

ISSN 2523-6776

Volumen 2, Número 7 — Julio — Septiembre - 2018

Revista de Ingeniería Tecnológica

ECORFAN®

ECORFAN-Taiwán

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

VARGAS-DELGADO, Oscar. 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 de Ingeniería Tecnológica, Volumen 2, Número 7, de Julio a Septiembre 2018, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Taiwán. Taiwan, Taipei. YongHe district, ZhongXin, Street 69. Postcode: 23445. WEB: www.ecorfan.org/taiwan, revista@ecorfan.org. Editora en Jefe: RAMOS-ESCAMILLA, María. ISSN: 2523-6776. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 30 de Septiembre 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 de Ingeniería Tecnológica

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 Electromagnetismo, fuentes de distribución eléctrica, innovación en la ingeniería eléctrica, amplificación de señales , diseño de motores eléctricos, ciencias materiales en las plantas eléctricas, gestión y distribución de energías eléctricas.

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

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

Alcances, Cobertura y Audiencia

Revista de Ingeniería Tecnológica es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Taiwan, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de Electromagnetismo , fuentes de distribución eléctrica, innovación en la ingeniería eléctrica, amplificación de señales , diseño de motores eléctricos, ciencias materiales en las plantas eléctricas, gestión y distribución de energías eléctricas enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ciencias de Ingeniería y Tecnología. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

Consejo Editorial

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 de Ingeniería Tecnológica emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

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

Declaración de Autoría

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

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

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional 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 homólogo 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 Electromagnetismo , fuentes de distribución eléctrica, innovación en la ingeniería eléctrica, amplificación de señales , diseño de motores eléctricos, ciencias materiales en las plantas eléctricas, gestión y distribución de energías eléctricas y a otros temas vinculados a las Ciencias de Ingeniería y Tecnología

Presentación del Contenido

En el primer artículo se presenta *Core Tools para diagnóstico de defectos en maquila y aumento de productividad* por HERNÁNDEZ–PASTRANA, Verónica Petra, KIDO–MIRANDA, Juan Carlos, PÉREZ–CABRERA, Pascual Felipe y RODRÍGUEZ–BUCIO, Norma con adscripción Instituto Tecnológico de Iguala como siguiente artículo está *El enfoque de procesos en el AST de Mecatrónica de la UTN* por GÓMEZ–GONZÁLEZ, María Concepción, SÁNCHEZ–LUNA, David, CRUZ–BARRAGAN, Aidé y MORALES–TORIBIO, Leticia con adscripción Universidad Tecnológica de Nezahualcóyotl como siguiente artículo está *Perfil de la misión y selección de subsistemas del prototipo Cansat para montarse en drone multitor* por ORTIZ–RAMÍREZ, Carlos Artemio, LUCERO–ÁLVAREZ, Cupertino, Patricia Mendoza Crisóstomo, PÉREZ–CRUZ, Pascual, FLORES–TRUJILLO, Iván Antonio, RAMÍREZ–CORTES, Elva Patricia, MERINO–VIAZCÁN Janet y SOLANO–PALAPA, Nathaly con adscripción Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros como siguiente artículo está *Determinación de las curvas de secado del lodo del sistema intermunicipal para los servicios de tratamiento y disposición de aguas residuales para los Municipios del Rincón, a Nivel Laboratorio* por SOTO–ALCOCER, José Luis, RIVERA–MOSQUEDA, Ma. Cruz, GONZÁLEZ–PONCE, María del Refugio y PEÑA–RAMÍREZ, Rafael con adscripción Instituto Tecnológico Superior de Irapuato.

Contenido

Artículo	Página
Core Tools para diagnóstico de defectos en maquila y aumento de productividad HERNÁNDEZ–PASTRANA, Verónica Petra, KIDO–MIRANDA, Juan Carlos, PÉREZ–CABRERA, Pascual Felipe y RODRÍGUEZ–BUCIO, Norma <i>Instituto Tecnológico de Iguala</i>	1-8
El enfoque de procesos en el AST de Mecatrónica de la UTN GÓMEZ–GONZÁLEZ, María Concepción, SÁNCHEZ–LUNA, David, CRUZ– BARRAGAN, Aidé y MORALES–TORIBIO, Leticia <i>Universidad Tecnológica de Nezahualcóyotl</i>	9-20
Perfil de la misión y selección de subsistemas del prototipo Cansat para montarse en drone multitor ORTIZ–RAMÍREZ, Carlos Artemio, LUCERO–ÁLVAREZ, Cupertino, Patricia Mendoza Crisóstomo, PÉREZ–CRUZ, Pascual, FLORES–TRUJILLO, Iván Antonio, RAMÍREZ–CORTES, Elva Patricia, MERINO–VIAZCÁN Janet y SOLANO–PALAPA, Nathaly <i>Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros</i>	21-30
Determinación de las curvas de secado del lodo del sistema intermunicipal para los servicios de tratamiento y disposición de aguas residuales para los Municipios del Rincón, a Nivel Laboratorio SOTO–ALCOCER, José Luis, RIVERA–MOSQUEDA, Ma. Cruz, GONZÁLEZ– PONCE, María del Refugio y PEÑA–RAMÍREZ, Rafael <i>Instituto Tecnológico Superior de Irapuato</i>	31-37

Core Tools para diagnóstico de defectos en maquila y aumento de productividad

Core Tools for diagnosis of maquila defects and productivity increase

HERNÁNDEZ–PASTRANA, Verónica Petra†*, KIDO–MIRANDA, Juan Carlos, PÉREZ–CABRERA, Pascual Felipe y RODRÍGUEZ–BUCIO, Norma

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Iguala. Carr. Nal. Iguala-Taxco esq. Per. Norte, col. Adolfo López Mateos Infonavit, C.P. 40030

ID 1^{er} Autor: *Verónica Petra, Hernández–Pastrana* / **ORC ID:** 0000-0002-1768-0220, **Researcher ID Thomson:** X-3865-2018, **CVU CONACYT ID:** 550871

ID 1^{er} Coautor: *Juan Carlos, Kido–Miranda* / **ORC ID:** 0000-003-3375-627X, **Researcher ID Thomson:** X-3884-2018, **CVU CONACYT ID:** 370488

ID 2^{do} Coautor: *Pascual Felipe, Pérez–Cabrera* / **ORC ID:** 0000-0002-5432-6730, **Researcher ID Thomson:** X-3905-2018, **CVU CONACYT ID:** 953461

ID 3^{er} Coautor: *Norma, Rodríguez–Bucio* / **ORC ID:** 0000-0001-5287-0946, **Researcher ID Thomson:** X-3895-2018, **CVU CONACYT ID:** 550895

Recibido: 15 de Julio, 2018; Aceptado 27 de Agosto, 2018

Resumen

Una de las limitantes de la productividad es el desperdicio o muda en materiales, personas, recursos naturales, tecnología y recursos financieros, por ello para toda empresa es indispensable identificar las causas comunes y especiales que generan un producto defectuoso. En nuestro presente proyecto hablamos sobre los principales defectos encontrados en las prendas de vestir de una maquiladora. El objetivo principal es detectar donde se encuentra el problema para que las personas responsables del proceso y calidad del producto sugieran y apliquen alternativas de solución. Se aplican las herramientas básicas de calidad como Diagrama Causa-Efecto (o de Ishikawa), Hoja de Verificación representado por el formato de Descarte de Calidad y Diagrama de Pareto, terminando con un análisis de la capacitación a operarios parte esencial en la disminución de mudas. Se obtiene el porcentaje de defectos al día y el área principal a atender por producción y calidad con el apoyo de la Gerencia.

Defecto, Herramientas, Calidad, Productividad, Capacitación

Abstract

One of the limitations of productivity is the waste or muda in materials, people, natural resources, technology and financial resources, so for every company it is essential to identify the common and special causes that generate a defective product. In our present project we talk about the main defects found in garments of a maquiladora. The main objective is to detect where the problem is so that the people responsible for the process and product quality suggest and apply alternative solutions. The basic quality tools are applied as Cause-Effect Diagram (or Ishikawa), Verification Sheet represented by the Discard of Quality and Pareto Diagram format, ending with an analysis of operator training essential part in the decrease of changes. The percentage of defects is obtained per day and the main area to be attended by production and quality with the support of Management.

Default, Tools, Quality, Productivity, Training

Citación: HERNÁNDEZ–PASTRANA, Verónica Petra, KIDO–MIRANDA, Juan Carlos, PÉREZ–CABRERA, Pascual Felipe y RODRÍGUEZ–BUCIO, Norma. Core Tools para diagnóstico de defectos en maquila y aumento de productividad. Revista de Ingeniería Tecnológica. 2018 2-7: 1-8

* Correspondencia del Autor (correo electrónico: veropas7@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Las maquiladoras en el Estado de Guerrero son pequeñas y medianas empresas que necesitan ser productivas para coadyuvar a la economía del Estado, pero para ello deben resolver sus problemas internos de productos de baja calidad o que no satisfacen al cliente.

Se inicia el trabajo agrupando las causas potenciales principales que producen el efecto de defectos en los sacos, como son métodos de trabajo, mano o mente de trabajo, materiales, maquinaria, medición y entorno. Se registraron en una hoja de verificación los defectos encontrados en la tercera sección del saco, durante un mes, los cuales se estratifican por sección en la que se produjo dicho defecto y posteriormente se analiza el área de mayor problema Forro, obteniendo el tipo de defecto a atender por causas comunes y el porcentaje de sacos defectuosos, lo que ayudará a la maquiladora a dar alternativas de solución para reducir el porcentaje y elevar su productividad.

Una alternativa para disminuir el porcentaje del número de defectos encontrados a los sacos es la capacitación constante a los operarios lo que permitirá que la empresa sea competitiva y productiva.

Justificación

Los productos defectuosos se refieren a la pérdida de los recursos empleados, siendo uno de ellos el más importante el tiempo de una persona para realizar una operación que, al final no sirvió para agregar valor al cliente. En esta muda también entran los retrabajos, ya que si bien el defecto puede ser corregido, el retrabajo implica realizar una o más tareas dos o más veces, incurriendo así en más gastos y en la pérdida de disponibilidad de los recursos de la empresa.

“Los procesos se definen como actividades que tienen una meta en común. La meta en común se define por lo general como el producto final que resulta del proceso, lo cual, consume recursos (mano de obra, materiales, etc.)” (Hansen & Mowen, 2007, pág. 676) [1]. Finalmente, los reprocesos se refieren a esfuerzos innecesarios de volver a realizar o rectificar un proceso o actividad que fue implementada incorrectamente en una primera instancia (Love & Edwards, 2005) [2].

Todas las operaciones que se realizan para la elaboración de ropa son manuales y se hace uso de maquinaria textil industrial. Las operaciones requieren habilidad y conocimientos en el uso de las máquinas y precisión al trabajar las piezas para no caer en reprocesos, se debe mantener una velocidad constante en todas las operaciones para evitar demoras y mantener el ritmo de producción.

Problema

Uno de los principales problemas que enfrenta la maquiladora donde se realizó el estudio es que se presentan durante el proceso variables controlables y no controlables como la fatiga de un operario, la descompostura de una máquina, que hacen que existan errores y por lo tanto defectos en los sacos, los cuales se tienen que arreglar, reprocesar o vender a menor costo. La venta se realiza como oferta de sacos a bajo precio a la población. También implica que la meta diaria que es de 720 sacos diarios en ocasiones no se cumple teniendo que trabajar horas extras los operarios cayendo en costos de producción adicionales.

La alta rotación de personal en las maquiladoras hace indispensable la capacitación constante, para contar con personal especializado en la operación asignada debido a la complejidad de la misma y cumplir los estándares de calidad y diseño de la prenda que el cliente exige.

Hipótesis

Aumentar la productividad de la empresa implica conocer las causas que provocan defectos en los sacos producidos, estableciendo como estrategia la capacitación al recurso humano.

Objetivos

Objetivo general

Aumentar la productividad en la producción de sacos, detectando primero el porcentaje de defectos en sacos y capacitando al personal.

Objetivos específicos

- Obtener estadísticas del número de sacos defectuosos.

- Aplicar herramientas de calidad para conocer el porcentaje de error y las causas.
- Conocer la capacitación inicial a los operarios.
- Proponer la capacitación de operarios para aumento de productividad.

Marco teórico

La extensión de la estrategia de industrialización iniciada por México en la década de los cuarenta provocó la falta de competitividad de las empresas, las cuales ante la súbita apertura comercial a finales del siglo XX, se vieron obligadas a un cambio de paradigma en su administración, y adoptaron sistemas de calidad total. Seis autores que hablan de Calidad Total son Edwards W. Deming, Joseph M. Juran, Mikel Harry, Kaoru Ishikawa, Shigeo Shingo y Genichi Taguchi, resumen sus aportaciones en temas de liderazgo, planeación, enfoque al cliente, sistema humano, administración del proceso y mejoramiento de la calidad; las ideas en las que más hincapié hacen son desarrollar una cultura de calidad, proporcionar educación y capacitación al recurso humano, atender las necesidades del consumidor y ejercer control sobre los procesos.

Algunos de los principios de Kaoru Ishikawa en relación con la calidad total son:

- En cualquier industria, controlar la calidad es hacer lo que se tiene que hacer.
- El control de calidad empieza y termina con la capacitación.

La ISO 9001:2015, en el apartado 7.2 Competencia, hace referencia a lo que debe hacer la organización, como:

- a) determinar la competencia necesaria de las personas que realizan, bajo su control, un trabajo que afecta al desempeño y eficacia del sistema de gestión de la calidad;
- b) asegurarse de que estas personas sean competentes, basándose en la educación, formación o experiencia apropiadas;
- c) cuando sea aplicable, tomar acciones para adquirir la competencia necesaria y evaluar la eficacia de las acciones tomadas.

La norma ISO 9001:2015 además en el apartado 10.3 Mejora continua, dice: La organización debe mejorar continuamente la conveniencia, adecuación y eficacia del sistema de gestión de la calidad.

La organización debe considerar los resultados del análisis y la evaluación, y las salidas de la revisión por la dirección, para determinar si hay necesidades u oportunidades que deben considerarse como parte de la mejora continua.

En el estudio de Diseño e Implementación de un Proceso de Mejora Continua en la fabricación de prendas de vestir en la empresa Modetex de Lima Perú en 2013, cuyo objetivo era asegurar una excelente calidad del producto, tiempos de respuesta más cortos y la minimización de costos que son aspectos claves para posicionarse en un mercado que cada vez exige mayor flexibilidad y variedad, se analizaron los problemas existentes en la empresa utilizando herramientas como Matriz de Pareto, Árbol de problemas, Histogramas, Diagrama de Ishikawa, logrando determinar las deficiencias que posee.

En base a este análisis se dieron posibles soluciones para contrarrestar todos los problemas existentes.

Los resultados obtenidos determinaron de forma real que se había diseñado adecuadamente el sistema de mejora continua utilizando metodologías como PHVA, 5 "S" y sistemas de Manufactura flexible; lo que dio como efecto el aumento de la eficiencia, mejora de la calidad, reducción de sobrecostos y reducción en los tiempos de entrega de los productos hacia los clientes.[3].

Metodología de Investigación

La Maquiladora donde se realizó el estudio, cuenta con una planta de corte y una planta de ensamble de saco y pantalón, con una producción diaria de 720 sacos y 840 pantalones, la planta está a cargo de un gerente general, para lograr la producción el personal está formado por 5 supervisores de producción, 5 supervisores de control de calidad, 2 jefes de supervisores, una persona encargada de la capacitación.

Se trabajó directamente con los supervisores de producción y calidad de la primera sección, forro, segunda sección, tercera sección y plancha, durante un mes de producción en la empresa, por política de la empresa sólo se presenta el análisis de dos semanas ya que fue durante el mes de enero del año en curso, periodo en el cual la empresa presenta problemas en su producción debido a la alta rotación de personal por inicio del año.

El trabajo empieza con la recolección del número total de sacos con defectos en el día producidos, los cuales eran clasificados por tipo de defecto, horario laboral, área o sección responsable. Nos enfocamos a la maquila de 720 sacos diarios, meta establecida por la empresa; por lo tanto es la población de nuestro estudio.

Se trabajó con el personal responsable de capacitación, obteniendo los conocimientos básicos iniciales que debe conocer un operario para laborar en producción.

Tipo de Investigación

La investigación por su tipo de alcance es descriptiva y explicativa porque los resultados se mostrarán a través de tablas y gráficos en los que se visualiza las causas principales de encontrar defectos en los sacos y defectos de mayor frecuencia a atender por los responsables de la producción y la calidad.

La investigación por su método es inductiva, se registran todos los defectos encontrados en los sacos por sección y por hora de trabajo durante un mes como muestra para detectar el área de mayor problema y las causas principales que disminuyen la productividad de la empresa.

Métodos Teóricos

El diagrama que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan es un diagrama de Causa-Efecto o de Ishikawa, el método gráfico es elaborado por un grupo multidisciplinario encargados de dar solución a un problema con el fin de aumentar la productividad, de mejorar su producción y de optimizar los recursos utilizados en la elaboración del producto.

Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar en su libro Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma definen como hoja de Verificación “un formato construido para coleccionar datos, de forma que su registro sea sencillo, sistemático y fácil de analizarlos”. Esta hoja de verificación permite hacer un análisis sobre los defectos o fallos encontrados en los sacos o pantalones maquilados, identificando los tipos de defectos, áreas de donde proceden y su frecuencia.

El diagrama de Pareto es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis son los datos categóricos, y tiene como objetivo ayudar a localizar los problemas vitales, así como sus principales causas, es también conocido como “Ley 80-20”, en el cual se reconoce que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), y el resto de los elementos propician muy poco del efecto total [4].

Resultados

Diagrama Causa-Efecto

Se identificaron las posibles causas de defectos en los sacos obteniendo el diagrama de Causa Efecto que se muestra en la figura 1.



Figura 1 Diagrama Causa-Efecto

En el diagrama de Ishikawa arrojó que el mayor número de causas se encuentra en el recurso humano con que cuenta la empresa, existe mucha rotación de personal por el sueldo bajo y jornada laboral de 9.5 hrs. al día, además de defectos en la tela que reciben del proveedor, el cual en ocasiones el operario no informa del defecto cuando está realizando la operación y llega el saco o pantalón hasta término.

Hoja de Verificación en Descarte de Calidad

El descarte de calidad está bajo responsabilidad de los supervisores de producción y calidad de la tercera sección, se realiza en una hoja de verificación por día, por hora de producción, por sección, en el que las operarias que realizan la supervisión del saco marcan el tipo de defecto que se le encuentra al saco para que la sección responsable arregle el mismo o se mande al área de cambio. El formato de Descarte de Calidad completo como se mencionó anteriormente se elabora diariamente por cada hora, como muestra se presenta en la tabla 1 hasta las 11 hrs. de la primera sección y de forro; los defectos encontrados son en vivos y costados del saco en primera Sección, bolsas y pegado de mangas con mayor frecuencia durante el día en Forro. El formato de descarte de calidad también cuenta con fecha, número total de prendas descartadas por hora y día, número de defectos en cada sección, una columna con observaciones para anotar si es importante el tipo de defecto y porcentaje de defectos al día.

Maquiladora S. DE R.L.					
Descarte de Calidad por Sección			Revisado Final de Saco		
Defectos	Total	08:00	09:00	10:00	11:00
Primera	Costadillo				
	Pinza de pecho				
	Aletilla				
	Carteras				
	Vivos	3		1	11
	Bolsas				
	Costados	3			
Tota	Espalda				
6	Hombros				
Forro	Costura de	1		1	
	Vivos	1		1	
	Etiquetas				
	Bolsas	8	1	11	1
	Centro de espalda				
	Costados y hombro	1	1		
	Zigzag cuello	1			
	Muecas de cuello				
	Planchado de cuello				
	Pegado de cuello	1			
Tota	Pegado de mangas	3			11
17	Otros	1	1		

Tabla 1 Muestra del Formato de Descarte de Calidad

En la tabla 2 se presenta una segunda parte de la hoja de descarte de calidad donde se aprecia que el gran total de prendas defectuosas fueron 45 de 675 prendas descartadas, siendo esto un 6.7% de sacos defectuosos que hay que reprocesar, arreglar el desperfecto o vender como prenda de baja calidad.

Varios	Tejido o forro de tono				
	Manchas	1			
	Fallas de tejido				
Total	Rotos				
1	Otros				
Gran	Prendas descartadas	31	38	29	38
Total		32	33	31	26
45					
6.7%	Prendas revisadas/hr	63	71	60	64

Tabla 2 Segunda parte del Formato de Descarte de Calidad

Cuando existe mala calidad en un proceso o producto entonces existirán reprocesos, desperdicios, retrasos en la producción; en la maquiladora se cuenta con el Área de Cambio que se encarga de recibir la materia prima (los cortes) de la planta de corte que son entregados a los supervisores de producción. El operario encargado del área de cambio también tiene como responsabilidad recibir de la tercera sección los sacos o pantalones con defecto para ser reprocesados, quien realiza el corte de la parte defectuosa (Ver figura 2), la cual envía a la sección correspondiente.



Figura 2 Patrón de pantalón para corte de tela

En la figura 3 se aprecia un pantalón cuyo defecto se encuentra en el vivo porque la tela salió defectuosa, es de vital importancia capacitar al operario de que observe o supervise su materia prima antes de procesarla porque puede como se observa llegar a producto terminado la prenda con un defecto que pudo haberse detectado a tiempo.



Figura 3 Defecto en vivo del pantalón

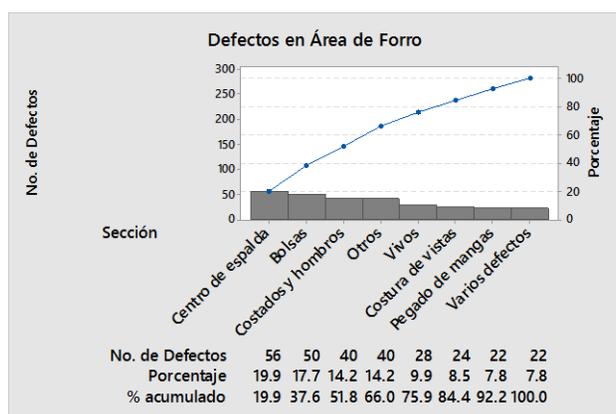
Diagrama de Pareto

Con la estadística obtenida del formato de descarte de calidad se encontró que la sección de mayor problema era la de forro, en la tabla 3 se muestra los defectos encontrados por operación en el área de forro durante dos semanas.

Razón de defecto en área de Forro	Total
Costura de vistas	24
Vivos	28
Etiquetas	4
Bolsas	50
Centro de espalda	56
Costados y hombros	40
Zigzag cuello	2
Muecas de cuello	8
Pegado de cuello	8
Pegado de mangas	22
Otros	40
Total	282

Tabla 3 Número de defectos en operación

El diagrama de Pareto es un método empleado para organizar errores, problemas o defectos, con el propósito de ayudar a enfocar los esfuerzos para encontrar la solución a los problemas.



Gráfica 1 Diagrama de Pareto

En la gráfica 1 se aprecia que el defecto Centro de espalda es el más frecuente (de mayor impacto), ya que representa 19.9% del total de los defectos, por lo que se tiene que investigar si en un día en particular hubo una descompostura de la máquina y/o el operario era nuevo en esa operación, continuando el análisis tal vez lo más conveniente sea tomar como problemas de impacto bolsas (17.7%) seguido de costados y hombros (14.2%). En este problema es preciso centrar un verdadero proyecto de mejora para determinar las causas de fondo, las cuales podrían ser que el operario por sacar su producción diaria descuide la calidad de la prenda, el horario en el que ocurre el defecto es al final de la jornada laboral, la máquina necesite mantenimiento, la tela del saco es difícil de manejar para el operario, etc. Esta estadística nos sirve para mostrar al supervisor de producción de la sección forro la problemática que existe por lo que si considera que uno de los factores es la falta de capacitación debe plantearlo para darle solución en equipo con los operarios(as) y los supervisores de calidad del área.

Capacitación a los operarios

Una vez identificadas las causas o la problemática del porcentaje de prendas defectuosas vienen las alternativas de solución, una de ellas planteada a la empresa es la capacitación constante a los operarios.

La capacitación consiste en: enseñarle el material y maquinaria con que debe contar para iniciar su trabajo, como el tipo de aguja, el hilo, las partes de la máquina y el manejo de la misma, colocar y cambiar el hilo en la aguja, dar a conocer los parámetros de calidad, los trazos del diseño, el tipo de costura y medidas para confeccionar de acuerdo a las especificaciones que el cliente requiere o que la empresa establece, el método de trabajo, para que su trabajo lo realice de forma óptima, es decir los movimientos que tiene que realizar como por ejemplo el cómo colocar la prenda, si la empresa tiene recursos se propone grabar las operaciones más complicadas para proyectarlas en la capacitación explicando los puntos críticos de calidad. Una vez que los(as) operarios(as) han alcanzado del 30 al 50% de eficiencia (de acuerdo a la complejidad de la operación) son asignados a una sección, el supervisor de producción se encarga de continuar con la capacitación hasta que el operario(a) alcance el 100% de eficiencia.



Figura 4 Operario en Capacitación

En la tabla 4 se muestra en la operación de abrir pinza y costadillo como el operario en capacitación con la toma de tiempos y una tolerancia del 20% por fatiga, retrasos o personales aumenta su cuota estándar (número de prendas por hora) de 24 a 50 prendas por hora producidas, aclarando que el operario ya contaba con conocimientos previos de dicha operación.

Día	Operación	Total de la toma de tiempos (seg)	Prom (seg)	Tiempo comprimido (seg)	Cuota Estándar (prendas por hora)
1	Abrir pinza y costadillo	1386	126	1.20	24
2	Abrir pinza y costadillo	1259	114	1.20	31
3	Abrir pinza y costadillo	1036	94	1.20	32
2	Abrir pinza y costadillo	660	60	1.20	50

Tabla 4 Cuota estándar de operario

Al operario se le proporciona el formato de toma de producción individual cuyo objetivo principal es conocer la producción que tiene por hora y llevar así un registro del avance y conocimiento en la operación que está realizando, además el supervisor de producción cada hora lleva un registro de inventario de prendas elaboradas para conocer el avance del operario y establecer si está alcanzando la meta del número de prendas producidas por hora. A los operarios en producción que no han alcanzado el 100% de eficiencia o fueron detectados con un porcentaje significativo de defectos en los sacos se les toma tiempos para conocer su avance por día durante la capacitación y se lleva el control con la curva de aprendizaje bajo responsabilidad del supervisor de producción y calidad.

Agradecimientos

El presente trabajo es derivado del gran apoyo otorgado al grupo de docentes por el dueño de la maquiladora del Estado de Guerrero, agradeciendo infinitamente la apertura para beneficio de las dos partes.

Conclusiones

Una empresa competitiva siempre está en busca de la mejora continua, buscando las posibles causas que provoquen desperdicios y por consecuencia pérdida de dinero, tiempo y hasta al cliente. Algunas de las causas de los defectos y retrabajos en los sacos y pantalones maquilados son capacitación inadecuada, incapacidad de los proveedores de la tela debido a que muy frecuentemente la tela presenta rotura, falta de control de los errores del operario ya que pudiendo detectar el defecto en línea, la mayoría de las veces el producto llega hasta la revisión de la tercera sección de la planta maquiladora, fatiga del operario que se traduce en errores inconscientes o no reportados, desconocimiento de las causas de los problemas, variación excesiva en el proceso de producción porque los modelos de los sacos cambian en promedio cada día y medio.

El área crítica a atender en la maquiladora es la de Forro con la operación Centro de Espalda y un porcentaje de defectos aproximado de 19.9% seguido de bolsas con 17.7%, en base al análisis el supervisor de calidad debe atender el problema capacitando de forma minuciosa al operario por la complejidad de la tarea a realizar, se encontró que por cumplir con la cuota estándar por hora exigida del número de sacos se descuida dicha operación, se sugiere realizar el estudio nuevamente al supervisor de producción para corroborar si la cuota estándar de prendas a elaborar en las operaciones de mayor número de defectos sigue vigente o corregir comparando costo beneficio.

Con la capacitación en operación de abrir pinza y costadillo, el trabajador inició con una cuota estándar de 24 prendas por hora y al cuarto día llega a 50 prendas por hora. La cuota estándar que establece la empresa es de 60 prendas por hora, por lo que el operario ha alcanzado el 83.33 % de eficiencia.

Cabe señalar que otras variables a atender son que el área de corte de las piezas del saco y pantalón realice una inspección de calidad de la tela debido a que se han encontrado sacos y pantalones producidos que cuentan con un defecto debido a la materia prima (tela).

Kaoru Ishikawa fue uno de los pioneros en exponer la idea de que el mejoramiento de las operaciones de la empresa puede provenir de los propios trabajadores, quienes bien entrenados para trabajar en equipo y mediante el uso de procedimientos y técnicas apropiados para la solución de problemas, podrían contribuir bastante al mejoramiento de la calidad, así como al incremento de la productividad.

Referencias

- [1] Hansen, D. R., & Mowen, M. M. (2007). *Administración de Costos. Contabilidad y Control* (Quinta Edición). Mexico D.F. Cengage Learning.
- [2] Love, P., & Edwards, D. J. (2005). *Calculating total rework costs in Australian construction projects. Civil Engineering and Environmental Systems*. Reino Unido: Taylor & Francis Ltd.
- [3] Almeida, Ñ. & Olivares, R. J. (2013). *Diseño e implementación de un proceso de mejora continua en la fabricación de prendas de vestir en la empresa Modetex. (Tesis para grado de Licenciatura)*. Universidad de San Martín de Porres, Lima Perú.
- [4] Gutiérrez, P.H. & De la Vara S. R. (2013), *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. (Tercera Edición). México D. F., Mc Graw Hill.
- [5] Meyers, F. E. (2000), *Estudio de Tiempos y movimientos para la manufactura ágil* (Segunda edición). México D. F. Prentice Hall.
- [6] Cantú, D. H. (2006). *Desarrollo de una Cultura de Calidad* (Tercera edición). México D.F. Mc Graw Hill.

El enfoque de procesos en el AST de Mecatrónica de la UTN

The process approach in the Mechatronics AST of the UTN

GÓMEZ-GONZÁLEZ, María Concepción †*, SÁNCHEZ-LUNA, David, CRUZ-BARRAGAN, Aidé y MORALES-TORIBIO, Leticia

Universidad Tecnológica de Nezahualcóyotl, Circuito Universidad Tecnológica s/n, Col Benito Juárez, Cd. Nezahualcóyotl

ID 1^{er} Autor: *María Concepción, Gómez-González* / ORC ID: 0000-0003-0840-9372, Researcher ID Thomson: G-5061-2018, CVU CONACYT ID: 779699

ID 1^{er} Coautor: *David, Sánchez-Luna* / CVU CONACYT ID: 867466

ID 2^{do} Coautor: *Aidé, Cruz-Barragan* / ORC ID: 0000-0002-8305-9897, Researcher ID Thomson: S-7558-2018, CVU CONACYT ID: 671712

ID 3^{er} Coautor: *Leticia, Morales-Toribio* / ORC ID: 0000-0002-7083-6415

Recibido: 05 de Julio, 2018; Aceptado 09 de Septiembre, 2018

Resumen

Ante la necesidad de mejorar la calidad de la formación, la Universidad Tecnológica de Nezahualcóyotl, determinó, realizar el Análisis Situacional del Trabajo (AST), donde participan industriales y docentes en la determinación del perfil profesional. Sin embargo, el procedimiento para realizarlo está normado pero no se aplica igual y, no se ha enfocado como proceso. Así, el objetivo fue aplicar el AST, bajo el enfoque de procesos, en la carrera de Mecatrónica con la finalidad de sistematizarlo. Se inició con la planificación del proceso, se identificaron clientes, entradas-salidas, subprocesos, representándolos en un diagrama SIPOC. Posteriormente se implementó el Taller AST, con la participación de empresarios y profesores especialistas, conforme a una agenda de trabajo; se obtuvo información sobre las competencias del egresado. Enseguida, del análisis de la información se logró: determinar los puestos, funciones, tareas y actitudes requeridas por el sector productivo. En la última fase, se identificaron propuestas para mejorar el proceso. Finalmente, el enfoque de procesos en el AST, facilitó la sistematización de las actividades lo que impactó las necesidades de los clientes y dejó una propuesta para obtener información objetiva y confiable para actualizar el plan de estudios.

AST, Proceso, SIPOC, Mejorar

Abstract

Facing the necessity of training quality improvement, the Technological University of Nezahualcoyotl, decided to do the Work Situation Analysis (WSA), where meet industrialists and teachers to define the professional profile. However, the procedure for doing it, it is ruled but it is not applied in the same way and was not focus as process. Therefore, the objective was to apply the WSA, under the process approach to systematize it in the Mechatronics career. First, it started with the process planning; where customers were identified, input-output, subprocesses, representing them in a SIPOC diagram. Later, it was implemented a work job WSA, with the participation of businessmen and specialist teachers, according with a work Schedule. Information was obtained about the competencies of graduate. Next, to information analysis it was achieved: define the places, functions, task and attitudes required by the productive sector. In the last phase, they were detected the process improvement proposals. Finally, the process approach in the WSA, supplied the activities systematization that impacted customer necessity, it left a deal to obtain objective and reliable information to update the currícula.

WSA, Process, SIPOC, Improvement

Citación: GÓMEZ-GONZÁLEZ, María Concepción, SÁNCHEZ-LUNA, David, CRUZ-BARRAGAN, Aidé y MORALES-TORIBIO, Leticia. El enfoque de procesos en el AST de Mecatrónica de la UTN. Revista de Ingeniería Tecnológica. 2018 2-7: 9-20

* Correspondencia del Autor (correo electrónico: mariaconcepcion.gomez@utn.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El Subsistema de Universidades Tecnológicas (SUT), inició en la década de los 90's, bajo un modelo educativo centrado en la calidad, la polivalencia, la intensidad y la flexibilidad, siendo esta última promovida mediante:

- Incorporar de descubrimientos no sólo científicos y tecnológicos, sino los cambios que se generen en los procesos productivos.
- Realizar de actividades de evaluación permanente en los campos de la demanda de profesionales, los perfiles de éstos, los cambios previsibles en los procesos productivos, entre otros.
- Conocer los requerimientos de profesionistas y la opinión sobre los perfiles, principalmente.

No obstante, ante la necesidad de que las Instituciones de Educación Superior, refuercen su cooperación con el mundo de trabajo, se originaron proyectos que buscan favorecer las experiencias de aprendizaje y que propician la adquisición de competencias profesionales pertinentes al mercado laboral y al contexto social. (CGUT, 2008).

Por ello el modelo educativo de las Universidades Tecnológicas (UT), migró en el 2009, al modelo de competencias profesionales a partir de diseñar y desarrollar los Programas Educativos (PE), mediante: Análisis del Mercado de Trabajo, Planeación, Organización y Seguimiento y Evaluación de la oferta.

En la fase Análisis del Mercado de Trabajo, se compara la situación real y la deseada, a fin de determinar las necesidades de formación, lo que se realiza mediante los estudios de factibilidad, entre los cuales se encuentra el Análisis de la Situación de Trabajo (AST). Mientras que en la fase de Seguimiento y Evaluación de la Oferta Educativa, se evalúa la pertinencia como uno de los indicadores, que se derivan del Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (COPAES).

Así, el AST se convierte en una condición necesaria para definir las competencias inherentes al ejercicio de una profesión, expresadas en objetivos y funciones.

También se define como el proceso mediante el cual se genera información acerca de un puesto específico de trabajo que alimentará, junto con otras fuentes, algún programa de formación. (Universidad Tecnológica de Aguascalientes, 2004). Para recabar la información se requiere realizar un Taller AST, mediante el método IXE (Máximo de información por consenso).

En este sentido, la Universidad Tecnológica de Nezahualcóyotl (UTN), en pro de fortalecer la calidad de la formación en sus diferentes PE, inició en el año 2017 el proyecto de acreditación de sus carreras de nivel Técnico Superior Universitario (TSU), por parte del Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI).

Dicha acreditación, requiere que, al evaluar la pertinencia de los programas de estudios con respecto a las necesidades del mercado laboral, intervengan cuerpos colegiados e instancias externas para la actualización del ejercicio profesional (Barrera Bustillos, y otros, 2015), siendo el AST, un medio para obtener información al respecto.

No sólo con el propósito de actualizar los PE sino también para atender los requisitos de los organismos acreditadores y certificadores, en la UTN se han realizado los AST. Sin embargo, en las carreras a nivel TSU, no se tiene documentada la experiencia previa en relación a estos estudios. Así, a partir de una revisión documental de los informes (Morales Toribio, Gómez González, & Guadalupe, 2013) (Morales Toribio L. G., 2009), se encontró el procedimiento para su desarrollo en la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Producción (ITP) (ver tabla 1).

Procedimiento	Año del AST	
	2009	2013
Definición del objetivo del AST	x	
Selección de industriales		
Invitación de industriales	x	x
Gestión del servicios de apoyo	x	x
Elaboración de instrumentos para la recopilación de información	x	
Preparación de programa de trabajo		
Invitación de colaboradores		
Preparar área de trabajo	x	
Coordinar el Taller AST	x	x
Analizar la información		x
Preparar informe del AST		x

Tabla 1 Actividades en los AST

Fuente: Tomado de AST de ITP

GÓMEZ-GONZÁLEZ, María Concepción, SÁNCHEZ-LUNA, David, CRUZ-BARRAGAN, Aidé y MORALES-TORIBIO, Leticia. El enfoque de procesos en el AST de Mecatrónica de la UTN. Revista de Ingeniería Tecnológica. 2018

Como se identifica en la tabla 1, si bien está definido el procedimiento para realizar el AST, no es el mismo que se ha seguido en cada año. También sólo se tiene evidencia del AST de ITP pero no de las carreras a nivel TSU. Asimismo, al revisar el contenido de los informes de los AST realizados, se encontró que incluyen una sección de resultados, pero no del análisis sistematizado de éstos.

Con todo, se identificó que aun cuando el AST es concebido como un proceso, en la práctica no se aborda como tal, ya que como señala Summers (2006), en el proceso se deben recibir entradas en las que se deben realizar actividades de valor agregado para crear la salida, situación que no se evidencia en su totalidad, pues no hay un análisis de la información ni tampoco se explicitan todas las actividades que se realizan durante el desarrollo del estudio.

Así, el objetivo fue aplicar el AST, bajo el enfoque de procesos, en la carrera de Mecatrónica con la finalidad de orientar y estandarizar la realización de futuros estudios.

La aplicación del enfoque de procesos en el AST, permitirá proveer de información para la realización de cada una de las fases, lo que facilitará la réplica en las demás carreras, sin importar si es de nivel TSU e Ingeniería. Con base en lo anterior, el estudio fue de tipo descriptivo, pues como señala García Cabrero (2009), nos permitió describir el proceso genérico del AST a partir del análisis de los estudios que se han realizado en la UTN.

Así que, este trabajo contiene la revisión de la literatura sobre los procesos y el AST, así como la metodología que se siguió para el desarrollo del proyecto incluyendo los resultados, las conclusiones y las referencias.

Revisión de la literatura

Para gestionar y mejorar un proceso es necesario, en primer lugar, describirlo adecuadamente, para lo cual es importante identificar sus elementos: salida, destinatarios del flujo de salida, actores del proceso, secuencia de las actividades del proceso, recursos empleados, indicadores, Un método para poder describir un proceso es el diagrama de SIPOC, que recibe su nombre por sus siglas en inglés, *Supplier-Input-Process-Output-Customer* (ver figura 1)

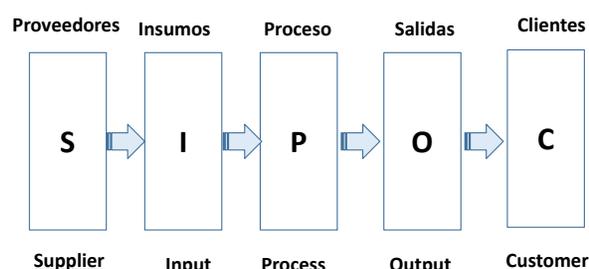


Figura 1 Diagrama SIPOC.

Fuente: Tomado de Tovar & Mota (2007)

El SIPOC es el primer paso para la realización de un diagrama de flujo detallado. Permite visualizar los pasos secuenciales de un proceso definiendo claramente sus entradas, salidas, proveedores y clientes. Recoge detalles importantes sobre el inicio y el final del proceso y permite ver cuáles son las actividades involucradas y de qué forma están interconectadas. En cuanto a sus tres elementos clave en la norma ISO 9000 (2015), se indica lo siguiente:

- Los puntos de control del seguimiento y la medición, son específicos para cada proceso y variarán dependiendo de los riesgos relacionados.
- Los proveedores; es la persona u organización que suministra un producto. Es indispensable identificar dónde comienza el proceso y cuáles son los insumos de éste. Para apoyarse se pueden plantear las preguntas ¿qué necesito?, ¿Cómo lo necesito?, ¿Cuándo lo necesito?
- El cliente es la persona u organización que podría recibir o que recibe un producto servicio, destinado o requerido por ella. En las organizaciones se pueden distinguir básicamente los clientes internos y externos. Por lo que es indispensable identificarlos a partir de determinar la razón del proceso. Enseguida se deben determinar los requisitos de los clientes.
- En tanto que el proceso se define como un conjunto de actividades mutuamente relacionadas que utilizan las entradas para proporcionar un resultado previsto.

Por otra parte, el SIPOC refleja el enfoque de procesos, a través del cual se organizan y gestionan las actividades que crean valor para el cliente. Las fases para su aplicación se ajustan al ciclo Deming: planear hacer, verificar y actuar (ver figura 2)



Figura 2 Fases del enfoque de proceso

Fuente: Tomado de IMNC (2013)

Con respecto a la planificación de un proceso, se recomienda: definir las actividades dentro del proceso, los requisitos de seguimiento y de medición, los recursos necesarios y la verificación del proceso con respecto a sus objetivos planificados IMC (2003).

Adicionalmente, es indispensable eliminar las actividades que no agregan valor para clarificarlas y reducir los tiempos. Enfocándose en las necesidades de los clientes, Ahora bien, conforme a los documentos oficiales del SUT, las etapas relacionadas con el AST se indican en la figura 3.

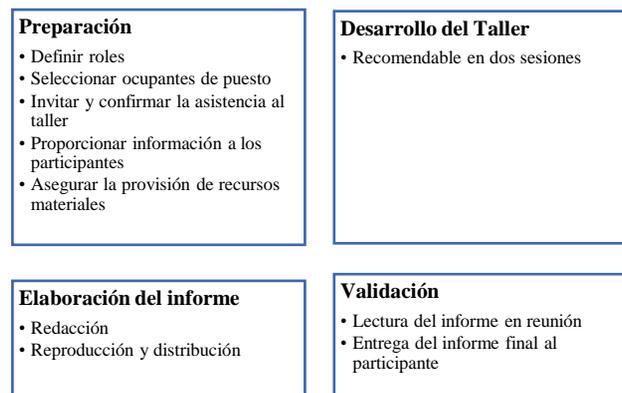


Figura 3 Etapas del AST

Fuente: Tomado de Universidad Tecnológica de Aguascalientes (2004)

En complemento los principios que rigen el análisis funcional son los siguientes:

- Se aplica de lo general a lo particular, comenzando con un propósito principal laboral
- Debe identificar funciones discretas que sean evaluables en un contexto específico.
- Se debe mantener una estructura gramatical uniforme: verbo, objeto y condición

Por otra parte, el AST también permite evidenciar algunos de los criterios establecidos por el organismo acreditador CACEI, particularmente en la variable Plan de estudios, donde indica:

- Pertinencia del PE en su ámbito regional, considerando a las opiniones y grado de satisfacción tanto de los empleadores como de los egresados y el impacto de estos.
- El plan de estudios se deberá revisar en forma integral después de tres años de haber entrado en vigor.
- En la evaluación curricular, tienen que intervenir los cuerpos colegiados y las instancias externas para la actualización del ejercicio profesional de la disciplina

Metodología

Bajo la óptica de un estudio de corte descriptivo, se abordó el desarrollo del proyecto conforme a las etapas mostradas en la figura 4.

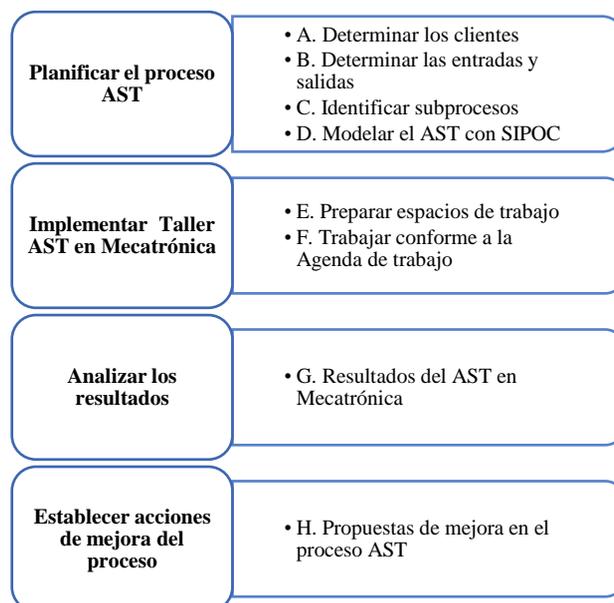


Figura 4 Fases AST bajo el enfoque de procesos

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se describen las acciones que se realizan en cada fase indicada en la metodología

- Planificar el proceso AST.
- ✓ Determinar los clientes del proceso. Previamente se definió el objetivo y dueño del proceso. También se identificaron los clientes y sus requisitos.

- ✓ Determinar las entradas y salidas del proceso.
- ✓ Identificar subprocesos. En los documentos oficiales del SUT, se revisaron las actividades correspondientes al desarrollo del proceso. También, con base al contexto de la UTN y a la experiencia en este tipo de estudios, se definieron las actividades genéricas, puntualizando sobre el personal y su rol.
- ✓ Realizar el modelo del proceso. Se elaboró el diagrama SIPOC del proceso, incluyendo los recursos requeridos, con los respectivos indicadores
- Implementar el Taller AST en Mecatrónica
- ✓ Preparar espacios de trabajo
- ✓ Trabajar el Taller conforme a la agenda
- Analizar los resultados del proceso del AST en la carrera de Mecatrónica.
- ✓ Utilizar herramientas cuali-cuantitativas para el análisis de la información
- Establecer acciones de mejora del proceso
- ✓ Plantear propuestas de mejora en el proceso

Resultados

Planificar el proceso AST

- A. **Determinar los clientes del proceso.** A partir de la revisión de la información sobre el AST, se estableció el propósito, el cliente, y las partes interesadas (ver tabla 2).

Nombre del proceso	Razón de ser del proceso	Clientes
Análisis Situacional o de Situación del Trabajo	Determinar las funciones, tareas, actitudes, valores, equipos y herramientas inherentes al ejercicio profesional, requeridos por el sector productivo	Cliente <ul style="list-style-type: none"> – Comisión Nacional de Directores de las UT Parte interesada <ul style="list-style-type: none"> – Organismos acreditadores (CACEI) – Academia de la carrera

Tabla 2 Propósito y clientes del proceso AST

Fuente: *Elaboración Propia*

Como se observa en la tabla 2, se tienen diferentes clientes, por lo que fue necesario determinar sus necesidades, con base en lo explicitado en los lineamientos establecidos (UT Aguascalientes, 2004), en el Marco Referencial de CACEI (2015) y en el Reglamento de las Academias (2013) (ver tabla 3).

Cliente/parte interesada	Necesidades	Especificaciones
Comisión Nacional de Directores de las UT	Informe del AST de Mecatrónica	Incluir funciones, tareas, actitudes y condiciones necesarias para sector productivo
Organismos acreditadores (CACEI)		Integral, con cuerpos colegiados y con instancias externas, después de tres años.
Academia de la carrera de Mecatrónica		Conocer y aprobar las propuestas para su autorización ante la CGUT

Tabla 3 Necesidades del cliente y partes interesadas

Fuente: *Elaboración Propia*

De la tabla 3 se identifica que cada cliente o parte interesada requiere aspectos específicos que requieren se incorporen en la planeación y/o desarrollo del proceso en estudio.

- B. **Determinar las entradas y salidas del proceso.** Con base en el enfoque de procesos, y bajo la óptica del SIPOC, contextualizado con las fases que se indicaron en la figura 3, se determinaron las entradas y salidas (ver tabla 4).

Proveedor	SUT	Secretaría Académica	Área de Estadías
Insumo	Lineamientos sobre el AST	Marco de referencia sobre acreditación de PE para TSU	Listado de industriales que reciben estudiantes de Mecatrónica
Proceso	Análisis Situacional del Trabajo		
Salida	Informe del AST de Mecatrónica		
Cliente	Comisión Nacional de Directores de Mecatrónica	Organismos acreditadores (CACEI)	Academia de Mecatrónica

Tabla 4 Entradas-salidas del proceso AST

Fuente: *Elaboración Propia*

Como se observa en la tabla 5, se identificaron las entradas y salidas del proceso, sin embargo, se requiere, determinar los requisitos y/o criterios asociados a ellos, lo que implicó primero revisar las fases (ver figura 3) y contrastarlas con lo que se ha realizado en la práctica en los AST previos.

C. Identificar Subprocesos. Los subprocesos del Taller AST con las respectivas actividades se indican en figura 5.

- Planeación del Taller AST
- Organización del Taller AST
- Realización del Taller AST
- Análisis de la información del Taller AST
- Preparación del informe
- Validación del informe

Figura 5 Subprocesos del AST
Fuente: Adaptación de CGUT (2004)

Conforme al contexto de la UTN, en cada subproceso se realizó lo siguiente:

- Planeación del Taller AST:
 - ✓ Se elaboró el Programa AST
 - ✓ Se elaboró el Plan ejecutivo del AST
 - ✓ Se seleccionaron los integrantes del equipo de trabajo: docentes especialistas en el área de la carrera, Presidentes de Academia y personal de estadías.
 - ✓ Se difundió el Programa AST con el equipo de trabajo y el Director de carrera a fin de involucrarlos en el proceso.
- Organización del Taller AST. Las actividades que se realizaron, como parte de la preparación, fueron:
 - ✓ Se seleccionó un grupo de industriales representativo, en función a la cartera de empresas disponibles en el área de estadías principalmente. Se aseguró de que los profesionistas del sector industrial no sólo tuvieran experiencias con estanciados o egresados de la carrera en estudio, sino que contaran con la experiencia en el trabajo, en diferentes especialidades, con disponibilidad para participar.

- ✓ Se gestionó la asistencia de los industriales. Con apoyo de asesores académicos de estadía, de estudiantes y de personal de estadías, se entregó a cada industrial: invitación, versión ejecutiva del perfil profesional, plan de estudios de la carrera, Plan Ejecutivo del AST. La documentación se envió a través de: correo electrónico, vía telefónica y/o visita.
- ✓ Se asignaron los roles y responsabilidades: Moderador, Expertos de la carrera, Secretaria, Industriales, Observadores, Coordinador. Siendo estos enunciativos, pues en la praxis, el coordinador asumió el rol de moderador, mientras que como parte del apoyo logístico participaron estudiantes.
- ✓ Se adecuaron materiales para el desarrollo del Taller AST (formatos, diapositivas para presentar el Taller, Agenda de Trabajo, listas de asistencia, lista de validación, directorio de industriales que asistirán).
- ✓ Se gestionaron los recursos para el desarrollo del Taller AST: papelería, espacio de trabajo, mobiliario y equipo de cómputo, servicio de cafetería.

- Realización del AST. Se planificaron las actividades (espacio de trabajo, agenda de trabajo)
- Analizar la información derivada del Taller AST. Se planificó realizar el análisis de la información, para presentarlas conforme se requiere por parte de la SUT, asimismo se definieron las técnicas de análisis: frecuencia de datos, gráficas de barras y de pastel.
- Preparación del informe. Se consideró la realización de informes de cierre de Taller.
- Validación del informe. Se estableció que durante el Taller se integraría la información de las diferentes mesas para presentarla al término del mismo, y la evidencia de la validación se determinó que se realizaría con listas de participantes.

D. Realizar el Modelo del proceso del AST. Con todo lo anterior, se integró el modelo SIPOC del proceso del AST (ver figura 6)

Propósito: Determinar las funciones, tareas, actitudes, valores, equipos y herramientas inherentes al ejercicio profesional, requeridos por el sector productivo			
Dueño: Director de la División de Gestión de la Producción			
Proveedor	SUT	Secretaría Académica	Área Estadías UTN
Entradas	Lineamientos sobre el AST	Marco de referencia sobre acreditación de PE para TSU Información del PE Mecatrónica	Listado de industriales que reciben estudiantes de Mecatrónica
Proceso AST	Planificar el proceso AST	Implementar Taller AST	Analizar los resultados
	Establecer acciones de mejora del proceso		
	A. Determinar los clientes B. Determinar las entradas y salidas C. Identificar subprocesos D. Modelar el AST con SIPOC	E. Preparar espacios de trabajo F. Trabajar Agenda de trabajo	G. Resultados del AST H. Propuestas de mejora en el proceso AST
Salidas	Informe del AST de Mecatrónica		
Clientes	Comisión Nacional de Directores de las UT de la carrera de Mecatrónica, Organismos acreditadores (CACEI), Academia de la carrera de Mecatrónica		

Figura 6 Modelo SIPOC AST

Fuente: Elaboración Propia

Los indicadores asociados al SIPOC se muestran en la tabla 5.

Tipo	Requerimiento del cliente	Indicador	Objetivo
Resultado (o de efectividad)	Incluir funciones, tareas, actitudes y condiciones necesarias para sector productivo	Informe AST con toda la información	Informe AST completo
	Integral, con cuerpos colegiados y con instancias externas, después de tres años.	Participación de Cuerpos colegiados e instancias externas en AST	Un Informe trianual del AST con participación colegiada interna y externa
	Conocer y aprobar las propuestas para su autorización ante la CGUT	Conocer y aprobar las propuestas derivadas de AST	100% de actualizaciones aprobadas
Proceso o de eficiencia		Tiempo de entrega del informe	100% cumplimiento
		Aplicación de las fases del AST	100% cumplimiento

Tabla 5 Indicadores SIPOC AST

Fuente: Elaboración Propia

Implementar Taller AST

E. **Preparar espacios de trabajo.** Se organizó el espacio de trabajo en el que se desarrolla el Taller AST, considerando 5 mesas de trabajo, coordinadas por un docente especialista en: Mantenimiento, Diseño e Ingeniería, Proyectos, Soporte Técnico y Empresario. Sin embargo, los puestos que estuvieron presentes fueron los indicados en la figura 7.

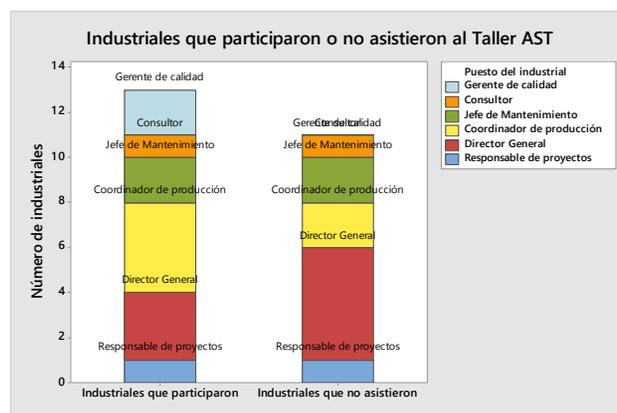


Figura 7 Industriales y su puesto en el Taller AST

Fuente: Elaboración Propia

F. **Trabajar conforme a la Agenda.** Se aseguró la participación productiva de los asistentes tanto en el Taller como en la validación, para lo cual el coordinador proporcionó toda la información necesaria a cada uno de los participantes en función de los roles que desempeñó. Se trabajó conforme a las actividades indicadas en la agenda:

- Registro de participantes
- Bienvenida por parte del Director
- Presentación de los participantes en el taller
- Presentación del taller
- Identificación de propósito y funciones clave
- Contexto de realización de las funciones clave
- Integración de equipos
- Desarrollo de la matriz funcional
- Validación
- Cierre por parte del Director

Se sortearon todos los imprevistos que se presentaron, sobre todo con la cancelación de asistencia de industriales.

El giro de las empresas que participaron fue diverso, ya que los egresados de Mecatrónica están posicionando en estas, sobre todo en la manufactura y en las empresas del área de Servicios para el desarrollo de tecnología (ver figura 8).

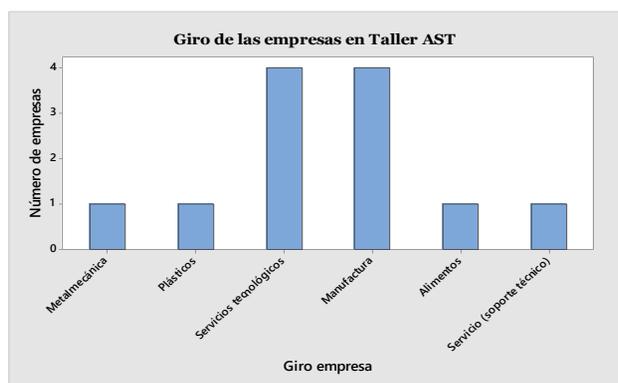


Figura 8 Giro empresas en Taller AST

Fuente: Elaboración Propia

Al concluir el taller del AST, se validaron las funciones, actividades, tareas y actitudes que se espera muestre el egresado de la carrera

Analizar resultados Taller AST

G. Resultados del AST bajo el enfoque de procesos en la carrera de Mecatrónica.

La coordinadora analizó, junto con los observadores, el especialista, el facilitador y el secretario, la información del Taller, como se indica a continuación:

- **Puestos probables a ocupar.** El grupo de industriales, mediante la técnica TKJ y después de un diálogo reflexivo determinó que algunos de los puestos que habrán de ocupar los egresados son: Programador CNC, Mantenimiento de equipos, Desarrollo de Proyectos, Diseño, Programación y Control, Operador especializado, entre otros. Mismos que se agruparon como se indica a continuación: Mantenimiento, Manufactura, Diseño y Desarrollo, Control y Pruebas. Con base en ello se determinaron los datos generales de la profesión: naturaleza del trabajo, condición de trabajo, importancia y frecuencias de las tareas.
- **Objetivos del puesto.** Después de la lluvia de ideas en que los invitados enunciaron los posibles puestos que habrá de ocupar el TSU en Mecatrónica. Los puestos identificados difieren de los establecidos en el perfil, ya que se suman los puestos de Programador CNC, Responsable de Ingeniería de campo,

Se determinó por cada puesto, el objetivo y las funciones (ver ejemplo en tabla 6).

Puesto	Objetivo	Funciones
Programador CNC	Desarrollar programas CNC que al ejecutarlos, el producto cumpla con los requerimientos y especificaciones de calidad especificados del producto.	Recibir orden de trabajo a través de proyectos analizando las especificaciones del producto.
		Diseñar programas CNC y analizar herramental.
		Dominar las técnicas de manufactura para el maquinado de piezas.

Tabla 6 Ejemplo: objetivos y funciones

Fuente: derivado del taller AST de Mecatrónica

Las funciones de los puestos se alinean a las competencias que indica el PE de Mecatrónica, como se indica:

Competencia en el PE: Desarrollar y conservar sistemas automatizados y de control para mejorar y mantener procesos productivos.

Ejemplo de funciones determinadas en Taller: Modelar y diseñar con software especializado, realizar, Coordinación de la ejecución de programas de mantenimiento preventivo mediciones y calibración de los equipos robóticos para ponerlos en condiciones óptimas de operación, análisis y desarrollo de circuitos eléctricos, electrónicos, electromecánicos, hidráulicos y neumáticos.

Competencia en el PE: Desarrollar el proceso de manufactura para fabricar piezas y ensambles

Ejemplo de funciones determinadas en el Taller: Diseño de componentes y partes mecánicas, diseño de eléctrico-electrónico y de potencia, actualización de diseños y/o mejoras al producto y/o proceso, diseño de herramientas y/o dispositivos, dominar las técnicas de manufactura para el maquinado de piezas.

- **Actividades y tareas asociadas al puesto.** Para cada una de las funciones que se identificaron, el grupo de industriales coordinados por un docente experto en el área, determinaron las actividades y tareas (ver tabla 7)

Funciones	Actividades	Tareas
Recibir orden de trabajo a través de proyectos analizando las especificaciones del producto.	Revisar especificaciones de órdenes de trabajo.	Asignar prioridad a las órdenes de trabajo.
		Con base en la programación de producción distribuir las órdenes de trabajo por máquina.
	Validar las especificaciones del producto.	Analizar materias primas requeridas.
		Reportar al área de proyectos cualquier anomalía en el diseño o incongruencia.

Tabla 7 Ejemplo: Funciones- actividades y tareas

Fuente: Derivado del taller AST de Mecatrónica

Contexto bajo el cual se realiza el trabajo. En sesión plenaria con los industriales se evaluó la frecuencia, importancia y dificultad de las tareas asociadas a los puestos. Con base en la importancia de cada una de las actividades asociadas a los puestos, se realizó la gráfica de frecuencias (ver figura 9), donde se identifica que el 45.71% de las actividades que realizan los egresados de Mecatrónica son consideradas como muy importantes, en tanto que el 22.85% son menos importantes, lo que denota la exigencia del puesto a ocupar.

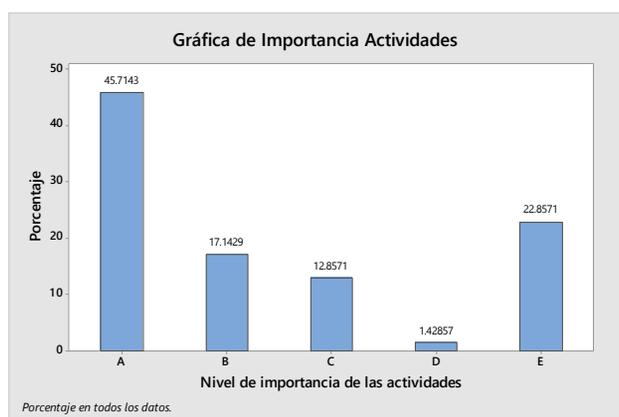


Figura 9 Importancia de las actividades

Fuente: Elaboración Propia

Por otra parte, la figura 10 muestra que el 29.41% de las actividades son de dificultad mayor, sin embargo, el 21.3% están evaluadas con un promedio de dificultad.

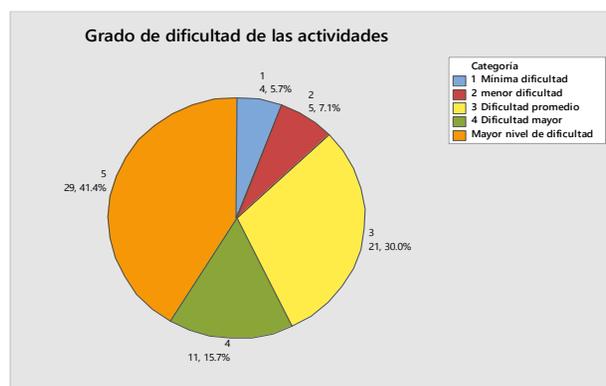


Figura 10 Grado de dificultad de las actividades

Fuente: Elaboración Propia

Condiciones para la ejecución.

Después de recopilar información respecto al material, herramientas, riesgos, principios y técnicas que se requiere emplee el egresado por cada actividad en el campo laboral, se identificaron, los materiales que comúnmente se requieren para el desarrollo de sus actividades:

- ✓ Manuales de herramienta y lubricantes
- ✓ Manual de procedimientos maquinado
- ✓ Bitácoras, manuales y ordenes de mantenimiento
- ✓ Materiales para instrumentación
- ✓ Catálogos de productos
- ✓ Material para sistemas electrónicos
- ✓ Materiales para el mantenimiento
- ✓ Herramientas para electrónica
- ✓ Listado de refacciones

Por otra parte, el software que se requiere manejen los egresados son: solidworks, de simulación, CAD/CAM, CAE, CNC, CATIA, SolidCam y TOPS2000, AUTOCAD, VISIO. También el uso de computadora con software especializado, seguida del equipo de instrumentación.

Adicionalmente se identificaron los principios /técnicas que se requiere tenga el egresado por ejemplo:

- ✓ Conocimiento de software de programación
- ✓ Uso de máquinas-herramientas
- ✓ Metrología y normatividad
- ✓ Conocimiento de programas de mantenimiento
- ✓ Conocimiento de electricidad y electrónica, hidráulica,
- ✓ Manejo de personal

- **Productos y servicios generados por el puesto.** A manera de ejemplo se indican, algunas por áreas de especialidad:
- ✓ **Manufactura:** Revisión y validación de especificaciones de órdenes de trabajo, creación de programa CNC para la manufactura de un producto, selección de herramientas para la manufactura de una pieza, desarrollo de ficha técnica que contenga las especificaciones del producto para la operación y el ensamble.
- ✓ **Mantenimiento:** Planeación y seguimiento de la ejecución del trabajo de mantenimiento, realización de las reparaciones programadas de mantenimiento, con base en las especificaciones del fabricante, diagnóstico de fallas en maquinaria y equipo.
- ✓ **Desarrollo de proyectos:** determinar los equipos e insumos para el desarrollo de un proyecto de mecatrónica, elabora el proyecto técnico tomando en cuenta la información de campo y expectativa de los clientes, verificación de la ejecución del proyecto bajo las condiciones de diseño.
- ✓ **Diseño:** dibujar componentes mecánicos apoyándose de software con base a la normatividad aplicable, renovar diseños, productos y/o procesos en base en requerimientos actuales del cliente.
- **Conocimientos.** Con todo lo anterior, se identificaron los contenidos semánticos (saber) y procedimental (saber hacer) para el desempeño eficiente del puesto analizado.

Saber	Saber hacer
Programador CNC	
Interpretación de planos u hojas de taller	Utilizar la computadora con software de programación CNC
Conocimiento de software de programación CNC (CATIA, Solidcam, TOPS2000)	Capacitar en máquinas y herramientas
Procedimientos de maquinado CNC	Uso de manuales de herramienta, de lubricantes/y refrigerantes
	Uso de Mesas de mármol, equipos de medición
	Manejo de maquinaria y herramientas para maquinado

Tabla 8 Ejemplo de saberes
Fuente: Derivado del Taller del AST Mecatrónica

- **Cualidades personales.** Cada una de las cualidades personales que los industriales expresaron esperan tengan los egresados de Mecatrónica, que sí bien corresponden en su mayoría con el PE, se identificaron algunas en las que los empresarios requieren mejoras o incluso no se tiene contempladas como son:(ver tabla 9):

Instrumentales	Interpersonales	Sistémicas
Prácticos	Iniciativa	Con sentido de identidad y pertenencia
Resuelve problemas	Honestidad	Auto control
Capacidad metodológica	Responsabilidad	Con presencia e imagen
Destrezas tecnológicas	Compromiso	Autoestima emprendedor
Manejo de Excel	Trabajo en equipo	Técnicas de liderazgo y manejo de personal
Destreza lingüística	Puntualidad	
Manejo del idioma ingles	Disposición	
Habilidad de redacción	Seguridad	
	Disciplina	
	Disponibilidad	
	Orden	

Tabla 9 Ejemplo: Cualidades vs ser en PE
Fuente: Derivado del taller del AST Mecatrónica

- Así, al finalizar esta fase de análisis de resultados del Taller del AST, se logró:
- Obtener información relacionada con los diferentes puestos que puede ocupar un egresado de la carrera de Mecatrónica.
 - Definir las funciones que el sector productivo espera alcance el egresado, las cuales en su mayoría corresponden con lo que se tiene declarado en el plan de estudios correspondiente.
 - Definir los productos y servicios, que a partir de las actividades relacionadas con las funciones, se espera que desarrolle el TSU de la carrera en cuestión.
 - Identificar las actitudes adicionales que se deberán potenciar o fortalecer durante el proceso formativo, y que definen la capacidad de análisis del egresado.
 - De acuerdo con lo que solicitan el organismo CACEI, el trabajo del AST se realizó de forma colegiada, con la participación de docentes, Cuerpo Académico de Gestión de la Educación y la Producción, quien lidero todo el proceso del AST, asimismo se logró la participación representativa de industriales de la zona de influencia, pese a que la muestra fue menor a la planificada.

- Identificar los saberes que deben atenderse durante el proceso formativo, para que el egresado pueda cumplir con su función en el sector productivo, lo que realimentará a las Academias de las carreras. En este sentido la recomendación principal fue: mejorar el nivel de aprendizaje teórico – práctico, con énfasis en el incremento de prácticas en el ramo de la electrónica para que puedan aplicarlas en el ramo industrial, ya que en ocasiones solamente cuentan con los conocimientos teóricos.
- Dentro de las áreas administrativas de acuerdo a los resultados obtenidos es la parte de materias de tipo “Administrativo asociados al departamento de mantenimiento” ya que se solicita en las tareas la elaboración de requisiciones de trabajo, manejo de bitácoras, planes de mantenimiento, reportes, etc.

Establecer acciones de mejora del proceso

H. **Propuesta de mejora del proceso del AST.** Conforme al proceso, se identificaron las siguientes áreas de oportunidad:

En la fase de Planificación del proceso AST. Es importante reforzarlo, ya que la mayoría del equipo de trabajo consideró que el informe es sólo una tarea administrativa, pero no logró ubicarlo como el proceso de análisis. Asimismo es indispensable incrementar el catálogo de empresas de la carrera

- a) Propuesta 1. Promover la colaboración del equipo de trabajo, para aprovechar su experiencia en el desarrollo del Taller.
- b) Propuesta 2. Preparar al equipo mediante el desarrollo de un taller sobre el Proceso AST.
- c) Propuesta 3. Incrementar, mediante difusión y actividades de vinculación, el número de empresas, así como diversificar los giros.

En relación a la fase de Implementación del Taller AST, el principal problema fue la no asistencia de empresas que habían confirmado y el tiempo limitado para el desarrollo de todas las actividades del Taller

- d) Propuesta 4. Desde la fase de planeación considerar acciones para mitigar los riesgos.
- e) Ampliar, con base en la experiencia, los tiempos de realización de cada una de las fases del proceso AST, sobre todo en la fase de análisis y elaboración del informe.

Respecto a la fase de Análisis de resultados, se recomienda:

- f) Propuesta 5. Brindarle la oportunidad y espacio al industrial para realizar de forma constante alguna conferencia, taller o actividad práctica, con la finalidad de mostrarle al futuro egresado como desenvolverse en el ámbito laboral ya que es importante que conozcan las aplicaciones teóricas – prácticas dentro de la industria.
- g) Propuesta 6. Realizar y/o aumentar las visitas al sector productivo con la finalidad de que el egresado tenga un panorama más amplio de la visión de una empresa.
- h) Propuesta 7. Trabajar en las Academias las acciones para fortalecer el empleo de las maquinas, técnicas y materiales que se particularizaron en este reporte.
- i) Propuesta 8. Establecer, a través de la Academia de formación sociocultural, un programa de trabajo integral que potencie las actitudes que destacaron los industriales.

Conclusiones

La aplicación del enfoque de procesos en el AST de Mecatrónica, facilitó por un lado, la integración de las actividades en cada una de las fases que se determinaron, por otro lado, permitió obtener un informe que contiene lo requerido por el cliente y las partes interesadas.

Igualmente la definición de las fases del proceso AST, permitió la sistematización de las actividades lo que llevó a la obtención secuencial y ordenada del informe. Asimismo la utilización de herramientas estadísticas y administrativas, contribuyeron a un análisis objetivo que se tradujo en propuestas de mejora y/o en sustento de grado de cumplimiento del perfil profesional, al agrupar las tareas y sus condiciones de ejecución, por ejemplo.

Por otra parte el modelo SIPOC fue una ayuda visual para conceptualizar al AST como proceso, más allá de priorizar sólo el Taller, que si bien es fundamental para recabar la información, demanda una planificación que contemple el contexto de la carrera y de la propia Institución para lograr un informe de calidad.

Finalmente los resultados de este proyecto permitirán enriquecer el abordaje de otros AST en la UTN o en cualquier otra UT, pues si bien se trabajó para la carrera de Mecatrónica, las fases del mismo bajo el enfoque de procesos, lo convierte en un proyecto genérico pero diferente a lo que se ha venido trabajando. Sin duda el AST es una entrada y complemento no sólo para evaluar la pertinencia de los PE sino para incorporar, como parte de la flexibilidad curricular, acciones inmediatas que favorezcan las oportunidades de mejora como las correspondientes a las actitudes y manejo de software.

Referencias

- Barrera Bustillos, M. E., Bello Bolio, R. E., Morales Alcazar, A. M., Medina Hernández, I., Guillén Muñoz, J. A., Vázquez Solís, R. D., & Olvera Dander, R. A. (enero de 2015). *Marco de Referencia para la Acreditación de los Programas de Técnico Superior Universitario*. CACEI A.C.
- CGUT. (2008). *Manual para la Difusión del modelo de Educación Basada en Competencias del Subsistema de Universidades Tecnológicas*. México, D.F.
- Comité de Directores de la carrera de TSU en Mecatrónica. (2015). *Plan de estudios de la carrera de Mecatrónica SMF*. México: CGUTyP.
- García Cabrero, B. (2009). *Manual de métodos de investigación para las ciencias sociales: un enfoque de enseñanza basada en proyectos*. México: El Manual Moderno.
- IMNC. (2003). *Orientación sobre el concepto y uso del enfoque basado en procesos para los sistemas de gestión*. México: IMNC.
- IMNC. (2015). *Norma ISO 9000 Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario*. México: IMNC.
- IMNC. (2015). *Norma ISO 9001 Sistemas de Gestión de la calidad. Requisitos*. Ginebra, Suiza: ISO.
- Morales Toribio, L. G. (2009). *Análisis Situacional del Trabajo en la División de Gestión de la Producción*. Nezahualcóyotl: UTN.
- Morales Toribio, L., Gómez González, M. C., & Guadalupe, C. M. (2013). *Análisis Situacional del Trabajo*. Nezahualcóyotl: UTN.
- Summers, D. C. (2006). *Administración de la Calidad*. México: Pearson Prentice Hall.
- Tovar, A., & Mota, A. (2007). *CPIMC. Un modelo de administración por procesos. De las estrategias del negocio a la operación de los procesos*. México: Panorama.
- Universidad Tecnológica de Aguascalientes. (Junio de 2004). *Taller Análisis de la Situación de Trabajo. Material del participante*. Madrid, España, Aguascalientes, México: CGUT.
- Universidad Tecnológica de Nezahualcóyotl. (1999). *Universidades Tecnológicas. Una nueva opción educativa para la formación profesional a nivel superior*. Nezahualcóyotl: UTN.
- UTN, C. D. (2013). *Reglamento de las Academias de Profesores de la UTN*. Nezahualcóyotl: UTN.

Perfil de la misión y selección de subsistemas del prototipo Cansat para montarse en drone multitor

Profile of the mission and selection of subsystems of the prototype Cansat to be mounted on drone multitor

ORTIZ-RAMÍREZ, Carlos Artemio†*, LUCERO-ÁLVAREZ, Cupertino, Patricia Mendoza Crisóstomo, PÉREZ-CRUZ, Pascual, FLORES-TRUJILLO, Iván Antonio, RAMÍREZ-CORTES, Elva Patricia, MERINO-VIAZCÁN Janet y SOLANO-PALAPA, Nathaly

Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, Prolongación Reforma # 168, Barrio de Santiago Mihuacán, Izúcar de Matamoros, Puebla. 74420, México. Tel. (01 243)4363895

ID 1^{er} Autor: *Carlos Artemio, Ortiz-Ramírez* / ORC ID: 0000-0003-3072-9161, Researcher ID Thomson: S-7809-2018, CVU CONACYT ID: 70747

ID 1^{er} Coautor: *Cupertino, Lucero-Álvarez*

ID 2^{do} Coautor: *Patricia, Mendoza-Crisóstomo*

ID 3^{er} Coautor: *Pascual, Pérez-Cruz*

ID 4^{to} Coautor: *Iván Antonio, Flores-Trujillo*

ID 5^{to} Coautor: *Elva Patricia, Ramírez-Cortes* / ORC ID: 0000-0003-2766-8943, Researcher ID Thomson: S-9303-2018, CVU CONACYT ID: 453997

ID 6^{to} Coautor: *Janet, Merino-Viazcán* / ORC ID: 0000-0003-1322-1016, Researcher ID Thomson: S-6873-2018, CVU CONACYT ID: 453988

ID 7^{mo} Coautor: *Nathaly, Solano-Palapa* / ORC ID: 0000-0002-7193-4228, Researcher ID Thomson: S-6724-2018, CVU CONACYT ID: 460942

Recibido: 15 de Julio, 2018; Aceptado 14 de Septiembre, 2018

Resumen

En este trabajo muestra la misión que determinamos deberá de realizar el CanSat. En ésta primer etapa, se realiza el desarrollo de un CanSat básico que adquiera datos de diferentes sensores, como: presión, temperatura, humedad, radiación UV, aceleración, posición, medición del campo magnético terrestre, etc., seleccionando los básicos, esta información se envía por un enlace de radio frecuencia a una estación terrena conformada por el radio receptor, una PC y el software de monitoreo del puerto serie. También se hace uso de cámaras de video para grabación o para transmisión en tiempo real del vuelo del Drone utilizando la cámara que trae el drone. Proyecto apoyado por el Programa de Apoyo al Desarrollo de la Educación Superior (PADES) 2017, para fortalecer el proceso educativo, a través de la utilización de las TIC's. Se implementa un sistema CanSat basado en la definición de la misión, involucrando desde el diseño, construcción y pruebas de la carga útil así como de los subsistemas; eléctrico, de comunicaciones, computadora de vuelo y manejo de datos. Es ésta primera de tres etapas, se logra impactar alumnos con la metodología de aprendizaje basada en proyecto, y consistió en determinar la misión y diseño de los subsistemas del pico satélite.

CanSat, Adquisición de Datos, Sensores, Radio Control, Drone

Abstract

In this work, it shows the mission that we determine must perform the CanSat. In this first stage, the development of a basic CanSat that acquires data from different sensors is performed, such as: pressure, temperature, humidity, UV radiation, acceleration, position, measurement of the earth's magnetic field, etc., selecting the basic ones, this information is sent by a radio frequency link to an earth station conformed by the radio receiver, a PC and the serial port monitoring software. It also makes use of video cameras for recording or for real-time transmission of the Drone's flight using the camera that brings the drone. Project supported by the Program of Support for the Development of Higher Education (PADES) 2017, to strengthen the educational process, through the use of TIC's. A CanSat system is implemented based on the definition of the mission, involving the design, construction and testing of the payload as well as the subsystems; electrical, communications, flight computer and data management. This is the first of three stages, it is possible to impact students with the methodology of project-based learning, and consisted in determining the mission and design of the subsystems of the satellite peak

CanSat, Data Acquisition, Sensors, Radio Control, Drone

Citación: ORTIZ-RAMÍREZ, Carlos Artemio, LUCERO-ÁLVAREZ, Cupertino, Patricia Mendoza Crisóstomo, PÉREZ-CRUZ, Pascual, FLORES-TRUJILLO, Iván Antonio, RAMÍREZ-CORTES, Elva Patricia, MERINO-VIAZCÁN Janet y SOLANO-PALAPA, Nathaly. Perfil de la misión y selección de subsistemas del prototipo Cansat para montarse en drone multitor. Revista de Ingeniería Tecnológica. 2018 2-7: 21-30

* Correspondencia del Autor (correo electrónico: carlos70@yahoo.com.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Un satélite, es un cuerpo que gira alrededor de otro cuerpo de masa preponderante y cuyo movimiento está determinado, de modo permanente, por la atracción de este último. Los satélites construidos por el hombre se pueden utilizar para comunicaciones, observación de la tierra, navegación, astronomía, física espacial, militar y prueba de tecnología. Los satélites están formados de al menos los siguientes subsistemas:

- Alimentación (EPS).
- Manejo de datos (C&DH).
- Comunicaciones (COMM).
- Estructura (Structure).
- Control de actitud (ADCS).
- Carga útil –payload- (MISN).

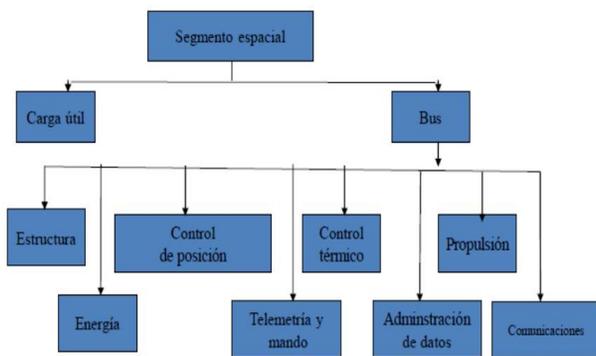


Figura 1 Subsistemas de un satélite real y de un CanSatT

Justificación

Un sistema CanSat basado en la definición de la misión, involucrando desde el diseño, construcción y pruebas de la carga útil así como de los subsistemas eléctrico, de comunicaciones, computadora de vuelo y manejo de datos; Siendo lanzado y soltado, o solo transportado a la altura de cientos de metros mediante un vehículo Drone MultiRotor con una trayectoria definida simulando el movimiento de un satélite de órbita polar.

Para Impactar en el aprendizaje de telecomunicaciones y de ciencias en alumnos de TSU e Ingeniería de la UTIM, así como en la captación de alumnos para la carrera de TIC SI o RT todo mediante la metodología de aprendizaje basada en proyecto.

Problema

En la realidad es muy difícil interactuar con un sistema de telecomunicaciones vía satélite, a menos que sea la bajada de señal, lo demás es muy complejo poder acceder y tomar control de un satélite, por lo que los alumnos podrán acceder a un sistema real siendo el principal usuario la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, ya que también tenemos un problema de matrícula y que puede emplearse como un sistema de promoción y captación de alumnos, a la vez de servir en la carrera de Redes y Telecomunicaciones en las diferentes materias, debido a que el CANSAT es un satélite del tamaño de una lata de refresco y podrán realizar todas las actividades referente a sus materias.

Por otra parte el campo presenta problemas que con un drone se puede apoyar a la solución, porque los agricultores ya están utilizando esas plataformas aeronáuticas para optimizar las técnicas de agricultura, en aras de fomentar la llamada "agricultura de precisión" en los países desarrollados, una de las más grandes ventajas de la agricultura de precisión es que, mediante imágenes satelitales o de cámaras especiales, es posible apreciar y monitorear grandes zonas de un solo vistazo. Eso, gracias a que los cultivos sanos emiten un tipo de radiación peculiar, pero ésta cambia cuando se encuentra plagada o enferma porque sus propiedades físicas se alteran.

En acuicultura, con estas herramientas tecnológicas se pueden observar diferentes aspectos como la concentración poblacional de jaulas flotantes o estanques acuícolas, constatar vacíos sanitarios o mortandad de especies, entre otros.

Los beneficios que se pueden obtener con el uso de este tipo de dispositivos, donde se cultiva tilapia en jaulas flotantes se capturan imágenes y documenta información sobre las granjas acuícolas.

Existen drones que se mueven en un radio de tres a cinco kilómetros a la redonda a una velocidad máxima de 100 kilómetros por hora, se pueden elevar hasta 500 metros y rotar 360 grados sin moverse de un lugar hasta por 20 minutos.

Hipótesis

Podemos mostrar que un CanSat en su proceso puede captar las diferentes magnitudes físicas por medio de sensores, de ahí procesar la información y de acuerdo a datos establecidos, ya que un CanSat es un nano satélite y que a través de su diseño, construcción y prueba permite que los estudiantes adquieran conocimientos básicos en construcción y sistema de telecomunicación de satélites. Su principal función es la enseñanza de tecnologías de telecomunicaciones y aeroespaciales en escuelas y universidades. Si bien se los denomina "satélites", no lo son en el sentido estricto de su definición como cuerpo que gira alrededor de un planeta. Estos aparatos normalmente deben ser completamente autónomos y pueden recibir o transmitir datos.

Los CanSat no orbitan, pero mediante su lanzamiento a través de un cohete, un globo sonda o un dron de control remoto se realizan pruebas y transmiten información de telemetría mientras descienden lentamente a tierra usando un paracaídas, y desarrollan la misión para la que fueron construidos. Mediante el análisis de los datos registrados por el CanSat, los participantes investigan las razones de éxito o falla de la misión del nano satélite. El usuario, deberá establecer los parámetros a medir, controlar y los rangos establecidos de acuerdo a las condiciones atmosféricas.

El bajo costo de realización, corto tiempo de preparación y simplicidad de diseño en comparación con otros proyectos de telecomunicaciones y espaciales deberá hacer de este concepto una oportunidad práctica excelente para estudiantes, ya que ellos se encargan de elegir la manera en que realizan su misión, diseñan el CanSat, integran los componentes, comprueban el correcto funcionamiento, preparar el lanzamiento, analizar los datos y organizan como equipo distribuyendo la carga de trabajo. Se trata en definitiva de una reproducción a escala del proceso de diseño, creación y lanzamiento de un satélite real. En si CanSat es una capacitación en construcción de nano satélites.

Con un proyecto como el CanSat los estudiantes tendrán la oportunidad de adquirir experiencia en el diseño, construcción y prueba de un satélite en menos de un año a un bajo costo.

Objetivos

Objetivo General

Implementar un sistema CanSat basado en la definición de la misión, involucrando desde el diseño, construcción y pruebas de la carga útil así como de los subsistemas: eléctrico, de comunicaciones, computadora de vuelo y manejo de datos; lanzado a las alturas mediante un Drone con trayectoria definida.

Que Impacte en el aprendizaje de alumnos de la UTIM, así como en la captación de alumnos para la carrera de TIC SI o RT mediante la metodología de aprendizaje basada en proyecto.

Objetivos específicos

Durante la misión CanSat es decir, desde el lanzamiento hasta el descenso será medido el desarrollo de toda la misión, transmitiendo telemetría a una pequeña estación terrena de recepción.

La adquisición y análisis de datos permitirá a los estudiantes determinar si la misión se realizó con éxito; Los parámetros atmosféricos básicos a medir son posición, temperatura, presión, altura, ubicación y la altura.

- Incluir alumnos en las actividades principales y aplicar los procesos que comprenden el marco de la ingeniería de sistemas: diseño, gestión, realización.
- Utilizar el dron y el CanSat para demostraciones en visitas guiadas y hacer más atractiva la carrera de TIC y aumentar la matrícula.
- Utilizar el dron para monitoreo en agricultura y mediante una cámara infrarroja y determinar de acuerdo al patrón de radiación en una planta si está sana o enferma.
- Utilizar el Drone en acuicultura en la producción de mojarra tilapia en jaula, para vigilancia y monitoreo de población

Marco Teórico

En 1998 se realizó el primer "University Space Systems Symposium", o "Jornada Universitaria de Sistemas Espaciales", en Hawaii, participando estudiantes y docentes de 12 universidades de Estados Unidos y Japón, en donde Bob Twiggs, de la Universidad de Stanford, propuso lo que serían los proyectos de nanosatélites, actualmente con CanSat se desarrollan competencias siguiendo el mismo concepto propuesto por Twiggs y plasmado en ARLISS a nivel nacional e internacional.

El bajo costo de realización, corto tiempo de preparación y simplicidad de diseño en comparación con otros proyectos de telecomunicaciones y espaciales hacen de este concepto una oportunidad práctica excelente para estudiantes ya que ellos se encargan de elegir la manera en que realizan su misión, diseñan el CanSat, integran los componentes, comprueban el correcto funcionamiento, preparar el lanzamiento, analizar los datos y organizan como equipo distribuyendo la carga de trabajo. Se trata en definitiva de una reproducción a escala del proceso de diseño, creación y lanzamiento de un satélite real. Un CanSat es una capacitación en construcción de nano satélites. Las prácticas realizadas se les denominan misiones mismas que se dividen en dos categorías:

- Misión para adquisición de datos usando diferentes transductores MEMS.
- Misión para llegar a un punto determinado, denominados Come-back y Flyback Competencias Internacionales CanSat.

Las competencias CanSat ofrecen la oportunidad a estudiantes tener una primera experiencia de una misión espacial real que inicia con el diseño, integración, prueba, lanzamiento, análisis de datos y presentación de resultados.

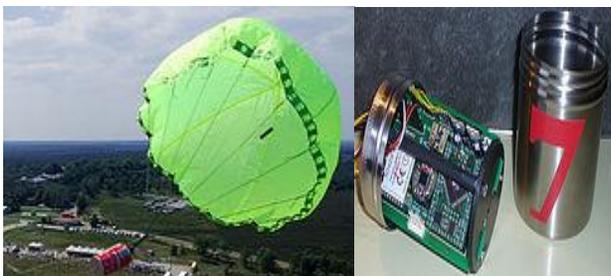


Figura 1 CanSat

Este año la Agencia Espacial Mexicana realizó una convocatoria nacional para que profesores universitarios se entrenen en la tecnología CanSat en Japón, con el compromiso de formar a profesores y estudiantes en esta tecnología.

Drone

Ya se han utilizado Drones para poder diseñar una simulación de orbita en un espacio reducido a escala. Un Drone es un vehículo aéreo NO TRIPULADO. La palabra Drone literalmente significa "zángano". Se puede llamar dron o drone.

Tiene diferentes formas, tipo avión, helicóptero o formas muy diferentes. No son algo nuevo, el primero se desarrolló después de la primera guerra mundial, y se emplearon durante la segunda guerra mundial para entrenar a los operarios de los cañones antiaéreos. Pero es a finales del siglo XX cuando se operan mediante radio control con características autónomas.

Algunos tienen GPS que les permite volver al punto donde inició de su vuelo. Pueden volar solos y tomar decisiones, evitando chocar contra objetos o personas. Se manejan con radio control, controlados con una tableta o un Smartphone.

Se utilizan para múltiples tareas, desde tareas de vigilancia, fotografía, retransmisiones televisivas, agricultura, ocio, etc.



Figura 2 Diferentes tipos de Drones

Tipos de Drones

La clasificación es muy amplia y puede ser como sigue:

a) En función del tipo de alas:

Alas Fijas: Tienen alas fijas y son similares a un avión.

MultiRotor: Cuadricópteros, hexacópteros u octacópteros. La mitad de las hélices giran en el sentido de las agujas del reloj y la otra mitad en el otro sentido, creando así la fuerza de empuje necesario para llevar al dron hacia arriba. Se pueden mantener en el mismo sitio sin variar la posición, gracias a sus giroscopios y estabilizadores, lo que es perfecto para sacar fotos y grabar vídeos.

b) Según el método de control:

Autónomo: El dron no requiere de un piloto humano, se guía por sus propios sistemas y sensores integrados.

Monitorizado: Necesita un técnico, quien le proporcione información y controla el feedback del dron.

Supervisado: Un operador pilota el dron, aunque este puede realizar algunas tareas autónomamente.

Preprogramado: El dron sigue un plan de vuelo diseñado previamente y no tiene medios de cambiarlo para adaptarse a posibles cambios.

c) En función de su uso:

Militares: son llamadosUCAV vehículos no tripulados de combate aéreo. Suelen ir armados y con capacidad de bombardeos.

Comercial: como cartografías, fotografías, vídeos, etc.

Aficionados: Se utilizan como un juguete y suelen tener precios bastantes económicos.

De Gobierno: Se utilizan para bomberos, fuerzas de rescate, etc. con el fin de ayudar a las tareas de reconocimiento, rescate, fronterizas e incluso fiscales.

Metodología de Investigación

En general cualquier proyecto aplica la metodología ciclo de vida, en Redes y Telecomunicaciones ésta metodología pasa por las siguientes fases y/o etapas:

Planificación conceptual

En esta fase, las personas importantes que participan en el proyecto o interesados definen el sistema propuesto y determinan el alcance del proyecto. Además, se determinan las limitaciones de factores como los recursos, presupuesto y tiempo.

Definición de requisitos

Después de que los interesados establezcan el alcance del proyecto, los especialistas del proyecto trabajan con los usuarios finales para definir los requisitos del sistema. Cuando los especialistas del proyecto recogen todos los requisitos, se reúnen de nuevo con los usuarios finales para verificar los requisitos y conseguir la validación por parte de los usuarios.

Diseño

Los especialistas, transforman los requerimientos en requisitos técnicos. Inicialmente, los desarrolladores crean un diseño técnico preliminar para tratar todos los requisitos de la aplicación del sistema, establecidos en la definición de requisitos.

Cuando el diseño preliminar ha terminado, los desarrolladores hacen un diseño técnico detallado, que define todas las funciones necesarias para implementar el sistema.

Desarrollo y pruebas

Se comienzan a desarrollar el proyecto. Esto incluye creación de software, hardware y toda la arquitectura adecuada que requiera el sistema.

Las pruebas empiezan después de terminar la construcción de los componentes. Además, los analistas que aseguran la calidad verifican que el sistema reúna los requisitos de negocio usando un plan de pruebas detallado.

Las principales etapas para la realización del sistema espacial son:

Adquirir, Comprar, construir, reutilizar, Ensamblar, integrar, Verificación y validación. Durante la puesta en marcha, se arranca y distribuye el nuevo sistema a todos los usuarios finales, para que puedan empezar a utilizarlo.

Además, los especialistas proporcionan la documentación del sistema a los usuarios finales, donde se detalla cómo usar el sistema. La capacitación también es una parte importante de la fase de puesta en marcha. Las sesiones de capacitación deberían ser planteadas para cada grupo de usuarios, de tal manera que se puedan beneficiar del sistema más adelante.

Operaciones y mantenimiento

En la fase, el sistema pasa a modo de operación total. Los diseñadores y desarrolladores controlan el sistema para asegurar que el éste reúna los requisitos de negocio pedidos. Además, el personal de operación realiza mantenimiento periódico en el sistema para asegurar que el sistema sigue funcionando como se espera. El equipo de soporte también proporciona asistencia para el sistema y resuelve los problemas que pueden presentarse.

Disposición

Cuando un sistema ha completado su tiempo de vida y se retira, esta fase proporciona una serie de pasos sistemáticos para finalizar el sistema. Realizar esta fase asegura que la información vital se mantenga para los proyectos futuros o las necesidades tanto del sistema como de los usuarios. Además, la correcta disposición del sistema es necesaria para asegurar que los componentes, datos, software y hardware se disponen de forma adecuada y según las normas.

Método ciclo de vida en el desarrollo del CanSat

El CanSat que muestra la Figura 3 es una simulación en tierra, de un satélite real en el espacio, del tamaño de una lata de refresco. Donde se introducen todos los sistemas que integran un satélite, tales como subsistemas de alimentación, comunicaciones y sensores, aunado al correcto funcionamiento de éstos, resultando un conocimiento significativo, permitiendo comprobar la teoría mediante la experimentación directa, (MSC. Patricia Mendoza Crisóstomo, 2015).



Figura 3 CanSat de telemetría

De la misma forma, el programa CanSat es una gran oportunidad para permitir a los estudiantes de la carrera de TIC SI y RT y maestros interesados las telecomunicaciones y la dirección de proyectos, su participación directa en la selección y diseño de una misión espacial, mediante el diseño del pequeño satélite CanSat, la selección e integración de sus componentes, la programación, prueba, despliegue, recuperación y evaluación del sistema.

Perfil de la misión y selección de subsistemas

La misión de desarrollo que realiza un CanSat básico, es la adquisición de datos de sensores, realiza una Misión de Telemetría (Adquisición de imágenes y/o adquisición de datos de sensores).

Que posteriormente esta información se envía mediante un enlace de radio frecuencia, a una estación terrena conformada por el radio receptor, una PC y el software de monitoreo del puerto serie.

Cronograma de Actividades		Mes después de la aprobación y liberación de recursos											
No.	ACTIVIDAD	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
1	Captura de requisitos	X	X										
2	Planificación conceptual			X	X	X							
3	Análisis			X	X	X							
4	Definición de requisitos				X	X	X						
5	Diseño de nano satélite					X	X	X					
6	Diseño de vuelo de dron					X	X	X					
7	Diseño de Procesamiento y tratamiento de datos						X	X	X				
8	Diseño de la Arquitectura de comunicaciones						X	X	X				
9	Diseño del Plano de interfaces							X	X	X			
9.1	mecánicas							X	X	X			
9.2	eléctricas							X	X	X			
9.3	térmicas							X	X	X			
9.4	de fluidos, etc							X	X	X			
10	Codificación							X	X	X			
11	Desarrollo y pruebas.- Al realizar el sistema se requiere adquirir e integrar. Las etapas son:								X	X	X	X	
11.1	Adquirir.								X	X	X	X	
11.2	Comprar, construir, reutilizar.								X	X	X	X	
11.3	Ensamblar, integrar: unir todas las piezas.								X	X	X	X	
11.4	Verificación y validación.								X	X	X	X	
12	Gestión de configuración y cambios									X	X	X	X
13	Puesta en marcha										X	X	X
14	Operaciones y mantenimiento										X	X	X
15	Disposición										X	X	X

Tabla 1 Actividades aplicando ciclo de vida

Arquitectura de un CanSat

El CanSat, utiliza como cerebro –computadora de vuelo-, un microcontrolador para adquirir los datos de los sensores, realizar los cálculos para transferir los datos a la unidad de medida correspondiente y enviar cada 2 segundos a la estación de tierra, una cadena de todos estos datos por medio de un enlace de radio frecuencia, como podemos observar en la Figura 4, en su arquitectura del CanSat. De esta manera, el microcontrolador es el corazón del sistema, realiza la captura de datos, los cálculos y su posterior envío.



Figura 4 Arquitectura de CanSat

El CanSat es totalmente autónomo y no recibe órdenes desde la estación terrena ni por ningún otro medio. Aquí podemos observar las diferencias entre los tipos de misión. El módulo, se centra en la misión del tipo Telemetría, que describimos en la Figura 5, cuya función básica es adquirir datos de presión, temperatura, altura y tensión de la fuente de poder del CanSat.

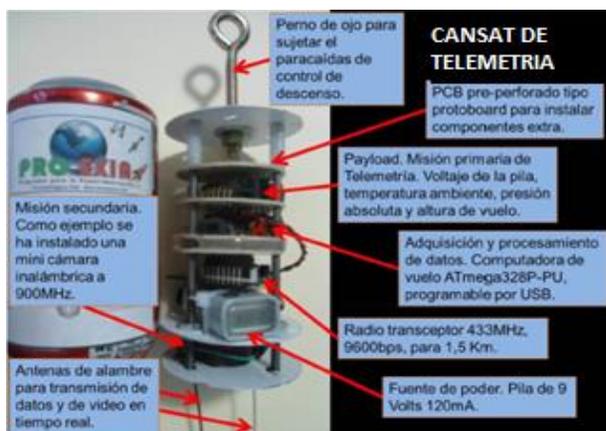


Figura 5 CanSat de telemetría

Adicionalmente, los alumnos participantes podrán agregar al menos una misión secundaria que se muestran en la Figura 6.



Figura 6 Sensores adicionales para el CanSat de telemetría

Selección del CPU principal

En el mercado existen variadas opciones para realizar la búsqueda y selección de la unidad de manejo de datos, existe microcontrolador PIC, microcontrolador AVR, Tarjeta de desarrollo Pinguino PIC, Tarjeta de desarrollo Mbed ARM, Computadora Raspberry Pi y Tarjeta de desarrollo Arduino.

Es muy importante para este momento, haber realizado la definición de la misión que va a realizar el equipo. Los factores que intervienen a la hora de decidir la adquisición de alguno de estos equipos, suelen ser principalmente:

- Nivel de tensión de operación compatible con la fuente de alimentación y la carga útil.
- Número de terminales de entrada y salida.
- Número de convertidores A/D.
- Cantidad y tipo de interfaz de comunicaciones (USB, UART, SPI, I2C).
- Cantidad de memoria disponible.
- Velocidad de operación.
- Disponibilidad y conocimiento del software y soporte técnico.
- Dimensiones, peso y costo.

Para nuestro CanSat Kit se ha seleccionado el microcontrolador AVR ATmega328P-PU, en una tarjeta ARDUINO UNO Compatible, (ver Figura 7) debido a que cumple con las necesidades de la misión.

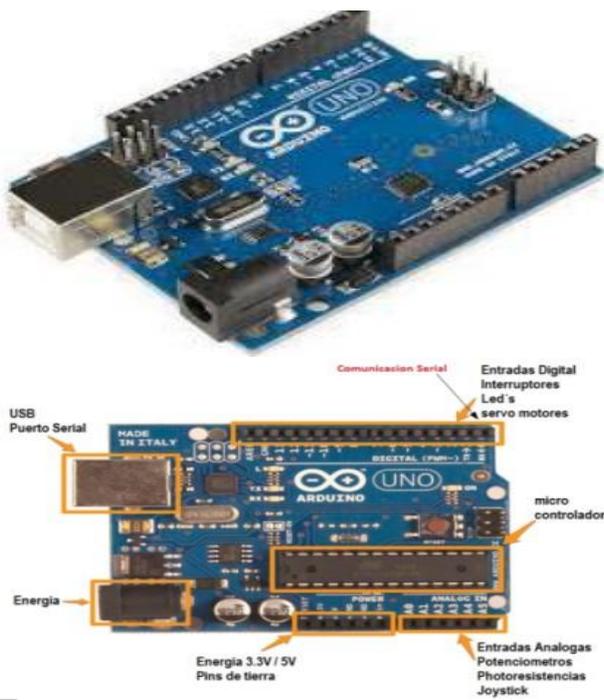


Figura 7 Tarjeta de desarrollo Arduino

Ensamble del CanSat de Telemetría

El CanSat, se encuentra montado en una lámina de acero galvanizado calibre 24 de 55x92mm, el cual sirve para contener la unidad de manejo de datos, la fuente de alimentación, y la carga útil.

El subsistema de comunicaciones está a cargo de un transceptor RF1 100-232 que opera a 433MHz y 9600bps con modulación GFSK (Modulación por desplazamiento de frecuencia gaussiana), con una distancia de transmisión a línea de vista de 100 metros con las antenas omnidireccionales incluidas.

Para realizar la conexión entre la fuente de alimentación, la unidad de manejo de datos, la carga útil y el subsistema de comunicaciones, se ha dispuesto de un ESCUDO –Shield- especialmente diseñado para soportar los subsistemas de Misión y Comunicaciones, que cuenta con pines troquelados macho de 0.1” en los que se puede realizar la interconexión directa con la computadora de vuelo del subsistema de C&DH.

Primero protegemos el área donde soldaremos, cubriendo con papel craft fijado a la mesa con cinta adherible, y tener la herramienta que utilizaremos, como muestra la Figura 8.



- Pinza pela cables.
- Pinza de corte diagonal.
- Exacto.
- Extractor.
- Cautín 30W.
- Pistola de silicon.
- Alcohol isopropílico.
- Cepillo de dientes.
- Pasta.
- Estaño.



Figura 8 Herramienta que utilizamos durante el proceso

Limpiamos con alcohol isopropílico y un cepillo el cobre de nuestra placa, para que al soldar, se aseguré una correcta unión, como muestra la Figura 9:



Figura 9 Limpieza y componentes de la placa

Soldamos el sensor de presión y temperatura BMP180 de Bosch. Después nuestro radio NRF24L0, quedando como muestra la Figura 10; Evitando unir pines adyacentes al soldar y aplicar calor durante mucho tiempo, ya que se pueden dañar los componentes del radio.

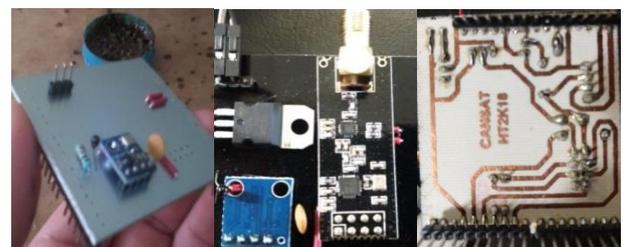


Figura 10 Colocación del sensor de temperatura, presión y radio NRF24L01

Colocamos un broche para pila de 9Volts, e instalamos el micro switch deslizable que controla el encendido de nuestro CanSat.

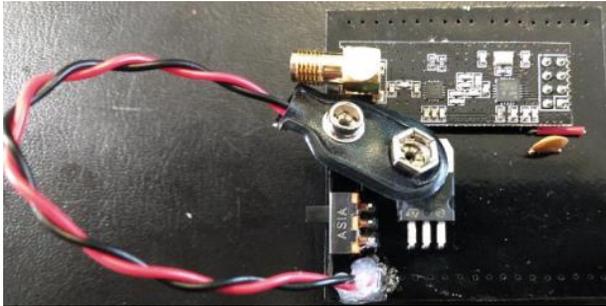


Figura 11 Colocación del sensor de temperatura, presión y radio NRF24L01

Se coloca silicón caliente en los cables del broche de pila de 9V, para evitar que con el movimiento constante por la conexión y desconexión de la pila, los cables se quiebren o terminen en falso contacto, vea Figura 11. Y así se ve ya terminado nuestro escudo para CanSat de Telemetría. En el bastidor, debemos colocar los cinchos sujetadores para la pila de 9V, las “cabezas” de los cinchos tienen una posición concreta, como observamos en la Figura 12.

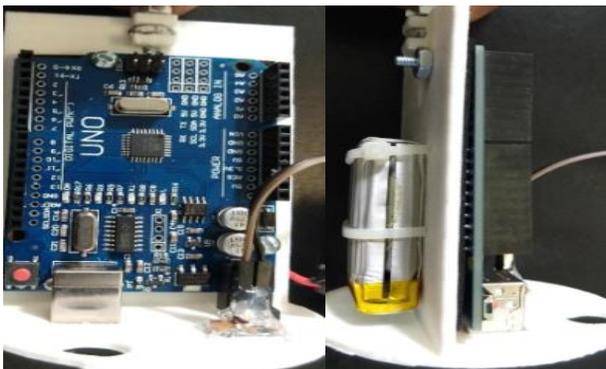
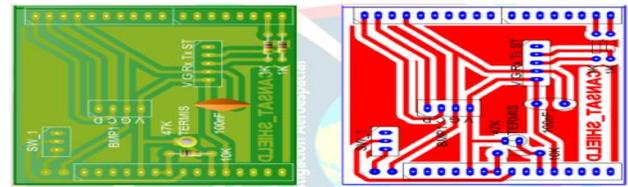


Figura 12 Colocación de la pila en el bastidor

El Arduino UNO, se le pone una base de foamy y de una placa de PVC; para evitar cortos del Arduino UNO con el bastidor. Se sujeta el Arduino al bastidor con tornillos y tuercas, apretando a mano y no con tanta presión para evitar daños en la placa. Ésto lo hace versátil, para realizar un nuevo PCB del Shield principal de un nuevo desarrollo, ya que siempre se tiene acceso a todos los pines del microcontrolador.

Es importante relacionar todas las terminales del PCB con las del microcontrolador, El “pin-out” del ATmega328 en la Figura 13, y en color azul la numeración que le corresponde a cada pin de acuerdo con el hardware de la placa Arduino Uno Compatible.



(PCINT14/RESET) PC6	1	[A5]28	PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)
(PCINT16/RXD) PD0	2[0]**	[A4]27	PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)
(PCINT17/TXD) PD1	3[1]**	[A3]26	PC3 (ADC3/PCINT11)
(PCINT18/INT0) PD2	4[2]	[A2]25	PC2 (ADC2/PCINT10)
(PCINT19/OC2B/INT1) PD3	5[3]-	[A1]24	PC1 (ADC1/PCINT9)
(PCINT20/XCK/T0) PD4	6[4]	[A0]23	PC0 (ADC0/PCINT8)
VCC	7		GND
GND	8		22
(PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6	9		21
(PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7	10	[13]19	20
(PCINT21/OC0B/T1) PD5	11 [5]-	[12]18	AVCC
(PCINT22/OC0A/AIN0) PD6	12 [6]-	[11]17	PB5 (SCK/PCINT5)
(PCINT23/AIN1) PD7	13 [7]-	[10]16	PB4 (MISO/PCINT4)
(PCINT0/CLKO/ICP1) PB0	14 [8]-	[9]15	PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)
			PB2 (SS/OC1B/PCINT2)
			PB1 (OC1A/PCINT1)

** = PWM

Figura 13 Tarjeta de ensamble para CanSat y diagrama de ATmega328

Se instala el escudo sobre el Arduino UNO, Utilizamos un tornillo de ojo cerrado. Ya roscado, se retira para introducir al CanSat en un envase para cubrirlo del tamaño de una lata de 355 ml. Introducimos el CanSat y rosca el perno como vemos en la Figura 14; la tuerca externa sirve para ajustar al bastidor.

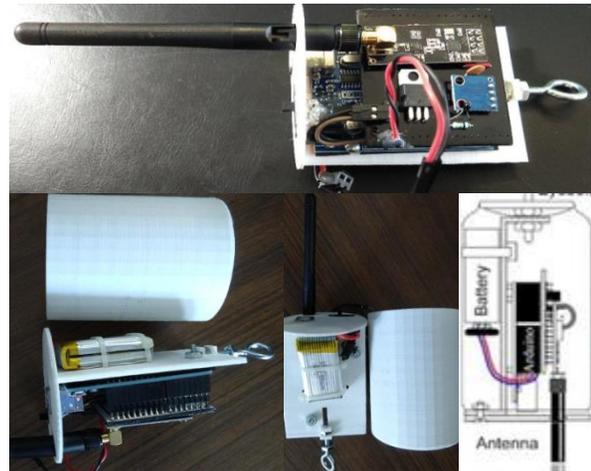


Figura 14 Escudo sobre el Arduino UNO

Con esto queda listo nuestro CanSat de Telemetría, Solo falta realizar la programación y montarlo en el Drone, para ser lanzado, ya en el aire comenzar a capturar datos.

Resultados

En este artículo se explica el desarrollo del proyecto, pero como se aclaró solo se desarrolló la primer etapa del proyecto, cumpliéndose el objetivo al realizar las diferentes pruebas. Las pruebas que se deben de realizar una vez integrado el sistema CanSat deben de ser no destructivas ni presentar riesgos al equipo, básicamente en esta etapa se realizó la comprobación de:

ORTIZ-RAMÍREZ, Carlos Artemio, LUCERO-ÁLVAREZ, Cupertino, Patricia Mendoza Crisóstomo, PÉREZ-CRUZ, Pascual, FLORES-TRUJILLO, Iván Antonio, RAMÍREZ-CORTES, Elva Patricia, MERINO-VIAZCÁN Janet y SOLANO-PALAPA, Nathaly. Perfil de la misión y selección de subsistemas del prototipo Cansat para montarse en drone multitor. Revista de Ingeniería Tecnológica. 2018

Pruebas operativas. Integridad mecánica. Se inspeccionó visualmente el bastidor y elementos de unión mecánicos para asegurarse de su correcto ajuste, se comprobó que la batería esté correctamente sujeta al bastidor con los medios adecuados y que donde va el amarre al Drone sea un punto de sujeción firme, la antena debe estar fuera del CanSat pero sin extenderse más allá de su circunferencia. La lata que sirve como cubierta exterior debe estar firmemente sujeta al bastidor y al Drone y no debe de presentar aristas con filo.

Alimentación eléctrica y conexiones. Nos asegurarnos que el nivel de tensión en la batería es correcto y que la salida de tensión del regulador esté dentro de los parámetros esperados, también se requirió de inspeccionar las conexiones eléctricas realizadas entre la carga útil, unidad de manejo de datos y el transceptor.

Se logró la enseñanza con la metodología basada en aprendizaje.

Se adaptó el sistema de sensores y comunicaciones a las necesidades propias.

Se concluye que el sistema dará un aprendizaje significativo en alumnos en la aplicación de telecomunicaciones.

Se observa la optimización de los recursos que conlleva el CanSat ya que representa un ahorro de equipo real o acceso a él y de esfuerzo.

Se deduce que la implementación del sistema aumentará los conocimientos en alumnos de TSU e Ingeniería.

Se Pretende en una reingeniería posterior implementar un sistema fotovoltaico con paneles solares adecuados para energizar el sistema CanSat.

Se pueden en este momento Presentar el proyecto, por partes para la captación de alumnos del próximo ciclo escolar u ocuparlo para la transferencia de tecnología a bachilleres.

Agradecimiento

Agradecemos a la la Secretaría de Educación Pública, Subsecretaría de Educación Superior-Dirección General de Educación Superior Universitaria.

Conclusiones

El proyecto se desarrolló en tiempo y forma quedando satisfechos con los resultados las instituciones involucradas, la Secretaría de Educación Pública, Subsecretaría de Educación Superior-Dirección General de Educación Superior Universitaria, la UTIM como líder y responsable del proyecto y encargada de transferir la tecnología.

Con todo lo anterior se logró Impactar directa y significativamente en el aprendizaje de los alumnos de redes y telecomunicaciones de TSU e Ingeniería de la UTIM que actualmente están tomando el curso de aplicación de las Telecomunicaciones, se plantea poder dar una demostración práctica a los alumnos que visitan la UTIM en el programa “Vamos a la UTIM” así impactar en la captación de alumnos para la carrera de TIC SI o RT todo mediante la metodología de aprendizaje basada en proyecto

Referencias

AcademiaJournals 2015. Investigación en las Ciencias con Pertinencia. M C Ortiz Ramirez, *Investigación en las Ciencias con Pertinencia* (págs. 161 - 165). Tuxpan, Veracruz: Academia Journals

MSC. Patricia Mendoza Crisóstomo, M. e. (2015). Desarrollo de proyectos de software aplicando diferentes metodologías. En A. Journals, *Compendio de Investigación en tecnologías estratégicas Colima 2015* (Vol. 3, págs. 957-962). Colima, Mexico: AcademiaJournals.com

Doody, D. (2011). Basics of Space flight. USA: National Aeronautics and Space Administration. University Space Engineering Consortium. (2011). Can Satellite (CanSat) Design Manual. Japón: Unisec.

Norwegian Center for Space-related Education. (2010). The CanSat Book. Noruega: NAROM. Stensat Group LLC. (2011). CanSat Program. USA: Stensat Group LLC.

American Institute of Aeronautics and Astronautics. (2014). CanSat Competition Guide 2015. USA: AIAA.

Agencia Espacial Mexicana. (2013). Introducción a los Sistemas Espaciales. México: AEM

Determinación de las curvas de secado del lodo del sistema intermunicipal para los servicios de tratamiento y disposición de aguas residuales para los Municipios del Rincón, a Nivel Laboratorio

Determination of the mud drying curves of the intermunicipal system for wastewater treatment and disposal services for the Municipalities of the Rincón, at the Laboratory Level

SOTO-ALCOCER, José Luis †*, RIVERA-MOSQUEDA, Ma. Cruz, GONZÁLEZ-PONCE, María del Refugio y PEÑA-RAMÍREZ, Rafael

Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Carr. Irapuato-Silao, El Copal, 36821 Irapuato, Gto

ID 1^{er} Autor: *José Luis, Soto-Alcocer* / ORC ID: 0000-0003-3435-9057, Researcher ID Thomson: S-4783-2018, CVU CONACYT ID: 80822

ID 1^{er} Coautor: *Ma. Cruz, Rivera-Mosqueda* / CVU CONACYT ID: 333557

ID 2^{do} Coautor: *María del Refugio, González-Ponce* / CVU CONACYT ID: 327208

ID 3^{er} Coautor: *Rafael, Peña-Ramírez*

Recibido: 12 de Julio, 2018; Aceptado 30 de Agosto, 2018

Resumen

En este trabajo se plantea el estudio de curvas de secado del lodo proveniente del Sistema Intermunicipal para los Servicios de Tratamiento y Disposición de Aguas Residuales para los Municipios del Rincón (SITRATA), a nivel laboratorio, con el propósito fundamental de encontrar condiciones adecuadas que logren reducir la humedad del lodo producido en la planta, hacia valores que permitan su manejo para su disposición final. Para ello se empleó un secador bandejas tipo túnel (Armfield UOP8®), teniendo como variables independientes la velocidad del aire (1.5 m/s y 2.40 m/s) y (30 °C y 40 °C), como variable de respuesta se consideró la velocidad de secado, obteniéndose la configuración de velocidad de 2.40 m/s y temperatura de 40 °C la que arroja la mayor velocidad de secado para una misma cantidad de lodo (1000 g). Para concluir, se determinó la cantidad de calor requerido para llevar a cabo este proceso, a las condiciones de operación de ésta configuración.

Secado, Humedad, Lodo, Velocidad, Calor

Abstract

In this work the study of drying curves of the sludge coming from Intermunicipal System for Wastewater Treatment and Disposal Services for the Municipalities of the Rincon (SITRATA), at the laboratory level is proposed, with the fundamental purpose of finding suitable conditions that achieve reduce the humidity of the sludge produced in the plant, towards values that allow its management for its final disposal. To this end, a dryer tunnel trays (Armfield UOP8®) was used, having as independent variables the air speed (1.5 m / s and 2.40 m / s) and temperature (30 °C and 40 °C), the drying speed was considered as a response variable, obtaining the speed configuration of 2.40 m / s and temperature of 40 ° C, which gives the highest drying speed for the same amount of sludge (1000 g). To conclude, the amount of heat required to carry out this process was determined, to the operating conditions of this configuration.

Drying, Humidity, Sludge, Speed, Hot

Citación: SOTO-ALCOCER, José Luis, RIVERA-MOSQUEDA, Ma. Cruz, GONZÁLEZ-PONCE, María del Refugio y PEÑA-RAMÍREZ, Rafael. Determinación de las curvas de secado del lodo del sistema intermunicipal para los servicios de tratamiento y disposición de aguas residuales para los Municipios del Rincón, a Nivel Laboratorio. Revista de Ingeniería Tecnológica. 2018 2-7:31-37

* Correspondencia del Autor (correo electrónico: josoto@itesi.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La planta del Sistema Intermunicipal para los Servicios de Tratamiento y Disposición de Aguas Residuales para los Municipios del Rincón (SITRATA) tiene una capacidad de diseño de 250 L/s de agua residual, y opera a un flujo promedio de 160 L/s, con una generación de lodos de 200 a 300 m³ mensuales, con una humedad del 70 %, lo que representa 14 toneladas de lodo por día, bajo esas condiciones de operación como puede apreciarse en la Figura 1.



Figura 1 Depósito de lodo residual de SITRATA

No obstante que la planta cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, el volumen de lodos generados representa un desafío para su disposición, debido a la cantidad que representa y al contenido de humedad; se ha considerado el secado mediante aire caliente para su deshidratación.

Justificación

Las plantas de tratamiento de aguas cuentan con dos trenes, el tren de aguas y el tren de lodos; La disposición de los lodos resulta un gran problema, ya que se requieren grandes superficies de terreno o transportarlos a un sitio autorizado. Además del gran requerimiento de superficie, otros problemas son la vida útil del sitio y el manejo y tratamiento de los lixiviados ahí generados (Limón-Macías, 2013).

Por otro lado, también representan un área de oportunidad, pues pueden aprovecharse por su contenido de nutrientes como abono para plantas de talle corto como el rábano, o de talle largo como el maíz (Hernández-Rodríguez *et al.*, 2017); o pueden aprovecharse para el crecimiento de algas (Aguilar-Centeno *et al.*, 2017) o deshidratarse mediante un proceso de secado para reducir su volumen, para su disposición.

Para lograr esto último, es preciso averiguar las condiciones de temperatura y velocidad del secador que permitan un menor tiempo de secado del lodo a nivel laboratorio, como estudio preliminar.

Hipótesis

Las condiciones de velocidad y temperatura del aire en un secador de bandejas tipo túnel influyen en el tiempo de secado del lodo de la PTAR de SITRATA.

Objetivo General

Determinar las curvas de secado del lodo de la planta de tratamiento de aguas SITRATA a distintas condiciones de operación a nivel laboratorio.

Objetivos Específicos

- Investigar la influencia de la velocidad del aire en el tiempo de secado del lodo a temperatura fija.
- Investigar la influencia de la temperatura del aire en el tiempo de secado del lodo con velocidad fija de aire.
- Determinar la humedad crítica del lodo y de la humedad de equilibrio.

Marco Teórico

El proceso de tratamiento del agua residual se puede dividir en cuatro etapas: pretratamiento, primaria, secundaria y terciaria. Algunos autores llaman a las etapas preliminar y primaria unidas como etapa primaria (Zhanga *et al.*, 2016; Ahmad *et al.*, 2017). En la Figura 2, puede apreciarse un diagrama convencional de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

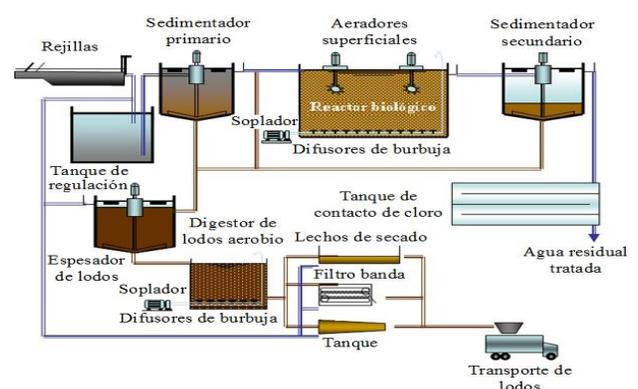


Figura 2 Tren de tratamiento de agua y lodos de una PTAR

Fuente: Ramírez-González, 2015

SOTO-ALCOCER, José Luis, RIVERA-MOSQUEDA, Ma. Cruz, GONZÁLEZ-PONCE, María del Refugio y PEÑA-RAMÍREZ, Rafael. Determinación de las curvas de secado del lodo del sistema intermunicipal para los servicios de tratamiento y disposición de aguas residuales para los Municipios del Rincón, a Nivel Laboratorio. Revista de Ingeniería Tecnológica. 2018

En cada una de las etapas primaria, secundaria y terciaria hay generación de lodos. Los lodos están formados por sustancias contaminantes y peligrosas para la salud, por ese motivo deben ser tratados.

Los lodos extraídos de los procesos de tratamiento de las aguas residuales domésticas e industriales tienen un contenido en sólido que varía entre el 0.25 y el 12 % de su peso (Ledesma *et al.*, 2014).

Para su disposición el lodo extraído de cada una de las etapas señaladas debe ser estabilizado. La estabilización de los lodos tiene el objetivo de: reducir la presencia de patógenos; eliminar los olores desagradables; y, reducir o eliminar su potencial de putrefacción (Deng *et al.*, 2016).

Las técnicas más utilizadas para la estabilización de los lodos son: la digestión aerobia; la digestión anaerobia; la estabilización con cal; el tratamiento térmico; y, el compostaje (Sandoval-Torres *et al.*, 2012; Effendi, 2016).

El lodo estabilizado contiene hasta un 70 % de humedad, para manipularlo más fácilmente, puede deshidratarse mediante un proceso de secado para reducir su volumen.

El secado se puede definir como un proceso en que hay intercambio simultáneo de calor y masa, entre el aire del ambiente de secado y el sólido. Dos procesos ocurren simultáneamente cuando un sólido húmedo es sometido a un secado térmico (Li *et al.*, 2015).

1. Hay transferencia de energía (calor) de los alrededores para evaporar la humedad de la superficie.
2. Hay transferencia de la humedad interna hacia la superficie del sólido. De estos dos procesos dependerá la rapidez con la cual el secado se lleve a cabo.

Metodología

Para la obtención de las curvas de secado del lodo de la planta de tratamiento de aguas SITRATA, se utilizó el secador de bandejas tipo túnel Armfield UOP8[®], el cual puede observarse en la Figura 3

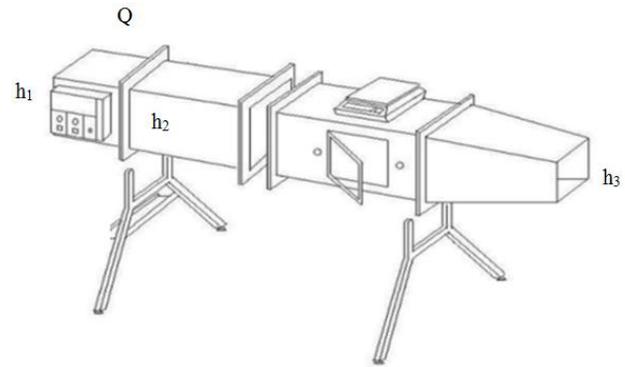


Figura 3 Secador de bandejas Armfield UOP8[®]

El secador se calibró para las temperaturas nominales (T_i) de 5 y 10 y velocidad del aire (v_i) de 5 y 10 resultando las configuraciones de temperatura y velocidad mostradas en la Tabla 1, para el diseño experimental.

i	T_i Nominal	T_i Real (°C)	v_i del aire Nominal	v_i Real (m/s)
1	5	30	5	1.5
2	10	40	5	1.5
3	5	30	10	2.4
4	10	40	10	2.4

Tabla 1 Diseño experimental

Tomando en consideración la tabla anterior se tomaron como variables independientes la temperatura (T) y la velocidad del aire del secador (v), como variable dependiente se tomó la velocidad de secado, cada uno de los experimentos se repitió en tres ocasiones, reportándose los valores promedio de cada configuración.

La cantidad de masa introducida en el secador fue de 1000 g, colocándose 250 g en cada bandeja de acuerdo a las especificaciones del equipo, el área de transferencia de calor (A) se midió resultando de 233.75 cm².

Posteriormente se registró la pérdida de peso en intervalos de tiempo regulares, para calcular la humedad X como función del tiempo, de acuerdo a:

$$X = \frac{W - W_S}{W_S} \quad (1)$$

Donde:

X : Humedad (g de agua/g de sólido seco)

W : Peso de la muestra húmeda (g)

W_S : Peso de la muestra seca (g)

Para el cálculo de la velocidad de secado se empleó la expresión dada por Geankoplis (2006):

$$R = -\frac{L_S \Delta X}{A \Delta t} \quad (2)$$

En donde:

R : Velocidad de secado (g de H₂O/min·cm²)

L_S : Peso del sólido seco (g)

A : Área de transferencia (cm²)

Para el cálculo del flujo másico de aire se efectuó un balance de agua en el secador; resultando la expresión dada por:

$$\dot{m}_{aire}(H_3 - H_1) = \dot{m}_{H_2O} \quad (3)$$

Donde:

\dot{m}_{aire} : Flujo másico de aire (lb de aire/h)

\dot{m}_{H_2O} : Flujo másico de agua (lb de aire/h)

H_3 : Humedad del aire a la salida del secador (lb de H₂O/lb de aire seco)

H_1 : Humedad del aire a la entrada del secador (lb de H₂O/lb de aire seco)

En el cálculo de la energía requerida se empleó la expresión definida por Perry *et al.* (1992):

$$Q = h_1 - h_2 \quad (4)$$

Donde:

Q : Calor requerido (btu/lb aire seco)

h_1 : Entalpía a la entrada del secador (btu/lb aire seco)

h_2 : Entalpía a la salida del calentador eléctrico del secador (btu/lb aire seco)

Las propiedades del aire; temperatura de bulbo seco, T_s (°F); temperatura de bulbo húmedo, T_h (°F); humedad, H (lb agua/lb de aire seco); entalpía de saturación, h^* (btu/lb aire seco); desviación de entalpía, D (btu/lb aire seco); para cada punto del secador mostrado en la Figura 3; se consultaron en las tablas de Perry *et al.* (1992), para el cálculo del balance de energía, dado por la Ecuación (3)

Resultados

Configuración $T=5, v=5$

Tomando en cuenta la Tabla 1, para la temperatura nominal de 5 (30 °C) y velocidad nominal de 5 (1.5 m/s), los resultados correspondientes a la pérdida de humedad X (g de H₂O/g de sólido seco) en función del tiempo y la velocidad de secado R (g de H₂O/min·cm²), se pueden observar en la Tabla 2, L_S es el peso constante alcanzado en cada configuración.

$T=5, v=5$				
i	t (min)	W (g)	X	R
1	0	1000.00	1.5000	0.0043
2	30	970.00	1.4250	0.0057
3	60	930.00	1.3250	0.0017
4	90	918.00	1.2950	0.0030
5	120	896.67	1.2417	0.0023
6	150	880.67	1.2017	0.0048
7	180	846.67	1.1167	0.0024
8	210	829.67	1.0742	0.0039
9	240	802.67	1.0067	0.0030
10	270	781.33	0.9533	0.0035
11	300	756.67	0.8917	0.0038
12	330	730.33	0.8258	0.0034
13	360	706.67	0.7667	0.0039
14	390	679.33	0.6983	0.0022
15	420	664.00	0.6600	0.0055
16	450	625.33	0.5633	0.0039
17	480	598.00	0.4950	0.0044
18	510	567.00	0.4175	0.0034
19	540	543.33	0.3583	0.0041
20	570	514.67	0.2867	0.0035
21	600	490.33	0.2258	0.0030
22	630	469.00	0.1725	0.0027
23	660	450.00	0.1250	0.0029
24	690	430.00	0.0750	0.0043
25	720	400.00	0.0000	0.0000

Tabla 2 Datos de secado para $T=5, v=5$

El comportamiento de la velocidad de secado R vs la pérdida de humedad X se muestra en el Gráfico 1.

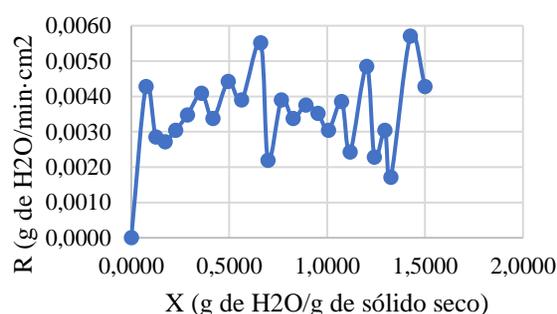


Gráfico 1 R vs X para $T=5, v=5$

El contenido de humedad crítica X_c , valor para el cual la velocidad R comienza a disminuir, conocido como el periodo de velocidad decreciente, tiene un valor de 0.0750; como puede observarse en el Gráfico 1 y un valor de R promedio de 0.0036, conocido como el periodo de velocidad constante.

Configuración $T=10, v=5$

Los datos de velocidad de secado a la configuración de $T=10$ (40 °C) y $v=5$ (1.5 m/s), se muestran en la Tabla 3.

$T=10, v=5$				
<i>i</i>	<i>t</i> (min)	<i>W</i> (g)	<i>X</i>	<i>R</i>
1	0	1000.00	3.2494	0.0063
2	30	956.00	3.0624	0.0087
3	60	894.67	2.8018	0.0064
4	90	849.67	2.6105	0.0086
5	120	789.33	2.3541	0.0079
6	150	733.67	2.1176	0.0090
7	180	670.67	1.8499	0.0065
8	210	625.33	1.6572	0.0129
9	240	535.00	1.2734	0.0048
10	270	501.00	1.1289	0.0070
11	300	451.67	0.9193	0.0065
12	330	406.00	0.7252	0.0071
13	360	356.33	0.5142	0.0173
14	390	235.33	0.0000	0.0000

Tabla 3 Datos de secado para $T=10, v=5$

El Gráfico 2 muestra el comportamiento de R vs X , con un valor de X_c de 0.5142 y una R promedio de 0.0084.

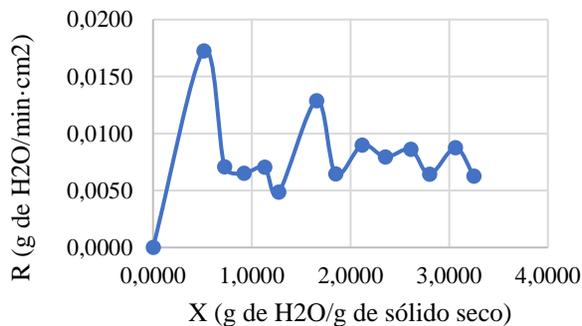


Gráfico 2 R vs X para $T=10, v=5$

Configuración $T=5, v=10$

En la en la Tabla 4 se muestran los datos de velocidad de secado para la configuración de $T=5$ (30 °C) y $v=10$ (2.4 m/s).

$T=5, v=10$				
<i>i</i>	<i>t</i> (min)	<i>W</i> (g)	<i>X</i>	<i>R</i>
1	0	1000.00	1.8037	0.0061
2	30	957.33	1.6841	0.0073
3	60	906.33	1.5411	0.0071
4	90	856.67	1.4019	0.0057
5	120	817.00	1.2906	0.0059
6	150	775.67	1.1748	0.0057
7	180	736.00	1.0635	0.0052
8	210	699.67	0.9617	0.0048
9	240	666.33	0.8682	0.0051
10	270	630.67	0.7682	0.0058
11	300	589.67	0.6533	0.0058
12	330	549.00	0.5392	0.0058
13	360	508.67	0.4262	0.0055
14	390	470.00	0.3177	0.0060
15	420	427.67	0.1991	0.0052

Tabla 4 Datos de secado para $T=5, v=10$

El contenido de humedad crítica tiene un valor de 0.0972 y el periodo de velocidad constante ocurre a una R promedio de 0.0057, como se observa en el Gráfico 3.

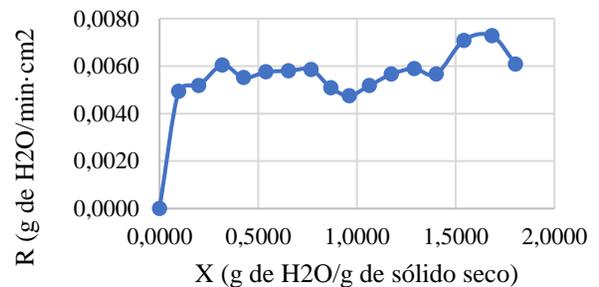


Gráfico 3 R vs X para $T=5, v=10$

Configuración $T=10, v=10$

En la Tabla 5 pueden observarse los datos de velocidad de secado para la configuración de $T=10$ (40 °C) y $v=10$ (2.4 m/s)

$T=10, v=10$				
<i>i</i>	<i>t</i> (min)	<i>W</i> (g)	<i>X</i>	<i>R</i>
1	0	1000.00	2.4325	0.0135
2	30	905.00	2.1064	0.0233
3	60	741.33	1.5446	0.0128
4	90	651.67	1.2369	0.0131
5	120	560.00	0.9222	0.0097
6	150	492.00	0.6888	0.0105
7	180	418.67	0.4371	0.0090
8	210	335.67	0.2208	0.0051
9	240	319.67	0.0973	0.0040
10	270	291.33	0.0000	0.0000

Tabla 5 Datos de secado para $T=10, v=10$

De acuerdo al Gráfico 4 el contenido de humedad crítica refleja un valor de 0.4371 y un valor de R promedio para el periodo de velocidad constante de 0.0131.

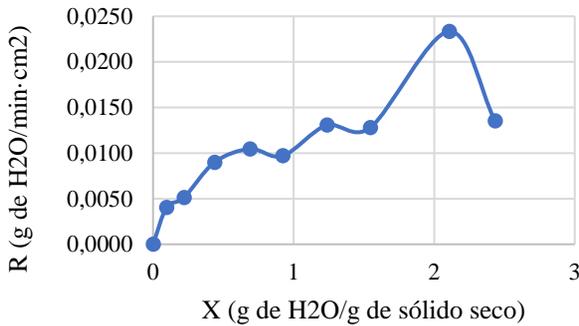


Gráfico 4 R vs X para $T=10$, $v=10$

El resumen de resultados correspondientes al contenido de humedad crítica X_C (g de H₂O/g de sólido seco) y el valor de R promedio (g de H₂O/min·cm²) del periodo de velocidad constante, se muestran en la Tabla 6.

i	T_i Real (°C)	v_i Real (m/s)	X_C	R
1	30	1.5	0.0750	0.0036
2	40	1.5	0.5142	0.0084
3	30	2.4	0.0972	0.0057
4	40	2.4	0.4371	0.0131

Tabla 6 Resumen de resultados

Cantidad de Aire Requerido y Balance de Energía

Atendiendo a la Figura 3 se determinaron las propiedades del aire en la entrada del secador (punto 1), a la salida del calentador (punto 2) y a la salida del secador (punto 3) resumidos en la Tabla 7 en el sistema Inglés, donde $h_1=h_1'+D$.

De acuerdo a la Tabla 5 la cantidad de agua eliminada es de 708.67 g (1.5609 lb), en un tiempo de 270 min (4.5 h), el flujo de masa \dot{m}_{H_2O} es de 0.3469 lb/h. Con el empleo de la Ecuación (3) y la Tabla 7, el flujo de aire requerido para secar 1000 g de lodo es de \dot{m}_{aire} es de 84.6098.

El balance de energía se realizó para la configuración que manifestó la máxima velocidad de secado en este caso $T=40$ °C y $v=2.4$ m/s. Haciendo uso de los datos de la Tabla 7 y la Ecuación (4) la cantidad de calor Q resulta de 609.1906 btu/h o 178.5355 W.

Propiedades	Punto 1	Punto 2	Punto 3
T_s (°F)	75	104	104
T_h (°F)	65	74	80
H (lb H ₂ O/lb aire seco)	0.0110	0.0110	0.0151
h_1' (btu/lb aire seco)	30.1	37.5	43.5
D (btu/lb aire seco)	-0.1	-0.3	-0.28
h_1 (btu/lb aire seco)	30	37.2	43.22

Tabla 7 Propiedades del aire

Conclusiones

El lodo de la planta del Sistema Intermunicipal para los Servicios de Tratamiento y Disposición de Aguas Residuales para los Municipios del Rincón puede reducir su humedad a nivel laboratorio mediante secado desde un 70.8667 % hasta un 8.8672 % de acuerdo a la Tabla 5.

Teniendo en cuenta los resultados de la Tabla 6, para una misma temperatura la velocidad de secado aumenta al aumentar la velocidad del aire.

Considerando la misma tabla para una misma velocidad de aire, la velocidad de secado aumenta, al aumentar la temperatura.

Continuando con la misma tabla, el contenido de humedad crítica es similar tratándose de una misma temperatura.

La mayor velocidad de secado ocurre en la configuración de $T=10$ (40 °C) y $v=10$ (2.4 m/s), es decir a la máxima temperatura y a la máxima velocidad proporcionados por el secador.

Los estudios realizados brindan información relevante para determinar condiciones adecuadas a nivel industrial.

Como estudios posteriores se sugieren realizar pruebas de secado solar, dado el coste energético requerido, aumentando la cantidad de masa de lodo.

Es pertinente el escalamiento de un secador para tratar la cantidad de lodos producidos por la planta de tratamiento de aguas.

Ahora bien, como se persigue la reducción del volumen de lodo y su reutilización en cultivos de talle corto y de talle largo, o su uso para el crecimiento algal, es importante considerar el estudio microbiológico y de nutrientes después de ser sometidos al proceso de secado.

Agradecimientos

El Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, agradece al Ing. Diego Isaac Dávila Cano, Director General de Sistema Intermunicipal para los Servicios de Tratamiento de Aguas Residuales para los Municipios del Rincón (SITRATA) y a todo el personal de la planta, por el apoyo brindado para la realización de este proyecto (Convenio ITESI/CONVENIOS/240-2017).

Referencias

- Aguilar-Centeno, F. S., Urrutia-Negrete, J. T., & Ayala-Islas, A. (2017). Análisis de Parámetros de Operación para el Desarrollo de una Ficocelda para Fines Energéticos. *Jóvenes en la Ciencia*, 3(2), 334-339.
- Ahmad, T., Ahmad, K., & Alam, M. (2017). Characterization of Water Treatment Plant's Sludge and its Safe Disposal Options. *ELSEVIER*, 35, 950-955.
- Deng, W., Su, Y., & Yu, W. (2016). Theoretical Calculation of Heat Transfer Coefficient When Sludge Drying in a Nara-Type Paddle Dryer Using Different Heat Carriers. *ELSEVIER*, 18, 709 – 715.
- Effendi, H. (2016). River Water Quality Preliminary Rapid Assessment Using Pollution Index. *ELSEVIER*, 33, 562-567.
- Geankoplis, C. J. (2006). *Procesos de Transporte y Principios de Procesos de Separación* (4ª ed.). México, México: CECSA.
- Hernández-Rodríguez, J. J., Rivera-Mosqueda, M. C., & Arellano-Elizarraraz, R. (2017). Análisis de Biosólidos para su Uso Agrícola en una Hortaliza. *Jóvenes en la Ciencia*, 3(2), 340-344.
- Ledesma-Ruiz, R., Pastén-Zapata, E., Parra, R., Harter, T., & Mahlkecht, J. (2014). Investigation of the Geochemical Evolution of Groundwater Under Agricultural Land: A Case Study in Northeastern Mexico. *ELSEVIER*, 521, 410-423.
- Li, J., Plougonven, E., Fraikin, L., Salmon, T., Toyé, D., Nistajakis, E., & Leonard, A. (2015). Multiscale Structure Characterization of Sawdust-Waste Water Sludge Extrudates Dried in a Pilot-Scale Fixed Bed. *ELSEVIER*, 81, 98-107.
- Limón-Macías, J. G. (2013, 8 julio). Los Lodos de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales ¿Problema o Recurso? Recuperado 20 junio, 2018, de http://www.ai.org.mx/ai/images/sitio/201309/ingresos/jglm/doc_ingreso_gualberto_limón_trabajo_de_ingreso.pdf.
- NOM-004-SEMARNAT-2002, (2003). Protección Ambiental.- Lodos y Biosólidos.- Especificaciones y Límites Máximos Permisibles de Contaminantes para su Aprovechamiento y Disposición Final. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Perry, R. H., Green, D. W., Maloney, J. O. (1992). Psicometría, Enfriamiento por Evaporación, Refrigeración y Procesos Criogénicos. En *Manual del Ingeniero Químico*. (III, 12-1-12-63). México, México: Mc Graw-Hill.
- Ramírez-González, A. (2015). *Evaluación de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales* (Ed. rev.). Jiutepec, Mor., México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Sandoval-Torres, S., Hernández-Bautista, E., & Rodríguez-Ramírez, J. (2012). Simulación Multi-Física del Secado de Madera en COMSOL Multiphysics 3.4. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 14, 389-398.
- Zhanga, Y., Collinsa, A. L., Johnsb, P. J., & Jonesc, J. I. (2016). Projected Impacts of Increased Uptake of Source Control Mitigation Measures on Agricultural Diffuse Pollution Emissions to Water and Air. *ELSEVIER*, 62, 185-201.

Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

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

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{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 de Ingeniería Tecnológica. 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]

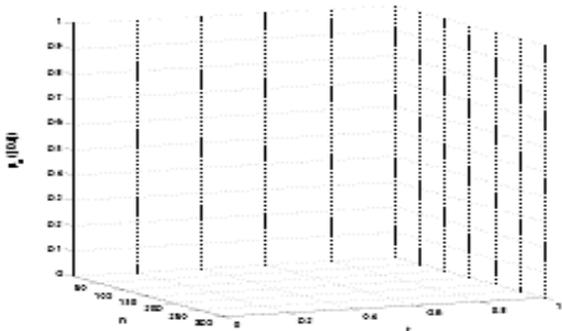


Gráfico 1 Título y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

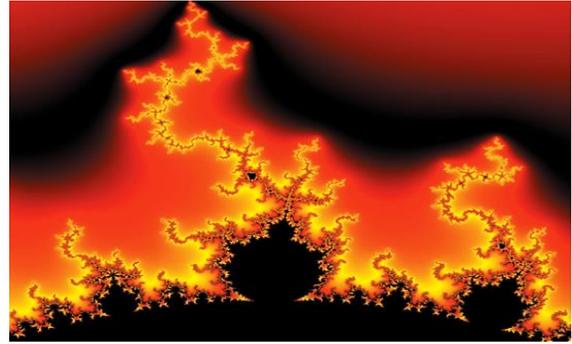


Figura 1 Título y Fuente (*en cursiva*)

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

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

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

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

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

Título del Artículo:

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

Copyright y Acceso

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

Título del Artículo:

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

Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Responsabilidades del Editor

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

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

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

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

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

Responsabilidades del Consejo Editorial

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

Responsabilidades del Comité Arbitral

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

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

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

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

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

Responsabilidades de los Autores

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

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

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

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

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

Servicios de Información

Indización - Bases y Repositorios

RESEARCH GATE (Alemania)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

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

HISPANA (Información y Orientación Bibliográfica-España)

Servicios Editoriales

Identificación de Citación e Índice H

Administración del Formato de Originalidad y Autorización

Testeo de Artículo con PLAGSCAN

Evaluación de Artículo

Emisión de Certificado de Arbitraje

Edición de Artículo

Maquetación Web

Indización y Repositorio

Traducción

Publicación de Obra

Certificado de Obra

Facturación por Servicio de Edición

Política Editorial y Administración

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

VARGAS-DELGADO, Oscar. 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 - 2 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. Avenida, Salinas I - Santa Elena-Ecuador.

1047 Avenida La Raza -Santa Ana, Cusco-Perú.

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

Avenida Suroeste, San Sebastian - León-Nicaragua.

6593 Kinshasa 31 - Republique Démocratique du Congo.

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

16 kilómetros, carretera estadounidense, casa Terra Alta, D7 Mixco Zona 1-Guatemala.

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

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

Revista de Ingeniería Tecnológica

“Core Tools para diagnóstico de defectos en maquila y aumento de productividad”

HERNÁNDEZ-PASTRANA, Verónica Petra, KIDO-MIRANDA, Juan Carlos, PÉREZ-CABRERA, Pascual Felipe y RODRÍGUEZ-BUCIO, Norma

Instituto Tecnológico de Iguala

“El enfoque de procesos en el AST de Mecatrónica de la UTN”

GÓMEZ-GONZÁLEZ, María Concepción, SÁNCHEZ-LUNA, David, CRUZ-BARRAGAN, Aidé y MORALES-TORIBIO, Leticia

Universidad Tecnológica de Nezahualcóyotl

“Perfil de la misión y selección de subsistemas del prototipo Cansat para montarse en drone multitor

ORTIZ-RAMÍREZ, Carlos Artemio, LUCERO-ÁLVAREZ, Cupertino, Patricia Mendoza Crisóstomo, PÉREZ-CRUZ, Pascual, FLORES-TRUJILLO, Iván Antonio, RAMÍREZ-CORTES, Elva Patricia, MERINO-VIAZCÁN Janet y SOLANO-PALAPA, Nathaly

Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros

“Determinación de las curvas de secado del lodo del sistema intermunicipal para los servicios de tratamiento y disposición de aguas residuales para los Municipios del Rincón, a Nivel Laboratorio”

SOTO-ALCOCER, José Luis, RIVERA-MOSQUEDA, Ma. Cruz, GONZÁLEZ-PONCE, María del Refugio y PEÑA-RAMÍREZ, Rafael

Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

