuente: Elaboración Propia

Las longitudes cinemáticas de los eslabones 2 y 3 en un mecanismo manivela-corredera descentrado son finitas, ver Fig. 12. La del eslabón 1 es infinita y la del eslabón 4 es.

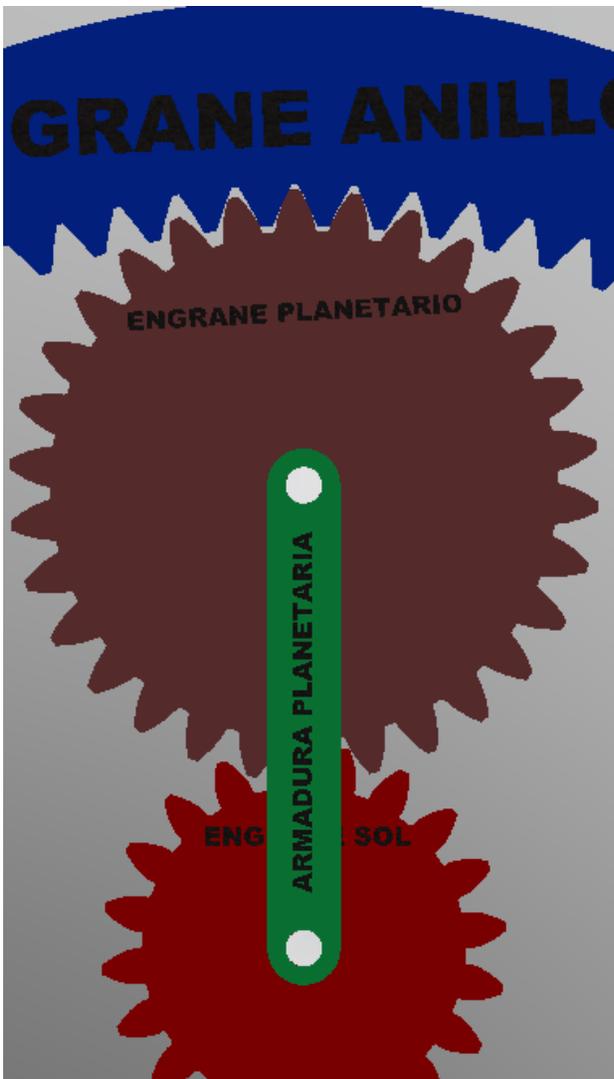
$L_4 = \infty + e$  (2)



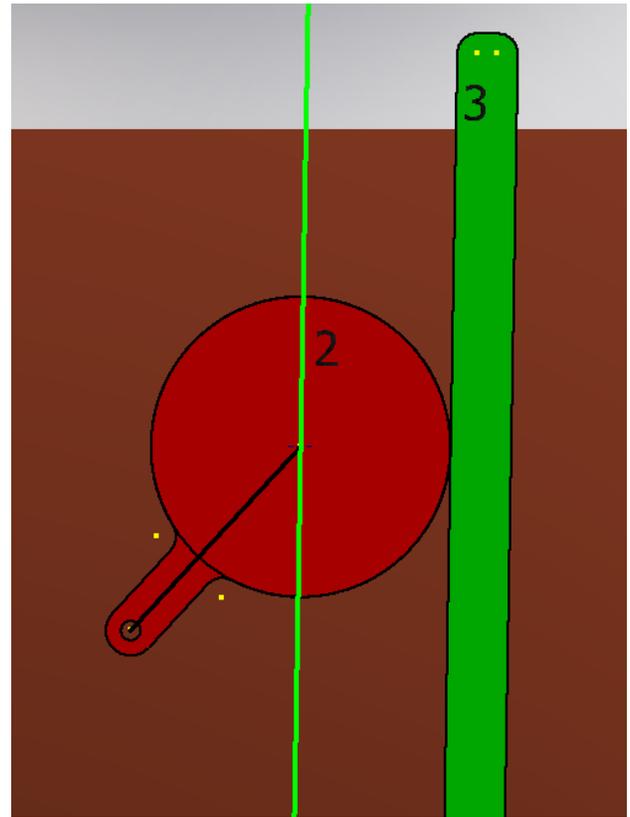
**Figura 12** M RRRP descentrado  
*Fuente: Elaboración Propia*

**Otros mecanismos simulados**

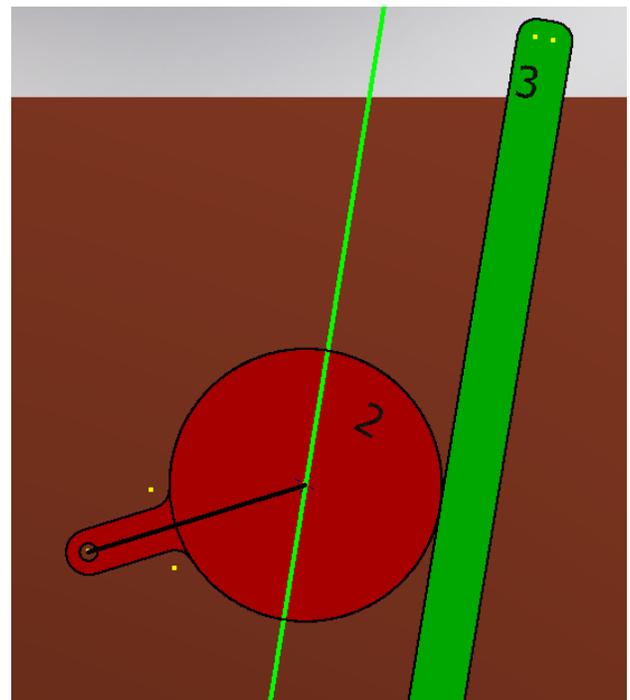
Otros mecanismos incluidos en las simulaciones, se muestran en las siguientes Figuras.



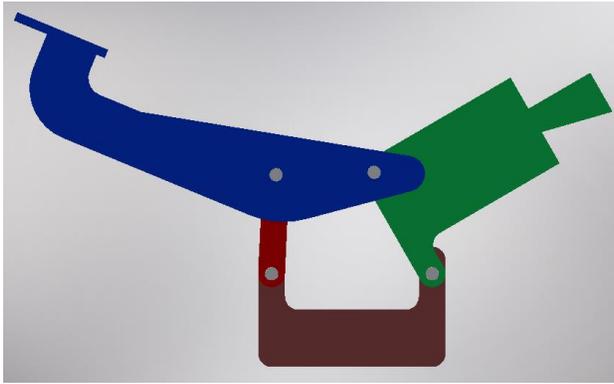
**Figura 13** Sistema planetario  
*Fuente: Elaboración Propia*



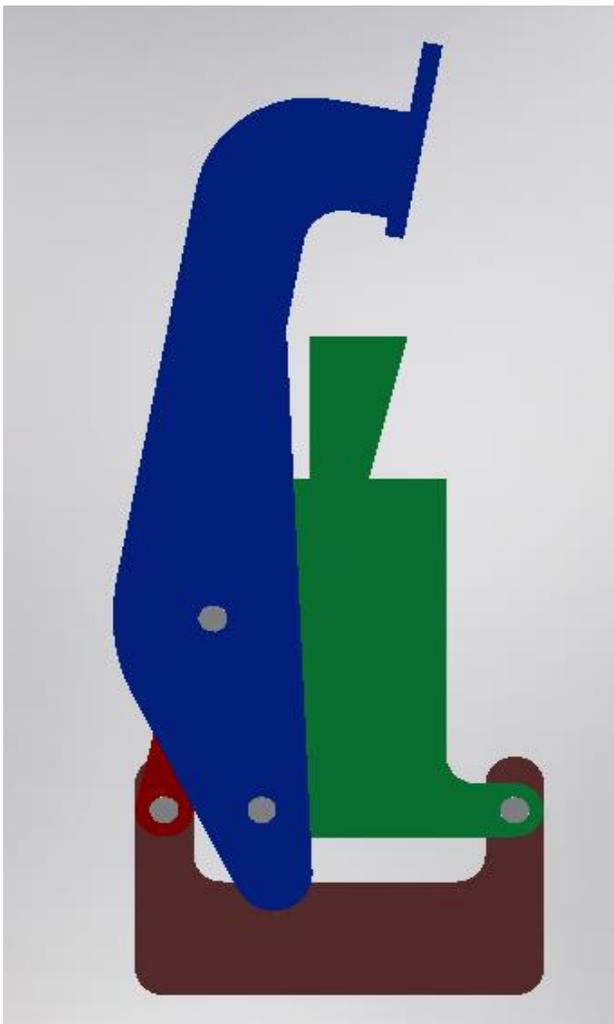
**Figura 14** Contacto directo  
*Fuente: Elaboración Propia*



**Figura 15** Contacto directo  
*Fuente: Elaboración Propia*



**Figura 16** Mecanismo de sujeción  
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 17** Mecanismo de sujeción  
Fuente: Elaboración Propia

**Ley de Grashof**

Para comprobar la generalidad del mecanismo de cuatro eslabones RRRR, algunos diagramas cinemáticos de mecanismos RRRR particulares se analizaron a la luz de esta Ley. En la Tabla 2 se muestran datos sobre los correspondientes mecanismos equivalentes; en ella  $A = L_3C\theta_3$  y  $B = L_3C\beta$ .

L	Figura				
	5	7	10	11	12
$L_1$	$L_1$	$\infty + A$	$\infty$	DC	$\infty$
$L_2$	$L_2$	$\infty$	$\infty$	$r_b$	$L_2$
$L_3$	$L_1$	$L_3$	$L_3$	$L_3$	$L_3$
$L_4$	$L_2$	$\infty$	$\infty + B$	$r_b$	$\infty + e$

**Tabla 2** M RRRR particulares  
Fuente: Elaboración Propia

Puesto que en la Fig. 5 son iguales las longitudes de los eslabones 1 y 3, adicionalmente son iguales las longitudes de los eslabones 2 y 4; el mecanismo equivalente será manivela - manivela. En las Figs. 7 y 10 siempre se cumplirá Grashof y los mecanismo son oscilador – oscilador. En la Fig. 12 el mecanismo cumplirá la Ley de Grashof siempre que la diferencia en las longitudes cinemáticas de los eslabones 2 y 3 sea mayor que la excentricidad; si adicionalmente  $L_3 < L_2$  el mecanismo será oscilador – oscilador, en caso contrario será manivela – oscilador. Lo aseverado en este párrafo se constata en las simulaciones.

**Resultados**

Considerando las longitudes cinemáticas de los eslabones de un mecanismo cualquiera, en función de la ubicación de los centros instantáneos de velocidad del correspondiente mecanismo equivalente RRRR, se constató el cumplimiento de la Ley de Grashof bajo tales condiciones particulares. Adicionalmente, aún cuando no se muestran, los polígonos se pueden obtener para un mecanismo RRRR equivalente con el mismo procedimiento usado para el mecanismo de cuatro barras RRRR.

**Agradecimiento**

Los autores agradecemos el apoyo institucional, logístico y financiero de la Universidad Autónoma Metropolitana y de la Unidad azcapotzalco, en particular de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería y del Departamento de Energía.

**Conclusiones**

Con base en los resultados se concluye que el concepto de mecanismos particulares equivalentes al mecanismo de cuatro barras RRRR, permite el mismo procedimiento para obtener los polígonos correspondientes y, adicionalmente, bajo este enfoque la Ley de Grashof se corrobora en los casos particulares.

**Referencias**

- Hartenberg R. S. & Denavit J.+ (1964). *Kinematic Synthesis of Linkages*. New York: Mc Graw Hill.
- Becker M. C., Salvatore P. & Zirpoli F. (2005). The impact of virtual simulation tools on problem-solving and new product development organization. *ELSEVIER*, 34, pp.1305-1321.
- Schuler J., Ketchel J. & Larochelle P... (2007). Computer-Aided Modeling and Manufacturing of Spherical Mechanisms via a novel Web Tool. *Journal of Computation*, 4, pp. 339-346.
- Alvarez J. C. & Su H. J... (2012). *an intuitive virtual environment for supporting the conceptual design of mechanisms*. abril 30, 2019, de VRMDS Sitio web: <https://doi.org/10.1007/s10055-009-0144-z>
- López P. R. et al. (2012). *Simulación de un Mecanismo Biela-Manivela-Corredera*. abril 30, 2019, de Congreso Nacional de Mecatrónica Sitio web: 978-607-95347-7-6
- Robson N. & Ghosh S... (2015). Geometric design of planar mechanisms based on virtual guides for manipulation. abril 30, 2019, de VR Sitio web: <https://doi.org/10.1017/S0263574715000272>
- Caicedo, J. M. G., Reales, R., & Zambrano, D. (2019). Diseño de la estructura mecánica perteneciente al animatrónico del dinosaurio Laquintasaura. *Revista UIS Ingenierías*, 18(4), 43-56.
- Parra, S. A. G., & Bedoya, A. E. (2019). Modelo cinemático del martillo de un molino de martillos operando sin carga empleando la mecánica de Lagrange. *Ingenierías USBMed*, 10(1), 28-33.
- Pérez-Rodríguez, R., Adrián-García, Á., & Simeón-Monet, R. E. (2019). Recuperación del par cinemático pin-buje del cargador frontal Komatsu asistida por computadoras. *Ciencias Holguín*, 25(1), 47-57.
- Rodríguez, Y. E. O., Carbonell, R. A. G., Santiesteban, O. O., Padrón, E. N., & Hidalgo, Y. A. C. (2019). Análisis cinemático del movimiento de flexión-extensión del dedo pulgar mediante un mecanismo de palanca. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 36(4).
- Zevallos, C., & Irving, D. (2019). Síntesis de un mecanismo de cuatro eslabones para una silla de descanso usando el método de Newton-Raphson.

# 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

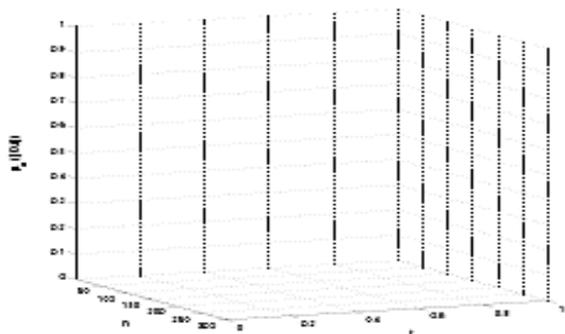
[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

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

“Análisis de señales para la detección de armónicos basado en el espacio complejo”

**CONTRERAS-HERNÁNDEZ, Jose L., ALMANZA-OJEDA, Dora L. y IBARRA-MANZANO Mario A.**

*Universidad de Guanajuato*

“Desarrollo de prototipo de estación de maquinado CNC”

**JARA-RUIZ, Ricardo, RODRÍGUEZ-FRANCO, Martín Eduardo, LÓPEZ-ÁLVAREZ, Yadira Fabiola y LÓPEZ-OLMEDO, Leonardo Joaquín**

*Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes*

“Hololens el nuevo perfil de realidad aumentada para la competencia educativa”

**RODRÍGUEZ-CAMPOS, Juan Carlos, RICO-CHAGOLLÁN, Mariana y GARCÍA-HERRERA, Eduardo**

*Instituto Tecnológico Superior de Irapuato*

“Simulación de Mecanismos”

**JIMÉNEZ-RABIELA, Homero, VÁZQUEZ-GONZÁLEZ, Benjamín, RAMÍREZ-CRUZ, José Luis y GARCÍA-SEGURA, Pedro**

*Universidad Autónoma Metropolitana*

