

ISSN 2444-4987

Revista de Investigación y Desarrollo

Volumen 3, Número 9 — Julio — Septiembre - 2017

ECORFAN[®]



ECORFAN-Spain

Indización

Google Scholar

Research Gate

REBID

Mendeley

RENIECYT

ECORFAN-Spain

Directorio

Principal

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD.

Director Regional

MIRANDA-GARCIA, Marta. PhD.

Director de la Revista

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC.

Edición de Logística

PERALTA-CASTRO, Enrique. PhD.

Diseñador de Edición

SORIANO-VELASCO, Jesus. BsC.

Revista de Investigación y Desarrollo, Volumen 3, Número 9, de Julio a Septiembre - 2017, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Spain. Calle Matacerquillas 38, CP: 28411. Moralarzal -Madrid. WEB: www.ecorfan.org/spain, revista@ecorfan.org. Editora en Jefe: RAMOS –ESCAMILLA, María, Co-Editor: MIRANDA –GARCÍA, Marta, PhD. ISSN-2444-4928. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN.ESCAMILLA –BOUCHÁN, Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 30 de Septiembre 2017.

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.

Consejo Editorial

MARTINEZ-BRAVO, Oscar Mario, PhD

Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica-UNAM- México

PÉREZ-RAMÍRE, Rigoberto, PhD

Universidad Autónoma del Estado de México-México

SOUSA-GONZÁLEZ, Eduardo, PhD

Universidad Autónoma de Nuevo León- México

BLANCO-ENCOMIENDA, Francisco Javier, PhD

Universidad de Granada-Spain

GARCÍA VILLANUEVA-Jorge, PhD

Universidad Pedagógica Nacional- México

ALIAGA-LORDEMANN, Francisco Javier, PhD

Universidad de Zaragoza-Spain

GARCÍA Y-BARRAGÁN, Luis Felipe, PhD

Universidad de Guanajuato-México

ARANCIBIA- VALVERDE, María Elena, PhD

Universidad Pedagógica Enrique José Varona de la Habana- Cuba

TORRES-HERRERA, Moisés, PhD

Universidad Autónoma de Barcelona-Spain

LINAREZ-PLACENCIA, Gildardo, PhD

Centro Universitario de Tijuana-México

DOMÍNGUEZ-GUTIÉRREZ, Silvia, PhD

Universidad de Guadalajara-México

Consejo Arbitral

TCME, PhD

UPIICSA –IPN-México

ABD, PhD

Escuela Superior de Economía-IPN-México

GIMR, PhD

Universidad Nacional Autónoma de México-México

SAOH, PhD

Centro de Investigación en Energía –UNAM-México

CBC, PhD

Universidad Autónoma Metropolitana-México

GGO, PhD

Universidad Autónoma Metropolitana-México

PRR, PhD

Universidad Iberoamericana-México

EVFJ, PhD

Universidad de Sonora-México

Presentación

ECORFAN, es una revista de investigación que publica artículos en el área de: Investigación y Desarrollo

En Pro de la Investigación, Docencia, y Formación de los recursos humanos comprometidos con la Ciencia. El contenido de los artículos y opiniones que aparecen en cada número son de los autores y no necesariamente la opinión del Editor en Jefe.

Como primer artículo presentamos, *Obtención de Proteína Unicelular (SCP) a partir de Ácido Acético por Saccharomyces exiguous*, por, SALDAÑA-ACOSTA Jorge Miguel & ZAPATA MOREIRA Emilia, con adscripción en la Universidad Tecnológica Gral. Mariano Escobedo, como siguiente artículo presentamos, *Variación del ángulo de disparo de un sistema senoidal para desarrollar un sistema eléctrico de ahorro de potencia*, por CABRERA-ORNELAS, Javier, JUÁREZ-TOLEDO, Carlos y MARTÍNEZ-CARRILLO, Irma, con adscripción en Centro de Tecnológica Avanzada (CIATEQ) y la Universidad Autónoma del Estado de México, como siguiente artículo presentamos, *El necesario empoderamiento ciudadano en el nuevo escenario energético mexicano, desde la perspectiva eléctrica*, por AQUINO-ROBLES, José Antonio, FERNANDEZ-NAVA, Cecilia y CORONARAMIREZ, Leonel G, con adscripción en el Instituto Politécnico Nacional, como capítulo siguiente presentamos, *Simulación energética de la sala en una vivienda social con muro trombe para evaluar el confort térmico*, por SERRANO-ARELLANO, Juan, AGUILAR-CASTRO, Karla María, TREJO-TORRES, Zaira Betzabeth y MÉNDEZ-TORRES Zeus David, con adscripción en el Instituto Tecnológico Superior de Huichapan y la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, como siguiente artículo presentamos, *Repercusiones psico-ambientales por condiciones de vivienda de interés social: El prototipo "Ambar"*, por DÁVILA-NÚÑEZ, Milca, SERRANO-ARELLANO-Juan, OLVERA-ALVARADO, Evanan Ascensión y FLORES-HERNÁNDEZ, Elsa Nelly, con adscripción en el Instituto Tecnológico Superior de Huichapan y la Universidad Superior Bajío, como siguiente artículo presentamos, *Sistema de Control y Balizamiento para los Aerogeneradores G52 de la Central Eoloeléctrica La Venta II*, por BAEZ-IBARRA, Alejandro¹, ARELLANES-CANCINO, Nimcy², ENRÍQUEZ-NICOLÁS, Mario³, RODRÍGUEZ-MONTES, Juan Carlos⁴, con adscripción en ¹Instituto Tecnológico de Pochutla., ²CONACyT, ³Instituto Tecnológico de Salina Cruz, ⁴Tecnológico de Pochutla, como último capítulo presentamos, *Hidrólisis de residuos de naranja para la obtención de carbohidratos fermentables*, por SÁNCHEZ-OROZCO, Raymundo & VÁZQUEZ-VELÁZQUEZ, José, con adscripción en el Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán.

Contenido

Artículo	Página
Obtención de Proteína Unicelular (SCP) a partir de Ácido Acético por <i>Saccharomyces exiguus</i> SALDAÑA-ACOSTA Jorge Miguel & ZAPATA MOREIRA Emilia	1-10
Variación del ángulo de disparo de un sistema senoidal para desarrollar un sistema eléctrico de ahorro de potencia CABRERA-ORNELAS, Javier , JUÁREZ-TOLEDO, Carlos y MARTÍNEZ-CARRILLO, Irma	11-19
El necesario empoderamiento ciudadano en el nuevo escenario energético mexicano, desde la perspectiva eléctrica AQUINO-ROBLES, José Antonio, FERNANDEZ-NAVA, Cecilia y CORONA-RAMIREZ, Leonel G	20-30
Simulación energética de la sala en una vivienda social con muro trombe para evaluar el confort térmico SERRANO-ARELLANO, Juan, AGUILAR-CASTRO, Karla María, TREJO-TORRES, Zaira Betzabeth y MÉNDEZ-TORRES Zeus David	31-39
Repercusiones psico-ambientales por condiciones de vivienda de interés social: El prototipo “Ambar” DÁVILA-NÚÑEZ, Milca, SERRANO-ARELLANO-Juan, OLVERA-ALVARADO, Evanan Ascensión y FLORES-HERNÁNDEZ, Elsa Nelly	40-52
Sistema de Control y Balizamiento para los Aerogeneradores G52 de la Central Eoloeléctrica La Venta II BAEZ-IBARRA, Alejandro, ARELLANES-CANCINO, Nimcy, ENRÍQUEZ-NICOLÁS, Mario, RODRÍGUEZ-MONTES, Juan Carlos	53-62
Hidrólisis de residuos de naranja para la obtención de carbohidratos fermentables SÁNCHEZ-OROZCO, Raymundo & VÁZQUEZ-VELÁZQUEZ, José	63-70

Instrucciones para Autores

Formato de Originalidad

Formato de Autorización

Obtención de Proteína Unicelular (SCP) a partir de Ácido Acético por *Saccharomyces exiguus*

SALDAÑA-ACOSTA Jorge Miguel^{1*†} & ZAPATA MOREIRA Emilia²

¹Universidad Tecnológica Gral. Mariano Escobedo. Carrera de Química área Tecnología Ambiental; ²Carrera de Mecatrónica área Automatización. Libramiento Noreste Km 33.5 Escobedo N.L. CP 66050. Tel 5000 – 4247.

Recibido 3 de Julio, 2017; Aceptado 25 de Septiembre, 2017

Resumen

Saccharomyces exiguus es una levadura, que puede ser utilizada como agente biológico en la producción por fermentación de proteína unicelular (SCP) con valor biológico en la alimentación animal y/o humana. En la presente investigación se aisló e identificó la levadura *Saccharomyces exiguus* a partir de agua miel; además se optimizó el medio de producción de la SCP en relación a su composición (0.75 % de Ácido Acético; NH₄Cl 5.0 g; KH₂PO₄ 5.0 g; MgSO₄ · 7H₂O 2.5 g; CaCl₂ · 2H₂O; 300 mg/l de Extracto de Levadura; aforado a 1000 ml con agua de la llave); pH (4.5); Temperatura de incubación (30 °C); Tiempo de fermentación (72 h); rendimiento en peso seco (8.9 g/l) y coeficiente de rendimiento Y(x/s) [1.13]

Levadura, Proteína Unicelular, *Saccharomyces exiguus*

Abstract

Saccharomyces exiguus is a yeast that can be used as a biological agent in the production by fermentation of unicellular protein (SCP) with biological value in animal and / or human food. In the present investigation *Saccharomyces exiguus* yeast was isolated and identified from honey water; The production medium of the SCP was also optimized in relation to its composition (0.75% acetic acid, NH₄Cl 5.0 g, KH₂PO₄ 5.0 g, MgSO₄ · 7H₂O 2.5 g, CaCl₂ · 2H₂O, 300 mg / l yeast extract, volumetric To 1000 ml with tap water); pH (4.5); Incubation temperature (30 °C); Fermentation time (72 h); Dry weight yield (8.9 g / l) and yield coefficient Y (x / s) [1.13]

Yeast, Unicellular Protein, *Saccharomyces exiguus*

Citación: SALDAÑA-ACOSTA Jorge Miguel & ZAPATA MOREIRA Emilia. Obtención de Proteína Unicelular (SCP) a partir de Ácido Acético por *Saccharomyces exiguus*. Revista de Investigación y Desarrollo 2017, 3-9: 1-10.

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: 3010jmsa@gmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Uno de los principales problemas que enfrenta la humanidad hoy en día, es el abastecimiento de alimentos con calidad nutricional; esto debido a varios factores como el deterioro de los suelos y mantos acuíferos por diversas sustancias químicas tóxicas, a las malas condiciones climáticas de ciertas regiones, el alto costo del agua y de fertilizantes químicos, además de la explosión demográfica tan alta que genera una gran demanda de nutrientes para alimentar a la población en constante crecimiento.

La producción agrícola y pecuaria actual, aún con el desarrollo de sofisticados procesos de fertilización biológica, y la capacitación del personal en el aprovechamiento óptimo de los recursos naturales, no ha sido suficiente. (Taron-Dunoyer, 2012; Navarrete-Reinoso et. al., 2015). Es por ello que la implementación de nuevas técnicas agropecuarias y/o microbiológicas representa una alternativa viable para dar solución a esta problemática; debido a esto ha cobrado un interés notable el uso de microorganismos para proveer de nuevas fuentes de proteína a la humanidad.

Uno de los microorganismos más utilizados en la actualidad son las levaduras que sintetizan grandes cantidades de proteína, en poco tiempo, con materias primas de bajo costo (como subproductos de procesos alimenticios y/o residuos orgánicos) y de la localidad, no es tóxica, además de tener buena digestibilidad y buen sabor.

La producción de proteína unicelular representa una alternativa realmente sustentable en el manejo y aprovechamiento de residuos agrícolas, comerciales e industriales, los cuáles también de no ser manejados adecuadamente representan un importante problema de contaminación ambiental (Mejías-Brisuelas et. al., 2016).

Durante la primera conferencia sobre Proteína unicelular o biomasa (SCP) en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, EUA (IMT) en 1967, se adoptó el término como estándar internacional para la bioproteína (Crueger Crueger, 1989). a la proteína obtenida de la biomasa de células bacterianas, levaduras, hongos filamentosos y algas cultivados en condiciones fermentativas apropiadas y controladas que garanticen una adecuada tasa de crecimiento usadas como fuente proteica (Ramírez Navas, 2012) con un alto contenido de compuestos nitrogenados como proteínas y ácidos nucleicos.

Esta forma alternativa de obtención de proteína nutrimental, presenta varias ventajas sobre la forma tradicional a partir de plantas y/o animales, ya que los sustratos para su desarrollo son subproductos o residuos orgánicos, muestran un alto rendimiento una vez establecidas sus condiciones óptimas de desarrollo y tienen un alto valor nutrimental; al estar sujeto a control el proceso se puede ajustar a los parámetros de desarrollo deseados. (Chalon et. al., 2013).

En la tabla #1 Se enlistan los valores porcentuales promedio y diferencias en composición (base seca) de los principales microorganismos utilizados para la producción de biomasa.

Compuestos Orgánicos	Hongos Filamentosos	Algas	Levaduras	Bacterias
Proteína	30 – 45	40 – 60	45 – 55	50 – 65
Lípidos	2 – 8	7 – 20	2 – 6	1 – 3
Ácidos Nucleicos	7 – 10	3 – 8	6 – 12	8 – 12
Cenizas	9 – 14	8 – 10	5 – 10	3 – 7
Aminoácidos	-----	----	54	65
Humedad	13	6	4.5	2.8

Tabla 1 Diferencias de composición promedio de los principales grupos de microorganismos utilizados para la producción de biomasa (% peso seco)

Fuente: Nasser et. al., 2011; Crueger y Curger, 1989; Durán, 1989; Israelidis, 2003; EDV 2003)

Objetivo general

Obtención de biomasa a partir de ácido acético por *Saccharomyces exiguus*, para alimentación animal.

Objetivos específicos

- a. Determinar las condiciones óptimas de crecimiento en medio líquido en agitación, utilizando diversas concentraciones de ácido acético, pH y temperaturas de incubación.
- b. Maximizar el rendimiento de biomasa obtenida

Antecedentes

Según (Rainbow et. al., 1963) la idea de la producción de levaduras como fuente de proteínas es atribuida a Delbruck en 1910, en Alemania.(Sánchez- Marroquín et. al., 1966 a) Refiere que las levaduras han sido utilizadas principalmente como: complemento alimenticio, preparación de forrajes, con fines dietéticos y terapéuticos, panificación y otras industrias de la alimentación por su riqueza en proteínas y vitaminas del complejo B. Menciona también que en la obtención de biomasa de levadura en gran escala, se han utilizado diversos sustratos tales como: mieles incristalizables, subproductos agrícolas y cereales.

Posteriormente se introdujo un nuevo sustrato, el licor sulfítico, producto residual de la industria de la celulosa, (Rainbow y Rose, 1963; Sánchez Marroquín et. al., 1966 a y Davis, 1967).(Sánchez Marroquín et. al., 1966 b), reporta el empleo de otros sustratos como el agua miel, jugo sacarino de diversas especies de Agave, para la obtención de levaduras con fines alimenticios o veterinarios con un buen rendimiento (2.3 % peso seco) y un contenido de proteína aproximado a 50 %.

(Davis, 1967) menciona el uso de varios derivados del petróleo para obtener biomasa, especialmente parafinas. (Pelczar et. al., 1966) comenta que durante la primera guerra mundial en Alemania, fue utilizada experimentalmente *Endomycopsis vernali*, para disponer de una fuente de grasas en dieta humana. En *Endomycopsis vernali*, *Turolopsis lipofera* y *Obspora lactis* su contenido graso puede exceder el 50 % de su peso seco.

Los experimentos de (Champagnat et. al., 1963), según (Davis, 1967) menciona a el petróleo como fuente de energía para la obtención de alimentos tales como proteínas y grasas producidas microbiológicamente, utilizando levaduras, debido a su gran diversidad de rutas metabólicas que presentan. (Davis, 1967) menciona que los cálculos de (Thaysen, 1957) son interesantes con respecto a la síntesis de proteínas por levaduras comparado con plantas y animales, él estima que por 5 toneladas de ganado se sintetizan por día 0.9 lbs., mientras que 5 toneladas de frijol Soya sintetizan diariamente 8.2 lbs., en cambio 5 toneladas de levadura producen 100 000 lbs. por día; diferencia muy notable en la velocidad de síntesis de proteínas en períodos cortos.(Wycener et. al., 1968) reportan que los ácidos orgánicos Butírico, Propiónico y Acético pueden servir como fuente de carbono y energía previa inducción de las enzimas del ciclo del glioxilato.

Los experimentos de (Van Der Berg et. al., 1976) demuestran que en muchos digestores anaeróbicos, el ácido acético es el precursor del 75 % del metano obtenido.(Latham et. al., 1976) encontró que la utilización del acetato por cuatro variedades de *Butyrivibrio fibroslovents* es influenciada por la composición del medio de cultivo de crecimiento del organismo. Observó que cuatro factores pueden afectar la toma del acetato: la presencia de lactato de sodio; la disponibilidad de CO₂, el nivel de carbohidratos y la velocidad de producido.

Encontró que para la cepa D la concentración de acetato extracelular podría representar un factor importante. (Patel, 1977) observó que la incorporación es proporcional a la actividad específica del acetato externo, y la cantidad de acetato endógeno no varía significativamente con la adición de acetato exterior.

(Matssura et. al., 1973) utilizando dos medios de cultivo compuestos por sales de amonio (0.07 % y 0.28 %), ácido acético (1% y 2% v/v) y pH 5.9 y 6.3 respectivamente, cultivaron 103 cepas de hongos con un rendimiento en proteína de 38% y 50 % respectivamente, estos resultados indican que el ácido acético es una buena opción como fuente de carbono.

La biomasa microbiana ha sido utilizada como fuente de alimentación desde tiempos muy antiguos en regiones como México y África, especialmente utilizando *Spirulina* sp (Pelizer et. al., 2003). *Candida utilis* se utiliza principalmente en la producción de proteína unicelular, debido a su capacidad de utilizar una variedad de fuentes de carbono, como la paja de arroz (Rajoka et al., 2006), almidón de papa en aguas residuales (Gélinas y Barrette, 2007), aceite de aguas residuales (Zheng et al., 2005) y melaza (Nigam y Vogel, 1991; Carrillo et. al., 2010).

Debido a la escases de alimento en Berlín, Alemania se obtuvieron en gran escala cultivos de *Candida utilis* y *Candida arborea*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Kluyveromyces fragilis* (*k.marxianus*) en ambas guerras mundiales como suplemento proteico por fermentación de caldos de sulfito de desecho de plantas de celulosa y por crecimiento en melazas en Jamaica (Carrillo et. al., 2010). Después también en USA y Finlandia como levadura forrajera pero debido a la superabundancia de proteínas vegetales. (Chacón, 2004) estos procesos se convirtieron en antieconómicos.

La primera proteína unicelular comercial utilizada como aditivo para alimentación animal fue llamada Pruteen.(Chacón, 2004) (Palmerín Carreño et. al., 2011) argumenta que en el crecimiento microbiano, las variables que son de gran importancia para la evaluación económica de tales procesos biotecnológicos son el rendimiento de biomasa sobre sustrato (Yx/s), la velocidad específica de crecimiento (μ), la constante de saturación de sustrato (K_s), la constante de inhibición (K_i), velocidad de consumo de oxígeno (QO_2). Todos estos parámetros tienen importancia tecnológica, importante en los procesos de escalamiento (Tobajas y García- Calvo, 1999).

El perfil de aminoácidos esenciales es uno de los factores básicos a la hora de evaluar la calidad de un sustrato proteico como alimento; el perfil de aminoácidos de las levaduras es favorable, con niveles satisfactorios de la mayoría de los aminoácidos esenciales y niveles críticos de metionina. (Chacón, 2004).

La calidad nutricional de la SCP no depende solo de la composición de aminoácidos, sino que además debe tenerse en cuenta la digestibilidad, su valor biológico, la utilización neta de proteína y la razón de eficiencia de proteína (PER); además de la palatabilidad y aceptabilidad que representan características sensoriales(Chacón, 2004).

La SCP puede ser empleada en sustitución de varias fuentes tradicionales de proteína para dietas animales según la tabla # 2 que presenta los ahorros en piensos animales por sustitución parcial con SCP (Chacón, 2004).

Animal	Cantidad de SCP (Kg/t)	Cantidad de proteína reemplazada Fuente (Kg/t)	% de la proteína total contribuida por SCP
Ganado carne	100	Soya 182	36
Pollos	80	Soya 145	38
Pavos	50	Pescado 62	18
Cerdos	100	Soya 182	50
Terneritas(os)	50	Leche en polvo 114	17
Peces	250	Pescado 308	44

Tabla 2 Ahorros en piensos animales por sustitución parcial con SCP

Fuente: *Suharto y Redyowati, 2003*

Justificación

La aplicación de procesos biotecnológicos para incorporar a nuevos ciclos productivos diversos tipos de residuos o desechos generados por las actividades agropecuarias, comerciales o industriales, representa una opción adecuada y sustentable en cuanto a la disposición de estos desechos y transformarlos en sustratos de calidad nutricional y económica a través de la obtención de biomasa (Chacón-Olivares et. al., 2016).

Metodo

Toma de muestra y Cultivo primario

Se colectaron muestras de suelo y agua miel de la destilería de Villa Aldama, N. L.; los cuáles fueron cultivados en Caldo Czapek modificado adicionado con 3 concentraciones (1%, 2% y 3% V/V) de ácido acético más 300 ppm de extracto de levadura como estimulante de crecimiento y pH 4.0. De cada una de las muestras, se depositó 1g o 1 ml en cada uno de los caldos preparados e incubados a temperatura ambiente con agitación rotatoria de 250 rpm durante 24 a 48 h; Se seleccionaron aquellos matraces que mostraron aumento de turbidez y fueron utilizados para realizar los aislamientos primarios.

Purificación y aislamiento de cepas de microorganismos

Del cultivo masivo inicial se sembró por difusión y por estría en cuadrantes sobre placas de Petri con agar papa y dextrosa (PDA), se incubaron a 30 °C por 24 a 48 h. de acuerdo a Gradwohl, 1956. Se identificaron los distintos tipos de colonias desarrolladas en base a su morfología macroscópica; aquellas colonias completamente aisladas se resembraron por estría en cuadrantes sobre placas de Petri conteniendo PDA y así verificar la pureza de las colonias seleccionadas; estas se resembraron en tubo inclinado con PDA pH 5.2, se incubaron 24 a 48 h. Los cultivos puros se mantuvieron mediante resiembras periódicas en tubos con PDA inclinado pH 5.2 y conservados a 4°C.

Identificación de la cepa de levadura

Para la clasificación taxonómica de las levaduras aisladas se utilizaron los métodos mencionados por; Loder, 1970; Salle, 1970 y Trujillo et. al., 1976.

La cepa obtenida y purificada del cultivo masivo de agua miel fue resembrada por difusión y estría en cuadrantes sobre placas de Petri conteniendo PDA y agar Gordkowa, incubadas a 30 °C por 24 a 48 h; posteriormente se determinaron sus características de morfología colonial y morfología por microscopía óptica en fresco y por microscopía electrónica por tinción negativa.

Para determinar las mejores condiciones de fermentación se empleó el medio de cultivo czapek en el que se sustituyó la fuente de carbono (sacarosa) por ácido acético a varias concentraciones (0.25 %, 0.50 %, 0.75 %, 1 %, 2 % y 3 % v/v) y la fuente de nitrógeno (NaNO₃) por NH₄Cl además se añadió extracto de levadura a una concentración de 300 ppm. También fueron probados varios pH (3.0, 4.0, 4.5, 5.0, y 7.0).

Determinación de la capacidad de *Saccharomyces exiguus* para utilizar Ácido Acético (AA) en la producción de biomasa

Matraces Erlen Meyer de 250 ml con 50 ml de medio mineral Czapek modificado con diversas concentraciones de ácido acético (0.25%, 0.5%, 0.75%) más 300 ppm de extracto de levadura y pH de 4.5. Inoculados cada uno de ellos con 5 ml de una suspensión de levaduras en solución salina, de un cultivo de 24 a 48 h de edad en PDA pH 5.2

La suspensión se concentró hasta obtener una turbidez de 250 a 300 unidades Klett, utilizando filtro rojo; los matraces inoculados fueron incubados a temperatura ambiente, con agitación rotatoria de 250 rpm aproximadamente por 96 h, fueron seleccionadas aquellas cepas en las que se observó mayor capacidad de desarrollo en el medio utilizado, para determinar las mejores condiciones de fermentación.

Efecto del pH del medio de cultivo sobre el desarrollo de *Saccharomyces exiguus*

Matraces Erlen Meyer de 250 ml con 50 ml de medio mineral Czapek modificado con 0.75% (v/v) de ácido acético más 300 ppm de extracto de levadura variando su pH (3.0; 4.5; 5.0 y 7.0). Fueron inoculados cada uno con 5 ml de una suspensión de levaduras en solución salina, de un cultivo de 24 a 48 h de edad en PDA pH 5.2 La suspensión se concentró hasta obtener una turbidez de 250 a 300 unidades Klett, utilizando filtro rojo; los matraces inoculados fueron incubados a temperatura ambiente, con agitación rotatoria de 250 rpm aproximadamente por 96 h,

Determinación de condiciones óptimas de crecimiento

Del matraz o matraces con mayor desarrollo se determinaron las mejores condiciones de crecimiento, probando las diferentes combinaciones posibles en cuanto a pH, T y Concentración de ácido acético.

Para trazar la cinética de crecimiento se emplearán los siguientes parámetros: Peso seco, Proteína intracelular y Rendimiento $Y_{x/s}$.

1.-Peso seco: A diversos intervalos de tiempo (0, 24, 48, 72 y 96 h) se tomó 1 ml del medio inoculado y se filtró a través de una membrana de celulosa GA-8 tamaño de poro 0.20 μm y un diámetro de 13 mm (Millipore Gelman Instruments Co.), utilizando una jeringa hipodérmica de 5 cm^3 en seguida se lavó con 5 ml de agua destilada a 40 °C y se llevó a peso constante en una estufa a 100 °C por 24 h. Finalmente se pesaron los discos ya secos, la diferencia en peso seco (peso del filtro con células – peso del filtro sin células), se reporta como peso seco, graficando peso seco contra tiempo en papel semi logarítmico y calculando el rendimiento final (Schlegel, 1975).

2.-Proteína intracelular: A 1 ml del cultivo intacto se le añadieron 4 ml de ácido tricloroacético al 1.25 %, se mezcló y se centrifugó a 4000 rpm durante 20 minutos en una centrífuga CRU – 500 Damon/IEC Division. Se desechó el sobrenadante, se añadieron 2 ml de NaOH 1 N al precipitado celular dejando en reposo por una hora. Este hidrolizado alcalino sin diluir es tratado de acuerdo al método de Lowry et. al., (1951). Las densidades ópticas de las muestras fueron obtenidas en un espectrofotómetro Junior II Coleman.

3.-Rendimiento $Y_{x/s}$ (g de peso seco por litro/g de ácido acético por litro)

Resultados

De las muestras procedentes de agua miel de la destilería de Villa Aldama, N. L. se aisló una levadura que presentó buen desarrollo en los medios minerales con ácido acético como única fuente de carbono, se le denominó cepa I.



Figura 1 Cultivo de agua miel en Medio Mineral con ácido acético (1%, 2% y 3% v/v) y 300 ppm de extracto de levadura pH 4.0

Fuente: Saldaña, 2016

Purificación e Identificación de la levadura.- A partir del cultivo inicial de agua miel en medio mineral se realizaron resiembras en cuadrantes sobre placas de Petri con PDA, donde se obtuvo un solo tipo de colonia, estas fueron blancas, circulares, lisas, secas, y convexas, sin formación de pseudomicelio; sus características microscópicas fueron las siguientes: células redondas u ovals con dimensiones de (2.0 – 2.5) μm X (3.0 – 4.5) μm . La reproducción vegetativa es por gemación multilateral y la reproducción sexual es mediante ascosporas, presentando de 1 a 4 ascosporas por asca. (Tabla 3 y Figura 2). Sus características bioquímicas se muestran en la tabla 4.

Características de <i>Saccharomyces exiguus</i>		
Características	Macroscópicas (colonias)	Microscópicas (células)
Color	Blancas	
Borde	Liso	
Aspecto/Apariencia	Seca	
Elevación	Convexa	
Forma	Circular	
Gram	Positivo	
Dimensiones		(2.0 – 2.5 x 3.0 – 4.5) μm
Reproducción Vegetativa		Gemación múltiple
Reproducción Sexual		Ascosporas

Tabla 3 Características macroscópicas y microscópicas de *Saccharomyces exiguus*

Sustrato	Positivo	Negativo
Glucosa	+	
Galactosa	+	
Sacarosa	+	
Rafinosa	1/3	
Maltosa		-
Melobiosa		-
Trehalosa		-
Lactosa		-
Nano ₃		-
Urea		-
Asparagina	+	
Etilamina	+	

Tabla 4 Características bioquímicas de *Saccharomyces exiguus*

En base a estos resultados de sus características bioquímicas, no utilizar maltosa, no metabolizar nitratos, no degradar lactosa, y la producción de ascosporas (3) en medio Gordkowa, su morfología macroscópica y microscópica la cepa I se identificó como *Saccharomyces exiguus*. La figura 2 muestra las ascosporas (3) en el cultivo de *S. exiguus* crecida en medio de Gordkowa; Figura 3 Fotografía de microscopia electrónica con tinción negativa a 14,400 X de *S. exiguus* crecida en Papa Dextrosa Agar pH 5.2.

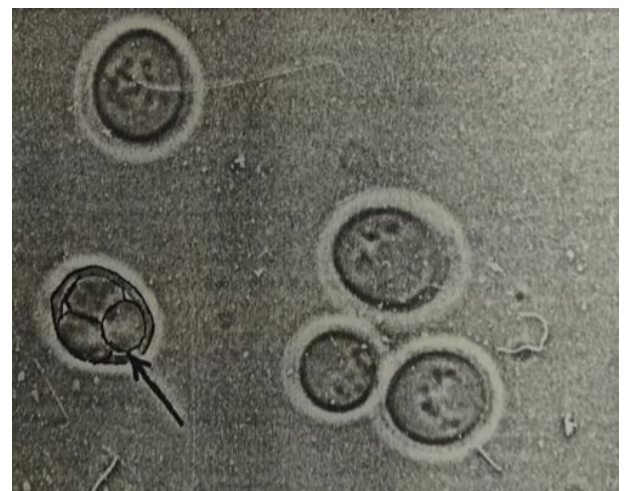


Figura 2 *Saccharomyces exiguus* crecida sobre medio de Gordkowa a 4 días de edad

Fuente: Ruíz Ordoñez, 2016

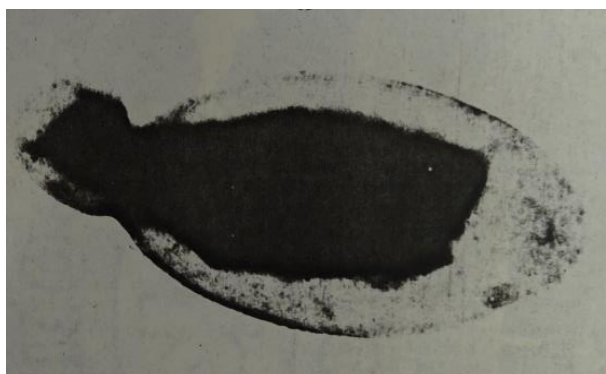


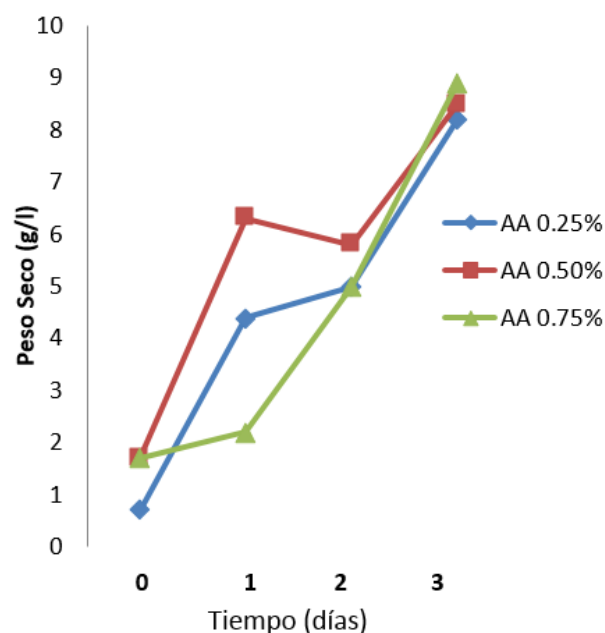
Figura 3 *Saccharomyces exiguus* crecida sobre Papa Dextrosa Agar pH 5.2, 8 días de edad
Fuente: Ruíz Ordoñez, 2016

Saccharomyces exiguus mostró una buena capacidad para desarrollarse en medio mineral czapek modificado pH 4.5. Los resultados obtenidos (grafica 1 y Tabla 5) muestran que el ácido acético al 0.75% (v/v) fue adecuado para la producción de proteína unicelular de acuerdo al rendimiento (178 g/l) bajo las condiciones de fermentación encontradas a nivel de matraz.

Tiempo de fermentación (h),	72
Agitación (rpm)	250
NH ₄ Cl (g/l)	5.0
Ext.Lev (ppm)	300
% ácido acético (v/v)	0.75
Peso seco X (g/l)	178
Velocidad de crecimiento μ (h)	0.119
Rendimiento $Y_{x/s}$ (g/l)	1.13
Tiempo de generación t_g (h)	5

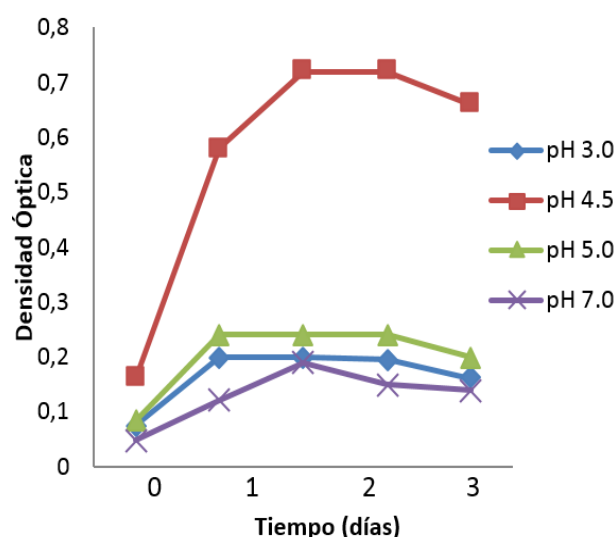
Tabla 5 Condiciones de Crecimiento de *Saccharomyces exiguus* en medio mineral pH 4.5

El valor de la cantidad de proteína intracelular encontrada en la biomasa obtenida del crecimiento de *S. exiguus* en medio mineral AA al 0.75% (v/v) fue de 240.8 μ g/ml



Gráfica 1 *Saccharomyces exiguus* creciendo en medio mineral Czapek modificado con 300 ppm de extracto de levadura pH 4.5

El mejor desarrollo de *Saccharomyces exiguus* creciendo en medio mineral se observó a pH 4.5 donde la densidad óptica alcanzó un valor de 0.72 (Gráfica # 2). En los otros pH's probados no tuvo un buen desarrollo



Gráfica 2 *Saccharomyces exiguus* creciendo en medio mineral Czapek modificado a 0.75% de Ácido Acético con 300 ppm de extracto de levadura

Conclusion

Se aisló una levadura capaz tolerar el ácido acético como fuente de carbono y producir biomasa en medio mineral con 0.75% (v/v) de ácido acético a pH 4.5; con un rendimiento ($Y_{x/s}$) muy adecuado de 1.13 g/l.

Los resultados obtenidos muestran que el ácido acético puede ser empleado eficientemente como sustrato en la producción de proteína unicelular y representa una alternativa de aprovechamiento del ácido acético residual de procesos comerciales o industriales.

Las condiciones óptimas experimentales para *Saccharomyces exiguus* fueron las siguientes:

pH 4.5; Concentración de ácido acético 0.75% (v/v); Temperatura de incubación 30 °C y Agitación 250 rpm.

Saccharomyces exiguus posee excelentes características fisiológicas para desarrollarse en ácido acético, es tolerante al pH ácido, responde rápidamente a la adición de tiamina, niacina, biotina y ácido pantoténico del extracto de levadura, al no presentar fase de latencia lo cual incremento su rendimiento de biomasa en el menor tiempo de fermentación.

Nuestros resultados son mejores que los obtenidos por Sánchez, et. al., 2006 quienes lograron un rendimiento de 0.5 g/l con *Saccharomyces exiguus* creciendo en medio mineral de composición similar enriquecido con extracto de malta en reactores de 14 litros.

Referencias:

Carrillo Inungaray María Luisa, Mayra Aguilar Zarate, Jorge Enrique Wong Paz y Diana Beatríz (2010). Producción de Biomasa de *Candida utilis* (Henneberg) a partir de melaza. U. Tecnociencia 4 (2): 32 – 40.

Chacón-Olivares María, Pacheco-Rivera Andrea, Cendejas-López Mayra y Ortega-Herrera Francisco (2016). Tendencia del crecimiento en la cultura del reciclaje. Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales. Vol. 2, N°5: 63-72.

Chacón Villalobos Alejandro (2004). Perspectivas Actuales de la Proteína Unicelular (SCP) en la Agricultura y la Industria. Agronomía Mesoamericana 15(1): 93 – 106.

Chalon, M., Terán, V., Arena, M., Oliszewki, R., González, S. (2013). Microbiological culture broth designed from food waste. Journal of Environmental Management, 115: 1-4.

Crueger W and Crueger A. (1989). Biotecnología: Manual de Microbiología Industrial. Zaragoza, España. Ed. Acribia. 413 p.

Davis J.B. (1967). Biosynthesis of chemical products, petroleum microbiology. 2° Edition Elsevier Publishing Co. U.S.A. pp 238 – 249
Frias N.R. y E.R. Trucco (1972). Aislamiento y caracterización de mutantes de E.coli que desarrollan en ácidos grasos de cadena corta. Rev. Lat. Amer. Microbiol. 14: 11-13

Gradwohl R.B.H. ,M.O.D.S. (1956). Clinical Laboratory Methods and Diagnostics. 5° Edition. The C. U. Mosby Co. U.S.A. II: 1423 – 1462.

Latham M.J. and N.L. Legakis (1976). Cultural factors influencing the utilization or production of acetate by *Butyrivibrio fibrosolvens*. Journal of General Microbiology. 94: 380 – 386.

Loder J. (1970). The Yeast, a taxonomic study. 2° Edition. North – Holland Publishing Co. Amsterdam – London.

Mejías-Brisuelas Nildia ,Orozco-Guillen Eber y Galaan-Hernández Néstor (2016). Aprovechamiento de los agroindustriales y su Contribución al Desarrollo Sostenible de México. Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Vol.2, N°6:27-41

Navarrete-Reinoso Ramón, Arredondo-Hidalgo María y González-Rosas Erika (2015). Revisión de la evolución de la Industria Alimentaria en México. Revista de Investigación y Desarrollo Vol.1, N°1: 7-17.

Palmerín Carreño Dulce María, Lorenzo Guevara Olvera, Francisco Villaseñor Ortega y Cristina Pérez Pérez (2011). Identificación de una levadura para producción de proteína unicelular para consumo humano y determinación de los parámetros cinéticos a nivel de matraces agitados. CIENCIA@UAQ. 4(2): 35 – 46.

Pelczar M.J. y R.O. Reid (1966). Microbiología 2° Edición. Mc Graw Hill Book Co. Pp. 211 – 224.

Patel Ramesh N.S., Louise Hoare D.S. Horare and b.f. Taylor (1977). Acetate assimilation by a type I Obligate Methylothroph. *Methylococcus capsulatus*. Applied and Environmental Microbiology. 34 (5): 607 – 610.

Ramírez Navas Juan Sebastián (2012). Aprovechamiento Industrial de Lactosuero Mediante Procesos Fermentativos. Publicaciones e Investigación ISSN 1900 – 6608 Vol. 6: 69 – 83.

Sánchez-Marroquín A., C. Zermeño A., A. Zamarripa y J. García (1966 a). Nuevo sustrato para la propagación de levadura alimenticia en escala de laboratorio. Rev. Lat. Amer. Microbiol. Parasitol. 8: 189 – 195.

Sánchez – Marroquín A., C. Zermeño, L. Viera y S. Manrique (1966 b). Producción de biomasa de levadura en planta piloto. Rev. Lat. Amer. Microbiol. Parasitol. 8: 197 – 205.

Suharto I, Redyowait S. (1999). Mini-fermentation technology to produce single-cell protein from melasses (en línea). Consultado 12 abril 2003. http://www.unu.edu/unupress/food/UNU06/cap_8.htm.

Taron-Dunoyer A., J.Pérez-Mendoza y J. Martínez-Zambrano (2012). Obtención de proteína unicelular a partir de lactosuero. Vitae 19 (sup. 1): s189 – s191.

Trujillo Amanda G., D. Garza G., Ma. De los ángeles Sandoval (1976). Manual de Micología Médica. E.N.C.B. – IPN.

Van den Berg L.G.B., Patel D.S., Clarck and C.P. Lentz (1976). Factors affecting rate of Methane formation from Acetic Acid by enriched methanogenic cultures. Canadian Journal of Microbiology. 22: 1312 – 1319.

Wycener W.S., H.G. Rekever, R.A. Rems, L.S.J. Ajl (1968). Alternate Pathways of Metabolism of Short-Chain Fatty Acids, Bacteriol. Rev. 32: 1- 26.

Variación del ángulo de disparo de un sistema senoidal para desarrollar un sistema eléctrico de ahorro de potencia

CABRERA-ORNELAS, Javier †, JUÁREZ-TOLEDO, Carlos y MARTÍNEZ-CARRILLO, Irma

Centro de Tecnológica Avanzada (CIATEQ), Universidad Autónoma del Estado de México

Recibido Recibido Julio 11, 2017; Aceptado Septiembre 5, 2017

Resumen

El ahorro de potencia juega un rol muy importante en cualquier empresa, donde en ocasiones existen motores de corriente alterna que no cuentan con un control de velocidad por lo que trabajan a la máxima potencia. En el mercado existe una gran cantidad de variadores de velocidad los cuales en su mayoría funcionan modificando la frecuencia de oscilación y con esto varían la energía suministrada al motor. Esto los hace muy confiables, pero representan costos adicionales para su diseño, programación e implementación. En este artículo se presenta un método para modificar la velocidad de un motor de corriente alterna, el cual consiste en usar el circuito RC para cortar la señal de alimentación senoidal a intervalos periódicos por medio de un triac y de esta forma obtener diferentes potencias de suministro del motor. Como se muestra en el contenido del trabajo el control es muy accesible, por lo que, también podría implementarse de forma sustentable en otros dispositivos que trabajen en corriente alterna como lo son luminarias o calentadores.

Sistema dinámico, circuito RC, Ahorro de energía

Abstract

The energy-saving is essential for corporations and consumer, in the industries there are electric motors without speed control with these motors rotating at nominal speed. In the market exists many efficient devices for the speed control, almost all change the frequency of the motor supply with electronic technology. There devices are reliable and effective, but to operate correctly these must be incurring additional costs in their design, programming and implementation. This article shows a method to modify the speed of an AC motor using the conventional RC circuit. The goal is to cut the sinusoidal supply in periodic times using a triac. The result is a simple control and costs less to operate. Due to the versatility of the control can be applied in others AC circuits like luminaires or heaters.

Dynamic system, RC circuit, Energy saving

Citación: CABRERA-ORNELAS, Javier, JUÁREZ-TOLEDO, Carlos y MARTÍNEZ-CARRILLO, Irma. Variación del ángulo de disparo de un sistema senoidal para desarrollar un sistema eléctrico de ahorro de potencia. Revista de Investigación y Desarrollo 2017, 3-9: 11-19.

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El ahorro de energía es tema de interés actual en la mayoría de las empresas de cualquier giro (González, 2016). En este artículo se presenta una técnica con control de tensión alterna y que por su simplicidad no depende de la frecuencia.

El control propuesto, está basado en el suministro de corriente alterna mediante un corte periódico en la señal senoidal periódicamente, (Rashid, 2004). Para tal fin es necesario un dispositivo con suficiente velocidad de respuesta tal y como sería un triac.

Convencionalmente existen dos formas de controlar la velocidad en el motor de corriente alterna:

- Para una carga que presenta una característica par-velocidad, será posible controlar la velocidad ajustando la tensión del motor (Hart, 2001).
- Variando la frecuencia, debido a que el par producido por un motor de inducción es proporcional al cuadrado de la tensión aplicada (Jamaica G, 2016). El inconveniente de esta técnica es que necesita de equipos costosos en su diseño y programación.

El modelo que se presenta en este trabajo para controlar la velocidad de un motor de inducción consiste en el análisis dinámico variante en el tiempo de un circuito RC, con lo que se modifica la compuerta de disparo de un dispositivo electrónico semiconductor (triac) mediante el comportamiento del voltaje de la resistencia del circuito RC, variando el valor energético suministrado al motor.

Existen métodos convencionales para el disparo del ángulo de los sistemas de control para dispositivos eléctricos, los atenuadores más utilizados son de luminosidad o el control de velocidad de los motores de inducción (Mosqueda V, 2016).

El avance significativo que han tenido los dispositivos semiconductores tanto en precio, rapidez, bajo consumo de energía y confiabilidad hacen que el control por medio del corte del ángulo de disparo sea una opción confiable y de bajo costo (Figueroa F, 2016).

Modelado dinámico de un sistema RC

Un sistema RC, como el que se muestra en la Fig. 1, está constituido de los siguientes componentes:

1. El conmutador tiene tres posiciones:
 - Posición S1 no hay carga del capacitor
 - Posición S2 carga al capacitor
 - Posición S3 descarga al capacitor
2. El circuito consta de un voltaje que carga a un capacitor,
3. El capacitor está conectado en serie con una resistencia.

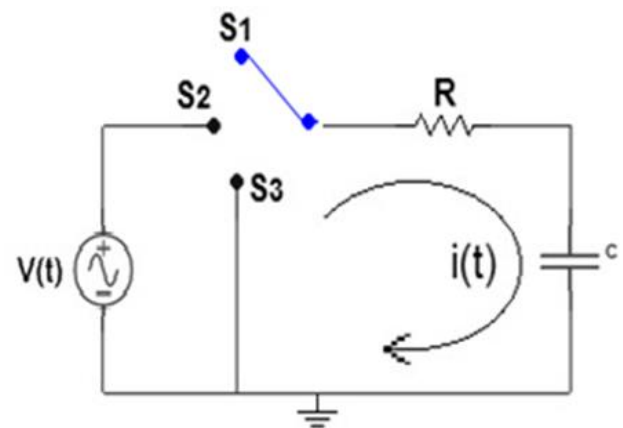


Figura 1 Circuito RC

Fuente: Elaboración propia

Los elementos que intervienen en el circuito RC, del sistema de estudio se presentan en la tabla 1.

Elemento	Símbolo	Unidades de medida
Generador de corriente alterna (Señal de entrada)		Volts (V)
Conmutador		Off-On
Resistencia		Ohms (Ω)
Capacitancia		Faradios (F)
Corriente	$i(t)$	Amperes (A)

Tabla 1 Elementos del sistema RC

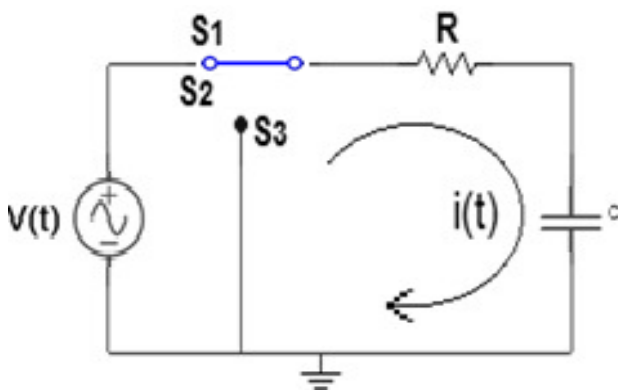
Fuente. Elaboración propia

El análisis del comportamiento dinámico del sistema de la Fig. 1, se visualiza desde dos casos (Muhammad H, 2004).

1. Cuando **S1** conmuta con **S2**, el capacitor se carga con respecto al generador de corriente alterna (Generador de C. A.).
2. Si **S1** conmuta con **S3**, entonces el capacitor entrega energía al sistema lo que propicia su descarga.

En este trabajo al análisis del sistema RC de estudio, se analizará desde el caso 1.

S1 conmuta con S2. Para fines de este estudio, considérese la Figura 2.

**Figura 2** S₁ conmuta con S₂.

Fuente: Elaboración propia.

Cuando S₁ conmuta con S₂ los elementos del circuito se alimentan de la fuente de voltaje $V(t)$, entonces el comportamiento dinámico del sistema es representado por (Ogata K, 2003):

$$V(t) = V_R + V_C \quad (1)$$

Donde V_R y V_C son el voltaje de la resistencia y del capacitor respectivamente y cuya correspondencia es de la forma:

$$V(t) = Ri(t) + \frac{1}{C} \int i(t)dt \quad (2)$$

A partir de la Ecuación (2) se requiere obtener un modelo analítico que permita conocer el comportamiento del sistema en el dominio del tiempo, por lo que se usará el método transformada de Laplace (Rosales J, 2011). Siendo $V(t)$ la señal de entrada e $i(t)$ la señal de salida del sistema de estudio y aplicando transformada de Laplace a la ecuación (2) resulta:

$$V(S) = RI(S) + \frac{1}{C} \left[\frac{I(S)}{S} - \int \frac{i(t)}{S} dt |_{t_0} \right] \quad (3)$$

De la Ecuación (3) con condiciones iniciales cero, entonces la función de transferencia (FT) que es el cociente de la señal de salida entre la señal de entrada (Martinez I, 2015) mediante:

$$\frac{I(S)}{V(S)} = \frac{1}{R} \frac{S}{S + \frac{1}{RC}} \quad (4)$$

La función de transferencia representada por la ecuación (4) contiene las siguientes características:

- Tiene un cero en $S=0$
- Un polo en $s = -\frac{1}{RC}$ con $RC > 0$

Por la ubicación del único polo en el plano complejo del sistema representado por la (FT) de la Ecuación (4) el circuito RC de estudio siempre será estable como se muestra en la figura 3.

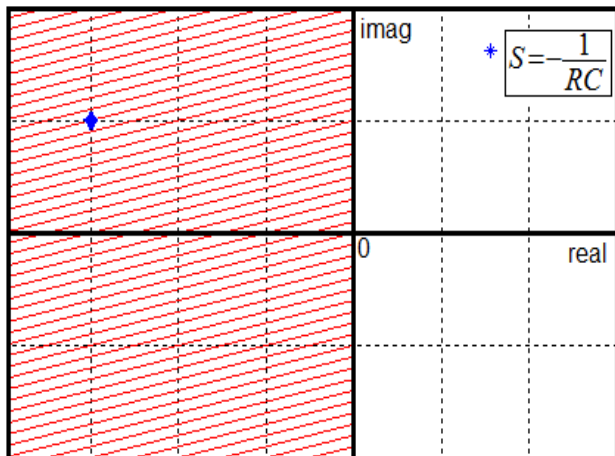


Figura 3 Ubicación del polo del sistema
Fuente: Elaboración propia.

Introduciendo una señal senoidal de entrada en la FT de la ecuación (4) de la forma:

$$V(t) = A \text{sen}(\omega t) \text{Volts} \tag{5}$$

Entonces, la ecuación (4) resulta:

$$I(S) = \frac{A}{R} \frac{S}{\left(S + \frac{1}{RC}\right)} \frac{\omega}{(S^2 + \omega^2)} \tag{6}$$

Donde A es el valor máximo de voltaje de la fuente de alimentación de ca. Aplicando transformada inversa de Laplace a la ecuación (6) se obtiene:

$$i(t) = \frac{AC\omega}{c^2R^2\omega^2+1} \left[-e^{-\frac{t}{CR}} + \cos(\omega t) + CR\omega \sin(\omega t) \right] \text{ Amp} \tag{7}$$

A partir de la ecuación (7), se puede obtener fácilmente el efecto de voltaje de carga y descarga del capacitor y de la resistencia del sistema de estudio siendo:

$$V_C = \frac{1}{c} \int i(t) dt = \frac{AC}{c^2R^2\omega^2+c} \left[\text{sen}(\omega t) + CR\omega \left[e^{-\frac{t}{CR}} - \cos(\omega t) \right] \right] \tag{8}$$

$$V_R = Ri(t) = \frac{ACR\omega}{c^2R^2\omega^2+1} \left[-e^{-\frac{t}{CR}} + \cos(\omega t) + CR\omega \text{sen}(\omega t) \right] \tag{9}$$

Por lo tanto:

$$V(t) = A \text{sen}(\omega t) = V_C + V_R \tag{10}$$

Una vez conocido el comportamiento del sistema de estudio se colocará un sistema de apertura para un triac como a continuación se describe.

Circuito de control de compuerta triac

Para el sistema circuito RC que se muestra en la figura 2, se conecta un circuito de control de compuerta para un triac, como se ilustra en la figura 4.

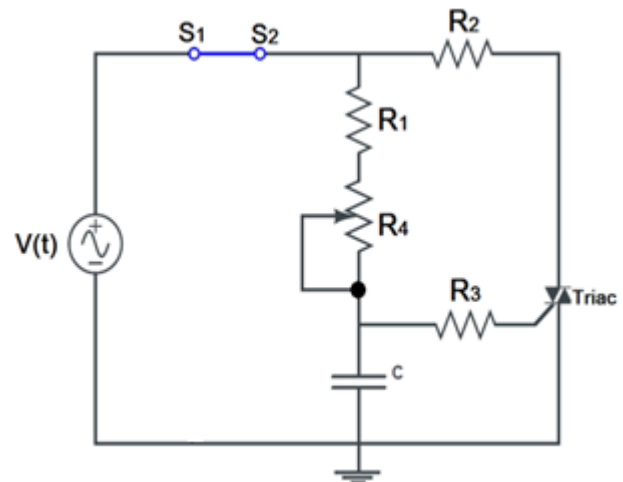


Figura 4 Sistema RC para el control de un triac
Fuente: Elaboración propia.

La función del triac por sus características bidireccionales, en su estado de conducción queda controlado por el potencial de disparo aplicado a la compuerta y la dirección de la corriente eléctrica queda determinada por la polaridad del potencial que recibe (Zetina, 2000).

Una corriente (I_G) se aplica a la compuerta del triac, la cual fluye a través de la unión entre la compuerta y la terminal MT1, la cantidad de corriente de compuerta para disparar un triac es una corriente establecida I_{GT} . Una vez que el triac se ha disparado, mientras que la corriente continúe su flujo a través de las terminales principales, de MT2 a MT1, el triac permanecerá encendido (San Miguel, 2014).

De acuerdo a la ecuación 10, el voltaje total de la fuente se divide en dos partes, una correspondiente al voltaje de la resistencia y la segunda al voltaje de carga o descarga del capacitor, es decir, el voltaje requerido para disparar el triac dependerá del voltaje de la resistencia (Choque S, 2014), siendo:

$$R = R_1 + R_4 \tag{11}$$

Donde, R_4 es una resistencia variable que tomará el valor ideal para disparar el triac para una señal senoidal donde ωt está en radianes, la frecuencia de onda f en Hz y el periodo T en segundos(s) determinados por la relación:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} \tag{12}$$

Convencionalmente la frecuencia natural de la corriente alterna comercial es de $f=60\text{Hz}$ (Boylestand R, 2009).

Resultados: Sistema de disparo del triac mediante resistencias

Para la implementación del método propuesto se usó un circuito como el que se muestra en la figura 4, para accionar una carga en un tiempo establecido. La tabla 2 describe las características de los elementos del circuito de estudio.

Parámetro	Valor
R3	100.0Ω
R4	1 a 500.0Ω
C	0.01μF
V(t)	120Vrms, 60Hz. 0°
Triac	2N6073 VGT: 2.5 máx. IGT: 30mA.

Tabla 2 Características del circuito de estudio

Fuente: Elaboración propia

En la figura 5 se muestra el diagrama del sistema de potencia de estudio.

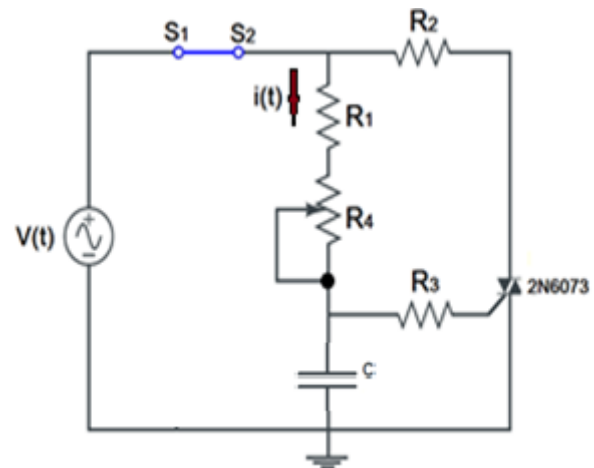


Figura 5 Circuito Electrónico de estudio

Fuente: Elaboración propia

El objetivo se centra en obtener el valor requerido de la resistencia variable para disparar el triac en una constante de tiempo determinada por la ecuación (7) siendo:

$$(R_1 + R_4)C \tag{13}$$

Convencionalmente la sincronización con un dispositivo de arranque triac se da través de las siguiente hipótesis: para un rango de 1 – 30ms. Suponiendo un rango de ajuste de 2×10^{-3} a 25×10^{-3} ms (Timothy J, 2006), la constante de tiempo mínima ocurre cuando R_4 está ajustada hacia un extremo, siendo:

$$(R_1 + 0)0.01 \times 10^{-6} = 2 \times 10^{-3} \\ R_1 = 200k\Omega \tag{14}$$

El valor estándar de R_1 ocurre en 180 kΩ. La constante de tiempo máxima sucede cuando R_1 está completamente ajustado hacia el otro extremo, es decir:

$$(R_4 + 180 \times 10^3)0.01 \times 10^{-6} = 25 \times 10^{-3} \\ R_4 = 2320k\Omega \tag{15}$$

El valor más cercano estándar para R_4 es de 2200kΩ. Usando como referencia los valores obtenidos en las ec (14) y (15) se obtiene la gráfica de la figura 6.

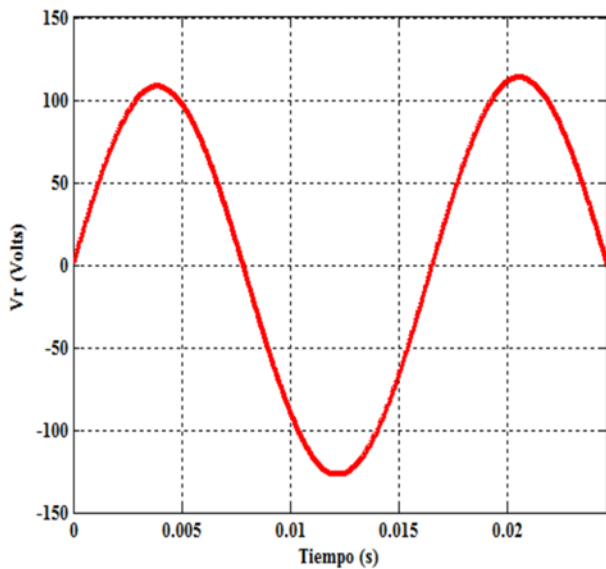


Figura 6 Voltaje de disparo para valores numéricos obtenidos en las ec (14) y (15)
Fuente: Elaboración propia.

Los valores propuestos por el método convencional produce un voltaje fuera del rango requerido para un ángulo eléctrico de 90° , por lo que se procederá a la selección de los valores de la resistencias considerando valores estándar comerciales de la tabla 3.

Parámetro	Valor
R1	1.0kΩ
R4	1.0kΩ
	3.3 kΩ
	3.9 kΩ
	4.7 k

Tabla 3 Valores de R1 y R4
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los valores de la tabla 2 y la tabla 3, sustituyendo en la ecuación (9) de la resistencia, dado que si el voltaje alcanza 2.5 volts a un ángulo eléctrico de 90° , se disparará el triac, como se muestra en la figura 7.

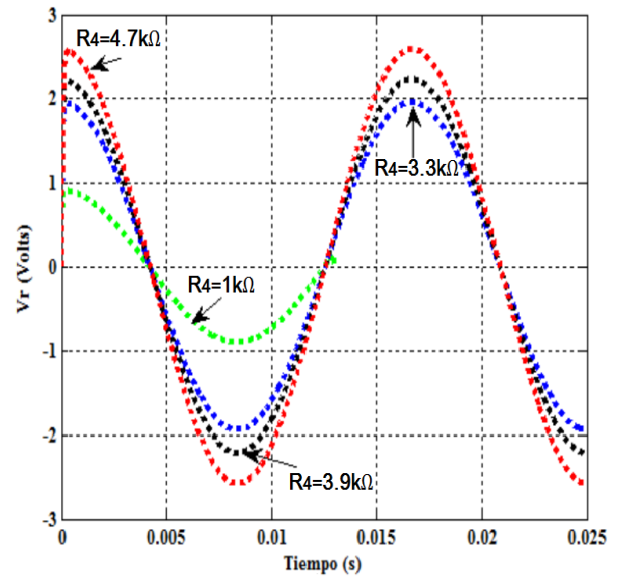


Figura 7 Vr para diferentes valores de R4
Fuente: Elaboración propia.

Sustituyendo los valores de R_4 en la función de transferencia de la ecuación 4, se mapean los polos en el plano complejo como se ilustra en la figura 8.

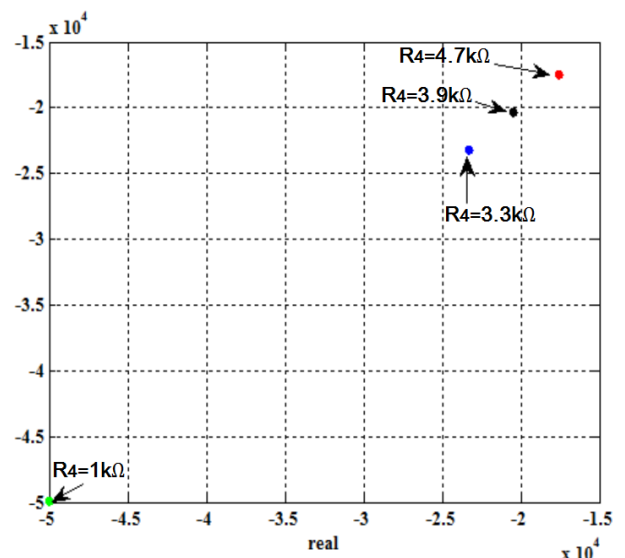


Figura 8 Ubicación de los polos en el plano complejo
Fuente: Elaboración propia

La gráfica de la figura 7, muestra el valor aproximado que debe tener la resistencia variable para disparar el triac dentro de los parámetros requeridos, siendo los valores seleccionados de R_4 de 3.3kΩ o 4.7kΩ.

La gráfica de la figura 9, muestra una ventana más amplia del voltaje de las resistencias en serie con respecto al voltaje requerido para disparar el triac.

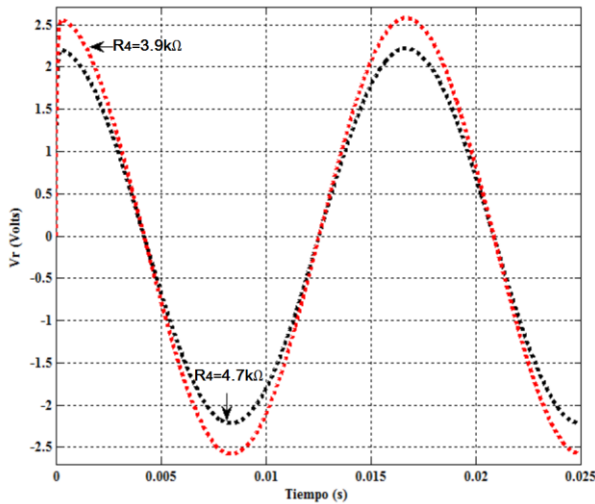


Figura 9 Valores de las resistencias variables seleccionados
Fuente: Elaboración propia.

La gráfica de la figura 9, muestra que la resistencia variable ideal está dentro de los valores estándar de 4.7kΩ. Identificada la resistencia variable de interés, se grafica individualmente como se muestra en la figura 10 para comprobar las características de disparo del triac.

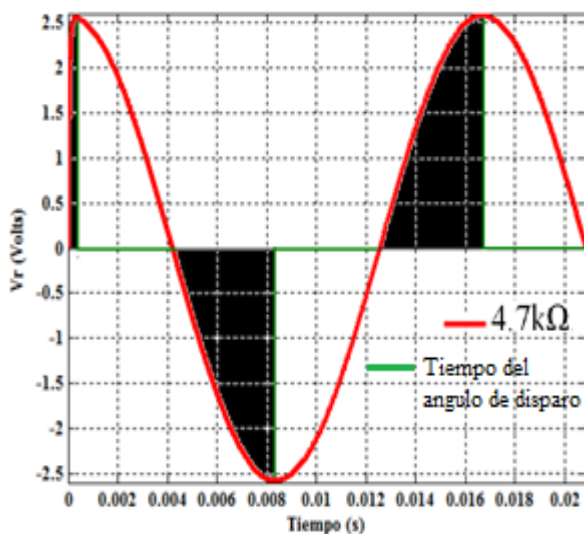


Figura 10 Características de disparo para R4 seleccionada
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 10, se visualiza que el sistema de disparo fue inmediato para $t = 0.345ms$ permitiendo una acción rápida al sistema de control de potencia de estudio lo que permite tener un ahorro de potencia por tiempo de disparo del triac, en el anexo se muestran diferentes pruebas de laboratorio para el sistema de estudio.

Conclusiones

En este trabajo se propone una metodología para obtener los valores de las resistencias adecuadas para disparar un sistema de potencia triac, mediante las ecuaciones analíticas del voltaje y corriente de la resistencia de un circuito RC. En trabajos futuros se pretende obtener el valor instantáneo del gasto energético usando integral numérica, la cual se generará por la apertura y cierre del triac de la figura 10 y conocer a detalle el consumo y ahorro relativo en porcentaje de energía del sistema de estudio.

Anexos

En las pruebas de laboratorio se puede observar la variación del ángulo de disparo para tres valores distintos de la resistencia R del circuito de control RC.

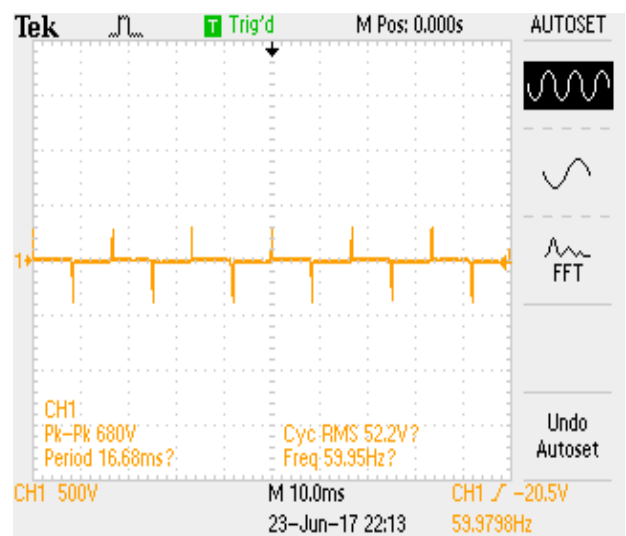


Figura 11 Ángulo de disparo a 10 grados eléctricos
Fuente: Elaboración propia

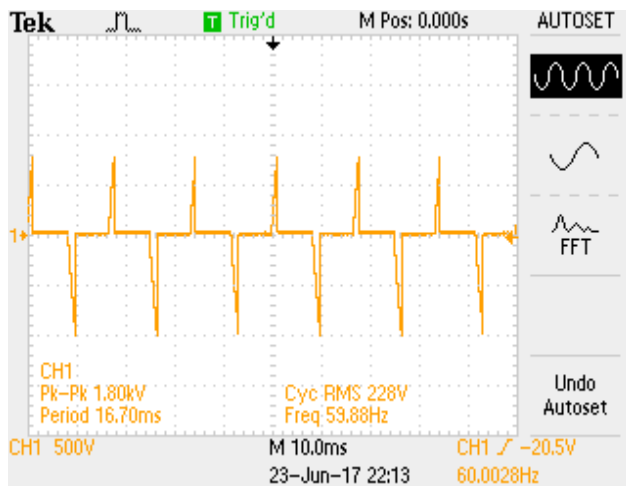


Figura 12 Angulo de disparo a 20 grados eléctricos
Fuente: Elaboración propia.

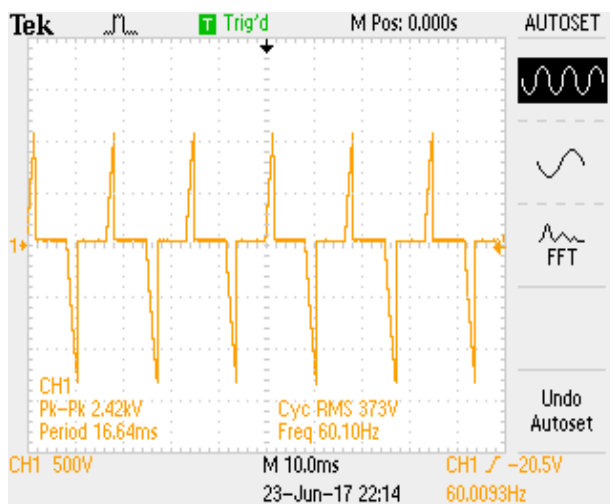


Figura 13 Angulo de disparo a 30 grados eléctricos
Fuente: Elaboración Propia.

Agradecimientos

Los autores agradecen al CIATEQ por el apoyo institucional así como a la Universidad Autónoma del estado de México por el apoyo de sus laboratorios para las pruebas necesarias para la realización de esta investigación.

Referencias

Boylestand, R. L. y Nashelsky, L. (2009). "Electronic Devices and Circuit Theory". USA. Pearson/Prentice Hall. ISBN 0135026490. pp. 31.

Choque Santos Garrón Danny, Zárata Víctor y Colque Juan, Sistema automatizado para el control de iluminación eléctrica de un campo deportivo. Revista de Aplicaciones de la Ingeniería. 2014.1-1: 66-72

Daniel W. Hart. (2001). Electrónica de potencia. Madrid: Pearson Educación.

Figueroa Fernando, García José Miguel, Torres Jacinto y Zúñiga Mónica E. Análisis de dos tipos de mediciones de Descargas Parciales utilizando el método estadístico. Revista de Sistemas Experimentales. 2016, 3-7: 1-9.

González Ramos Alma Delia, Hidalgo Baeza María del Carmen, Rojas Silva Eduardo, Gómez Nungaray Mónica Alejandra, Control y monitoreo de riego mediante el uso de dispositivos móviles. Revista de Tecnología e Innovación 2016, 3-6: 13-17.

Jamaica González Alejandro, Ortega Zertuche J. Gerardo, Guerreo Ordaz Salvador, Conde Salinas David, Sensores de corriente aplicados al ahorro de energía en iluminación. Revista de Aplicaciones de la Ingeniería. 2015, 2-5: 224-229.

J. Juan Rosales García, Manuel Guía Calderón. (2011). Ecuaciones Diferenciales Ordinarias. México; Universidad de Guanajuato.

Mosqueda Valadez Armando, Jurado Pérez, Fernando, Lozano Luna A, Análisis del corto circuito en instalaciones eléctricas industriales trifásicas mediante la Normativa IEC-NOM. Revista de Energía Química y Física. 2016, 3-7: 1-8.

Muhammad H. Rashid. (2004) *Electrónica de Potencia, Circuitos, Dispositivos y Aplicaciones*. México: Pearson Educación.

Muhammad H. Rashid, *Electrónica de potencia: circuitos, dispositivos y aplicaciones*, Pearson Educación, 2004, ISBN: 9702605326.

Martínez, I., Juárez, C., (2015). "Modelado de un Sistema Máquina Bus Infinito Usando Transformada de Laplace". *Pistas educativas*, ISSN 1465-1249.

Martínez, I., Juárez, C., (2015). "Modelado de un Sistema Máquina Bus Infinito Usando Transformada de Laplace". *Pistas educativas*, ISSN 1465-1249.

Ogata, K. (2003). *Ingeniería de Control Moderno*". Madrid. 4ta edición. Prentice Hall. ISBN 0-13-060907-2.

Pablo Alcalde San Miguel, *Electrónica*, Ediciones Paraninfo, S.A., 2014, ISBN: 842839878X, 9788428398787, pág. 268.

Zetina, *Electrónica básica*, Editorial Limusa, 2000, ISBN: 9681857909, 9789681857905, pág. 57.

El necesario empoderamiento ciudadano en el nuevo escenario energético mexicano, desde la perspectiva eléctrica

AQUINO-ROBLES, José Antonio†, FERNANDEZ-NAVA, Cecilia y CORONA-RAMIREZ, Leonel G

Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas del Instituto Politécnico Nacional UPIITA IPN

Recibido Abril 5, 2017; Aceptado Junio 8, 2017

Resumen

Para el sector eléctrico en México. Se han delineado una serie de cambios estructurales y operativos. Y estos se han ido ejecutando paulatinamente. Sin embargo, estos cambios, aunque nuevos en nuestra nación, no lo son en otras naciones, en donde el modelo de mercado se ha implantado ya con una anterioridad de décadas inclusive a nuestro caso mexicano. Por tal motivo se ha podido analizar casos particulares en donde en cierta parte de estas naciones, la sociedad civil se ha empoderado respondiendo ante tales cambios, de forma solidaria, en los negocios y también creando una contraparte respecto a las decisiones en cuanto a la planeación estratégica de los ministerios de Energía. Por tales hechos y por iniciativa de la sociedad civil, los clientes consumidores y a la vez productores energía, se han agrupado en cámaras de comercio de energía eléctrica, creando un frente común que promueve la cooperación y a la vez la modernización del sector en aras de beneficiar a la población y también ya organizados de esta forma se llevan a cabo compra y venta de energía, mediante transacciones en las que las cámaras sirven de testigos y depositarios de los contratos entre compradores y los vendedores.

Mercado eléctrico, Plantas virtuales de generación de energía eléctrica, cámara de comercio de energía eléctrica, participación ciudadana en el sector eléctrico

Abstract

For the electricity sector in Mexico. A number of structural and operational changes have been defined. And these have been gradually implemented. However, these changes, although new in our nation, they are not new in other nations, where the market model has already been implanted for decades before our Mexican case. For this reason, it has been possible to analyze particular cases where, in a certain part of these nations, civil society has been empowered by responding to such changes, jointly and severally in business. And also creating a counterpart with respect to the decisions regarding the strategic planning of the Energy ministries. Given these facts and at the initiative of civil society, consumers and energy producers, were associated in chambers of commerce of electrical energy, Creating a common front that promotes cooperation and at the same time the modernization of the sector in order to benefit the population and also already organized in this way. They conduct purchase and sale of energy, through transactions in which the cameras serve as witnesses and depositors of contracts between buyers and sellers.

Electric market, Virtual power plants, electric energy trading chamber, citizen participation in the electric sector

Citación: AQUINO-ROBLES, José Antonio, FERNANDEZ-NAVA, Cecilia y CORONA-RAMIREZ, Leonel G. El necesario empoderamiento ciudadano en el nuevo escenario energético mexicano, desde la perspectiva eléctrica. Revista de Investigación y Desarrollo 2017, 3-9: 20-30.

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En la actualidad existe una elevada correlación entre el incremento de la demanda eléctrica y el aumento en el producto interior bruto (P.I.B) de un país. Este hecho, es una de las razones por las que el sector eléctrico ha estado regulado, dada la importancia que tiene en el desarrollo económico de una nación (Aquino, Cortes, Corona, 2014).

A ese respecto existen cuatro actividades principales relacionadas con el suministro eléctrico:

- **La generación** que se lleva a cabo en los distintos tipos de centrales tanto convencionales, como renovables de muy diversa capacidad, mismas que pueden ir de varios cientos de MW hasta generación de nivel micro de algunos cuantos kW.
- **El transporte o transmisión**, el cual conduce el fluido eléctrico generado por medio de las líneas de alta tensión, hasta subestaciones cercanas a los centros de consumo, tanto doméstico como industrial.
- **La distribución** la cual se realiza a través de las redes de media y baja tensión, y finalmente
- **La comercialización** de la electricidad a los consumidores.

En los sistemas eléctricos tradicionales como hasta el año 2014 lo había sido el mexicano, todas las actividades estaban reguladas y verticalmente integradas en una única empresa, y además propiedad del Estado. Es decir, las decisiones son tomadas por un planificador centralizado que teóricamente debe intentar minimizar los costes totales de explotación a la vez que se respetan todas las limitaciones técnicas y garantizando un nivel de fiabilidad satisfactorio, de acuerdo a (Jiménez, 2006).

A esta forma de operación del sector eléctrico se le conoce como Sistema verticalmente integrado.

Haciendo un poco de investigación retrospectiva se sabe que, desde principios de la década de los ochenta del siglo XX, se viene produciendo un proceso de liberalización y desregulación del suministro de energía eléctrica, con una clara tendencia hacia la desintegración, (la separación de actividades) y el desarrollo de las mismas, siempre que sea posible, en régimen de competencia.

La motivación de esta evolución reside en la búsqueda de una mayor eficiencia en el funcionamiento de cada una de las actividades, siendo el ideal: *disponer de un mejor servicio a menor coste*. Este proceso ha dado lugar en muchos países al surgimiento de mercados de generación eléctrica. A su vez, la aparición de estos mercados ha hecho que las empresas de generación deban asumir nuevas responsabilidades, que hacen que la explotación del sistema sea significativamente diferente a la desarrollada hasta entonces por un planificador centralizado (Gilzans, 2010).

Dicho lo anterior, el análisis del sector eléctrico, en la actualidad, guarda relación principalmente con disciplinas del conocimiento: la ingeniería eléctrica, la investigación operativa y el análisis microeconómico, aunado ahora al estudio del impacto que tendrá el empoderamiento ciudadano ante estos cambios.

El transporte y la distribución constituyen un monopolio natural. Se trata de una actividad intensiva en capital, que requiere conexiones directas con los consumidores. Además, existen economías de escala asociadas a ello. Proporcionalmente es más barato construir una línea de 1000 MW que una de 500 MW, desde el punto de vista técnico.

La explicación que hace que esta actividad pueda ser considerada como un monopolio natural, es debida a que no tiene sentido que se construyan redes de transporte o de distribución por parte de cada uno de los agentes participantes en el mercado.

Aunado a lo anterior en la actualidad existen más restricciones que en otros tiempos. Por un lado, están los proyectos que solo son factibles mediante las economías de escala y, por otro lado, los motivos medio ambientales y de cambio de uso de suelo. En estos momentos, constituye un problema intentar construir una nueva línea de transporte o distribución, dado que han de ponerse de acuerdo todos los posibles afectados por dicho proyecto. Por tanto, sería inimaginable que se permitiera construir redes paralelas y que estas fueran propiedad de distintos participantes (Ibídem).

Son varias las causas que han llevado al cambio en la estructura del sector eléctrico, pasando de un sistema totalmente regulado propiedad del estado, a un mercado liberalizado en el que cualquier compañía puede desarrollar la actividad productiva. Aunque no todas las actividades propias de este sector han sido o pueden ser desreguladas.

Mientras en la generación y comercialización se han dado una serie de acontecimientos que han hecho viable esta liberalización, el caso del transporte y la distribución permanecen regulados en su totalidad, debido a que no se han desarrollado nuevas tecnologías que hagan que dejen de ser, monopolios naturales.

Aun cuando la generación distribuida y cogeneración, pueden en un momento dado evitar la construcción de líneas de transporte y distribución.

Los factores que han hecho posible la liberalización de actividades son:

Reducción de las economías de escala en la generación

En la actualidad la modularidad de gran parte de los elementos que conforman las centrales hacen que ya no sea mucho más rentable construir una central de 500 MW que dos de 250 MW. Ello claro en épocas de una planificación central. Pensemos el contraste, en una nación con la existencia de muchos consumidores que a la vez generen energía. Para ellos, para los clientes sería mucho mejor tener 500 generadores de 1 o más MW cada uno, al haber más productores ofertando el mismo producto, el precio tendería a disminuir con lo cual ahora el problema sería generar la energía de manera coordinada.

Y ahora con el uso de tecnologías vanguardistas

Sobre todo, el uso intensivo de tecnologías renovables, como la eólica, o la fotovoltaica, con unos costes de instalación y mantenimientos muchos menores que los que estaban asociados a las tecnologías convencionales, o la aparición de los ciclos combinados, más eficientes que las anteriores termoeléctricas, han provocado un cambio en las condiciones del sector a nivel de generación, tanto de grandes volúmenes de energía como de pequeños volúmenes.

Todo ello ha conseguido que las barreras de entrada sean mucho menores, haciendo viable una posible entrada de nuevos participantes (Aquino, Gonzalez & Fernandez, 2015).

En la transición hacia un sistema eléctrico con actividades liberalizadas, no basta con que existan los medios legales para poder liberalizar el sector, también es necesario que se permita, en todo sentido por parte de los organismos reguladores en el plano operativo.

Y esto implica reglas claras que den un buen trato de manera igualitaria tanto a los grandes productores de energía, como a los productores en pequeño y que los usuarios lo crean conveniente también. (De ahí que el tema central de este trabajo sea el empoderamiento ciudadano en el sector eléctrico).

Marco Teórico

El primer requisito se ha dado en gran cantidad de países, incluso la Unión Europea ha publicado dos directivas en las que se insta a los gobiernos de los países miembros a tomar las medidas necesarias para favorecer esta liberalización.

El segundo requisito es un impedimento menor, ya que en la actividad de generación la búsqueda de aumentar la eficacia y con ello disminuir el precio, está relacionada con la liberalización. Se podría decir que mientras exista un único propietario que toma todas las decisiones de inversión repercutiendo los posibles costes de unas medidas erróneas al conjunto de los consumidores, el uso que se está haciendo de los recursos no es todo lo eficiente que debería.

Si esta toma de decisiones se reparte en diferentes empresas, cada una de ellas se preocupará por minimizar los costes de operación y de aumentar sus ingresos, prestando una especial atención a su estrategia de inversiones para reducir los errores en las mismas. Por ejemplo, si una empresa decide la construcción de una central que no resulta adecuada, el mercado se encargará de dejarla fuera en sus decisiones y esto repercutirá en el beneficio del agente en cuestión.

El hecho de que exista un conjunto de agentes tomando decisiones hace que el mercado escoja a las que actúan de forma más eficiente, por lo que el error en una decisión no afecta a los consumidores al menos de forma tan directa como en el escenario regulado (Jiménez 2006).

Todo esto debe repercutir en una disminución en el precio al aumentar la competencia y eficiencia en el sector. *Aunque para que la disminución en los precios sea efectiva, es necesario que la competencia también lo sea y esto solamente se puede conseguir haciendo que el número de participantes en el mercado sea lo suficientemente elevado.*

Dado que la mayoría de los mercados que se han liberalizado hasta el momento son locales, *la cantidad de empresas participantes es pequeña pudiéndose considerar estos mercados como oligopolistas, siendo hasta cierto punto cuestionable la efectividad de la competencia.* Una posibilidad de incrementar esta competencia es mediante la integración de diversos mercados, sabiendo que es necesario el incremento de las capacidades de transporte entre ellos. Esta línea de actuación tiene asociados problemas técnicos, en lo que se refiere a desarrollo de la red de transporte adecuada, además de dificultades desde el punto de vista político dada la necesaria coordinación o incluso fusión de los operadores del sistema.

Otra posibilidad aun más factible es aumentar el número de empresas dentro del mercado interior de cada país y esto implica la existencia no solo de un mercado mayorista en el sector, sino también la fuerte e intensa participación de un mercado al menudeo o minorista donde se venda y se compre energía eléctrica, pero en cantidades pequeñas para proveedores y clientes en pequeño (Aquino et al, 2015). Sin embargo, en mercados eléctricos como el español, recientemente dieron a conocer, un hecho contrastante con las directrices de la Unión Europea, anteriormente mencionado. Ello cuando el exMinistro Soria de Industria manifestó que las grandes eléctricas, ya venían con los reales decretos redactados para su aprobación, ello en detrimento de las mayorías y en favor de unas cuantas compañías. (Diario español "El mundo", 3 de julio del 2017).

Esto último puede notarse al ver los poco lógicos impuestos al uso de la fotovoltaica, conocidos como “los impuestos al sol o al uso del sol” aunado además a todo el proceso burocrático que hace inviable el autoconsumo eléctrico, conocido en otros lares como balance neto o netmetering, siendo ésta una alternativa bastante atractiva tanto económica como medioambiental que beneficia a los productores y consumidores de pequeñas cantidades de energía, de acuerdo a (Sabemos digital, del 17 de Noviembre del 2015).

A ese respecto y como respuesta de empoderamiento ciudadano en la misma España, productores y consumidores de energía particularmente renovable crearon la Asociación Nacional de Productores-Inversores de Energías Renovables (A.N.P.E.R), los cuales se han unido para reclamar la necesaria seguridad jurídica y la defensa de sus derechos ante el desconcierto creado y orquestado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, inducido por las grandes compañías eléctricas.

Dichos agremiados ya se encuentran en su primera fase de constitución agrupando a todos los productores interesados en unirse en base a los siguientes fines u objetivos:

- a. Agrupar, Coordinar y Representar conjuntamente a los productores de energías renovables, para defender conjuntamente sus intereses y derechos, en sede judicial o ante los correspondientes organismos públicos de ámbito estatal, autonómico, y local.
- b. Velar por la seguridad jurídica del sector de energías renovables, y por el respeto de los derechos adquiridos conforme marco legal aprobado.
- c. Reclamar a los diversos Municipios españoles que en las liquidaciones de ICIO que efectúen no incluyan en su Base imponible el coste de los materiales o elementos que componen el valor de lo instalado, si no el coste de su instalación.

- d. Solicitar conjuntamente a los organismos públicos que:
 1. Minoren, bonifiquen o eximan de las cargas impositivas en la tramitación de los diversos proyectos solares.
 2. Simplifiquen los trámites administrativos.
 3. Fomenten los proyectos de energía solar fotovoltaica entre sus ciudadanos, siguiendo las directrices autonómicas, estatales y europeas en desarrollo de los planes de energías renovables y el protocolo de kyoto.
 - a. Ofrecer a sus asociados información actualizada sobre nuevas normativas, especialmente las que cuyo incumplimiento impliquen sanción administrativa.
 - b. Promover la regulación solar fotovoltaica para incentivar los proyectos, proteger el empleo, incrementar las inversiones en I+D, conforme a los fines y objetivos que se establecen a continuación.
 - c. Proponer al Gobierno reformas legislativas con el fin de promover la consolidación y el crecimiento futuro de las energías renovables.
 - d. Organizar Jornadas, Cursos, Seminarios, Conferencias tendentes a profesionalizar y dotar de calidad al sector de las energías renovables.
 - e. Ofrecer el necesario asesoramiento jurídico a los productores de energías renovables sobre aquellos asuntos que sean de su interés.
 - f. En general, realizar todas aquellas actividades que en beneficio de sus asociados aporten confianza al mercado fotovoltaico, transparencia y calidad.

La denominación de A.N.P.E.R es provisional hasta el momento en que la Junta Directiva que se constituya, decida mantener su nombre u otorgarle el de Asociación, o de Plataforma, o de Unión, etc. (La denominación ahora es lo de menos), según ellos así lo manifiestan.

Condición de asociado y procedimiento de admisión: Para pertenecer a A.N.P.E.R es necesario cumplir los siguientes requisitos:

1. Ser persona física o jurídica con plena capacidad de obrar.
2. Ser productor de energías renovables, debiendo demostrar este extremo con documento que lo acredite.
3. Aceptar cumplir las normas estatutarias, reglamentarias y cualesquiera otras aprobadas por los órganos competentes de la Asociación.

Información para el productor de energías renovables interesado en formar parte de A.N.P.E.R. En esta primera fase de constitución se desea comunicar al productor de energías renovables que:

– entre los Asociados interesados en pertenecer a la Asociación se nombrará a su Junta Directiva, compuesta por Presidente, Vicepresidente, Secretario y Tesorero.

Serán los socios interesados los que nombren a su Junta Directiva.– la Asociación A.N.P.E.R, se constituye como Asociación sin ánimo de lucro, siendo los cargos de la Junta Directiva, honoríficos y sin salario, salvo que los asociados, una vez reunidos en Asamblea, decidan lo contrario.

Una vez finalizada esta fase de agrupación, los socios fundadores, suscribirán el Acta fundacional y los Estatutos para solicitar al Ministerio de Interior la constitución de la misma. Una vez constituida, se enviará a los socios interesados en pertenecer a A.N.P.E.R, la Solicitud de Adhesión para que envíen firmada la misma junto con el resguardo de ingreso/transferencia de la cuota de alta y documento que acredite ser productor de energías renovables. En ese momento se les informará de las cuotas mensuales/ anuales que la Junta Directiva decida aprobar. Como Asociación sin ánimo de lucro se pretende hacer un estudio o previsión de los gastos que la Asociación va a tener que atender en defensa de los intereses de su colectivo, de acuerdo a (A.N.P.E.R 2017).

Al observar estos movimientos de empoderamiento ciudadano en sectores eléctricos de naciones, que llevan caminados algunos pasos más adelante en materia de liberalización de actividades, en comparación con México. Podemos notar que el empoderamiento se está convirtiendo en una parte de la solución a posteriori o la prevención contra políticas públicas que, aunque completamente legales; son tendenciosas; las cuales pueden provocar desequilibrios riesgosos en los cotos de poder, de mercados débilmente equilibrados provocado por la reglamentación en su operación.

A ese respecto al hablar de las prácticas de empoderamiento, entendido éste como un proceso que conlleva desarrollo personal y colectivo y la toma de conciencia de las capacidades e intereses de todos los sujetos, mismos que han contribuido a entender y ejercer el poder de manera distinta en estos tiempos (Revista FUSDA, abril-junio, 2009).

Así, el ejercicio del poder ya no es una potestad exclusiva de las autoridades tradicionales o por parte de los sujetos o castas de mayores recursos. Hoy día ejercer el poder se trata de una facultad compartida con sectores que anteriormente habían sido marginados del proceso de toma de decisiones y eran excluidos de la distribución de la riqueza.

Si bien los medios que han hecho posible el empoderamiento, han sido utilizados por grupos sociales vulnerables como las mujeres y la población de menores recursos o escolaridad (sectores históricamente marginados de las estructuras de poder), la formación de agrupaciones como la anteriormente mencionada son prácticas que tienen efectos positivos de gran alcance en toda la sociedad. De esta manera, se va generando una nueva cultura política: una nueva cultura democrática que concibe a todos los individuos como sujetos autónomos y capaces de tomar decisiones a partir de la comprensión de cada circunstancia personal y cada entorno social (Revista FUSDA, abril-junio 2009).

A grandes rasgos, para ir concretando, el empoderamiento puede definirse como “un proceso por el cual las personas fortalezcan sus capacidades, confianza, visión y protagonismo como grupo social para impulsar cambios positivos de las situaciones que viven”

Se trata pues de un proceso que abarca dos dimensiones: la individual (relacionada con las habilidades, destrezas, autoestima y confianza en sí mismo del individuo) y la colectiva (relacionada con el nivel comunitario y social donde se desenvuelven las personas).

La idea de empoderamiento se ha desarrollado con la finalidad de impulsar a aquellos grupos vulnerables que han sido objeto de exclusión social y discriminación. Constituye una estrategia que implica un proceso complejo pero necesario para lograr un desarrollo inclusivo basado en una cultura democrática (Revista FUSDA, abril junio 2009).

A ese respecto *teóricamente* y se recalca este último término *teóricamente* en México hay piso parejo para todos los que deseen participar activamente en el sector eléctrico, eso mencionó el Secretario de energía Pedro Joaquín Codwell, mismo que en una publicación del diario Milenio dijo: "Habrà piso parejo para la competencia en materia de electricidad", garantizó el titular de Energía en la conferencia de prensa donde detalló las funciones que tendrán el Centro de Control de Energía (Cenace) y el Centro de Control de Gas Natural (Cenagas).

Joaquín Coldwell dijo que en adelante los usuarios verán competir a Pemex con CFE ya que la empresa petrolera también entrará al mercado de la cogeneración eléctrica con 2 mil megawatts, sus excedentes los llevará al mercado eléctrico mayorista. Este mercado estará conformado además de CFE y Pemex, por los productores independientes de energía y otro tipo de generadores. (Milenio digital, 28-VIII-2014).

El empoderamiento ciudadano que empuje el cambio y haga realidad las promesas escritas

En contexto con lo que manifestó el Secretario de energía se hace un señalamiento preciso al recalcar que el autoconsumo en México, mejor conocido como contrato de balance neto o net metering, por medio del cual un particular cualquiera, puede generar energía eléctrica en pequeñas cantidades de (1 a 30 KWs) e *intercambiar* la energía, con la compañía suministradora de tal manera que sí pudieran llegar a existir un excedente de parte del particular para con la compañía suministradora estos excedentes deberán *intercambiarse* en algún periodo del año, de tal manera que pudieran llegar en el mejor de los casos al empate, (intercambio que suma cero para ambos).

Pero sí el particular llegará a enviar más energía de la que recibe durante un año, no se le hará ningún pago en efectivo ni se le reservará el excedente a su favor, por más tiempo que el referido a 12 meses. Por lo tanto, al no existir intercambio monetario, tan solo por eso, *ya no hay piso parejo para la competencia en materia de electricidad*; y puede inferirse que existe un trato desigual, solo por ser pequeño productor. Así mismo, el hecho también de que al existir intercambio de energía y éste intercambio este limitado también a 12 meses lo hace de la misma forma una condición permisiva para el pequeño productor. (Aquino, Corona & Fernandez, 2013).

Existe, por tanto, necesidad en México de organizarse de tal forma como han comenzado a hacer los productores de pequeñas cantidades de energía, en España, en Alemania, Bélgica, Brasil y Chile; para poder hacer crecer de manera sostenida, y se recalca éste término de manera sostenida (sin crear deudas como el déficit de tarifa) a los productores de pequeña escala en México.

No solo porque la mayor parte de ellos lo hacen por medio de tecnologías renovables, minihidráulica, minieólica y fotovoltaica, sino porque, la masificación y el uso intensivo de estas tecnologías de aprovechamiento energético, no solo pueden diferir o incluso evitar la construcción de grandes centrales de generación tanto de gas natural como centrales que, aunque de tecnología llamada limpia es altamente peligrosa y además sus residuos finales tóxicos, como las centrales nucleares.

También pueden evitar la construcción de líneas de transporte de alta y muy alta tensión y redes de distribución eléctrica, al convertirse en generadores de nivel distribución

Plantas virtuales de generación de energía y el mercado minorista de baja potencia

A ese respecto una de las formas de asociación de parte de muchos productores-consumidores de energía eléctrica en pequeña cantidad es conocida como Virtual Power plant o Planta virtual de generación de energía eléctrica, la cual consiste en la agrupación (dentro de un área geográfica determinada) de diversas unidades de microgeneración eléctrica, siendo estas tanto de tecnologías renovables como convencionales, las cuales para obtener mejores beneficios tanto técnicos, como económicos y de despacho se hacen operar de forma coordinada, de tal suerte que juntos pueden ser observados por el despachador de energía como si fuera una planta de generación de pequeño o mediano tamaño cuando en realidad son muchos microgeneradores dispersos en un área determinada (Aquino et al, 2015).

Las plantas virtuales de generación eléctrica, son ya un concepto más avanzado surgido de lo que originalmente fue la inserción de la generación distribuida en las redes eléctricas, lo cual no es más que colocar plantas de generación muy cerca del usuario industrial o dentro de sus mismas instalaciones en ocasiones sirviendo de cogeneración.

Y que esto consiste en suministrar toda o parte del consumo de las industrias que generaban calor residual y que al insertar éste dentro de un ciclo que le permitiera generar calor y con ello producirse energía eléctrica mediante pequeñas o medianas plantas eléctricas lograban con ello importantes ahorros en su factura eléctrica.

Esto al ir incrementándose entre los industriales logro no solo evitar la construcción de más líneas eléctricas que son siempre necesarias al incrementarse los consumos entre los polígonos y parques industriales, sino que a su vez mejoro la calidad del suministro eléctrico, evitando en ocasiones interrupciones por sobre cargas y también evitando bajos voltajes a la hora de mayor demanda (Aquino, Fernandez, Corona 2016).

Aunado a lo anterior, en países desarrollados se ha incrementado de forma exponencial la instalación de microgeneración fotovoltaica principalmente en la Europa continental y en Norteamérica, Canadá y Estados Unidos, juntamente con China y Japón, y estos han recibido tanto incentivos como las primas en las tarifas, por ser su producción eléctrica de origen renovable, así como incentivos fiscales y hasta préstamos blandos a plazos largos para el pago de las instalaciones. Sin embargo, en ciertas naciones de Europa, como Alemania, Dinamarca España y Portugal han surgido empresas que construyen instalaciones de hasta cientos de kilowatts y que los colocan alquilando azoteas de naves industriales y venden la energía eléctrica con la industria del interior de la nave o con algún otro cliente industrial cercano.

Dando con ello ejemplo de que puede constituirse un mercado de compra y venta de energía eléctrica a nivel minorista y de baja potencia. Prueba de ello es la empresa parques solares de Navarra (Aquino et al 2015).

El asunto importante para que tales negocios se lleven a cabo surge de poder atraer también inversionistas que puedan aportar cantidades también de no tan alto nivel como en el caso de la empresa parques solares de Navarra, ofrecían en 2011, en plena crisis financiera de Europa un rendimiento anual del 10% respecto a su inversión inicial invirtiendo desde 3000 Euros.

Sin embargo, la multiplicación de productores de energía eléctrica de baja potencia entre un determinado sector de la población no puede ya simplemente obedecer la normativa con la que empezaron a interconectarse con la red eléctrica que fue conocida en su tiempo como fit and forget que podría traducirse como conectar y olvidarse (Aquino et al, 2015).

Dado que en la red eléctrica como ya se había mencionado anteriormente la energía debe generarse en el momento mismo que se consume, so pena de hacer variar los dos principales parámetros del servicio, como lo es la onda de tensión y la frecuencia de oscilación de la corriente alterna. Por lo cual el concepto de Planta virtual de generación eléctrica, tendrá por tanto de disponer de los mandos necesarios para poder ajustarse a las necesidades de la red eléctrica en cualquier momento incluyendo también de sistemas de censado y de adquisición de datos, colocando a las redes de distribución eléctrica en camino a convertirse plenamente en redes eléctricas inteligentes. (Aquino, Fernández, Trujillo, 2016).

Sin embargo, existen también ciertas contrariedades para la implementación de las plantas virtuales de generación eléctrica, una de ellas es la naturaleza incierta de las fuentes de energía renovables de dos de las principales tecnologías que forman el grueso de la microgeneración, las cuales son la variabilidad que puede presentar la insolación o intensidad luminosa del sol, por el paso de nubes o días nublados o de mucho viento y la intermitencia del recurso eólico.

Las fuentes o microfuentes de generación renovable pueden interconectarse de forma sincronizada con generación convencional y aunado a los sistemas de almacenamiento energético pueden en un momento dado funcionar incluso de manera autónoma, si es que se llega a perder el suministro de la línea principal. Claro considerando que existen cargas críticas que pudieran ponerse en riesgo sí es que desaparece el suministro de la compañía generadora principal (Aquino et al, 2013).

Las dos principales virtudes del agrupamiento entre pequeños microproductores en el concepto denominado Planta virtual de generación eléctrica son:

- Una vez agrupados pueden vender sus excedentes o toda su energía entre los consumidores locales y con ello crear un mercado minorista local en el que incluso pueden venderse también servicios auxiliares.
- Juntos tendrán mayor fuerza para poder negociar en el mercado mayorista, si en un momento dado cuentan ya con la capacidad instalada total que les permita negociar contratos y subastas de gran magnitud y al adquirir mayor coto de poder podrán forzar ser vistos por las autoridades regulatorias.

Con lo anterior se puede considerar que la asociación de muchos productores de baja potencia puede llegar a despresurizar problemas que son muy conocidos dentro del ámbito de investigación de los mercados eléctricos. Crisis como la del sistema eléctrico de California en 2001, pudo haberse evitado o en su caso, su impacto económico pudo haber sido mucho menor de haber existido las condiciones para la operación de un mercado de baja potencia que fuera la alternativa de elección de los clientes eléctricos.

A la postre, con la conjunción tanto del mercado eléctrico mayorista, como la del minorista será necesario también un espacio reconocido institucionalmente hablando para que tanto compradores como vendedores de energía, tanto de nivel macro, como de nivel micro puedan trabajar coordinadamente. Para lo cual será necesaria la figura institucional de una cámara de comercio de energía eléctrica, muy al estilo de la que ya existe en Brasil cuya página en la red interconectada es <http://www.ccee.org.br/portal>, organismo que interactúa con el ministerio de energía de esa nación <http://www.mme.gov.br/>, justamente también actuando de contrapeso y defendiendo e imponiéndoles a los productores independientes de energía tantos sus derechos como sus obligaciones; agrupados ellos en esa cámara de comercio.

Aunque vale aclarar que la cámara de comercialización de la energía eléctrica en Brasil, es un organismo que sustituyó al mercado eléctrico mayorista en esa Nación, por lo cual, los pequeños productores de energía eléctrica en Naciones cuyos derechos no sean del todo claros o no sean respetados, dadas las magnitudes de los competidores de grandes niveles de producción de energía, deben buscar asociarse mediante cámaras u agrupaciones de comercialización de energía eléctrica, para que aquellas directrices o ideales que se escriben en las leyes y decretos y se mencionan pomposamente en la prensa, pero que solo se cumplen con grandes ventajas para los grandes productores y no para los productores pequeños. Por tanto, es necesario que, a través del empoderamiento ciudadano, logren tener la voz para poder ser escuchados y respetados y se cumplan también las leyes y decretos con ellos, de forma legal y además justa y equitativa.

Agradecimiento

Los autores agradecen a la SIP del Instituto Politécnico Nacional por el apoyo recibido para la realización de este trabajo el cual es parte del proyecto de investigación registro SIP No. 20170814.

Y también a la fundación Carolina, al COTEBAL- IPN y al IIEEL de México, por las facilidades otorgadas para los cursos doctorales.

Conclusiones

Por medio de esta investigación se buscan alternativas de empoderamiento ciudadano desde la perspectiva energética, que sirvan de contraparte ante quienes verdaderamente ejercen el poder de manera tendenciosa y dan ordenes en las más altas cúpulas del sector eléctrico, hecho evidenciado en naciones que llevan ya más adelantadas sus reformas energéticas en materia de energía eléctrica. Por ello se muestran también evidencias de agrupaciones que buscan empoderarse para poder levantar la voz y exigir a los organismos legisladores (secretarías o ministerios de energía) leyes y reglamentos más justos que realmente hagan realidad, la frase, de piso parejo para todos en el sector eléctrico. De igual forma es necesario tener organismos reguladores en materia energética que sean realmente independientes de los protagonistas del sector que regulan y con ello poder ser realmente imparciales en la regulación del sector eléctrico en México.

Referencias

A.N.P.E.R. La Asociación Nacional de Productores-Inversores de Energías Renovables, consultado en julio del 2017, disponible en: <https://gassolar.wordpress.com/2010/05/12/la-asociacion-nacional-de-productores-inversores-de-energias-renovables-a-n-p-e-r-se-encuentra-en-fase-de-constitucion/>

Aquino R. J.A., Corona R.L.G., Fernández N.C. *Comparativa de requisitos para generar energía eléctrica por medio de energías renovables entre empresas y particulares en México*. Presentado en el 3er. Congreso Nacional en Investigación en Cambio Climático del 14 al 18 de octubre del 2013 Programa de investigación en cambio climático de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Aquino R. J.A. Cortez H. P., Corona R. L. *Una misma meta con soluciones en las antípodas – Seguridad de Suministro Eléctrico o Independencia Energética* XI Congreso de Internacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico CIINDET 2014 IEEE sección Morelos, sede Ciudad de Cuernavaca abril de 2014.

Aquino R, J. A. González C. J.F., Fernández N. C. *El mercado eléctrico de baja potencia en México en el contexto del cambio climático.* V Congreso Nacional de Investigación en Cambio Climático. Organizado por el programa de investigación en cambio climático PINCC de la UNAM del 12 al 16 de octubre del 2015 ciudad universitaria.

Aquino R. J.A., Fernández N. C., Trujillo C. J., *La Enertrónica elemento clave en la transición hacia las redes eléctricas inteligentes en México.* Revista de Investigación y Desarrollo de ECORFAN España, en el Volumen 2 pp 20-43 con ISSN: 2444-4987, disponible en: http://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Investigacion_y_Desarrollo/vol2num6/Revista_de_Investigacion%20y_Desarrollo_V2_N6_2.pdf

Aquino R. J.A., Fernández N. C., Corona R. Leonel, *Genesis del mercado eléctrico minorista con tecnologías de microgeneración renovable en México.* Revista de Investigación y Desarrollo de ECORFAN España, en el Volumen 2 pp 20-43 con ISSN: 2444-4987, disponible en: <http://www.ecorfan.org/spain/researchjournals>
EL MUNDO, diario español, 3 de Julio del 2017, consultado en 3 de julio del 2017, disponible en: <http://www.elmundo.es/espana/2017/07/03/59593d8cca4741032f8b4590.html>.

Gilzans G.M. Integración de un modelo fundamental y un modelo econométrico para la caracterización del mercado eléctrico. Proyecto Fin de Carrera para obtener la titulación en Ingeniería Industrial en la Universidad Pontificia de Comillas Madrid. Junio del 2010.

Jiménez H.D. Análisis estratégico de las redes de electricidad. Proyecto Fin de Carrera, presentado para obtener la titulación en Ingeniería Industrial en la Universidad Pontificia de Comillas Madrid. Junio del 2006.

Milenio digital, 28-VIII-2014 consultado en 10 de enero del 2017, disponible en: http://www.milenio.com/negocios/nuevos_organos_energeticos-Cenace-Cenegas-Secretaria_de_Energia_reforma_energetica_0_362363876.html

Revista FUSDA Sociedad en Movimiento editada por la fundación por la Socialdemocracia de las Américas A.C. abril junio 2009, ISSN: 2007-0101. Consultado en Julio del 2017, disponible en: <http://www.fusda.org/Revista16/Revista16-POERYEMPODEAMIENTODELASOCIEDADCIVIL.pdf>

Sabemos digital, 17 de Novirmebre del 2015, consultado en Julio del 2017, disponible en: http://sabemos.es/2015/11/17/el-ultimo-golpe-de-soria-a-las-renovables-antes-del-20-d_9084/

Simulación energética de la sala en una vivienda social con muro trombe para evaluar el confort térmico

SERRANO-ARELLANO, Juan *†, AGUILAR-CASTRO, Karla María', TREJO-TORRES, Zaira Betzabeth y MÉNDEZ-TORRES Zeus David'

División de Arquitectura, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan-ITESHU-TecNM. Dom. Conocido S/N, El Saucillo, Huichapan, Hgo, México. C.P. 42411.

'División de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Av. Universidad s/n, Zona de la Cultura, Col. Magisterial, Vhsa, Centro, Tabasco, C.P. 86040, México.

Recibido Julio 29, 2017; Aceptado Agosto 30, 2017

Resumen

Se realizó una simulación energética de un espacio arquitectónico -sala- al cual se le incorporó un elemento bioclimático pasivo (muro trombe) dentro de un prototipo de vivienda de interés social que se ubica en la comunidad del Saucillo, municipio de Huichapan Hidalgo, el espacio arquitectónico se analizó bajo el programa comercial TRNSYS para determinar las cargas térmicas. Se realizó un modelo tridimensional de la vivienda con sus componentes y elementos que la constituyen con parámetros reales discretizando el espacio arquitectónico de análisis junto con el muro trombe. Se obtuvieron datos del clima de la región y se importaron al programa de análisis. El modelo de estudio se comparó con distintas configuraciones en cuanto a los materiales empleados para su construcción tomando en cuenta condiciones de sombreado y orientación con respecto al sol. Se presentó un análisis térmico con los beneficios del modelo de estudio. Finalmente, se realizó un análisis de los resultados obtenidos a partir de las distintas configuraciones en la simulación, en el que se presenta un incremento en la eficiencia térmica del 18%. Con el análisis se mostró el uso adecuado de elementos bioclimáticos combinado con elementos constructivos de la región

Bioclimática, Eficiencia Térmica, Simulación Numérica.

Abstract

An energetic simulation of an architectural space - living room- to which a passive bioclimatic element (trombe wall) was incorporated into a prototype residential housing that is located in the community of Saucillo, Huichapan Hidalgo. The architectural space was analyzed with a commercial software TRNSYS to determine the thermal loads. A tridimensional model of house with its respective real parameters, components and elements was made. The real weather data of the region were obtained and were imported to the software to analyze it. The physical model was compared with different material sets used in typical constructions, where the shading devices and orientation respective to sun were considered. A thermal analysis with benefits of physical model was shown. Finally, an analysis of the results obtained in different sets in the simulation was made, an increment in the thermal efficiency of 18% was obtained in the results. In this work the correct use of bioclimatic elements coupled with typical elements of the region coupled are shown.

Bioclimatic, Thermal Efficiency, Numerical simulation.

Citación: SERRANO-ARELLANO, Juan, AGUILAR-CASTRO, Karla María', TREJO-TORRES, Zaira Betzabeth y MÉNDEZ-TORRES Zeus David. Simulación energética de la sala en una vivienda social con muro trombe para evaluar el confort térmico. Revista de Investigación y Desarrollo 2017, 3-9:31-39.

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jserrano@iteshu.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Durante muchos años se han empleado diversas estrategias como alternativas para obtener un confort energético dentro de los espacios arquitectónicos, debido a las constantes variaciones en las condiciones climáticas que se han presentado alrededor del mundo durante las últimas décadas, provocadas por el consumo energético desmedido y la necesidad del hombre de permanecer en condiciones de confort. Expertos en el cambio climático afirmaron que entre 1970 y 2004 las emisiones globales de gases de efecto invernadero se elevaron alrededor del 70% [1].

Actualmente son notables los cambios en el medio ambiente como el aumento de la temperatura en la atmósfera, la disminución de la capa de ozono entre otros aspectos. Todo esto como una consecuencia de la creciente explotación de los recursos naturales y la contaminación generada por el consumo de energía. De acuerdo con “Energy Information Administration” (EIA) de los Estados Unidos, las emisiones de CO₂ y el consumo principal de energía han aumentado del 85% al 75% de 1980 a 2012 con un promedio anual de incremento de 2% y 1.7% respectivamente [2].

Por lo anterior se buscan alternativas que ayuden a mitigar los impactos negativos energéticos siendo un ejemplo la arquitectura bioclimática que toma en cuenta las condiciones climáticas de una zona y aprovecha al máximo los recursos naturales, contribuyendo a la disminución del impacto ambiental y la reducción del consumo energético [3]. La disminución de los impactos negativos energéticos se puede lograr por medio de la incorporación de elementos bioclimáticos pasivos, denominados así porque actúan de manera sensible y no necesitan de un agente energético para funcionar.

Se han llevado a cabo diversos estudios de simulación energética de prototipos de vivienda en el estado de Hidalgo, México específicamente en la ciudad de Pachuca, donde Torres-Aguilar “et al” realizaron la simulación energética de un prototipo de vivienda social, por un lado la modelación se llevo a cabo con materiales no endémicos de la región y a la par llevaron a cabo otras simulaciones donde incorporaron materiales vernáculos de la zona siendo en este segundo caso donde añadieron un elemento bioclimático pasivo específicamente una chimenea solar.

En el primer caso obtuvieron datos que muestran el comportamiento de la temperatura interna de la vivienda, en el segundo caso se hace notable la reducción del impacto energético gracias a la incorporación del elemento bioclimático pasivo, dando como resultado que se logra un aumento de la eficiencia térmica en un 35% [4].

Un caso análogo desarrollado fue el presentado por [8] en el que se realizó un estudio de simulación energética de viviendas unifamiliares en el sur de Chile, además realizó entrevistas a usuarios sobre las condiciones de las mismas. En los resultados mostraron características significativas en el estudio energético.

Otro estudio fue el [9] donde se presentó un estudio para una rehabilitación de un edificio partiendo del estudio de eficiencia energética para lograr optimizar la energía de consumo. Se propusieron mejoras de acuerdo a la normativa europea y se propusieron medidas activas como mejorar instalaciones.

En este trabajo se reportan los resultados obtenidos a partir de la simulación energética de un prototipo de vivienda social ubicada en la comunidad del Saucillo, municipio de Huichapan Hidalgo.

De la vivienda propuesta, se eligió un espacio arquitectónico siendo en este caso la -sala- a la cual se le incorporo el elemento bioclimático pasivo - muro trombe-. Para realizar la simulación en primer instancia se genero la geometría de la edificación, para lograr este objetivo se utilizó el programa SketchUp Pro 2014, donde se delimitaron los componentes geométricos-arquitectónicos del espacio arquitectónico interno a analizar, los componentes que se discretizaron fueron: dimensiones, muros, vanos, losa, piso y el muro trombe; posteriormente a la generación de la geometría de la edificación se importó al programa TRNSYS para realizar la simulación energética de la edificación 3D, aquí se establecieron los parámetros de la construcción, desde el tipo de material hasta las condiciones climáticas de la zona, para observar su comportamiento térmico y evaluar los beneficios energéticos y de confort térmico para futuros diseños.

Método

En la Figura 1 se muestra la planta arquitectónica del prototipo de vivienda social simulado, en ella se encuentran marcadas las dimensiones del modelo físico. De este prototipo de vivienda se seleccionó un espacio arquitectónico interno (sala) en donde realizaremos la simulación energética, en la Figura 1 se observó este espacio delimitado por una línea continua color rojo.

Al espacio arquitectónico interno incorporamos el elemento bioclimático pasivo -muro trombe- para realizar la valoración energética. Este prototipo de vivienda social se ubica en la comunidad del Saucillo, municipio de Huichapan, Hidalgo; una vivienda de planta única y que presenta el siguiente programa arquitectónico: dos habitaciones, cocina, sala-comedor, y un baño.

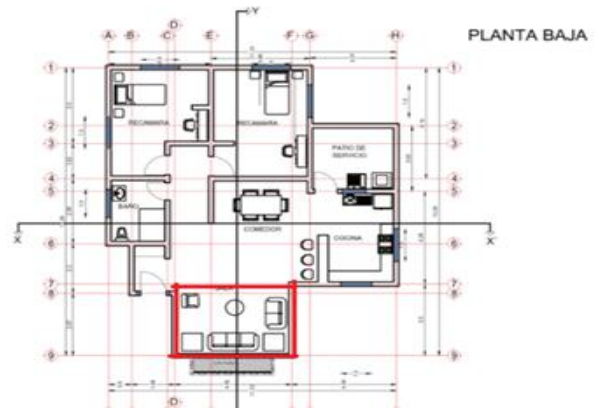


Figura 1 Prototipo de vivienda de interés social

Fuente: Elaboración propia

Se realizó un estudio de las condiciones climatológicas de la comunidad del Saucillo, la cual se encuentra ubicada en el estado de Hidalgo en el municipio de Huichapan. La localidad se encuentra en las siguientes coordenadas: Longitud (-99.707500), Latitud (20,317222), y una altura de 2170 metros sobre el nivel del mar [5]. La región cuenta con un clima templado frío, y tiene una temperatura promedio anual de 16°C, con un periodo lluvioso contando una precipitación total anual de 543.4mm [5]. La distribución de tales habitaciones no se considero para este estudio sino solo las dimensiones de sus elementos externos y los materiales que lo conforman. La orientación de esta edificación esta dada con respecto a los puntos cardinales. El frente de la edificación esta orientado hacia el sur.

Cuenta con solo un acceso y una puerta de servicio; cinco ventanas, todas del mismo tipo de cristal y propiedades físicas. Se realizo el modelo volumétrico de la vivienda social y posteriormente se discretizo el espacio arquitectónico interno -sala-. La simulación se realizó para la sala este espacio de la vivienda es el que tiene mas impacto por el elemento bioclimático. En la Figura 2 se muestra el modelo volumétrico integral de la vivienda social donde se ubica el espacio arquitectónico de análisis y al cual se le incorporó el elemento bioclimético pasivo (muro trombe).

Para el modelado volumétrico se utilizó el programa SketchUp Pro 2014, el cual es un programa de dibujo que nos permite generar una geometría espacial del prototipo de vivienda social, la cual posteriormente exportaremos al programa TRNSYS para llevar a cabo la simulación energética.



Figura 2 Modelo volumétrico de la vivienda donde se incorporó el elemento bioclimático pasivo (muro trombe)

Fuente: Elaboración propia

Del modelo integral de la vivienda, se seleccionó solo un espacio arquitectónico interno para el caso de estudio, como tal se eligió la sala, la cual cuenta con un área total de 15.00 m^2 . En la Figura 3 observamos una vista en isométrico del modelo volumétrico del espacio interno seleccionado –sala– del prototipo de vivienda social.

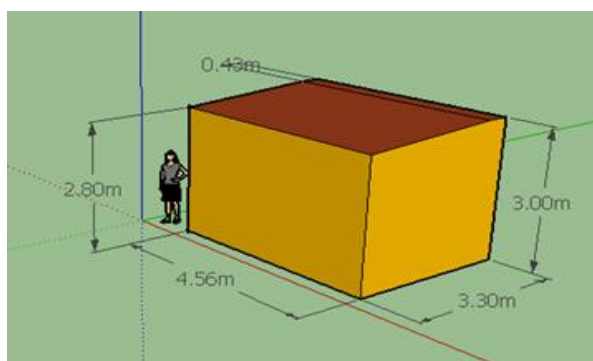


Figura 3 Modelo volumétrico en isométrico del espacio arquitectónico interno seleccionado para realizar la simulación energética.

Fuente: Elaboración propia

Esta discretización del espacio arquitectónico interno se considera como modelo inicial, realizando los siguientes planteamientos: el espacio lo delimitamos por medio de los siguientes componentes arquitectónicos: muros, losas y pisos, no se consideran las generaciones internas de calor para cuestiones de análisis, se definió la orientación del muro principal de la sala (donde en su momento ubicaremos el elemento bioclimático pasivo) el cual está orientado hacia el sur, la parte que conecta a este espacio arquitectónico con el resto de la vivienda específicamente su vínculo directo con el comedor se considera como un aislante térmico estableciendo la configuración espacial con base a un muro (orientación norte) el cual no tiene incidencia solar (al ser interno) y de este modo no afectaría los resultados.

Los materiales empleados para la construcción del modelo del espacio arquitectónico interno a analizar y que fueron usados para las configuraciones de las simulaciones energéticas que se llevaron a cabo, se muestran en la Tabla 1, aquí se muestra también las propiedades térmicas respecto a cada material empleado.

Muros				
Materiales	Conductividad térmica (kJ/hmK)	Densidad (Kg/m^3)	Calor específico (kJ/kgK)	Espesor (m)
Mortero de concreto	0.0282	1400	0.83716	0.01
Ladrillo macizo	21	2312.5	1.05	0.12
Mortero de concreto	0.0282	1400	0.83716	0.01
Losa				
Mortero de concreto	0.0282	1400	0.83716	0.02
Ladrillo macizo	21	2312.5	1.05	0.12
Piso				
Losa de Concreto	0.03	1600	0.83716	0.05

Tabla 1 Materiales empleados en la simulación energética

Fuente: Elaboración propia

La Figura 4, muestra el mismo modelo volumétrico del espacio arquitectónico seleccionado –sala- del prototipo de vivienda social que visualizamos en la Figura 3, sólo que con la particularidad que ahora se agregó el elemento biclimático pasivo en este caso de estudio se especifica un muro.

Trombe con el objetivo de realizar la simulación energética ante este nuevo escenario. La ubicación del muro trombe coincide con el muro de orientación sur que se especifico en la simulación anterior (sin elemento pasivo bioclimático), solo que ahora se reemplaza el muro convencional por el elemento bioclimático pasivo para realizar la simulación.

Para esta simulación se respetarán los material, coeficientes y propiedades físicas mostradas en la Tabla 1. La simulación se realizo tomando como la zona del muro trombe dependiente de la habitación.

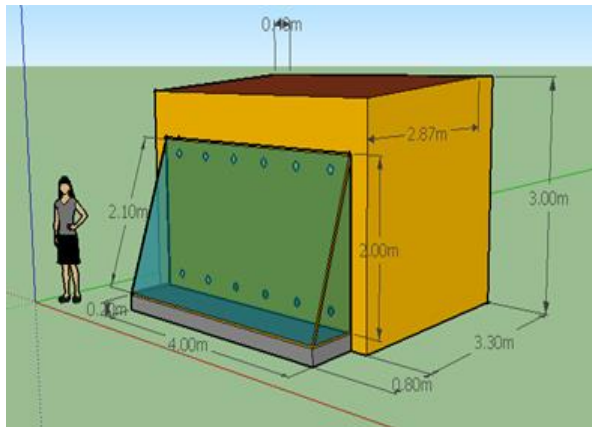


Figura 4 Modelo volumétrico en isométrico del espacio arquitectónico interno seleccionado con el elemento biclimático pasivo adosado en su configuración

Fuente: Elaboración: propia

En la Tabla 2 se muestran las propiedades térmicas del material que integra al muro Trombe.

Vidrio				
Tipo de vidrio	Coefficiente global de transferencia de calor (W/m^2K)	Coefficiente de ganancia solar	Área (m^2)	Espesor (mm)
Vidrio Claro Simple	5.73	0.789	7.702	6
Vidrio Claro Simple	5.73	0.789	1.361	6
Vidrio Claro Simple	5.73	0.789	1.361	6

Tabla 2 Propiedades termofísicas de los materiales que integran al muro trombe.

Fuente: Elaboración propia

Para las simulaciones del modelo físico, se realizó el dibujo en tres dimensiones en el programa SketchUp Pro 2014 y posteriormente se trasladó al simulador. Se realizó la simulación energética en el programa Simulation Studio de TRNSYS 17, programa que se enfoca en la simulación de sistemas térmicos. Por medio de programación en bloques, se establecieron las condiciones de frontera, propiedades de los materiales y se añadieron las condiciones meteorológicas de la región, para luego configurar el intervalo de tiempo en el que se realizaron (se considero un estado transitorio de una semana lo que equivale a un total de 168 horas).

Ecuaciones Gobernantes

Para la simulación de las edificaciones en TRNSYS 17, se empleó un modelo de balance de energía [6], el software TRNSYS que trabaja bajo la plataforma de Fortran, es un simulador para sistemas térmicos. Su programación se estableció básicamente para resolver ecuaciones de transferencia de calor del estado transitorio. TRNSYS trabaja estos casos con un modelo de ecuaciones de balance de energía, a pesar que los métodos analíticos existentes se basan en ecuaciones diferenciales de conservación de energía, masa y momento [7]. En la ecuación se muestra un modelo de balance de energía:

$$Q_i = Q_{surf,i} + Q_{inf,i} + Q_{vent,i} + Q_{g,c,i} + Q_{cptg,i} + Q_{solar,i} + Q_{ISHCCI,i} \quad (1)$$

SERRANO-ARELLANO, Juan, AGUILAR-CASTRO, Karla María, TREJO-TORRES, Zaira Betzabeth y MÉNDEZ-TORRES Zeus David. Simulación energética de la sala en una vivienda social con muro trombe para evaluar el confort térmico. Revista de Investigación y Desarrollo 2017.

En donde:

Q_i : representa el flujo de calor total al interior de la vivienda.

$Q_{surf,i}$: ganancia por convección de las superficies interiores

$Q_{inf,i}$: ganancia por infiltración por parte del flujo del exterior.

$Q_{vent,i}$: ganancias por ventilación debido a una fuente definida por el usuario.

$Q_{g,c,i}$: ganancias internas como lo son iluminación, equipos, personas, etc.

$Q_{cplg,i}$: ganancias de habitaciones aledañas a la del análisis.

$Q_{solar,i}$: fracción de radiación solar que se transfiere por las ventanas y por convección al aire interior.

$Q_{ISHCCI,i}$: radiación solar absorbida por los elementos internos de sombreado y que pasan por convección al aire interior.

La modelación de los muros es importante en el análisis térmico de edificaciones. Como se mencionó anteriormente, la programación de la solución general es mediante diagramas de bloques, que estos a su vez, están conformados por las funciones de transferencia de cada uno de los componentes de la edificación. Tales como se muestran en la Figura 5.

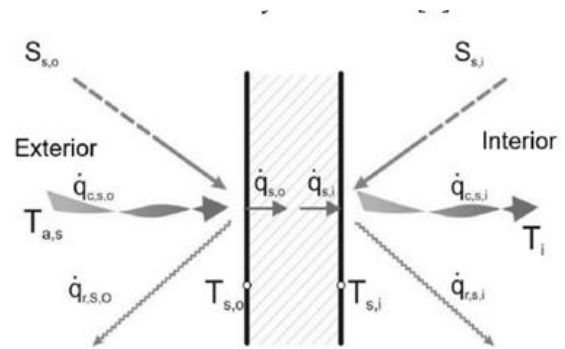


Figura 5 Modelación de los muros en TRNSYS 17

Fuente: Elaboración propia

$$q_{s,i} = \sum_{k=0}^{n_{b_s}} b_s^k T_{s,0}^k - \sum_{k=0}^{n_{c_s}} c_s^k T_{s,i}^k - \sum_{k=1}^{n_{d_s}} d_s^k q_{s,i}^k \quad (2)$$

$$q_{s,0} = \sum_{k=0}^{n_{a_s}} a_s^k T_{s,0}^k - \sum_{k=0}^{n_{b_s}} b_s^k T_{s,i}^k - \sum_{k=1}^{n_{d_s}} d_s^k q_{s,0}^k \quad (3)$$

Las ecuaciones 2 y 3, son las relaciones de los flux de calor obtenidas a partir de las funciones de transferencia y son definidas entre la superficie exterior e interior.

En donde: $q_{s,i}$: es el flux de calor de la superficie interior. $Q_{s,0}$: es el flux de calor de la superficie exterior. a, b, c y d : son los coeficientes de transferencia de calor.

k : se refiere al termino del tiempo discreto en el que se evalua la función. Para la modelación de las ventanas se considera la suma de la radiación de onda corta absorbida por todos los vidrios del muro.

$$Q_{abs} = 0.5[Q_{abs} + h(T_i - T_{zone}) - h_{c,0}(T_o - T_{amb}) - Q_{sky}] \quad (4)$$

De donde:

Q_{abs} : Es la tasa de cambio de calor absorbido por el vidrio.

h_i : Es el coeficiente convectivo al interior.

T_i : Es la temperatura de la superficie interior.

T_{zone} : Es la temperatura del aire interior.

$h_{c,0}$: Es el coeficiente convectivo exterior.

T_o : Es la temperatura de la superficie exterior.

T_{amb} : Es la temperatura del ambiente.

Q_{sky} : Es la tasa de cambio del flujo de calor de la bóveda celeste [7]

Al realizar la simulación el programa tiene valores preestablecidos de la temperatura ambiente de la región de estudio.

Resultados

Los resultados que se obtuvieron, fueron a partir de las dos discretizaciones de modelo que se llevaron a cabo, en primer instancia la simulación del espacio arquitectónico interior seleccionado (sala) sin elemento bioclimático pasivo y posteriormente la simulación del espacio arquitectónico interior seleccionado (sala) con la incorporación del elemento bioclimático pasivo (muro trombe adosado al espacio arquitectónico). La orientación y geometría de ambas simulaciones permanecieron constantes. El Gráfico 1 muestra los resultados del comportamiento de la temperatura interior del espacio interior seleccionado (sin elemento bioclimático pasivo incorporado).

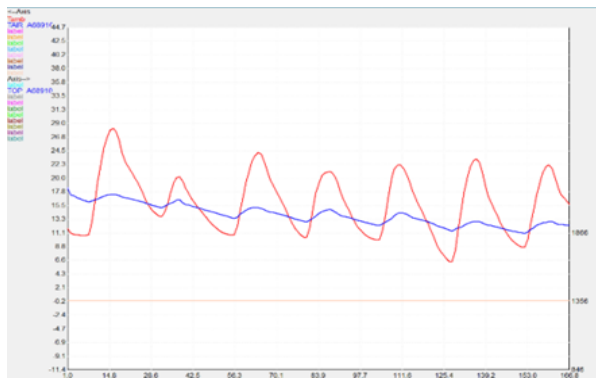


Gráfico 1 Oscilaciones de las temperaturas interior y exterior del espacio arquitectónico seleccionado (sala)
Fuente: Elaboración propia

La línea roja muestra la temperatura ambiente, esta temperatura durante la simulación alcanzó una máxima de 27.3°C y una mínima de 6°C. La línea azul nos revela el comportamiento de la temperatura interior, presentándose oscilaciones con cambios muy drásticos, alcanzando una temperatura máxima de 17.09°C y una mínima de 10.5°C.

Estos resultados nos revelan que el material con que se estructura la edificación no es suficiente para obtener un confort térmico dentro del espacio arquitectónico, ya que contar con temperaturas que oscilan entre 17.09°C y 10.5°C provocarán que el usuario experimente sensación de frío aun durante el día. La llave azul fuera del gráfico muestra el intervalo de confort, se puede observar que la configuración con el elemento bioclimático acerca las temperaturas a la temperatura de confort.

En el Gráfico 2, se muestra la radiación solar total máxima y mínima recibida durante el día (línea azul) a lo largo de la semana, la cual se presenta en la dirección de la pared sur, en comparación con la radiación mínima (línea amarilla) la cual fue sobre la pared norte. Es importante la orientación de las paredes con mayor área, ya que, si estos elementos son orientados hacia las zonas de mayor radiación incidente, las ganancias de calor hacia el interior aumentan y esto se traduce en elevaciones de la temperatura ambiente interior, como consecuencia principal decaería el confort térmico de la edificación.

Debido a que las dos simulaciones llevadas a cabo se realizaron con los mismos parámetros climáticos, las incidencias solares son las mismas.

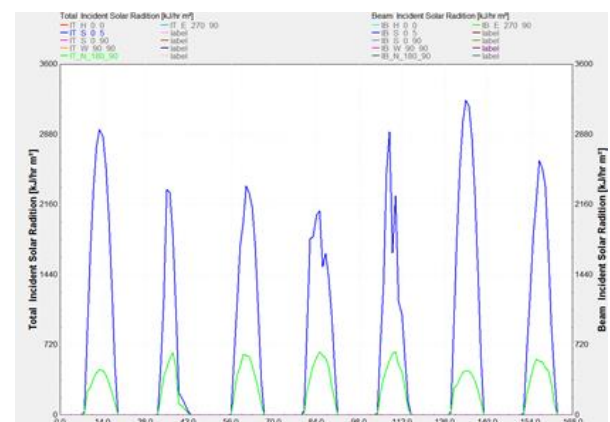


Gráfico 2 Radiación solar incidente máxima y mínima
Fuente: Elaboración propia

El Gráfico 3 muestra el comportamiento de la temperatura del espacio interior seleccionado de la sección de la edificación pero con la particularidad de que se ha incorporado un muro Trombe como elemento pasivo a la construcción. Para esta simulación se utilizaron los mismos materiales y orientación que el caso anterior. Así como en el caso anterior, la línea roja representa la temperatura ambiental, sin embargo, como se trata de las mismas condiciones climáticas, su comportamiento es exactamente igual al caso anterior. La línea rosa representa a la temperatura interior del muro trombe, esta alcanza oscilaciones impresionantes.

Como puede notarse las oscilaciones de la línea azul son menos prolongadas con cambios de temperatura mucho más suaves, estabilizando de manera tenue la temperatura interior, alcanzando como temperatura máxima de 20°C y una mínima de apenas 14.8°C. Por lo que estos resultados demuestran que la incorporación del elemento pasivo es capaz de elevar el confort térmico y una pequeña aunque significativa estabilidad térmica dentro de la edificación.

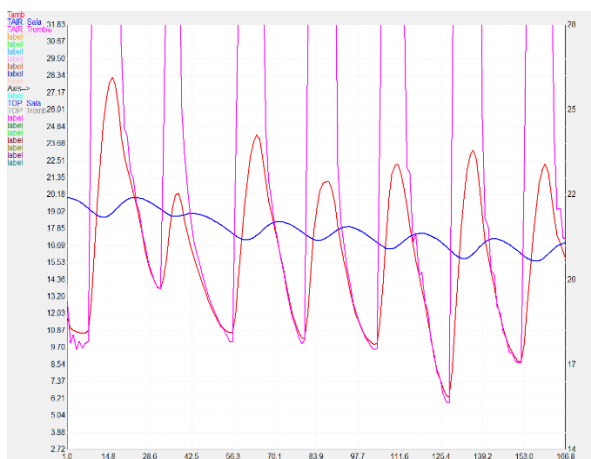


Gráfico 3 Comportamiento de las temperaturas interior y exterior de la edificación, con la incorporación del muro Trombe

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 3 muestra una comparativa de las temperaturas internas alcanzadas de acuerdo a las dos escenas que se simularon.

	Temp. Max (°c)	Temp. Min. (°c)	Temp. Prom. (°c)	Temp. Confort (°c)	Confort (%)	Δ%
Sin muro	17.09	10.5	13.795	20	68.97	18.03
Con muro	20	14.8	17.4	20	87	

Tabla 3 Comparativa de temperaturas internas alcanzadas en el espacio arquitectónico interior

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que el confort térmico se alcanza dentro de un intervalo de 20 a 24 °C, las temperaturas alcanzadas con el elemento bioclimático se acercan más al intervalo de confort. Es de mencionar que se puede mejorar aun las condiciones térmicas de la vivienda propuesta, sin embargo, adicionar otros elementos bioclimáticos está fuera del alcance del presente trabajo.

Conclusiones

En esta investigación se incorporó un elemento bioclimático pasivo (muro trombe) a una sala de un prototipo de vivienda de interés social, la vivienda se localiza en el municipio de Huichapan Hidalgo, en la comunidad del Saucillo.

Al incorporar el elemento bioclimático pasivo se obtuvieron resultados positivos, ya que se presentó un ligero aumento en la estabilidad de la temperatura interior del espacio arquitectónico seleccionado (sala) de la vivienda social, sin embargo se logró que las temperaturas interiores del espacio arquitectónico alcanzarán un rango de confort térmico con la incorporación del muro trombe, ya que sin la inclusión del elemento pasivo.

La sala de esta construcción, presentaría una temperatura media de 13.79°C, la cual contaba con oscilaciones durante los días, con picos bajos que llegaban hasta los 10°C, esto mostraba un estado de bajo confort térmico, sin embargo al agregar el muro trombe se pudo observar un aumento de la temperatura media alcanzando los 17.4°C.

Teniendo suaves oscilaciones, que no representan ningún estado mayor de inconformidad térmica, esto significa que tuvimos un aumento de temperatura de 3.61°C en la temperatura media interior de la edificación.

La incorporación de un elemento pasivo para una edificación como la antes mencionada, es una alternativa para lograr una mejor eficiencia térmica y mantener un ambiente de confort dentro de las edificaciones, de manera sustentable; dicha alternativa no es limitada a la región, ya que el muro no sirve sólo para aumentos de temperatura, con algunas modificaciones simples, es accesible para el enfriamiento de edificaciones, si las condiciones climáticas de la región lo requiere, y de esta forma poder beneficiar a muchas localidades.

Agradecimientos

Al Instituto Tecnológico Superior de Huichapan y a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco por el apoyo y las facilidades para la realización de este trabajo.

Referencias

[1] Rodríguez-Muñoz, N. A., Najera-Trejo, M., Alarcón-Herrera, O., Matin-Dominguez, I. R. (2016). Thermal evaluation of a ventilated building using dynamic simulations. *Energy Procedia*, 91, 963-969.

[2] Manzano-Agugliaro, F., Montoya, F. G., SabioOrtega, A., & García-Cruz, A. (2015). Review of bioclimatic architecture strategies for achieving thermal comfort. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 736755. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.095>

[3] Xi, Zhang., Zhiwei, Lian. (2015). The bioclimatic design approach to plateau region buildings: Case of the Lhasa. *Procedia Engineering*, 121, 2044-2051.

[4] Torres-Aguilar, C., Serrano-Arellano, J., Macías Melo, E., Aguilar-Castro, K. (2016). Diseño arquitectónico con elementos bioclimáticos para el confort térmico en viviendas de Hidalgo. *Revista de aplicaciones de ingeniería*, 3, 90-97.

[5] Muñoz-Gaspar, P. (2016). Diseño arquitectónico bioclimático con muro trombe para enfriamiento o calentamiento pasivo en la edificación (Tesis de licenciatura). Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, Huichapan, Hidalgo.

[6] Stefanović, A., & Gordić, D. (2016). Modeling methodology of the heating energy consumption and the potential reductions due to thermal improvements of staggered block buildings. *Energy and Buildings*, 125, 244-253. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.04.058>

[7] Solar Energy Laboratory, 2005, University of Wisconsin-Madison, TRNSYS 17 Volume 5 Multizone Building modeling with Type56 and TRNBuild.

[8] R. García-Alvarado, A. González, W. Bustamante, A. Bobadilla, C. Muñoz, Características relevantes de la simulación energética de viviendas unifamiliares, *Informes de la Construcción*, Vol 66, No 533 (2014).

[9] F. Martín-Consuegra, I. Oteiza, C. Alonso, T. Cuerdo-Vilches y B. Frutos, Análisis y propuesta de mejoras para la eficiencia energética del edificio principal del Instituto c.c. Eduardo Torroja-CSIC, *Informes de la Construcción*, Vol 66, No 536 (2014).

Repercusiones psico-ambientales por condiciones de vivienda de interés social: El prototipo “Ambar”

DÁVILA-NÚÑEZ, Milca[†], SERRANO-ARELLANO-Juan*, OLVERA-ALVARADO, Evanan Ascensión y FLORES-HERNÁNDEZ, Elsa Nelly

División de Arquitectura, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan-ITESHU-TecNM. Dom. Conocido S/N, El Saucillo, Huichapan, Hgo, México. C.P. 42411.

Departamento de Psicología, Universidad Superior Bajío, Álvaro Obregón # 307, Zona Centro, Celaya Gto. México. C.P. 38000

Recibido Julio 29, 2017; Aceptado Septiembre 10, 2017

Resumen

En este estudio se muestran cuáles son las condiciones psico-ambientales reales en los habitantes de las viviendas de interés social tomando como caso de estudio una zona con viviendas de características comunes. Como es sabido, actualmente se realizan construcciones en serie a gran velocidad pasando por alto diferentes implicaciones. Una de estas implicaciones son los efectos psicológicos de tales hábitats. Debido a esto, se realizó un estudio de campo basado en la información directa del usuario para encontrar las condiciones de la salud mental que la vivienda ha aportado al usuario. Para esto se tomó como base una zona de viviendas de interés social de un fraccionamiento ubicado en la ciudad de Celaya, Guanajuato. Se realizó un levantamiento arquitectónico de la vivienda, se analizaron los espacios y elementos de la misma. Y con base a los resultados se encontró proliferación de disfunciones de la psique y la salud física del usuario.

Arquitectónico, psicologico, diseño

Abstract

This study shows the real psycho-environmental conditions in the habitat of social housing, taking as a case study an area with houses with common characteristics. As is well known, high-speed serial constructions are currently being performed, ignoring different implications. One of these implications is the psychological effects of such habitats. Due to this, a statistics study was carried out based on the direct information of the user to find the conditions of the mental health that the housing has contributed to the user. For this was taken as a base an area of housing of social interest of a fractionation of the City. An architectural plan of the house was carried out, the spaces and elements of the house were analyzed. And based on the results we found proliferation of dysfunctions of the psyche and the physical health of the user.

Architectural, psychological, design

Citación: DÁVILA-NÚÑEZ, Milca, SERRANO-ARELLANO-Juan, OLVERA-ALVARADO, Evanan Ascensión y FLORES-HERNÁNDEZ, Elsa Nelly. Repercusiones psico-ambientales por condiciones de vivienda de interés social: El prototipo “Ambar” Revista de Investigación y Desarrollo 2017, 3-9: 40-52.

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jserrano@iteshu.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Actualmente, nuestro país es azotado por múltiples factores que han derivado a un estado de insatisfacción, temor, inseguridad, ansiedad y una gran lista de condiciones adversas, que evitan y socavan el correcto desarrollo tanto físico como mental del habitante promedio.

Debido a que el ser humano está intrínsecamente vinculado con el medio ambiente que le rodea, viene a ser producto de éste y su vivienda es el refugio a donde llega día con día a salvaguardarse de sus condiciones laborales, sociales, climáticas. Cabría entonces esperar que su vivienda representa el retorno a la segura protección que busca al final de la jornada, pero y si esta vivienda es también causa directa de adversidad sin ser plenamente consciente de las razones y en qué medida, poco puede hacer para tomar la solución en sus manos.

El propósito del presente estudio de caso es: conocer en qué medida ha habido afectación psicológica en los habitantes de un sector de viviendas de interés social dado; principalmente debido al medio ambiente existente en la vivienda y la manera en que éstas han sido construidas. Arribar a un conocimiento basado en datos actuales, tomados directamente de individuos que tienen estas condiciones en su día a día, basados en el análisis de un instrumento de estudio que se ha elaborado para tal propósito. Puede entonces proponerse soluciones a esta situación que conlleva a más consecuencias de las esperadas.

Marco teorico

La habitabilidad va más allá de la vivienda, también incluyen las características del conjunto habitacional; la infraestructura, el equipamiento y las de su entorno, entendiéndose como servicios. (Colavidas y Salas 2005) [1].

De esta manera, la vivienda se concibe como un ámbito protegido y estable que da acceso a la intimidad personal y familiar y que cuenta con un significado comunitario; en cuanto a las costumbres, y a lo social; en lo referente a normas, y cómo éstas regulan los hábitos del día a día que van dirigidos a satisfacer tanto las necesidades como las aspiraciones de los habitantes. (Rugiero 2000) [2] La idea de la vivienda de interés social se concibe en los inicios de la Revolución Industrial, cuando la mano de obra campesina migra hacia las ciudades para transformarse en mano de obra fabril.

Esta situación generó el hacinamiento y condiciones de insalubridad para los trabajadores. (Rugiero 2000) [3] A partir de ahí, la vivienda de interés social representa el logro de los trabajadores hacia una vida digna; la justa retribución por el esfuerzo cotidiano que merece un nivel de vida estable que va equiparado con el derecho de servicios médicos, sana alimentación y educación al alcance de sus posibilidades. (Haramoto 2002) [4]

La habitabilidad es un factor importante para la calidad de vida (Landáruzi y Mercado, 2004)[5] Mejorar la habitabilidad significa incrementar la calidad de vida de los usuarios no solamente en el terreno físico sino también en el terreno psicosocial (Zulaica y Celemín, 2008)[6] La calidad de vida depende directamente de la interrelación de factores físicos y psicosociales que forman lo que conocemos como hábitat (Ceballos, 2006)[7] la suficiencia de su espacio dentro del área de la vivienda como son el número y tamaño de cuartos, baños, cocina, área de lavado, cajones para autos etc.

Los servicios con los que cuenta: agua potable, drenaje, alumbrado, vigilancia, vialidad, recolección de desechos, ubicación y existencia de mercados, plazas, parques, iglesias, escuelas, hospitales etc.

Ahora bien, dentro de la subjetividad de los otros factores, no menos importantes, que el individuo percibe dentro de su entorno habitacional y que representan la dimensión psíquica y cognoscitiva de su interacción con la vivienda se encuentran: el grado de bienestar que le aporta su crecimiento personal, su sentido de afiliación y pertenencia, el confort, el deleite estético, el orden, la tranquilidad, el silencio, la temperatura, la luz, nivel de intimidad y aislamiento tanto como su desplazamiento y poder de interacción. [8] (Marengo, C. y A.L. Elorza, 2010).

De acuerdo con Mena en 2011[9], La habitabilidad es una condición positiva, y por lo mismo, no podemos hablar de habitabilidad deplorable o pésima, entre otros porque ya de por sí estaríamos hablando de inhabitabilidad. Al hablar de espacio surgen diferentes conceptualizaciones de esta idea, En 1985, E. Cassirer [10] por ejemplo, señalaba las diferencias entre espacio orgánico, el que está determinado por las necesidades biológicas de todo ser vivo, y el espacio abstracto, aquel que se desarrolla por la reflexión humana, la cual extrae del mundo natural sus cualidades para formular ideas. Hay una categoría más planteada por Cassirer, el del espacio simbólico, fruto de la memoria y desarrollado a través del lenguaje, condición que favorece la acepción del espacio y que se gesta a partir de diferentes experiencias espaciales dentro de la sociedad.

Así entonces, en la medida en que exista el espacio, existirá la posibilidad para el hombre de desplegar las acciones necesarias para la satisfacción de sus necesidades, entre ellas los espacios arquitectónicos que son de su inventiva. Cuando el arquitecto impone sus criterios genera obras estériles, carentes de significado social. Así el primer paso que debe dar el arquitecto es entender la necesidad espacial del habitante, lo cual sólo podrá lograrse cuando el propio arquitecto tenga conocimiento de la forma en que vive una cultura y manifiesta su personalidad.

Observando que la comprensión del problema espacial va más allá de la cultura, ya que de no lograrse este fin, las inconveniencias se manifestarán en lo económico; cuando los espacios no respondan a las expectativas de los habitantes y pierdan valor o, cuando las construcciones no respondan a las demandas de la sociedad. [11] (E. del Moral 1983)

De esta manera, las necesidades espaciales humanas conllevan algunas condiciones específicas, que, aunque estas necesidades siempre hayan existido, y solo han cambiado de acuerdo con el tiempo y el espacio, son demandas o exigencias internas de cada individuo muy particulares que surgen de una herencia social y biológica. También es importante señalar que el surgimiento y satisfacción de las necesidades depende de las posibilidades tecnológicas, económicas incluso ambientales en que se encuentre el individuo y la sociedad en su conjunto. [12] (J.F. Cruz Bermúdez 2001).

Un hecho interesante a ser destacado es que las necesidades están acompañadas por sentimientos y emociones, el satisfacerlas o no produce distintos efectos. Toda necesidad impulsa a moverse espacialmente. La necesidad es un hecho psicológico, pero al motivar a encontrar una respuesta se plantean condiciones físicas que se dan en un contexto espacial. Con todo, el espacio no tiene un sentido meramente funcional. Es un resumen de vida, de experiencias íntimas y sociales.

De esta manera, un espacio vacío se torna un lugar con sentido, ha sido apropiado. Se tienen referencias sobre lugares que pueden denominarse públicos, como lo son las cárceles, donde cada celda es igual y no pueden ser modificadas en esencia por sus ocupantes y con todo, al cabo de un tiempo de haber sido ocupadas, cada una de ellas a pesar de ser iguales en estructura, son distintas unas de otras.

De acuerdo con un artículo de difusión universitaria sobre calidad de vida y medio ambiente, los moduladores más importantes de la conducta humana son: clima (temperatura, humedad) Espacio disponible, decoración, color e iluminación, ruido, contaminación (aire y agua) Situaciones sociales, (hacinamiento, sobre carga de información, aglomeraciones, carencia de privacidad etc.). [13] (Redalyc 2005).

Así entonces, el medio ambiente que nos rodea es una parte intrínseca del bienestar humano, que no siendo solo éste la ausencia de enfermedad mental o física. En un artículo editado por un periódico nacional en 2010 [14] La psicóloga Murillo Samper explica cómo daña el hecho de vivir en espacios reducidos a tal grado de llegar a experimentar hostilidad, agresión, violencia, promiscuidad e incluso incesto, así como el camino más corto de la casa al psiquiatra.

Hablando de que el número tradicional de las familias mexicanas excede en mucho la capacidad de hospedaje de sus habitantes ocasionando neurosis, ansiedad, fobias y un nivel importante de riesgo de alguna otra enfermedad mental grave. Tomando en cuenta lo que dictamina el estudio de la proxemica que es el estudio de los espacios, y dependiendo de la cultura en referencia, se considera que estando a menos de 15 cm de otra persona, se está ya invadiendo su espacio personal.

Y este aún tiene diferencias cuando se trata de hombres o mujeres. [15] (La Proxemia del espacio público 2015) En palabras del presidente del Colegio de Arquitectos de León, Gto. El arquitecto Luis Gerardo Ramírez Pérez [16] (Arq.com.mx 2007) las nuevas casas de interés social incumplen con los requerimientos mínimos de espacio que establecen las normas de arquitectura. A saber: lo menos que debe medir una recámara son 3.5 por 3.5 metros; un baño, 1.5 por 2.7 metros; y una cocina, 3 por 2 metros aproximadamente-, indicó.

“...Asimismo, las personas se ven obligadas a improvisar debido a que en su vivienda no cuentan con lo suficiente para realizar sus actividades. -En cuestión constructiva, la gente tiene que improvisar, de acuerdo con sus recursos: ponen una lámina o cuelgan su ropa en la calle, lo que deteriora la imagen urbana y la convivencia-,” explicó.

A largo plazo, estos fraccionamientos resultan contraproducentes también para las autoridades. “-El Gobierno que los limitó [a las personas] en el proceso de mantenimiento les regresa dos o tres veces más lo invertido en su crédito, por la seguridad y los programas para atender los conflictos que se suscitan”-, dijo. El líder de la Confederación Revolucionaria de Obreros y Campesinos [CROC], Enrique Betanzos, [17] dijo que estas casas quebrantan el propósito para el cual fue creado el Infonavit, que es proporcionar una vivienda digna a los trabajadores.

Ya que el estado de hacinamiento en que viven, les obliga a salir de la vivienda si buscan esparcimiento. El delegado de la Confederación de Trabajadores de México [CTM] en Guanajuato, Antonio Vallejo Sánchez, [18] señaló que los trabajadores no sólo se ven afectados por el espacio de sus viviendas, sino también por sus precios.” - Actualmente los créditos del Infonavit han dejado de ser un beneficio social para el trabajador. Informó que en promedio las familias de los trabajadores están integradas por cuatro o cinco personas y que con sus salarios alcanzan como máximo créditos de 200 mil pesos, monto que sólo alcanza para una vivienda de dos habitaciones.

Las viviendas con tres recámaras rebasan los 300 mil pesos, por lo que son inaccesibles para la mayor parte de la población.” [19] (CTM sitio). Como lo menciona la psicóloga Boyes en un artículo de la revista especializada Psychology Today [20].

Los espacios reducidos dentro de un hogar nos brindan la “protección” de un nido, que provoca definir el mundo dentro de él. Refuerza la identidad del habitante y le da la sensación de estar contribuyendo con el bienestar del planeta, refuerza la autopercepción de independencia y con recursos.

Al tener un espacio limitado, también genera el deseo de no acumular objetos inútiles y hay mayor control de los existentes. A pesar de los datos que tenemos de que en Europa existen cada día más hogares de una sola persona, como Francia y Alemania [21] (Insee) con ocho y doce millones de personas respectivamente viviendo solas, éstas son opciones de países en donde la familia es vista de forma diferente a como se ven en América Latina.

En nuestra parte del planeta, las familias construyen lazos familiares fuertes y tradiciones que son difíciles de ignorar. Aunque ciertamente el sufrir algún padecimiento mental no es cuestión de estar solo, sino de sentirse solo. Una vivienda pequeña puede resultar una opción cuando los habitantes de la misma estarán en proporción con el tamaño de ésta, situación que por lo general no se presenta en México a nivel popular. Por esta razón, se considera un asunto de salud pública importante, asunto digno de tomarse en cuenta dada su incidencia a todo lo largo de nuestro país. De ahí la razón y justificación del presente trabajo. Se presentan a continuación los datos recabados en dicha investigación.

Ésta se realizó en un conjunto habitacional de no mucha antigüedad de construcción en el municipio de Celaya, perteneciente al Estado de Guanajuato México. El fraccionamiento “Rincón del Olivar” ubicado al lado Oeste de la colonia del mismo nombre y hacia el lado Nor-Poniente de la ciudad, a la salida a la ciudad de Salamanca Gto.

Cuenta con 4,900 metros cuadrados aproximadamente de construcción, la cual se inició hacia 2005, dándose por terminada en 2010. El fraccionamiento se realizó con el subsidio de Infonavit y Cofinavit entre otras dos instituciones. Cabe mencionar que al momento de realizar el levantamiento de datos, éstos se consiguieron con alguna dificultad, ya que el sentimiento de inseguridad en la ciudad es elevado, tanto más en colonias relativamente alejadas del centro histórico. Se elaboró un cuestionario con 27 reactivos, de los cuales se derivaron otras pequeñas preguntas titulado “confort en vivienda” el cual presentamos en la Tabla 1.

Nº	Confort en vivienda		
1	Sujeto	Masculino	Femenino
2	Edad:		
3	Nivel académico:		
4	Vivienda Propia o rentada:		
5	Número de personas que habitan en la vivienda:		
6	En términos generales, ¿le agrada la vivienda?		
7	¿Por qué?		
8	¿Considera vivir en una zona segura?		
9	¿Por qué?		
10	¿Existen los suficientes servicios cercanos? Escuelas, tiendas, hospitales, etc.		
11	¿Considera confiables a sus vecinos?		
12	¿Se siente cómodo al llegar a casa?		
13	¿Considera que su casa tiene el suficiente espacio?		
14	¿Tiene privacidad en ella?		
15	¿Le agrada la temperatura que tiene su casa?		
16	¿Se siente cómodo con la iluminación?		
17	¿Hay humedad?		
18	¿Le agrada la distribución de las habitaciones?		
19	¿Tiene problemas con el drenaje?		
20	¿Considera que se ha adaptado a los espacios de las habitaciones de su casa?		
21	¿Cuál área o áreas de la casa le causan disgusto?		
22	¿Por qué?		
23	En cuanto al ruido externo, ¿Se siente protegido?		
24	En caso de sismo o tormenta, ¿Se considera a salvo en su casa?		
25	¿Por qué?		
26	¿Le gustaría cambiar algo de la construcción? ¿Qué y por qué?		
27	Usted y los habitantes de su casa, ¿La consideran un hogar? Motivos		
	Gracias por sus comentarios.		

Tabla 1 Cuestionario concerniente a indagar el confort en la vivienda de interés social

Fuente: *Elaboración propia*

Psicología y Arquitectura

La disciplina psicológica apoya de esta forma al proyecto arquitectónico, en cuanto el arquitecto y/o diseñador están en la labor de crear los diversos ambientes que influyen en los estados de ánimo del usuario de estos espacios. No obstante éstos se encuentren destinados a intereses privados, públicos o institucionales.

Si bien es cierto que toda obra arquitectónica permite inferir las emociones que embargaban al autor en el momento de su creación, del mismo modo se hace necesario que el proyecto definitivo de una obra permita reflejar la personalidad de los futuros ocupantes de la misma. Es decir, que ellos tomen consciencia que ese espacio es parte de ellos mismos, que les pertenece.

Los arquitectos y urbanistas han sido fundamentales para el desarrollo de la Psicología Ambiental, de la cual aparece el término de Psicología Arquitectónica. Siendo ésta relativamente nueva. Sin embargo, los aspectos prácticos que se relacionan con la disciplina han sido considerados y aplicados desde los inicios de la arquitectura, ya que indudablemente conlleva efectos psicológicos en los usuarios. Reflejándose en el simple hecho de que las personas están en continua relación con la arquitectura y la manera en que la perciben, la recorren y la habitan teniendo vínculos directos en los aspectos psicológicos.

Además, el aporte del tema para el desarrollo del proyecto es relevante, ya que existen varios estudios estrechamente relacionados con esta disciplina. De entre los cuales se han analizado distintos ambientes educativos, penitenciarios, hospitalarios, entre otros. A partir de donde se observan los efectos terapéuticos del diseño y plantean estrategias que facilitan la adaptación de los usuarios al ambiente físico, generando una reacción que estimula o evita ciertos comportamientos a través del diseño del edificio.

Algunos efectos psicológicos en los usuarios Distrés

Estrés, es la respuesta inespecífica del cuerpo ante cualquier demanda. Sea ésta positiva (eustrés) o negativa (distrés) El estrés, es un término popular e incorrecto para referirse al agobio ante la desmesurada presión de una situación comprometida, patologizando con esto el estrés. De esta manera, el distrés habla de las consecuencias perjudiciales de una excesiva activación psicofisiológica

Consecuencias del distrés

a. Distrés emocional

- Ira
- Irritabilidad y frustración
- Ansiedad y pánico
- Miedo

b. Distrés físico

- Dolor de cabeza
- Dolor de espalda
- Dolor de cuello

c. Distrés y trastornos intestinales

- Acidez
- Flatulencia
- Diarrea o estreñimiento
- Calambres estomacales
- Reflujo ácido
- Náusea

Todo que, a su vez, puede también provocar aumento de presión arterial, palpitaciones, mareos, dificultad para respirar, dolor en el pecho, cáncer, úlceras, disfunción sexual, alergias, pensamientos suicidas, trastornos de alimentación, enfermedades vasculares.

El distrés episódico agudo se torna en una situación que termina asentándose como una forma de vida y de ahí devenir en distrés crónico, el cual surge de eventos de larga duración y de circunstancias fuera de control.

Todo lo cual se genera por vivir en conflictos relacionales constantes, sensación de cautividad de las circunstancias económicas, sentimientos de desesperanza, impotencia y miseria.

La relación entre la percepción del ser humano y los elementos arquitectónicos

Los espacios arquitectónicos siendo estos de cualquier índole, están caracterizados y representados por una serie de elementos intangibles, físicos, perceptuales y naturales. Estos elementos son de suma importancia para el Arquitecto o Diseñador en el proceso de la proyección arquitectónica, pues la manera en la que se integrarán nos permitirá crear diversos tipos de ambientes para quienes harán uso de los mismos, ahondando específicamente en satisfacer sus necesidades tanto físicas como psicológicas.

La percepción de las formas

El Arquitecto es el encargado de diseñar y concebir formas que personalizarán un significado interno para el sujeto, afectando de manera positiva o de manera negativa en él. Las formas producen ciertas sensaciones estando dentro del subconsciente de cada persona, un espacio arquitectónico puede establecer sensaciones de seguridad, confortabilidad e incluso inestabilidad dependiendo cuanto se sienta identificado el individuo con las formas arquitectónicas, haciéndolas suyas.

Existe un acuerdo general sobre el hecho de que cada uno de los colores posee una expresión específica desde el punto de vista psicológico. El color dadas sus cualidades permite ser empleado como un medio de expresión puesto que pronuncian estados anímicos y emociones de muy concreta significación psíquica, también ejercen acción fisiológica, por lo tanto son un medio conductor de sensaciones, emociones, sentimientos y deseos.

Los materiales y las sensaciones

La importancia de los materiales va mucho más allá de su empleo y manejo en la construcción, y esto se debe a que portan consigo ciertas cualidades sensoriales en diversos niveles que el ser humano puede detectar con sus sentidos.

De esta manera aportan un gran beneficio a la Arquitectura, pretendiendo aprovechar esas proyecciones sensoriales de los productos en los diferentes espacios en los que habita el ser humano. Contribuyendo a mejorar la calidad del ambiente arquitectónico desde su concepción, pues nunca antes se han manejado desde el punto perceptivo sensorial del ser humano.

Por lo tanto puede suponerse que los materiales tienen identidad, considerando sus capacidades de transmitir, comunicar, hacer sentir y de permitir experimentar experiencias sensibles. Un amplio número de materiales poseen características olfativas, visuales, táctiles y auditivas, además de que en forma integral nos da una conotación integral de significado-percepción de la edificación.

Caso de estudio: Prototipo “Ambar”

En este estudio se muestran cuáles son las condiciones psico-ambientales reales en los habitantes de las viviendas de interés social tomando como caso de estudio un fraccionamiento de interés social ubicado en la ciudad de Celaya, Guanajuato. Se realizó un estudio de campo basado en la información directa del usuario para encontrar las condiciones de la salud mental que la vivienda ha aportado al usuario. Se realizó un levantamiento arquitectónico de la vivienda, se analizaron los espacios y elementos de la misma. La vivienda social presenta una superficie de construcción de 64m².

El prototipo de vivienda social que se analizará es “Ambar” el cual presenta el siguiente programa arquitectónico: Planta baja: sala-comedor, cocina, área de servicio, jardín. Planta Alta: sala de t.v., baño y recámara. En la Figura 1 observamos la distribución de los espacios arquitectónicos en la planta baja del prototipo “ambar”.

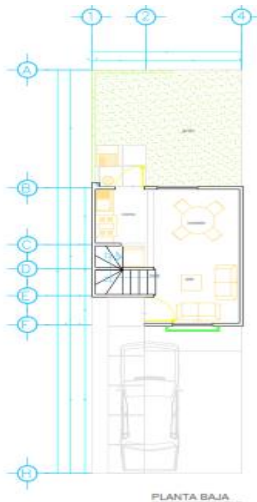


Figura 1 Planta baja del Prototipo “Ambar”.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 2 observamos la distribución de los espacios arquitectónicos en la planta alta del prototipo “ambar”.

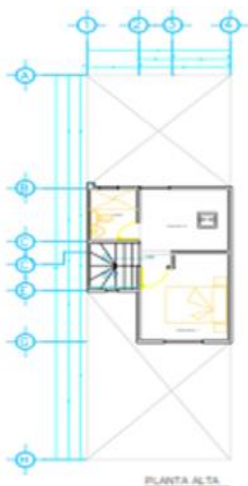


Figura 2 Planta alta del Prototipo “Ambar”.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 3 observamos la fachada principal del prototipo “ambar”.

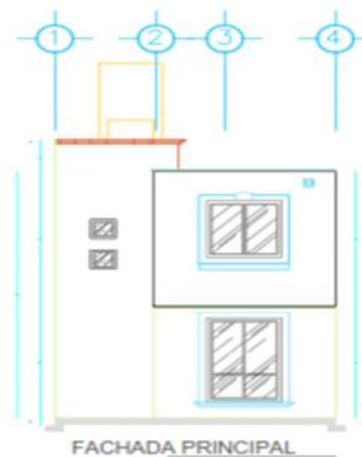


Figura 3 Fachada principal del Prototipo “Ambar”.

Fuente: Elaboración propia

Resultados

A este instrumento contestaron 43 personas de diferente hogar, de un total de aproximadamente 85 casas ya que algunos nunca fueron encontrados, algunos no devolvieron los cuestionarios, y un gran porcentaje no aceptaron contestar por sensación de inseguridad. A continuación se presentan las gráficas de resultados obtenidas y la descripción correspondiente.

El Grafico 1, contiene la mayoría de las respuestas de los habitantes que contestaron al cuestionario. Como puede apreciarse, de las 43 personas que contestaron, el 36% fueron varones y el 64% damas. El nivel académico de éstas fue del 41% con estudios universitarios, el 40% preparatoria y un 19% secundaria. Un 90 % son dueños de su vivienda, aunque la gran mayoría, un 90% aún la está pagando contra el 10% que renta su vivienda. Un 82% declaró gustarle su casa contra un 18% que no. Las razones principales a estas respuestas fueron por el hecho de poseer un hogar en donde vivir a pesar de la situación económica y política del país, en segundo lugar, por encontrarse relativamente cerca de su centro de trabajo. Y en tercer lugar debido a la zona, que no resulta ya tan deteriorada como en recientes años pasados.

La seguridad fue puesta menormente en un 78% contra un 22% que les resulta segura. Las razones principales fueron que la ciudad actualmente se ha tornado altamente violenta en comparación con décadas pasadas, el principal temor es el robo a casa habitación, seguido de asaltos en la vía pública. En cuanto a la cercanía de los servicios, el 91% declaró que sí los consideraba lo suficientemente accesibles contra un 9% que no. El 95% de los habitantes declararon confiar en sus vecinos contra un 5% que no lo hacen. Respecto de la comodidad, un 95% declararon sentirse cómodos contra un 5% que no lo están. El 64% declaró considerar tener suficiente espacio en su hogar contra un 36% que la considera muy reducida. Tocante a la sensación térmica, un 64% declaró sentirse cómodo, contra un 36% que no. Las personas que declararon en contra, dijeron experimentar demasiado calor en verano y demasiado frío en invierno.

La iluminación de sus hogares un 67% por ciento dijo estar satisfecho, contra un 43% que las encontró oscuras. Un 73% declaró no tener humedad en su hogar, contra un 27% por ciento en contra, ésta proviene principalmente del techo. Un 73% por ciento está satisfecho con la distribución de las habitaciones, contra un 27% que no. 86% está conforme con el drenaje, contra un 14% que no. El 86% se ha adaptado al espacio de las habitaciones de su casa contra un 14% que no.

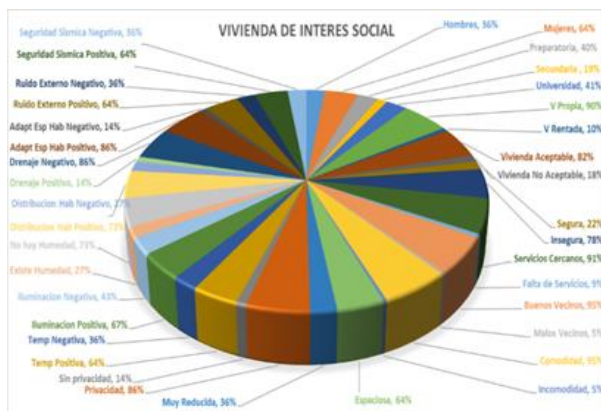


Gráfico 1 Relación de respuestas del cuestionario que se elaboró para indagar acerca del confort en la vivienda de interés social

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 2, se aprecia que las edades de las personas que contestaron el cuestionario, fue un promedio de 45 años. Los participantes fluctuaron entre los 15 a los 70 años. En promedio, son tres habitantes por casa, sin embargo existen varios hogares unipersonales y otros con más de 6 habitantes, llegando el máximo entrevistado a 8.

Promedio de vivienda

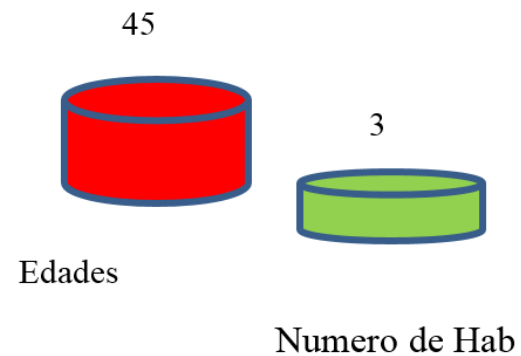


Gráfico 2 Promedio de edades y numero de habitantes presentes en las viviendas encuestadas

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 3, se encuentran reflejadas las principales áreas de la casa que llegan a causar incomodidad. Ante la interrogante de cuál área de la casa era la que más llegaba a causar molestia, sólo un 5% respondió que ninguna área le causaba problemas, otro 5% las habitaciones, un 5% más, las escaleras, un 9% la cocina, un 13% la cochera, un 19% el baño un 22% el patio de servicio y otro 22% ningún área de la casa es de su agrado.

Esta última causó cierto desacuerdo contra la pregunta formulada anteriormente en cuanto a que si le agradaba su hogar, ya que se incrementa el porcentaje de un 18% inicial. El patio de servicio causa desagrado principalmente por no tener suficiente espacio para el aseo de su ropa y para colocar a sus mascotas.

Las áreas restantes, causan molestia debido principalmente a humedad en lo que respecta al baño, la colocación de las escaleras, el insuficiente espacio para autos y en las habitaciones poco espacio y ventilación, además de que el ruido pasa fácilmente de una habitación a otra.



Gráfico 3 muestra las principales áreas de la casa que llegan a causar incomodidad
Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 4 se revelan los motivos de la pregunta si se consideraba a salvo dentro de su hogar en caso de tormenta o sismo. El 64 % contestó afirmativamente, mientras que el 36% dijo que no.

Los motivos fueron que su hogar se encontraba lejos de las innumerables fallas geológicas de la ciudad, el segundo porcentaje más alto contestó saber qué hacer en caso de desastre, el otro motivo fue que confiaba en que la construcción se encontrara en buen estado y el último negativo, fue precisamente por desconfiar que no pasara alguna falla cercana.

Cabe hacer notar que los temporales solo se mencionaron como un problema por el mal drenaje y el exceso de basura en el exterior.

EN CASO DE SISMO O TORMENTA



Gráfico 4 Respuestas correspondientes a la pregunta de si ¿se consideran a salvo dentro de su hogar en caso de tormenta o sismo?
Fuente: Elaboración propia

La Gráfica 5 refleja las respuestas ante la pregunta si se consideraba hacer cambios en la construcción y qué zona. 20% declaró no tener planes de modificación, el 36% el techo por goteras, 13% el patio reducido y reforzar protecciones, el 9% modificar la cochera, el 6% las habitaciones y el 3% restante trabajar en la humedad existente en la casa.

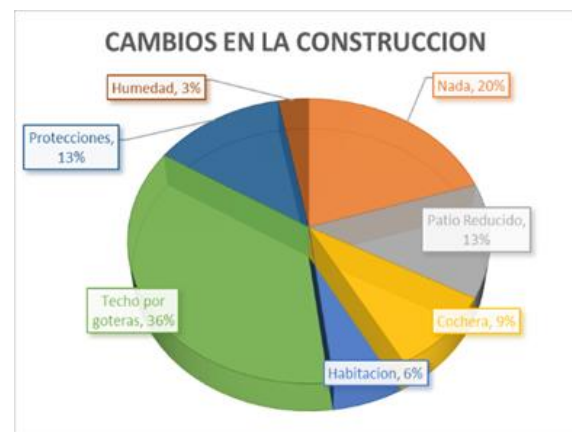


Gráfico 5 Respuestas correspondientes a la pregunta de si ¿se consideraban hacer cambios en la construcción y qué zona?
Fuente: Elaboración propia

El Gráfico 6, proyecta las respuestas ante la interrogante de si su casa es percibida tanto por el que contestó como por los habitantes de su casa como un hogar. El 50% respondió afirmativamente y su principal razón fue que su familia estaba ahí.

El 23% contestó por la conveniencia de la cercanía del trabajo, y el restante 10% que contestó afirmativamente dijo sentirse cómodo con la casa y la ubicación de esta. Un 13% dijo que no, porque vivía solo (a) y un 4% porque la humedad le disgustaba mucho y le causaba muchos problemas y eso no la dejaba ver como un hogar al que se estuviera deseoso por llegar.

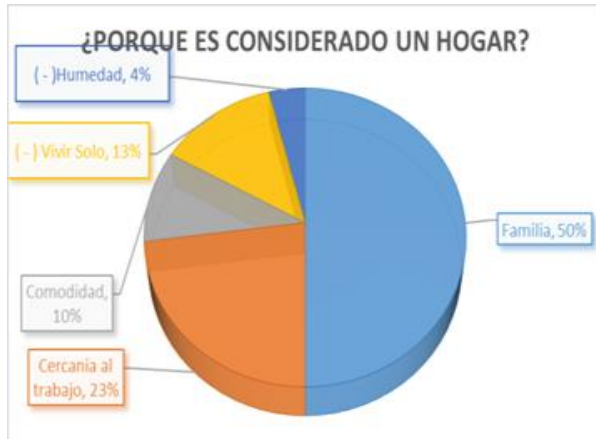


Gráfico 6 Respuestas correspondientes a la pregunta de si ¿su casa es percibida tanto por el que contestó como por los habitantes de su casa como un hogar?
 Fuente: *Elaboración propia*

A continuación se muestran imágenes de la tipología de la vivienda social presente en el fraccionamiento de análisis. En la Figura 4 observamos la tipología de vivienda social de prototipo en crecimiento del modelo “Ambar”



Figura 4 Tipología de vivienda social
 Fuente: *Elaboración propia*

En la Figuar 5 identificamos parámetros de la vivienda social de ambiente exterior, tales como: morfología del contexto artificial (fachada, materiales, colores, entre otros) así como los elementos del contexto natural (vegetación) y el contexto adicional (significado, aspecto social-económico).



Figura 5 Parametros de la vivienda social de ambiente exterior
 Fuente: *Elaboración propia*

En la Figura 6 se identifica la facha exterior de un prototipo de vivienda social en crecimiento que se identificó en el fraccionamiento de análisis. Aquí es notorio la connotación del significado de la vivienda dentro del contexto social, jerarquizando elementos de significado tales como: escala, morfología, imagen, constexto, integración, contraste, integración, etc.



Figura 6 Elementos significantes en el prototipo de vivienda social
 Fuente: *Elaboración propia*

La Figura 7 muestra una visión de la integración al contexto local de la vivienda social en crecimiento prototipo “Ambar”, las pautas arquitectónicas marcan una definición espacial del vínculo con el ambiente y la percepción que tenemos de una relación unívoca.



Figura 7 Definición espacial del prototipo de vivienda social – relación con el ambiente - .

Fuente: Elaboración propia

La Figura 8 nos muestra una perspectiva de la vivienda social del prototipo “Ambar”, donde observamos los elementos que integran la fachada.



Figura 8 Perspectiva de la vivienda social de estudio

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

La aplicación de las encuestas nos ayudó a tener un panorama general de como las personas perciben a la vivienda social. Aunque algunos de los resultados nos arrojaron datos positivos, las personas que hacen uso del inmueble muestran inconformidad y frustración hacia el mismo.

Esto conlleva a que se concientice en las propuestas de diseño de este tipo de viviendas y con ello se logre una mejora en la calidad de vida de los usuarios de manera integral. Promoviéndose que por medio de la implementación de elementos arquitectónicos, perceptuales y naturales que se puedan integrar a la vivienda desde la perspectiva de la psicología ambiental, se generan ambientes idóneos que propicien seguridad, confort y una mejora en la calidad de vida de los usuarios de los inmuebles.

El objetivo es lograr la integración de todos aquellos elementos tangibles o no tangibles que integren a la vivienda social que a los usuarios a tener una mejor percepción de su habita y con ello mejoren sus actividades, reduciendo el nivel de posibilidad de enfermedades de origen psicológico.

Referencias

[1].- Colavidas, F. y J. Salas (2005). —Por un plan cosmopolita de habitabilidad básica. *Revista INVI*. Vol. 20. Núm. 53. Santiago de Chile: INVI-Facultad de Arquitectura y Ubanismo. Universidad de Chile.

[2] y [3].- Rugiero, A. M. (2000). —Aspectos teóricos de la vivienda en relación al habitarl. *Revista INVI*. Vol.15. Núm. 40. Santiago de Chile: INVI-Facultad de Arquitectura y Ubanismo. Universidad de Chile.

- [4].- Haramoto N. Edwin. (2001) – Estudio diagnóstico, sistema de medición de satisfacción de beneficiarios de vivienda básica: informe final. Santiago, Instituto de la vivienda, Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad de Chile.
- [5].- Landáruzi, M. y J. Mercado (2004). —Algunos factores físicos y psicológicos relacionados con la habitabilidad interna de la vivienda. Medio Ambiente y Comportamiento Humano. Vol. 5. Núms. 1 y 2. Tenerife: Facultad de Psicología. Universidad de la Laguna.
- [6].- Zulaica, L. y J. P. Celemín (2008). —Análisis territorial de las condiciones de habitabilidad en el periurbano de la ciudad de Mar de Plata (Argentina), a partir de la construcción de un índice y la aplicación de métodos de asociación espacial. Revista de Geografía Norte Grande. Núm. 41. Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- [7].- Ceballos, O. L. (2006). —Política habitacional y calidad de vivienda. Reflexiones sobre la habitabilidad de bajo costo en Bogotá. Revista Bitácora Urbano Territorial. Vol.1. Núm. 10. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- [8].- Marengo, C. y A. L. Elorza (2010). —Calidad de vida y políticas de hábitat. Programa de mejoramiento barrial en Córdoba, Argentina. Caso de estudio: Barrio Malvinas Argentinas. Revista Bitácora Urbano Territorial. Vol. 2. Núm. 17. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- [9].- Mena, R. E. M. (2011). Habitabilidad de la vivienda de interés prioritario en reasentamientos poblacionales: una mirada desde la cultura en el proyecto Mirador de Calasanz. Medellín-Colombia. Tesis de grado no publicada, Universidad Nacional de Colombia.
- [10].- Cassirer, E. (1985). Filosofía de las formas simbólicas I (el lenguaje). México.
- [11].- E. del Moral. (1983). El Hombre y la Arquitectura, Ensayos y Testimonios. UNAM México.
- [12].- J. F. Cruz Bermúdez (2001) El Origen Social del Programa Arquitectónico UNAM México.
- [13].- Baldi López, Graciela, García Quiroga, Eleonora. (2005) Calidad de vida y medio ambiente. Artículo Redalyc
- [14].- María Teresa Murillo Samper (2010) Casas de espacios reducidos. Artículo Periódico El Siglo de Torreón
- [15].- Noreña Chica Diana Marcela (2015) La Proxemia del Espacio Público, Caso de Estudio. Universidad Católica de Manizales.
- [16].- Ramírez Pérez Luis Gerardo, (2007) Critican expertos casas de INFONAVIT, artículo. Noticias de Arquitectura
- [17].- Enrique Betanzos (2007) Critican expertos casas de INFONAVIT, artículo. Noticias de Arquitectura.
- [18].- Antonio Vallejo Sánchez (2007) Critican expertos casas de INFONAVIT, artículo. Noticias de Arquitectura.
- [19].- Confederación de Trabajadores de México (CTM) (2007) Critican expertos casas de INFONAVIT. Noticias de Arquitectura.
- [20].- Boyes Alice, (2015) Tiny Houses, Psychology Today Magazine. U.S.A
- [21].- Trabada Crende Elías, (2007) Viviendas y hogares; la propietarización y encarecimiento de la vivienda frenan la formación y diversificación de los hogares. Revista de Estudios Sociales y de Sociología Aplicada. E-Book.

Sistema de Control y Balizamiento para los Aerogeneradores G52 de la Central Eoloeléctrica La Venta II

BAEZ-IBARRA, Alejandro^{1*†}, ARELLANES-CANCINO, Nimcy², ENRÍQUEZ-NICOLÁS, Mario³, RODRÍGUEZ-MONTES, Juan Carlos⁴

¹Doctorado En Ciencias En Desarrollo Tecnológico, Instituto Tecnológico de Pochutla. ARELLANES-CANCINO, Nimcy,

²Cátedras CONACyT

³Departamento de Ingeniería Electronica, Instituto Tecnológico de Salina Cruz

⁴Academia de Sistemas y Computación, Instituto Tecnológico de Pochutla

Recibido Junio 14, 2017; Aceptado Octubre 7, 2017

Resumen

Como norma general de seguridad ambiental es necesario implementar sistemas de iluminación en los aerogeneradores, para ofrecer seguridad aérea dentro del área específica donde se encuentra un parque eólico. Los sistemas de iluminación en aerogeneradores dependen directamente de la altura de los mismos. En la actualidad, en la Central Eoloeléctrica La Venta II existen sistemas de balizamiento indispuestos, debido a fallas, averías o falta de actualización en el sistema de control, lo cual interrumpe el funcionamiento óptimo de las luces de obstrucción. La Secretaria de Comunicaciones y Transportes junto con la Agencia de Aviación Civil establecen una serie de directrices relacionadas con el señalamiento e iluminación de parques eólicos. Un nuevo diseño de las luces de obstrucción ayudará a que el parque eólico La Venta II cumpla con la normativa vigente sobre sistemas de iluminación aérea y evitar accidentes que se puedan ocasionar. Este nuevo diseño del sistema de balizamiento dará paso a rediseñar balizas para implementarse de una manera más compacta y con optimización de componentes, con el fin de reducir costos y aumentar la eficiencia. El diseño expuesto tanto de balizamiento como del sistema de control, proporcionará ideas y propuestas para su mejora en el futuro.

Balizamiento, aerogeneradores, iluminación, eoloeléctrica

Abstract

As an environmental and security regulation, it is necessary to implement lightning systems in aerogenerators in order to offer aerial security within a specific area where a wind farm is found. The lightning systems in aerogenerators depend directly from their height. Nowadays, in the Central Wind Power Station La Venta II there is indisposed beaconing, due to failures, damage or an outdated control system which disrupt the optimal operation of the obstruction lights. The Secretariat of Communication and Transport (SCT) along with the Civil Aviation Agency stated a set of guidelines related to lightning and signage in wind farms. A new design in the obstruction lights will help the wind park La Venta II meet with the current regulations about aerial lightning systems and prevent any further accidents. This new design from the beaconing system will make way to a new, better and compact design of beacons in order to reduce costs and increase efficiency. The new beacon design along with the control system, will provide new ideas and improvement proposals in the future.

Beaconing, aerogenerators, lightning, wind-power

Citación: BAEZ-IBARRA, Alejandro, ARELLANES-CANCINO, Nimcy, ENRÍQUEZ-NICOLÁS, Mario, RODRÍGUEZ-MONTES, Juan Carlos. Sistema de Control y Balizamiento para los Aerogeneradores G52 de la Central Eoloeléctrica La Venta II. Revista de Investigación y Desarrollo 2017, 3-9:53-62.

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En la actualidad, en la Central Eoloeléctrica La Venta II existen sistemas de balizamiento indispuestos, debido a fallas, averías o falta de actualización en el sistema de control, lo cual interrumpen el funcionamiento óptimo de las luces de obstrucción. La Secretaria de Comunicaciones y Transportes en conjunto con La Agencia de Aviación Civil establecen una serie de directrices relacionadas con el señalamiento e iluminación de parques eólicos.

Un nuevo diseño de las luces de obstrucción ayudará a que el parque eólico La Venta II cumpla con la normativa vigente sobre los sistemas de iluminación aérea y evitar accidentes que se puedan ocasionar.

Este nuevo diseño del sistema de balizamiento para los aerogeneradores dará paso a un nuevo diseño de balizas para implementarse en una manera más compacta y con optimización de componentes, esto con el fin de reducir costos y aumentar la eficiencia, este diseño tanto de la baliza como del sistema de control proporcionará grandes ideas y propuestas para su mejora en un futuro. El objetivo fue crear un sistema de control y balizamiento para los aerogeneradores G52 de La Central Eoloeléctrica La Venta II, para lo cual se llevó a cabo un análisis planteando los siguientes problemas a resolver:

- Falta del sistema de balizamiento en el parque eólico de la Central Eoloeléctrica Venta II
- Crear un sistema de control para el sistema de balizamiento para los aerogeneradores G52 de la Central Eoloeléctrica La Venta II
- Análisis del sistema de control de las luces de obstrucción.
- Investigación del funcionamiento de las luces de obstrucción de acuerdo con la altura de los aerogeneradores, respecto a las normas estipuladas por la Secretaria de Comunicaciones y Transportes.

- Diseño del sistema de control a manera que se cumplan las condiciones específicas para el buen funcionamiento del sistema de balizamiento.
- Potencialización del sistema de control para manejar gran cantidad de corriente y voltaje
- Estudio de los materiales para realizar el prototipo a manera que sea eficiente y eficaz.
- Generación de un presupuesto para comprobar que el estudio y el sistema de balizamiento reduzca gastos a los parques eólicos.
- Unión del sistema de control con la baliza y su ensamblado en el aerogenerador para la ejecución de pruebas.

Método y metodología

Para poder conocer la naturaleza del fenómeno y el objeto de estudio, fue necesario comprender su esencia. Se tuvo que analizar cada una de sus partes independientemente, para comprender el comportamiento, específicamente la del sistema de control y su estructura. Para esto se empleó el método analítico que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. Permitted conocer más del objeto de estudio, con lo cual se pudo: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías.

El procedimiento para llevarlo a cabo se dividió en cinco etapas, que tuvo por objetivo principal crear un sistema de control y balizamiento para los aerogeneradores G52 de la Central Eoloeléctrica La Venta II, que consiste principalmente en crear un sistema de obstrucción eficiente, eficaz y sobre todo económico.

Recopilación de información

La primera etapa fue el estudio de los antecedentes de los sistemas de balizamiento. En esta parte se estudiaron los aspectos específicos de los aerogeneradores de la marca GAMESA® haciendo hincapié en la nacelle que es donde se encuentra el sistema de balizamiento. Entre los instrumentos utilizados para obtener información que lograra crear un marco contextual se utilizaron entre otras, las siguientes: manuales, monografías, revistas especializadas y fichas técnicas.

Análisis del funcionamiento general de un aerogenerador, estudiando cada una de sus partes

En esta etapa fue necesaria la investigación acerca de los aerogeneradores, sobre todo la lectura del manual de operación Gamesa en el cual se aborda cada una de las partes del aerogenerador y su funcionamiento. Este manual se divide en cinco partes fundamentales:

- Descripción de la maquina completa
- Rotor completo
- Nacelle completa
- Torre completa
- Equipamiento eléctrico

Identificación y conocimiento de la ubicación de las balizas y el sistema de control

Con base en el manual de operación y mantenimiento G5X fue analizado el sistema de balizamiento, en esta fase se precisa la vista general y su localización en los aerogeneradores, de acuerdo a las especificaciones técnicas especiales de cada equipo y con base en las necesidades de cada parque eólico en los diferentes países.

De igual manera se hace referencia al estudio de los tipos de balizas, es decir su clasificación con base en la altura de la torre, con respecto a la normativa aérea.

Teniendo el manual de operación, esta tercera actividad a realizar se concibe de manera factible y práctica, puesto que, existe un apartado específico en el manual de operación en donde marca las especificaciones y el funcionamiento como tal del sistema de control, para que la programación de estas luces de obstrucción funcionen de buena manera, siguiendo las normas de seguridad aérea.

Análisis del problema

Una vez que se hubo identificado y definido el problema, se procedió a reconocer las causas principales del mismo. En esta fase el objetivo fue analizar el problema y dividirlo en partes separadas, examinando cómo es que se relacionan cada una de ellas. Fue indispensable comprender el contexto del problema y cómo unas partes afectan a otras. Con este análisis se tuvieron los inicios para las soluciones potenciales y elaboración de planes de acción. El análisis del problema se realizó a través del siguiente procedimiento:

- Confirmación de que el problema existe realmente.
- Presentación de los datos
- Identificación de causas potenciales

Identificación de posibles soluciones

Una vez que se tuvo una mejor comprensión de los problemas, fue más fácil identificar las posibles soluciones. Aquí el objetivo fue presentar ideas, las cuales facilitaron las organizaciones de los mismos, sus causas y el diseño de las soluciones.

Se realizaron investigaciones acerca de funciones de los sistemas de obstrucción y luces estroboscópicas. Así, mismo el análisis de voltaje, corriente, luminosidad, dispositivos de control, potencia, y sobre todo la plataforma de programación factible para la realización del proyecto.

Herramientas tecnológicas utilizadas para la implementación de la solución

Con base en los problemas y posibles soluciones analizadas, se optó por usar ARDUINO® como sistema de control principal, esta tecnología y su software ofrecen una plataforma completa de herramientas para solucionar retos, al ofrecer soluciones personalizadas para programar y ejecutar las condiciones requeridas por el usuario.

Diseño del sistema de control

Para iniciar con el diseño del sistema de control fue necesario tomar en cuenta el funcionamiento general de los sistemas de obstrucción, se tuvo que analizar cada una de las posibilidades, esto nombrando las condiciones en las que debe de iniciar el ciclo del sistema de balizamiento, y de igual manera en qué momento debe terminar el funcionamiento.

Es aquí donde se debe de mostrar cada condición y hacerse un reencuentro de funciones para verificar su correcto funcionamiento. Dentro de esta actividad también se presentaron las interrupciones e inconvenientes que modificaran el funcionamiento de las balizas.

Prototipado

Para el diseño del prototipo de la baliza fue necesario tener en cuenta las condiciones en las que se expone, ya que debe estar diseñada para su resistencia en la intemperie, trabajando a altas temperaturas y sobre todo a vientos de gran velocidad.

Posterior al estudio y diseño del prototipo para el sistema de balizamiento fue necesario el ensamble de todos los componentes para su funcionamiento en conjunto y de esta manera comprobar que su visibilidad sea de gran alcance y cumpliera con el objetivo principal de los sistemas de balizamiento.

Por otra parte al momento de la creación del prototipo se tomó en cuenta el lugar en el que se debe de situar la baliza y el sistema de control en la nacelle para que se tenga el cableado entre el sistema de control y la baliza en la parte superior de la capota de la nacelle y de igual manera el acercamiento del sistema de control hacia las conexiones eléctricas.

Resultados

Para la realización del prototipo del sistema de control y balizamiento para los aerogeneradores G52 de la Central Eoloeléctrica fue necesario estudiar la máquina completa y posteriormente el equipo de control específico que se encarga del funcionamiento general de las luces de obstrucción. Se analizó el Manual de operación y mantenimiento G5X en la sección 3.8 Cubierta nacelle, en este punto se encuentra el apartado llamado “G5X MOM Sistema de Balizamiento – Descripción”, a partir de este apartado se hace el análisis del funcionamiento.

Se diseñó un prototipo base para sustentar y hacer pruebas de esta investigación denominada “Creación de un sistema de Control y balizamiento para los aerogeneradores G52 de la Central Eoloeléctrica La Venta II”.

La realización del prototipo engloba el sistema de control y la estructura de la baliza como tal, tomando en cuenta todos los aspectos que sustentan el funcionamiento óptimo y eficaz; considerando la normativa vigente, fue necesario el diseño de un sistema de balizamiento de media intensidad.

Se realizó un análisis sobre el diseño, número de caras y la cantidad leds necesarios para el prototipo midiendo el voltaje que se obtiene de contactos dentro del aerogenerador, por otra parte se consideran las especificaciones de los leds a utilizar: en este caso leds de potencia de 3W.

El primer aspecto importante fue el voltaje y la corriente de una fuente destinada para la alimentación del sistema, teniendo un voltaje de entrada de 230V a 120V de corriente alterna y un voltaje de salida 24V de corriente continua. El siguiente aspecto fue la cantidad de leds que se debían de utilizar, en este caso los leds destinados fueron un total de 20.

De igual manera se tomó en cuenta que cada led de acuerdo con sus especificaciones deben de trabajar en una base disipadora, para evitar su sobre calentamiento y que las altas temperaturas afecten su funcionamiento, por tanto se analizó una placa de aluminio, ya que por sus propiedades específicas como son la alta resistencia a la corrosión y su alta capacidad de conducción.

Aplicando las leyes básicas de Kirchhoff y Ohm se hizo el análisis de un circuito en serie comprobando que la corriente será única en cualquier parte del circuito y el voltaje consumido será la suma de las tensiones de cada componente utilizado, y el amperaje será el mismo en cualquier parte de circuito. Para esto fue necesario hacer una simulación (Figura No. 1) de las conexiones de los leds para verificar su funcionamiento, a manera de comprobar el funcionamiento del mismo.

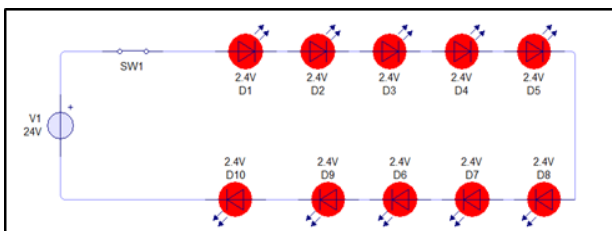


Figura 1 Circuito Serie solo en modo prueba simulado en el software LiveWire

Fuente: Elaboracion propia

En la tabla No. 6 se dan a conocer los aspectos que se tomaron en cuenta para la evaluación de las caras para el prototipo, mencionando el número de leds, los watts a utilizar, un análisis de voltaje para poder adaptarse a la fuente y el total de corriente que utilizaría por cara.

Con respecto a los datos de la tabla se observó que por cuestiones del valor nominal de la corriente es mejor realizar un circuito en serie, además el voltaje promedio utilizado de un led es de 2.4V llegando al acuerdo de utilizar cuatro caras en la baliza para que el voltaje utilizado en dos caras cubriera los 24V de la fuente y posteriormente en paralelo y así el voltaje se conservara, y solo la corriente cambiara

	Opción 1	Opción 2
Nº de caras	4 caras	5 caras
Leds	5 leds cada cara	4 leds cada cara
Watts	15 watts en cada cara	12 watts en cada cara
Voltaje	2.4V por cada led haciendo un total de 12V en cada cara	2.4V por cada led haciendo un total de 9.6V por cara
Corriente	Corriente nominal de 750mA por su configuración en serie	Corriente nominal de 750mA por su configuración en serie
Configuración	En serie	En serie

Tabla 2 Aspectos tomados en cuenta para la elaboración del diseño

Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que la primera prueba realizada fue la programación y parpadeo de un led por medio de una salida analógica-digital; estas salidas son conocidas también con el nombre de PWM (Modulación por Ancho de Pulsos); estas salidas ya están predestinadas en la placa. Para dar inicio con la programación, la primera prueba realizada con la placa fue programar el parpadeo de un led.

La idea principal del sistema de control es que una baliza, creada por los leds de potencia en placas de aluminio, encienda de manera automática tomando la hora a través de un reloj de tiempo real, este módulo tiene adaptado una batería con la que se apoya para guardar datos mientras el reloj esté desconectado o le falte el suministro de energía. El reloj de tiempo real, lleva la cuenta de los segundos, minutos y horas, además del día, mes y año automáticamente hasta el año 2000. Además cuenta con 56 bytes de memoria RAM respaldada por una batería exterior, que mantiene la fecha y hora cuando no hay corriente. Tiene la capacidad de detectar un corte de corriente y cambiarlo a modo batería. Consume muy poca energía, lo que ayuda a que la batería dure entre 5 y 10 años.

Se comenzó con la configuración del Reloj (RTC) utilizando la librería “Wire.h” que hace referencia a la comunicación I²C implementada por Arduino®, que es un protocolo diseñado por Phillips®, y que define las reglas de cómo se pueden conectar diferentes dispositivos entre sí, creando un bus de comunicación entre diferentes dispositivos en serie, el cual se ejecuta sobre tres cables base (GND), un cable con señal del reloj (SCL) y un tercero con datos (SDA), todos ellos con conexión en paralelo. Este protocolo está contemplado para la existencia de un dispositivo master que inicia la comunicación y dispositivos esclavos.

En Arduino los pines correspondientes al bus I²C son: A4, destinado para la comunicación de datos (SDA) y A5, destinado para la señal del reloj (SCL), como se aprecia en la figura No. 2.

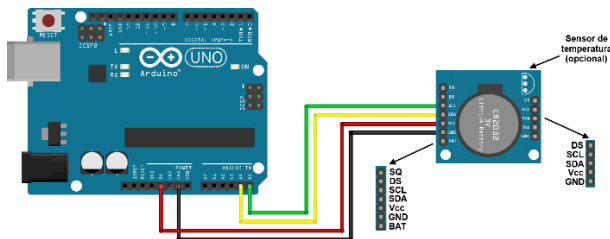


Figura 2 Diagrama de conexiones entre Arduino Uno y el módulo RTC

Fuente: API Online Arduino <http://www.arduino.cc>

Posterior a conocer las conexiones y los criterios de la condición I²C, se ejecuta el programa para la configuración del reloj. Se hace a través la plataforma de programación en comunicación con el puerto USB hacia la placa Arduino. Con un pequeño programa de configuración se le indica al reloj que tome la hora del sistema, este lee la hora y la fecha de la computadora y la almacena en su propia memoria, ya que todos los RTC por default tienen cargado las cero horas del primero de enero del 2000. Por otra parte las librerías “RTCLib.h” y “RTC_DS1307” definen el modelo de reloj que se ha de utilizar.

Teniendo el reloj configurado el siguiente paso fue llevar a cabo una programación sencilla de prueba que consistió en encender un led pero tomando en cuenta la hora y los minutos registrados en el RTC. Los tiempos establecidos de encendido y apagado de los leds y en general del sistema de balizamiento los establece la empresa encargada de la central eoloelectrica.

Referente a la etapa de potencia del sistema, se hace uso de un transistor de potencia, con el fin de controlar la electricidad, que regula el flujo de corriente o de tensión actuando como un interruptor y amplificador para señales electrónicas. El transistor Darlington es un tipo especial de transistor que tiene una alta ganancia de corriente. Está compuesto internamente por dos transistores bipolares que se conectan en cascada. Los transistores Darlington se utilizan ampliamente en circuitos en donde es necesario controlar cargas grandes con corrientes muy pequeñas. El transistor utilizado fue el TIP41C. el diagrama electrónico de conexiones se muestra en la figura No. 3.

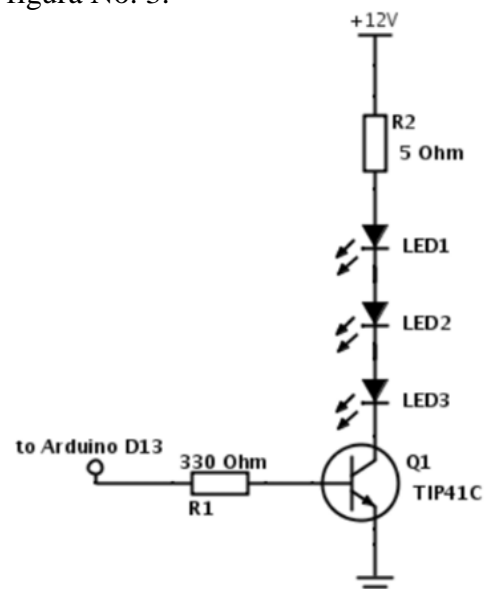


Figura 3 Diagrama de conexiones para la etapa de potencia del sistema de control basado en leds

Fuente: Elaboración propia

Culminado lo anterior, se realizaron pruebas con 10 leds de potencia, lo que equivale a tener dos caras de la baliza. Sabidos los componentes a utilizar se prosiguió con la simulación del circuito, utilizando el software de Proteus 8 Professional® y se hizo uso de ARES (de la misma Suite) para la fabricación de las placas de circuito impreso.

Posterior al diseño del circuito y su simulación realizó el ensamblado del circuito en la tablilla de pruebas (protoboard), esto con el fin de verificar el buen funcionamiento de la parte de potencia y corroborar que el transistor de potencia realizara su función.

Debido a la naturaleza de un sistema de balizamiento, se establecieron los criterios a seguir en la programación, esto dio lugar a una de las primeras condiciones la cual establece que el parpadeo de las luces debe terminar en una hora diferente a la hora de inicio

Como parte del funcionamiento de las luces de balizamiento es el cambio de intensidad de luz, yendo desde su valor mínimo al máximo y viceversa, se realizó la programación llamada "Fade" que hace referencia al brillo del led en incremento y decremento.

En general, se construyó desde cero el prototipo que demostró el funcionamiento del sistema de control de balizamiento cumpliendo con condicionantes basadas en tiempos y horas establecidas específicas y muy precisas (gracias al módulo RTC), además de considerar el funcionamiento básico del parpadeo en este tipo de sistemas y establecido por la empresa encargada. El diagrama final del sistema de control se muestra en la figura No. 4.

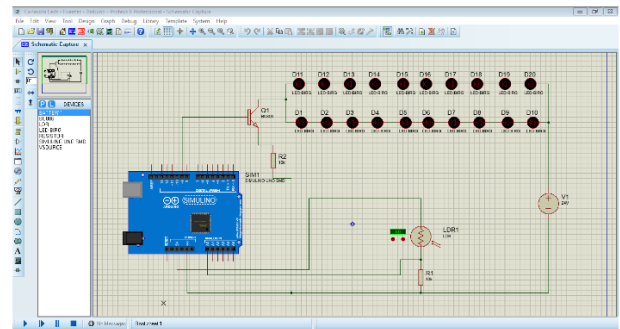


Figura 4 Diseño y simulación a partir del diagrama del sistema de control de balizamiento, considerando una sola cara

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se implementó el circuito del prototipo y se ajustó a un gabinete que resguardara el sistema de control, por otra parte se ejecutó el ajuste de la LDR dentro de la baliza para que tomara la incidencia de luz desde la base, se llevó a cabo el cableado de los leds y el LDR para que se comunicaran con el sistema de control dentro de la nacelle.

En la figura No. 5 se muestra el diseño del gabinete que contiene el sistema de control de la baliza, dicho gabinete contiene la placa de programación Arduino Uno®, el Reloj de tiempo real (RTC 1307) y el circuito que contiene la parte de potencia y donde se realizan las conexiones para la LDR, los led's y la fuente de 24VCD.

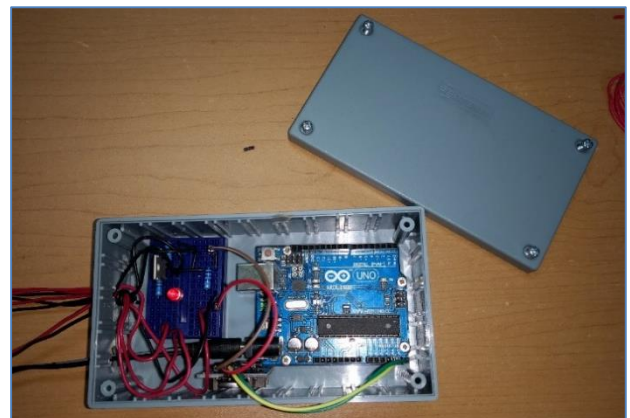


Figura 5 Gabinete contenedor del sistema de control

Fuente: Elaboración propia

Por cuestiones ambientales y debido a los altos vientos de la zona, fue necesario ajustar con tornillos la base de acrílico quedando como se muestra en la figura No. 6.

Lo anterior con la finalidad de mantener la forma deseada en caso de cualquier viento fuerte o por los rayos ultravioleta y evitar daño en el hardware de iluminación.



Figura 6 Aspecto físico del prototipo final para una baliza del Sistema de Balizamiento de la Central Eoloeléctrica La Venta II

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

Con los resultados de las pruebas realizadas al prototipo del sistema de balizamiento, se cumple con el objetivo general del diseño de un sistema de control de balizamiento, se tuvo una gran eficiencia en el uso de los dispositivos electrónicos de potencia y programables.

La tarjeta Arduino Uno® ofrece soluciones económicas y prácticas para el control de dispositivos de potencia analógicos-digitales, por medio de la modulación de ancho de pulso o PWM. Otra ventaja que tiene es la lectura de señales analógicas, que fuer la clave para la interconexión con el reloj de tiempo real y la fotorresistencia que son fundamentales en los sistemas de este tipo para la captación de variables físicas y tomarlas en cuenta en las condicionantes.

El uso de los leds de potencia reduce significativamente el número de leds (muchas veces focos) utilizados en balizas convencionales, aumentan la eficiencia de las luces de obstrucción mejorando su luminosidad con respecto a su ángulo de incidencia y sobre todo se refleja un considerable y proporcionado bajo costo.

La utilización del módulo RTC permitió facilitar la creación del firmware del prototipo, generando un código muy limpio y logrando una actualización del software casi de forma transparente para el usuario. Aunado a lo anterior, este módulo permite darle a cada baliza del sistema de control de balizamiento, una precisión inigualable comparado con otros sistemas.

En conclusión, con el diseño de este sistema de balizamiento se tiene un prototipo totalmente funcional que cumple con las condicionantes propuestas por la empresa:

- Día: esta función se activará sí, y solo si las condiciones ambientales y meteorológicas así lo requieren, su funcionamiento estará basado en el LDR que funcionara solo en el horario en el que no esté funcionando el Reloj, es decir, de 6:00 horas a 18:00 horas. Si dentro de este horario la incidencia de luz solar es poca, mandará una señal al sistema de control y entonces entrarán en funcionamiento las luces de obstrucción.
- Noche: Conociendo el horario en el que comienza a ocultarse el sol y en el que empieza a amanecer, la baliza actuará en el horario programado que es desde las 18:00 horas a las 6:00 horas, es decir cubriendo toda la noche y madrugada (etapa oscura).

Como recomendación para futuros prototipos, se propone utilizar un sensor de temperatura en conjunto con el sistema de enfriamiento para evitar un sobre calentamiento en momentos donde las condiciones ambientales así lo requieran.

Por otra parte se recomienda la mejora en la carcasa debido a las condiciones climáticas de la zona, la estructura de la baliza no debe presentar una oposición al viento (se requieren estudios de aerodinámica en el diseño del contenedor que permitan disminuir el desgaste a numerosos factores relacionados a los fuertes vientos) y así mismo un uso de materiales más adecuados.

Agradecimiento

Un especial agradecimiento a la empresa encargada de la Central Eoloeléctrica que hizo posible llevar a cabo esta investigación y el desarrollo del primer prototipo, asimismo a los ingenieros en campo que con su asesoría nos permitieron entender rápidamente el funcionamiento de los aerogeneradores, así como los sistemas de seguridad asociados y las distintas normativas vigentes aplicables.

Un entero agradecimiento a nuestras instituciones de procedencia: I.T. Pochutla y al I.T. Salina Cruz, por brindarnos las facilidades laborales para los estudios en campo.

Referencias

Acrilico-y-policarbonato.com. (2011). ¿Qué es el Acrilico?. [En línea] Disponible en: <http://www.acrilico-y-policarbonato.com/acrilico.html> [Consultado el 4 de Diciembre. 2016].

Arduino.cc. (2014). Arduino - DigitalWrite. [En línea] Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Reference/DigitalWrite> [Consultado el 24 de Octubre del 2016].

Arduino.cc. (2015). Arduino - Wire. [En línea] Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Reference/Wire> [Consultado el 17 de Noviembre del 2016].

Arduino.cc. (2015). Arduino - Fade. [En línea] Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/Fade> [Consultado el 17 de Noviembre del 2016].

Course, F., Tutorials, A. and Shield, A. (2015). Tutorial 10: Fade an LED with Pulse Width Modulation using analogWrite() - Programming Electronics Academy. [En línea] Programming Electronics Academy. Available at: <https://programmingelectronics.com/tutorial-10-fade-an-led-with-pulse-width-modulation-using-analogwrite/> [Consultado el 17 de Noviembre del 2016].

Electrónica Unicrom. (2012). Transistor Darlington - Electrónica Unicrom. [En línea] Disponible en: <http://unicrom.com/transistor-darlington/> [Consultado el 15 de Noviembre del 2016].

Llamas, L. (2015). Medir nivel de luz con Arduino y fotorresistencia LDR (GL55). [En línea] Disponible en: <http://www.luisllamas.es/2015/03/medir-nivel-luz-con-arduino-y-fotorresistencia-ldr/> [Consultado 29 de Noviembre 2016].

Measwind.com. (2015). Luces de Balizamiento - Measwind Renewable Services. [En línea] Disponible en: <http://measwind.com/ro/torres/luces-de-balizamiento.html> [Consultado el 19 de Octubre del 2016].

Montero, M. (n.d.). "Balizamiento de parques eólicos, consideraciones ambientales, propuestas para mejora de diseño y operación de parques". 1st ed. [ebook] Miguel Montero Bueno. Disponible en: http://www.aeelica.org/ponencias/twg2012/Miguel%20Montero_APREAN.pdf [Consultado el 19 de Octubre del 2016].

Pomares, J. (2015). Entradas y salidas digitales y analógicas. [En línea] Dfists.ua.es. Disponible en:http://dfists.ua.es/~jpomares/arduino/page_10.htm [Consultado el 24 de Octubre del 2016].

Playground.arduino.cc. (2015). Arduino Playground - HomePage. [En línea] Disponible en: <http://playground.arduino.cc/> [17 de Noviembre del 2016].

Prometec.net. (2015). Introduccion a la Programacion del Arduino | Tutoriales Arduino. [En línea] Disponible en: <http://www.prometec.net/intro-programacion/> [Consultado el 20 de Octubre 2016].

Prometec.net. (2015). El bus I2C | Tutoriales Arduino. [En línea] Disponible en: <http://www.prometec.net/bus-i2c/> [Consultado el 17 de Noviembre del 2017].

ROBOTica al Alcance de todos y toDAS. (2015). Práctica 3. Encender un LED y cambiarle su intensidad. [En línea] Disponible en:<https://robotadas.wordpress.com/2015/09/23/practica-3-encender-un-led-y-cambiarle-su-intensidad/> [Consultado el 17 de Noviembre del 2016].

Tuelectronica.es. (2015). [En línea] Disponible en:<http://www.tuelectronica.es/tutoriales/arduino/reloj-rtc-i2c-con-arduino.html> [Consultado el 17 de Noviembre 2016].

Hidrólisis de residuos de naranja para la obtención de carbohidratos fermentables

SÁNCHEZ-OROZCO, Raymundo*† & VÁZQUEZ-VELÁZQUEZ, José

Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán, Carretera Toluca-Atlacomulco Km. 44.8, Ejido de San Juan y San Agustín, C.P. 50700 Jocotitlán, México.

Recibido Mayo 15, 2017; Aceptado Julio 25, 2017

Resumen

En la hidrólisis ácida de la biomasa vegetal, los polisacáridos son convertidos a monosacáridos, correspondientes a la materia prima básica para la biorrefinería en procesos de base fermentativa. En este trabajo se evaluó el efecto de la hidrólisis ácida de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*) para la conversión de celulosa a carbohidratos reductores. El proceso de hidrólisis se llevó a cabo con ácido sulfúrico a diferentes concentraciones (0.25-1.0 %v/v), temperatura (110-125 °C) y tiempo de reacción (10-30 min). Se realizaron determinaciones de azúcares reductores (AR) mediante fotolorimetría y ácido dinitrosalicílico (DNS). El análisis bromatológico permitió cuantificar el contenido de humedad, cenizas, extracto etéreo, así como porcentajes de celulosa, hemicelulosa y lignina de la biomasa lignocelulósica. También se realizó el análisis por microscopía electrónica de barrido (SEM) y espectroscopía infrarroja (FT-IR) de la biomasa para evidenciar la modificación física y estructural promovida por la hidrólisis. Las condiciones que favorecieron mayor conversión a carbohidratos reductores fueron el tratamiento con ácido sulfúrico al 0.50 y 0.75 % durante 30 min de reacción a 125 °C obteniéndose como máximo 0.38 g de AR/g biomasa seca. Los resultados obtenidos muestran la posibilidad de implementar mecanismos de pretratamiento tendientes a generar insumos de valor agregado como los azúcares y el bioetanol.

Residuos de naranja, hidrólisis ácida, azúcares reductores, análisis proximal

Abstract

In acid hydrolysis of plant biomass, the polysaccharides are converted to monosaccharides, which corresponds to the basic raw material for biorefinery in fermentation-based processes. This work was aimed at investigating the effect of the acid hydrolysis on orange peels (*Citrus sinensis*) to evaluate the conversion of cellulose to reducing carbohydrates. The hydrolysis process was carried out with sulfuric acid at different concentrations (0.25-1.0% v / v), temperature (110-125 ° C) and reaction time (10-30 min). Reducing sugars (AR) were determined using photolorimetry and dinitrosalicyclic acid (DNS). The bromatological analysis allowed to quantify the moisture content, ashes, ethereal extract, as well as percentages of cellulose, hemicellulose and lignin of the lignocellulosic biomass. Scanning electron microscopy (SEM) and infrared spectroscopy (FT-IR) of the biomass were also performed to demonstrate the physical and structural modification promoted by the hydrolysis. The conditions favoring greater conversion to reducing carbohydrates were the treatment with sulfuric acid at 0.50 and 0.75% for 30 min of reaction at 125 ° C. The results show the possibility of implementing pretreatment mechanisms tending to generate value added inputs such as sugars and bioethanol.

Orange waste, acid hydrolysis, reducing sugars, proximate analysis

Citación: SÁNCHEZ-OROZCO, Raymundo & VÁZQUEZ-VELÁZQUEZ, José. Hidrólisis de residuos de naranja para la obtención de carbohidratos fermentables. Revista de Investigación y Desarrollo.2017, 3-9: 63-70.

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: r.sanchez@tesjo.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La creciente necesidad de ampliar de modo sostenible el uso de fuentes renovables de energía para proporcionar mayor seguridad al suministro energético y reducir los impactos ambientales asociados a los combustibles fósiles, encuentra en los residuos cítricos una alternativa económicamente viable y con significativo potencial de expansión. Esto puede ser un elemento de partida para la mejor utilización de los recursos y la disminución de la contaminación ambiental generada particularmente por la agroindustria de pulpas y jugos. Los residuos cítricos están constituidos principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina, su composición varía dependiendo del origen del material (Taghizadeh-Alisaraeia et al., 2017; Mejía-Trejo et al., 2016).

La utilización de materiales lignocelulósicos se está investigando intensamente, debido a que éstos representan el mayor componente de los residuos agrícolas y desechos agroindustriales en el mundo, constituyendo una fuente abundante y segura de recursos renovables y energía (Alfenore y Molina-Jouve, 2016; Zabed et al., 2017; Sharma et al., 2017; Mejías-Brizuela et al., 2016; Guarneros-Flores et al., 2016). El uso de lignocelulosa disminuye el posible conflicto con el uso de la tierra para la producción de alimentos, al mismo tiempo que constituye materia prima más barata que las materias primas convencionales de tipo agrícola.

Por otra parte, los biocombustibles elaborados de lignocelulosa generan muy bajas emisiones de gases de efecto invernadero, reduciendo impactos ambientales, especialmente de cambio climático. Seidl y Goulart (2016) indican que actualmente estos residuos están siendo subutilizados y en la mayoría de los casos causando serios problemas de contaminación ambiental debido a la deficiencia en su disposición final.

A pesar de que son potencialmente buenos para ser empleados como materia prima en la producción de azúcares, biomasa microbiana, producción de ácidos orgánicos, alcoholes, entre otros. La biomasa lignocelulósica presenta una estructura compleja, por lo que su conversión a etanol comprende dos etapas generales: la primera de pretratamiento e hidrólisis (Dewan et al., 2013; Negahdar et al., 2016); donde se obtienen los azúcares simples fermentables (glucosa y xilosa), y la de fermentación en la cual estos azúcares son convertidos en etanol por la acción de los microorganismos (Boluda-Aguilar y López-Gómez 2013; Choi et al., 2013).

Dicha fermentación está influenciada por factores como la concentración de azúcares en el sustrato y el microorganismo fermentativo empleado. Se han desarrollado diversos tratamientos para lograr que los materiales lignocelulósicos sean más susceptibles a la sacarificación, dentro de éstos se incluyen los tratamientos físicos, químicos y enzimáticos (Santi et al., 2014). Como tratamiento físico, el triturado y molienda disminuyen el índice de cristalinidad y el grado de depolimerización de la celulosa, aunque también permiten aumentar la superficie de contacto con reactivos y enzimas, según lo reporta Yoon et al. (2014). Por otra parte, Cortés y Bridgwater (2015) evaluaron el efecto de la temperatura, concentración y tiempo de residencia en procesos de hidrólisis ácida.

De acuerdo con lo anterior, el objetivo del presente trabajo se centró en el estudio de caracterización físico-química e hidrólisis ácida con H_2SO_4 diluido de la cáscara de naranja (CN), a condiciones controladas de reacción con el propósito de alcanzar una elevada conversión a carbohidratos reductores. A cada tratamiento aplicado se le efectuaron pruebas de concentración de azúcares reductores (AR) mediante el método DNS (ácido 3,5-dinitrosalicílico).

Metodología

Materiales

La biomasa empleada en el presente estudio fue obtenida de frutos frescos de naranja, los cuáles fue necesario lavar con agua destilada para eliminar residuos y demás partículas presentes en la superficie. Posteriormente se realizaron cortes únicamente de la cáscara, se pesaron y sometieron a secado con el propósito de remover el agua para conservación del material y mejor control de las variables del proceso y a su vez aplicar tratamientos de hidrólisis.

El secado se prolongó hasta obtener peso constante y se realizó en un horno con flujo de aire forzado a una temperatura de 60 °C. El material seco fue molido en molino de discos y tamizado para obtener tamaños de partícula a través de tamiz No. 80, el cual diluye sin problemas y facilita la hidrólisis por la ampliación del área de contacto.

Para determinar la proporción de hidratación, fue necesario preparar soluciones con 2.5, 5 y 10 %p/v de materia seca y se encontró que la mejor condición de la muestra para la hidrólisis es la solución al 2.5 %p/v, con la cual se trabajaron los ensayos experimentales.

Análisis proximal

La composición proximal de la biomasa implicó cuantificar el contenido de humedad, fibra cruda, proteína cruda, cenizas y extracto etéreo. Lo anterior, permitió determinar los porcentajes de celulosa, hemicelulosa y lignina en base a AOAC (1998). Cada análisis se realizó por triplicado.

Proceso de hidrólisis ácida

La hidrólisis ácida se llevó a cabo con ácido sulfúrico diluido, partiendo de una solución concentrada (96.7%) que se diluyó a concentraciones de 0.25, 0.5, 0.75 y 1.0 %v/v. A estas soluciones se les adicionó el sólido seco (cáscara de naranja en polvo), se mezcló perfectamente y se dejó reaccionar durante 10, 20 y 30 min, manteniendo temperaturas constantes en el intervalo de 110 a 125 °C en incrementos de 5 °C.

Estos ensayos se llevaron a cabo empleando peso constante de sólido seco (2.5 %p/v). Lo anterior permitió estudiar el comportamiento de las variables sobre el proceso de hidrólisis con el propósito de evaluar las mejores condiciones de producción de azúcares reductores.

Finalizado el proceso de hidrólisis, las muestras fueron centrifugadas durante 5 min a 1500 rpm sin neutralización previa. Finalmente, el líquido sobrenadante se empleó para la determinación de azúcares reductores por el método DNS.

Determinación de azúcares reductores

La cuantificación de carbohidratos reductores en los hidrolizados se determinó utilizando el método fotocolorimétrico DNS (Dobois et al., 1956). El ácido 3,5-dinitrosalicílico en presencia de calor reduce el ácido 3-amino-5-dinitrosalicílico por los azúcares reductores presentes, desarrollándose un color amarillo-café el cual es estable hasta por 24 horas.

La lectura se realizó a 575 nm en un espectrofotómetro UV-Vis Perkin Elmer Lambda. El método permitió medir las unidades reductoras presentes en los azúcares. Los datos experimentales para la curva de calibración de azúcares reductores se procesaron en Excel.

Resultados y discusiones

Análisis proximal

La caracterización de la biomasa se realizó mediante análisis proximal; los resultados se presentan en la Tabla 1. El contenido de hemicelulosa está presente en 26.45%. Dicho contenido corresponde a una cantidad significativa de hexosas y pentosas, según lo reportado en trabajos previos (Ververis et al., 2007). La cantidad de celulosa se ubicó en 9.93%. Es evidente que el bajo nivel de lignina (2.81%) favorece el proceso de hidrólisis generando mayor susceptibilidad para su degradación.

Lo anterior no tiene implicaciones potenciales para inhibir la eficacia del proceso de pretratamiento en la liberación de carbohidratos. Por otra parte, la muestra analizada contiene 7.59% de proteína total. Cabe resaltar que estos resultados se encuentran en el rango de proteína cruda que varios investigadores han reportado (Li et al., 2010).

De la misma forma, las fracciones de fibra detergente neutro y fibra detergente ácido se encuentran en los rangos de los datos publicados en otras frutas comunes (Hernández-Montoya, 2009). Por otro lado, la muestra estudiada inicialmente contenía elevado porcentaje de humedad, esto puede traducirse en un periodo de vida útil más corta para la materia prima, ya que está más propensa al deterioro químico, enzimático y microbiológico, motivo por el cual requiere deshidratarse, además permite mejor control de las variables del proceso.

Componente	Cantidad (%p/p)
Hemicelulosa	26.45
Celulosa	9.93
Lignina	2.81
Proteína	7.59
Fibra detergente neutro	39.19
Fibra ácido detergente	12.74

Tabla 1 Composición de la cáscara de naranja en base seca

Cuantificación de azúcares reductores

Las curvas de absorción son características de diferentes azúcares y el máximo se observa generalmente a 490 nm para hexosas, mientras que para pentosas se ubica a 480 nm (Figura 1). La dependencia de la absorbancia con respecto a la concentración del azúcar estándar empleado para la construcción de la curva de calibración permitió realizar la cuantificación de azúcares reductores.

De acuerdo a la Figura 1, las absorbancias máximas se mostraron cercanas a 490 nm, teniendo una diferencia en la pendiente de la línea de calibración de aproximadamente 13% con respecto a 480 nm, esto debido a que la longitud de onda con absorción máxima varía considerablemente con respecto al tipo de monosacárido.

En este caso, los carbohidratos presentes en el sustrato propuesto se atribuyen principalmente a hexosas (glucosa, fructosa y galactosa). De esta manera, posterior al proceso de hidrólisis y a partir de la gráfica de los diferentes patrones de glucosa medidos a 490 nm se pudo establecer el contenido de azúcares reductores presentes en la biomasa hidrolizada.

Dependencia del contenido de AR respecto a temperatura, concentración y tiempo de contacto.

Se determinó la dependencia de la conversión de la biomasa a carbohidratos reductores en función de la temperatura, concentración de ácido y tiempo de reacción (Figuras 2 y 3). En la Figura 2, se evidencia que la máxima concentración de azúcares reductores con un tiempo de reacción de 10 min se obtuvo con 0.75% de ácido, mientras que la conversión máxima a partir de 30 min de reacción se generó con 0.5% de ácido (Figura 3).

En todos los experimentos, se observó una disminución en el contenido de carbohidratos posterior a la máxima conversión y puede atribuirse a la degradación de los carbohidratos y la subsecuente transformación a productos secundarios.

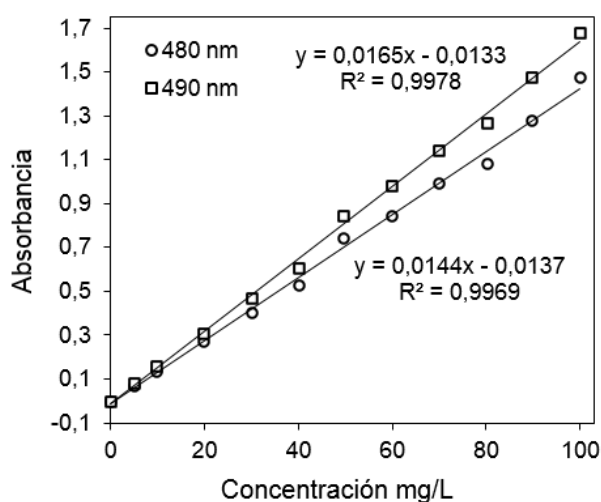


Figura 1 Diferentes patrones de glucosa para la determinación AR

Las condiciones más favorables para el proceso de hidrólisis fueron: concentración de ácido entre 0.5 y 0.75 %v/v a 125 °C y tiempo de contacto de 30 min. La variación general de gramos de AR respecto a gramos de materia seca del total de muestras analizadas se ubicó entre 0.13 y 0.38. Cabe notar que incrementando la concentración de H₂SO₄ se evidencia un aumento en la liberación de azúcares reductores en el pretratamiento, alcanzándose un máximo al 0.75% (v/v) de H₂SO₄ en ambos tiempos de reacción (10 y 30 minutos).

Con ello, se puede inferir que una concentración de H₂SO₄ mayor a 0.75% (v/v) no libera una mayor cantidad de azúcares reductores, además es posible que exista una degradación de azúcares a otros productos como furfural o HMF. Cuando se comparan los tiempos de reacción se tiene que en todas las concentraciones de H₂SO₄, a un mayor tiempo de exposición, mayores son las concentración de azúcares reductores obtenidos (Figura 3).

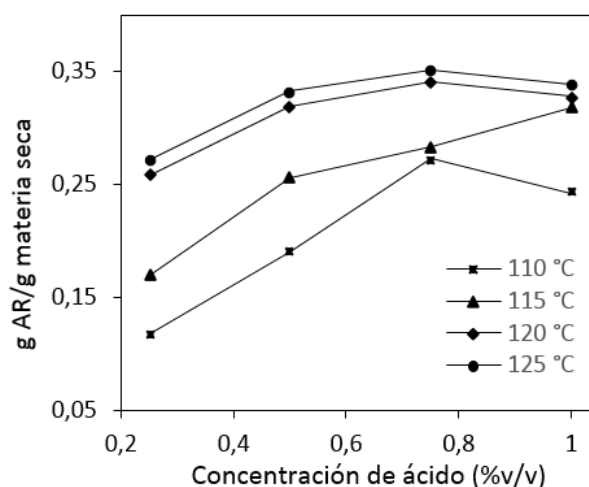


Figura 2 Dependencia del contenido de AR con respecto al tiempo (10 min.)

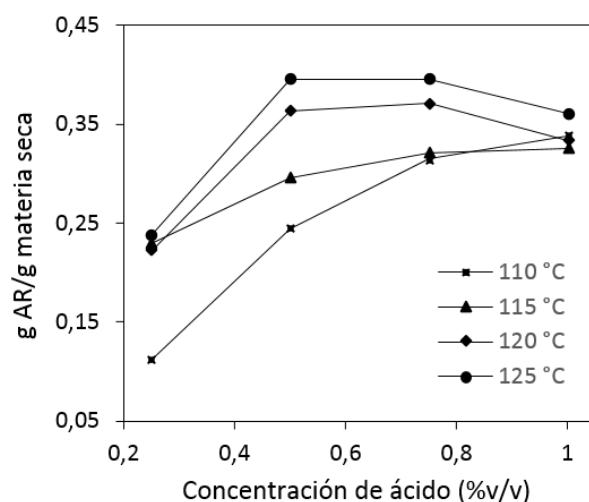


Figura 3 Dependencia del contenido de AR respecto al tiempo (30 min.)

Adicionalmente, cabe notar que en cada sustrato al aumentar el tiempo de reacción y la concentración de H₂SO₄, la liberación de azúcares reductores incrementa, cuyo mayor valor se obtiene a concentraciones de 0.5 y 0.75% (v/v) y un tiempo de reacción de 30 min (Figura 4). De este resultado se puede deducir que no podría obtenerse una mayor liberación de azúcares reductores si se aumentara aún más la concentración de H₂SO₄ o el tiempo de exposición.

El hecho de que la biomasa empleada pudiese necesitar una mayor concentración de ácido sulfúrico para la liberación de azúcares se podría explicar por la existencia de mayor porcentaje de lignina en el sustrato. A una mayor cantidad de lignina se dificulta la ruptura del material lignocelulósico y la solubilización de la hemicelulosa, debido a que la lignina forma una matriz protectora al ataque de microorganismos para procesos posteriores como la fermentación.

La Figura 5 muestra la dependencia global de conversión a AR en función de la concentración de ácido. Se evidencia que la máxima concentración de AR se obtiene con 0.5% de ácido. Como se indicó previamente, La disminución que se observa posterior a la máxima conversión se deriva de la degradación de los AR y la subsecuente transformación a productos secundarios.

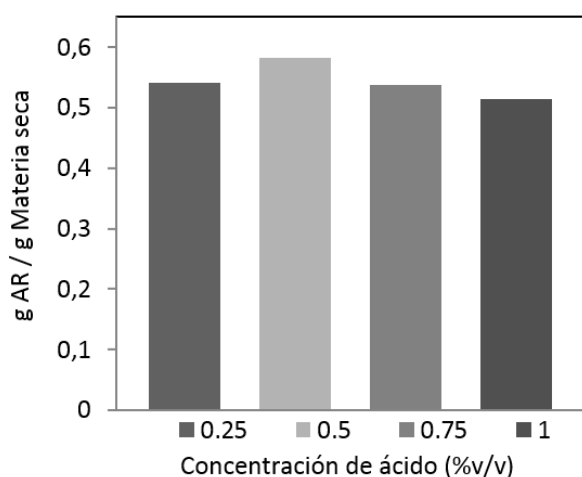


Figura 4 Cantidad de AR máxima en función de la concentración de ácido

A partir de los resultados anteriores se puede establecer que el tiempo de exposición y la concentración de H_2SO_4 juegan un papel importante, ya que en las mínimas condiciones utilizadas no se observan cambios en la materia prima. Para verificar el efecto de la temperatura se realizó un ensayo adicional preparando una solución que solo contenía agua y el sustrato, mantenidos durante 30 minutos a 120 °C.

De este ensayo se obtuvieron valores por debajo de 0.2 g azúcares reductores/g muestra seca, por lo que se concluye que el efecto de la temperatura no es suficiente para la liberación de azúcares desde la materia prima.

Caracterización de la biomasa por espectroscopía infrarroja (FT-IR)

El espectro FT-IR de la cáscara de naranja natural (a) e hidrolizada (b) con ácido sulfúrico se indica en la Figura 5. Como se observa, la banda ancha de absorción común cercana a 3400 cm^{-1} fue debido a las vibraciones de tensión del O-H debido a la presencia de grupos alcoholes R-OH característicos de la celulosa. Además, se muestra el cambio en la banda de $3000\text{-}2900\text{ cm}^{-1}$, por lo que establece la participación de los grupos C-H.

Se observa la disminución de la banda de absorción de $1500\text{ a }1750\text{ cm}^{-1}$ del grupo C=O característico de la lignina. Los picos localizados en $1132\text{ y }1012\text{ cm}^{-1}$ muestran la contribución de los grupos C-O-C de los polisacáridos presentes (Li et al., 2010).

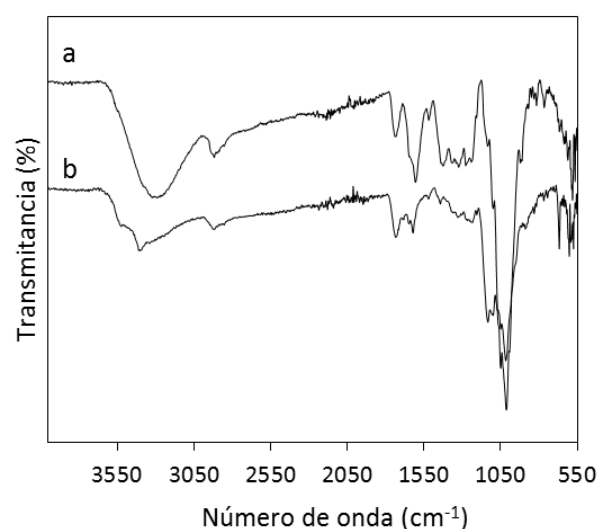


Figura 5 Espectro FTIR de la cáscara natural (a) y cáscara de naranja hidrolizada (b)

Conclusiones

Después de realizar el proceso de pretratamiento por hidrólisis ácida al residuo propuesto para el aprovechamiento del contenido lignocelulósico se llegó a las siguientes conclusiones:

La caracterización de la cáscara de naranja evidenció que es un tipo de biomasa potencial para la extracción de metabolitos fermentables, debido al contenido de carbohidratos que poseen y que están representados en forma global por celulosa y hemicelulosa. Estos componentes son biopolímeros que se constituyen en la materia prima necesaria para diferentes procesos de biodegradación conducentes a la obtención de productos de valor agregado.

En el proceso de hidrólisis ácida se obtienen altas concentraciones de azúcares reductores (>35%) en el tratamiento con ácido sulfúrico al 0.50 y 0.75 % durante 30 min de reacción a 125 °C. La principal ventaja del tratamiento con ácido sulfúrico diluido es la baja cantidad de ácido requerido en el proceso, pero la temperatura para generar la hidrólisis es alta.

El pretratamiento realizado genera un rendimiento de azúcares promedio al comparar con procesos de hidrólisis similares. Cabe señalar que se podrían obtener mejores conversiones de glucosa, mejorándose las sacarificaciones a través de pruebas de cargas enzimáticas.

El pretratamiento ácido no es suficiente para maximizar el grado de sacarificación por lo que es necesario complementar el proceso mediante hidrólisis enzimática.

Condiciones extremas de hidrólisis (por ejemplo: incremento en la concentración de ácido sulfúrico) no generan mayor liberación de azúcares reductores en la sacarificación, ya que con ellas pudo existir en el pretratamiento una degradación de azúcares a otros productos.

Los resultados de este trabajo constituyen una primera etapa de recolección de datos a nivel laboratorio tendiente al diseño de estrategias para el aprovechamiento y tratamiento de los residuos cítricos por medios biotecnológicos y, por tanto ecológicamente limpios.

Referencias

Alfenore, S., Molina-Jouve, C. (2016). Current status and future prospects of conversion of lignocellulosic resources to biofuels using yeasts and bacteria. *Process Biochemistry*. 51(11): 1747-1756.

AOAC Association of Official Analytical Chemists. 1998. Official methods of analysis of the association of analytical chemists. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists: Washington, D C.

Boluda-Aguilar M., López-Gómez A. (2013). Production of bioethanol by fermentation of lemon (*Citrus limon* L.) peel wastes pretreated with steam explosion. *Industrial Crops and Products*. 41, 188–197.

Choi I. S., Jae-Hoon K., Seung G. W., Kim K. H., Hyeun-Jong B. (2013). Bioethanol production from mandarin (*Citrus unshiu*) peel waste using popping pretreatment. *Applied Energy*. 102, 204-210.

Cortés, A. M., Bridgwater, A.V. (2015). Kinetic study of the pyrolysis of miscanthus and its acid hydrolysis residue by thermogravimetric analysis. *Fuel Processing Technology*. 138(1): 184-193.

Dewan, A., Raftery, J.P., Li, Z., Karim, M. N. (2013). Biofuel from Waste Agricultural product and Lignocellulosic Biomass. *IFAC Proceedings*. 46(18): 178-186.

Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers P.A., Smith F. 1956, Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28: 350-356.

Guarneros-Flores, J., Lopez-Zamora, L., Aguilar-Uscanga, M. (2016). Optimización del proceso de hidrólisis enzimática a partir de bagazo de sorgo dulce pre tratado. *Revista de Investigación y Desarrollo*. 2(6): 75-81.

Hernández-Montoya, V; Montes-Morán, M.A.; Elizalde-González, M.P. 2009. Study of the thermal degradation of citrus seeds. *Biomass and Bioenergy*. 33: 1295-1299.

Li, K.; Fu, S.; Zhan, H.; Zhan, Y.; Lucia, L.A. 2010. Analysis of the chemical composition and morphological structure of banana pseudo-stem. *Bioresources*. 5: 576-85.

Mejía-Trejo, A., Bravo-Lugo, J., Venegas-Sánchez, J., Jiménez-Islas, D. (2016). Hidrólisis ácida de citrus sinensis para la obtención de azúcares fermentables. *Revista de Tecnología e Innovación*. 3(7): 46-50.

Mejías-Brizuela, N., Orozco-Guillen, E., Galáan-Hernández, N. (2016). Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su contribución al desarrollo sostenible de México. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*. 2(6): 27-41.

Negahdar L., Delidovich I., Palkovits R. (2016). Aqueous-phase hydrolysis of cellulose and hemicelluloses over molecular acidic catalysts: Insights into the kinetics and reaction mechanism. *Applied Catalysis B: Environmental*. 84, 285–298.

Santi G., Crognale S., D'Annibale A., Petruccioli M., Ruzzi M., Valentini R., Moresi M. (2014). Orange peel pretreatment in a novel lab-scale direct steam-injection apparatus for ethanol production. *Biomass and Bioenergy*. 61, 146-156.

Seidl, P.R., Goulart, A.K. (2016). Pretreatment processes for lignocellulosic biomass conversion to biofuels and bioproducts. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*. 2(1): 48-53.

Sharma K., Mahato N., Cho M. H., Lee Y. R. (2017). Converting citrus wastes into value-added products: Economic and environmentally friendly approaches. *Nutrition*. 34, 29–46.

Taghizadeh-Alisaraeia A., Hasan Hosseinia S., Ghobadianb B., Motevalic A. (2017). Biofuel production from citrus wastes: A feasibility study in Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69, 1100–1112.

Ververis, C., Georghiou, K., Danielidis, D., Hatzinikolaou, D.G., Santas, P., Santas, R., Corleti, V. 2007. Cellulose, hemicelluloses, lignin and ash content of some organic materials and their suitability for use as paper pulp supplements. *Bioresource Technology*. 98: 296–301

Yoon, S.-Y., Han, S.-H., Shin, S.-J. (2014). The effect of hemicelluloses and lignin on acid hydrolysis of cellulose. *Energy*, 77(1): 19-24.

Zabed H., Sahu J. N., Suely A., Boyce A.N., Faruq G. (2017). Bioethanol production from renewable sources: Current perspectives and technological progress. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 71, 475–501

Instrucciones para Autores

[Titulo en Times New Roman y Negritas No.14]

Apellidos en Mayusculas -1er Nombre de Autor †, Apellidos en Mayusculas -2do Nombre de Autor
Correo institucional en Times New Roman No.10 y Cursiva

(Indicar Fecha de Envío:Mes,Dia, Año); Aceptado(Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

Resumen

Titulo

Objetivos, metodología

Contribución

(150-200 palabras)

Abstract

Title

Objectives, methodology

Contribution

(150-200 words)

Keyword

Indicar (3-5) palabras clave en Times New Roman y Negritas No.11

Cita: Apellidos en Mayúsculas -1er Nombre de Autor †, Apellidos en Mayusculas -2do Nombre de Autor. Titulo del Paper. Título de la Revista. 2015, 1-1: 1-11 – [Todo en Times New Roman No.10]

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Instrucciones para Autores

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]

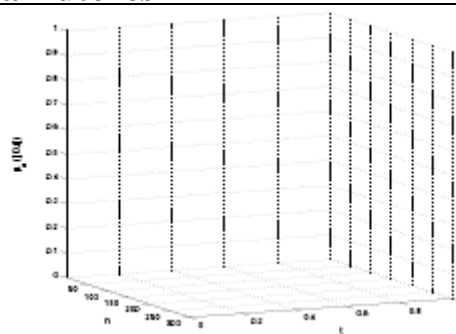


Grafico 1 Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberán ser imágenes- todo debe ser editable.

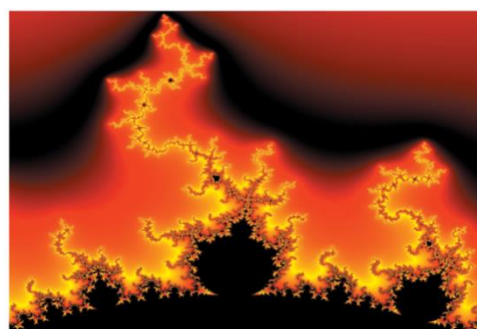


Figura 1 Titulo y Fuente (en cursiva).

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.

Instrucciones para Autores

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.

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

Referencia

Formato de Originalidad



Madrid, España a ____ de ____ del 20 ____

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables por lo que deberán firmar los autores antes de iniciar el proceso de revisión por pares con la reivindicación de ORIGINALIDAD de la siguiente Obra.

Artículo (Article):

Firma (Signature):

Nombre (Name)

Formato de Autorización



Madrid, España a ____ de ____ del 20____

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables. En caso de ser aceptado para su publicación, autorizo a ECORFAN-Spain difundir mi trabajo en las redes electrónicas, reimpresiones, colecciones de artículos, antologías y cualquier otro medio utilizado por él para alcanzar un mayor auditorio.

I understand and accept that the results of evaluation are inappealable. If my article is accepted for publication, I authorize ECORFAN-Spain to reproduce it in electronic data bases, reprints, anthologies or any other media in order to reach a wider audience.

Artículo (Article):

Firma (Signature)

Nombre (Name)

Revista de Investigación y Desarrollo

“Obtención de Proteína Unicelular (SCP) a partir de Ácido Acético por *Saccharomyces exiguus*”

SALDAÑA-ACOSTA Jorge Miguel & ZAPATA MOREIRA Emilia
Universidad Tecnológica Gral. Mariano Escobedo

“Variación del ángulo de disparo de un sistema senoidal para desarrollar un sistema eléctrico de ahorro de potencia”

CABRERA-ORNELAS, Javier, JUÁREZ-TOLEDO, Carlos y MARTÍNEZ-CARRILLO, Irma
Centro de Tecnológica Avanzada (CIATEQ)
Universidad Autónoma del Estado de México

“El necesario empoderamiento ciudadano en el nuevo escenario energético mexicano, desde la perspectiva eléctrica”

AQUINO-ROBLES, José Antonio, FERNANDEZ-NAVA, Cecilia y CORONA-RAMIREZ, Leonel G
Instituto Politecnico Nacional

“Simulación energética de la sala en una vivienda social con muro trombe para evaluar el confort térmico”

SERRANO-ARELLANO, Juan, AGUILAR-CASTRO, Karla María, TREJO-TORRES, Zaira Betzabeth y MÉNDEZ-TORRES Zeus David
Instituto Tecnológico Superior de Huichapan
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

“Repercusiones psico-ambientales por condiciones de vivienda de interés social: El prototipo “Ambar”

DÁVILA-NÚÑEZ, Milca, SERRANO-ARELLANO-Juan*, OLVERA-ALVARADO, Evanan Ascensión y FLORES-HERNÁNDEZ, Elsa Nelly
Instituto Tecnológico Superior de Huichapan
Universidad Superior Bajío

“Sistema de Control y Balizamiento para los Aerogeneradores G52 de la Central Eoloeléctrica La Venta II”

BAEZ-IBARRA, Alejandro¹, ARELLANES-CANCINO, Nimcy², ENRÍQUEZ-NICOLÁS, Mario³, RODRÍGUEZ-MONTES, Juan Carlos⁴

¹*Instituto Tecnológico de Pochutla.*

²*CONACyT*

³*Instituto Tecnológico de Salina Cruz*

⁴*Tecnológico de Pochutla*

“Hidrólisis de residuos de naranja para la obtención de carbohidratos fermentables”

SÁNCHEZ-OROZCO, Raymundo & VÁZQUEZ-VELÁZQUEZ, José
Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán

