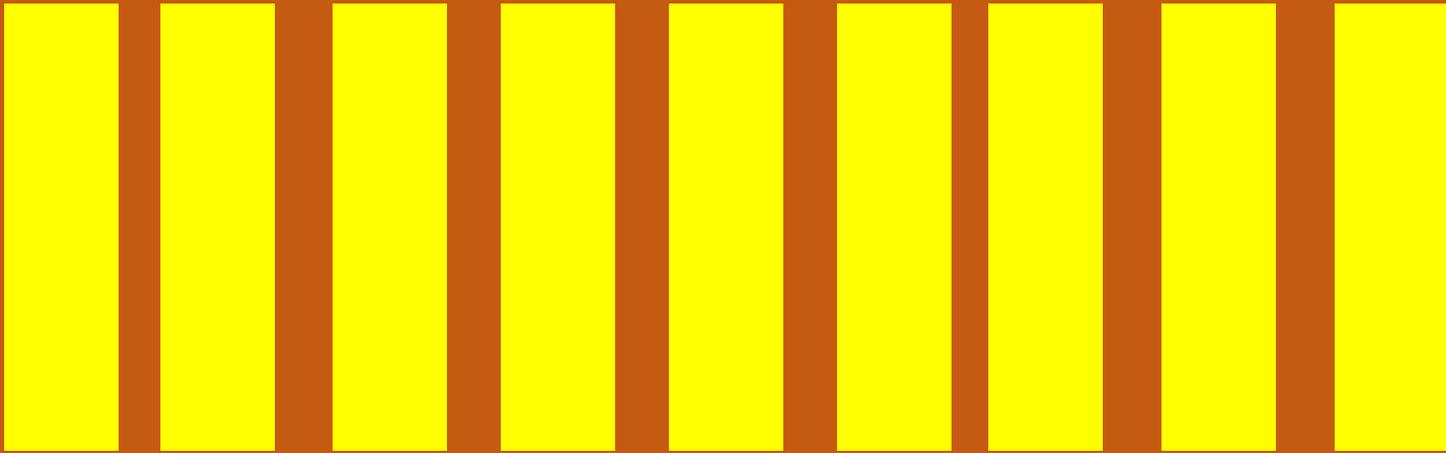


ISSN 2523-6814

Revista de

Tecnologías Computacionales

Volumen 2, Número 7 — Julio — Septiembre - 2018



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 Tecnologías Computacionales,

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, CoEditor: VARGAS-DELGADO,

Oscar. PhD. ISSN-2523-6814. Responsables

de la última actualización de este número de

la Unidad de Informática ECORFAN.

ESCAMILLA- BOUCHÁN, Imelda. PhD,

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD. 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

Centro Español de Ciencia y Tecnología.

Revista de Tecnologías Computacionales

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 Estándares de habilidades digitales para educación, Proyectos de aprendizaje a través del uso de información, Tecnologías y comunicación, Desarrollo de digital, Competencias para la enseñanza de programas de habilidades digitales, Gestión de tecnología y educación, Campos de capacitación tecnológica, Aplicados a la educación

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 Tecnologías Computacionales 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 Estándares de habilidades digitales para educación, Proyectos de aprendizaje a través del uso de información, Tecnologías y comunicación, Desarrollo de digital, Competencias para la enseñanza de programas de habilidades digitales, Gestión de tecnología y educación, Campos de capacitación tecnológica, Aplicados a la educación con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ciencias de Ingeniería y Tecnología. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

Consejo Editorial

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 Tecnologías Computacionales 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 rescindiría 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-África 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 Estándares de habilidades digitales para educación, Proyectos de aprendizaje a través del uso de información, Tecnologías y comunicación, Desarrollo de digital, Competencias para la enseñanza de programas de habilidades digitales, Gestión de tecnología y educación, Campos de capacitación tecnológica, Aplicados a la educación y a otros temas vinculados a las Ciencias de Ingeniería y Tecnología.

Presentación del contenido

En el primer artículo presentamos *Diseño y construcción de un pico-satélite educativo CanSat denominado WashiSat*, por MANCILLA-CEREZO, Josué, PALACIOS-GARCIA, Ana Cristina, PEREZ-VARGAS, Berenice y TORIJA-VELAZQUEZ, Edith, con adscripción en el Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca, como segundo artículo presentamos *Sistema de visión embebido para detección de movimiento de forma remota utilizando el internet de las cosas*, por LARDIZÁBAL-LÓPEZ, David, GALLEGOS-BAÑUELOS, José Luis Guillermo, FLORES-DOMÍNGUEZ, Bardo Eugenio y LÓPEZ-HERRERA Jesús José Nicolás, con adscripción en el Instituto Tecnológico de Chihuahua, como tercer artículo presentamos *Software para el diseño de circuitos de microondas*, por ANDRADE-GONZÁLEZ, Edgar Alejandro, REYES-AYALA, Mario, TIRADO-MÉNDEZ, José Alfredo y TERRES-PEÑA, Hilario, con adscripción en la Universidad Autónoma Metropolitana e Instituto Politécnico Nacional, como cuarto artículo presentamos *Evaluación del nivel de emisión de radiación de un sistema Wi-Fi aplicando la norma UIT-T K.62*, por ROJAS-SANDOVAL, Daniel, VELASCO-CASTILLO, Miguel Ángel, LÓPEZ-DÍAZ, Roberto Enrique y HERNÁNDEZ-BÁEZ, Irma Yazmín, con adscripción en la Universidad Politécnica del Estado de Morelos.

Contenido

Artículo	Página
Diseño y construcción de un pico-satélite educativo CanSat denominado WashiSat MANCILLA-CEREZO, Josué, PALACIOS-GARCIA, Ana Cristina, PEREZ-VARGAS, Berenice y TORIJA-VELAZQUEZ, Edith <i>Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca</i>	1-7
Sistema de visión embebido para detección de movimiento de forma remota utilizando el internet de las cosas LARDIZÁBAL-LÓPEZ, David, GALLEGOS-BAÑUELOS, José Luis Guillermo, FLORES-DOMÍNGUEZ, Bardo Eugenio y LÓPEZ-HERRERA Jesús José Nicolás <i>Instituto Tecnológico de Chihuahua</i>	8-18
Software para el diseño de circuitos de microondas ANDRADE-GONZÁLEZ, Edgar Alejandro, REYES-AYALA, Mario, TIRADO-MÉNDEZ, José Alfredo y TERRES-PEÑA, Hilario <i>Universidad Autónoma Metropolitana</i> <i>Instituto Politécnico Nacional</i>	19-25
Evaluación del nivel de emisión de radiación de un sistema Wi-Fi aplicando la norma UIT-T K.62 ROJAS-SANDOVAL, Daniel, VELASCO-CASTILLO, Miguel Ángel, LÓPEZ-DÍAZ, Roberto Enrique y HERNÁNDEZ-BÁEZ, Irma Yazmín <i>Universidad Politécnica del Estado de Morelos</i>	26-31

Diseño y construcción de un pico-satélite educativo CanSat denominado WashiSat

Design and construction of an educational CanSat pico-satellite called WashiSat

MANCILLA-CEREZO, Josué†*, PALACIOS-GARCÍA, Ana Cristina, PEREZ-VARGAS, Berenice y TORIJA-VELAZQUEZ, Edith

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca

ID 1^{er} Autor: *Josué, Mancilla-Cerezo* / ORC ID: 0000-0002-9659-3677, Researcher ID Thomson: S-2199-2018, arXiv ID: Josue_ITST, CVU CONACYT ID: 946398

ID 2^{do} Coautor: *Ana Cristina, Palacios-García* / ORC ID: 0000-0003-3138-9699, Researcher ID Thomson: S-1384-2018, arXiv ID: Cristina_Palacios, CVU CONACYT ID: 946392

ID 2^{do} Coautor: *Berenice, Perez-Vargas* / ORC ID: 0000-0002-5513-2866, Researcher ID Thomson: S-1460-2018, arXiv ID: BERENICE, CVU CONACYT ID: 946396

ID 4^{to} Coautor: *Edith, Torija-Velazquez* / ORC ID: 0000-0001-5034-319X, Researcher ID Thomson: S-2356-2018, arXiv ID: Edith, CVU CONACYT ID: 946393

Recibido: Junio 23, 2018; Aceptado: Agosto 21, 2018

Resumen

Se describe como se diseñó y construyó un pico-satélite CanSat para participar en el Tercer Concurso Nacional de Pico-Satélites Educativos CanSat en el Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca (ITST). Alumnos de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones del ITST con el apoyo de docentes de dicha institución diseñaron el pico-satélite denominado WashiSat. Siguiendo el método en V, se conceptualizó la misión la cual fue la simulación de un aterrizaje vertical, se especificaron los requerimientos y la arquitectura de todas las etapas del WashiSat. Partiendo de la arquitectura se diseñaron y construyeron los circuitos impresos, se soldaron los componentes y los diferentes sensores para medir las variables de: temperatura, humedad relativa, posicionamiento global, vibración y aceleración, dichas variables se enviaron en tiempo real a una estación terrena conformada por una laptop en la cual se graficaron las variables. Además se diseñó una estructura mecánica que se imprimió en una impresora 3D la cual simularía el aterrizaje vertical. Gracias al excelente trabajo realizado se obtuvo el primer lugar en el Tercer Concurso Nacional de Pico-Satélites Educativos CanSat en la categoría de telemetría.

CanSat, Modelo V, Pico-satélite

Abstract

It is described how a CanSat pico-satellite was designed and built to compete in the 3rd National Contest of Educational CanSat Pico-Satellites at the Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca (ITST). Students of Engineering in Information Technologies and Communications of the ITST with the support of teachers from that institution designed the pico-satellite called WashiSat. Following the method in V, the mission was conceptualized, which was the simulation of a vertical landing, the requirements and architecture of all the stages of WashiSat were specified. Starting from the architecture, the printed circuits were designed and built, the components and the different sensors were welded to measure the variables of: temperature, relative humidity, global positioning, vibration and acceleration, these variables were sent in real time to a conformed earth station for a laptop on which the variables were plotted. In addition, a mechanical structure was designed that was printed on a 3D printer which would simulate the vertical landing. Thanks to the excellent work carried out, the first place was obtained in the 3rd National Contest of Educational CanSat Pico-Satellites in the telemetry category.

CanSat, Method in V, Pico-satellite

Citación: MANCILLA-CEREZO, Josué, PALACIOS-GARCIA, Ana Cristina, PEREZ-VARGAS, Berenice y TORIJA-VELAZQUEZ, Edith. Diseño y construcción de un pico-satélite educativo CanSat denominado WashiSat. Revista de Tecnologías Computacionales. 2018, 2-7: 1-7

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jmc_itst@outlook.es)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Fue en el año 1999 que nació el concepto CanSat (*Can-Satellite*) propuesto por el profesor Robert Twiggs de la Universidad de Stanford (Colín, 2016). Un CanSat tiene como objetivo que los alumnos universitarios adquieran los conocimientos básicos de diseño y construcción de satélites artificiales (Colín *et al.* 2016).

A partir del año 2013 la Agencia Espacial Mexicana (AEM) dio a conocer en sus diferentes comunicados (AEM, 2013) y (AEM, 2014), la importancia de formar capital humano para los diferentes centros de investigación y empresas dedicadas al sector aeroespacial.

En el año 2015 se llevó a cabo el Primer Concurso Nacional de Pico-Satélites Educativos CanSat en Valle de las Palmas, Tijuana, B. C. México (Colín *et al.*, 2016). Organizado por UNISEC México (University Space Engineering Consortium) (UNISEC, 2016).

Fue hasta el año 2016 que se conformó el equipo “GALACTICS”, con los objetivos de diseñar y construir satélites CanSat y ensamblar drones para la etapa de ascenso de estos satélites. Han sido diferentes las experiencias y logros obtenidos por este equipo que empezó con el ensamble de un cuadricóptero (Mancilla *et al.* 2016), posteriormente diseñaron los pico-satélites EagleSat (Mancilla *et al.*, 2017) e EagleSat V2.0. (Mancilla *et al.*, 2018). Añadido a esto los alumnos que diseñan y desarrollan estos CanSat obtienen competencias y habilidades que enriquecen su perfil profesional (Mancilla *et al.*, 2017).

En el mes de abril del 2017 salió la convocatoria para el tercer concurso nacional de pico-satélites educativos CanSat (UNISEC, 2016). A partir de esta fecha se comenzó con el diseño y construcción de lo que sería el pico-satélite denominado WashiSat.

Descripción del método

Siguiendo la metodología del diagrama en “V”, que indica que las fases a seguir son: prefase, fase A, fase B, fase C, fase D, fase E y fase F (Bermúdez, 2016). Se diseñó y fabricó el CanSat WashiSat.

1. Prefase: estudio conceptual y selección de misión a desarrollar

El equipo “GALACTICS” decidió que la misión fuera: la simulación de un aterrizaje vertical del CanSat y el envío de telemetría en tiempo real a una estación terrena (laptop). La motivación que se tuvo para la selección de esta misión fue que en el año 2015 el cohete Blue Origen aterrizó en forma vertical después de un vuelo suborbital (Blue Origen, 2015) y un cohete llamado Falcon 9 de la empresa SpaceX, realizó el primer aterrizaje vertical de la historia después de posicionar un satélite en órbita (El mundo, 2016), logrando lo que desde hace años la ciencia ficción y expertos señalan que es la forma más natural de aterrizajes (Marín, 2015).

2. Fase A: desarrollo de los conceptos y tecnología a utilizar

Los requerimientos de la misión se presentan en la Tabla 1.

Requerimientos del sistema	Subsistemas comprendidos	Metas
Debe caber en el volumen de una lata de refresco de 355 ml.	Eléctrico, computadora, misión y comunicación.	Diseñar una arquitectura compacta.
Masa máxima del CanSat 355 gramos.	Eléctrico, computadora, misión y comunicación.	Diseñar sistemas esbeltos, seleccionando materiales y dispositivos de bajo peso.
Alimentación del CanSat será suministrada por batería.	Eléctrico.	Selección de una batería que sea capaz de suministrar energía por lo menos 30 minutos.
La batería debe ser de fácil acceso.	Eléctrico.	Diseñar este subsistema de modo que el cambio de batería no afecte a los demás subsistemas.
El CanSat debe tener un interruptor principal en un lugar accesible.	Comunicación.	Debe tener el botón de encendido y apagado en la parte superior.
Sistema de recuperación.	Recuperación.	Construir un paracaídas que asegure la recuperación óptima del CanSat.

Velocidad del descenso entre 5 y 12 m/s.	Recuperación.	Diseñar el paracaídas para que descienda a 5 m/s.
Alcance de radio entre 400 y 500 metros.	Comunicación.	Seleccionar un dispositivo capaz de mantener comunicación durante el descenso.
Sistema de aterrizaje vertical	Eléctrico, misión y computadora.	Eléctrico: suministrar la energía necesaria para la activación y despliegue. Misión: contener los sensores, actuadores y dispositivo de aterrizaje. Computadora: asegurar el correcto funcionamiento de la misión.
Medición de temperatura (externa e interna), presión, humedad relativa, latitud, longitud, altitud, aceleración, vibración, nivel de batería y video.	Eléctrico, misión, comunicación y computadora.	Subsistema eléctrico: debe tener el voltaje necesario para todos los dispositivos y espacio para alimentar la cámara. Subsistema de misión: debe albergar todos los sensores. Subsistema de comunicación: debe albergar espacio para el GPS. Subsistema de computadora: debe contar con un dispositivo programable.

Tabla 1 Requerimientos de la misión

Con base a los requerimientos se seleccionaron los dispositivos necesarios para cumplir las metas, estos dispositivos se mencionan en la Tabla 2.

Actividad	Dispositivo
Medir Temperatura interna y humedad relativa	DHT 11
Medir Presión, altitud, vibración y aceleración	GY-88
Medir Longitud y Latitud	GPS GY-NEO6MV2
Medir Temperatura externa	LM 35
Tomar Video	Mini cámara espía
Computadora y envío de datos	Arduino pro mini y Xbee S2
Tren de aterrizaje	Diseño estructura impresora 3D
Dispositivo de disparo para el sistema de aterrizaje	Mini servo motor
Control de disparo	Sensor ultrasónico y pic 16F84A

Tabla 2 Dispositivos seleccionados

3. Fase B: diseños preliminares de arquitectura para cumplir la misión

Una vez seleccionados los dispositivos se inició con los bosquejos preliminares de lo que sería la arquitectura del WashiSat.

Los bosquejos de las etapas se muestran en las Figuras 1 y 2. Estas etapas tuvieron un diámetro de 5 cm, siendo así un reto en la colocación de todos los dispositivos.

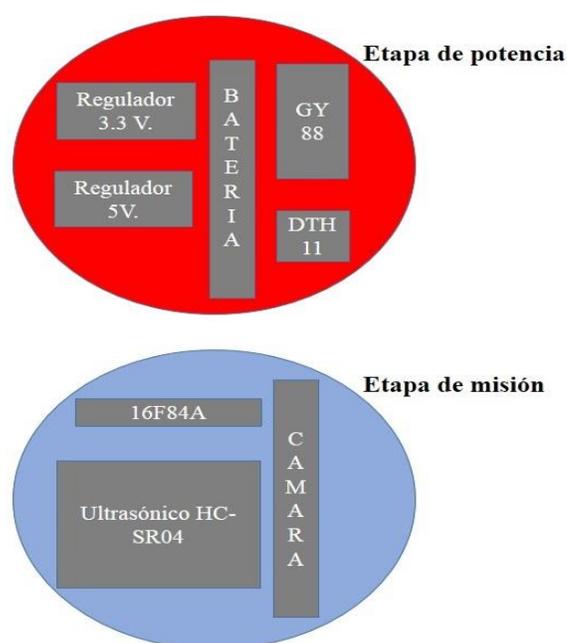


Figura 1 Etapas de potencia y misión

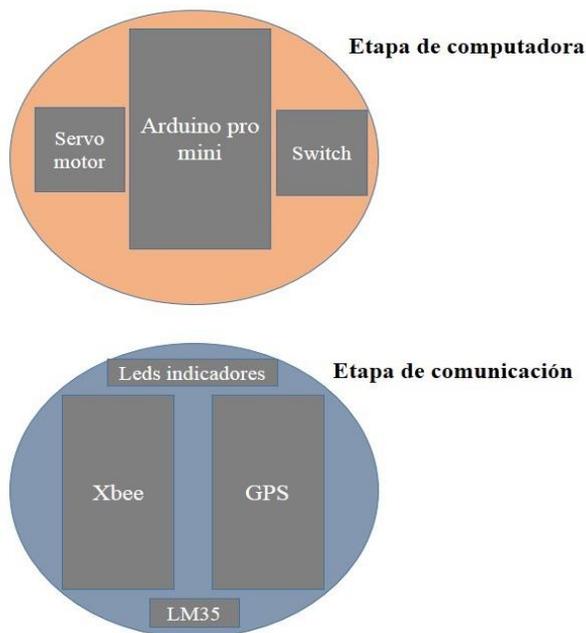


Figura 2 Etapas de computadora y comunicación

El bosquejo mecánico se muestra en la Figura 3. Consiste en un sistema de patas que pueden contraerse y salir por un sistema electromecánico.

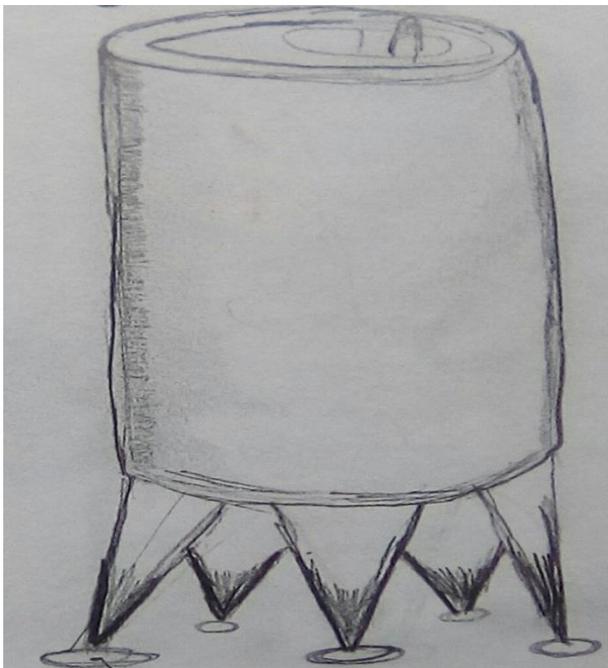


Figura 3 Bosquejo mecánico

4. Fase C: diseños finales y fabricación

Teniendo en mente los bosquejos se realizaron los diseños electrónicos de las cuatro etapas así como el diseño mecánico del tren de aterrizaje. Los diseños electrónicos se muestran en la Figura 4. Y el diseño mecánico en el Figura 5.

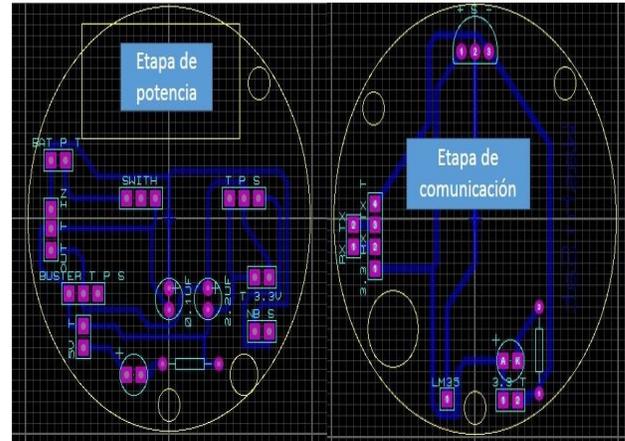


Figura 4 Diseños electrónicos etapas de potencia y comunicación

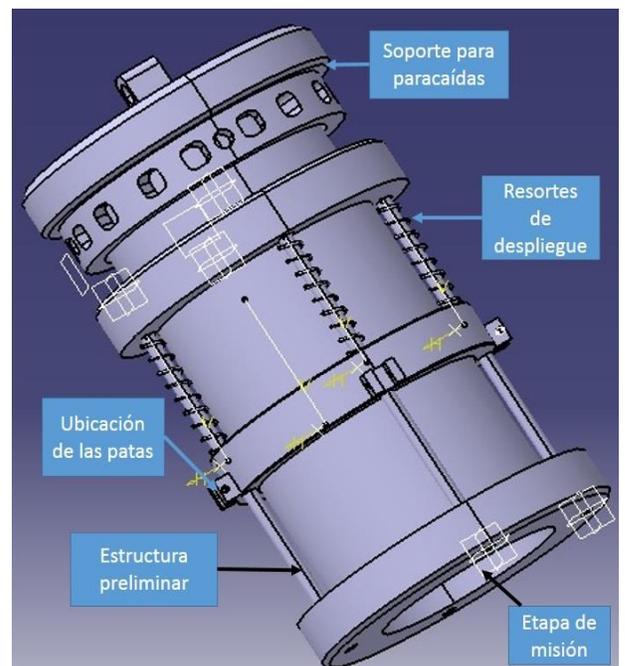


Figura 5 Diseño final estructura mecánica

Terminados los diseños, se comenzó la fabricación de las etapas electrónicas por el método de planchado para realizar los circuitos impresos como se muestra en la Figura 6.

Posteriormente se soldaron los componentes a las etapas como se puede observar en la Figura 7.



Figura 6 Circuito impreso etapa de misión

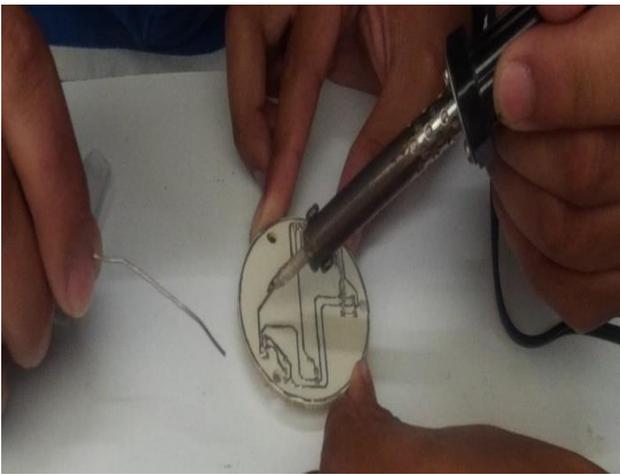


Figura 7 Soldando componentes etapa de comunicación

Al mismo tiempo se utilizó una impresora 3D para imprimir la estructura mecánica que sería el soporte para las etapas electrónicas. En la Figura 8. Se puede observar cómo se está detallando dicha estructura.



Figura 8 Detalle de la estructura mecánica

5. Fase D: Integración

Una vez terminadas las etapas se realizaron pruebas de conexión y de funcionamiento de las etapas integrándolas e interconectándolas para comprobar su correcto desempeño. La prueba de conexión se muestra en la Figura 9. En la cual se pueden observar las diferentes etapas ya interconectadas y correctamente energizadas.

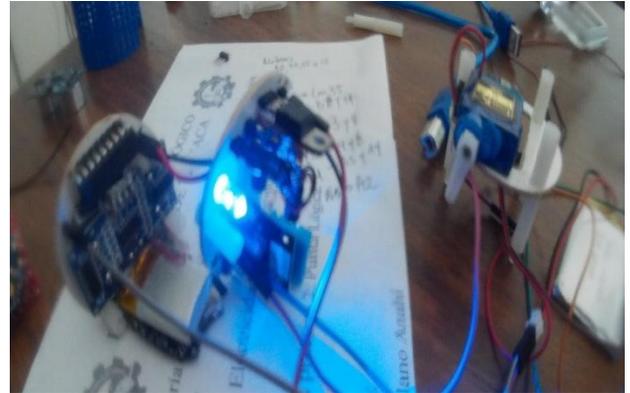


Figura 9 Prueba de conexión entre las etapas

6. Fase E: Sistema

Se integraron las etapas electrónicas con la estructura mecánica conformando el pico-satélite WashiSat el cual se puede apreciar en la Figura 10.



Figura 10 Pico-satélite WashiSat

Resultados

7. Fase F: Misión

Se diseñó y construyó el pico-satélite WashiSat, con el cual se participó en el 3er. Concurso Nacional de Pico-Satélites Educativos CanSat en la categoría de Telemetría, en la Figura 11. Se puede ver al equipo participante.

Fue en el concurso donde se pudo comprobar la misión del WashiSat la cual fue todo un éxito como se muestra en la Figura 12. Y fue así que se logró el primer lugar en el concurso, este triunfo se puede apreciar en la Figura 13.



Figura 11 equipo "GALACTICS" participando con el CanSat WashiSat



Figura 12 Funcionamiento del WashiSat

Fuente: <http://www.conacytprensa.mx/index.php/ciencia/universo/19591-picosatelites-aprender-aeronautica>



Figura 13 Premiación del primer lugar, categoría telemetría

Agradecimiento

Se agradece al maestro José Luis Contreras Coeto y a todo el personal del ITST por el financiamiento en el desarrollo de este CanSat.

Conclusiones

Por lo anterior, los CanSat son una herramienta sustancial para que los alumnos generen las competencias básicas necesarias de diseño y construcción de misiones satelitales.

El enfrentar a los alumnos al diseño y construcción de proyectos multidisciplinarios como lo es un CanSat, hace que sus conocimientos y habilidades se fortalezcan haciéndolos unos ingenieros más completos.

El trabajo metodológico y bien realizado conlleva a que el resultado final sea el esperado.

Referencias

Colín, A. (2016). Pico satélites cansat: una herramienta para la educación en ciencias del espacio. *CiENCiA UANL*. 19, (81), p. 9-16.

Colín, A., Bermúdez, B., Encarnación, G., Lira, G., Zúñiga, D., Ávalos, L.,... Álvarez, B. (2016). Construcción de un picosatélite cansat. *CiENCiA UANL*. 19, (81), p. 34-38.

Agencia Espacial Mexicana (AEM) (2013). Diagnostico anual de la oferta y demanda de capital humano en el campo espacial en México (1).

Agencia Espacial Mexicana (AEM) (2014). Catalogo y análisis de capacidades de investigación y desarrollo tecnológico espacial en México (1).

Colín, A. E., Roa, A., Bermúdez, B., Cardona, J. A., Espinosa, G., Lira, G., y Rentería A. (2016). Pico-satélites educativos cansat: primer concurso nacional en México. CELERINET, enero-junio, 20-28.

UNISEC México (2016).
www.unisecmexico.com

Mancilla, J., Martínez, R. M., Santos, E., Palacios, A. C. y Hernández, L. R. (2016). Ensamble de un cuadróptero para la etapa de ascenso de un pico-satélite CANSAT. JOURNAL CIM: Revista Electrónica Arbitrada, 4(1), 1076-1083.

Mancilla, J., Martínez, R. M., Palacios, A. C., y Hernández, L. R. (2017). Diseño y construcción de un pico satélite cansat denominado EagleSat. Aplicación del Saber: Casos y Experiencias, 3(1), 1733-1738.

Mancilla, J., Palacios, A. C., Hernández, L. R., y de la Cruz, G. J. (2018). Diseño y construcción de un pico satélite cansat tipo rover denominado EagleSat V2.0. Aplicación del Saber: Casos y Experiencias, 4(1), 1272-1277.

Mancilla, J., Sombrerero, J., Báez, M., y Serrano, M. (2017). Creando futuros líderes de la industria Aeroespacial Mexicana, construyendo pico-satélites educativos cansat. Revista electrónica ANFEI digital, 8(2018), 1-10.

UNISEC México (2017). Convocatoria: Tercer Concurso Nacional de Pico-Satélites Educativos CanSat (3).

Bermúdez, B. (2016). Cansat: lata-satélite. CiENCiA UANL. 19, (81), p. 71-75.

Blue Origin (2015), Blue Origin. Blue Origin makes historic rocket landing.

El mundo (2016). SpaceX logra el primer aterrizaje vertical de un cohete reciclable sobre una plataforma flotante.

Marín D. (2015). El blog de Daniel Marín. Una breve historia de los cohetes de aterrizaje vertical.

Sistema de visión embebido para detección de movimiento de forma remota utilizando el internet de las cosas

Embedded vision system for remote motion detection using the internet of things

LARDIZÁBAL-LÓPEZ, David†*, GALLEGOS-BAÑUELOS, José Luis Guillermo, FLORES-DOMÍNGUEZ, Bardo Eugenio y LÓPEZ-HERRERA, Jesús José Nicolás

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Chihuahua

ID 1^{er} Autor: *David, Lardizábal-López* / ORC ID: 0000-0001-6142-5342, Researcher ID Thomson: G-3124-2018, CVU CONACYT ID: 900345

ID 1^{er} Coautor: *José Luis Guillermo, Gallegos-Bañuelos* / ORC ID: 0000-0002-4804-6273, Researcher ID Thomson: G-6185-2018, CVU CONACYT ID: 455103

ID 2^{do} Coautor: *Bardo Eugenio, Flores-Domínguez* / ORC ID: 0000-0003-2101-3786, Researcher ID Thomson: G-5964-2018, CVU CONACYT ID: 457518

ID 3^{er} Coautor: *Jesús José Nicolás, López-Herrera* / ORC ID: 0000-0001-8612-7261, Researcher ID Thomson: G-6518-2018, CVU CONACYT ID: 091818

Recibido: Junio 26, 2018; Aceptado: Agosto 23, 2018

Resumen

En la actualidad se utilizan sistemas de visión para automatizar o mejorar un proceso, en esta propuesta se usará para asistencia en video vigilancia remota, el cual disminuye el error que pueda tener un sistema al monitorear cámaras de seguridad. El sistema está basado en software libre y sistemas embebidos, es capaz de detectar errores generados por el factor humano, por ejemplo, distracción del vigilante, baja resolución en pantalla para distinguir actividad en la observabilidad de las cámaras. Para solucionar este tipo de problemas se implementó un sistema de visión en el cual se utilizaron tres algoritmos de detección de movimiento denominados Resta, MOG y MOG2 a los cuales se le aplicaron pruebas de luz y actualización de fondo para obtener el algoritmo más adecuado. El sistema detecta si un intruso entra en un área prohibida o si algún objeto es removido. El sistema de visión encierra en un rectángulo de color negro el área donde se encontró actividad alertando al usuario para que tome las medidas necesarias.

Videovigilancia remota, Sistema de visión, Sistema embebido

Abstract

At present, vision systems are used to automate or improve a process, in this proposal it will be used for remote video surveillance assistance, which decreases the error that a system can have when monitoring security cameras. The system is based on free software and embedded systems, is able to detect errors generated by the human factor, for example, distraction of the watchman, low resolution on the screen to distinguish activity in the observability of the cameras. To solve this type of problems, a vision system was implemented in which three motion detection algorithms called Resta, MOG and MOG2 were used, to which light and background update tests were applied to obtain the most suitable algorithm. The system detects if an intruder enters a prohibited area or if an object is removed. The vision system encloses in a black rectangle the area where activity was found, alerting the user to take the necessary measures.

Remote video surveillance, Vision system, Embedded system

Citación: LARDIZÁBAL-LÓPEZ, David, GALLEGOS-BAÑUELOS, José Luis Guillermo, FLORES-DOMÍNGUEZ, Bardo Eugenio y LÓPEZ-HERRERA Jesús José Nicolás. Sistema de visión embebido para detección de movimiento de forma remota utilizando el internet de las cosas. Revista de Tecnologías Computacionales. 2018. 2-7: 8-18.

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: dlardizabal@itichihuahua.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En la actualidad muchas empresas, comercios, escuelas, etc., usan sistemas de vigilancia con cámaras monitoreadas por personas en una sala de control.

Un problema es que al ser establecimientos con zonas muy grandes se necesitan demasiadas cámaras para vigilar toda la zona y por lo tanto se requieren también demasiados monitores para que el vigilante pueda ver la zona que observa la cámara.

Esto ocasiona que los costos del sistema de vigilancia aumenten, anteriormente para reducir este costo se multiplexaba el sistema de cámaras en un solo monitor para cambiar la visibilidad de las diferentes cámaras, pero eso hace que solo se pueda ver una cámara a la vez lo que reduce la capacidad de visión del vigilante, una solución que se le dio a ese problema fue dividir el monitor en 4 para poder observar varias cámaras a la vez, pero esto reducía la resolución de la cámara en el monitor por lo que el vigilante no puede observar a detalle, lo que puede ocasionar diferentes errores como falsos-positivos o positivos-falsos.

El proyecto plantea reducir este tipo de errores con un sistema de visión que es un ayudante automatizado para detectar si algún intruso cruza por el área o si algún objeto es removido del área, la forma de avisar al observador sería encerrando en un rectángulo verde el área donde el sistema de visión detecto actividad, con eso se facilita al observador la posición donde se encuentra un intruso o se extrajo un objeto para poner mayor atención en esa área y hacer su trabajo correspondiente.

Los sistemas de videovigilancia o de monitoreo a través de video han evolucionado notablemente en los últimos años. Desde los sistemas analógicos que tuvieron su máxima representante en los CCTV (Circuitos Cerrados de Televisión), hasta los sistemas digitales modernos con sistemas digitales de transmisión inalámbrica. Todo esto con el fin de mejorar la seguridad, ya que es la garantía que tienen las personas de estar libres de todo daño, amenaza, peligro o riesgo, es la necesidad de sentirse protegido, contra todo aquello que pueda perturbar o atentar contra su integridad física, moral, social y hasta económica.

Para mantener la seguridad de empresas, establecimientos, casa, etc. Se crearon sistemas de seguridad que constan de componentes de software, hardware, dispositivos periféricos y equipo de control que serán controlados por un operador de seguridad.

Los diseñadores tienen la tarea de determinar el software y el hardware que se adecue a las necesidades del cliente. Esto permitirá tener un sistema que garantice que el usuario no sólo tenga confianza en el sistema, sino que además se sienta cómodo.

Para mejorar esta seguridad entra en papel una disciplina científica que se llama visión artificial que incluye métodos para adquirir, procesar y analizar imágenes del mundo real con el fin de producir información que pueda ser tratada por una máquina. Una manera simple de comprender este sistema es basarse en nuestros propios sentidos.

Los humanos usamos nuestros ojos para comprender el mundo que nos rodea, y la visión artificial trata de producir ese mismo efecto en máquinas. Éstas podrán percibir y entender una imagen o secuencia de imágenes y actuar según convenga en una determinada situación. La principal finalidad de la visión artificial es dotar a la máquina de “ojos” para ver lo que ocurre en el mundo real, y así poder tomar decisiones para automatizar cualquier proceso.

La visión artificial antes no era algo muy factible ya que se necesita una capacidad de procesamiento demasiado grande, pero con el paso de los años ha llegado a ser indispensable en muchos sistemas, en este proyecto se pretende usar un sistema embebido con una buena capacidad de procesamiento que es una Raspberry PI.

La Raspberry PI es una placa computadora (SBC) de bajo costo, se podría decir que es un ordenador de tamaño reducido, del tamaño de una tarjeta de crédito. Está formada por una placa que soporta varios componentes necesarios en un ordenador común y es capaz de comportarse como tal.

Con los sistemas de seguridad y el creciente uso de sistemas de visión se han creado los sistemas de visión integrados que son sistemas de visión artificial que difieren relativamente de las cámaras inteligentes.

Una de las ventajas de un sistema de visión artificial que presenta esta tecnología con respecto a las cámaras inteligentes tradicionales es que, con un solo elemento de proceso, se pueden conectar varios cabezales de visión remotos, reduciendo el coste en aplicaciones de visión donde se requieran varias tomas de la misma pieza. Tanto las cámaras inteligentes, como los sistemas de visión artificial integrados, pueden incluir sensores CCD/CMOS de muy alta definición, tanto en monocromo como en color. La potencia de cálculo de estos sistemas de visión artificial es suficientemente para poder resolver la mayoría de las aplicaciones de visión.

El área de seguridad y de detección de intrusos viene siendo más indispensable cada día. Definiremos como intrusión a un conjunto de acciones que intentan comprometer la integridad o confidencialidad de un recurso por lo tanto la detección de intrusos es el proceso de monitorizar los eventos que ocurren en un sistema para analizarlos en busca de algunos problemas de seguridad.

La videovigilancia es un tipo de seguridad constituida por componentes electrónicos de la más diversa naturaleza, según sean las características de su aplicación, por lo tanto, un sistema de visión protege a un bien de los riesgos para los que ha sido diseñado el sistema. La protección por medio de un sistema de visión artificial es aplicable a distintos ámbitos, por ejemplo, existen alarmas contra ladrones o cámaras de vigilancia usadas por bancos o comercios.

Para lograr un sistema de videovigilancia eficiente hay que tener en cuenta varios factores de entre los cuales la iluminación es la parte más crítica dentro de un sistema de visión. Las cámaras capturan la luz reflejada de los objetos impidiendo así la apreciación del ambiente a vigilar. El propósito de la iluminación utilizada en las aplicaciones de visión es controlar la forma en que la cámara vea el objeto.

Desarrollo

Dentro de los distintos tipos de cámaras con las cuales se puede implementar un sistema de videovigilancia se encuentran las cámaras IP. Las siglas IP significan (Internet Protocol).

La función básica de la cámara IP es la transmisión de video a distancia sobre la red IP. De esta manera es posible observar lo que ocurre en un sitio determinado desde distintos lugares mediante la autorización del sistema.

La implementación de la librería OpenCV en las cámaras permite realizar los procesos necesarios para lograr la detección de intrusos gracias a que OpenCV es una librería que contiene muchas estructuras de datos complejos y funciones de alto nivel utilizadas para procesos de flujo óptico, reconocimiento de patrones.

Metodología del sistema de visión

El sistema de visión está programado en software libre, utilizando el sistema operativo Raspbian de 32bits para ejecutarlo en la Raspberry 3b, con los entornos de desarrollo, Python en su versión 2.7 de 32 bits y OpenCV en su versión 2.4.

Lo primero fue desarrollar el algoritmo, el cual consta de recibir el video de una cámara, desde un video almacenado o desde una cámara IP, después se toma un frame del video y se verificara si el fondo es válido.

Para correr el algoritmo en un sistema embebido el programa se debe optimizar lo más posible para funcionar en tiempo real por eso la imagen se debe cambiar a escala de grises, luego se le aplicara un algoritmo de detección de movimiento que es la parte primordial del sistema, una vez aplicado el algoritmo se detectan los contornos de la imagen utilizando un filtro de suavizado con un umbral, el siguiente paso consta de seleccionar el centro del contorno y asignar sus medidas a una variable, la detección de intrusos y la remoción de objeto será determinada por el área aplicando un límite de área para el valor de las variables, si esta sobrepasa el área permitida, se encerrara en un rectángulo de color negro, los pasos descritos se mostraran en diferentes pestañas para verificar su funcionamiento.

En la figura 1 se muestra el diagrama a bloques y a continuación la descripción detallada de cada parte del programa.

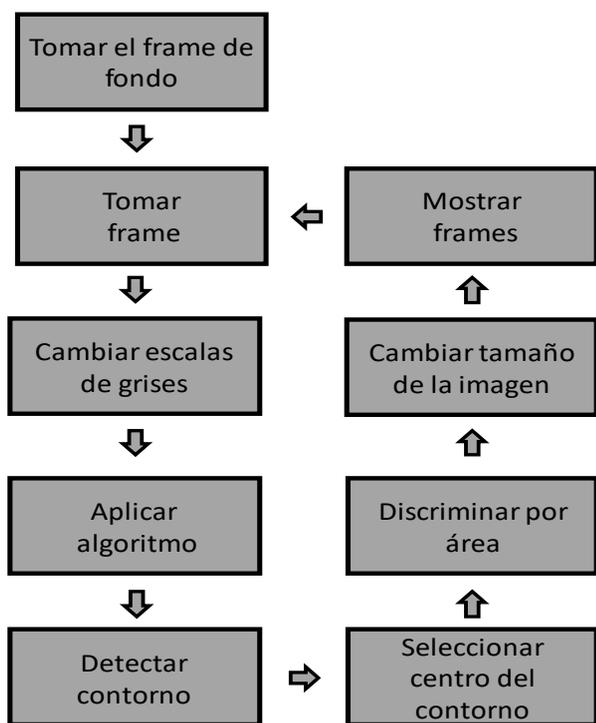


Figura 1 Diagrama de la metodología del algoritmo
Fuente: *Elaboración propia*

Tomar el frame. - En esta parte del programa lo que se hace es tomar el primer frame ya sea de una cámara conectada en tiempo real, de un archivo de video o de una cámara IP.

El primer frame obtenido es el que se establecerá como el fondo de la imagen. En esta parte del programa también se pueden modificar el tamaño de la imagen que se va a procesar.

Verificar fondo. - Al momento de tomar el primer frame con la cámara, la cámara tiene un cierto tiempo de respuesta el cual es en el que se inicializa el CCD. Si se tomara este primer frame el fondo estaría en color negro o gris dependiendo de la cámara dando datos inválidos lo que produciría un error en el algoritmo para solucionar este problema se aplica un delay después de inicializar la cámara y tomar el primer frame.

Cambiar a escala de grises. - Para aumentar la velocidad de procesamiento del programa se debe cambiar la imagen RGB a escala a grises, esto hace que de procesar 3 matrices solo se tenga que procesar 1 y así poder aumentar la velocidad de procesamiento del programa.

Aplicar algoritmo de detección de movimiento. - Esta es la parte esencial, ya que es la encargada de detectar si hay movimiento, esto se hace con diferentes algoritmos que serán descritos detalladamente después. Para detectar el movimiento se debe hacer una resta de la imagen del fondo con la imagen tomada después.

El resultado será la diferencia que se encontró en la imagen, a esa imagen se le aplicará un umbral para binarizar, el valor del umbral es un factor de calibración el cual dependerá del lugar donde se aplicará el sistema de visión.

Detectar contorno y seleccionar su centro. - A la imagen ya binarizada se le aplicará un algoritmo para detectar su contorno y así poder discriminar conforme a él. El algoritmo hará un barrido de la imagen de izquierda a derecha detectando conectividad entre los píxeles, al encontrar un blob se le asignará una variable para poder procesarlos después.

Discriminar por área. - La detección de movimiento y la remoción de objetos se detectará por área, aunque no es la mejor manera de discriminar se seleccionó esta opción ya que en el proyecto no se especifica qué tipo de objetos se va a remover o qué tipo de objetos se va a agregar al plano.

Una vez que se tienen las variables del contorno obtenidas del paso anterior se hará un filtro, que verificara si las variables del contorno sobrepasan cierta cantidad de área, esta área es otro factor de calibración puesto por el programador y depende del tamaño de los objetos que se deseen encontrar, si el contorno sobrepasa el filtro, el área seleccionada se encerrará en un rectángulo de color negro.

Mostrar frame. - Por último, se da la opción de mostrar en una ventana el frame capturado con la cámara y modificado por el programa, el frame binarizado con el umbral designado y el frame que detecta los contornos también se pueden modificar el tamaño de las ventanas dependiendo de la pantalla donde se mostrara.

Algoritmos de detección de movimiento

Un algoritmo de detección de movimiento se basa en la sustracción del fondo la cual consiste en tomar una imagen de la escena sin movimiento y restar los fotogramas sucesivos de un vídeo. A la imagen sin movimiento se le llama fondo o segundo plano. El fotograma que se analizaría sería del primer plano. Por lo tanto, tenemos un fondo al que vamos restando los diferentes fotogramas. No se requiere que el sujeto u objeto que se está intentando detectar deba tener algo que lo identifique como un sensor, un indicador o traje especial. Por el contrario, la sustracción de fondo es muy sensible a los cambios de iluminación como las sombras o los cambios producidos por la luz natural. Una desventaja es que, si el sujeto u objeto tiene un color parecido al del fondo, no se detectara movimiento.

Dentro de la técnica de la sustracción de fondo, existen dos modalidades que dependerá de cómo se obtiene el fondo o segundo plano, con imagen de referencia o con fotogramas anteriores.

Una de las modalidades es la sustracción con imagen de referencia la cual consiste en tener una imagen de referencia donde no haya ningún objeto en movimiento. A partir de esta imagen se obtienen los elementos en movimiento restando cada fotograma con la imagen de referencia. Normalmente se toma el primer fotograma de una secuencia de vídeo. Es muy sensible a los cambios de luz. También es muy sensible a los movimientos de la cámara. Un movimiento muy pequeño puede hacer que se detecten falsos positivos en la escena. Por el contrario, este método funciona muy bien en entornos con iluminación.

La otra modalidad se llama sustracción con fotogramas anteriores en esta modalidad, el fondo o segundo plano se obtiene de los fotogramas anteriores. La técnica consiste en tomar una imagen de referencia, dejar pasar un tiempo aplicando un retardo y empezar a comparar con los fotogramas que vamos obteniendo. Este retardo dependerá de factores como la velocidad de los objetos.

Una de las mayores desventajas es que si el objeto o la persona en movimiento se quedan quietos, no se detectaran si se calibra erróneamente.

Sin embargo, es un método bastante robusto a los cambios de iluminación y a los movimientos de cámara. Consigue estabilizarse pasado un tiempo.

En el proyecto para la detección de movimiento se usaron 3 algoritmos para pruebas los cuales son el algoritmo de resta con diseño y elaboración propia y 2 algoritmos proporcionados por OpenCV en su librería llamados MOG y MOG2. Los 3 algoritmos se sometieron a 4 diferentes pruebas para determinar cuál algoritmo es el más eficiente para proseguir con el proyecto, las pruebas son el ingresar un objeto al primer plano, quitar un objeto del primer plano, el camuflaje que checara si el fondo y lo que provoca el movimiento son del mismo color.

Por último, la prueba de luz que cambiara la intensidad de la luz para que el sistema se auto-compense después de cierto tiempo para seguir recibiendo datos válidos. Después de hacer las pruebas a los algoritmos se analizarán sus resultados y se elegirá uno para continuar con el proyecto.

Algoritmos de resta

Este algoritmo es de los más básicos para detección de movimiento, es mediante la sustracción de fondo lo que hace este algoritmo es tomar el primer frame como fondo y se le van restando los fotogramas siguientes del video.

En este algoritmo se deben modificar diferentes parámetros algunos de ellos son:

- El filtro de suavizado gaussiano, en el cual si modificamos los números 21 va cambiando la robustez del suavizado de la imagen entre más alto sea este número mayor será el suavizado.

Cv2.GaussianBlur(gris, (21, 21), 0)

- La aplicación del umbral es un factor de calibración ya que según las condiciones de iluminación este podrá variar, en esta función el umbral actual es de 25 pero puede variar desde 0 hasta 255. Mientras más grande sea el valor más robusto será la discriminación.

`cv2.threshold(25,255, cv2.THRESH_BINARY)`

En la figura 2 se aplica la primera prueba la cual consiste en remover un objeto del fondo aplicando el algoritmo de resta, se observa que, si detecto el objeto removido, pero además da varios errores de falsos positivos en este caso encontró 8 falsos-positivos y el objeto removido.

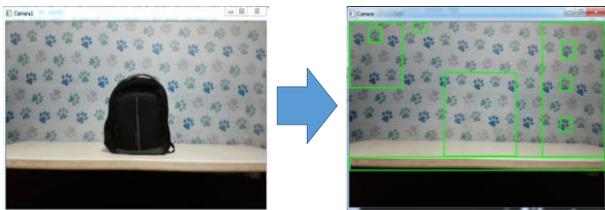


Figura 2 Prueba 1 con algoritmo de Resta
 Fuente: Elaboración propia

En la figura 3 se aplica la segunda prueba la cual consiste en ingresar un objeto al fondo, aplicando el algoritmo de resta se observa que si detecto el objeto ingresado sin detectar errores.

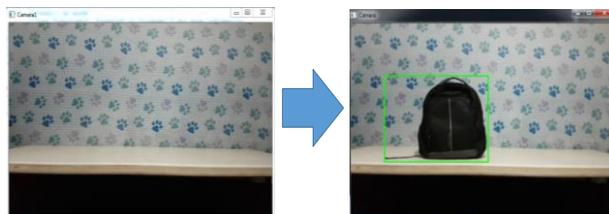


Figura 3 Prueba 2 con algoritmo de Resta
 Fuente: Elaboración propia

En la figura 4 se aplica la tercera prueba la cual consiste en remover dos objetos del fondo uno del color del fondo y uno de color distinto, aplicando el algoritmo de resta se observa que detecto los 2 objetos, pero también tiene un error al detectar un falso-positivo.

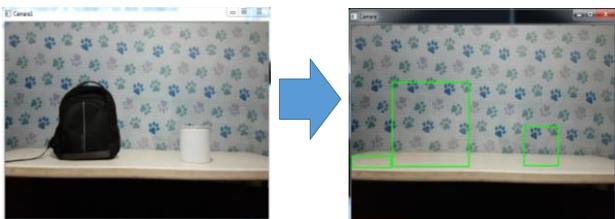


Figura 4 Prueba 3 con algoritmo de Resta
 Fuente: Elaboración propia

En la figura 5 se aplica la cuarta prueba la cual consiste en un cambio de iluminación, aplicando el algoritmo de resta se observa que encuentra un error ya que al ser diferente al fondo lo detecta como movimiento al momento de encender de nuevo la iluminación seguía detectando el error ya que este algoritmo es muy sensible a la iluminación y al no actualizarse el fondo nunca se auto compensa.

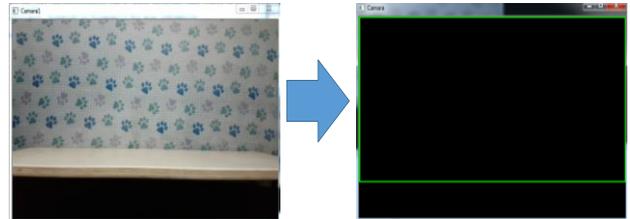


Figura 5 Prueba 4 con algoritmo de Resta
 Fuente: Elaboración propia.

Algoritmos MOG

El BackgroundSubtractorMOG es un algoritmo de la modalidad de sustracción con fotogramas anteriores está basado en las mezclas Gaussiana/Algoritmos de segmentación de primer plano. Utiliza un método para modelar cada pixel de fondo mediante una mezcla de k distribuciones Gaussianas.

Los pesos de las mezclas representan las proporciones de tiempo que esos colores permanecen en la escena.

Los colores de fondo probables son los que permanecen más largos y más estáticos (InProc.ICPR, 2004). Este algoritmo es una función de OpenCV el cual se manda a llamar con el nombre:

```
cv2.bgsegm.createBackgroundSubtractorMOG(
  history=0, nmixtures=0, backgroundRatio=0,
  noiseSigma=0)
```

El cual se le deben calibrar los argumentos donde:

- History: Tamaño del histórico.
- Nmistures: Número de mezclas Gaussianas.
- Backgroundratio: Relación de fondo.
- Noisesigma: Potencia del ruido (desviación estándar de la luminosidad o de cada canal de color). 0 significa que obtiene un valor automático.

En la figura 6 se aplica la primera prueba la cual consiste en remover un objeto del fondo aplicando el algoritmo MOG, se observa que si detecto el objeto removido sin errores.

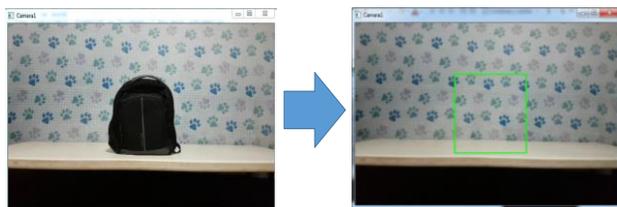


Figura 6 Prueba 1 con algoritmo de MOG
 Fuente: Elaboración propia

En la figura 7 se aplica la segunda prueba la cual consiste en ingresar un objeto al fondo, aplicando el algoritmo de MOG se observa que si detecto el objeto ingresado sin detectar errores.

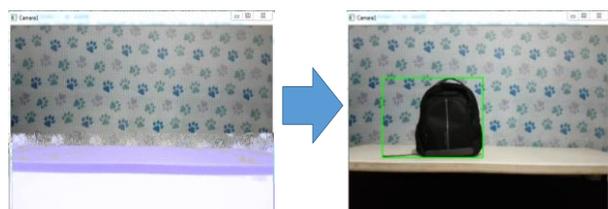


Figura 7 Prueba 2 con algoritmo de MOG
 Fuente: Elaboración propia

En la figura 8 se aplica la tercera prueba la cual consiste en remover dos objetos del fondo uno del color del fondo y uno de color distinto, aplicando el algoritmo de MOG se observa que solo detecto el objeto de otro color, pero el de color blanco no lo detecto.

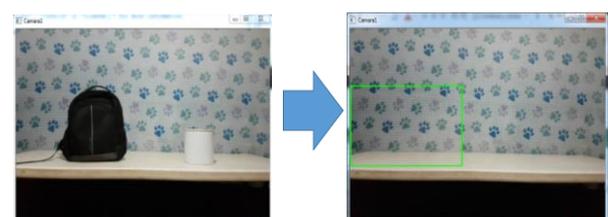


Figura 8 Prueba 3 con algoritmo de MOG
 Fuente: Elaboración propia

En la figura 9 se aplica la cuarta prueba la cual consiste en un cambio de iluminación, aplicando el algoritmo de MOG se observa que encuentra un error ya que al ser diferente al fondo lo detecta como movimiento al momento de encender de nuevo la iluminación deja de detectar el error si la iluminación se va atenuando poco a poco el sistema se auto compensa con el paso del tiempo.

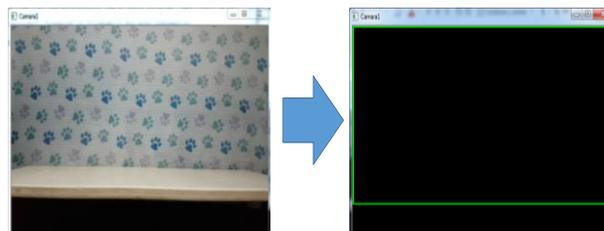


Figura 9 Prueba 4 con algoritmo de MOG
 Fuente: Elaboración propia

Algoritmos MOG2

El BackgroundSubtractorMOG2 es un algoritmo de la modalidad de sustracción con fotogramas está basado en las mezclas Gaussianas/Antecedentes de segmentación. Una característica importante de este algoritmo es que selecciona el número apropiado de distribuciones Gaussianas para cada píxel. Proporciona una muy buena adaptación a escenas variables debido a cambios de iluminación.

Este algoritmo es una función de OpenCV el cual se manda a llamar con el nombre:

```
cv2.createBackgroundSubtractorMOG2(history=0, varThreshold=0, detectShadows=False)
```

El cual se le deben calibrar los argumentos donde:

- History: Tamaño del histórico.
- varThreshold: Umbral de la distancia de Mahalanobis al cuadrado entre el píxel y el modelo para decidir si un píxel está bien descrito por el fondo.
- DetectShadows: Con un valor verdadero (True) detecta las sombras. Esto reduce la velocidad así que si no se utiliza ponerlo a falso.

En la figura 10 se aplica la primera prueba la cual consiste en remover un objeto del fondo aplicando el algoritmo de MOG2, se observa que si detecto el objeto sin errores.

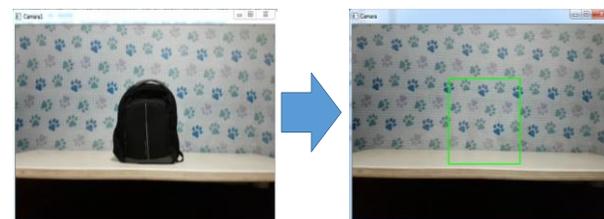


Figura 10 Prueba 1 con algoritmo de MOG2
 Fuente: Elaboración propia

En la figura 11 se aplica la segunda prueba la cual consiste en ingresar un objeto al fondo, aplicando el algoritmo de MOG2 se observa que si detecto el objeto ingresado sin detectar errores.

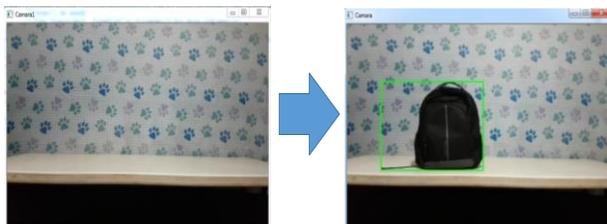


Figura 11 Prueba 2 con algoritmo de MOG2
Fuente: *Elaboración propia*

En la figura 12 se aplica la tercera prueba la cual consiste en remover dos objetos del fondo uno del color del fondo y uno de color distinto, aplicando el algoritmo de MOG2 se observa que detecto los dos objetos sin errores.

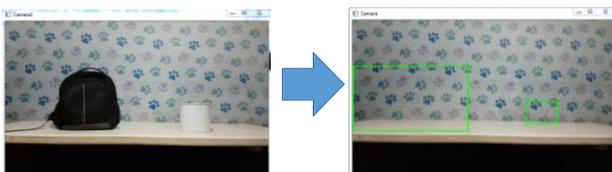


Figura 12 Prueba 3 con algoritmo de MOG2
Fuente: *Elaboración propia*

En la figura 13 se aplica la cuarta prueba la cual consiste en un cambio de iluminación, aplicando el algoritmo de MOG se observa que encuentra un error ya que al ser diferente al fondo lo detecta como movimiento al momento de encender de nuevo la iluminación deja de detectar el error si la iluminación se va atenuando poco a poco el sistema se auto compensa con el paso del tiempo.

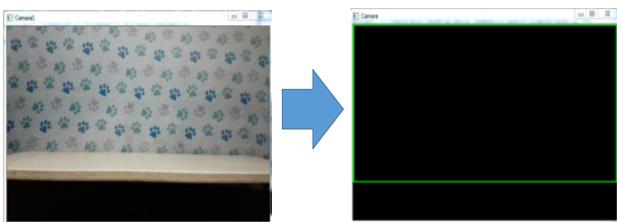


Figura 13 Prueba 4 con algoritmo de MOG2
Fuente: *Elaboración propia*

Obtención del video

Para obtener el rendimiento de procesamiento del video se hizo una prueba la cual consiste en ejecutar un video grabado a 60 FPS, obtenido de 3 formas diferentes las cuales son:

- Video ya grabado.
- Video por Función de OpenCV.
- Video vía streaming (IP).

Los frames obtenidos por el video ya grabado y por el video local en tiempo real fueron por funciones de Open CV y el video vía streaming fue hecho por función propia.

Resultados

El sistema de visión consta de 2 partes primordiales que sería la medición de velocidad en FPS del sistema y de las pruebas aplicadas para verificar su funcionamiento.

Para la primera parte se realizaron las 4 pruebas en los 3 algoritmos se calificaron como eficiente o deficiente dependiendo su resultado un resumen de las pruebas se muestra en la siguiente tabla.

Resultado de las pruebas aplicadas			
Prueba	Resta	MOG	MOG2
Quitar objeto del fondo	Deficiente	Eficiente	Eficiente
Agregar objeto al fondo	Eficiente	Eficiente	Eficiente
Camuflaje	Deficiente	Deficiente	Eficiente
Cambio de iluminación	Deficiente	Eficiente	Eficiente

Tabla 1 Resultados de las pruebas realizadas
Fuente: *Elaboración propia*

Aunque los datos mostrados en la tabla no son absolutos ya que cada algoritmo tiene sus datos de calibración y se puede dar el caso de que al cambiar los valores de los argumentos detecte correctamente o en caso contrario detecte errores.

Al hacer varias pruebas se decidió que el algoritmo de MOG2 es el indicado para el sistema, ya que fue el que mayor eficiencia dio a la hora de:

- Hacer cambios de iluminación.
- Tener pequeñas vibraciones en la posición de la cámara.
- Detectar objetos del mismo color que el del fondo.

La otra parte del proyecto fue a la hora de tomar el frame para el algoritmo ya que al capturar frames en video local en tiempo real, si el algoritmo tardaba mucho tiempo en procesar el frame, el siguiente frame se guardaba en el buffer de video y al pasar unos segundos se notaba el retraso que tenía el video bajando así los FPS. El algoritmo del IP es independiente del corrimiento del procesamiento por lo que no importa cuánto tarde el procesamiento siempre obtendrá el frame siguiente más rápido. En el grafico 1 se muestra el resultado de los FPS obtenidos después de transcurrir algún tiempo.

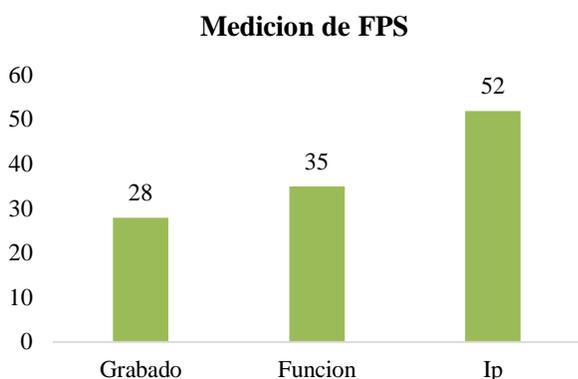


Gráfico 1 Medición de FPS en diferentes modos de captura de frames

Fuente: Elaboración propia

El sistema de visión en su forma final se usó con el algoritmo de MOG2 ya que en las pruebas fue el algoritmo que obtuvo mayor desempeño y para la obtención de frames se utilizó el de la cámara IP ya que en los resultados fue el que obtuvo mayor rapidez de procesamiento. Para verificar su funcionamiento se sometió a una prueba en la biblioteca del Instituto Tecnológico de Chihuahua en la cual se extrajo un libro de los estantes.

En la figura 14 se observan cuatro ventanas las cuales tienen su nombre en la esquina superior derecha en la ventana de cámara se observa el video en tiempo real, en la ventana umbral se observa el umbral aplicado en este caso no se ve nada ya que es la primer imagen mostrada por la cámara y no ha detectado movimiento, la otra ventana es la de contornos la cual muestra los contornos encontrados y por último la imagen modificada que encierra en un rectángulo la detección de un intruso o la remoción de un objeto en este caso no muestra nada ya que es el primer frame tomado.

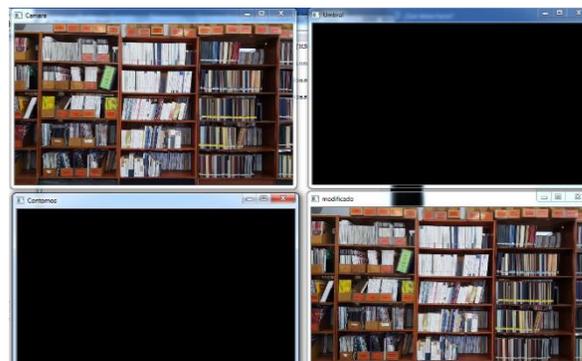


Figura 14 Interfaz final del sistema sin detectar remoción de objetos o intrusos

Fuente: Elaboración propia

En la figura 15 se muestra las mismas 4 ventanas pero con un libro ya removido, el libro removido es el de color verde que tiene como nombre Electro, en la ventana de cámara se observa que ya no está el libro pero no nos dice si el libro ha sido removido ya que esta ventana solo muestra lo que está pasando en el video, en la ventana de contornos ya se distingue que de color blanco se marca el contorno del libro removido y en la ventana de umbral se rellenan los contornos para poder encontrar su centro, en la ventana de modificado sería el resultado final la cual muestra la imagen ya modificada y encerrando en un rectángulo de color verde (se modificó a color verde para apreciar mejor el resultado) que un objeto ha sido removido.

En este ejemplo se muestra en colores para apreciar mejor que el libro ha sido removido, pero en el resultado final es en escala a grises.

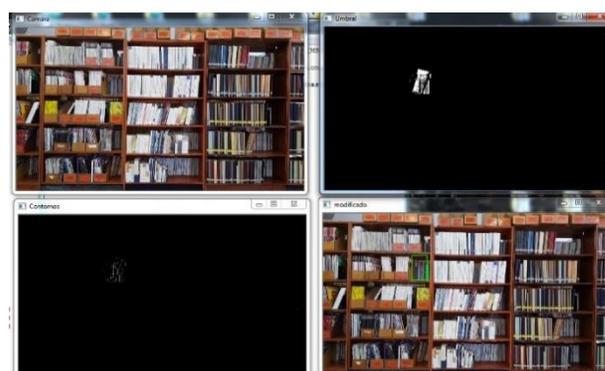


Figura 15 Interfaz final del sistema detectando objeto removido

Fuente: Elaboración propia

Discusión

El sistema se ejecuta en tiempo real en el sistema embebido, pero con la desventaja de hacerlo en escala a grises, ya que al procesar el video en RGB se vuelve demasiado lento esto no es una desventaja del todo ya que al detectar el movimiento se encierra en el recuadro de color negro dándonos las coordenadas del movimiento obteniendo lo que sería una ROI inteligente (región de interés).

Esto se puede aplicar como un pre-procesamiento para aplicar un algoritmo más complejo o en su caso una red neuronal para reconocimiento de objetos, una red neuronal ocupa mucha capacidad de procesamiento pero con la ROI inteligente solo se puede aplicar la red neuronal en donde se detectó movimiento así reduciendo el consumo de esta y cumpliendo con una de las reglas principales de un sistema de visión que dice que el objeto capturado por la cámara debe ocupar el mayor espacio disponible, hay que recordar que el video se convierte en escala a grises pero esto no influiría ya que el reconocimiento de objetos con red neuronal se puede hacer en escala a grises.

El algoritmo fue probado en un sistema con más recursos pudiendo procesar el algoritmo en RGB en tiempo real siendo este más eficiente que en una RaspberryPi, dándonos a entender que en caso de querer procesar muchas cámaras es más eficiente y barato hacerlo en un pc que en un sistema embebido.

Otra ventaja es que al estar usando una cámara IP para la captura del video se hace uso de la tecnología del internet de las cosas ya que deja de ser solo una cámara IP y se convierte en una cámara IP inteligente la cual tiene la capacidad de detectar intrusos u objetos removidos.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Tecnológico Nacional de México por las facilidades otorgadas para realizar este proyecto.

Conclusiones

En base a los resultados de las pruebas aplicadas al sistema de visión se observa que si hay cambios de iluminación muy drásticos el sistema tarda en auto-calibrarse, si en el lugar donde está sujeta la cámara hay pequeñas vibraciones o movimiento el sistema no las detecta, si el color del fondo es parecido al objeto que se desea encontrar no siempre lo detecta siendo esta la parte más difícil de calibrar, se recomienda que el sistema se utilice en zonas con variables controladas ya que así no tendrá falsos-positivos. Se aconseja usar un algoritmo diferente para la captura de frames a los proporcionados por OpenCV ya que al ser algoritmos muy complejos se quedan frames guardados en el buffer de video para no perder información y haciendo el sistema más lento. Para poder ejecutar el algoritmo en la RaspberryPI se tienen que convertir de RGB a escala a grises para que el procesamiento no sea tan largo.

Referencias

- Cantabria. (2013). Estudio de sistemas de seguridad basado en la detección de intrusión física y tecnológica. Master. Universidad de Cantabria.
- Contaval. (2016). ¿Qué es la visión artificial y para qué sirve? Recuperado el 29 de agosto del 2017, de Contaval: <http://www.contaval.es/que-es-la-vision-artificial-y-para-que-sirve>
- Cuevas, Eric; Zaidivar, Daniel Pérez, Marco; (2016). Procesamiento digital de imágenes con Matlab y Simulink. Colombia: Alfaomega.
- Escuela. (2001). Estructura y funcionalidad de un sistema de seguridad. Recuperado el 29 de agosto del 2017, de Escuela: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/lezama_1_a/capitulo1.pdf
- Foscam, (2017). Cámaras IP, Recuperado el 29 de agosto del 2017, de Foscam: <https://www.foscam.es/descarga/manual.pdf>
- González, D. (2003). Sistemas de Detección de Intrusiones. 1st ed. Free Software Foundation, G. Bradski and A. Kaehler (2015), Aprendiendo OpenCV. O'Reilly Media.

Imágenes. (2007). Chacón M. Mario I. Procesamiento digital de imágenes, Editorial Trillas

Infaimon visión artificial. (2017). Visión Artificial. Recuperado el 29 de agosto del 2017 de Infaimon visión artificial: <http://www.infaimon.com/es/sistemas-vision-integrados-industria>

InProc.ICPR (2004). Improved Adaptive Gaussian Mixture Model for Background Subtraction. Zoran Zivkovic Intelligent and Autonomous Systems Group University of Amsterdam, The Netherlands

Lidia Contreras. (2013). Raspberry PI. Recuperado el 29 de agosto del 2017, de histinf: <http://histinf.blogs.upv.es/author/>

Salas Arriarán, Sergio. (2015). Todo sobre sistemas embebidos. Perú: Editorial UPC.

Samuel Greengard. (2015). El Internet de las Cosas. Cambridge, Massachusetts: The Mit Press.

University of Amsterdam (2009). Efficient adaptive density estimation per image pixel for the task of background subtraction, Zoran Zivkovic* Ferdinand van der Heijden, Faculty of Science, University of Amsterdam, Kruislaan 4903, 1098SJ Amsterdam, The Netherlands University of Twente, The Netherlands.

Venemedia. (2011). Definición de seguridad. Recuperado el 29 de agosto del 2017, de conceptodefinicion.de: <http://conceptodefinicion.de/seguridad/>

Visión Artificial. (2017). Visión Artificial Aplicada. Recuperado el 29 de agosto del 2017 de CIP ETI: <http://www.etitudela.com/celula/downloads/visionartificial.pdf>.

Software para el diseño de circuitos de microondas

Software for the design of microwave circuits

ANDRADE-GONZÁLEZ, Edgar Alejandro†*, REYES-AYALA, Mario, TIRADO-MÉNDEZ, José Alfredo y TERRES-PEÑA, Hilario

*Universidad Autónoma Metropolitana, Departamento de Electrónica, Departamento de Energía
Instituto Politécnico Nacional, ESIME Zacatenco. SEPI-Ingeniería Eléctrica*

ID 1^{er} Autor: *Edgar Alejandro, Andrade-Gonzalez*

ID 1^{er} Coautor: *Mario, Reyes-Ayala* / **Researcher ID Thomson:** O-6206-2018

ID 2^{do} Coautor: *José Alfredo, Tirado-Méndez*

ID 3^{er} Coautor: *Hilario, Terres-Peña* / **Researcher ID Thomson:** G-6072-2018

Recibido: Junio 28, 2018; Aceptado: Agosto 27, 2018

Resumen

El empleo de herramientas computacionales para el diseño de elementos y circuitos de microondas se ha extendido alrededor del mundo, en centros de investigación, universidades y empresas cuyo giro está relacionado con el desarrollo de dispositivos de comunicaciones, equipo de cómputo, redes, entre otros. Aunque cabe mencionar que el costo de dichas herramientas resulta algo oneroso para un uso individual o educativo. El presente trabajo muestra la aplicación de software con fines didácticos para el diseño de Guías de Onda (rectangulares y circulares), Redes de Acoplamiento de Banda Angosta y Banda Ancha (Transformador de $\pi/4$, Redes tipo L, STUB, Binomial y Chebyshev) empleando microcintas; mediante una interfaz gráfica, mostrando al usuario las dimensiones de las estructuras de microcinta que forman el circuito diseñado. La aplicación pretende ir agregando módulos para diseño de nuevos circuitos y en un futuro poder tener la capacidad de permitirle al usuario integrar módulos propios (haciendo la tarea de compilador) para interconectarlos con lo que le permiten diseñar el software. Se pretende que la aplicación sea gratuita para que usuarios y universidades o escuelas técnicas cuenten con herramientas para el diseño de circuitos de microondas.

STUB, Redes, Acoplamiento de Impedancias

Abstract

The use of computational tools for the design of elements and microwave circuits has spread around the world by research centers, universities and companies whose function is related to the development of communications devices, computer equipment, networks, among others. Although it is worth mentioning that the cost of these tools is somewhat expensive for personal or educational use. The present work shows the software tool with didactic purposes for the design of Waveguides (rectangular and circular), Narrowband and Broadband Coupling Networks (Transformer of $\pi/4$, L-type networks, STUB, Binomial and Chebyshev) using microstrips; through a graphical interface, showing to the user the dimensions of the microstrip structures that form the designed circuit. The application aims to add modules for designing new circuits and in the future to have the ability to allow the user to integrate their own modules (doing the compiler task) to interconnect them with what allows them to design the software. The application is intended to be free for users and universities or technical schools to have tools for the design of microwave circuits.

STUB, Network, Impedance Coupling

Citación: ANDRADE-GONZÁLEZ, Edgar Alejandro, REYES-AYALA, Mario, TIRADO-MÉNDEZ, José Alfredo y TERRES-PEÑA, Hilario. Software para el Diseño de Circuitos de Microondas. Revista de Tecnologías Computacionales. 2018, 2-7: 19-25.

* Correspondencia del Autor (Correo Electrónico: eaag@ correo.azc.uam.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Las herramientas computacionales permiten reducir los costos del desarrollo o prueba de elementos, circuitos y sistemas en diversas áreas.

En el área de la electrónica enfocada a las telecomunicaciones, se emplean herramientas que sirven para el diseño, análisis, simulación, dimensionamiento, etcétera de circuitos, elementos eléctricos, dispositivos electrónicos y sistemas; por mencionar algunas herramientas computacionales tenemos al Microwave Office, FEKO Suite, High Frequency Structure Simulator (HFSS), Advanced Design System (ADS), COMSOL, entre otras.

Dichas herramientas computacionales presentan altos costos tanto para su adquisición como para su empleo mediante el pago de licencias, por lo que en instituciones orientadas a la enseñanza en donde el número de usuarios resulta ser grande, da como consecuencia un gasto oneroso; por tal razón, resulta necesario poder contar con herramientas computacionales gratuitas aplicadas para el diseño y simulación de elementos y sistemas orientados a las telecomunicaciones (principalmente tomando en cuenta los contenidos en los planes de estudios de las ingenierías a las que se aplica).

El presente artículo muestra el módulo de una herramienta computacional para el diseño de diversos circuitos de alta frecuencia empleando estructuras de líneas de transmisión en base a sus características de operación y topologías de construcción.

Con la finalidad de hacer un uso eficiente del espectro, los sistemas de comunicaciones persiguen trabajar en diferentes frecuencias en forma simultánea para proporcionar diversos servicios de comunicación.

De igual forma la necesidad de transmitir información como video, juegos en línea, transmisión de canales de televisión, reproducción de videos, música y/o películas, acceso a volúmenes de información grandes para el intercambio de documentos, etcétera, demanda el uso de grandes anchos de banda (además de un número creciente de usuarios).

Debido a las ventajas eléctricas que ofrece la microcinta, ésta es usada ampliamente en la construcción o desarrollo de elementos de los sistemas de comunicación que trabajan a alta frecuencia, y las dimensiones de la misma, hace que se presenten diversos comportamientos ante las señales que se propagan por ella.

Una de las características más importantes de la microcinta resulta ser su impedancia, ya que nos permite (entre otras cosas) poder acoplar impedancias de los diferentes bloques que conforman al transmisor o receptor del sistema de comunicación para presentar máxima transferencia de potencia entre los mismos; a estos circuitos se les conoce como redes de acoplamiento.

La impedancia depende tanto de las dimensiones físicas de la microcinta (longitud, ancho, grosor del dieléctrico), como de sus propiedades eléctricas y frecuencia de operación a la cual se quiere presentar dicha impedancia.

Redes de Acoplamiento

Existen diversos tipos de redes de acoplamiento con microcinta, algunos de banda angosta, como: el transformador un cuarto de longitud de onda ($l/4$), las redes de acoplamiento tipo L y los STUB tanto paralelo como serie; y algunos de banda ancha, como: la red de acoplamiento Binomial y la red tipo Chebyshev.

Transformador 1/4

El transformador de $l/4$ es un método exclusivo para el acoplamiento de impedancias reales.

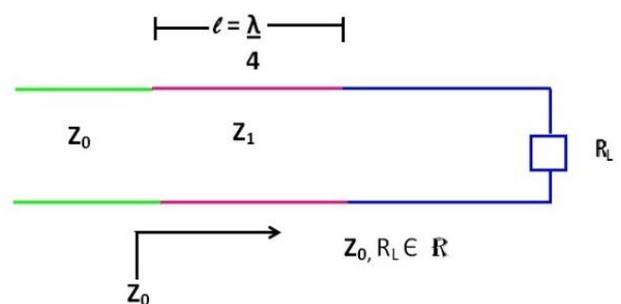


Figura 16 Acoplamiento con transformador $l/4$

Como se observa en la figura 1, dada la impedancia de entrada de la impedancia de carga en conjunto con la que deba presentar el transformador de 1/4, ésta debería ser igual a Z_0 para poder estar acoplada y presentar máxima transferencia de potencia.

Por lo tanto, de la ecuación 1

$$Z_{ent} = Z_1 \frac{R_L + jZ_1 \tan \beta l}{Z_1 + jR_L \tan \beta l} \quad (1)$$

Se obtiene

$$Z_1 = \sqrt{R_L Z_0} \quad (2)$$

Donde:

Z_1 : impedancia que debe presentar el transformador de 1/4

Z_0 : impedancia a acoplar

R_L : impedancia de carga (real)

Para lo que deberá calcularse el ancho de la microcinta dado el grosor del dieléctrico, para posteriormente obtener su permitividad efectiva (ecuación 3) y por ende obtener su longitud de onda para determinar la longitud del transformador de 1/4.

$$\epsilon_e = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{d}{W}}} \right) \quad (3)$$

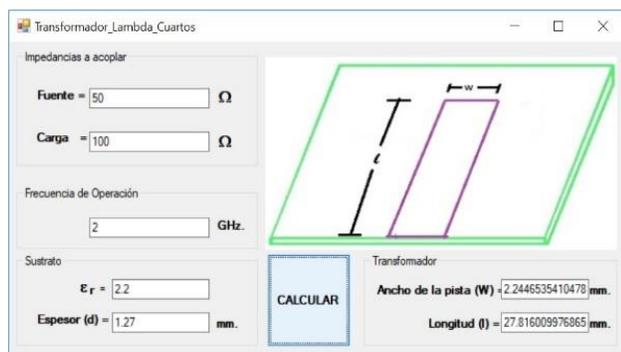


Figura 2 Módulo del transformador 1/4

En la figura 2 se observa la interfaz del módulo que realiza el cálculo dadas las impedancias a acoplar, la frecuencia de operación y las características de la placa fenólica.

Además, se tiene el ejemplo para que dada una impedancia de fuente de 50 Ohms y una impedancia de carga de 100 Ohms, éstas se acoplen mediante un transformador de un cuarto de longitud de onda a una frecuencia de operación de 2 GHz; la aplicación también podrá especificar las características de la placa fenólica como su permitividad dieléctrica y el espesor de la misma (son tomar en cuenta las caras de cobre).

Una vez que se ha especificado la información necesaria para el cálculo de las dimensiones del transformador de un cuarto de longitud de onda, se obtienen con sólo un “click”, la dimensión de la pista de cobre (microcinta) tanto en su longitud (W) como en su grosor (l).

Redes tipo L

Las redes de acoplamiento tipo L permiten poder acoplar impedancias complejas (parte real y parte imaginaria) y se tienen dos topologías en función de los valores que presenten la impedancia Z_0 y la parte real de la impedancia de la carga (R_L).

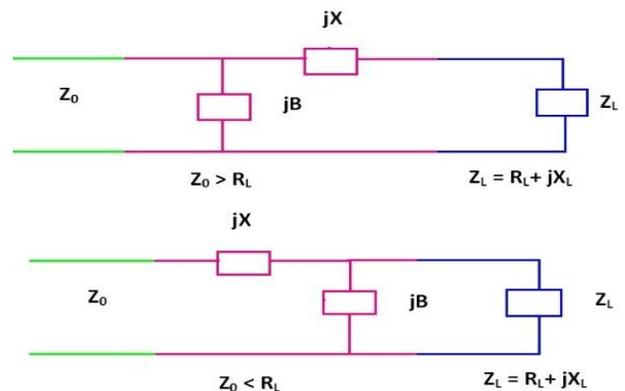


Figura 3 Redes tipo L

De igual forma los cálculos de los valores de la red tipo L dependen de si el valor $Z_0 > R_L$ o $Z_0 < R_L$ (figura 3). A continuación, se explica solamente uno de los casos ($Z_0 < R_L$).

Cuando $Z_0 < R_L$, de acuerdo a la ecuación 4, se obtienen dos valores para B y por lo tanto para X (ecuación 5) también se obtendrán dos valores.

$$B = \frac{X_L \pm \sqrt{R_L/Z_0} \sqrt{R_L^2 + X_L^2 - Z_0 R_L}}{R_L^2 + X_L^2} \quad (4)$$

$$X = \frac{1}{B} + \frac{X_L Z_0}{R_L} - \frac{Z_0}{B R_L} \quad (5)$$

Dado que:

$$X_L = j\omega L$$

$$X_C = -\frac{j}{\omega C}$$

$$B_L = -\frac{j}{\omega L}$$

$$B_C = j\omega C$$

Por lo tanto:

Si $X > 0$ se obtiene Inductor

Si $X < 0$ se obtiene Capacitor

Si $B > 0$ se obtiene Capacitor

Si $B < 0$ se obtiene Inductor

De aquí se observa que para el caso en que $Z_0 < R_L$ entonces se obtienen dos opciones de circuitos para acoplar las impedancias.

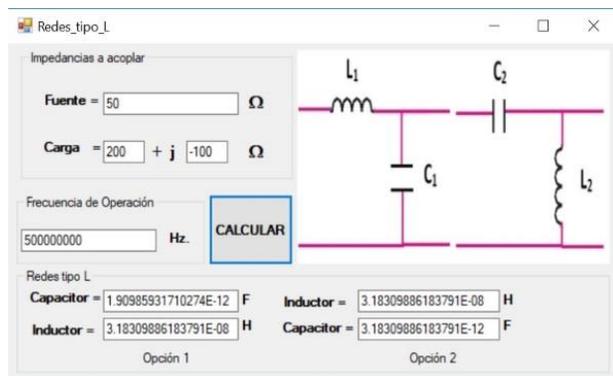


Figura 4 Módulo de la red tipo L

En la figura 4 se muestra la interfaz gráfica del módulo de redes tipo L. De este ejercicio se observa que se tienen como resultado dos tipos de circuitos de redes tipo L que permiten el acoplamiento de la impedancia de fuente de 50 Ohms y la impedancia de carga compleja de $200 - j 100$ Ohms centrados a una frecuencia de 500 Mhz; ya que el valor de $Z_0 < R_L$.

En el caso en que fuera $Z_0 > R_L$, entonces se tendrían cuatro diferentes circuitos (dos con inductor y capacitor, uno con dos inductores y uno con dos capacitores).

Redes tipo STUB

Otro tipo de redes de acoplamiento para impedancias complejas sin emplear elementos discretos, son las redes tipo STUB (serie y paralelo), las cuales emplean elementos de línea de transmisión para acoplar las impedancias.

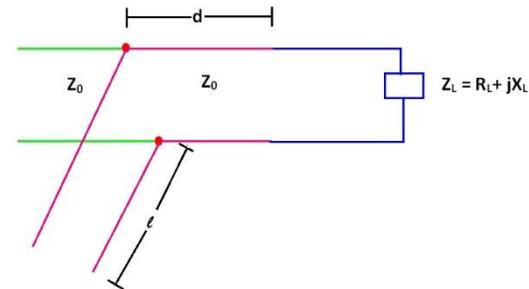


Figura 5 STUB en paralelo

En la figura 5 se observa la red de acoplamiento tipo STUB en paralelo. Para el cálculo de las dimensiones de los elementos de línea de transmisión (STUB paralelo) se requiere de las impedancias a acoplar, la frecuencia de operación, el sustrato y grosor del dieléctrico.

En principio se calcula la variable t para el cálculo de d/l, de aquí se presentan dos casos:

$$t = \frac{X_L \pm \sqrt{R_L[(Z_0 - R_L)^2 + X_L^2]}/Z_0}{R_L - Z_0} \quad R_L \neq Z_0$$

$$t = -\frac{X_L}{2Z_0} \quad R_L = Z_0$$

Posteriormente calculamos d/l y la variable B, donde d/l es igual a:

$$\frac{\tan^{-1} t}{2\pi} \quad \text{para } t \geq 0$$

$$\frac{\pi + \tan^{-1} t}{2\pi} \quad \text{para } t < 0$$

$$B = \frac{R_L^2 t - (Z_0 - X_L t)(X_L + Z_0 t)}{Z_0 [R_L^2 + (X_L + Z_0 t)^2]} \quad (6)$$

Ahora, existen dos opciones con las cuales se puede implementar el STUB en paralelo: en circuito abierto o en corto circuito.

Para el caso en que R_L es diferente a Z_0 , se obtienen dos valores de t y por ende de d/l, de la misma forma habrá dos valores de B.

Para STUB en circuito abierto, deberá encontrarse los dos valores de l_{o1}/l , l_{o2}/l y para corto circuito l_{s1}/l , l_{s2}/l . los valores de l deberán encontrarse de la misma forma que el transformador 1/4 y así finalmente encontrar el ancho de la microcinta, la distancia d y l del STUB paralelo.

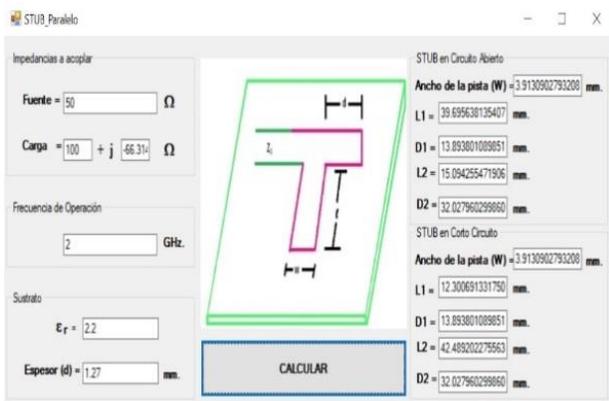


Figura 6 Módulo del STUB Paralelo

En la figura 6 se muestra el módulo para el cálculo del STUB paralelo y como se observa se obtiene tanto para la modalidad en corto circuito y en circuito abierto.

Resultados

A continuación, se muestran algunos ejemplos de comparación de los resultados empleando la aplicación de software y de su implementación práctica.

Por ejemplo, para el caso del transformador de 1/4, se realizó el cálculo de la figura 2 (impedancia de fuente de 50 W, impedancia de carga de 100 W, a una frecuencia de 2 GHz). Como resultado se obtuvo que la microcinta tendrá una longitud de 27.81 mm y un grosor de 2.24 mm, como se observa en la figura 7 y en la figura 8 se muestra su respuesta en la frecuencia obtenidos con el Analizador de Redes de Microondas Agilent N5244A.

Su comportamiento se obtiene mediante el parámetro S_{11} , observándose un máximo acoplamiento de -24.67 dB a los 2.011 GHz, por lo que la aplicación de software presenta un resultado aceptable; dado que se emplean ecuaciones aproximadas y considerando los posibles errores en la implementación (construcción) del circuito impreso.

De igual manera se muestra el cálculo para un STUB en corto y circuito abierto (no se utiliza el ejemplo mostrado en la figura 6 ya que se complica implementar físicamente una reactancia de -66.31 W), pero a diferencia del ejemplo de la figura 6, se emplea un capacitor de 10 pF; de lo anterior se obtienen las siguientes dimensiones de los circuitos STUB (en circuito abierto y en corto):

Para circuito abierto:

$d_1=15.78 \text{ mm}$ y $l_{o1}=43.95 \text{ mm}$

$d_2=37.18 \text{ mm}$ y $l_{o2}=10.83 \text{ mm}$

Para corto circuito:

$d_1=15.78 \text{ mm}$ y $l_{s1}=16.55 \text{ mm}$

$d_2=37.18 \text{ mm}$ y $l_{s2}=38.23 \text{ mm}$



Figura 7 Longitud del Transformador 1/4

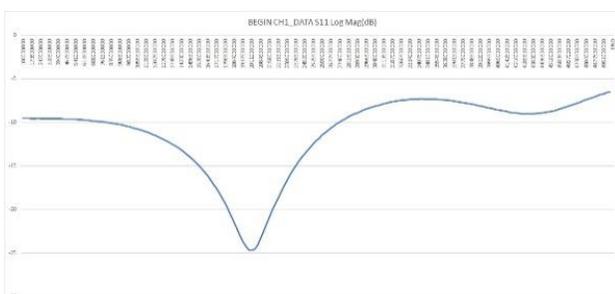


Figura 8 Respuesta en frecuencia del Trasmformador 1/4

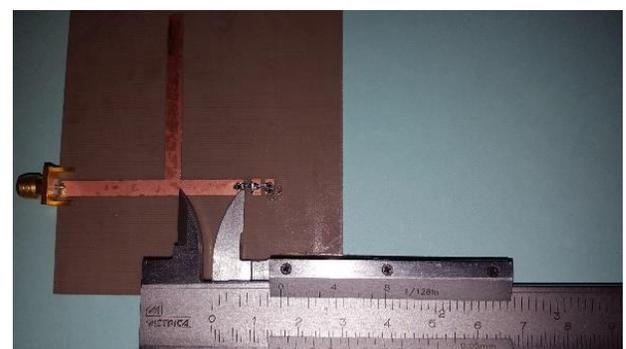


Figura 9 Distancia d_1 (circuito abierto)

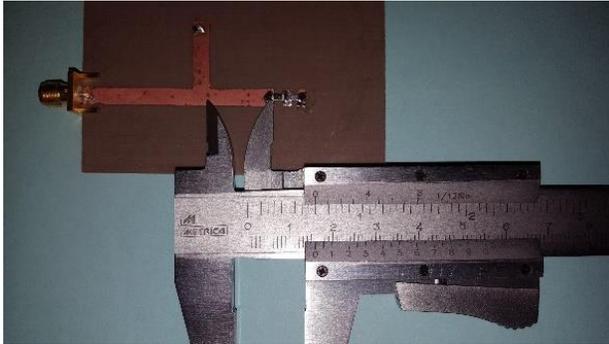


Figura 10 Distancia d_1 (corto circuito)

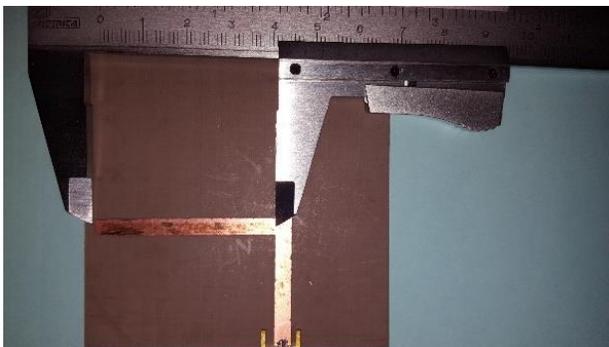


Figura 11 Longitud l_{01} (circuito abierto)



Figura 12 Longitud l_{s1} (corto circuito)

Se eligió la distancia d_1 para ambos circuitos STUB (circuito abierto y en corto) como se observa en la figura 9 y 10; y en las figuras 11 y 12 las medidas de las longitudes $l_{01}=43.95$ mm y $l_{s1}=16.55$ mm respectivamente.

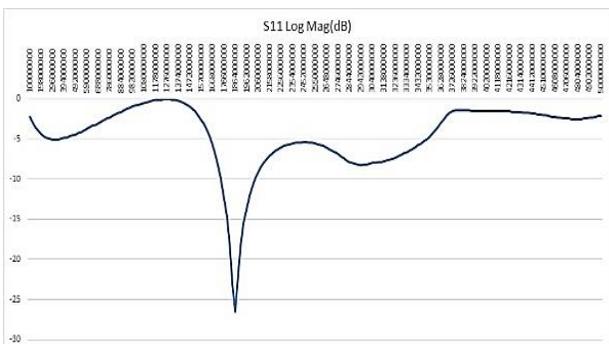


Figura 13 Parámetro S_{11} del STUB abierto



Figura 14 Parámetro S_{11} del STUB en corto

De los circuitos STUB realizados se obtuvieron sus respuestas en frecuencia; figura 13 para el STUB a circuito abierto y la figura 14 para el STUB en corto circuito (empleando el Analizador de Redes de Microondas Agilent N5244A).

Para el circuito STUB abierto se presentó la resonancia en 1.864 GHz con un parámetro S_{11} de -26.52 dB y en el circuito STUB en corto a la frecuencia 1.84 GHz con un parámetro S_{11} de -20.21 dB.

A pesar de que los cálculos del transformador de 1/4 y de los circuitos STUB no presentaron el máximo acoplamiento a los 2 GHz (en forma exacta), recordemos que estos circuitos de acoplamiento son de banda angosta y para el transformador de 1/4 a los 2 GHz se obtuvo un S_{11} de -24.65 dB a diferencia del máximo que se presentó en los 2.011 GHz con un S_{11} de -24.67 dB (error del 0.55 %); por lo que se puede afirmar que dicho circuito se encuentra acoplado a los 2 GHz.

Para el caso del STUB en circuito abierto a los 2 GHz. se obtuvo un S_{11} de -11.45 dB a diferencia del máximo obtenido (-26.52 dB) a la frecuencia 1.864 GHz (error de 6.8 %); aunque al igual que con el transformador de 1/4, el parámetro S_{11} de -11.45 dB indica que se encuentra acoplado por superar los -10 dB.

Finalmente, para el STUB en corto circuito a los 2 GHz. se obtuvo un S_{11} de -15.3 dB a diferencia del máximo obtenido (-20.21 dB) a la frecuencia 1.84 GHz. (error de 8.025%) y así también dicho circuito se encuentra acoplado.

Conclusiones

El presente trabajo resulta de la necesidad de contar con herramientas gratuitas para el diseño de circuitos de alta frecuencia para su aplicación en comunicaciones. Por el momento sólo se presentan los diseños mencionados en el trabajo, aunque se están desarrollando transformadores de banda ancha y se persigue también en un mediano plazo contar con las simulaciones de la respuesta en frecuencia.

De igual forma se desarrollaron los circuitos del transformador de 1/4 y el STUB en paralelo a frecuencias de 2 GHz.

Agradecimientos

Universidad Autónoma Metropolitana. Azc.

Referencias

Bahl, I. J. y Trivedi, D. K. (1977). A Designer's Guide to Microstrip Line. *Microwaves*, 1 (5), 174-182.

Balanis, C. A. (2005). *Antenna Theory* (Tercera edición). EUA: John Wiley and Sons.

Barret, R. M. (1984). Microwave Printed Circuits – An Historical Perspective. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, 32 (9), 961-969.

Garg, R., Bhartia, P., Bahl, I. y Ittipiboon, A. (2001). *Microstrip Antenna Design Handbook*. EUA: Artech House.

Grieg, D. D. y Englemann, H. F. (1952). Microstrip – A New Transmission Technique for the Kilomegacycle Range. *Proceedings of the IRE*, 40 (12), 1644-1650.

González, G. (1996). *Microwave Transistor Amplifiers: Analysis and Design*, Pearson College Div.

Ludwig, R. y Bretchko, P. (2000). *RF Circuit Design Theory and Applications*. EUA: Prentice -Hall.

Pozar, D. M. (2005). *Microwave Engineering* (Tercera edición). EUA: John Wiley and Sons.

Richard, P. I. (1948). Resistor-Transmission Line Circuits. *Proceedings of the IEEE*, 36 (2), 217-220.

Sagawa, M., Makimoto, M. y Yamashita, S. (1985). A Design Method of Bandpass Filters Using Dielectric-Filled Coaxial Resonators. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, 33 (2), 152-157.

Evaluación del nivel de emisión de radiación de un sistema Wi-Fi aplicando la norma UIT-T K.62

On Wi-Fi system radiated emission level according to UIT-T K.62 recommendation

ROJAS-SANDOVAL, Daniel, VELASCO-CASTILLO, Miguel Ángel, LÓPEZ-DÍAZ, Roberto Enrique y HERNÁNDEZ-BÁEZ, Irma Yazmín

Universidad Politécnica del Estado de Morelos. Dirección Académica de la Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones e Ingeniería en informática

ID 1^{er} Autor: *Daniel, Rojas-Sandoval* / CVU CONACYT ID: 43849

ID 1^{er} Coautor: *Miguel Ángel, Velasco-Castillo* / CVU CONACYT ID: 582790

ID 2^{do} Coautor: *Roberto Enrique, López-Díaz* / CVU CONACYT ID: 212691

ID 3^{er} Coautor: *Irma Yazmín, Hernández-Báez* / CVU CONACYT ID: 212658

Recibido: Junio 30, 2018; Aceptado: Agosto 29, 2018.

Resumen

En el presente trabajo se desarrolla un modelo matemático simplificado, de acuerdo con la norma UIT-T K.62, para evaluar el nivel de emisión de radiación de un sistema dentro de un edificio. El modelo para el nivel de emisión es un proceso estocástico estacionario y se construye un algoritmo que genera su función de densidad de probabilidad para calcular la probabilidad de conformidad del sistema. El uso de dispositivos de comunicación inalámbrica ha ido en aumento de forma exponencial. Por los avances de la tecnología, ahora cada usuario puede utilizar diversos dispositivos conectados a WiFi para realizar sus diversas actividades. De acuerdo a la norma de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, UIT, norma UIT-T K.62, cada dispositivo de comunicación inalámbrica cumple con los requisitos de compatibilidad electromagnética tal como el nivel de emisión radiado. Sin embargo, por la gran cantidad de dispositivos recibiendo y transmitiendo en una frecuencia común, la superposición de las emisiones que se generan, podría llegar a superar el nivel de emisión máximo de radiación permitido. Actualmente ha sido poco el estudio sobre las emisiones radiadas utilizando modelos matemáticos y de los efectos que puede ocasionar la exposición por múltiples dispositivos en un determinado lugar.

Probabilidad de conformidad, Nivel de emisión de radiación, UIT-T K.62

Abstract

This paper presents a simplified mathematical model to evaluate a WiFi system radiated emission level in according to UIT-T K.62 recommendation. This model is, in fact, a stationary stochastic process and we generate its probability density function through an algorithm that makes it possible to obtain the compliance probability of the system. The use of wireless communication devices has been increasing exponentially. Due to advances in technology, now each user can use different WiFi-connected devices to perform their various activities. According to the standard of the International Telecommunication Union, ITU, ITU-T K.62, each wireless communication device complies with the electromagnetic compatibility requirements such as the radiated emission level. However, due to the large number of devices receiving and transmitting on a common frequency, the superposition of the emissions that are generated could exceed the maximum emission level allowed. Currently there has been little study on radiated emissions using mathematical models and the effects that exposure by multiple devices in a given place.

Compliance probability, Radiated emission level, UIT-T K.62

Citación: ROJAS-SANDOVAL, Daniel, VELASCO-CASTILLO, Miguel Ángel, LÓPEZ-DÍAZ, Roberto Enrique y HERNÁNDEZ-BÁEZ, Irma Yazmín. Evaluación del nivel de emisión de radiación de un sistema Wi-Fi aplicando la norma UIT-T K.62. Revista de Tecnologías Computacionales. 2018, 2-7: 29-31.

* Correspondencia del Autor (Correo Electrónico: drojas@upemor.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El uso de dispositivos de comunicación inalámbrica ha ido en aumento de forma exponencial. Por los avances de la tecnología, ahora cada usuario puede utilizar diversos dispositivos conectados a WiFi para realizar diversas actividades (Nilsson, 2008).

De acuerdo a la norma de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, UIT, norma UIT-T K.62 (UIT, 2004), cada dispositivo de comunicación inalámbrica cumple con los requisitos de compatibilidad electromagnética tal como el nivel de emisión radiado.

Sin embargo, por la gran cantidad de dispositivos recibiendo y transmitiendo en una frecuencia común, la superposición de las emisiones que se generan, podría llegar a superar el límite del nivel de emisión de radiación permitido E_L que en nuestro caso, regulado por el Instituto Federal de Telecomunicaciones IFT, debe ser de 100 mW para sistemas WiFi (IFT, 2015). Si bien no se tiene evidencia de que la exposición a niveles de emisiones que superen el límite de la recomendación ocasione daños a la salud de los usuarios, si ha sido un tópico bastante observado, principalmente por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 20017) que a través de su proyecto CEM (sobre Campos Electromagnéticos) vigila sobre posibles consecuencias producidas por la exposición del usuario a la radiación no ionizante.

Actualmente ha sido poco el estudio sobre las emisiones radiadas utilizando modelos matemáticos y de los efectos que puede ocasionar la exposición por múltiples dispositivos en un determinado lugar a una frecuencia común, por lo que es pertinente realizar el estudio para un sistema de comunicación inalámbrica WiFi.

Descripción del método

En un sistema WiFi, un dispositivo (identificado con el subíndice j) transmite con un nivel de emisión $E_j(t)$ que matemáticamente se puede modelar con la función sinusoidal

$$E_j(t) = E_{0j} \cos(\alpha_j \pm \omega t), \quad (1)$$

Donde E_{0j} es la amplitud de la emisión radiada en un punto de medición, α_j es la diferencia de fase entre la emisión radiada y alguna referencia establecida para el punto de medición y, $\omega = 2\pi f$ es la frecuencia (en rad/s).

En general, es posible conocer la amplitud de la emisión radiada E_{0j} , ya sea por los datos técnicos de cada dispositivo o por mediciones realizadas, pero el valor de la fase en el punto de medición no se puede determinar a priori. Como se establece en la recomendación UIT-T K.62, puede suponerse que la fase $\alpha_j \in [0, 2\pi]$ es una variable aleatoria con distribución uniforme (UIT, 2014). Por tanto, se puede notar por la ecuación (1) que, el nivel de emisión de cada dispositivo, para cada tiempo t , es una variable aleatoria con distribución sinusoidal (Couch, 2008), que es por definición; un proceso estocástico estacionario.

Si se considera un sistema WiFi con N dispositivos, utilizando el principio de superposición de ondas electromagnéticas, se obtiene que el nivel de emisión de radiación de sistema en un punto determinado está dado por:

$$E(t) = E_0 \cos(\alpha \pm \omega t), \quad (2)$$

Donde E_0 y α son la amplitud y la fase combinadas dadas por las ecuaciones (3) y (4) respectivamente.

$$E_0^2 = \sum_{j=1}^N E_{0j}^2 + 2 \sum_{j>i}^N \sum_{i=1}^N E_{0i} E_{0j} \cos(\alpha_i - \alpha_j), \quad (3)$$

$$\tan(\alpha) = \frac{\sum_{i=1}^N \sin(\alpha_i)}{\sum_{i=1}^N \cos(\alpha_i)}. \quad (4)$$

Es importante mencionar que la amplitud combinada queda en función de una variable aleatoria, lo que impide calcularla con métodos matemáticos convencionales.

Puede observarse también de la ecuación (3) que si todas las emisiones están en fase, cuando $\alpha_i = \alpha_j \quad \forall i, j$, se obtiene el nivel de radiación máximo que podría radiar el sistema en un punto determinado. A este nivel de radiación se le conoce como nivel límite superior E_{MAX} de emisiones del sistema y queda dado por la expresión

$$E_{MAX} = \sum_{i=1}^N E_{0i}. \quad (5)$$

Se espera que los sistemas generen un nivel de emisión de radiación $E(t)$ que no sobrepase el límite máximo E_L , es decir; que se cumpla que

$$E_{min} \leq E(t) \leq E_L, \tag{6}$$

Para algún valor de emisión límite inferior E_{min} . Para esto, se propone calcular la probabilidad de que el nivel de emisión de radiación del sistema cumpla con la desigualdad en la ecuación (6). A esta probabilidad se le llama probabilidad de conformidad P_C y queda expresada por

$$P_C = \int_{E_{min}}^{E_L} f_E dE, \tag{7}$$

Donde f_E es la función de densidad de probabilidad del nivel de emisión (Catar, 2006).

Cabe mencionar que las amplitudes en el punto de evaluación deben expresarse en unidades lineales [$\mu V/m$] para realizar los cálculos numéricos en la ecuación (7).

La norma establece que, un sistema es conforme si y sólo si la probabilidad de conformidad es de al menos un 80%, misma que se calcula solo en el caso $E_{MAX} \geq E_L$ (Figura 1).

Análisis de sistema WiFi

El sistema que se analiza está conformado por seis puntos de acceso que se encuentran ubicados dentro de un edificio de dos plantas. De acuerdo a la metodología propuesta por la recomendación UIT-T K.62 se utiliza el siguiente diagrama de guía en la construcción del modelo matemático simplificado.

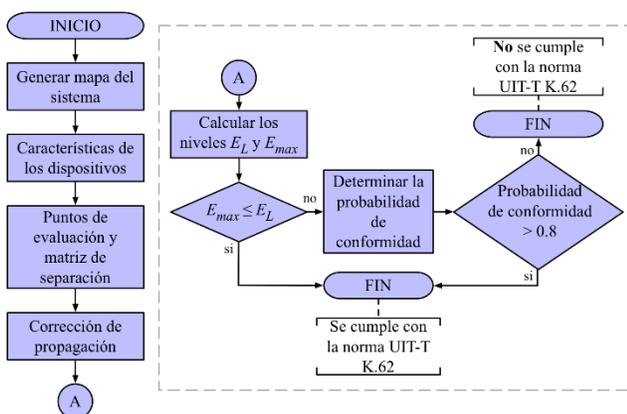


Figura 1 Metodología para verificar cumplimiento de norma UIT-T K.62

Fuente: Elaboración propia

En este trabajo solo se considera la frecuencia común 2.4 GHz y tres puntos de evaluación. Es importante mencionar que se consideran sólo trayectorias directas desde los dispositivos a los puntos de evaluación.

1 Mapa del sistema

El sistema está conformado por seis puntos de acceso (Access Points) en el edificio (Correa, 2013), que se representan en el siguiente mapa del sistema.

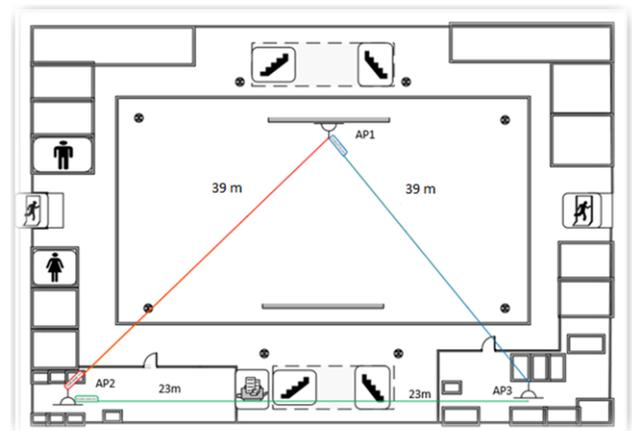


Figura 2 Access Points en planta baja
Fuente: Elaboración propia

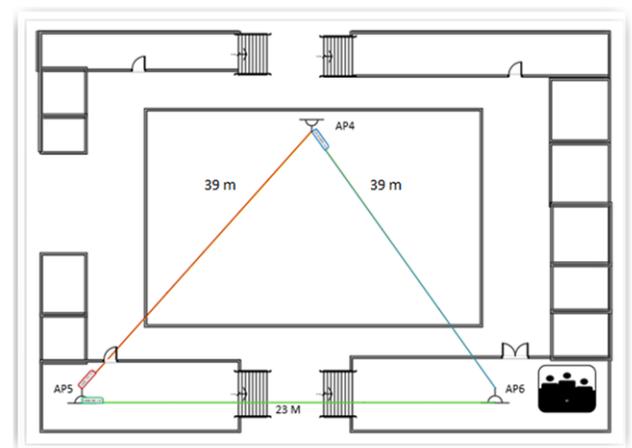


Figura 3 Access Points en planta alta
Fuente: Elaboración propia

Como parte del modelo, se debe delimitar el sistema definiendo la frontera del sistema, en este caso serán todas las paredes exteriores del edificio.

2 Características de los dispositivos

Las características de los dispositivos que conforman el sistema se muestran en la siguiente tabla.

Marca del dispositivo	CISCO
Serie	Air-lap1142N-N-K9.
Modelo	Aironet 802.11n dual band
Puertos	Detección automática 10/100/1000BASE-T (RJ-45) Gestión de la consola (RJ45)
Memoria del sistema	128 MB DRAM de 32 MB de flash
Requisitos de alimentación de entrada	AP1140: 44-57 VDC
Fuentes de alimentación y energía del inyector	100 a 240 VAC; 50 a 60 Hz
Dimensiones del dispositivo	(22.1 x 22.1 x 4.7 cm)
Peso del dispositivo	1.04 Kg
Frecuencia	2.4 GHz
Polaridad (Horizontal o vertical)	Horizontal y vertical
Nivel máximo de potencia	20 dB+4 dBi

Tabla 1 Características de Access Point
Fuente: Elaboración propia

Como se recomienda en la norma, se supondrá que cada equipo radia de manera completamente isotrópica.

Además, se supondrá que las emisiones de cada equipo están en el nivel del límite de emisiones para el cual se diseñó (Sucre, 2003).

3 Puntos de evaluación y matriz de separación

Examinando el mapa del sistema, su composición y las emisiones de los equipos, se seleccionan algunos puntos para realizar la evaluación del nivel de emisión del sistema.

En la Tabla 2, se muestra una matriz con las distancias de cada punto de evaluación a los seis puntos de acceso (IEEE, 2004).

	AP1	AP2	AP3	AP4	AP5	AP6
P1	9.00	30.00	40.02	40.14	9.48	40.13
P2	20.22	43.93	58.37	20.00	29.83	19.00
P3	19.50	43.60	43.60	43.60	19.50	30.15

Tabla 2 Matriz de separación (en metros)
Fuente: Elaboración propia

4 Corrección de propagación

Con las características de emisión de cada dispositivo y las distancias al punto de evaluación, se puede calcular el nivel de emisión radiada considerando las correcciones de propagación.

Para este caso, se consideran sólo las trayectorias directas por lo que se utiliza la recomendación UIT-T P.525-2 para el cálculo de la atenuación en el espacio libre.

Como se describe en (Tomassi, 2007) la ecuación que define las pérdidas en trayectoria directa en el espacio libre, L_P , está dada por

$$L_P = \left(\frac{4\pi D 10^3}{\lambda}\right)^2 = \left(\frac{4\pi D f 10^3}{c}\right)^2, \quad (8)$$

Donde D es la distancia (en Km), f es la frecuencia (en Hz), $c = 3 \times 10^8$ m/s es la velocidad de la luz en el espacio libre y $\lambda = c/f$ es la longitud de onda.

Al considerar los datos del problema y la ecuación anterior en decibeles, se obtiene

$$L_{P(dB)} = 20 \log\left(\frac{40\pi}{3}\right) + 20 \log f_{(GHz)} + 20 \log D_{(m)}. \quad (9)$$

5 Emisiones límite superior y máximo

De acuerdo a las secciones anteriores, se deben calcular los niveles de emisión E_L y E_{MAX} en unidades lineales [$\mu V/m$] para obtener si es el caso, la probabilidad de conformidad.

De acuerdo a la norma del Instituto Federal de Telecomunicaciones NOM-088/1-SCT1-2002 el nivel límite superior $E_L = 100$ mW = 127 dB $\mu V/m$ que es la cantidad de emisión radiada por un dispositivo a la distancia de un metro, mientras que para el nivel máximo E_{MAX} se tienen que calcular las emisiones individuales al punto de evaluación y sumarlas como se expresa en la ecuación (5).

6 Implementación

Se realiza el cálculo de cada emisión para cada punto de evaluación como se establecen en la matriz de separación (Tabla 2) y se muestran los resultados en las siguientes tablas.

Dispositivo	$D_{(m)}$	$E_{oi}(dB\mu V/m)$
AP1	9	103.7795
AP2	30	93.3220
AP3	40.02	90.8232
AP4	40.14	90.8232
AP5	9.48	103.3099
AP6	40.13	90.8232
$E_{MAX} = 113.0942$		

Tabla 3 Nivel máximo para el primer punto de evaluación

Fuente: Elaboración propia

Dispositivo	$D_{(m)}$	$E_{oi}(dB\mu V/m)$
AP1	20.22	96.8438
AP2	43.93	89.9953
AP3	58.37	87.5958
AP4	20	96.8438
AP5	29.83	93.3220
AP6	19	97.2893
$E_{MAX} = 109.944$		

Tabla 4 Nivel máximo para el segundo punto de evaluación

Fuente: Elaboración propia

Dispositivo	$D_{(m)}$	$E_{oi}(dB\mu V/m)$
AP1	19.5	97.0637
AP2	43.60	90.0946
AP3	43.60	90.0946
AP4	43.60	90.0946
AP5	19.5	97.0637
AP6	30.15	93.3220
$E_{MAX} = 109.0937$		

Tabla 5 Nivel máximo para el tercer punto de evaluación

Fuente: Elaboración propia

En comparación con el valor de emisión límite superior del sistema $E_L = 127 dB\mu V/m$ se observa que en los tres puntos de evaluación se obtiene $E_{MAX} < E_L$, lo cual implica que tiene una probabilidad de conformidad del 100 % (Valle, 2015) por lo que el sistema analizado es conforme.

En el supuesto caso de obtener lo contrario, que el nivel máximo E_{MAX} sobrepase el límite establecido E_L , se debe calcular la probabilidad de conformidad P_C del sistema de acuerdo a la ecuación (7).

En la mayoría de los casos reales, por las características del modelo, no es posible calcular analíticamente la función de densidad, por tanto; es importante preparar una metodología numérica para calcularla.

La función de densidad del proceso $E(t)$ que se define en las ecuaciones (2)-(4), se puede obtener utilizando un algoritmo que se basa en el método de histogramas (Walpole, 2007) como se muestra en el siguiente diagrama.

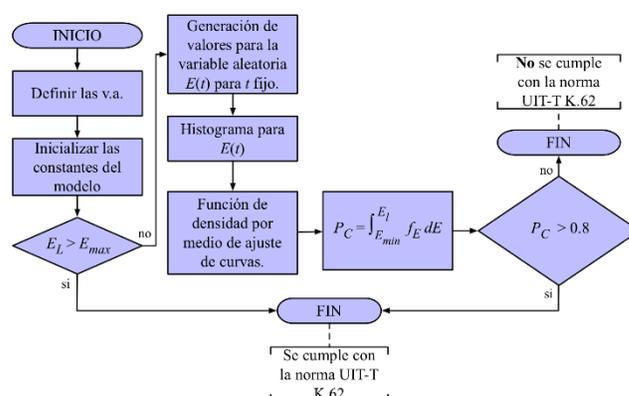


Figura 4 Diagrama de flujo para cálculo de función de densidad de probabilidad

Fuente: Elaboración propia

Para esto, se definen las diferentes fases α_j como variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas con densidad de probabilidad uniforme en el intervalo $[0, 2\pi]$. Se genera una muestra suficientemente grande de valores de la emisión del sistema $E(t)$ que se presenta en la ecuación (2) con la que se puede generar un histograma y por consecuencia, una gráfica (discreta) de su función de densidad f_E por medio de la cual se puede calcular la probabilidad de conformidad numéricamente. En la siguiente sección se analiza un caso teórico de un sistema que excede, en principio, con el límite máximo de emisión E_L .

Cabe destacar que la implementación del algoritmo se puede realizar en cada punto para un valor del tiempo t fijo, debido a que el proceso estocástico es estacionario.

Resultados de caso teórico

Se considera el caso de tener tres Access Point a una distancia de 1.5 m del punto de evaluación y en trayecto directo. Realizando el cálculo del nivel de emisión máxima se obtiene la siguiente tabla.

Dispositivo	$D_{(m)}$	$E_{oi}(dB\mu V/m)$
AP1	1.5	119.34
AP2	1.5	119.34
AP3	1.5	119.34
		$E_{MAX} = 128.88$

Tabla 6 Nivel máximo para caso teórico

Fuente: Elaboración propia

Se observa que el nivel máximo supera al nivel límite superior y se calcula su probabilidad de conformidad de acuerdo a la metodología que se propone en el diagrama de la figura 3, obteniendo la gráfica de la función de densidad en Matlab

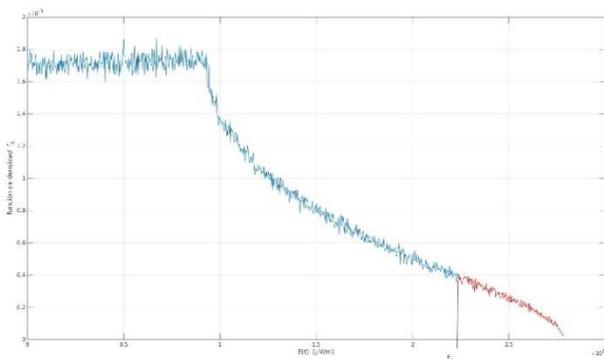


Figura 5 Función de densidad de probabilidad para caso teórico

Fuente: Elaboración propia

Al realizar el cálculo de la probabilidad de conformidad se halla que

$$P_C = \int_{E_{min}}^{E_L} f_E dE = 0.9530, \quad (10)$$

Lo cual significa que aunque se excede el límite superior máximo E_L , se cumple con la norma UIT-T K.62.

Conclusiones

Los niveles de emisión de radiación a nivel sistema que se han calculado están por debajo del nivel límite superior que se permite de acuerdo a la recomendación. Sin embargo, deben considerarse más fuentes de emisión como computadoras de escritorio, laptops, tabletas, teléfonos celulares con acceso a WiFi, además de considerar otro tipo de trayectorias que pueden incrementar del valor de la emisión en el punto de evaluación, emisión que se puede validar a través de mediciones con un analizador de espectros y realizando la comparativa.

Cabe mencionar que la introducción a la era del internet de las cosas (IoT), tendrá como consecuencia más interacciones del ser humano con los dispositivos de comunicación inalámbrica.

Es importante observar que la norma se enfoca en realizar el cálculo del nivel de emisión en un punto determinado, sin embargo, es de especial interés conocer el nivel de potencia que se recibe en una región determinada. Esto es, contar con un estudio más detallado sobre los niveles de potencia que se radian sobre un cuerpo como el del ser humano.

Referencias

Catar, E. A. (2006). *Mediciones de radiaciones electromagnéticas*. Obtenido de PDF. Universidad Nacional de Ingeniería.

Correa, E. E. (2013). *Access point (Punto de acceso)*. Recuperado el 10 de octubre de 2014, de <http://todo-redes.com/access-point-punto-de-acceso.html>

IEEE. (09 de Septiembre de 2004). <http://www.ieee802.org/15/pub/TG1.html>. Recuperado el 04 de Marzo de 2014, de <http://www.ieee802.org/15/pub/TG1.html>

Instituto Federal de Telecomunicaciones. (2015). dt-ift-008_2015_1.pdf Instituto Federal de Telecomunicaciones. Recuperado de http://www.ift.org.mx/sites/default/files/industria/temasrelevantes/4645/documentos/dt-ift-008_2015_1.pdf

Mosca, T. (Noviembre de 2012). *Principio de superposición de ondas*. Obtenido de PDF. <http://iesdmjac.educa.aragon.es>

Valle, E. E. (13 de marzo de 2015). *Medición de radiaciones no ionizantes en puntos de acceso Wi-Fi en la frecuencia de 2.4GHz*. Obtenido de PDF. Universidad Tecnológica Nacional.

W. Tomassi, (2003). *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*, Cuarta Ed. México: Prentice Hall.

Walpole, R. (2007). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. México: Pearson.

Instrucciones para la publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

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

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{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 Tecnologías Computacionales. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

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

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

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

Enfocar claramente cada una de sus características

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

Explicación de las secciones del Artículo

Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

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

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

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

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

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

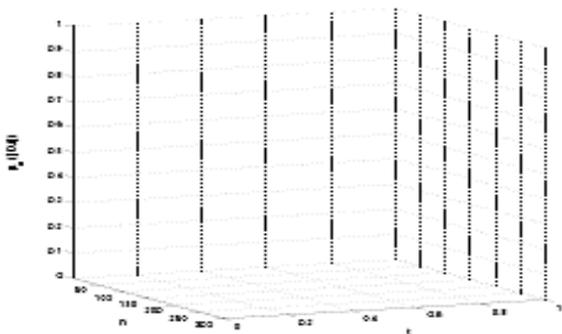


Gráfico 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

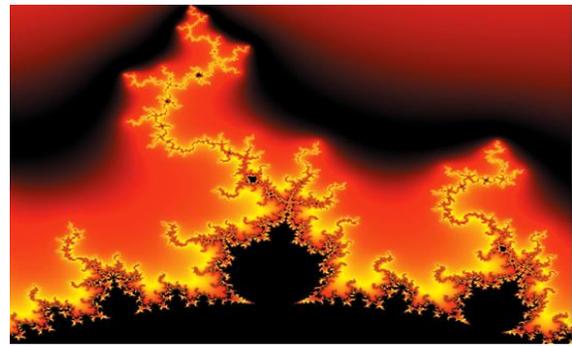


Figura 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Tabla 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

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

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

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

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 Tecnologías Computacionales 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 Tecnologías Computacionales 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 Tecnologías Computacionales, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

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

Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Responsabilidades del Editor

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

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

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

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

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

Responsabilidades del Consejo Editorial

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

Responsabilidades del Comité Arbitral

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

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

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

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

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

Responsabilidades de los Autores

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

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

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

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

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

Servicios de Información

Indización - Bases y Repositorios

RESEARCH GATE	(Alemania)
GOOGLE SCHOLAR	(Índices de citas-Google)
MENDELEY	(Gestor de Referencias bibliográficas)
REDIB	(Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico- CSIC)
HISPANA	(Información y Orientación Bibliográfica-España)

Servicios Editoriales:

Identificación de Citación e Índice H.
Administración del Formato de Originalidad y Autorización.
Testeo de Artículo con PLAGSCAN.
Evaluación de Artículo.
Emisión de Certificado de Arbitraje.
Edición de Artículo.
Maquetación Web.
Indización y Repositorio.
Traducción.
Publicación de Obra.
Certificado de Obra.
Facturación por Servicio de Edición.

Política Editorial y Administración

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

ECORFAN®

Editora en Jefe

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Redactor Principal

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

Asistente Editorial

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Editor Ejecutivo

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

Editores de Producción

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Administración Empresarial

REYES-VILLO, Angélica. BsC

Control de Producción

RAMOS-ARANCIBIA Alejandra. BsC

DÍAZ-OCAMPO Javier. BsC

Editores Asociados

OLIVES-MALDONADO, Carlos. MsC

MIRANDA-GARCIA, Marta. PhD

CHIATCHOUA, Cesaire. PhD

SUYO-CRUZ, Gabriel. PhD

CENTENO-ROA, Ramona. MsC

ZAPATA-MONTES, Nery Javier. PhD

ALAS-SOLA, Gilberto Américo. PhD

MARTÍNEZ-HERRERA, Erick Obed. MsC

ILUNGA-MBUYAMBA, Elisée. MsC

IGLESIAS-SUAREZ, Fernando. MsC

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

Publicidad y Patrocinio

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

Licencias del Sitio

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

Oficinas de Gestión

244 Itzopan, Ecatepec de Morelos–México.

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

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

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

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

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

Southwest Avenue, San Sebastian – León-Nicaragua.

6593 Kinshasa 31 – Republique Démocratique du Congo.

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

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

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

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

Revista de Tecnologías Computacionales

“Diseño y construcción de un pico-satélite educativo CanSat denominado WashiSat”
MANCILLA-CEREZO, Josué, PALACIOS-GARCIA, Ana Cristina, PEREZ-VARGAS, Berenice y TORIJA-VELAZQUEZ, Edith
Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca

“Sistema de visión embebido para detección de movimiento de forma remota utilizando el internet de las cosas”
LARDIZÁBAL-LÓPEZ, David, GALLEGOS-BAÑUELOS, José Luis Guillermo, FLORES-DOMÍNGUEZ, Bardo Eugenio y LÓPEZ-HERRERA Jesús José Nicolás
Instituto Tecnológico de Chihuahua

“Software para el diseño de circuitos de microondas”
ANDRADE-GONZÁLEZ, Edgar Alejandro, REYES-AYALA, Mario, TIRADO-MÉNDEZ, José Alfredo y TERRES-PEÑA, Hilario
*Universidad Autónoma Metropolitana
Instituto Politécnico Nacional*

“Evaluación del nivel de emisión de radiación de un sistema Wi-Fi aplicando la norma UIT-T K.62”
ROJAS-SANDOVAL, Daniel, VELASCO-CASTILLO, Miguel Ángel, LÓPEZ-DÍAZ, Roberto Enrique y HERNÁNDEZ-BÁEZ, Irma Yazmín
Universidad Politécnica del Estado de Morelos

