

ISSN 2531-2960

Volumen 2, Número 8 — Octubre — Diciembre - 2018

Revista del Desarrollo Tecnológico

ECORFAN[®]

ECORFAN-Spain

Editora en Jefe

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Redactor Principal

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

Asistente Editorial

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Editor Ejecutivo

MIRANDA-GARCIA, Marta. PhD

Editores de Producción

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Administración Empresarial

REYES-VILLAO, Angélica. BsC

Control de Producción

RAMOS-ARANCIBIA Alejandra. BsC

DÍAZ-OCAMPO Javier. BsC

Revista del Desarrollo Tecnológico, Volumen 2, Número 8, de Octubre a Diciembre - 2018, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Spain. Calle Matacerquillas 38, CP: 28411. Morzarzal -Madrid. WEB: www.ecorfan.org/spain, revista@ecorfan.org. Editora en Jefe: RAMOS-ESCAMILLA, María. CoEditor: MIRANDA-GARCÍA, Marta. PhD. ISSN: 2531-2960. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN, Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 31 de Diciembre 2018.

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 del Desarrollo Tecnológico

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 Desarrollo tecnológico, Tecnología Digital, Impacto tecnológico, Enseñanza con ayuda de ordenador, Fiabilidad de los ordenadores, Heurística, Informática, Instrucciones aritméticas de máquina, Inteligencia artificial, Lenguajes algorítmicos, Lenguajes de programación

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 del Desarrollo Tecnológico es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Spain, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de la Desarrollo tecnológico, Tecnología Digital, Impacto tecnológico, Enseñanza con ayuda de ordenador, Fiabilidad de los ordenadores, Heurística, Informática, Instrucciones aritméticas de máquina, Inteligencia artificial, Lenguajes algorítmicos, Lenguajes de programación 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 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

ROCHA - RANGEL, Enrique. PhD
Oak Ridge National Laboratory

CARBAJAL - DE LA TORRE, Georgina. PhD
Université des Sciences et Technologies de Lille

GUZMÁN - ARENAS, Adolfo. PhD
Institute of Technology

CASTILLO - TÉLLEZ, Beatriz. PhD
University of La Rochelle

FERNANDEZ - ZAYAS, José Luis. PhD
University of Bristol

DECTOR - ESPINOZA, Andrés. PhD
Centro de Microelectrónica de Barcelona

TELOXA - REYES, Julio. PhD
Advanced Technology Center

HERNÁNDEZ - PRIETO, María de Lourdes. PhD
Universidad Gestalt

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

HERNANDEZ - ESCOBEDO, Quetzalcoatl Cruz. PhD
Universidad Central del Ecuador

HERRERA - DIAZ, Israel Enrique. PhD
Center of Research in Mathematics

MEDELLIN - CASTILLO, Hugo Iván. PhD
Heriot-Watt University

LAGUNA, Manuel. PhD
University of Colorado

VAZQUES - NOGUERA, José. PhD
Universidad Nacional de Asunción

VAZQUEZ - MARTINEZ, Ernesto. PhD
University of Alberta

AYALA - GARCÍA, Ivo Neftalí. PhD
University of Southampton

LÓPEZ - HERNÁNDEZ, Juan Manuel. PhD
Institut National Polytechnique de Lorraine

MEJÍA - FIGUEROA, Andrés. PhD
Universidad de Sevilla

DIAZ - RAMIREZ, Arnoldo. PhD
Universidad Politécnica de Valencia

MARTINEZ - ALVARADO, Luis. PhD
Universidad Politécnica de Cataluña

MAYORGA - ORTIZ, Pedro. PhD
Institut National Polytechnique de Grenoble

ROBLEDO - VEGA, Isidro. PhD
University of South Florida

LARA - ROSANO, Felipe. PhD
Universidad de Aachen

TIRADO - RAMOS, Alfredo. PhD
University of Amsterdam

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

CASTILLO - LÓPEZ, Oscar. PhD
Academia de Ciencias de Polonia

LÓPEZ - BONILLA, Oscar Roberto. PhD
State University of New York at Stony Brook

LÓPEZ - LÓPEZ, Aurelio. PhD
Syracuse University

RIVAS - PEREA, Pablo. PhD
University of Texas

VEGA - PINEDA, Javier. PhD
University of Texas

PÉREZ - ROBLES, Juan Francisco. PhD
Instituto Tecnológico de Saltillo

SALINAS - ÁVILES, Oscar Hilario. PhD
Centro de Investigación y Estudios Avanzados -IPN

RODRÍGUEZ - AGUILAR, Rosa María. PhD
Universidad Autónoma Metropolitana

BAEZA - SERRATO, Roberto. PhD
Universidad de Guanajuato

MORILLÓN - GÁLVEZ, David. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

CASTILLO - TÉLLEZ, Margarita. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

SERRANO - ARRELLANO, Juan. PhD
Universidad de Guanajuato

ZAVALA - DE PAZ, Jonny Paul. PhD
Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada

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

ENRÍQUEZ - ZÁRATE, Josué. PhD
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

HERNÁNDEZ - NAVA, Pablo. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica

CASTILLO - TOPETE, Víctor Hugo. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

CERCADO - QUEZADA, Bibiana. PhD
Intitut National Polytechnique Toulouse

QUETZALLI - AGUILAR, Virgen. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

DURÁN - MEDINA, Pino. PhD
Instituto Politécnico Nacional

PORTILLO - VÉLEZ, Rogelio de Jesús. PhD
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

ROMO - GONZALEZ, Ana Eugenia. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

VASQUEZ - SANTACRUZ, J.A. PhD
Centro de Investigación y Estudios Avanzados

VALENZUELA - ZAPATA, Miguel Angel. PhD
Universidad Autónoma Metropolitana

OCHOA - CRUZ, Genaro. PhD
Instituto Politécnico Nacional

SÁNCHEZ - HERRERA, Mauricio Alonso. PhD
Instituto Tecnológico de Tijuana

PALAFIX - MAESTRE, Luis Enrique. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

AGUILAR - NORIEGA, Leocundo. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

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

REALYVÁSQUEZ - VARGAS, Arturo. PhD
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

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

MALDONADO - MACÍAS, Aidé Aracely. PhD
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

LICEA - SANDOVAL, Guillermo. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

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

RAMIREZ - LEAL, Roberto. PhD
Centro de Investigación en Materiales Avanzados

VALDEZ - ACOSTA, Fevrier Adolfo. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

GONZÁLEZ - LÓPEZ, Samuel. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

CORTEZ - GONZÁLEZ, Joaquín. PhD
Centro de Investigación y Estudios Avanzados

TABOADA - GONZÁLEZ, Paul Adolfo. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

RODRÍGUEZ - MORALES, José Alberto. PhD
Universidad Autónoma de Querétaro

Comité Arbitral

ESCAMILLA - BOUCHÁN, Imelda. PhD
Instituto Politécnico Nacional

LUNA - SOTO, Carlos Vladimir. PhD
Instituto Politécnico Nacional

URBINA - NAJERA, Argelia Berenice. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

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

CASTRO - ENCISO, Salvador Fernando. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

CASTAÑÓN - PUGA, Manuel. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

BAUTISTA - SANTOS, Horacio. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

GONZÁLEZ - REYNA, Sheila Esmeralda. PhD
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

RUELAS - SANTOYO, Edgar Augusto. PhD
Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas

HERNÁNDEZ - GÓMEZ, Víctor Hugo. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

OLVERA - MEJÍA, Yair Félix. PhD
Instituto Politécnico Nacional

CUAYA - SIMBRO, German. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

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

ALVAREZ - SÁNCHEZ, Ervin Jesús. PhD
Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada

SALAZAR - PERALTA, Araceli. PhD
Universidad Autónoma del Estado de México

MORALES - CARBAJAL, Carlos. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

RAMÍREZ - COUTIÑO, Víctor Ángel. PhD
Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica

BAUTISTA - VARGAS, María Esther. PhD
Universidad Autónoma de Tamaulipas

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

GONZÁLEZ - JASSO, Eva. PhD
Instituto Politécnico Nacional

FLORES - RAMÍREZ, Oscar. PhD
Universidad Politécnica de Amozoc

ARROYO - FIGUEROA, Gabriela. PhD
Universidad de Guadalajara

BAUTISTA - SANTOS, Horacio. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

GUTIÉRREZ - VILLEGAS, Juan Carlos. PhD
Centro de Tecnología Avanzada

HERRERA - ROMERO, José Vidal. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

MARTINEZ - MENDEZ, Luis G. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

LUGO - DEL ANGEL, Fabiola Erika. PhD
Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

NÚÑEZ - GONZÁLEZ, Gerardo. PhD
Universidad Autónoma de Querétaro

PURATA - SIFUENTES, Omar Jair. PhD
Centro Nacional de Metrología

CALDERÓN - PALOMARES, Luis Antonio. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

TREJO - MACOTELA, Francisco Rafael. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

TZILI - CRUZ, María Patricia. PhD
Universidad ETAC

DÍAZ - CASTELLANOS, Elizabeth Eugenia. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

ORANTES - JIMÉNEZ, Sandra Dinorah. PhD
Centro de Investigación en Computación

VERA - SERNA, Pedro. PhD
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

MARTÍNEZ - RAMÍRES, Selene Marisol. PhD
Universidad Autónoma Metropolitana

OLIVARES - CEJA, Jesús Manuel. PhD
Centro de Investigación en Computación

GALAVIZ - RODRÍGUEZ, José Víctor. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

JUAREZ - SANTIAGO, Brenda. PhD
Universidad Internacional Iberoamericana

ENCISO - CONTRERAS, Ernesto. PhD
Instituto Politécnico Nacional

GUDIÑO - LAU, Jorge. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

MEJIAS - BRIZUELA, Nildia Yamileth. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

FERNÁNDEZ - GÓMEZ, Tomás. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

MENDOZA - DUARTE, Olivia. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

ARREDONDO - SOTO, Karina Cecilia. PhD
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

NAKASIMA - LÓPEZ, Mydory Oyuky. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

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

ARCEO - OLAGUE, José Guadalupe. PhD
Instituto Politécnico Nacional

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

AMARO - ORTEGA, Vidblain. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

ÁLVAREZ - GUZMÁN, Eduardo. PhD
Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

CASTILLO - BARRÓN, Allen Alexander. PhD
Instituto Tecnológico de Morelia

CASTILLO - QUIÑONES, Javier Emmanuel. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

ROSALES - CISNEROS, Ricardo. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

GARCÍA - VALDEZ, José Mario. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

CHÁVEZ - GUZMÁN, Carlos Alberto. PhD
Instituto Politécnico Nacional

MÉRIDA - RUBIO, Jován Oseas. PhD
Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital

INZUNZA - GONÁLEZ, Everardo. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

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

NAVARRO - ÁLVEREZ, Ernesto. PhD
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

ALCALÁ - RODRÍGUEZ, Janeth Aurelia. PhD
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

GONZÁLEZ - LÓPEZ, Juan Miguel. PhD
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

RODRIGUEZ - ELIAS, Oscar Mario. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

ORTEGA - CORRAL, César. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

GARCÍA - GORROSTIETA, Jesús Miguel. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

Cesión de Derechos

El envío de un Artículo a Revista del Desarrollo Tecnológico 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 Spain considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra

Declaración de Autoría

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

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

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

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

Detección de Plagio

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

Proceso de Arbitraje

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

Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

Área del Conocimiento

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de Desarrollo tecnológico, Tecnología Digital, Impacto tecnológico, Enseñanza con ayuda de ordenador, Fiabilidad de los ordenadores, Heurística, Informática, Instrucciones aritméticas de máquina, Inteligencia artificial, Lenguajes algorítmicos, Lenguajes de programación y a otros temas vinculados a las Ciencias de Ingeniería y Tecnología

Presentación del Contenido

En el primer artículo se presenta, *Nuevo modelo de inyección multipuerto en una chumacera corta. Campos de presión* por VALDEZ-SIERRA, Jonnatan, RAMÍREZ-VARGAS, Ignacio, PALACIOS-PINEDA, Luis Manuel y VERA-CARDENAS, Edgar Ernesto con adscripción Instituto Tecnológico de Pachuca, como siguiente artículo está *Estudio del desgaste por contacto bola-plano en la aleación de aluminio 6061* por TORRES-SUAREZ, Francisco Emmanuel, MENDOZA-MENDOZA, Jesús Cornelio, VALDEZ-SIERRA, Jonnatan y VERA-CÁRDENAS, Edgar Ernesto con adscripción Instituto Tecnológico de Pachuca, como siguiente artículo está *Metodología de diseño de una línea de producción para un sistema riego y captación de agua* por ARELLANO-BRIONES, Olimpia, FERNÁNDEZ-GARCÍA, Luis, RODRÍGUEZ-LARKINS, Edilberto y PUGA-ROMERO, Janeth con adscripción Instituto Tecnológico de Altamira y Universidad Tecnológica de Altamira, como siguiente artículo está *Dispositivo electrónico y la app inventor como ayuda a la discapacidad visual* por VIVALDO-VICUÑA, Araceli, SANCHEZ-TIZAPANTZI, Pedro y CALDERON-GARCIA, Gustavo con adscripción Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan.

Contenido

Artículo	Página
Nuevo modelo de inyección multipuerto en una chumacera corta. Campos de presión VALDEZ-SIERRA, Jonnatan, RAMÍREZ-VARGAS, Ignacio, PALACIOS-PINEDA, Luis Manuel y VERA-CARDENAS, Edgar Ernesto <i>Instituto Tecnológico de Pachuca</i>	1-6
Estudio del desgaste por contacto bola-plano en la aleación de aluminio 6061 TORRES-SUAREZ, Francisco Emmanuel, MENDOZA-MENDOZA, Jesús Cornelio, VALDEZ-SIERRA, Jonnatan y VERA-CÁRDENAS, Edgar Ernesto <i>Instituto Tecnológico de Pachuca</i>	7-13
Metodología de diseño de una línea de producción para un sistema riego y captación de agua ARELLANO-BRIONES, Olimpia, FERNÁNDEZ-GARCÍA, Luis, RODRÍGUEZ-LARKINS, Edilberto y PUGA-ROMERO, Janeth <i>Instituto Tecnológico de Altamira y Universidad Tecnológica de Altamira</i>	14-18
Dispositivo electrónico y la app inventor como ayuda a la discapacidad visual VIVALDO-VICUÑA, Araceli, SANCHEZ-TIZAPANTZI, Pedro y CALDERON-GARCIA, Gustavo <i>Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan</i>	19-25

Nuevo modelo de inyección multipuerto en una chumacera corta. Campos de presión**New model of multiport injection in a short bearing. Pressure fields**

VALDEZ-SIERRA, Jonnatan*†, RAMÍREZ-VARGAS, Ignacio, PALACIOS-PINEDA, Luis Manuel y VERA-CARDENAS, Edgar Ernesto

Instituto Tecnológico de Pachuca, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Carr. México-Pachuca Km. 87.5 Col. Venta Prieta, CP 42080, Pachuca, Hgo. México.

ID 1^{er} Autor: Jonnatan, Valdez-Sierra / **ORC ID:** 0000-0001-5206-0863, **Researcher ID Thomson:** P-5354-2018, **Mendeley ID:** www.mendeley.com/profiles/jonnatan-valdez-sierra/

ID 1^{er} Coautor: Ignacio, Ramirez-Vargas / **ORC ID:** 0003-1887-8949

ID 2^{do} Coautor: Luis Manuel, Palacios-Pineda / **ORC ID:** 0000-0001-5297-2950

ID 3^{er} Coautor: Edgar Ernesto, Vera-Cardenas / **ORC ID:** 2-9658-00089

Recibido: 20 de Septiembre, 2018; Aceptado 10 de Diciembre, 2018

Resumen

En el presente artículo se retomó la teoría de chumaceras presurizadas, la cual está enfocada al análisis dinámico de estabilidad de un sistema rotor-chumacera por medio del cálculo de la velocidad umbral de estabilidad, mediante la aproximación analítica de Ocvirk y del modelo de la función Delta de Dirac para chumaceras cortas. La presurización externa es una manera artificial de cambiar las propiedades de rigidez y amortiguamiento, dichas propiedades hacen que la conducta de un sistema rotatorio sea modificada. La innovación de este trabajo se centró en la teoría de chumaceras presurizadas con multi-recesos, que permitan inyectar un aceite lubricante en puertos cuya posición axial y angular sea arbitraria. El objetivo principal será determinar el campo de presión que se forma dentro de una chumacera hidrodinámica corta, cuando es inyectada con aceite lubricante. Se propone puertos de inyección en las posiciones 45°, 135°, 225° y 315°. Se determinó el campo de presión (obtenido de software Wolfram Mathematica 11) formado al inyectar aceite lubricante en las posiciones antes mencionadas. Se determinó que puerto de inyección es el ideal a utilizar ya que se pueden atenuar los niveles de vibración que ocurre en una chumacera hidrodinámica presurizada (C.H.P.).

Chumacera hidrodinámica, Presurización externa, Ecuación de Reynolds

Abstract

In the present article the theory of pressurized presumptions was taken up, which is focused on the dynamic analysis of the speed of a rotor reference point, by the analytical approximation of Ocvirk and the model of the Dirac Delta function for short bearings. External pressurization is an artificial way to change the properties of rigidity and damping, said properties cause the behavior of a rotating system to be modified. The innovation of this work focused on the theory of pressurized bearings with multi-recesses, which allow to inject a lubricating oil in ports whose axial and angular position is arbitrary. The main objective will be to determine the pressure field that is formed inside a short hydrodynamic bearing, when it is injected with lubricating oil. Injection ports are proposed in positions 45°, 135°, 225° and 315°. The pressure field (obtained from software Wolfram Mathematica 11) formed by injecting lubricating oil in the aforementioned positions was determined. It was determined that the injection port is the ideal one to use since it can attenuate the levels of vibration that occur in a pressurized hydrodynamic bearing (C.H.P.).

Hydrodynamic bearing, External pressurization, Reynolds equation

Citación: VALDEZ-SIERRA, Jonnatan, RAMÍREZ-VARGAS, Ignacio, PALACIOS-PINEDA, Luis Manuel y VERA-CARDENAS, Edgar Ernesto. Nuevo modelo de inyección multipuerto en una chumacera corta. Campos de presión. Revista del Desarrollo Tecnológico. 2018. 2-8: 1-6

* Correspondencia al autor

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Toda máquina rotatoria montada sobre chumaceras hidrodinámicas (bombas, turbinas, compresores, etc.), está expuesta a sufrir vibraciones causando desgaste excesivo y daños considerables en los equipos, los mantenimientos correctivos de estos, generan costos elevados para la industria (Ramirez, 2007). La Rotodinámica ha surgido como una nueva especialidad que busca la mejora de esta área, debido a la importancia que esta genera.

En la literatura se encuentra que a medida que la velocidad de operación aumenta, los coeficientes de rigidez pueden tomar valores negativos, los cuales pueden provocar la inestabilidad (Childs, D. 1993). Estudios previos han demostrado que, con una adecuada presurización externa, se puede atenuar los niveles de vibración y modificar las propiedades dinámicas de la película de lubricante, al presurizar la chumacera (mediante la inyección de lubricante) los coeficientes de rigidez y amortiguamiento que hay en la película de aceite cambian (Nossov, R.V., Gómez-Mancilla, J.C., y Ramírez, V.I., 2007). Las propiedades dentro de la película de lubricante cambian dependiendo de su posición angular y presurización externa, la cual puede alterar significativamente la velocidad umbral de estabilidad (Rivera-Arreola, D.E. 2010), (Nossov, R.V., 2009). La ecuación de Reynolds, es una simplificación de las ecuaciones de Navier-Stokes en la mecánica de fluidos, se utiliza para determinar la presión del fluido en las chumaceras hidrodinámicas (Szeri, 1998).

Esta relaciona la presión de fluido en la chumacera con las coordenadas circunferencial y axial, la cual nos permite obtener el campo de presiones. No es posible resolver analíticamente la ecuación de Reynolds, pero se pueden obtener aproximaciones dependiendo de la relación longitud/diámetro de la chumacera (L/D).

Una chumacera se considera corta si la longitud L es muy pequeña en comparación con su diámetro D (Szeri. 1998; Khonsari, M.M., Booser, E.R. 2001). La chumacera corta ha sido estudiada y analizada por Dubois y Ocvirk (Ocvirk, F. 1952), (Dubois, G.B. y Ocvirk F. 1953) quienes asumieron que el gradiente de presión alrededor de la chumacera es pequeño, y se puede despreciar cuando se compara con los gradientes de presión en la dirección axial.

El motivo del presente trabajo es el análisis del comportamiento de una chumacera corta con inyección de lubricante (multipuerto) en las posiciones de 45° , 135° , 225° y 315° .

Se utilizó la función generalizada Delta de Dirac (Nossov, R.V., Ramírez, V.I., Gómez Mancilla, J.C. 2004 y 2005); cuyas propiedades hacen una simplificación notable de los cálculos. Así será posible determinar las características dinámicas y los diferentes campos de presión generados por la película de lubricante dentro de la chumacera hidrodinámica.

Nomenclatura

P = Presión, Pa
 θ = Coordenada circunferencial, rad.
 z = Coordenada axial, m.
 φ = Ángulo de equilibrio (attitud), rad.
 C_r = Claro radial de la chumacera, m.
 e = Excentricidad dimensional, m.
 ε = Excentricidad, $\varepsilon = e/C_r$ (adimensional.)
 R = Radio de la chumacera, m.
 μ = Viscosidad absoluta, Pa·s.
 H = Espesor de la película lubricante, m.
 h = Espesor de la película de lubricante adimensional, $h = H/C_r$.
 ω = Velocidad angular, rad/s.
 \bar{z} = Coordenada axial, (adimensional).
 \bar{p} = Presión, (adimensional).
 p_{dim} = Presión ficticia característica.
 D = Diámetro de la chumacera.
 L = Longitud de la chumacera.

Metodología a desarrollar

Modelo matemático para solución no presurizada, chumacera corta (caso clásico).

Conocer los campos de presión $p(z, \theta)$ que se forman al presurizar una chumacera, son de gran importancia ya que permiten encontrar las regiones donde la película de lubricante puede romperse, así como el lugar donde la presión alcanza su valor máximo, los efectos de rigidez y amortiguamiento (conocidos como coeficientes rotodinámicos) que hay en el lubricante (Childs, 1993 y Michael 2005).

Una vez conocido el campo, se puede caracterizar por completo a una chumacera hidrodinámica.

Ahora se realizará la descripción de la metodología utilizada en la solución de la ecuación de Reynolds, que define el campo de presión en una chumacera esta se puede escribir como (Szeri, 1998; Childs, 1992 y Michael 2005):

$$\frac{\partial}{\partial \theta} \left(h^3 \frac{\partial p}{\partial \theta} \right) + R^2 \frac{\partial}{\partial z} \left(h^3 \frac{\partial p}{\partial z} \right) = 12 \frac{\mu R^2}{Cr^3} [C_r \varepsilon \cos \theta + C_r \varepsilon \left(\varphi - \frac{\omega}{2} \right) \text{Sen} \theta] \quad (1)$$

$$-\frac{L}{2} \leq Z \leq \frac{L}{2}, \quad 0 \leq \theta \leq 2\pi, \quad h(\theta) = 1 + \varepsilon \cos \theta \quad (2)$$

$$p\left(\frac{L}{2}\right) = 0, \quad p\left(-\frac{L}{2}\right) = 0, \quad p(\theta + 2\pi) = p(\theta) \quad (3)$$

La chumacera corta ha sido estudiada y analizada por Dubois y Ocvirk (Ocvirk, F. 1952), (Dubois, G.B. y Ocvirk F. 1953) quienes asumieron que el gradiente de presión alrededor de la chumacera es pequeño, y se puede despreciar cuando se compara con los gradientes de presión en la dirección axial. La ecuación de Reynolds (1) y despreciando el primer término del lado izquierdo, el cual representa el gradiente de presión alrededor de la chumacera, entonces se tendrá el modelo clásico para chumaceras hidrodinámicas cortas en estado estacionario. La ecuación (1) toma la forma de:

$$R^2 \frac{\partial}{\partial z} \left(h^3 \frac{\partial p}{\partial z} \right) = 12 \frac{\mu R^2}{Cr^2} \left(-\varepsilon \frac{\omega}{2} \text{Sen} \theta \right) \quad (4)$$

Para trabajar de forma general es necesario presentar la ecuación de Reynolds en forma adimensional y así facilitar los cálculos, usando las siguientes variables adimensionales:

$$z = \frac{L}{2} \bar{z}, \quad \bar{p} = \frac{p}{p_{dim}}, \quad p_{dim} = \mu \left(\frac{\omega}{2\pi} \right) \left(\frac{R}{Cr} \right)^2 \quad (5)$$

Se obtiene la ecuación de Reynolds adimensional considerando (5) para chumaceras cortas:

$$\frac{\partial}{\partial \theta} \left(h^3 \frac{\partial \bar{p}}{\partial \theta} \right) = -12\pi \left(\frac{L}{D} \right)^2 \varepsilon \text{Sen} \theta \quad (6)$$

$$-1 < \bar{z} < 1, \quad 0 \leq \theta \leq 2\pi, \quad \bar{p}(\bar{z} = \pm 1) = 0$$

Resolviendo (6) para \bar{p} , es posible calcular el campo de presión de una chumacera corta sin presurización, esta expresión se conoce como solución de Ocvirk (Michael 2001; Szeri 2005):

$$\bar{P}_{ocv} = -6\pi \left(\frac{L}{D} \right)^2 \frac{\varepsilon_{ocv} \text{Sen} \theta}{(1 + \varepsilon_{ocv} \cos \theta)^3} (1 - \bar{z}^2) \quad (7)$$

El subíndice Ocv de la presión y la excentricidad, indica que es el resultado de la solución de Ocvirk y está definida por (Michael 2001; Szeri 2005). En el gráfico 1 se muestra el campo de presión que se genera en una chumacera presurizada con una fuerza de presurización de $f_{pres} = 0$, esto quiere decir que no hay ninguna inyección de lubricante en la chumacera (7).

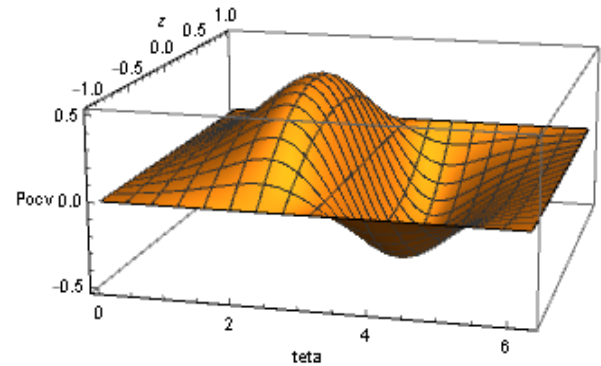


Gráfico 1 Campo de presión clásico (no presurizado)

Todos los gráficos mostrados en el presente artículo representan el campo de presión que se genera en una chumacera corta, cuando se inyecta aceite lubricante con diferente fuerza de presurización (f_{pres}), los picos que se generan en los gráficos representan la inyección de aceite lubricante en la chumacera.

Modelo matemático para la solución presurizada

La solución del modelo de presurización puntual presenta una puerta puntual, es diferente al caso clásico pues contiene funciones de Delta de Dirac: las cuales tiene que ser tratadas de manera diferente usando propiedades de la teoría de distribuciones (Schwartz 1950; Dryden 1958).

Entonces el modelo para el caso de puerto puntual que determina el campo de presión para una chumacera hidrodinámica presurizada (C.H.P) con un puerto de inyección de lubricante con ubicación (a, β) es (Nossov 2007), el modelo para el caso de puerto puntual de inyección viene dado por la ecuación (8):

$$\frac{\partial}{\partial \bar{z}} \left(h^3 \frac{\partial \bar{p}}{\partial \bar{z}} \right) = \left(\frac{L}{D} \right)^2 \bar{q}_{prt} \delta(\bar{z} - a) \delta[\theta - (\pi + \beta - \varphi)] \quad (8)$$

$$-1 < \bar{z} < 1, \quad 0 \leq \theta \leq 2\pi, \quad \bar{p}(\bar{z} = \pm 1) = 0, \quad p(\theta + 2\pi) = \bar{p}(\theta)$$

Se obtiene el campo de presión resultante para una posición arbitraria de inyección (a, β) (Ramirez y Nossov 2004), la solución de (8) para \bar{P}_{pres} es:

$$\bar{P}_{pres}(\bar{z}, \theta) = \left(\frac{L}{D}\right)^2 \bar{q}_{prt} \frac{\delta[\theta - (\pi + \beta - \varphi)]}{2(1 + \varepsilon \cos \theta)^3} (1 - a\bar{z} - |\bar{z} - a|) \quad (9)$$

Finalmente, para poder determinar el campo de presión de una Chumacera hidrodinámica presurizada se requiere sumar la parte sin presurización de aceite lubricante (caso clásico) ecuación (7) más la solución donde se inyecta aceite (caso presurizado), ecuación (9) Tomando en cuenta estas consideraciones se obtuvo la siguiente expresión en su forma adimensional:

$$\bar{P}_{ocv} + \bar{P}_{pres} = -6\pi \left(\frac{L}{D}\right)^2 \frac{\varepsilon_{ocv} \text{Sen}\theta}{(1 + \varepsilon_{ocv} \cos\theta)^3} (1 - \bar{z}^2) + \left(\frac{L}{D}\right)^2 \bar{q}_{prt} \frac{\delta[\theta - (\pi + \beta - \varphi)]}{2(1 + \varepsilon \cos\theta)^3} (1 - a\bar{z} - |\bar{z} - a|) \quad (10)$$

De acuerdo a la relación L/D se clasifica a las chumaceras como cortas, intermedias y largas. Una chumacera será corta si la longitud L es muy pequeña en comparación con su diámetro D (Szeri, 1998; Khonsari, M.M., Booser, E.R. 2001), se debe cumplir que:

$$L \ll D \quad (11)$$

En términos numéricos se considera corta si:

$$L/D \leq 1/4 \quad (12)$$

Las chumaceras cortas son ampliamente usadas en diversas máquinas, particularmente en máquinas automotrices.

Como puede verse, la ecuación (9) está definida en los términos de la función Delta de Dirac (Ramirez, 2007), por lo que no es posible graficar el campo de presión, sin embargo, si se utiliza una aproximación adecuada se puede encontrar un campo. La siguiente ecuación (13) muestra una aproximación de Delta de Dirac para el campo de (9).

$$\delta[\theta - (\pi + \beta - \varphi)] = \frac{\bar{n}}{\sqrt{\pi}} e^{-\bar{n}^2[\theta - (\pi + \beta - \varphi)]^2} \quad (13)$$

Notar que el término del lado derecho es la equivalencia del término del lado izquierdo el cual se sustituirá en la ecuación (9).

Es de importancia hacer mención que las simplificaciones de cada una de las ecuaciones vienen dadas por la teoría de chumaceras presurizadas (Ramirez, 2007).

En las figuras siguientes se muestran los campos de presión de una chumacera hidrodinámica presurizada resultantes. Empleando ecuación (10)-(12) y considerando (13) por medio del programa computacional Wolfram Mathematica 11, se graficó el campo de presión para una C.H.P, (inyección superior e inyección inferior) resultantes.

- Inyección superior ($\beta = 180^\circ$)
- Inyección inferior ($\beta = 0^\circ$)

Se graficó para diversos valores de número de Sommerfeld y de presurización.

Puerto de inyección superior, gráfico 2 y gráfico 3

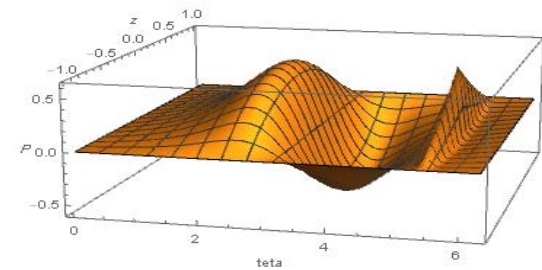


Gráfico 2 Campo de presión total aproximado (inyección superior) $\beta = 180^\circ$; $S = 2.30$; $\varepsilon = 0.4451$; $f_{pres} = 10$; $\varphi = 57.66^\circ$; $L/D = 1/4$.

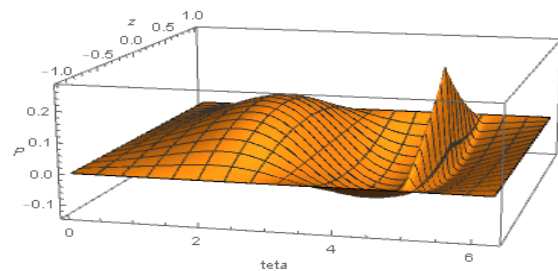


Gráfico 3 Campo de presión total aproximado (inyección superior) $\beta = 180^\circ$; $S = 8$; $\varepsilon = 0.1974$; $f_{pres} = 10$; $\varphi = 75.61^\circ$; $L/D = 1/4$

Puerto de inyección inferior, gráfico 4 y gráfico 5

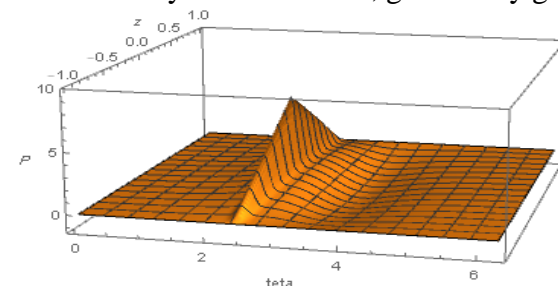


Gráfico 4 Campo de presión total aproximado (inyección inferior) $\beta = 0^\circ$; $S = 1.30$; $\varepsilon = 0.5259$; $f_{pres} = 5$; $\varphi = 51.78^\circ$; $L/D = 1/4$

VALDEZ-SIERRA, Jonnatan, RAMÍREZ-VARGAS, Ignacio, PALACIOS-PINEDA, Luis Manuel y VERA-CARDENAS, Edgar Ernesto. Nuevo modelo de inyección multipuerto en una chumacera corta. Campos de presión. Revista del Desarrollo Tecnológico. 2018.

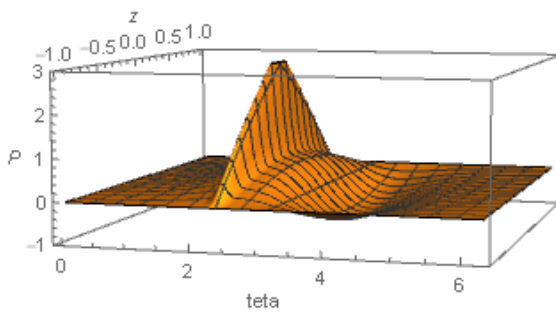


Gráfico 5 Campo de presión total aproximado (inyección inferior) $\beta=0^\circ$; $S=2$; $\varepsilon=0.4700$; $f_{pres}=5$; $\varphi=55.85^\circ$; $L/D=1/4$.

El pico representa el puerto de inyección del lubricante. Se sustituirán valores en la variable β los cuales son: 45° , 135° , 225° y 315° , en la fórmula (10), esto para analizar el comportamiento de la chumacera hidrodinámica en dichas posiciones.

Resultados

Al sustituir los valores mencionados se presentan los resultados computacionales gráficos, los cuales muestran los diferentes campos de presión que se generan en una chumacera hidrodinámica presurizada (C.H.P) inyectada en las posiciones antes mencionadas. Estos gráficos se obtuvieron empleando el programa computacional Wolfram Mathematica 11.

Caso 1

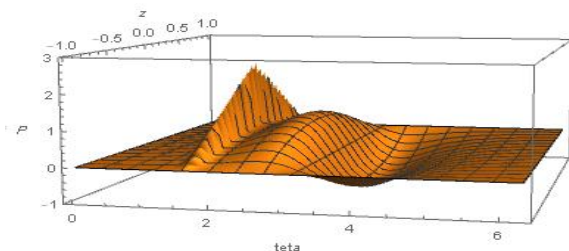


Gráfico 6 Campo de presión total aproximado (inyección a 45°) $\beta=\pi/4^\circ$; $S=1.50$; $\varepsilon=0.5309$; $f_{pres}=10$; $\varphi=51.41^\circ$; $L/D=1/4$

Caso 2

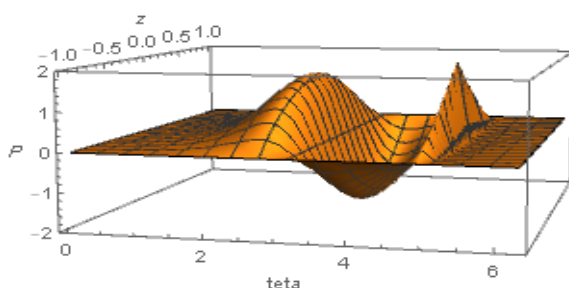


Gráfico 7 Campo de presión total aproximado (inyección a 135°) $\beta=3\pi/4^\circ$; $S=1$; $\varepsilon=0.6740$; $f_{pres}=10$; $\varphi=45.96^\circ$; $L/D=1/4$

Caso 3

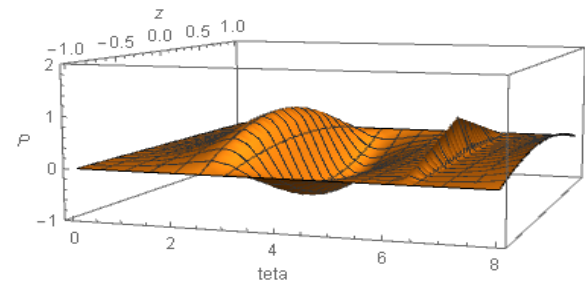


Gráfico 8 Campo de presión total aproximado (inyección a 225°) $\beta=5\pi/4^\circ$; $S=1.3$; $\varepsilon=0.5020$; $f_{pres}=10$; $\varphi=53.53^\circ$; $L/D=1/4$

Caso 4

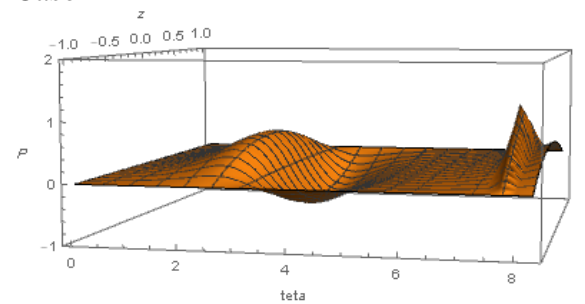


Gráfico 9 Campo de presión total aproximado (inyección a 315°) $\beta=7\pi/4^\circ$; $S=2.3$; $\varepsilon=0.4451$; $f_{pres}=10$; $\varphi=57.66^\circ$; $L/D=1/4$

Se utilizó la función generalizada Delta de Dirac (Nossov, R.V., Ramírez, V.I., Gómez Mancilla, J.C. 2004 y 2005); cuyas propiedades hacen una simplificación notable de los cálculos. Se presentaron los diferentes campos de presión que se generan en una chumacera hidrodinámica presurizada (C.H.P), para los diferentes puertos ($\pi/4$, $3\pi/4$, $5\pi/4$ y $7\pi/4$).

Para el caso $\beta=\pi/4^\circ$ (gráfico 6), el campo de presión es menor, incrementando el desplazamiento del rotor. Como se mencionó con anterioridad el pico representa el puerto de inyección de aceite lubricante, se observa que el pico en este caso es mayor a comparación con los puertos restantes, lo que significa que cuando se inyecta aceite lubricante en esta posición el sistema es inestable

Para el caso $\beta=5\pi/4^\circ$ (gráfico 8) el campo de presión aumenta debido a que se acumula mayor presión por lo que el pico disminuye, por tanto, si se desea atenuar las vibraciones usar el puerto de inyección $\beta=5\pi/4^\circ$, es lo más aconsejable, en esta posición el sistema es estable.

Para los casos restantes, ($\beta=3\pi/4^\circ$ y $\beta=7\pi/4^\circ$) gráficos 7 y 9 respectivamente el pico es semejante y mayor al caso $\beta=5\pi/4^\circ$ por lo que en estos casos el sistema también es inestable.

Agradecimiento

Quiero dar mi agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico para el desarrollo del proyecto, de igual manera mi agradecimiento a la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Pachuca por la ayuda brindada en el proyecto.

Conclusiones

La evidencia que se mostró anteriormente demuestra que los resultados obtenidos en los diferentes campos de presión indican que el mejor lugar para colocar el puerto de inyección es en $\beta=5\pi/4^\circ$ ya que el pico generado en esta posición es menor y considerando el giro anti horario ya que en esta posición se puede atenuar los niveles de vibración. Este resultado es conocido del estudio analítico de la simplificación de chumaceras cortas, por tal motivo muestra gran utilidad como predictor en el comportamiento de las mismas cuando existe presurización externa.

Referencias

Childs, Dara W. (1993). Turbomachinery rotordynamics: phenomena, modeling and analysis. John Wiley and Sons.

Dubois, G.B. y Ocvirk, F. (1953) "Analytical Derivation and Experimental evaluation of Short Bearing approximation for full Journal Bearing".

Dryden, H.L., Von Karman, T 1958. Advances in applied Mechanics. Vol. V. Academic Press Inc. United States, Ch.3-8, 471, pp.91-110.

Khonsari, M.M., Booser, E.R. (2001) "Applied Tribology: Bearing Design and Lubrication," John Wiley & Sons.

Nossoy, R.V., Gómez-Mancilla, J.C., Rivera, A.D.E., and Ramírez, V.I., 2009 Horizontal location of injection ports oil in short hybrid journal bearing. XI Congreso nacional de ingeniería electromecánica y de sistemas (CNIES).

Nossoy, R.V., Gómez-Mancilla, J.C., and Ramírez, V.I., 2007. Modelación analítica de una chumacera corta presurizada con puertos puntuales de inyección, posición estacionaria, coeficientes rotodinámicos y velocidad umbral. X Congreso y exposición latinoamericana de turbomaquinaria Veracruz, México.

Nossoy, R.V., Ramírez, V.I., Gómez Mancilla, J.C. (2004) "Modelos Matemáticos de Presurización de Lubricante en sistemas Rotatorios usando la función de Dirac". III. Congreso Internacional de Ingeniería Física. UAM Azcapotzalco, México D.F.

Nossoy, R.V., Ramírez, V.I., Gómez Mancilla, J.C. (2005) "Uso de Funciones Generalizadas Espaciales en Modelos Rotodinámicos Presurizados", 1º Congreso Internacional de Matemáticas Aplicadas, México, D.F.

Ocvirk, F. (1952) "Short Bearing Approximation for Full Journal Bearing".

Rivera-Arreola, D.E., Nossoy, R.V. (2010). Análisis de una chumacera corta híbrida con puertos de inyección ubicadas en un plano simétrico. XII Congreso Nacional de Ingeniería Electromecánica y de Sistemas (CNIES).

Ramírez, I., Nossoy, V. 2004. "Campos de presión de lubricante en chumacera híbrida presurizada con anillo y/o línea unidimensional de presurización" 8º Congreso Nacional de Ingeniería Electromecánica y de Sistemas IPN. México D.F.

Ramírez, V.I. (2007) "Teoría de chumaceras presurizadas con puertos puntuales. Caso de la chumacera corta".

Szeri. (1998) "Fluid Film Lubrication. Theory and Design" Cambridge University Press.

Szeri, A.Z., 2005. Fluid film lubrication, 2nd ed. Cambridge University Press, Ch. 1-11, 413, pp.37-460.

Schwartz, L. 1950, "Théorie des Distributions". Hermann., Cie, editeurs.

Estudio del desgaste por contacto bola-plano en la aleación de aluminio 6061

Wear study of the ball on flat contact in 6061 aluminum alloy

TORRES-SUAREZ, Francisco Emmanuel*†, MENDOZA-MENDOZA, Jesús Cornelio, VALDEZ-SIERRA, Jonnatan y VERA-CÁRDENAS, Edgar Ernesto

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Pachuca

ID 1^{er} Autor: *Francisco Emmanuel, Torres-Suarez* / **ORC ID:** 0000-0003-4779-5085, **Researcher ID Thomson:** P-4870-2018, **Mendeley:** francisco-emmanuel-torres-suarez

ID 1^{er} Coautor: *Jesús Cornelio, Mendoza-Mendoza* / **ORC ID:** 0000-0002-9506-4212, **Researcher ID Thomson:** P-4814-2018, **Mendeley:** jesus-cornelio-mendoza-mendoza

ID 2^{do} Coautor: *Jonnatan, Valdez-Sierra* / **ORC ID:** 0000-0001-5206-0863, **Researcher ID Thomson:** P-5354-2018, **Mendeley:** jonnatan-valdez-sierra

ID 3^{er} Coautor: *Edgar Ernesto, Vera-Cárdenas* / **ORC ID:** 0000-0002-9658-0008

Recibido: 15 de Septiembre, 2018; Aceptado 5 de Diciembre, 2018

Resumen

En este trabajo se estudió el desgaste por deslizamiento de la aleación de aluminio 6061 empleando técnicas experimentales, para posibles aplicaciones en componentes mecánicos de sistemas automotrices. Las pruebas experimentales se llevaron a cabo utilizando una máquina reciprocante de configuración bola sobre plano. Se realizaron pruebas en condiciones secas y lubricadas empleando un aceite SAE 40. La duración de las pruebas fue de 9000 ciclos a temperatura ambiente (20-23°C y 45%-50% de humedad relativa), a una frecuencia de 5 Hz, amplitud de deslizamiento de 3 mm y una carga normal de 1.96 N (0.75 GPa de presión de contacto). Antes de las pruebas de desgaste, se determinó la rugosidad y microdureza del aluminio. Se caracterizó el desgaste presentado por microscopía óptica y SEM. Se obtuvieron los coeficientes de fricción tanto en condiciones secas como lubricadas, observando una clara diferencia entre ambas condiciones. Finalmente se calcularon los volúmenes de desgaste por medio de perfilometría, obteniendo un promedio de la profundidad, longitud y ancho de la huella de desgaste. Los resultados muestran una clara reducción del coeficiente de fricción y tasas de desgaste en condiciones lubricadas, los mecanismos de desgaste observados principalmente fueron deformación plástica y abrasión de tres cuerpos.

Desgaste por deslizamiento, Aluminio, Lubricación

Citación: TORRES-SUAREZ, Francisco Emmanuel, MENDOZA-MENDOZA, Jesús Cornelio, VALDEZ-SIERRA, Jonnatan y VERA-CÁRDENAS, Edgar Ernesto. Estudio del desgaste por contacto bola-plano en la aleación de aluminio 6061. *Revista del Desarrollo Tecnológico*. 2018. 2-8: 7-13

Abstract

In this work the sliding wear of 6061 aluminum alloy was studied using experimental techniques, for possible applications in mechanical components of automotive systems. The experimental tests were carried out using a reciprocating machine with a ball-on-plane configuration. Tests were carried out in dry and lubricated conditions using a SAE 40 oil. The duration of the tests was 9000 cycles at room temperature (20-23 ° C and 45% -50% relative humidity), at a frequency of 5 Hz, Slip amplitude of 3 mm and normal load of 1.96 N (0.75 GPa of contact pressure). Before the wear tests, the roughness and microhardness of the aluminum were determined. The wear presented by optical microscopy and SEM was characterized. The coefficients of friction were obtained both in dry and lubricated conditions, observing a clear difference between the two. Finally, the wear volumes were calculated by means of profilometry, obtaining an average of the depth, length and width of the wear scar. The results show a clear reduction of the coefficient of friction and wear rates in lubricated conditions, the wear mechanisms observed mainly were plastic deformation and abrasion of three bodies.

Sliding wear, Aluminum, Lubrication

* Correspondencia al autor (correo electrónico: ing_torres91@outlook.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El uso del aluminio en la industria automotriz ha aumentado considerablemente durante la última década. Actualmente se manufacturan componentes de aluminio como pistones, carcasas de motores, ruedas, cajas de transmisión, sistemas de frenos anti-bloqueo, conjunto de suspensión, amortiguadores e intercambiadores de calor para los sistemas de climatización, radiadores, estructuras y carrocerías entre otros. Además, las aleaciones de aluminio 6061 se utilizan cada vez más debido a la buena resistencia a la corrosión, alta capacidad de amortiguación, baja densidad y buena conductividad eléctrica y térmica. (Himanshu, K.K.S., & Sandeep, 2014).

El uso del aluminio tiene grandes ventajas medioambientales, tales como: la ligereza del material supone una reducción del peso del vehículo de hasta un 30% lo que se traduce en un ahorro de combustible. En términos de su capacidad de reciclaje más del 95% del aluminio contenido en los automóviles es recuperado y reciclado (Rohatgi, 1991).

Las aleaciones de aluminio tienen propiedades mecánicas que pueden ser modificadas en cuanto a su microestructura y dureza, haciéndolas resistentes al desgaste por deslizamiento para fabricar entre otros, cilindros para frenos y especialmente pistones (Hutchings, 1992).

En el área de contacto de componentes automotrices se presentan esfuerzos debido al trabajo por deslizamiento y por la temperatura, afectando la vida útil de los motores y mecanismos. Es crítico mantener la integridad de estos componentes para asegurar la reducción de emisiones contaminantes y su impacto en la economía. Para lograr esto, se deben utilizar los materiales adecuados junto con sistemas de lubricación para contrarrestar el desgaste por deslizamiento (Ishizuki, Sato, & Takase, 1981; Haddad, 1995).

Entre los componentes internos más importantes de un motor es el pistón, el cual actualmente es fabricado de aleaciones de aluminio debido a su bajo peso, bajo costo y resistencia aceptable. Sin embargo, pueden estar presente otros elementos en pequeñas cantidades, como el silicio.

Los pistones hipereutécticos son más resistentes que las aleaciones comunes de aluminio y se usan para aplicaciones de alto rendimiento. Aunque son menos resistentes que los pistones forjados, pero son más económicos (Mattson, 1995; Tain, 1997).

El objetivo de este trabajo es realizar el estudio de desgaste por deslizamiento en condiciones secas y lubricadas de la aleación de aluminio 6061, la cual es utilizada en la manufactura de algunos componentes mecánicos y partes de motores de combustión interna.

Metodología experimental

I. Elaboración de probetas

Se elaboraron 4 probetas de aluminio 6061 de un redondo con un diámetro de 5/8 de pulgada, estas se cortaron a un espesor de 5 mm con un disco de corte de metal, como se muestra en la figura 1.



Figura 1 Corte de probetas de aluminio

El acabado de la superficie del material fue de tipo espejo, para obtener este acabado se utilizó una pulidora Metallographic Lapping / Polishing Machine UNIPOL-820 como se muestra en la figura 2.



Figura 2 Pulidora UNIPOL-820

El pulido se realizó con una lija de agua de 600 para comenzar a remover las rebabas de la superficie, posteriormente se usó una lija del número 800 para comenzar a darle un acabado uniforme, por último, se utilizó una lija de 1200 para obtener un acabado liso y brillante. Las probetas son las que se muestran en la figura 3.



Figura 3 Acabado superficial de probetas de aluminio 6061

II. Rugosidad

La rugosidad de la superficie de las probetas se determinó con un rugosímetro Mitutoyo SJ-400 como se muestra en la figura 4, para calcular el valor promedio de la rugosidad se midieron 10 puntos diferentes, los parámetros empleados para la medida de la rugosidad fue la rugosidad media Ra y la profundidad de la rugosidad Rz.

III. Dureza

La dureza del aluminio 6061 se determinó con un micro durómetro vickers hardness tester como se muestra en la figura 5, para determinar la dureza promedio se midieron 10 puntos diferentes, aplicando una carga de 50 g en el material. Los valores promedio de rugosidad y dureza de los materiales son los que se muestran en la tabla 1.



Figura 4 Medición de rugosidad

Material	Aluminio 6061
Micro dureza (Vickers)	113.807
Rugosidad Ra (µm)	0.239

Tabla 1 Propiedades del material (valores Promedio)

IV. Pruebas de desgaste por contacto bola sobre plano

Se utilizó un maquina reciprocante para llevar a cabo pruebas de desgaste por contacto de bola sobre plano. El pin es sujetado con un prisionero en el brazo alternativo y las probetas circulares son sujetadas en una base cuadrada. La máquina reciprocante es controlada por un generador de funciones. Las mediciones de fricción se determinaron a través de un modelo de celda de carga SM-50N, con una capacidad de 50 N y una potencia nominal de 3 mV/V.

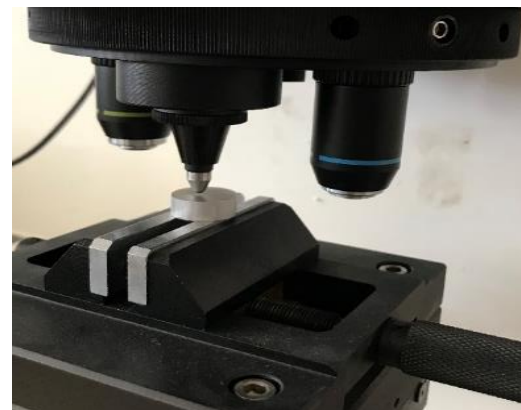


Figura 5 Medición de micro dureza Vickers

Las condiciones de prueba que se utilizaron para el desgaste por contacto bola-plano, para condiciones secas y lubricadas en el Aluminio 6061, fue una carga de 5 N, una velocidad de 200 rpm, un tiempo de 15 min y aceite SAE 40 para las condiciones lubricadas. En la figura 6 se muestra la máquina tribológica reciprocante.

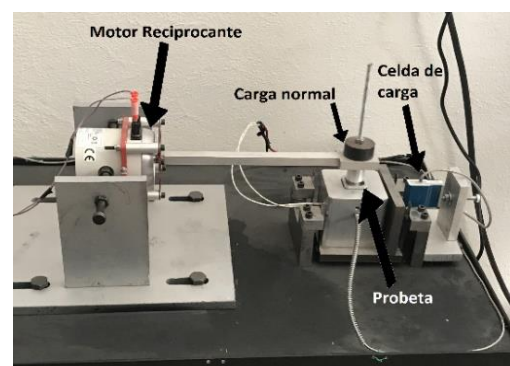


Figura 6 Máquina tribológica reciprocante

Resultados y discusión

I. Coeficiente de fricción (cf)

Por medio del software “Data Studio” conectado a la celda de carga se toman mediciones cada 0.1 s de la fuerza de fricción.

Al final de los 15 min de la prueba se tienen 9 000 datos puntuales. En la figura 7 se pueden ver las gráficas del cf para las pruebas realizadas en condiciones secas.

A pesar de contar con un comportamiento distinto en ambas pruebas, el valor máximo del cf en la prueba 1 es de 0.69 y el mínimo de 0.45, mientras que en la prueba 2 el máximo es de 0.74 y el mínimo de 0.49. El cf, sin embargo, será el promedio de todos los valores puntuales, el cual en el caso de la prueba 1 es de 0.538 mientras que en la prueba 2 es de 0.574, y es por tanto que el cf del aluminio 6061 en contacto bola-plano con un pin de acero AISI 4140 en condiciones secas se determina como 0.556.

El mismo análisis es realizado en las pruebas lubricadas, en la figura 8 se observa el comportamiento de las dos pruebas realizadas.

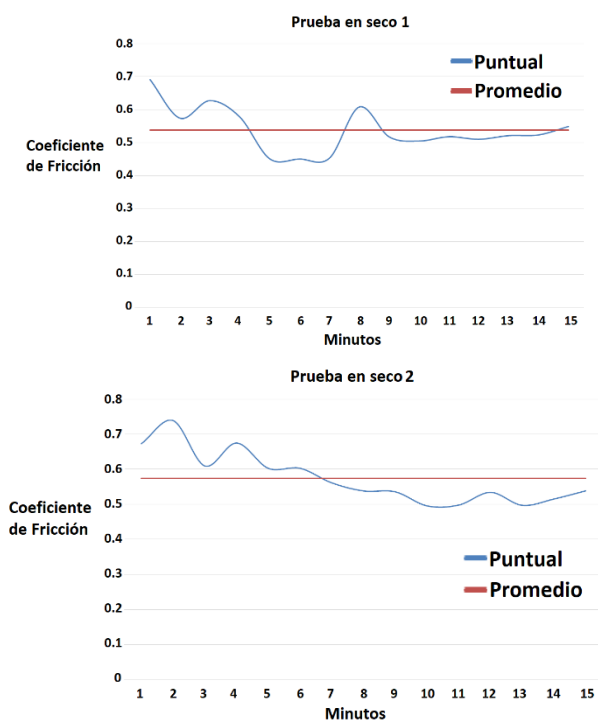


Figura 7 Coeficiente de fricción en pruebas en seco

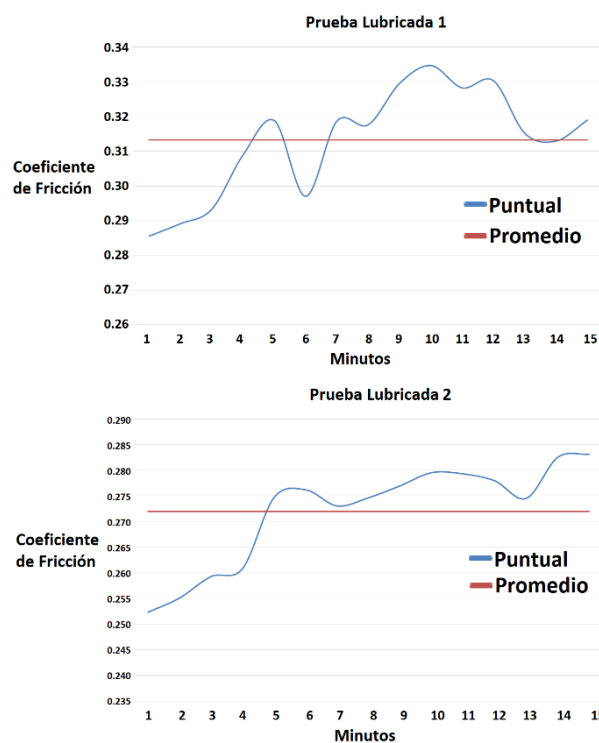


Figura 8 Coeficiente de fricción en pruebas lubricadas

Los valores de la prueba 1 van de 0.286 a 0.334 con un promedio de 0.313 mientras que los de la prueba 2 van de 0.252 a 0.283 con un promedio de 0.272, y es por tanto que el cf del aluminio 6061 en contacto bola-plano con un pin de acero AISI 4140 en condiciones lubricadas se determina como 0.2925. El cf en condiciones lubricadas es 47.4% menor que en condiciones secas, gracias al lubricante el cf bajó casi a la mitad.

II. Perfilometría

Las huellas de desgaste que se generaron en la superficie del aluminio 6061 en pruebas de deslizamiento en seco son las que se muestran en la figura 9, y en la figura 10 se muestran las huellas de desgaste en la superficie del aluminio 6061 en pruebas de deslizamiento lubricadas.

Con un perfilometro Mitutoyo SJ-400 se determinaron los perfiles longitudinales de las huellas de desgaste en las probetas de aluminio 6061, sometidas a desgaste por contacto bola plano en condiciones secas y lubricadas, los cuales se muestran en la figura 11 y 12.



Figura 9 Huellas de desgaste en condiciones secas



Figura 10 Huellas de desgaste en condiciones lubricadas

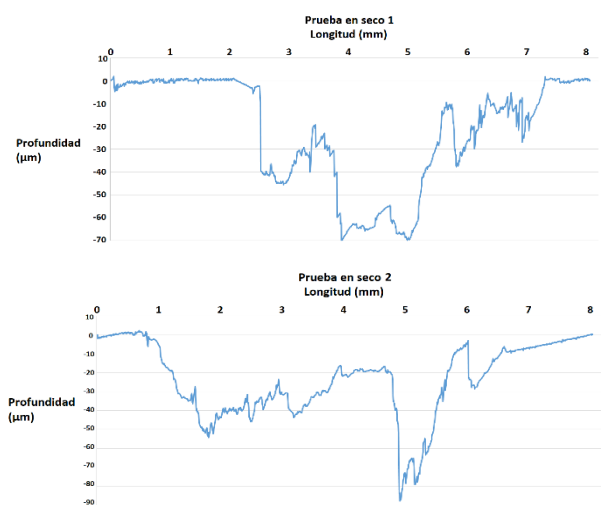


Figura 11 Perfilometría aluminio 6061 condiciones secas

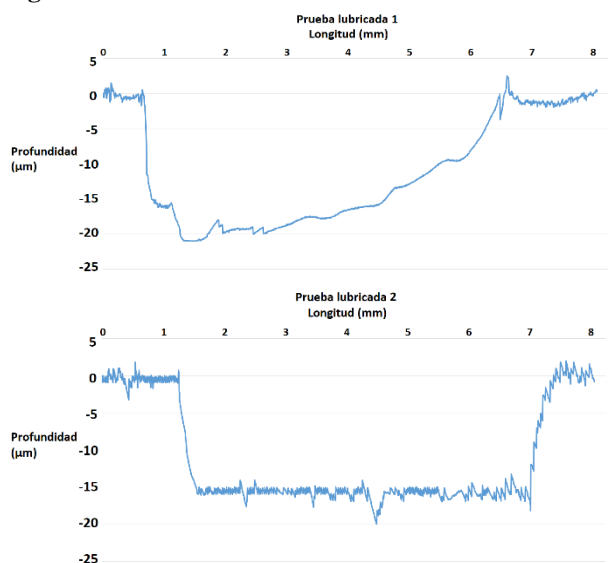


Figura 12 Perfilometría aluminio 6061 condiciones lubricadas

En la figura 11 se puede apreciar la profundidad de huella de 70 μm en la prueba 1 y de 88 μm en la prueba 2 ambas realizadas en condiciones secas, mientras en la figura 12 se aprecia una profundidad máxima de huella de 21 μm realizadas en condiciones lubricadas. Esto representa un aumento de profundidad de huella de hasta 233% si no se usa lubricación.

III. Microscopía

En la figura 13 se puede observar la microscopía de las diferentes formas de desgaste presentes en las probetas de aluminio 6061 bajo condiciones secas, se observan múltiples zonas de arranque de material, picaduras, ralladuras, grietas y fracturas.

En la figura 14 se muestra la microscopía de las huellas de desgaste bajo condiciones lubricadas, la huella de desgaste es altamente uniforme y solo presenta pequeñas ralladuras.

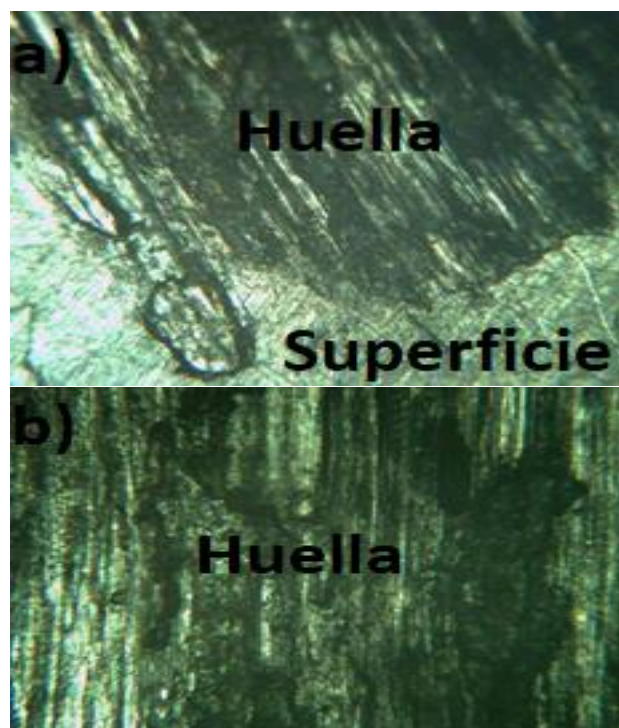


Figura 13 Microscopía de Aluminio 6061 en contacto bola-plano en condiciones secas, a) Inicio de huella de desgaste, b) Huella de desgaste en zona media

En la figura 15 se muestra la microscopía del pin, se observa la manera en que se comportó el material, este no presenta desgaste significativo, únicamente obtuvo adherencia de aluminio.

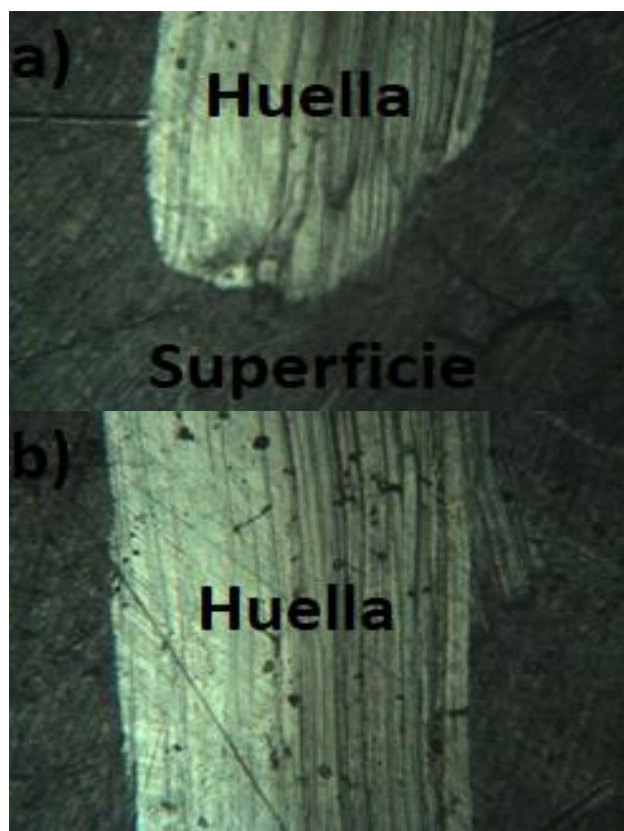


Figura 14 Microscopia de Aluminio 6061 en contacto bola-plano en condiciones Lubricadas, a) Inicio de huella de desgaste, b) Huella de desgaste en zona media.

IV. Tasa de desgaste

Para obtener la tasa de desgaste en primer lugar se debe encontrar el volumen de desgaste, este se obtiene mediante la ecuación (1), mostrada a continuación.

$$V_d = \left(R^2 \cos^{-1} \left(\frac{R-d}{R} \right) - (R-d) \sqrt{2Rd - d^2} \right) (l - 2r) \quad (1)$$

Donde d , l y r se muestran en la figura 16, y R es el radio del pin con el que se realizaron las pruebas, que en este caso es de 3.175 mm. Los datos obtenidos de las huellas se muestran en la tabla 2, se considera el promedio de varias mediciones tomadas.



Figura 15 Microscopia de PIN (Acero AISI 4140), desgaste por contacto bola-plano, a) centro del pin, b) extremo del pin

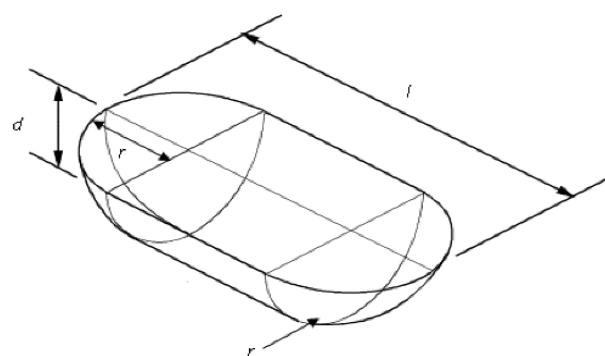


Figura 16 Dimensiones de huella para volumen de desgaste (Green, 2006)

	Huellas de desgaste		
	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (µm)
Probeta 1 Seco Promedio	5.531	2.049	62.587
Probeta 2 Seco Promedio	5.386	2.785	69.927
Probeta 1 Lubricada Promedio	5.831	1.205	15.292
Probeta 2 Lubricada Promedio	5.168	1.124	19.912

Tabla 2 Medidas de huellas de desgaste

Con base en los datos de la tabla 2 se generan los datos de la tabla 3 para finalmente introducirlos en la ecuación (1) y encontrar el volumen de desgaste para ambas condiciones, en seco y con lubricación.

	l (mm)	r (mm)	d (µm)
Seco	5.459	1.209	66.2572
Lubricado	5.5	0.582	17.6022

Tabla 3 Medidas promedio de huellas de desgaste

Reemplazando valores se tiene un volumen de desgaste en condiciones secas de 0.17374 mm^3 y de 0.03399 mm^3 para condiciones lubricadas. Claramente es mucho mayor el desgaste en condiciones secas, siendo 411.15% mayor. Y finalmente la tasa de desgaste se determina mediante la ecuación (2).

$$T_d = \frac{V_d}{F_n s} \quad (1)$$

Donde F_n es la fuerza normal aplicada y s es la distancia total recorrida, esta es a su vez la amplitud de la huella multiplicado por 2 y por el número de ciclos. En este caso los ciclos fueron 3000 y la amplitud de huella es la que se encuentra como 1 en la tabla 3. Por tanto, la tasa de desgaste en condiciones secas es de $10.6088 \times 10^{-7} \frac{\text{mm}^3}{\text{Nmm}}$ y para condiciones lubricadas de $2.06 \times 10^{-7} \frac{\text{mm}^3}{\text{Nmm}}$, respecto de tasa de desgaste las condiciones secas son 414.99% más altas que las condiciones lubricadas. En la figura 17 se aprecia esta comparación.

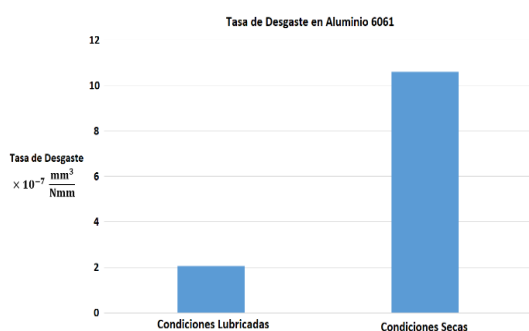


Figura 17 Grafica comparativa de la tasa de desgaste entre condiciones secas y lubricadas

Conclusiones

De acuerdo con los estudios de coeficiente de fricción y el comportamiento de desgaste realizadas a probetas de aluminio 6061 probadas en condiciones secas y en condiciones donde hay aceite lubricante SAE 40, junto con un análisis de las huellas de desgaste utilizando microscopia óptica, las conclusiones son las siguientes:

- Se presentaron cambios en el cf para las probetas de aluminio 6061 en contacto con un pin bola-plano de acero AISI 4140, en condiciones secas el cf es de 0.556, mientras que en condiciones donde hay lubricante de por medio el cf es menor con un 0.2925, la película de aceite lubricante es la causa de que el cf sea menor comparado a las condiciones secas.

- El compartimiento de las tasas de desgaste en las probetas en condiciones secas es mayor en comparación a las probetas que tienen lubricación.

Referencias

- Green, D., Lewis, R., & Dwyer-Joyce, R. (2006). The Wear Effects And Mechanisms of Soot Contaminated Automotive Lubricants. *Journal of Tribology*, Copy of paper "In-Press" with IMechE, Part J.
- Haddad, S. D. (1995). Theoretical Treatment of Piston Motion in I. C. Piston Engine for The Prediction of Piston Slap Excitation. *Mech. Mach. Theory*, 30(2), 253-269.
- Himanshu, K., K.K.S., M., & Sandeep, K. (2014). A Review on Mechanical and Tribological Behaviors of Stir Cast Aluminum Matrix Composites. *Procedia Materials Science*, 6, 1951-1960.
- Hutchings, I. M. (1992). *Tribology: friction and wear of engineering materials*. Great Britain: Edward Arnold.
- Ishizuki, Y., Sato, F., & Takase, K. (1981). Effect of Cylinder Liner Wear on Oil Consumption in Heavy Duty Diesel Engines. *SAE Technical Paper 810931*.
- Mattson, C. (1995). Measurement of the Oil Film Thickness Between the Cylinder Liner and the Piston Rings in a Heavy duty Directly Injected Diesel Engine. *SAE paper 952469*.
- Rohatgi, P. (1991). Cast aluminum-matrix composites for automotive applications. *J. Met.*, 43, 10-15.
- Tain, T. (1997). Modeling the Performance of the Piston Ring-Pack in Internal Combustion Engines (Ph.D. Thesis, MIT).

Metodología de diseño de una línea de producción para un sistema riego y captación de agua

Methodology of design of a production line for an irrigation and water harvesting system

ARELLANO-BRIONES, Olimpia*†, FERNÁNDEZ-GARCÍA, Luis, RODRÍGUEZ-LARKINS, Edilberto y PUGA-ROMERO, Janeth

Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico. de Altamira, Universidad Tecnológica de Altamira

ID 1^{er} Coautor: Luis, Fernández-García / ORC ID: 0000-0002-6174-765

Recibido: 22 de Septiembre, 2018; Aceptado 25 de Noviembre, 2018

Resumen

El Tecnológico Nacional de México, en su plantel del Instituto Tecnológico de Altamira (ITA) está ubicado en una región de clima cálido-húmedo donde la mayor parte del año se tiene temperaturas elevadas que causa la necesidad de un abastecimiento de agua diario a la vegetación. El ITA en su oferta educativa cuenta con las carreras de Ingeniería en Agronomía y Licenciatura en Biología que requieren el uso de viveros e invernaderos para la práctica profesional. Para esto se propone la construcción de un sistema de captación y de riego que permite usar el agua presente en la bruma y la niebla. Este diseño será elaborado a partir de la malla plástica o placas perforadas de interceptado de niebla, siendo distribuida el agua recolectada bajo material reciclable. Este estudio muestra la metodología de desarrollo de la línea de producción de dicho sistema. Mostrando desde la recolección de materia prima, localización de la instalación y descripción y características de los procesos. La idea fundamental es hacer procesos de desarrollo de manera sustentable. Además, como efectos colaterales, se promueve el uso mesurado y responsable de los recursos naturales.

Sistema de riego, Metodología, Producción

Abstract

The National Technology of Mexico, at the campus, of Altamira Technological Institute of (ITA) is located in a region of hot-humid climate where most of the year there are high temperatures that cause the need for a daily water supply to the vegetation. The ITA in the educative offer has Engineering in Agronomy and Bachelor's degrees in Biology that require the use of nurseries in the green houses for professional practice. For this purpose, the construction of a catchment and irrigation system that allows using water present in the mist and fog is proposed. This design will be elaborated from the plastic mesh or perforated plates of fog intercepted being distributed the collected water under recyclable material. This study shows the methodology of development of the production line of said system. Showing from the collection of raw material, location of the installation and description and characteristics of the processes. The fundamental idea is to make development processes in a sustainable way. In addition, as collateral effects, the measured and responsible use of natural resources is promoted.

Irrigation system, Methodology, Production

Cita: ARELLANO-BRIONES, Olimpia, FERNÁNDEZ-GARCÍA, Luis, RODRÍGUEZ-LARKINS, Edilberto y PUGA-ROMERO, Janeth. Metodología de diseño una línea de producción para un sistema riego y captación de agua. Revista del Desarrollo Tecnológico. 2018. 2-8: 14-18

* Correspondencia del Autor (correo electrónico: ing_altamira@tecnm.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La región donde está ubicado el ITA es de clima cálido-húmedo, la mayor parte del año se tiene temperaturas elevadas, además existe una problemática con el abastecimiento de agua diario a la vegetación. Para esto se desarrolla el diseño de un sistema de captación y riego que permita captar el agua presente en la bruma y la niebla en temporada de elevadas temperaturas para poder proporcionar al invernadero el suministro de agua, ya que es de suma importancia para los cultivos dentro de la institución. Este diseño será elaborado a partir de la malla plástica o placas pre perforadas de interceptado de niebla.

En esta investigación se proponen los puntos de interés para establecer un proceso metodológico para este proyecto y así tener la mayor eficacia del sistema. Se enfatiza en soporteria, canales de riego y construcción de la malla.

Descripción del método

Los puntos a que se tomaron en cuenta para el desarrollo de una línea de producción para un sistema de riego y captación de agua fueron con las siguientes consideraciones:

- El área a utilizar para la construcción deberá ser en las Instalaciones del Instituto.
- Se deberá establecer un diseño de línea acorde a las necesidades y conforme a los recursos humanos, económicos y materiales con que cuenta el instituto.
- Los recursos humanos serán los alumnos propios del Instituto.

La línea de producción a escala considera el diseño de la instalación, la fabricación de soportes y almacenaje, confección y armado de la malla y techado.

Diseño de instalación

El diseño de instalaciones de manufactura se refiere a la organización de las instalaciones físicas de la compañía con el fin de promover el uso eficiente de sus recursos, como personal, equipo, materiales y energía.

El diseño de instalaciones incluye la ubicación de la planta y el diseño del inmueble, la distribución de la planta y el manejo de materiales (Konz, 1992).

La fórmula de reducción de costos es valiosa cuando se trabaja en el diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales (Fred E. Meyers, 2006).

De acuerdo a Vallhonrat (1991), la localización de una instalación se refiere a determinar el mejor emplazamiento posible para una instalación que se ha de relacionar con otras instalaciones preexistentes. La naturaleza de la instalación puede ser muy variada.

Soportes y almacenaje

Según Romero (2017) establece que el principal material estructural utilizado en invernaderos, el acero, tiene dos inconvenientes serios para poder ser usado por los productores señalados, estos son: 1) su precio, el cual ha alcanzado máximos históricos en los últimos años y representa 80% de la inversión total de un invernadero; y 2) ambiental, se estima que por cada tonelada de acero producido se emite a la atmósfera en promedio 1.7 toneladas de CO₂, el cual es uno de los principales gases de invernadero. Además, a la industria del hierro y del acero se le atribuye ser responsable de 4 a 5% del total de las emisiones mundiales de CO₂.

Por tal motivo se propone material obtenido de la región de Altamira Tamaulipas para la producción y desarrollo del proyecto como lianas y carrizo.

El lugar de almacenaje de este material será en un área de depósito construido a base de madera, que tendrá una dimensión de acuerdo a las medidas del carrizo, el cual será sobre el nivel del suelo para evitar el contacto con humedad y el deterioro del material

Características de la malla sombra

Fabricada con monofilamento de polietileno 100% virgen, de alta densidad.

A diferencia de otras mallas fabricadas con hilo plano cinta de tipo rafia, nuestra malla es de tejido plano, con hilo redondo de calibre 12 (milésimas de pulgada).

Es más resistente, trabaja a tensión, no se decolora ni se desgarran lo que nos permite garantizarla por cinco años contra defectos de fabricación, en condiciones normales de manejo e instalación.

La malla es un complemento necesario en todo tipo de invernaderos, ayuda a controlar diferentes condiciones dentro del mismo, siendo la principal la intensidad de luz.

Colocando apropiadamente la malla, se puede reducir la temperatura y se pueden observar diferentes resultados (Airplastic):

- Suspendida sobre la cubierta colocando una doble malla para lograr diferentes intensidades de luz.
- Debajo del techo del invernadero, facilitando el manejo de esta en el montaje y desmontaje.
- Como cortinas laterales.
- Suspendida sobre la cubierta del invernadero, etc.
- El uso y adecuada colocación y manejo de la malla ofrece otras ventajas, desde la duración, ahorro en agua control de insectos, conservación de la humedad, etc.
- La malla puede ser confeccionada de acuerdo a la forma en que será instalada, con bias bastilla, cinchos, ojillos, etc.

Metodología

Se puede establecer los siguientes puntos como primarios para el desarrollo y construcción de la línea de producción:

- Localización de la Instalación
- Manejo de materiales
- Distribución física de la planta

En lo referente a la manufactura de la malla (Sule, 2002) marca como etapas las siguientes:

- Primera etapa: corte. Cortar los hilos de polietileno a la medida del invernadero.
- Segunda etapa: unión y tejido.

Se tiene que definir el porcentaje de sombra que tendrá al vivero o invernadero en el interior.

En el caso particular de estableció que será con un 50% de sombra al interior de la instalación mejorando el crecimiento y evitando que los suelos no se desequen (Djevic, 2009). Se debe tomar en cuenta que el clima del Puerto de Altamira tiene un clima subtropical húmedo con una temperatura al año de un promedio de 24.4°C, llegando a más de 30°C durante el verano promedio y acercándose a los 10°C durante el invierno promedio.

Por lo tanto para diseño del Vivero debe considerarse las siguientes características (Hans, 1998):

- Fácil acceso.
- Que exista disponibilidad de agua en forma permanente y de buena calidad. Con el fin de aplicar riegos suplementarios a las plantas.
- Que se encuentre protegido de los vientos y el ingreso de animales. Es conveniente cercar el área con mallas o cercas de alambre de púa.
- Que no sea una zona susceptible de inundaciones.
- Que el suelo no esté contaminado, se debe evitar la instalación de los invernaderos cerca de letrinas o pozos sépticos.
- Con buena aireación pero protegida de vientos fuertes, usando rompe vientos o cercas vivas.

Las mallas serán cocidas con monofilamento de polietileno de alta densidad. Se debe considerar también:

- La medición en características del producto
- Contenido de mano de obra
- Tiempo del vida de los materiales

En la última estación se deberán probar los cocidos de la malla mediante pruebas de estiramiento. Se debe considerar no exceder la resistencia del material según lo indique el proveedor.

Resultados

La recepción de material se propone como se muestra en la Figura 1.



Figura 1 Diagrama de flujo para recepción de material

Los postes de soporte llevarán argollas soldadas de 2.0 pulgadas de diámetro en la parte donde se colocará la malla, las argollas servirán para sujetar la malla al poste. Se propone hacer pruebas con distintas cantidades de argollas 15, 13, 11, 10, 8, etc. a los postes. Esto dependerá del diseño del techado y tamaño. El diseño del techado (malla recolectora) consistirá en:

1. Sacar medidas dependiendo el tipo de diseño que se implantará ancho y largo dejando cierta tolerancia del alero para la caída del agua.
2. Hacer un análisis de cada diseño (de un agua, de dos aguas y tipo losa) para maximizar el mejoramiento del vivero y evitar trasminarse lo menos posible el agua en tiempos de lluvia.
3. Llevarlo a cabo la realización del este mismo con los materiales ya antes mencionados, el carrizo que servirá como soporte y las lianas para el amarre para que no quede muy separado el carrizo.

Los de canales distribución de agua serán con botes de aluminio. Se va a utilizar una arcilla fabricada en el mismo Instituto para lograr la unión y evitar filtraciones.

Conclusiones

Cada día en más regiones del mundo el agua se convierte en un recurso escaso y costoso, por lo que en la agricultura el mayor consumidor de agua se deben tomar medidas para hacer un uso más eficiente del agua.

Generalmente en la agricultura se tienen altos consumos causados por la sobreirrigación, lo cual no sólo genera un desperdicio, sino que también, debido a los agroquímicos disueltos, provoca la contaminación de corrientes de agua superficial y subterránea y en algunas zonas el ensalitramiento de los suelos. Un conocimiento de las necesidades de agua de los cultivos no sólo permite un mejor desarrollo para lograr una mayor producción y mejor calidad de las cosechas sino que contribuye también a ahorrar considerables volúmenes de agua (Castro Popoca, 2008).

Bajo lo anterior es que se propuso este estudio, dando así el conocimiento correcto del diseño de la instalación, el establecimiento de los puntos a seguir en la manufactura de los elementos del sistema de captación que corresponde al techado con mallasombra recolectora, soportería y ductos de distribución se tendrán resultados eficientes.

Como actividad paralela se promueve una filosofía de sustentabilidad al usar materiales de bajo costo y apoyo al reúso de los recursos. Se quedó como estudios futuros el diseño físico de la planta la cual estará determinada conforme se autorice el espacio y se dimensione de manera adecuada.

Referencias

- Djevic, M. y Dimitrijevic, A. 2009. Energy consumption for different greenhouse constructions. Elsevier. Energy. 34:1325–1331.
- Hans, J. T. 1998. Energy saving potential of greenhouse climate control. Mathematics and Computers in Simulation. Elsevier. 48:93-101 pp.
- Konz, Stephan. Diseño de Instalaciones Industriales, México: Editorial Limusa Noriega editores. 1992.
- Sule, D. R. Instalaciones de Manufactura: Localización, planeación y diseño México: Editorial Thomson. 2002.
- Fred E. Meyers, M. P. (2006). Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. México: Pearson Educación.

Romero Méndez, M., & Rodríguez Ortiz, J., & Lara Compeán, I., & Betancourt Urbina, M., & Alcalá Jáuregui, J., & Villarreal Guerrero, F., & Cárdenas Martínez, Á. (2017). Prototipo de invernadero con estructura de bambú: selección de materiales, diseño e impacto ambiental. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8 (5), 1059-1072.

Josep María Vallhonrat Bou, A. C. (1991). *Localización, distribución en planta y manutención*. Barcelona: Marcombo. Airplastic. (s.f.). Arpiplastic. Recuperado el Enero de 2018, de <http://www.arpiplastic.com.mx>

Castro Popoca, M., & Águila Marín, F., & Quevedo Nolasco, A., & Kleisinger, S., & Tijerina Chávez, L., & Mejía Sáenz, E. (2008). Sistema de riego automatizado en tiempo real con balance hídrico, medición de humedad del suelo y lisímetro. *Agricultura Técnica en México*, 34 (4), 459-470.

Dispositivo electrónico y la app inventor como ayuda a la discapacidad visual

Electronic device and the inventor app as a help to visual disability

VIVALDO-VICUÑA, Araceli*†, SANCHEZ-TIZAPANTZI, Pedro y CALDERON-GARCIA, Gustavo

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan (ITSSMT) C.P. 74120 Puebla, Pue.

ID 1^{er} Autor: *Araceli, Vivaldo-Vicuña* / ORC ID: 0000-0003-1187-7660, Researcher ID Thomson: Q-1978-2018, CVU CONACYT ID: 949473

ID 1^{er} Coautor: *Pedro, Sanchez-Tizapantzi* / ORC ID: 0000-0001-5861-4724, Researcher ID Thomson: P-6723-2018

ID 2^{do} Coautor: *Gustavo, Calderon-García* / ORC ID: 0000-0002-0670-3108

Recibido: 18 de Septiembre, 2018; Aceptado: 4 de Diciembre, 2018

Resumen

En este trabajo se presenta la conexión para poder enviar información vía bluetooth haciendo uso del HC05 y usando un editor de bloques de la plataforma app inventor para poder enviar información captada por un sensor sónico HC-SR04 que actúa al detectar obstáculos a diferentes distancias, y dicha información es enviada al dispositivo móvil con el cual se realice la conexión. Se diseñó una aplicación basada en ANDROID cuyas versiones son funcionales a partir de la versión 2.0, dentro de esta aplicación incluye las ayudas propias para las personas a las cuales va dirigido como el uso de sonidos para que el usuario se pueda conectar sin problemas al sensor sónico mediante el bluetooth. Este sensor HC-SR04 es utilizado junto a un microcontrolador 16F877 y 18F2550 que fue programado en lenguaje C++ y se registran tres medidas diferentes, 1 metro, 50 cm y 29 cm. Este proyecto ayudara a mejorar la calidad de vida de las personas con problemas visuales.

App Inventor, Sensor sónico, Microcontroladores

Abstract

This work presents the connection to send information via bluetooth using HC05 and using a block editor of the app inventor platform to send information captured by a sonic sensor HC-SR04 that acts to detect obstacles at different distances, and said information is sent to the mobile device with which the connection is made. An application based on ANDROID was designed whose versions are functional as of version 2.0, within this application it includes the own aids for the people to whom it is directed as the use of sounds so that the user can connect without problems to the sensor Sonic using bluetooth. This HC-SR04 sensor is used together with a microcontroller 16F877 and 18F2550 that was programmed in C ++ language and three different measurements are recorded, 1 meter, 50 cm and 29 cm. This project will help improve the quality of life of people with visual problems

App Inventor, Sonic Sensor, Microcontrollers

Citación: VIVALDO-VICUÑA, Araceli, SANCHEZ-TIZAPANTZI, Pedro y CALDERON-GARCIA, Gustavo. Dispositivo electrónico y la app inventor como ayuda a la discapacidad visual. Revista del Desarrollo Tecnológico. 2018. 2-8: 19-25

* Correspondencia al autor (correo electrónico: aracelivivaldo@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El siguiente trabajo tiene como objetivo presentar un dispositivo electrónico como ayuda a la discapacidad visual utilizando un dispositivo móvil como receptor de la información.

Para poder enviar la información se requiere de un emisor Bluetooth y se utiliza el HC05, dicha información es recibida por el editor de bloques MIT app Inventor (Instituto tecnológico de Massachusetts).

En la parte electrónica se utiliza el microcontrolador 18F2550 con una programación en lenguaje en C++ y se usa el sensor sónico que tiene distancias de detección en el programa de 50 cm a 2 metros.

De acuerdo con el estudio de la técnica del arte, existe un dispositivo basado en sonidos acústicos y es complementario al bastón para el desplazamiento de las personas no videntes con una versatilidad en su forma de uso. (Lengua Ismael, Dunai Larisa, 2013)

La hipótesis se genera debido a los datos presentados en INEGI de la gran población con problemas de discapacidad visual; Por lo cual es posible a generar un dispositivo de ayuda para poder detectar obstáculos y dar confianza y movilidad a personas que porten este dispositivo, que enviara información al teléfono móvil.

Desarrollo

Estructuración de la problemática

Para iniciar se planteó como punto de partida el crear un programa que fuera capaz de recibir información de un par de sensores ultrasónicos, interpretar esta información y mandarla a través de un dispositivo inalámbrico.

El diagrama de la figura 1 indica que el programa estará en espera de un dato, mismo que vendrá de un sensor ultrasónico asignado a "US".

Luego de esto se hace un almacenamiento en una variable "T" que se encarga de medir el tiempo que el dato hizo en ser lanzado y regresar.

Después con la variable "D" se hacen unos cálculos, mismos que darán resultados los cuales serán comparados, esta variable "D" indicara la distancia y se comparara con unas distancias predefinidas, en todos los casos arrojará un 1, que interpretado ya en el programa, será usado en encender un diodo led, la diferencia entre uno y otro dato arrojado será la frecuencia con la que este se arroja, la velocidad con que el led se encienda y apague serán definidas en la estructura del programa.

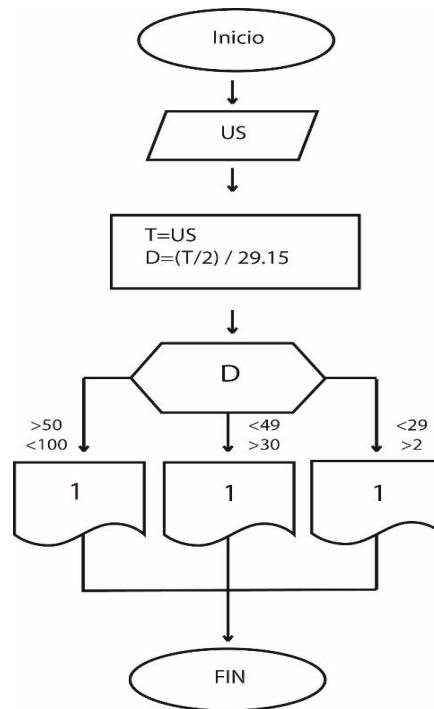


Figura 1 Diagrama de flujo del programa
Fuente: Elaboración propia

El Programa

Con base en el diagrama de flujo anteriormente mencionado se comienza la creación del programa en idioma C++. Para desarrollar el programa se hizo uso PIC C Compiler o CCS Compiler.

Por características, se decidió usar para las pruebas iniciales el microcontrolador PIC 16F877a ya que es un microcontrolador básico que se utiliza en muchas aplicaciones, a continuación, se explica la elaboración del programa.

En el bloque de cabecera se define la matrícula del microcontrolador que se utilizara para que el programa lo reconozca y dé de alta las librerías necesarias.

```
#include <16f877a.h>
```

```
#fuses XT, NOWDT, NOPUT, NOPROTECT,
NOBROWNOUT, NOLVP
#use delay (clock=4000000)
```

En este programa se especifica la función del puerto b del microcontrolador de la siguiente manera:

```
#use standard_io(b)
float: T, D
```

Donde:

T: Tiempo que tarda la señal que el ultrasónico lanzó en ir y regresar, una vez rebotado por el objeto.

D: la distancia que se calculará a través de una ecuación en base al tiempo obtenido.

Estas dos variables son cruciales para nuestro programa ya que son donde se guardan los valores para calcular la distancia.

En la variable distancia es el resultado de una ecuación que nos permite saber qué tan lejos está el objeto en el cual rebotó la señal enviada por el sensor, la ecuación que se utiliza es la siguiente:

$$D = \left(\frac{T/2}{29.15}\right) \quad (1)$$

Sabiendo que la velocidad de la señal ultrasónica es de 340m/s se hicieron cálculos para llegar a la fórmula, siendo estos los siguientes:

$$v = \left(\frac{340m}{1s}\right) \left(\frac{100cm}{1m}\right) \left(\frac{1s}{1000000us}\right) = \frac{1cm}{29.2us} \quad (2)$$

También se incorporó un apartado que indica que las interrupciones se activarán.

```
enable_interrupts(global);
enable_interrupts(int_rda);
```

Esto se hace para indicarle al programa que tipo de interrupciones se activan, en primera estancia tenemos una palabra clave “global” la cual le dice al programa que todas las interrupciones están activadas, inmediatamente después se asegura que la interrupción “rda” (la interrupción del puerto paralelo) está activada, esto nos permite saber que no importando que, el programa responderá a este llamado como se muestra en la figura 2.

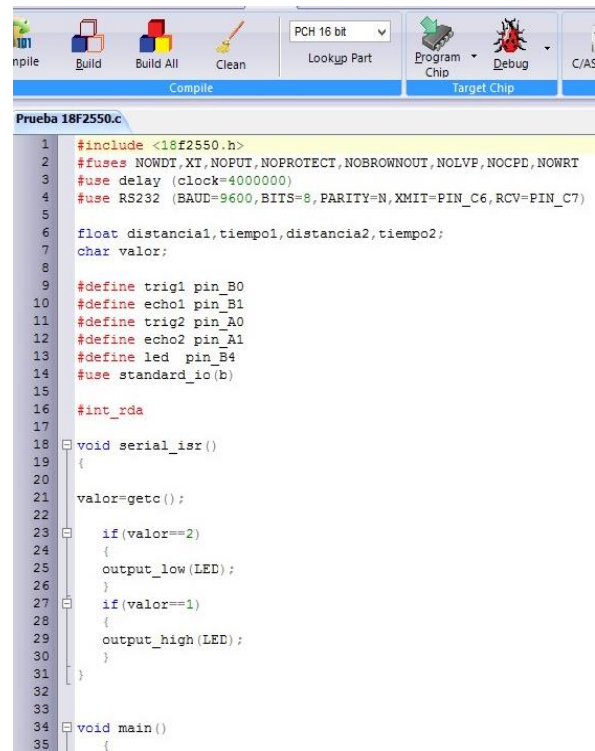


Figura 2 Programa realizado en CCS Compiler Fuente: Elaboración propia

Bluetooth

El bluetooth HC05 y HC06 son módulos para aplicaciones con microcontroladores PIC, el primero contiene una relación maestro esclavo, el cual además de recibir conexiones desde una PC también es capaz de generar conexiones hacia otros dispositivos bluetooth.

Bluetooth es un protocolo de comunicaciones inalámbrico de corto alcance y bajo consumo de potencia en la banda ICM de 2,4 GHz que soporta tanto tráfico de datos como de audio.

Su enlace es tan altamente confiable que hace de la tecnología una de las más aptas para cualquier tipo de aplicación en comunicaciones digitales, ya que habilita mecanismos de detección de error, ofrece una inmunidad natural a la interferencia empleando espectro disperso de salto de frecuencia FHSS a 1600 saltos por segundo y habilita procesos de encriptación para garantizar comunicaciones confiables y seguras (Herrera Alejandro 2013).

EL Modulo HC-05 tiene 4 estados los cuales es importante conocer (Wolber David 2013):

- Estado Desconectado: Entra a este estado tan pronto alimentas el modulo, y cuando no se ha establecido una conexión bluetooth con ningún otro dispositivo, el LED del módulo en este estado parpadea rápidamente. En este estado a diferencia del HC-06, el HC-05 no puede interpretar los comandos AT
- Estado Conectado o de comunicación: Entra a este estado cuando se establece una conexión con otro dispositivo bluetooth, el LED hace un doble parpadeo. Todos los datos que se ingresen al HC-05 por el Pin RX se transmiten por bluetooth al dispositivo conectado, y los datos recibidos se devuelven por el pin TX. La comunicación es transparente.
- Modo AT 1: Para entrar a este estado después de conectar y alimentar el modulo es necesario presionar el botón del HC-05. En este estado, podemos enviar comandos AT, pero a la misma velocidad con el que está configurado, el LED del módulo en este estado parpadea rápidamente igual que en el estado desconectado.
- Modo AT 2: Para entrar a este estado es necesario tener presionado el botón al momento de alimentar el modulo, es decir el modulo debe encender con el botón presionado, después de haber encendido se puede soltar y permanecerá en este estado, el LED del módulo en este estado parpadea lentamente.

La app inventor

App Inventor es un entorno de desarrollo de aplicaciones para dispositivos Android, se basa en un servicio web que te permite almacenar el trabajo y ayuda a realizar un seguimiento de proyectos. (Wolber David 2013)

Se trata de una herramienta de desarrollo visual muy fácil de usar como se muestra en la figura 3.

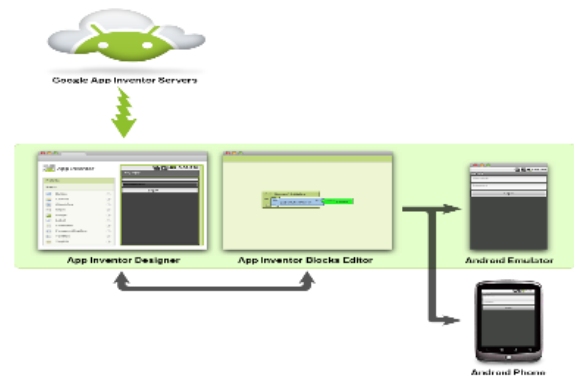


Figura 3 Entorno de App Inventor

Fuente: App Inventor

Al construir las aplicaciones para Android se cuenta con dos herramientas: App Inventor Designer y App Inventor Blocks Editor.

En Designer se construye el Interfaz de Usuario, eligiendo y situando los elementos con los que interactuará el usuario y los componentes que utilizará la aplicación.

En el Blocks Editor se define el comportamiento de los componentes de la aplicación.

Metodología

Desarrollo de la aplicación

El desarrollo de la aplicación se comenzó con generar la interfaz, para ello se creó un protocolo a través de APP INVENTOR, una página para la creación de aplicaciones Android.

De inicio se creó una ListPicker que contiene elementos de la lista de dispositivos bluetooth disponibles que están identificados con nombre y dirección, como se muestra en la figura 4 y 5.

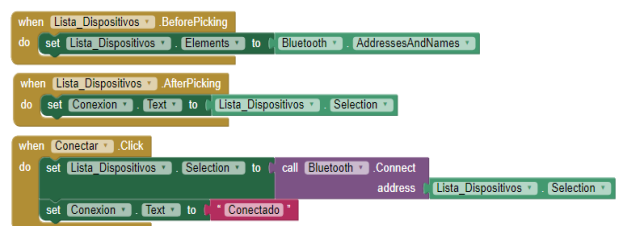


Figura 4 Vista de ListPicker y asignación del botón "Conexión"

Fuente: Elaboración propia

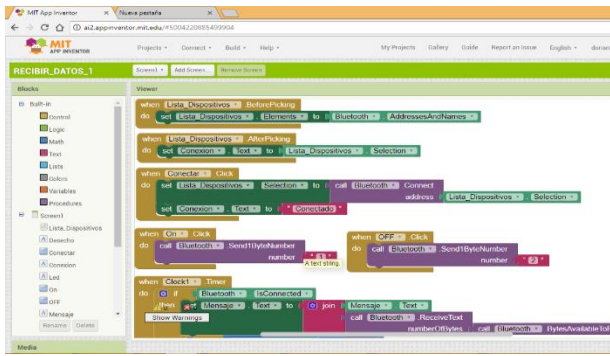


Figura 5 Diagrama de bloques de la aplicación
Fuente: Elaboración propia

Una vez realizado esto, la aplicación esta lista para funcionar, para ello se selecciona el dispositivo HC-05, con esto salta un aviso que nos indica que el dispositivo ha sido conectado.

Después entra al programa de comunicación bidireccional, en este caso se pusieron dos botones que envían información al microcontrolador, uno de ON y otro de OFF, esto para apagar o prender un led en el microcontrolador, con el fin de verificar que efectivamente hay comunicación entre la aplicación y el microcontrolador como se muestra en la figura 6



Figura 6 Muestra indicativa de la pantalla del móvil
Fuente: Elaboración propia

Dispositivo electrónico

El dispositivo es armado y diseñado en una placa de prueba para poder ser sometido a las pruebas en conjunto con el programa se muestra en la figura 7.

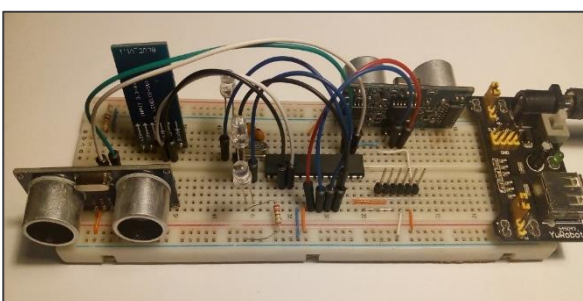


Figura 7 Circuito electrónico
Fuente: Elaboración propia

Una vez ajustados los elementos se procede a la realización de la placa impresa para su montaje final buscando el diseño más simplificado para que sea de fácil manipulación, para ello nos apoyamos en un simulador Proteus figura 8, que es una herramienta que mejora esta actividad.

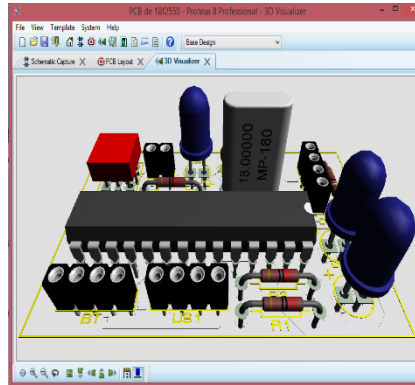


Figura 8 Simulación en Proteus
Fuente: Elaboración propia

Resultados

El celular opera de la siguiente forma:

- Distancia entre 50 y 100 cm vibra por un periodo de 500 ms.
- Distancia entre 30 y 50 cm vibra por un periodo de 250ms.
- Distancia entre 2 y 29 cm vibra por un periodo de 100ms.

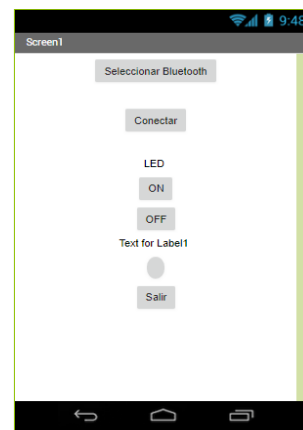


Figura 9 Pantalla del dispositivo móvil
Fuente: Elaboración propia

De la misma forma que se estructuraron los bloques, se hizo en la pantalla en la que se trabaja, que es la que se vera al final en la aplicación, entonces se ordeno la lista de dispositivos, un espacio para vincular el bluetooth, el boton conectar, el apartado de envio de datos ON OFF, el indicador de color y finalmene un boton para salir y parar la aplicación como se muestra en la figura

Una de las problemáticas encontradas para el uso de la aplicación, fue que una persona con discapacidad visual no será capaz de percibir la estructura de la aplicación, esto se solucionó con un narrador preinstalado en los dispositivos llamado "TalkBack", ayuda a tener un mejor control de la aplicación bajo esas circunstancias. Talkback es una aplicación preinstalada en la mayoría de los teléfonos Android, está desarrollada pensando en personas no videntes o con deficiencias visuales, ayuda a leer aplicaciones incorporando comentarios por voz, audibles y con vibración en el dispositivo.

En la figura 10 se muestra el circuito en la tarjeta de prueba en funcionamiento e indica con el LED que tiene un objeto a una distancia de 1 m y por lo tanto envía una vibración de 500 ms.



Figura 10 Circuito en funcionamiento conectado a la aplicación del móvil

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

La tecnología en México y el mundo se encuentra trabajando para poder ayudar a este gran porcentaje de la población generando cada vez más y mejores dispositivos electrónicos de ayuda y que puedan estar al alcance de la población y de fácil adquisición.

Es importante continuar en la búsqueda e innovación en dispositivos y/o aplicaciones que ayuden a satisfacer las necesidades del sector de la población que tiene algún tipo de discapacidad.

Este dispositivo se pretende dar a conocer al público una vez terminadas las pruebas y conseguido los permisos correspondientes a un futuro.

Además de utilizar el microcontrolador 16f877A se realizaron pruebas con el microcontrolador 18f2550 ya que sus características permitieron más holgura con una memoria flash 32768 bytes y una memoria de datos de 2048 lo que permite mejor manejo de la información, dando excelentes resultados.

Recomendaciones

Es importante instalar la app en el dispositivo Android, y hacer pruebas de funcionamiento; para verificar la distancia de operación.

Estar pendiente de posibles actualizaciones tanto de la app como mejoras en el dispositivo.

Mandar revisar el dispositivo si presenta anomalías, no intentar repararlo o modificarlo por el usuario; ya que podría dañarlo.

Referencias

Brusilovsky Filer B. Liliana, (2015) Método, sistema y producto informático para la orientación espacial de personas

Fombona Javier, Pascual M. Ángeles y Madeira M. Filomena (2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles pp. 197-210.

García Antony, Sáez Yessica, Muñoz José, Chang Ignacio y Montes Héctor.(2017) Utilización de la comunicación por radiofrecuencia para la detección de vehículos en movimiento. Pp 821-831

Herrera Alejandro y Jaramillo Roberto (2013). Diseño y Construcción de un (DAO). Ingeniería Biomédica, 1, 23-27

Lengua Ismael, Dunai Larisa, Peris Guillermo y Defez Beatriz, 2013 Dispositivo de Navegación para personas invidentes basado en la tecnología Time of Flight, Pp 80

Lorente, J.Luis (2006) Recursos Tecnológicos y acceso a la información para usuarios con discapacidad visual. pp 105-127

Massachusetts Institute of Technology, M. (2018). MIT App Inventor | Explore MIT App Inventor. Recuperado de: <http://appinventor.mit.edu/explore/>

Sánchez Jaime, Sáenz Mauricio (2008). Orientación y movilidad en espacios exteriores para aprendices ciegos con el uso de dispositivos móviles. Pp 47-66

Wolber, David; Abelson, Hal; Spertus, Ellen; & Looney, Liz. (Mayo 2011) “App Inventor: Create Your Own Android Apps”. O'Reilly Media.

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

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2^{do} Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3^{er} 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^{er} Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

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

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

ID 3^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3^{er} 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 del Desarrollo Tecnológico. 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]

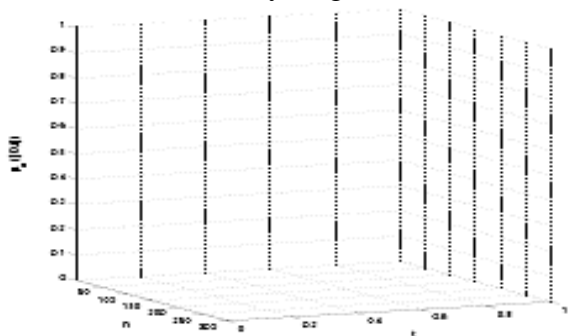


Gráfico 1 Título y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

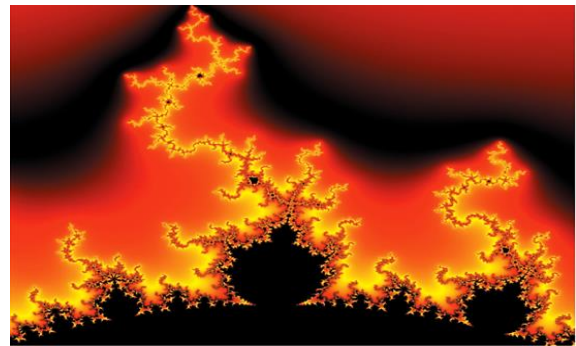


Figura 1 Título y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Tabla 1 Título y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

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

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

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

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

Metodología a desarrollar

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

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Agradecimiento

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

Conclusiones

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

Referencias

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

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

Ficha Técnica

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

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

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

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

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

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

Reserva a la Política Editorial

Revista del Desarrollo Tecnológico 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 del Desarrollo Tecnológico 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 Spain considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.

Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-México, S.C en su Holding Spain para su Revista del Desarrollo Tecnológico, 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

244 - 2 Itzopan Calle. La Florida, Ecatepec Municipio México Estado, 55120 Código postal, MX. Tel: +52 1 55 2024 3918, +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 4640 1298; Correo electrónico: contact@ecorfan.org
www.ecorfan.org

ECORFAN®

Editora en Jefe

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Redactor Principal

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

Asistente Editorial

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Editor Ejecutivo

MIRANDA-GARCIA, Marta. PhD

Editores de Producción

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Administración Empresarial

REYES-VILLAO, Angélica. BsC

Control de Producción

RAMOS-ARANCIBIA Alejandra. BsC

DÍAZ-OCAMPO Javier. BsC

Editores Asociados

OLIVES-MALDONADO, Carlos. MsC

MIRANDA-GARCIA, Marta. PhD

CHIATCHOUA, Cesaire. PhD

SUYO-CRUZ, Gabriel. PhD

CENTENO-ROA, Ramona. MsC

ZAPATA-MONTES, Nery Javier. PhD

ALAS-SOLA, Gilberto Américo. PhD

MARTÍNEZ-HERRERA, Erick Obed. MsC

ILUNGA-MBUYAMBA, Elisée. MsC

IGLESIAS-SUAREZ, Fernando. MsC

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN®- Mexico- Bolivia- Spain- Ecuador- Cameroon- Colombia- El Salvador- Guatemala- Nicaragua- Peru- Paraguay- Democratic Republic of The Congo- Taiwan),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

Oficinas de Gestión

244 Itzopan, Ecatepec de Morelos–México.

21 Santa Lucía, CP-5220. Libertadores -Sucre–Bolivia.

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

18 Marcial Romero, CP-241550. Avenue, Salinas I - Santa Elena-Ecuador.

1047 La Raza Avenue -Santa Ana, Cusco-Peru.

Boulevard de la Liberté, Immeuble Kassap, CP-5963.Akwa- Douala-Cameroon.

Southwest Avenue, San Sebastian – León-Nicaragua.

6593 Kinshasa 31 – Republique Démocratique du Congo.

San Quentin Avenue, R 1-17 Miralvalle - San Salvador-El Salvador.

16 Kilometro, American Highway, House Terra Alta, D7 Mixco Zona 1-Guatemala.

105 Alberdi Rivarola Captain, CP-2060. Luque City- Paraguay.

Distrito YongHe, Zhongxin, calle 69. Taipei-Taiwán.

Revista del Desarrollo Tecnológico

“Nuevo modelo de inyección multipuerto en una chumacera corta. Campos de presión”

VALDEZ-SIERRA, Jonnatan, RAMÍREZ-VARGAS, Ignacio, PALACIOS-PINEDA, Luis Manuel y VERA-CARDENAS, Edgar Ernesto

Instituto Tecnológico de Pachuca

“Estudio del desgaste por contacto bola-plano en la aleación de aluminio 6061”

TORRES-SUAREZ, Francisco Emmanuel, MENDOZA-MENDOZA, Jesús Cornelio, VALDEZ-SIERRA, Jonnatan y VERA-CÁRDENAS, Edgar Ernesto

Instituto Tecnológico de Pachuca

“Metodología de diseño de una línea de producción para un sistema riego y captación de agua”

ARELLANO-BRIONES, Olimpia, FERNÁNDEZ-GARCÍA, Luis, RODRÍGUEZ-LARKINS, Edilberto y PUGA-ROMERO, Janeth

Instituto Tecnológico de Altamira y Universidad Tecnológica de Altamira

“Dispositivo electrónico y la app inventor como ayuda a la discapacidad visual”

VIVALDO-VICUÑA, Araceli, SANCHEZ-TIZAPANTZI, Pedro y CALDERON-GARCIA, Gustavo

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan



2 5 3 1 2 9 6 0

ISSN 2531 - 2960



www.ecorfan.org