



ReDDI+TEZ

REVISTA DE DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN EN
INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EMILIANO ZAPATA



DESEMPEÑO POR COMPETENCIAS
NANOPARTICULAS DE PLATA
SISTEMA FOTOVOLTAICO
TELEMONITOREO PARA TANQUE DE GAS
SMART GARDEN

23 de Agosto

**22 aniversario
de la universidad**



¡Bienvenida!

Generación 2022-2024



Publicación cuatrimestral de la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos.

Editora: Mtra. Martha Elena Luna Ortiz.

Número 0. Año 1.

Mayo-Agosto

2022

Índice

1.- Evaluación del desempeño por competencias para el área operativa del laboratorio economédica.

8.- Obtención de nanopartículas de plata empleando mucílago de nopal como agente reductor.

10.- Diseño de un sistema fotovoltaico en zonas marginadas para el estudio de su comportamiento mediante simulación de sus componentes.

21.- Sistema de telemonitoreo para tanque de gas.

28.- Smart Garden

ReDDI+TEZ. Año 1. Número 0, mayo-agosto 2022, es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos. Av. Universidad Tecnológica #1. Col. Palo Escrito. Emiliano Zapata, Mor. C.P. 62765. Tel. 7773681165 ext. 275. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2023-062914362800-102, ISSN 2992-8206, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Comité Editorial de la UTEZ, Ofelia Grajeda Santos, Av. Universidad Tecnológica #1, Col. Palo Escrito, Emiliano Zapata, Mor., C.P. 62765, fecha de última modificación, 29 de febrero de 2024.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMILIANO ZAPATA DEL ESTADO DE MORELOS

Consejo Editorial

M.D Sandra Lucero Robles Espinoza
Rectora de la UTEZ

M.A. Antonio Espín Arcos
Secretario Académico de la UTEZ

M.C.C.I. Jonathan Espinoza Mendoza
Director de la DACEA UTEZ

Lic. Fabiola Cruz Rojas
Abogada General UTEZ

C.P. Raquel Ramírez Marín
Directora de Administración UTEZ

Mtro. Alberto Aranda Pastrana
Director de Planeación y Servicios Escolares UTEZ

Comité Editorial

M.T.I. Martha Elena Luna Ortiz
Editora de Publicaciones periódicas

L.C.C. Armando Vargas Chávez
Editor de Publicaciones generales

M.M.D. Ofelia Grajeda Santos
Coordinadora del Comité Editorial y Comercialización

M.I.E. Elizabeth Nallely García Gamboa
Corrección de Estilo

L.D.G. Ana Karen Pérez Aguilar y
M.A.G. Edgardo Hugo Larrañaga Ramírez
Diseño Gráfico

I.T.I Israel Ibarra Enríquez
Soporte Técnico

Comité Científico

Mtro. Jorge Alemán Andrés
Dra. Manuela Calixto Rodríguez
Mtro. Miguel Rosenberg Del Pilar Degante
Med. Ped. Ma. Guadalupe Ortiz Martínez
Mtra. Jessica Puig Brito
Dr. Guillermo Ramírez Zúñiga
Dr. Oscar Hilario Salinas Avilés
Dra. Estela Sarmiento Bustos
Dr. Jorge Salvador Valdéz Martínez



EDITORIAL

Como representante de la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos, es un gran placer, presentar a la Revista REDDI+TEZ, como el órgano de difusión de las actividades científicas y tecnológicas que se realizan en el quehacer académico y de investigación de esta institución, ante toda la comunidad universitaria del país.

Nuestra Universidad se ha caracterizado, siempre, por asumir retos que sumen a la educación superior y tecnológica de México, buscando mecanismos que acerquen a todos los actores del quehacer educativo, promoviendo y motivando el desarrollo profesional y tecnológico de nuestra comunidad académica.

Por ello, en el mes de abril de este 2022 quedó constituido el Comité Editorial, como el brazo que articula la difusión de los trabajos académicos que se impulsan tanto al interior como al exterior de nuestra universidad, fomentando el conocimiento en el ámbito de la investigación científica y tecnológica.

Celebramos con mucho gusto y orgullo, la presentación del número 0 de la Revista REDDI+TEZ, que reúne los trabajos de investigación y desarrollo tecnológico de los Cuerpos Académicos y que abonan a sus líneas de investigación, los cuales se encuentran adscritos a las cuatro Divisiones de nuestro plantel.

Estos Cuerpos Académicos participaron con sus investigaciones en las dos ediciones del Seminario de Cuerpos Académicos de la UTEZ, presentando sus resultados y conclusiones. Los artículos que hoy se difunden son resultado de estas experiencias.

En el marco del 22 Aniversario de la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos, lanzamos este número de la Revista REDDI+TEZ que nos abre las puertas para diseminar el conocimiento generado como parte de las actividades académicas, así como para consolidar las estrategias de vinculación con otras instituciones del quehacer universitario tecnológico y de educación superior, participando en publicaciones de otras entidades y fungiendo como árbitros en la selección de artículos, lo que sin duda nos irá dando experiencia y prestigio.

Bienvenidos a otra experiencia del Territorio de Calidad.

M. en D. Sandra Lucero Robles Espinoza
RECTORA

Evaluación del desempeño por competencias para el área operativa del Laboratorio Económica

AUTORES:

M.A.N. Magaly Hernández Gómez

Profesora de Administración Área Capital Humano
Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado
de Morelos, México

ORCID: 0000-0003-1213-5140

M.A. Verónica E. Cuadra Hernández

Profesora de Desarrollo de Negocios Área Mercado-
tecnia

Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado
de Morelos, México.

veronicacuadra@utez.edu.mx

ORCID: 0000-0002-6119-4166

Autor de correspondencia.

M.A. Nahaquin C. Rodríguez Mino

Profesora de Administración Área Capital Humano
Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado
de Morelos, México.

ORCID: 0000-0002-0798-591X

M.E. Jorge Alemán Andrés

Profesor de Administración Área Capital Humano
Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado
de Morelos, México

ORCID: 0000-0002-0183-458X

T.S.U. Karen Michelle Ibarra Álvarez

Titulante de la Licenciatura en Gestión del Capital
Humano

Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado
de Morelos

RESUMEN

Este análisis de investigación detalla las actividades que se llevaron a cabo para el desarrollo de una herramienta de evaluación del desempeño por competencias, en la cadena de laboratorios Estación de Salud S.A. de C.V., ubicado en el Estado de Morelos.

La investigación es de estructura metodológica mixta, en investigación de campo aleatoria dentro del Área Operativa, que consistió en la realización de formatos de recolección de datos cuantitativos y cualitativos que ayudaron para determinar los elementos y las características que se debían integrar en la evaluación. Cabe destacar que este análisis se realizó en colaboración con una titulante en Licenciatura de la Carrera de Gestión en Capital Humano.

El resultado derivó del diseño de una herramienta de evaluación que se enfocara en algo más que solo medir el desempeño; esto a través de una matriz de evaluación de competencias, creando un programa de incentivos que estimule la mejora continua del personal del área operativa.

Es importante que las organizaciones cuenten con una herramienta que evalúe la capacidad de los colaboradores, además de entender los criterios considerados que sirven para alimentar un programa de incentivos a manera de reconocer el desempeño de sus trabajadores.

Palabras clave- Competencias, Evaluación del desempeño, Herramienta de evaluación.

Abstract- This research analysis details the activities that were carried out for the development of a performance evaluation tool by competences in the chain of laboratories Estación de Salud S.A. de C.V., located in the State of Morelos.

The research has a mixed methodological structure, in field research within the Operational Area, which consisted in the realization of quantitative and qualitative data collection formats that helped to determine the elements and characteristics that should be integrated into the evaluation. It should be noted that this analysis was carried out in collaboration with a graduate of the Human Capital Management Career.

The result derived from the design of an evaluation tool that not only focused on measuring performance, through a competency evaluation matrix, creating an incentive program that stimulates the continuous improvement of personnel in the operational area.

It is important that organizations have a tool that evaluates the capacity of employees, understand the criteria considered that serve to feed an incentive program in order to recognize the performance of their workers.

Keywords- Skills, Performance evaluation, Evaluation tools.

INTRODUCCIÓN

Estación de Salud S.A. de C.V., comercialmente conocida como Laboratorios Economédica, es una cadena de laboratorios con más de 25 años en el mercado de la salud que se dedica al servicio de laboratorio, rayos x, ultrasonidos, densitometrías y ginecología; es reconocida por brindar servicios de diagnósticos médicos y por su gran compromiso y calidad humana; han obtenido en seis ocasiones consecutivas el galardón "Rey Pacal" entregado a los mejores laboratorios del país por excelencia. Cuenta con diferentes sucursales ubicadas en distintas zonas dentro del Estado de Morelos, la administración de las sucursales está ubicada en Av. Plan de Ayala de Cuernavaca, Morelos.

Este laboratorio, al igual que el compromiso de toda la cadena cuenta con un Área Operativa, conformada por trabajadores deseosos de reconocimiento laboral, por lo que la alta dirección considera necesario establecer mecanismos de evaluación de desempeño, que permita la creación de estrategias que estimulen la mejora continua del personal del área operativa, evitando

ascensos, rotaciones y retribuciones económicas sin fundamentos; que van generando un impacto en el clima laboral, que finalmente disminuyen la productividad de los colaboradores y afectan los resultados del laboratorio porque se pone en riesgo la calidad de sus servicios.

Descripción del Método

Planteamiento del problema

El laboratorio Estación de salud S.A. de C.V. contaba con un proceso de bonificación y reconocimiento informal para el personal operativo con el cual se brindaban incentivos sin fundamentos, este proceso no estaba estructurado y no contaba con parámetros que permitieran retribuir de forma adecuada, justa y en tiempo a los colaboradores; además de que el proceso ejecutado solo se enfocaba en la retribución, pero no en la detección de competencias, necesidades de mejora y desarrollo del personal; lo cual generaba una falta de motivación y compromiso; además de carecer de un panorama amplio de la plantilla laboral de habilidades, valores, actitudes y conocimientos que compromete la calidad del servicio que brinda el laboratorio.

Marco Referencial

La investigación muestra el diseño de evaluación por competencias, abordando una metodología para determinarlo, en el entendido que estas "hacen referencia a las características de personalidad, devenidas en comportamientos, que generan un desempeño exitoso en un puesto de trabajo" (Alles, 2017, p. 57), las cuales serán consideradas para su evaluación del desempeño que "es considerada como el proceso de juzgamiento periódico de la calidad del trabajo potencial laboral de los integrantes de una empresa, es un inventario del patrimonio humano de la empresa" (Aponte, 2007, p. 306), de ahí la importancia de seguir una matriz de evaluación que apoyará en su organización, tal y como lo describe Osama (2006), "es una herramienta para ponderar, fundamentalmente, dos aspectos: los criterios implícitos dentro de la evaluación y los grados de calidad que se espera alcanzar" (p. 151).

Por otra parte, Díaz (2007) establece que "mediante la evaluación del desempeño laboral, la organización, conoce los aspectos de comportamiento y desempeño que la empresa más valora en sus funcionarios, da a conocer cuáles son las expectativas respecto al desempeño y a través de ella, se anuncian las medidas que se van a tomar en cuenta para mejorar el desempeño

(programas de entrenamiento, seminarios, etcétera) y las que el evaluado deberá tomar por iniciativa propia" (p. 186).

Estación de Salud requiere diseñar este tipo de prácticas "para medir las habilidades y aptitudes profesionales de toda su plantilla sin invertir grandes cantidades de tiempo y esfuerzo" (GDM, 2021a, en: <https://blog.gdm.com.mx/blog/matriz-de-evaluacion-del-personal-por-competencias>), logrando con ello las medidas adecuadas de corrección de incidencias dentro de su personal operativo, aplicando herramientas que solucionen obstáculos donde:

- Conocerás qué habilidades tiene cada uno de tus colaboradores para distribuir al personal equilibradamente y formar equipos de trabajo más eficientes y productivos.
- Es una buena guía para encontrar al personal adecuado para las suplencias o reemplazos.
- Es una pauta para el reclutamiento y selección de personal.
- Obtendrás indicadores medibles para las evaluaciones de desempeño.
- Tendrás un mejor control en el crecimiento profesional de tus empleados al ayudarte a implementar planes de capacitación y formación (GDM, 2021b).

Es importante que las organizaciones cuenten con una herramienta de evaluación del desempeño de los empleados que comprenda los criterios que se consideran para su uso en el desarrollo de un programa de incentivos para reconocer los logros de los empleados.

Metodología

La metodología implementada para la elaboración del proceso de evaluación del desempeño por competencias, inicia con las visitas a cada una de las sucursales establecidas en distintos municipios del estado de Morelos, observando de manera general las inquietudes de los trabajadores del área. Fue la encargada del área operativa general la responsable de dirigir el recorrido por todas las sucursales, mientras brindaba una explicación de cómo se conformaban los servicios que ofrecía cada sucursal y qué actividades tenía cada colaborador, enfocándose principalmente en las áreas operativas donde los colaboradores son los encargados de brindar el servicio al paciente, de ellos depende que el paciente se sienta satisfecho con el servicio que se brinda.

Para este estudio se diseñó un formato de entrevista mixta y observación directa aplicado durante las visitas (ver Tabla 1), para determinar los

elementos y las características que se debían integrar en la evaluación, este formaba parte de la aplicación de un diagnóstico de necesidades de capacitación, elaboración de esquemas de resultados, diseño de la herramienta de evaluación, y creación de estrategias de mejora. El formato de observación fue utilizado en la visita de campo para obtener información cualitativa, aplicándola en cada una de las sucursales y a los colaboradores.

Cabe resaltar, que el formato de entrevista y observación directa fue piloteado previo a su aplicación final, mismo que no sufrió modificaciones en su estructura.

FORMATO DE ENTREVISTA Y OBSERVACIÓN DIRECTA	
Ciente:	
Giro de la	
Elaboró/Fecha	
Reporte elaborado de la visita de campo	
Objetivo de la visita de campo	
Recabar información suficiente que contribuya en la disminución de quejas del servicio o eliminar las quejas por deficiencias del personal operativo del laboratorio mediante la aplicación de encuestas y observación directa.	
Alcance de la visita de campo	
Identificar los factores que fomentan que el servicio sea deficiente y que las quejas sean altas en el Laboratorio Estación de Salud.	
Actividades para realizar en la visita de campo	
Aplicación de la encuesta al personal operativo para identificar si ellos se sienten motivados, reconocidos y satisfechos por el trabajo que realizan. Observar al personal operativo (repcionistas, tomas de muestra, ayudantes generales, ultrasonidos, intendencia y técnico radiólogo) en el área de recepción en la ejecución diaria de las actividades del servicio al cliente.	
Observaciones realizadas durante la visita de	
Resultados de la visita de campo	

Tabla 1. Formato de entrevista y observación directa.

Teniendo un panorama general, se retomó la encuesta de Alles, M. (2005), (Tabla 2), escala de Liker, que permite conocer cómo se encuentra el personal dentro de su área, respondiendo a preguntas relacionadas a la inconformidad dentro de su espacio de trabajo, la motivación, la relación con los compañeros y el reconocimiento a su trabajo. Como se puede apreciar, esta encuesta se enfocó en aspectos personales del trabajador, ya que esto influye en una baja motivación, lo que puede dar paso a un bajo rendimiento y desempeño en el puesto de trabajo.

Este cuestionario fue enviado por correo electrónico de manera aleatoria a 25 participantes: se realizó una base de datos para cada colaborador en donde se les generó un usuario y una contraseña para el acceso al formulario. Los periodos de evaluación se establecieron de forma mensual, la encuesta fue creada en formulario de Google Forms, en donde en la semana 2 de cada mes, por medio de correo electrónico se les daba acceso, teniendo un tiempo para responderlos de una semana. Como medida de atención se estableció que, a aquellos colaboradores que no brindaran el seguimiento correspondiente se les descalificaría de las evaluaciones y no podrían ser parte de los incentivos.

Por otra parte, se estableció una semana de recopilación de evaluaciones, en donde la tercera y cuarta semana de cada mes, el Área de Capital Humano era la encargada de clasificar las evaluaciones y adjuntarlas con la base de datos de cada colaborador.

Concluida la encuesta, los resultados obtenidos se desglosaron y graficaron mediante el programa de Excel co-relacionando las preguntas en bloques en donde se analizaron a profundidad cada una de las respuestas. Al final se hizo una gráfica general que integra cada uno de los elementos para obtener un diagnóstico final más claro.

Resultados

Los resultados obtenidos se diagramaron de la siguiente manera: en las gráficas individuales se tomaron las 3 preguntas con los 3 factores en donde 1 es igual a estoy en desacuerdo, 2 estoy de acuerdo y 3 estoy totalmente de acuerdo.

De la encuesta

Satisfacción personal. Dentro de su puesto de trabajo la encuesta arrojó lo siguiente: un alto porcentaje (50% o más), calificaron estar en desacuerdo con su trabajo, no les gusta y no tienen claro lo que les espera en su trabajo; gran parte de esto se debe a que no han recibido retroalimentación y no tiene metas constantes (ver Figura 1).

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN LABORAL			
Nombre del colaborador			
Puesto			
Área			
Horario laboral			
Instrucciones: Señale en la encuesta su nivel de satisfacción y clima laboral dentro de su puesto de trabajo, marcando 1, 2 o 3; según sea su nivel de identificación			
Satisfacción laboral			
Seleccione de acuerdo al nivel de identificación	En desacuerdo 1	De acuerdo 2	Totalmente de acuerdo 3
1. ¿Me siento bien en mi trabajo?			
2. ¿Me gusta mi trabajo?			
3. ¿Tengo claro lo que se espera de mi trabajo?			
4. ¿Tengo oportunidades para crecer profesionalmente en esta empresa?			
5. ¿Mi supervisor o jefe directo es justo en sus decisiones?			
6. ¿He tenido oportunidad de innovar procesos?			
7. ¿Mi esfuerzo ha tenido retribuciones justas?			
8. ¿Los objetivos de mi empresa reflejan mis intereses?			
9. ¿Tu equipo de trabajo te motiva a cumplir las tareas de los diferentes proyectos?			
10. ¿Sientes que tus opiniones son escuchadas?			
Clima laboral			
1. ¿La relación con los compañeros de trabajo es satisfactoria?			
2. ¿La comunicación con los miembros del equipo es efectiva?			
3. ¿Los jefes inmediatos reconocen el esfuerzo y desempeño realizado en las actividades?			
4. ¿La integración con los compañeros de trabajo es satisfactoria?			
5. ¿Se proporcionan los materiales y herramientas necesarias para la ejecución de actividades?			
La finalidad del cuestionario es obtener información en aspectos de satisfacción y clima laboral, que nos permita generar estrategias de mejora para cada colaborador, a través de las cuales se genere un nivel de desempeño más alto y mayor efectividad en la ejecución de tareas.			

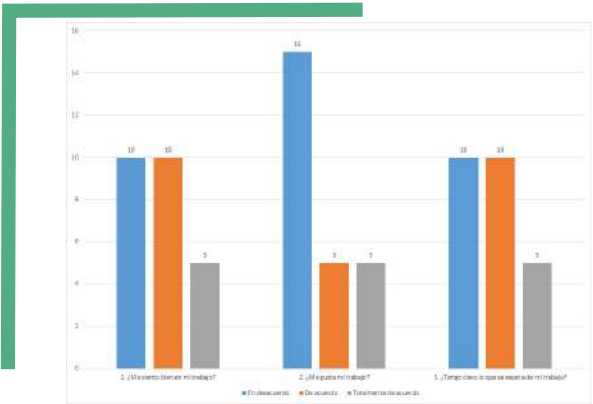


Figura 1. Resultados de satisfacción.

Crecimiento laboral. Referente a la innovación y las oportunidades de crecimiento, 70% de los colaboradores manifestaron que dentro de su centro laboral no se tienen opciones de crecimiento y desarrollo y no tienen la oportunidad de innovar procesos para hacerlos más eficientes (ver Figura 2).

Tabla 2. Encuesta de satisfacción.



Figura 2. Resultados Crecimiento

Motivación. En este aspecto, los resultados de sus objetivos indican que 85% de los colaboradores manifestaron que no se sienten motivados ni escuchados por su jefe inmediato en su área de trabajo, aunado a que no tienen claros los objetivos del puesto (Figura 3).

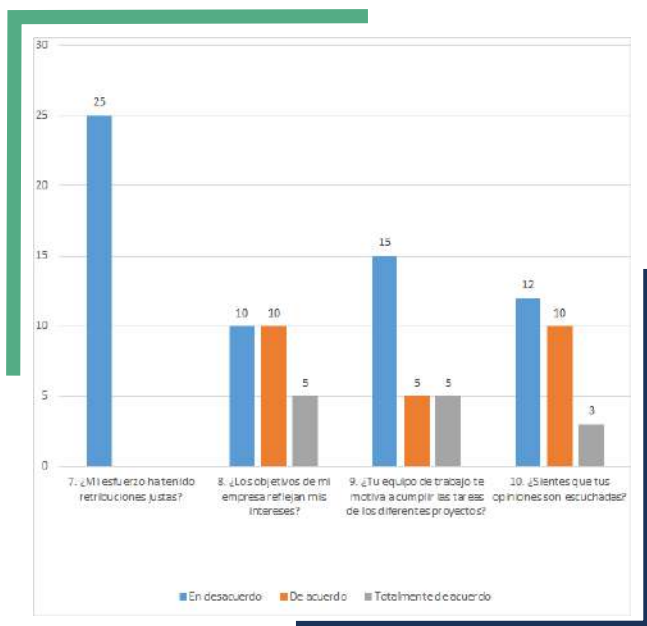


Figura 3. Resultados de motivación

Clima laboral. En la Figura 4 de aspectos de integración de los equipos de trabajo y comunicación, 77% de los colaboradores manifestaron que no consiguen una buena comunicación con los equipos de trabajo cuando se requiere de apoyo; además de que no se tienen establecidas metas por trabajo en equipo y se pierde el enfoque de atención de calidad al cliente.

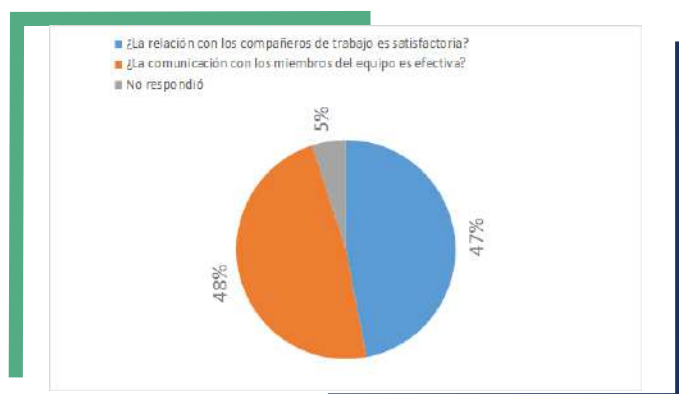


Figura 4. Resultados de clima laboral

Material de trabajo. 43% de los colaboradores no reciben las herramientas y el equipo de trabajo necesario para la correcta ejecución de las actividades (Figura 5), además el 36% considera que no existe un buen clima de trabajo dentro del área ni en la organización.

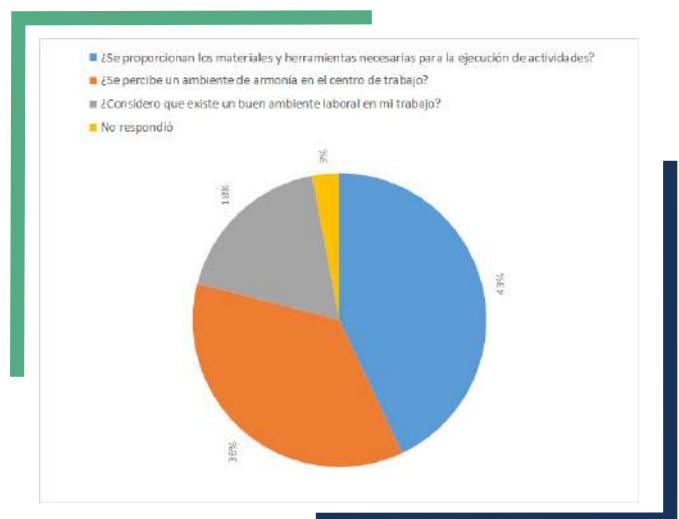


Figura 5. Resultados del material de área

Desarrollo de la matriz de evaluación

Se diseñaron 5 fases, las cuales quedaron establecidas de la siguiente manera:

Fase 1: Se establecieron las competencias que se incluirían en la matriz de evaluación, determinadas con base en la misión, visión y valores de la empresa. Parte importante fue consultar con los encargados de área los principales elementos con los que ellos trabajaban diariamente, de tal forma que todos quedaran integrados. Se consultaron diversos diccionarios de evaluación de competencias, como el de Alles, M. (2005), para la determinación, quedando segmentada como se aprecia en la Tabla 3.

Competencia	Aspectos para evaluar
Conocimientos	- Funciones del puesto - Actividades del puesto - Resultados del puesto - Efectividad
Trabajo en equipo	- Colaboración - Integración - Participación - Apoyo
Actitud	- Iniciativa - Comportamiento - Cumplimiento - Adaptación
Valores	- Respeto - Honestidad - Compromiso - Tolerancia - Confidencialidad

Tabla 3. Asignación de competencias.
(Alles, M., 2005).

Fase 2: Se determinaron los porcentajes correspondientes a los factores de evaluación, para la determinación se tomó como base la asignación de valores a las competencias dependiendo el impacto que generan en el negocio.

El principal objetivo que tenía esta implementación era reconocer el compromiso del personal y retribuir de forma justa y equitativa a todos, además no solo se pretendía que sirviera como una herramienta de medición de resultados, sino que también fuera un referente para la creación de nuevos programas de capacitación y desarrollo, debido a que lo más importante de la evaluación es la mejora continua del personal. Los porcentajes asignados se aprecian en la Tabla 4, que son las ponderaciones que la empresa considera importantes para evaluar.

Competencia	Aspectos para evaluar
Conocimientos	15%
Trabajo en equipo	20%
Actitud	30%
Valores	35%

Tabla 4. Asignación de valor

Fase 3: Se realizó la calificación numérica que indican los comportamientos específicos que se asocian a la competencia definida y que permiten evidenciar si el colaborador la posee y en qué grado (Tabla 5). A partir de la división en niveles, se deben asignar comportamientos observables a cada nivel.

Calificación numérica	Significado
1	No cumple de forma satisfactoria
2	Cumple de vez en cuando con los requerimientos
3	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos

Tabla 5. Calificación-valor en puntos

Fase 4: Una vez establecidas las competencias y las ponderaciones, se generó una matriz de evaluación en donde se identificaron los clientes internos, jefes inmediatos y compañeros, a los cuales se les haría llegar la evaluación con los nombres de las personas que debían evaluar, como se muestra una sección en la Figura 6. Como política para este proceso se implementó la confidencialidad por lo que cada evaluación se realizará de forma anónima.

 ESTACIÓN DE SALUD Subdirección Regional de Atención		MATRIZ DE EVALUACIÓN POR PUESTO					 ECONOMÉDICA Unidad de Atención de Emergencias			
N.º DE COLABORADOR	CÓDIGO DE EVALUADOR	SECCIONAL	FECHA DE INICIACIÓN RECIPROCA	PROCESO 20%	COMPETENCIA 20%	INICIATIVA ADMINISTRATIVA 20%	COMPETENCIA 20%	CAPITAL HUMANO 20%	COMPROMISO 20%	TOTAL 100%
1	100000	SE. GEDRA	ALPARRA DIAZ							0
2	100000	SE. GEDRA	MONTELA ESTEA							0
3	100000	SE. GEDRA	MONTELA ESTEA							0
4	100000	SE. GEDRA	MONTELA ESTEA							0

Figura 6. Matriz de evaluación por puesto

La suma de los puntos obtenidos en cada una de las preguntas, entre el número de preguntas por el porcentaje establecido, se obtienen 4 calificaciones por competencia, las cuales son colocadas en una tabla general (Tabla 6), por lo que el semáforo de identificación se obtiene de los puntajes más bajos encontrados en la tabla de calificación.

COMPETENCIAS							
VALORES		CONOCIMIENTO		TRABAJO EN EQUIPO		ACTITUD	
Ponderación	%	Ponderación	%	Ponderación	%	Ponderación	%
1.50	14.13	2.75	18.33	2.80	27.50	2.80	77.46
2.80	15.00	3.00	20.00	3.00	30.00	3.00	97.67
2.13	12.60	2.54	17.78	2.70	21.67	2.17	76.94
3.00	14.78	2.96	20.00	3.00	30.00	3.00	99.78

Tabla 6. Calificaciones y porcentajes por Competencias

Así mismo, mediante la identificación de áreas de mejora se desarrollaron planes de capacitación para brindar el apoyo a los trabajadores que en cuestiones de actitud, conocimientos, valores, entre otras.

Conclusiones

Al finalizar la ejecución del proyecto en el laboratorio Estación de Salud y la aplicación de las medidas correctivas, estos fueron satisfactorios, debido a que la implementación de la herramienta de evaluación fue elaborada de forma paulatina tomando en consideración las necesidades de la empresa y las necesidades de los colaboradores, la herramienta diseñada para la evaluación logró integrar cada uno de los elementos que disminuyen la baja en el desempeño y satisfacción laboral, por lo que se pudo observar la mejora continua en el trabajador ante la ejecución de las actividades asignadas.

Como parte del proceso se hizo entrega de un formato del concentrado de las calificaciones en el cual el trabajador debe firmar de enterado de la retroalimentación y posteriormente es anexado a su expediente laboral.

También se utilizaron algunos indicadores (KPI) de satisfacción al cliente para medir la calidad del servicio que los colaboradores brindaron durante el periodo de la implementación de la herramienta de evaluación, para ver si la actitud, el conocimiento y los procesos de atención fueron implementados de manera correcta, observando un aumento considerable en la satisfacción de los pacientes, tomando como referencia preguntas al paciente sobre su conformidad con el servicio, con respuestas favorables y una disminución en el buzón de quejas.

El segundo indicador utilizado fue el (KPI) del desempeño, el cual fue medido mediante la observación del aumento de las ventas, ya que previo a la implementación de la herramienta, existían mudas de tiempo por retrabajos o por falta de trabajo en equipo, ocasionando que la atención al paciente fuera lenta, con la aplicación de la herramienta de evaluación y desarrollo de los colaboradores, se observó una atención más eficaz y un mejor control del puesto de trabajo, lo que permitió elevar el número de pacientes atendidos por día.

Mediante un recorrido final del proyecto, se logró percibir un aumento en la motivación del personal, mayor integración de los equipos de trabajo; lo que derivó a una mejor atención al cliente y un considerable aumento en las ventas.

Recomendaciones

La retroalimentación es fundamental para el crecimiento y desarrollo del colaborador, por lo que se recomienda el monitoreo constante con los instrumentos de satisfacción laboral, compartiendo a cada trabajador sus áreas de oportunidad en periodos no mayores a 6 meses.

Es importante que las organizaciones cuenten con una herramienta que evalúe el desempeño de los colaboradores, entender los criterios considerados que sirven para alimentar un programa de incentivos a manera de reconocer el desempeño de sus colaboradores, lo que al final retribuye en la calidad del servicio que se brinda.

Referencias

- Alles, M. (2005). *Desempeño por competencias Evaluación 360°*. Argentina: Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ediciones Granica.
- Aponte, J. (2007). *Administración del personal: un enfoque hacia la calidad*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Asencio, A. (2020). *Gestión del puesto y evaluación del desempeño*. España: Elearning S.L.C.V. Grupo Noriega Editores.
- Chiavenato, I. (2011). *Administración de Recursos Humanos. El capital humano de las organizaciones*. 9a. ed. México: Mc Graw Hill.
- Dessler, G. (2019). *Administración de Recursos Humanos*. México: Pearson Educación.
- Díaz Robles, P. (2007). *Evaluación del Desempeño Laboral*. Academia Edu.
- GDM, Soluciones de Nómina y RRHH. (2021a). *¿Cómo hacer una matriz de evaluación del personal por competencias?*. México. En: <https://blog.gdm.com.mx/blog/matriz-de-evaluacion-del-personal-por-competencias>.
- GDM, Soluciones de Nómina y RRHH. (2021b). *¿Cómo hacer una matriz de evaluación del personal por competencias?*. México. En: <https://blog.gdm.com.mx/blog/matriz-de-evaluacion-del-personal-por-competencias>.
- Gobierno de México. (2019). *Estándares de competencia y certificación de competencias de las personas*. En: <https://conocer.gob.mx/>.
- Mondy, W., & Robert, N. (2005). *Administración de Recursos Humanos*. México: Pearson Educación.
- Osama, Y. (2006). *Gestión de entornos educativos de calidad*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Sánchez, J. (2012). *Diseño del proceso de evaluación del desempeño del personal y las principales tendencias que afectan su auditoría*. Colombia: Pensamiento y Gestión.
- Siliceo, A. (2004). *Capacitación y desarrollo de personal*. México: Limusa.

Obtención de nanopartículas de plata empleando mucílago de nopal como agente reductor

AUTORES:

M. Calixto-Rodriguez^{1,*}, A. Reyes-Mayer¹, E. Sarmiento-Bustos¹, M. Chávez-Castillo²,
M. González-Castañeda¹, R. Castrejón-Lorenzo¹, I. Segundo-Suárez¹

¹División Académica de Mecánica Industrial, Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos, Av. Universidad Tecnológica No.1, Col. Palo Escrito, C. P. 62760, Emiliano Zapata, Morelos, México.

²Academia de Ciencias, Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos, Av. Universidad Tecnológica No.1, Col. Palo Escrito, C. P. 62760, Emiliano Zapata, Morelos, México.

*Correo electrónico: manuelacalixto@utez.edu.mx

RESUMEN

Las nanopartículas de plata (AgNPs) son de gran importancia debido a sus propiedades antimicrobianas, las cuales pueden ser aprovechadas para la elaboración de productos en el área de textiles y farmacéutica. En este trabajo se realizó una biosíntesis de AgNPs utilizando quercetina (C₁₅H₁₀O₇) que es una molécula presente en el nopal (*Opuntia ficus indica*) que se usó como agente reductor de los iones de plata.

La caracterización del material se realizó mediante análisis de SEM para observar la morfología y el tamaño de las partículas, y por espectrofotometría UV-VIS para verificar la existencia de nanopartículas en la solución, a través de la absorbancia. Los resultados obtenidos del análisis de SEM muestran que el tamaño de las nanopartículas se encuentra en el orden de 18 a 23 nm.

INTRODUCCIÓN

Las propiedades fisicoquímicas y optoelectrónicas de las nanopartículas metálicas dependen en gran medida de su tamaño y su morfología (Silva-de-Hoyos, et al, 2012). El desarrollo de procesos confiables y ecológicos para la síntesis de nanomateriales es un aspecto importante de la nanotecnología; es por eso que el enfoque de la química verde consiste en minimizar o eliminar el uso de sustancias que generen residuos peligrosos (Anastas & Kirchhoff, 2002). La síntesis de nanopartículas usando entidades biológicas ha recibido mucha atención en la última década (Mohanpuria, Rana, & Yadav, 2008).

Los procesos biosintéticos involucran organismos vivos como bacterias (Joerger, Klaus, & Granqvist, 2000), fungi (Bhainsa & D'Souza, 2006) y plantas (Gardea-Torresdey, et al, 2002) o biomasa, como lo son los extractos de plantas (Vilchis-Nestor, et al, 2008).

Los procesos biosintéticos han surgido como una alternativa viable a enfoques fisicoquímicos más complejos para obtener nanomateriales con un control adecuado del tamaño y la forma (Shankar, et al, 2004). Los metales nobles, especialmente Au y Ag, han sido probados extensamente por el proceso biosintético asistido por plantas, para obtener nanopartículas metálicas con control sobre la forma y el tamaño. Una lista de las nanopartículas metálicas obtenidas por biosíntesis empleando plantas, biomasa o extractos pueden ser consultados en las revisiones reportadas por el grupo de trabajo del autor Yadav (Mohanpuria, Rana, & Yadav, 2008) (Kumar & Yadav, 2009) y por el autor Bali (Bali, Razak, Lumb, & and Harris, 2006).

DETALLES EXPERIMENTALES

Configuración experimental

MATERIALES

- 5 ml de AgNO_3 0.1 N
- 2.5 NH_4OH al 30%
- 30 g de pulpa de nopal (*opuntia ficus indica*)



Figura 1. Nitrato de Ag (Tomado de: <https://www.sigmaaldrich.com/US/en/product/sigald/209139>), NH_4OH (Tomado de: <https://listado.mercadolibre.com.mx/hidroxido-de-amonio-reactivo>) y nopal (*opuntia ficus indica*).

EXPERIMENTACIÓN

Se realizaron los siguientes pasos para obtener las nanopartículas de plata:

1. Se lavan 30 g de nopal y se enjuagan con agua destilada; posteriormente se cortan en pequeñas porciones y se colocan en un vaso de precipitados con 100 ml de agua destilada, estos se ponen a hervir durante 5 minutos en una parrilla de calentamiento (ver figura 2)



Figura 2. Nopal (*opuntia ficus indica*) en trozos sobre una parrilla de calentamiento.

menor (ver figura 3). 2. Después de hervir el nopal, se pone a enfriar a temperatura ambiente. Enseguida, se filtra el extracto de nopal, primero con un filtro comercial para cafetera y posteriormente con un papel filtro, marca Whatman, el cual tiene un tamaño de poro.



Figura 3. Proceso de filtrado del extracto de nopal (*opuntia ficus indica*).

3. Se prepara la solución coloidal de nanopartículas de plata: a 5 ml de AgNO_3 0.1 N, se le agregan 5 ml de extracto de nopal filtrado, posteriormente se agregan 2.5 ml de NH_4OH al 30% y se agita manualmente. Por último, la solución resultante se afora a 50 ml con agua destilada y se almacena en refrigeración (ver figura 4).

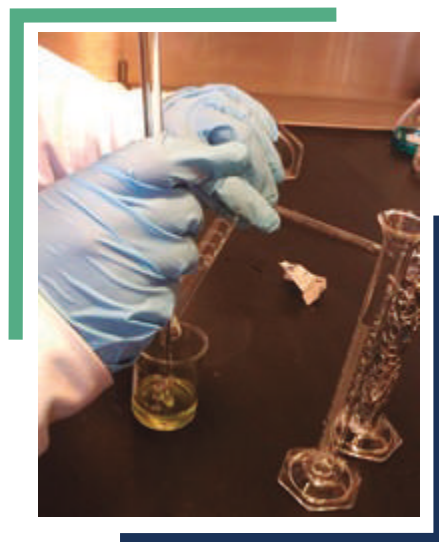


Figura 4. Preparación de la solución coloidal de AgNPs.

RESULTADOS

Caracterización óptica por espectrofotometría UV-VIS

Las nanopartículas de plata en suspensión coloidal fueron medidas con un espectrofotómetro UV-VIS marca SHIMADZU modelo (UV-1800), en el modo de absorbancia (ver figura 5). En la figura 6 se presenta el espectro de absorbancia obtenido de la solución coloidal de AgNPs. Este espectro muestra una banda de absorción única ubicada cerca de 400 nm, la cual es debida a la resonancia del plasmón de superficie de las AgNPs, tal como lo indica la literatura. Este espectro de absorbancia fue medido después de 29 días de haberse realizado la síntesis de las AgNPs.

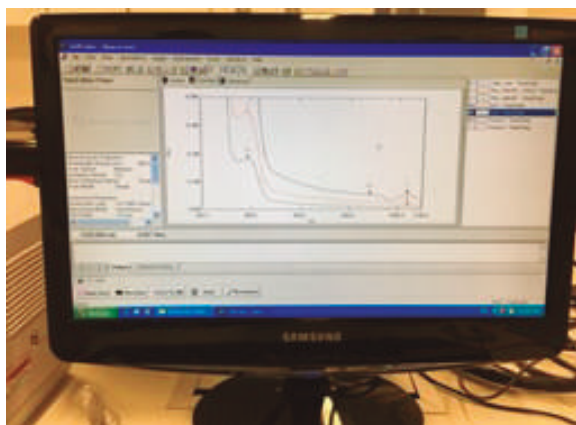


Figura 5. Mediciones de UV-VIS de las nanopartículas de AgNPs en suspensión coloidal.

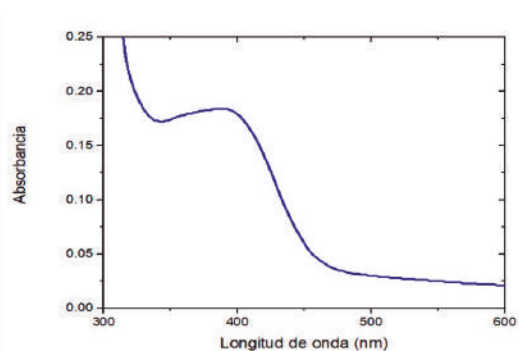


Figura 6. Espectro de absorbancia de las nanopartículas de AgNPs en suspensión coloidal.

Caracterización morfológica por microscopía electrónica de barrido (SEM)

Se llevó a cabo la medición de las partículas por Microscopia Electrónica de Barrido con un microscopio electrónico marca TESCAN modelo MIRA3 LMU. Para la caracterización de las AgNPs se empleó una oblea de silicio como sustrato. La micrografía tomada a 3,000 aumentos muestra que el material sintetizado está constituido por conglomerados de diferentes tamaños (ver figura 7a). La micrografía tomada a 120,000 aumentos, muestra un conglomerado de AgNPs, donde se observa que las nanopartículas tienen en general formas esféricas (ver figura 7b). El tamaño de las AgNPs oscila entre 18.36 nm y 23.57 nm.

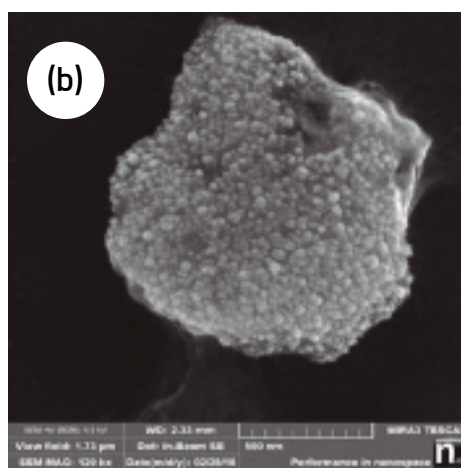
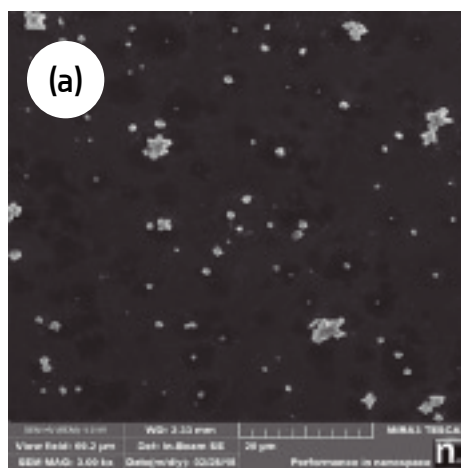


Figura 7. Imágenes de SEM de las muestras de nanopartículas de Ag. (a) Micrografía obtenida a 3,000 aumentos y (b) Micrografía obtenida a 120,000 aumentos.

Análisis elemental por EDS

Se llevó a cabo el análisis de composición elemental de la muestra de nanopartículas de plata soportadas sobre un sustrato de silicio. Como se puede apreciar en la gráfica de los espectros de EDS (figura 8), se presentan picos correspondientes a diversos elementos presentes en la muestra y en el sustrato. Se pueden apreciar picos correspondientes a plata (Ag), silicio (Si), oxígeno (O), cloro (Cl), y azufre (S).

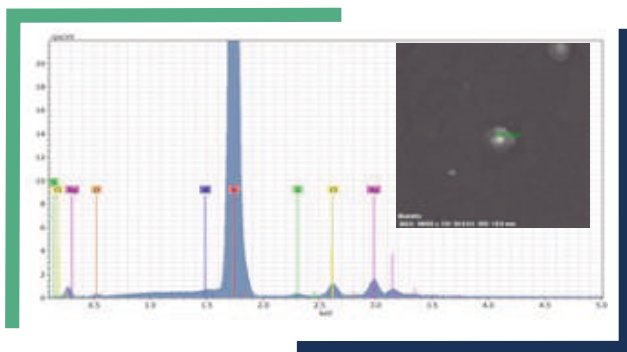


Figura 8. Espectro de EDS de una muestra de nanopartículas de AgNPs.

La tabla 1 muestra la cuantificación de la composición química de la muestra, donde se evidencia la presencia de la plata, se encontró que el contenido Ag es de 3.71 at.%. El mayor contenido encontrado (88.8 at.%) es para el Si proveniente del sustrato donde fue preparada la muestra.

Element	Series	unb.	C. norm.	C. prom.	C. Error (3 sigma)
		[wt. %]	[wt. %]	[at. %]	[wt. %]
Oxígeno	K-series	1.49	1.75	3.37	1.10
Aluminio	K-series	0.26	0.31	0.35	0.12
Silicio	K-series	89.04	88.74	88.80	0.90
Cloro	K-series	3.07	3.59	3.12	0.41
Plata	L-series	11.08	12.96	3.71	1.15
Azufre	K-series	0.56	0.66	0.63	0.16
Total:		85.50	100.00	100.00	

Tabla 1. Cuantificación química elemental de la muestra de AgNPs.

CONCLUSIONES

- En la síntesis de nanopartículas de plata (AgNPs) se empleó satisfactoriamente el extracto de nopal (*Opuntia ficus indica*); es decir la molécula de quercetina, como agente reductor de los iones Ag^+ a Ag^0 .
- Mediante espectroscopía UV-VIS se midió el espectro de absorbancia de las nanopartículas de plata en suspensión coloidal, donde se pudo observar que existe una banda de absorción cerca de 400 nm, debida a la resonancia del plasmón de superficie de las AgNPs, lo cual indica la presencia de nanopartículas de plata.

- Los resultados obtenidos por el análisis de EDS muestran la presencia de plata metálica en las muestras analizadas.
- Por análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM) se determinó que los tamaños de las nanopartículas que conforman los conglomerados oscilan entre 18.36 nm y 23.57 nm.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Yareli Colín García y al Ing. Oscar Gómez Daza del IER-UNAM por su ayuda y soporte técnico. A los proyectos CeMiESol-35 y CONACYT-LIFYCS 123122, por el uso de los equipos de caracterización de materiales y al Instituto de Energías Renovables de la UNAM por el uso de sus instalaciones.

Referencias

- Anastas, P. T., & Kirchhoff, M. M. (2002). Origins, current status, and future challenges of green chemistry. *Accounts of chemical research*, 35(9), 686–694.
- Bali, R., Razak, N., Lumb, A., & Harris, A. (2006). The synthesis of metallic nanoparticles inside live plants. *Proceedings of the 2006 International Conference on Nanoscience and Nanotechnology*, 224–227.
- Bhainsa, K. C., & D'Souza, S. F. (2006). Extracellular Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using the Fungus *Aspergillus fumigatus*. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 47, 160–164.
- Gardea-Torresdey, J. L., Parsons, J. G., Gomez, E., Peralta-Videa, J., Troiani, H. E., Santiago, P., & Yacaman, M. J. (2002). Formation and Growth of Au Nanoparticles inside Live Alfalfa Plants. *Nano Letters*, 2(4), 397–401.
- Joerger, R., Klaus, T., & Granqvist, C. G. (2000). Biologically Produced Silver–Carbon Composite Materials for Optically Functional Thin-Film Coatings. *Advanced Materials*, 12(6), 407–409.
- Kumar, V., & Yadav, S. (2009). Plant-Mediated Synthesis of Silver and Gold Nanoparticles and Their Applications. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 84, 151–157.
- Mohanpuria, P., Rana, N., & Yadav, S. (2008). Biosynthesis of nanoparticles: technological concepts and future applications. *Journal of nanoparticle research*, 10, 507–517.
- Shankar, S. S., Rai, A., Ankamwar, B., Singh, A., Ahmad, A., & Sastry, M. (2004). Biological synthesis of triangular gold nanoprisms. *Nature Materials*, 3(7), 482–8.
- Silva-de-Hoyos, L. E., Sánchez-Mendieta, V., Rico-Moctezuma, A., Vilchis-Nestor, A. R., Camacho-López, M. A., & Avalos-Borja, M. (2012). Silver nanoparticles biosynthesized using *Opuntia ficus aqueous extract*. *Superficies y Vacío*, 25(1), 31–35.
- Vilchis-Nestor, A. R., Sánchez-Mendieta, V., Camacho-López, M. A., Gómez-Espinosa, R. M., Camacho-López, M. A., & Arenas-Alatorre, J. A. (2008). Solventless synthesis and optical properties of Au and Ag nanoparticles using *Camellia sinensis* extract. *Materials Letters*, 62(17–18), 3103–3105.

Diseño de un sistema fotovoltaico en zonas marginadas para el estudio de su comportamiento mediante simulación de sus componentes

AUTORES:

Alexis E. Villegas Vergara, Luis J. López Vega, Jorge S. Valdez Martínez,
Iván Alcalá Barojas, Alberto M. Beltrán Escobar, Enrique Contreras Calderón
Abraham Leyva Mancilla, Héctor M. Buenabad Arias, Jonathan Villanueva Tavira.

RESUMEN

En este documento se muestra el diseño de un sistema fotovoltaico por medio de softwares de simulación, con el cual se pueda satisfacer la demanda de energía en zonas marginadas, así como el estudio del comportamiento de este sistema, ante las condiciones variantes de generación y demanda de energía, desarrollando un banco de datos y tablas, las cuales muestran su comportamiento.

Cabe destacar que la realización de este proyecto puede apoyar de forma positiva la educación, así como incrementar la calidad de vida en zonas de difícil acceso como lo son las zonas marginadas, dando energía a estos hogares. A largo plazo se puede adecuar a diferentes demandas, como lo puede ser un centro de salud o una pequeña escuela.

Index Terms— Diseño, Sistema fotovoltaico, Simulación, Generación de energía, Zonas marginadas.

INTRODUCCIÓN

Actualmente el uso de la electricidad es fundamental para la vida diaria, esta misma proporciona la facilidad de activar dispositivos para distintas actividades que facilitan una mejor calidad de vida, pero lo cierto es que el uso de esta hace cuestionarse acerca de las consecuencias al medio ambiente [1].

En contraste, en México, se calcula que alrededor de 2 millones de personas carecen de electricidad, lo cual indica que entre el 1.5 y 2% de la población cae en situación de pobreza solo por no contar con acceso a los servicios básicos en la vivienda. Los estados con más comunidades sin suministro son Chihuahua, Chiapas, Durango, Guerrero y Veracruz.

A nivel mundial, debido a las implementaciones de normas ambientales, se ha fomentado el ahorro del consumo eléctrico, en primera instancia para el ahorro de recursos naturales, ya que la mayor parte de la generación de electricidad se realiza a través del petróleo, carbón y gas natural; los cuales tienen un gran impacto en el ambiente. Esto es debido a que, al quemar este tipo de combustible, se generan gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono, nitruros, etc. [2].

Una forma de generación de energía eléctrica que no impacta ambientalmente al planeta es a través de la generación de energía mediante paneles fotovoltaicos. Las principales ventajas que ofrecen el uso de estos dispositivos, es que se realiza la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica, no hay partes mecánicas que se muevan, por lo tanto, no hay emisión de ruido, no hay altas temperaturas en el sistema y no generan o emiten gases de efecto invernadero que contribuyan al calentamiento global. Asimismo, los módulos fotovoltaicos tienen un tiempo de vida muy largo, además de que la fuente inicial de energía (el sol) es libre e inextinguible. En forma adicional, pueden considerarse como una alternativa viable para proveer de energía eléctrica a las personas que carecen de ella.

Para este caso de estudio, se tomó en cuenta una localidad ubicada en Chiapas, la cual carece de energía eléctrica, por lo que, cae en el registro de zonas marginadas. Al no contar con energía eléctrica complica el desarrollo de los pobladores y el crecimiento de la comunidad; así como impedirles tener una buena calidad de vida.

Por lo anterior, el objetivo de este manuscrito es presentar el diseño y dimensionamiento de un sistema fotovoltaico, para el estudio de su comportamiento por medio de simulaciones. Para lograr este objetivo se pretende inicialmente, dimensionar un banco fotovoltaico de acuerdo al consumo, después elaborar el diseño electrónico de acuerdo a la demanda, con el fin de crear los convertidores correspondientes para uso definido y de esta manera establecer el sistema de carga de baterías.

El uso de estos dispositivos para dotar de energía eléctrica a quienes no la poseen, es porque actualmente hay una tendencia hacia el uso de las energías sustentables, ya sea por el beneficio en términos monetarios o la reducción de contaminantes; así como el bajo coste de transporte. Muchas veces la energía eléctrica no puede ser llevada a sitios que carecen de una ruta adecuada para su instalación; por esa razón existen comunidades que no cuentan con esta necesidad básica. Este proyecto busca desarrollar un perfil adecuado tomando en cuenta registros geográficos y sociales para obtener datos por medio de simulaciones que, en un futuro, sean de ayuda para la implementación de sistemas fotovoltaicos, los cuales ayudarán al suministro eléctrico en dichas comunidades. Con respecto a la parte social, brindará a las personas mayor comodidad al realizar sus tareas, así como incrementar la calidad de vida.

Cabe mencionar que el presente proyecto deja las bases sentadas para el armado y desarrollo de forma tangible del sistema, así como una base de datos y registro en simulaciones para futuras mejoras, como lo son redes a gran escala.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Para la realización de este trabajo se tomaron en cuenta diferentes puntos como lo son: el área en la que se realizará (ya que de acuerdo al área se determinan los parámetros que se utilizarán para el dimensionado de las partes a utilizar), la irradiación, temperatura, consumo eléctrico, horas de uso, entre otras.

Al empezar se realizó una búsqueda detallada de las zonas marginadas, así como los principales estados que son afectados, se utilizó la base de datos del SENER (Secretaría de Energía) con relación a las localidades con necesidades de electrificación en la cual resaltaron estados como Chihuahua, Chiapas, Guerrero, entre otros.

Con esta búsqueda se decidió por la comunidad Nuevo Altamirano Ocosingo, Chiapas; la cual cuenta con una población de 72 habitantes de los cuales 41 son mujeres y 31 hombres; en esta zona se encuentran 10 viviendas particulares habitadas, de las cuales ninguna cuenta con energía eléctrica, por esta misma razón carecen de radio, televisión o algún instrumento que les pueda facilitar el día a día como lo es una lavadora o un refrigerador para almacenar los alimentos.

Para la realización del proyecto se diseñó un esquema tomando en cuenta las casas en todo el país, así como el promedio de energía que se es consumida; teniendo en cuenta que por motivos del COVID-19 el consumo eléctrico de los hogares del país aumentó. De acuerdo con [12], se consideró que la cantidad promedio de focos en el hogar, por las condiciones geográficas del punto en que el proyecto está planteado, así como las condiciones económicas; los focos sugeridos fueron 5 focos de 75 Wh. Los cuales, estarán conectados a la red junto con diferentes electrodomésticos, tal como se observa en la tabla I.

Se pueden observar los electrodomésticos elegidos para completar el perfil de consumo de la casa; mostrándose el consumo por horas que se tiene de cada uno de estos.

A lo largo del día el consumo eléctrico del hogar promedio no es constante, esto quiere decir que varía respecto a la hora del día, los integrantes de la casa e incluso el horario de trabajo de las personas que viven en el domicilio. Siguiendo lo anterior se realizó una investigación del consumo promedio de los hogares, para de esta forma realizar la simulación más apegada a la realidad. Se tomó como base la tabla mostrada por el gobierno de México, para ser más específicos el CENACE (Centro Nacional de Control de Energía), en la cual se muestra la región central del sistema interconectado Nacional.

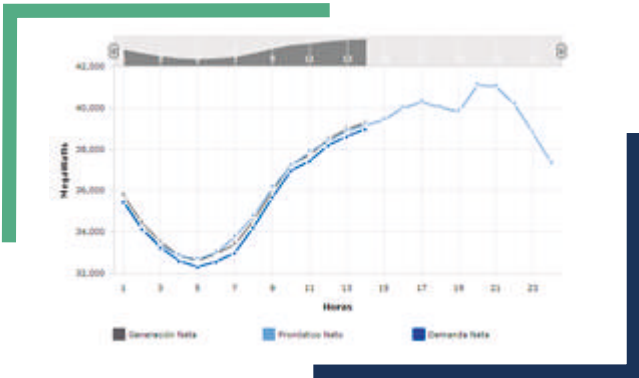


Tabla 1. Cuantificación química elemental de la muestra de AgNPs.

Como se observa en la figura 1 se puede encontrar la demanda, generación y el pronóstico neto a lo largo de las 24 horas del día. Con base en lo anterior, se realizó un esquema el cual trata de emular un consumo variable (ver figura 2).



Fig. 2 Consumo eléctrico del perfil establecido.

Una vez ejecutado, se procedió a calcular el consumo por día según el modelo y la gráfica generada, el cual arroja un consumo de 12,070.00 Watts por día como se observa en la tabla I.

PERFIL DE CONSUMO ENERGÉTICO POR CASA				
Aparato	Cantidad	Consumo (Wh)	Horas uso	Consumo parcial (Wh)
Focos	5	75	4.4	1660 (Aprox.)
Refrigerador	1	650	9	5850
Plancha	1	1000	2	2000
Radio	1	40	4	160
Licuada	1	500	2	1000
Televisión	1	200	7	1400
Total de energía (Wh por día)				12070

Tabla 1. Perfil de consumo energético por casa

A. Dimensionamiento de paneles fotovoltaicos

Al obtener el consumo de energía, se proponen datos que ayudarán con el dimensionamiento del banco de baterías, así como la cantidad de paneles fotovoltaicos que se necesitarán para tener un desempeño óptimo, estos datos son los siguientes:

Se obtuvo un consumo al calcular la cantidad de energía requerida para el funcionamiento de los subsistemas, es importante recordar que la eficiencia de la batería y del inversor influyen en el cálculo de la energía total necesaria. Si se tiene en cuenta el esquema básico de un sistema fotovoltaico aislado con cargas DC y AC se puede comprobar como la eficiencia del inversor solamente afecta al consumo AC.

Por lo tanto, el consumo medio diario se calcula de la siguiente forma:

$$L_{md} = L_{md} = \frac{L_{md,DC} + \frac{L_{md,AC}}{\eta_{INV}}}{\eta_{BAT} + \eta_{CON}} \quad (1)$$

Donde L_{md} es el consumo medio diario con valor de 14,116.96

Para el dimensionado de los paneles solares se tiene el panel solar Vertex con código de producto TSM-DEG20C.20, el cual según las especificaciones, cuenta con una potencia máxima de 600 W, así como una eficiencia de 21.2% con una tolerancia de 0+5W. Algunos datos mecánicos se muestran en la tabla II.

DATOS MECÁNICOS	
Células Solares	Monocristalinas
Orientación de Células	120 células (12x210mm)
Dimensiones de Módulos	2172 × 1303 × 40 mm (86.51 × 51.30 × 1.57 pulgadas)
Peso	2.0 mm (0.08 pulgadas), alta transmisión, vidrio termolaminado con recubrimiento AR
Vidrio Frontal	35.3 kg (77.8 lb)
Materiales Encapsulante	POE / EVA
Vidrio Posterior	2.0 mm (0.08 pulgadas), alta transmisión, vidrio termolaminado con recubrimiento AR
Liga de aluminio anodizado	de 40 mm (1.57 pulgadas)
J-Box	IP 68
Cables	Cable de tecnología fotovoltaica de 4.0 mm ² (0.006 pulgadas ²). Rancho: 280/280 mm (11.02 / 11.02 pulgadas) Paseo: 2000/2000 mm (80.71 / 80.71 pulgadas)
Conector	MC4 EV02 / TS4*

Tabla 2. Datos mecánicos del panel seleccionado

Se seleccionó este panel solar gracias a su alta eficiencia, así como los Watts de potencia que puede generar, cabe destacar que se deben revisar los datos eléctricos de la tabla III, la cual se utilizará para la elaboración del dimensionamiento.

DATOS ELÉCTRICOS (STC)					
Potencia Nominal-Peak (Wp)*	580	585	590	595	600
Tolerancia de Potencia Nominal-Peak (W)	0 + 5				
Tensión en Máxima Potencia-Vmp (V)	33.8	34.0	34.2	34.4	34.6
Corriente en Máxima Potencia-Imp (A)	17.16	17.21	17.25	17.30	17.34
Tensión de Circuito Abierto-Voc (V)	40.9	41.1	41.3	41.5	41.7
Corriente de Corto Circuito-Is (A)	18.21	18.26	18.31	18.36	18.42
Eficiencia (%)	20.5	20.7	20.8	21.0	21.2

Tabla 3. Datos electricos (STC) del panel seleccionado

Una vez que se obtienen los datos anteriores, se procede a calcular la irradiancia del punto geográfico. En este caso se adquirieron los datos gracias a una base de datos de la European Commission, la cual lleva el nombre de Photovoltaic Geographical Information System (Ver figura 3).

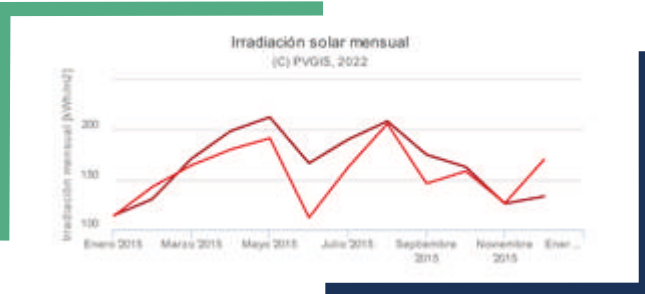


Fig. 3 Irradiación solar mensual.

Para encontrar la cantidad de paneles fotovoltaicos que son requeridos, se utiliza un método en el cual se recopilan datos mensuales de irradiancia en el punto en el que se desea establecer el sistema; esto se hace con diferentes grados de inclinación en el panel fotovoltaico.

Se recopilan datos con respecto a los meses, así como a los días en los cuales se pudiera tener una menor irradiancia, lo que podría afectar la generación de energía eléctrica por parte de los paneles fotovoltaicos. Cabe destacar que el panel fotovoltaico tiene mayor o menor generación de energía dependiendo de la orientación, así como los grados de inclinación en el que se coloque; por esta razón, se registraron datos con una inclinación diferente del panel fotovoltaico para así, poder determinar la inclinación eficiente, así como el mes con la menor irradiancia del año, una vez recolectados los datos, se desarrolló la tabla IV en la cual se agruparon los resultados obtenidos.

	0°	10°	20°	30°	40°	45°
Enero	87.84	94.43	99.11	101.7	102.12	101.48
Febrero	115.34	121.29	128.48	130.71	129.88	128.31
Marzo	141.25	143.77	147.11	145.33	140.38	136.74
Abril	191.41	191.78	188.05	180.2	168.36	161.02
Mayo	203.58	198.29	188.36	174.63	157.19	147.2
Junio	166.98	181.34	152.6	141.18	127.14	119.24
Julio	191.34	183.557	175.9	162.8	146.59	137.37
Agosto	187.17	184.88	178.67	168.69	155.32	147.39
Septiembre	156.9	175.23	158.51	154.67	147.76	143.18
Octubre	150.16	178.32	163.12	164.34	161.86	159.24
Noviembre	124.04	134.47	141.91	146.26	141.26	146.49
Diciembre	104.66	116.08	124.82	130.7	133.46	133.63
TOTAL	1821.07	1853.261	1846.64	1801.21	1711.32	1661.29

Tabla 4. Irradiancia con respecto a la inclinación.

Según el criterio del Mes Crítico, una vez conocido el consumo se ha de preparar a partir de la tabla de radiaciones, la tabla de cocientes Consumo/Radiación como se puede observar en la tabla V.

	Lmd/Gd					
	0°	10°	20°	30°	40°	45°
Enero	4.982.08	4.634.39	4.415.56	4.303.10	4.285.41	4.312.43
Febrero	3.427.04	3.206.06	3.076.55	3.024.06	3.043.39	3.080.62
Marzo	3.098.24	3.003.40	2.974.82	3.011.26	3.117.44	3.200.42
Abril	2.212.57	2.208.31	2.252.11	2.350.22	2.515.50	2.630.16
Mayo	2.145.43	2.207.00	2.323.35	2.506.02	2.784.06	2.973.00
Junio	2.536.28	2.624.95	2.775.29	2.999.78	3.331.04	3.551.73
Julio	2.287.16	2.358.52	2.487.92	2.688.12	2.985.37	3.185.74
Agosto	2.338.12	2.367.34	2.449.35	2.594.26	2.817.57	2.969.17
Septiembre	2.699.23	2.659.73	2.671.81	2.738.14	2.866.19	2.957.88
Octubre	2.914.40	2.764.18	2.682.85	2.662.93	2.703.73	2.748.21
Noviembre	3.414.29	3.150.64	2.984.35	2.895.59	2.998.08	2.891.04
Diciembre	4.181.40	3.771.34	3.506.05	3.348.32	3.279.08	3.274.91
TOTAL	36.236.25	34.955.85	34.600.00	35.121.79	36.726.85	37.775.33

Tabla 5. Consumo sobre radiación mensual.

Para cada inclinación se busca el mayor valor de todos los cocientes de cada columna. Como se puede comprobar, puesto que en este caso el consumo es constante, una vez que se conocen

estos valores se elige el menor de todos ellos, en este caso corresponde al valor de 4,285.41 y 40° de inclinación. Como resultado tenemos la inclinación de los módulos a 40°. El número total de módulos a emplear se puede representar como en (2):

$$N_T = \frac{L_{md,DC} * G_D * P_g}{P_{MMP,STC}} \quad (2)$$

Con un factor global de funcionamiento de módulo de 0.9. Siendo NT es el número total de paneles, Lmd es el consumo medio diario mensual para el mes crítico (Wh/día). PMMP, STC es la potencia pico del módulo en condiciones STC (Wp/KW/m2), Gd es la radiación solar global a la inclinación del sistema (indicado en kWh/m2). PG y PR es el factor Global de funcionamiento del generador (suele variar entre 0.65 y 0.9). Una vez especificado lo anterior y tomando en cuenta los datos, el valor de NT es 8.21; es decir el número de módulos a emplear será de 8.

Al conocer el comportamiento del voltaje, amperaje y resistencia de los módulos se puede realizar la conexión en la forma paralelo y serie, esto de acuerdo a lo que se desea conseguir, en el caso de este proyecto se conectarán de forma paralela ya que, se necesita un nivel de potencia alto. Al conectar los paneles solares de esa forma, podemos decir de manera teórica y en casos de simulación que, la potencia que se obtiene de dicho arreglo es de 4,640 Wp. Al comparar este resultado con el Lmd se puede observar que la potencia producida por los paneles fotovoltaicos es adecuada para cubrir el consumo del hogar.

El circuito de conexión de los paneles fotovoltaicos se realizará en el software PSIM, el cual ofrece la opción de poder editar los rangos del panel fotovoltaico a utilizar, ya sea el número de celdas, hasta el coeficiente de temperatura Isc. Para este trabajo se utilizó la tabla con los datos eléctricos STC. Así bien, para lograr que la simulación se asemeje al panel fotovoltaico, se analizaron las curvas I-V de módulo PV y las curvas P-V del módulo PV, esto para ser comparadas con las curvas obtenidas en el software, para así observar que el comportamiento es el adecuado. En la figura 4 y 5 se observa la comparación de ambas.

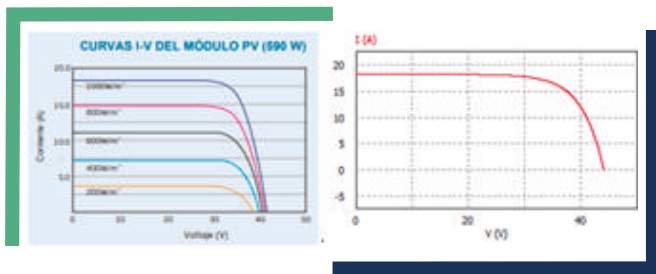


Fig. 4 Comparación de curvas I-V de panel fotovoltaico y el modelo simulado.

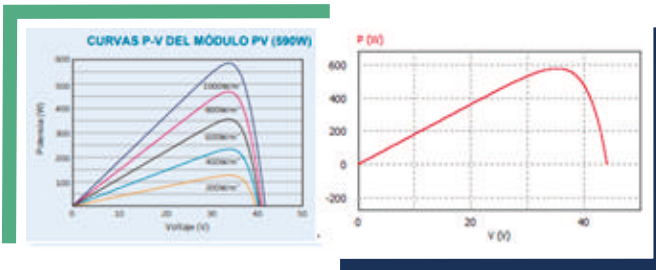


Fig. 5 Comparación de curvas P-V de panel fotovoltaico y el modelo simulado.

En las imágenes anteriores se observa que los paneles fotovoltaicos simulados cuentan con una similitud bastante acertada con respecto a la hoja de especificaciones de datos de los paneles físicos, pues se logró hacer que las gráficas coincidan en la mayoría de los datos, esto hace que la simulación se vuelva más precisa y apegada a la realidad. Una vez realizado lo anterior, se procedió a la conexión en paralelo de los paneles fotovoltaicos.

En el modelo simulado que representa al panel solar, se puede observar que cuenta con 4 terminales, dos de estas reciben los datos necesarios para la simulación y las otras dos entregan el voltaje de salida. La terminal determinada por la letra S está destinada a leer los datos de irradiancia con las que el usuario desee que trabaje el panel fotovoltaico durante la simulación. La terminal denominada como T está destinada a leer los datos de temperatura con las que el usuario desee que trabaje el sistema. Se observan del lado derecho de la figura dos terminales, estas están destinadas a entregar el voltaje de acuerdo a los datos introducidos. Para este trabajo, se realizó la conexión en paralelo de los paneles fotovoltaicos (ver figura 6), se crea un subsistema seleccionando la conexión sin tomar en cuenta los pines de constantes como lo son temperatura e irradiancia, y los pines de salida de todo el sistema.

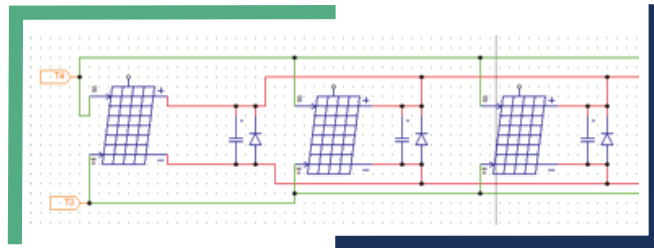
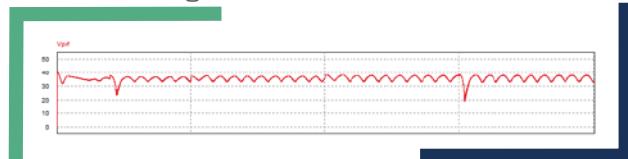
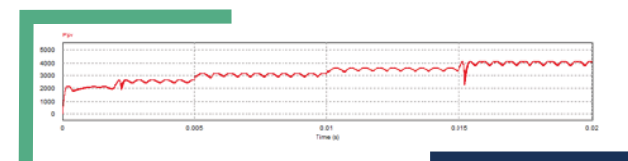


Fig. 6 Conexión de paneles fotovoltaicos

A esta conexión se le colocó un punto de prueba lvp para monitorizar la intensidad del conjunto de paneles fotovoltaicos, así como la potencia desarrollada (ver figura 7).



a) Voltaje obtenido del sistema fotovoltaico



b) Potencia obtenida del sistema fotovoltaico

Fig. 7 Voltaje y potencia obtenida del sistema con respecto al tiempo.

B. Dimensionado de la batería

Para definir el tamaño del acumulador, se tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

Profundidad de descarga máxima: Se refiere al nivel máximo de descarga que se permite a la batería antes de la desconexión del regulador, para proteger la duración de la misma (PD_{mas}, e).

Días de autonomía: es el número de días consecutivos que, en ausencia de sol, el sistema de acumulación es capaz de atender el consumo, sin sobrepasar la profundidad de descarga máxima estacional de la batería. Los días de autonomía posibles dependen entre otros factores del tipo de instalación y, sobre todo, de las condiciones climáticas del lugar.

La capacidad de la batería, se refiere a la capacidad de energía que debe ser capaz de almacenar la batería, para asegurar un correcto funcionamiento del sistema. Las expresiones que se utilizan para hallar las capacidades de la misma, tanto en Wh (vatios hora) como en Ah (amperios hora) son:

$$C_{nd}(Wh) = L_{md}/(P_{Dmax,d} * F_{CT}) \quad (3)$$

$$C_{nd}(Ah) = C_{nd}(Wh)/V_{BAT}$$

$$C_{ne}(Wh) = (L_{md} * N)/(P_{Dmax,d} * F_{CT}) \quad (4)$$

$$C_{ne}(Ah) = C_{ne}(Wh)/V_{BAT}$$

Siendo C_{nd} la capacidad nominal diaria de la batería (dado en Wh o Ah). C_{ne} es la capacidad nominal estacionaria de la batería. L_{md} es el consumo diario medio (Wh/ día). $P_{Dmax,d}$ es la profundidad de descarga máxima diaria de la batería. $P_{Dmax,e}$ es la profundidad de descarga máxima estacional de la batería (tanto por uno). Mientras que V_{BAT} es la tensión nominal de la batería (V) y F_{CT} es el factor de corrección por temperatura.

Una vez conocidas ambas capacidades, la que resulte mayor será la elegida en el dimensionado. La batería real (proporcionada por el fabricante) se elegirá de forma que se aproxime al valor de capacidad nominal calculado. Igualmente se tenderá a elegir la batería redondeando el valor de C_{nd} , o C_{ne} , según corresponda, por exceso para obtener mejor margen de seguridad. Es importante señalar que los periodos de autonomía cortos alargan la vida de las baterías y dan al sistema mayor fiabilidad.

Ya elegida la batería se procede a realizar la simulación de la misma en el software PSIM, se aproxima una batería real mediante un circuito equivalente, tomando en cuenta las variables como el estado de carga, profundidad de carga, temperatura ambiente y temperatura del electrolito; el circuito propuesto se observa en la figura 8.

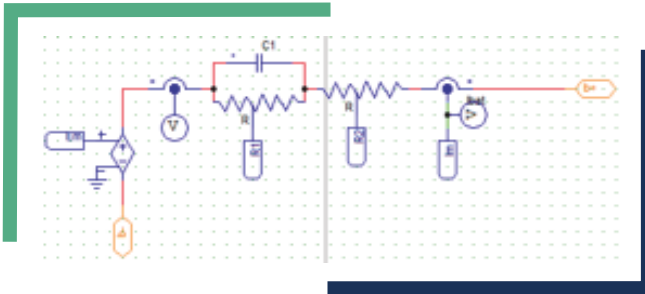


Fig. 8 Circuito para simulación de batería.

Consiste en una fuente de voltaje, varios elementos como lo son resistencias y capacitores que se comportan de forma variable dependiendo del estado de carga y voltaje nominal.

La fuente E_m está dada por:

$$E_m = E_{m0} - K_E(273 + \theta)(1 - SoC) \quad (5)$$

Donde E_{m0} y K_E son constantes, θ es la temperatura del electrolito (permanecerá constante) y SoC es el estado de carga de la batería. Las ecuaciones para el cálculo de la resistencia R_1 y el capacitor son:

$$R_1 = -R_{10} \ln(SoC) \quad (6)$$

$$C = \frac{\tau_1}{R_1}$$

En el caso de la resistencia R_2 la ecuación es:

$$R_2 = R_{00}[1 + A_0(1 - SoC)] + R_{20} \frac{e^{A_{21}(1-SoC)}}{1 + e^{A_{22} \frac{I_m}{I^*}}} \quad (7)$$

Donde R_{00} , R_{20} , A_0 , A_{21} , y A_{22} son constantes, I_m es la corriente que fluye por la rama principal e I^* es la corriente nominal. La ecuación que rige el estado de carga es:

$$SoC = 1 - \frac{Q_e}{C_a(\theta)}$$

$$Q_e(t) = Q_{e0} + \int_0^t -I_m(\tau) d\tau \quad (8)$$

Donde Q_{e0} , K_e y C_0 son constantes y θ es la temperatura de congelamiento del electrolito. Una vez que se obtienen los datos de las ecuaciones anteriores se procede a introducirlos al circuito de simulación en PSIM.

C. Convertidor CD/CD

Para realizar el seguimiento de PMP se utilizó el convertidor CD/CD elevador de tensión tipo boost. La entrada del convertidor tendrá el arreglo de paneles fotovoltaicos y será controlado, ya sea por el algoritmo P&O o PSO. El voltaje de salida deberá ser suficiente para alimentar la siguiente etapa.

Considerando que el convertidor se encuentre trabajando en modo conducción continua, el circuito presenta dos modos de operación, que dependen del estado del interruptor. En la figura 9 se muestra el circuito elevador y los circuitos equivalentes para el tiempo de encendido y apagado.

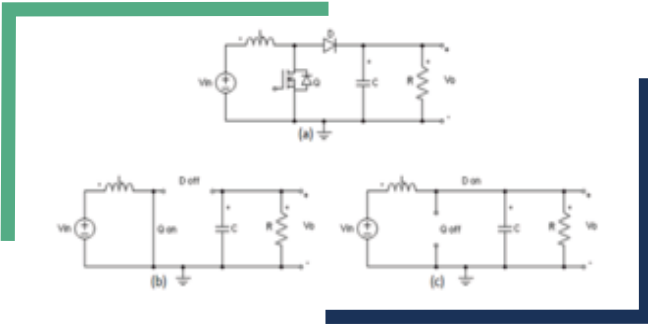


Fig. 9 Circuito elevador y sus equivalentes.

El análisis del convertidor se realiza para los dos circuitos mostrados. De acuerdo a los circuitos y a las formas de onda requeridas, siendo D el ciclo de trabajo y Ts el periodo necesitado, durante el tiempo de encendido se observa que:

$$V_L = V_{in} = L \frac{di_L}{dt} = \frac{L \Delta i_{Lon}}{t_{on}} \quad (9)$$

$$\Delta i_{Lon} = \frac{V_{in} t_{on}}{L}$$

Donde Vin es el voltaje de entrada, L es el valor del inductor, VL es el voltaje en el inductor. ΔiLon es el rizo de corriente y ton es el tiempo de encendido. Así mismo, durante el tiempo de apagado.

$$V_L = V_{in} - V_o = L \frac{di_L}{dt} = \frac{L \Delta i_{Loff}}{t_{off}} \quad (10)$$

$$\Delta i_{Loff} = \frac{(V_{in} - V_o) t_{off}}{L}$$

Donde Vo es el voltaje de salida, ΔiLoff es el rizo de corriente y toff es el tiempo de apagado. Igualando los incrementos de corriente durante el tiempo de encendido y apagado, se puede obtener la ganancia M:

$$\Delta i_{Lon} = -\Delta i_{Loff}$$

$$\frac{V_{in} t_{on}}{L} = -\frac{(V_{in} - V_o) t_{off}}{L} \quad (11)$$

$$M = \frac{V_{in} t_{on}}{\Delta i_{Lon}} = \frac{V_{in} D T_s}{\Delta i_{Lon}} = \frac{V_{in} D}{\Delta i_{Lon} f_s}$$

Teniendo en cuenta que toff es igual a (1-D) Ts, se observa que:

$$M = \frac{V_o}{V_{in}} = \frac{1}{1-D} \quad (12)$$

En donde M es la ganancia y D es el ciclo de trabajo. El valor del inductor se calcula con base al rizo de corriente deseado.

$$L = \frac{V_{in} t_{on}}{\Delta i_{Lon}} = \frac{V_{in} D T_s}{\Delta i_{Lon}} = \frac{V_{in} D}{\Delta i_{Lon} f_s} \quad (13)$$

En este caso se considera Fs como la frecuencia de conmutación. Partiendo de la ecuación de corriente en el capacitor y de la forma de onda misma, se obtiene:

$$i_c = C \frac{dV_c}{dt} \quad (14)$$

$$dV_c = \frac{1}{C} i_c dt$$

$$\Delta V_c = \Delta V_o = \frac{1}{C} \int_0^{DT_s} i_c dt$$

Donde ic es la corriente en el capacitor, C es el capacitor, ΔVo es el rizo de voltaje de salida.

Tomando en cuenta que, durante el tiempo de encendido, la integral de la corriente en el capacitor es igual a DTs Io.

$$\Delta V_c = \Delta V_o = \frac{1}{C} (DT_s I_o) = \frac{D I_o}{C f_s} \quad (15)$$

$$C = \frac{D I_o}{\Delta V_o f_s} = \frac{D P_o}{\Delta V_o V_o f_s}$$

Donde Po es la potencia de salida. Se pueden utilizar las ecuaciones anteriores para calcular la ganancia y ciclo de trabajo, el valor de la inductancia y el valor de la capacitancia.

El circuito de este convertidor se implementó en PSIM (Ver figura 10).

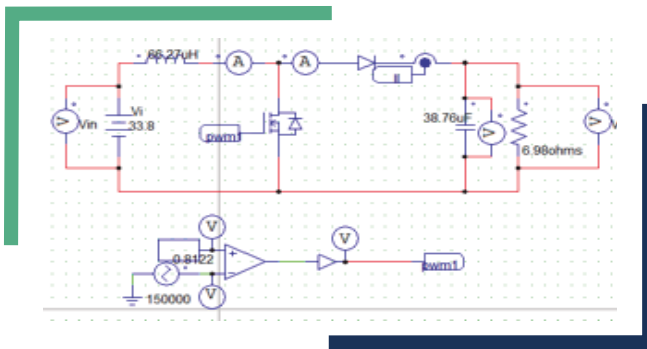


Fig. 10 Circuito convertidor en PSIM.

Se observan los resultados de simulación en la figura 11, teniendo en cuenta una fuente de voltaje ideal a la entrada

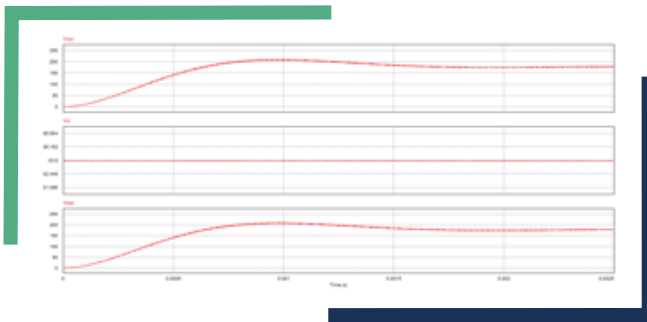


Fig. 11 Graficas de Vout, Vin y rizo.

D. Algoritmo de SPMP

Como se mencionó en el capítulo dos de este trabajo, existen varios algoritmos capaces de realizar el seguimiento del punto de máxima potencia en un sistema fotovoltaico, algunos más sencillos que otros. En este trabajo se propuso utilizar un algoritmo tradicional (Perturbar y observar).

Para aplicar este algoritmo es necesario medirse tanto corriente, como voltaje, a la salida del panel. A partir de ellos, en cada iteración se calcula el incremento de potencia, ΔP (potencia de la iteración actual menos potencia en la iteración anterior). De la misma forma se calcula ΔV . El siguiente paso es perturbar; es decir, incrementar o decrementar de manera ligera el voltaje, y volver a calcular ΔP y ΔV . Para perturbar el voltaje, hay que modificar ligeramente el ciclo de trabajo (dependiendo del tamaño de paso). Cabe señalar que para incrementar el voltaje hay que decrementar el ciclo de trabajo.

Dependiendo de los valores de ΔP y ΔV se continúa el incremento o decremento del voltaje.

El tamaño del escalón afecta la velocidad de convergencia del algoritmo. Mientras más grande sea, más rápido convergerá el sistema al PMP. Sin embargo, si es muy grande, puede provocar una oscilación alrededor de PMP. La simulación en PSIM para realizar el SPMP estará iniciando con un filtro, el cual recibirá los datos del voltaje y la intensidad (Ver figura 12).

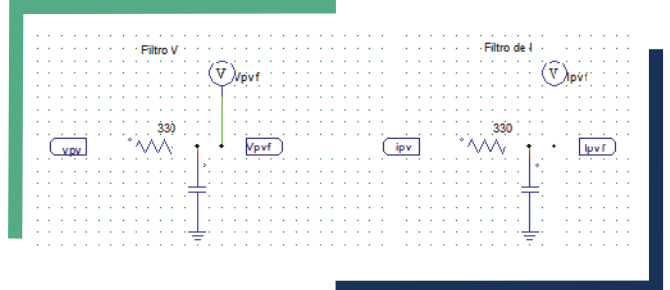


Fig. 12 Filtro de voltaje e intensidad.

Una vez filtrados los datos se insertarán en un bloque para así obtener la potencia del circuito, esto nos ayudará a realizar el incremento o decremento de los valores (Ver figura 13).

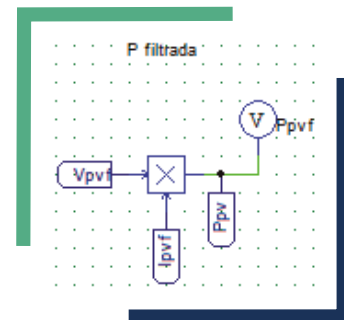


Fig. 13 Potencia filtrada.

Una vez encontrada la potencia, los datos de potencia y voltaje, se disponen a pasar por un bloque diferenciador, el cual está conectado a un OPAM que genera una señal, misma utilizaremos de forma negada y directamente conectada a la salida del OPAM para generar la combinación de los incrementos y decrementos (Ver figura 14).

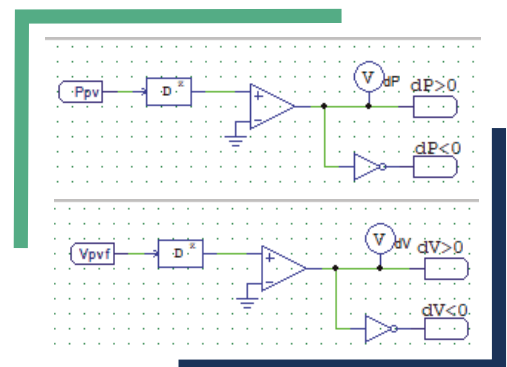


Fig. 14 Obtención de datos dP y dV.

Al obtener estos cuatro datos se crea lo que dará los resultados para generar los decrementos e incrementos; como se puede observar en la siguiente imagen, los cuatro datos obtenidos de los circuitos anteriores se multiplican entre sí, cabe destacar que los datos negados y los positivos de la potencia se multiplican por los mismos datos del voltaje para generar el incremento y decremento 1; en cambio, para generar el incremento y decremento 2, los datos de voltaje negado se multiplicarán por los positivos de la potencia (Ver figura 15).

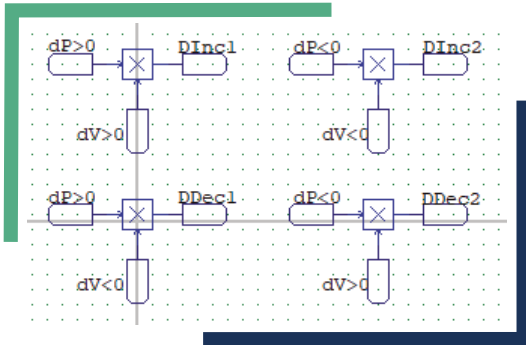


Fig. 15 Combinación para generar los incrementos y decrementos.

Una vez realizado lo anterior se diseña el siguiente circuito (Ver figura 16), el cual va a ser el switch para poder manejar el incremento y decremento de los valores, haciendo que un voltaje se sume o se reste dependiendo el caso, se agrega una constante a un punto suma, la cual nos servirá para definir el paso que queremos que tome para así realizar el control de la potencia. En la parte izquierda se encuentra un bus de datos nombrado como PWM, el cual está conectado al mosfet del circuito CD/CD, para así poder hacer el control.

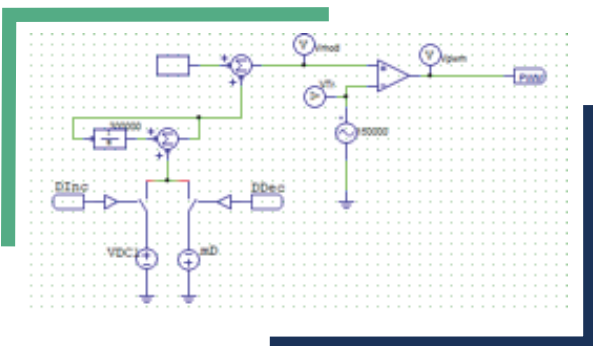


Fig. 16 Circuito de switch para manipulación de PWM.

Una vez realizado lo anterior el circuito de simulación principal estará constituido como se observa en la figura 17. Los datos obtenidos al graficar se pueden observar en la figura 18 y 19.

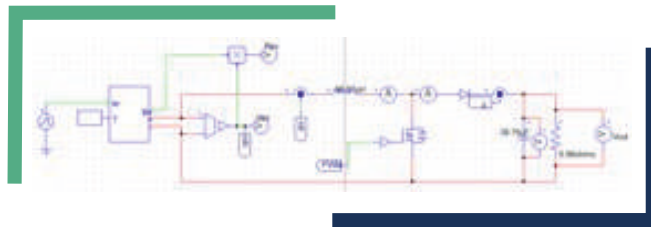


Fig. 17 Circuito de simulación con SPMP.

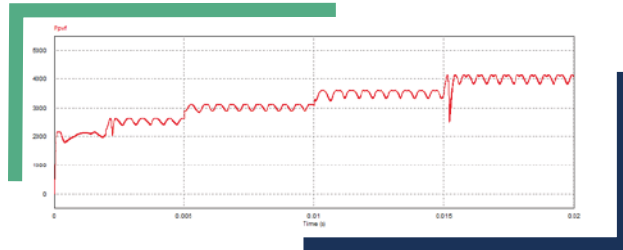


Fig. 18 Potencia con SPMP.

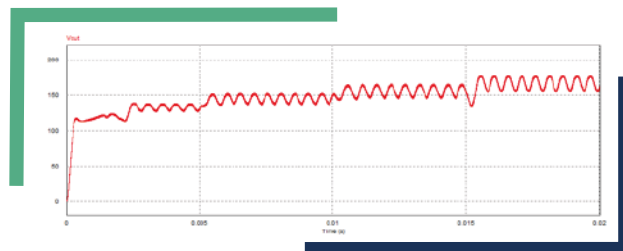


Fig. 19 Obtención de datos dP y dV.

CONCLUSIÓN

Como se plantea uno de los objetivos fue dimensionar un banco fotovoltaico de acuerdo al consumo, esto se desarrolló de forma en la que los paneles fotovoltaicos generen potencia mayor a lo establecido en el consumo del hogar, se logró establecer un módulo fotovoltaico que coincide con las especificaciones del fabricante y se procedió a generar la simulación y almacenamiento de los datos para su estudio.

Se elaboró el diseño electrónico de acuerdo a la demanda, esto se desarrolla proponiendo datos, los cuales son específicos para el dimensionamiento del banco de baterías, así como el convertidor boost. Por medio de diferentes funciones matemáticas se obtienen los valores de los componentes requeridos para el armado del circuito, después se procedió a la simulación y almacenamiento de datos para su estudio.

Se pudo realizar el diseño de los convertidores correspondientes para uso definido, al contar con los datos del conjunto de paneles fotovoltaicos, así como, el volumen de baterías que son requeridos por el sistema, se puede determinar los valores de voltaje y potencia que fueron necesarios para el correcto funcionamiento y

suministro del hogar, utilizando funciones matemáticas descritas en este documento se logró aterrizar de manera efectiva la idea de un convertidor boost, el cual se encarga de suministrar energía al alternador, así como al circuito encargado de cargar las baterías.

De igual manera se diseñó el sistema de cargas de baterías, en este punto se desarrollaron sistemas, los cuales se encargan de suministrar una potencia específica, misma que es la encargada de decidir qué modo entra en operación.

Se puede apreciar que los resultados obtenidos concuerdan con lo presentado al inicio de este proyecto, se desarrollaron cada una de las etapas principales del sistema para el suministro de energía eléctrica por medio de paneles fotovoltaicos, los cuales se desarrollaron de forma digital, se hicieron diferentes pruebas, así como, simulaciones para poder obtener un resultado óptimo a lo esperado.

De igual manera, el desarrollo del SPMP fue adecuado para suministrar una potencia adecuada a lo requerido, este sistema fue un poco complicado de realizar, puesto que se debe apreciar la forma en la que se comporta la potencia, así como los datos de entrada para generar el control de la misma.

Referencias

- [1] Abella, M. A. (2005). *Sistemas fotovoltaicos*. Madrid: CIEMAT.
- [2] Ceraolo. (2000). *New Dynamical Models of Lead-Acid Batteries*. IEEE TRANSACTIONS ON POWER SYSTEMS.
- [3] D'Alessio, L. A. (2014). *Diseño y construcción de un convertidor boost de pequeña potencia, con propósitos educativos y de investigación*. Avances en ciencias e ingenierías, C15-C20.
- [4] Jorge Aguilera, L. H. (2011). *Dimensionado de sistemas fotovoltaicos autónomos*. Jaén: Escuela politécnica superior de Jaén.
- [5] Lalapú, H. (2013). *SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO DE CONEXIÓN A RED EN EL CENTRO MATERN INFANTIL DE LA UNIVERSIDAD DE PIURA*. Piura: Facultad de ingeniería.
- [6] Martínez, C. A. (2021). *Análisis de flujo energético en un sistema fotovoltaico con banco de baterías y cargas específicas*. Poza rica de Hidalgo: Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica.
- [7] Ortega, D. I. (2018). *Diseño y control de un convertidor electrónico de potencia para carga/descarga de baterías en un sistema fotovoltaico*. Zacatepec: Tecnológico nacional de México.
- [8] Pep Puig, M. J. (2015). *Energía solar fotovoltaica*. Energías renovables para todos, 20.
- [9] Planas, O. (2016). *Energía solar*. Recuperado de: [Energía solar: https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/convertidores-corriente](https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/convertidores-corriente)
- [10] Rodríguez, E. J. (2016). *Sistema fotovoltaico con seguimiento del punto de máxima potencia y regulación de tensión bajo condiciones de sombreado parcial*. Cuernavaca: Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico.

[11] Salcedo, R. H. (2013). *Modelado y caracterización de paneles fotovoltaicos*. Chihuahua: Centro de investigación en materiales avanzados.

[12] Usla, H. (17 de agosto de 2021). *El Financiero*. Recuperado de: [El Financiero: https://www.elfinanciero.com.mx/economia/2021/08/17/hogares-mexicanos-consumen-507-pesos-al-mes-en-electricidad-y-combustibles/](https://www.elfinanciero.com.mx/economia/2021/08/17/hogares-mexicanos-consumen-507-pesos-al-mes-en-electricidad-y-combustibles/)

Luis Jaime López Vega. Maestro en Ciencias en Ingeniería Electrónica, en el área de Control Automático egresado del CENIDET (Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico), Ingeniero Electromecánico, con especialidad en Mecatrónica, egresado del ITZ (Instituto Tecnológico de Zacatepec), actualmente Profesor investigador de la UTEZ (Universidad Tecnológica de Emiliano Zapata). Las áreas de interés giran en torno a la aplicación, enseñanza, desarrollo e investigación de tecnología en el área de la Automatización y el Control Automático, así como en áreas afines: Modelado de Sistemas, Sistemas lineales, Sistemas no lineales, Control tolerante a Fallas, Identificación de Sistemas, entre otros.

Jorge Salvador Valdez Martínez. Doctor en Ciencias en Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, Maestro en Tecnología Avanzada e Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica; todos del Instituto Politécnico Nacional. Es profesor de Tiempo completo en la Universidad Tecnológica "Emiliano Zapata". Forma parte del Sistema Nacional de Investigadores con nivel 1. Las áreas de interés giran en torno a la aplicación, enseñanza, desarrollo e investigación de tecnología en el área de las comunicaciones y electrónica, así como en áreas afines: Sistemas Computacionales, Control automático, Sistemas en Tiempo Real, Tecnologías de la Información, Modelado de sistemas, Mecatrónica

Iván Alcalá Barojas. Maestro en Ciencias en Ingeniería Electrónica con especialidad en Electrónica de potencia, egresado de CENIDET. Ingeniero en Electrónica egresado del Instituto Tecnológico de Orizaba. Profesor de tiempo completo titular "A" y coordinador de la carrera de Mecatrónica en la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos (UTEZ). Actualmente coordina los proyectos de Robótica VEX y el Centro de Excelencia de certificación de National Instruments Nivel 3. Las áreas de interés e investigación son: Robótica, Diseño asistido por computadora, programación en LabVIEW y la automatización.

Alberto Miguel Beltrán Escobar. Maestro en Ciencias en Ingeniería Electrónica área Control Automático por el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET). Ingeniero en Electromecánica por el Instituto Tecnológico de Zacatepec (ITZ), con especialidad en Sistemas Mecatrónicos y Electrónicos. Profesor de tiempo completo en la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos (UTEZ), sus áreas de interés son el control de sistemas dinámicos, modelado e identificación de sistemas, diseño e implementación de sistemas de control digital o embebidos mediante plataformas libres.

Enrique Contreras Calderón. Maestro en Ciencias en Ingeniería Mecánica opción diseño mecánico por el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET), e Ingeniero Electromecánico por el Instituto Tecnológico de Zacatepec. Actualmente se desempeña como Profesor Investigador Asociado C en la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos (UTEZ), realizando actividades de diseño asistido por computadora con el software SolidWorks, y manufactura asistida por computadora. Es responsable del Cuerpo académico de Automatización y Robótica en la UTEZ, Las áreas de interés giran en torno a la aplicación, enseñanza, desarrollo e investigación de tecnología en el área de ahorro de energía.

Abraham Leyva Mancilla. Maestro en Ciencias en Ingeniería Electrónica con especialidad en Control Automático por el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET) e Ingeniero en Electromecánica con especialidad en Mecatrónica por el Instituto Tecnológico de Zacatepec (ITZ). Profesor Investigador de tiempo completo en la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos (UTEZ), desempeña labores docentes en el área de Mecatrónica impartiendo clases de dispositivos analógicos y digitales, diseño de filtros analógicos, programación de microcontroladores, PLC y FPGA. Sus áreas de interés son: Identificación, modelado y control de procesos, energías limpias como lo son Celdas de Combustibles PEMFC, diseño de control digital, sistemas embebidos, entre otros.

Héctor Miguel Buenabad Arias. Doctor en ingeniería y ciencias aplicadas por parte del Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Actualmente se desempeña como Profesor Investigador Asociado C en la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos (UTEZ). Las áreas de interés giran en torno a la aplicación, enseñanza, desarrollo e investigación de tecnología en el área de la Automatización y el Control Automático

Jonathan Villanueva Távira. Profesor Investigador Asociado C en la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos (UTEZ). Las áreas de interés giran en torno a la aplicación, enseñanza, desarrollo e investigación de tecnología en el área de Sistemas Computacionales, Control automático, Sistemas en Tiempo Real, Tecnologías de la Información, Modelado de sistemas, Mecatrónica

Sistema de telemonitoreo para tanque de gas

AUTORES:

Ricardo Muñoz Ramírez, Jorge Salvador Valdez Martínez, Jonathan Villanueva Tavira, Luis Jaime López Vega, Alberto Miguel Beltrán Escobar, Enrique Contreras Calderón, Iván Alcalá Barojas, Héctor Miguel Buenabad Arias.

Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos. Av. Universidad Tecnológica No. 1, Col. Palo escrito, Emiliano Zapata, Morelos. C.P. 62760.

{ 20183mc092 & jorgevaldez & jonathanvillanueva & luislopez & miguelbeltran & enriquecontreras & ivanalcala & hectorbuenabad}@utez.edu.mx

RESUMEN

En la actualidad es muy común la utilización de algún tipo de gas en los distintos sectores de la población desde la utilización doméstica de gas natural o gas LP, hasta la utilización de nitrógeno o helio en empresas privadas. Algunos problemas que conlleva la utilización de cualquier tipo de gas, van desde el desconocimiento existencial de una fuga en el sistema de administración de gas, llegando a provocar accidentes o incluso catástrofes, hasta desconocer cuánto gas existe en el tanque. Como consecuencia se tiene una planeación ineficiente en el consumo y compra de este compuesto, además existe el riesgo de una posible estafa en la compra de gas ya que no hay formas prácticas de confirmar que la cantidad de producto que pagas coincida con la que te entregan. En este documento se encuentra toda la investigación, análisis, desarrollo y métodos utilizados en la elaboración de un dispositivo que detecta a distancia, mediante comunicación WIFI la cantidad de gas contenido dentro de un tanque; y que alerta a los usuarios sobre una posible fuga de gas en el sistema. Todos los datos mencionados anteriormente son visualizados mediante una aplicación móvil ejecutada en cualquier dispositivo con sistema operativo Android.

Palabras clave- Telemonitoreo, Detector de Gas, Sistema embebido, Aplicación.

Introducción

En gran parte de las instituciones, empresas privadas y viviendas que utilizan uno o más tanques con algún tipo de gas (LP, butano, gas natural, etc.) tienen algún tipo de problema relacionado con el suministro de gas; es decir no saben con exactitud en qué momento se van a quedar sin gas, tampoco saben si efectivamente las empresas que distribuyen el gas les cobran los litros que les suministran; o en su defecto, saber si existe alguna fuga de combustible de manera remota [1]. El desconocimiento de estas condiciones de uso, provoca pérdidas de tiempo o imprevistos e incluso puede llegar a detener completamente alguna actividad fundamental, provocando pérdidas económicas.

Para tratar de minimizar el impacto de los problemas mencionados, en este manuscrito se pretende mostrar la implementación de un dispositivo que permite el monitoreo a distancia del consumo de combustible de un tanque de gas y que tenga la capacidad de detectar fugas. Para lograr este objetivo, se realizará el diseño del dispositivo para su adaptación al tanque de gas, para medir las variables físicas requeridas. Después se desarrollará un programa para el microcontrolador ESP32 el cual le permitirá al usuario visualizar el consumo del tanque de gas; así como obtener lecturas relacionadas con la detección de fugas de gas en un dispositivo móvil. Para este monitoreo, se usará como medio de comunicación el internet inalámbrico para el envío de datos al Smartphone.

Este desarrollo tecnológico, busca impactar en el aspecto económico, pues fomentará el ahorro de gas dando como consecuencia un ahorro monetario. En el campo tecnológico, aportará una herramienta capaz de monitorear a distancia el consumo de gas, incluso estando en dos partes diferentes del mundo. Respecto a la parte psicológica, dotará a los usuarios de una herramienta para administrar con mayor facilidad el consumo de combustible y notificará a los usuarios cuando el gas esté por agotarse o cuando exista una fuga, evitando consecuencias negativas o imprevistos. Respecto a lo social, otorgará a los usuarios de una herramienta que fomente el ahorro energético disminuyendo las emisiones de CO₂ en el ambiente.

Cabe destacar que el dispositivo a desarrollar será capaz de medir con precisión la cantidad y el consumo de un tanque de gas cilíndrico con un peso menor a 50kg a su máxima capacidad, y una base menor a 30cm de diámetro; además solo podrá ser utilizado mientras se cuente con una red activa de WIFI y los datos podrán ser visualizados mediante una aplicación móvil.

DESARROLLO

En esta sección, se va a describir paso a paso el diseño de la aplicación móvil, la creación de la base de datos y el diseño de hardware utilizado. En figura 1 se muestra de forma general el diagrama a bloques que se propone para el funcionamiento del dispositivo.

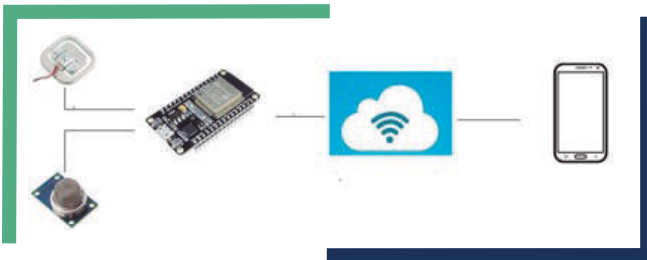


Fig. 1 Diagrama de funcionamiento del dispositivo

Para lograr el funcionamiento de este desarrollo tecnológico, se utilizó el sensor de gas MQ2, el módulo Hx711 y un sensor de carga de 50kg. Además, se empleó el módulo de comunicación inalámbrica ESP32 [2].

El dispositivo ESP32 es el sistema de control principal, encargado de recopilar la información obtenida por los sensores; además también se encarga de procesar la información y escribirla, mediante el uso de WIFI, en la base de datos; a la

cual, el dispositivo móvil puede acceder para mostrar la información obtenida de forma gráfica.

El sensor MQ2 es el encargado de detectar la presencia de gas retornando un valor analógico, equivalente a la cantidad de gas presente. La celda de carga es la encargada de censar el peso total del tanque de gas, mientras que el módulo Hx711 se encarga de amplificar el valor obtenido por la celda de carga, para que el dispositivo Esp32 sea capaz de reconocerla sin complicaciones. En el esquema mostrado en la figura 2, se puede apreciar la conexión realizada en el dispositivo ESP32 con los diferentes componentes que se conectan para el monitoreo del tanque de gas.

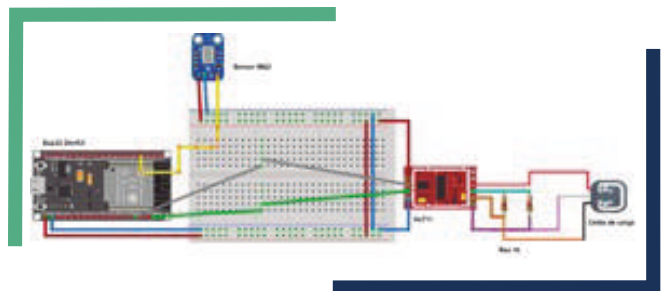


Fig. 2 Esquema de cableado del dispositivo

A. Elaboración de la base de datos

Para la elaboración de la base de datos, se optó por usar el software Firebase. La base de datos en tiempo real de Firebase (Firebase Realtime Database) es sin duda uno de los servicios más populares que ofrece la plataforma de Google Firebase. Ya que ofrece la capacidad de almacenar datos en tiempo real desde múltiples dispositivos, sin la necesidad de preocuparse por la infraestructura de un servidor [3].

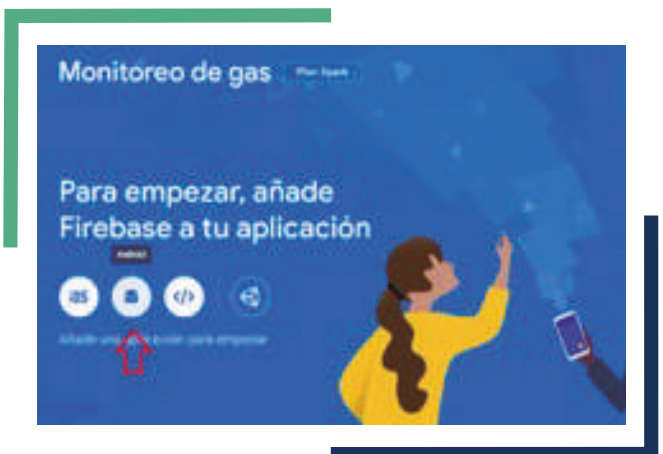


Fig. 3 Plataforma Firebase

La consulta de la base de datos, se puede hacer a través de una aplicación desarrollada en Android Studio y para que pueda ser usada, primeramente, se debe de asociar la aplicación a la base de datos creada; para la protección de datos, se utilizó la huella digital SHA-1, la cual encripta la información [4]. Una vez configurado el proyecto, se debe de colocar el fichero de configuración, las dependencias requeridas para hacer funcionar el sistema. Al terminar, después de haber realizado estos pasos, se debe dirigir a la consola virtual de Firebase para acceder al panel de administración de la base de datos.

B. Desarrollo de la programación del dispositivo ESP32

En esta sección se explicará con detalle el programa desarrollado, el cual se realizó con la interfaz de programación IDE de Arduino [5]. Inicialmente se definieron las librerías, los pines que utilizarán los sensores; además de definir la red WIFI a la cual se conectará el dispositivo ESP32, asimismo se definen los valores necesarios para comunicarse con la base de datos: En la figura 4, se puede observar el pseudocódigo que menciona los procesos que se llevan a cabo en el programa.

```
// Mención de librerías: comunicación por WIFI, interacción con Firebase,
interacción con módulo HX711.h

// Declaración de entradas y salidas digitales, red WIFI y contraseña, URL de
la aplicación de Android studio, así como la llave "secreto"

void setup(){
  // Inicialización de comunicación serial, WIFI
  // Inicialización de entradas y salidas digitales
  // Inicialización de conexión con Firebase
}

void loop(){
  // Lectura de señal del sensor de gas y de peso
  // Mecanismo de alarma si la concentración de gas es mayor a 500
  // Envío de datos del sensor a la base de datos
  // Envío de datos de la celda de carga a la base de datos
}
```

Fig. 4 Pseudocódigo del programa elaborado

La obtención de la URL de la base y la llave "secreto", es indispensable para la seguridad de acceso a la información contenida en esta base de datos [6], y es obtenida en el administrador de Firebase (ver figura 5).



Fig. 5 Pseudocódigo del programa elaborado

C. Diseño de la aplicación móvil

La aplicación móvil constituye una parte fundamental del prototipo, ya que el objetivo de la aplicación es la de ofrecer al usuario una interfaz gráfica llamativa y multifuncional. El proceso de diseño y desarrollo del software, se realizó en Android Studio, que puede ser instalada en dispositivos móviles que cuenten con sistemas operativos Android.

Para el desarrollo de la aplicación se tomó en cuenta que debe ser una aplicación intuitiva y fácil de usar. Fue dividida en dos bloques, que son los siguientes:

- Menú de configuración
- Actividad principal

a. Menú de configuración

Lo primero que se muestra cuando se ejecuta la aplicación por primera vez es un pequeño menú de configuración, el cual consta de dos pantallas. En la primera pantalla se debe seleccionar la capacidad del tanque de gas en el que se instalará el dispositivo; y en la segunda pantalla se selecciona el tipo de gas. En las figuras 6 y 7 se pueden apreciar las dos pantallas del menú de configuraciones ejecutadas desde el emulador de Android studio.



Fig. 6 Selección de capacidad del tanque de gas.

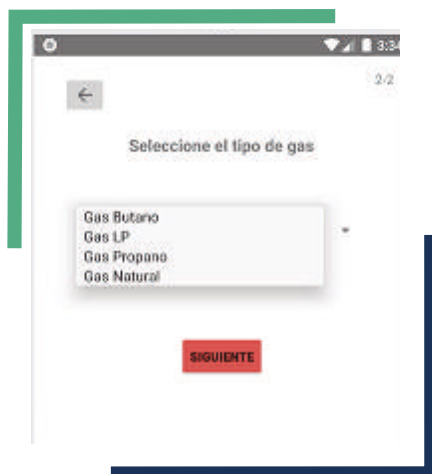


Fig. 7 Selección del tipo de gas.

La interfaz de usuario fue diseñada utilizando el código marcado XML, el cual es similar al HTML, pues consta de diferentes clases agrupadas en una estructura de árbol.

b. Actividad principal

En esta pantalla se muestra la cantidad de gas que contiene el tanque de forma gráfica, con una barra de progreso en forma de tanque de gas. Además, muestra la cantidad de gas contenido de 3 formas diferentes:

1. Porcentaje de gas que contiene el tanque
2. Litros de gas contenidos en el tanque
3. Peso del gas contenido en el tanque

En la figura 8 se muestra la pantalla de la actividad principal ejecutada en el emulador de Android studio.



Fig. 8 Pantalla principal de la aplicación.

D. Armado del prototipo

Para el armado del dispositivo se planteaba crear una estructura capaz de soportar 50 kg, que es el peso total de un tanque de 30 kg a su máxima capacidad; además debía ser fácil de colocar para que cualquier persona sea capaz de realizar la instalación; procurando que no fuera estorboso y que pudiera adaptarse a la mayoría de los cilindros de gas comerciales; considerando que lo más importante debía ser la seguridad, puesto que, se está trabajando con un material extremadamente inflamable y peligroso como lo es el gas.

El diseño preliminar se realizó en el software SolidWorks, en donde se planteó la utilización de madera para el prototipo inicial, debido a su fácil accesibilidad, bajo costo y gran resistencia que aporta; además de ser un material de fácil manejo. En la figura 9 se puede apreciar el diseño creado en SolidWorks.

La base consta de 2 partes principales, una superficie fija cilíndrica de madera con un radio de 30cm; y una pequeña caja a un costado, en la cual irán integrados todos los materiales electrónicos; además se usa una segunda placa de madera, cuya función es la de distribuir uniformemente el peso del tanque de gas en la celda de carga, para poder tener una medición precisa y evitar fallas en la medición debido a la posición del tanque.

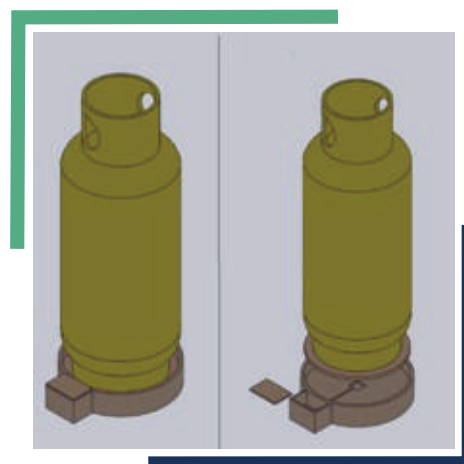


Fig. 9 Diseño de la base en SolidWorks.

Un esquema general del sistema a desarrollar se puede apreciar en la figura 10.

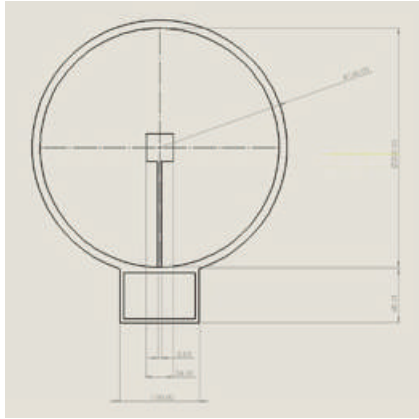


Fig. 10 Diseño de la base en SolidWorks.

Las primeras pruebas se realizaron utilizando solo un protoboard y el emulador virtual que incluye Android studio para ejecutar la aplicación. Después de realizar las pruebas de forma simulada, se procedió a realizar pruebas físicas, instalando un prototipo inicial en el tanque de gas con los sensores equipados en él. En la figura 11 se muestra el protoboard con el dispositivo ESP32 y los sensores conectados a él.

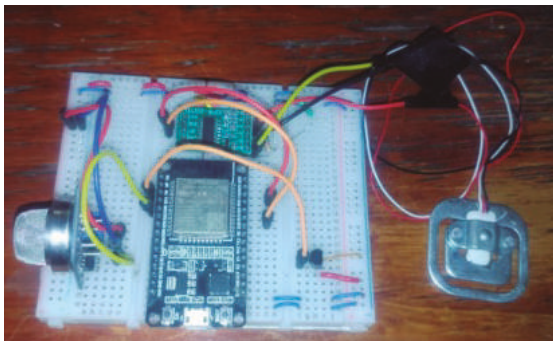


Fig. 11 Protoboard con circuitos eléctricos.

En la figura 12 se observa un tanque de gas con el prototipo inicial instalado

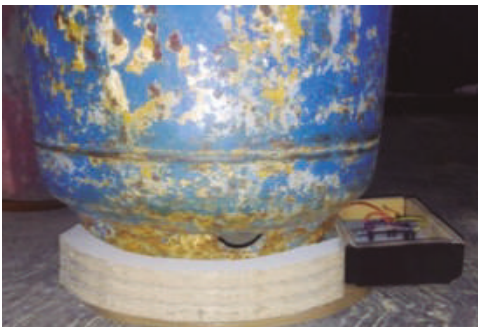


Fig. 12 Simulación de la aplicación.

En la figura 13 se observa la ejecución de la aplicación en un teléfono inteligente. En este caso realizó la detección de un tanque de gas con 10.2Kg.



Fig. 13 Simulación de la aplicación

En la Figura 14 se puede apreciar el funcionamiento de la aplicación cuando detecta la presencia de gas. Para ello se dejó escapar un poco de gas de un encendedor y el sistema creado logró detectar la fuga, misma que fue reportada por la aplicación desarrollada.



Fig. 14 Fuga de gas en la simulación de la aplicación.

CONCLUSIONES

Las conclusiones que se pueden obtener del desarrollo de este trabajo se listan a continuación:

- 1) Se logró desarrollar un dispositivo capaz de censar la cantidad de gas contenida en un cilindro de gas y la posible existencia de una fuga en el sistema, utilizando un dispositivo Esp32 que a su vez manda esta información a un dispositivo móvil, mediante wifi, para facilitar el acceso y mostrar de la forma más sencilla posible la información censada.

2) Se logró un correcto funcionamiento de la interfaz gráfica, realizándola de tal manera que resultara lo más entendible posible; consiguiendo así, una aplicación accesible para el mayor número de usuarios.

3) Se concluye que el WIFI es la mejor alternativa a utilizarse en este proyecto, ya que la visualización de la información se puede hacer estando el tanque de gas y la aplicación, en dos partes diferentes del mundo; aunque una de las desventajas, es que el sistema solo puede funcionar cuando existe una conexión en ambos sistemas; existiendo siempre la posibilidad de una falla debido a malas recepciones de señal.

4) Para trabajos futuros se recomienda agregar una base de datos para un mejor análisis de la información.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos, así como al cuerpo académico de Mantenimiento y Mecatrónica con clave UTEZEM-CA-8 por la ayuda otorgada para la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

- [1] Sitrack. (2008). Todo sobre la telemetría. Obtenido de Página web de la empresa Sitrack: <http://landingsitrack.com/telemetr%C3%A9a-y-sus-aplicaciones>
- [2] ESP32. (2015). Características y especificaciones. Obtenido de Página de internet del dispositivo ESP32: <http://esp32.net/>
- [3] Firebase. (2017). ¿Conoces la base de datos en tiempo real? Obtenido de Página web de Google Developers: <https://developers-latam-googleblog.com/2017/05/conoces-la-base-de-datos-en-tiempo-real.html>
- [4] Vázquez, S. (2015). Tecnologías de almacenamiento de información en el ambiente digital. Revista e-Ciencias de la Información 5(2), 1-18.
- [5] Arduino. (2022). ¿Qué es arduino? Obtenido de Página de internet de la empresa Arduino: <https://www.arduino.cc/en/software>
- [6] Google. (2020). Desarrolladores de google. Obtenido de Página web de google developers: <https://developer.android.com/studio/intro>

SMART GARDEN

AUTORES:

ANA LILIA GUTIÉRREZ GARCÍA, DANIEL GARCÍA SÁNCHEZ, DARIO ALEJANDRO ROMÁN ROMERO, JOSUE ISSAC BARRERA NAVA, CARLOS ALBERTO LÓPEZ ÁLVAREZ.

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMILIANO ZAPATA DEL ESTADO DE MORELOS

KEYWORDS

An automated greenhouse care and monitoring system is a technological solution that allows you to control and monitor environmental conditions in a greenhouse to improve plant growth and productivity.

PALABRAS CLAVE

Sistema automatizado, cuidado y monitoreo, invernadero, sensores, temperatura, humedad, luz, calidad del suelo, control de dispositivos, ventilación, riego, calefacción, aplicación móvil, interfaz web, productividad, enfermedades, plagas.

RESUMEN

Un sistema automatizado del cuidado y monitoreo de un invernadero es una solución tecnológica que permite controlar y supervisar las condiciones ambientales del mismo, para mejorar el crecimiento y la productividad de las plantas.

Este sistema utiliza sensores para medir variables como la temperatura, la humedad, y la calidad del suelo; posteriormente los datos se envían a otro sistema central que se encarga de su análisis y control; el cual también puede inspeccionar los dispositivos de ventilación, riego, calefacción; y con ello mantener las condiciones ambientales óptimas para el crecimiento de las plantas.

Las personas pueden monitorear y controlar el sistema, a través de una aplicación móvil o un control remoto, lo que les permite ajustar las condiciones ambientales en tiempo real

y tomar medidas preventivas para evitar enfermedades y plagas.

En resumen, un sistema automatizado del cuidado y monitoreo de un invernadero es una solución tecnológica que ayuda a mejorar la productividad y el crecimiento de las plantas mediante la supervisión y control de las condiciones ambientales.

ABSTRACT- An automated greenhouse care and monitoring system is a technological solution that allows you to control and monitor environmental conditions in a greenhouse to improve plant growth and productivity.

This system uses sensors to measure variables such as temperature, humidity, and soil quality, and the data is sent to a central system for analysis and control. The system can also control ventilation, irrigation and heating devices to maintain optimal environmental conditions for plant growth.

People can monitor and control the system through a mobile app or remote control, allowing them to adjust environmental conditions in real time and take preventive measures to avoid diseases and pests.

In short, an automated greenhouse care and monitoring system is a technological solution that helps improve productivity and plant growth by monitoring and controlling environmental conditions.

INTRODUCCIÓN

Los invernaderos son estructuras que se utilizan para el cultivo de plantas en condiciones controladas. La vigilancia de las condiciones ambientales es fundamental para el crecimiento y la productividad de las plantas, y esto puede ser un desafío para las personas que tienen que hacerlo manualmente.

Para resolver este problema, los sistemas automatizados del cuidado y monitoreo de un invernadero se han vuelto cada vez más populares. Estos sistemas utilizan tecnología avanzada, como sensores y dispositivos de control, para supervisar y ajustar automáticamente las condiciones ambientales en el invernadero.

En esta era digital, la tecnología está cambiando la forma en que se realizan las tareas, lo que se traduce en mayores rendimientos y una mejor calidad de los cultivos. Este tipo de sistemas es una de las herramientas más eficaces para las personas que desean optimizar el crecimiento y la productividad de sus cultivos, mientras reducen el tiempo y los costos de mano de obra. En este trabajo se presentarán las características principales de un sistema automatizado del cuidado y monitoreo de un invernadero.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Planteamiento del problema

Actualmente existen demasiadas personas que carecen de la oportunidad de pasar tiempo de calidad en sus hogares, debido a la carga tanto laboral como escolar; por esta razón pensamos en este proyecto, a través del cual se busca cubrir la necesidad de mantener nuestras plantas de manera óptima y sin complicaciones desde nuestro teléfono móvil; pues se pretende automatizar los procesos de mantenimiento con la ayuda de un pequeño invernadero al que nombramos SMART GARDEN.

El método empleado en un sistema automatizado del cuidado y monitoreo de un invernadero, se basa en la utilización de sensores y dispositivos de control que supervisan y ajustan automáticamente las condiciones ambientales en el invernadero. Estos dispositivos se encuentran conectados a una plataforma central, que recopila los datos y los analiza para tomar decisiones de control.

El problema que plantea este tipo de sistemas es el de la necesidad de controlar constantemente las condiciones ambientales del invernadero, para garantizar el crecimiento y la productividad óptimos de las plantas. Sin embargo, la tarea de monitoreo y control manual puede ser costosa y consumir mucho tiempo, lo que lleva a una menor eficiencia y rentabilidad.

Por lo tanto, la implementación de un sistema automatizado del cuidado y monitoreo de un invernadero es una solución tecnológica que aborda estos desafíos, mejorando la eficiencia, la rentabilidad y la calidad de los cultivos; al tiempo que reduce el riesgo de enfermedades y plagas.

Marco Referencial: La tecnología ha avanzado significativamente en las últimas décadas, lo que ha permitido la automatización de tareas, incluido el control de las condiciones ambientales en los invernaderos. El uso de sistemas automatizados del cuidado y monitoreo de invernaderos es una tendencia, impulsada por el avance de la tecnología y la necesidad de mejorar la eficiencia, rentabilidad y calidad de los cultivos, mientras se reduce el impacto ambiental.

Metodología: Para la realización del proyecto se utilizaron distintas herramientas y conceptos que ayudaron a lograr el objetivo principal, y de esta manera desarrollarlo.

A través de este proyecto buscamos cubrir la problemática del mantenimiento

inadecuado a nuestras plantas debido a las circunstancias del día a día. Nuestro invernadero automatizado tiene como fin crear un ambiente controlado para el cultivo de plantas, tales como: perejil, albahaca, epazote etc. La automatización del invernadero permite monitorear y ajustar automáticamente los niveles de temperatura, humedad; así como el riego y la ventilación, lo que puede mejorar significativamente la calidad y el rendimiento de los cultivos.

En la figura 1 se muestran como referencia las plantas que están en el invernadero



Figura 1. Imagen referencial de plantas de cultivo.

Para el desarrollo de este proyecto se elaboraron una serie de bosquejos con materiales de aluminio y acrílico, mismos que sirvieron de pauta para el diseño actual, el cual está perfilado para cumplir con todos los objetivos y propósitos que garantiza el Smart Garden.

En la figura 2 se puede observar el diseño en 2D de la estructura base para nuestro proyecto con sus respectivas medidas.

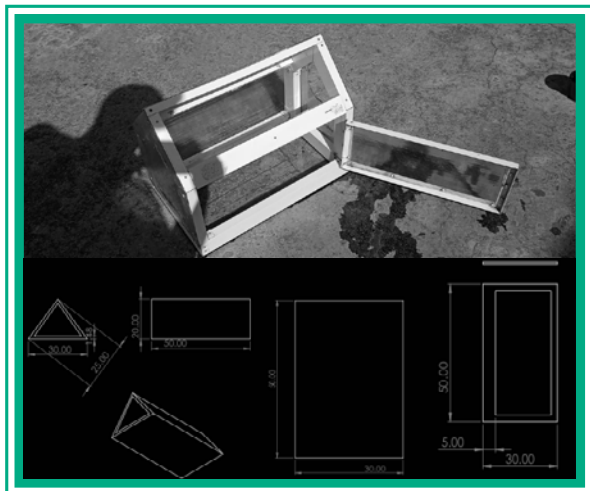


Figura 2. Imagen del diseño del invernadero.

La selección de los materiales fue pensada para proporcionar un ambiente más controlado, eficiente y productivo en una variedad de cultivos; para ello se programó en una placa Arduino, siendo necesario descargar un IDE (Integrated Development Environment).

En la figura 3 se puede observar el proyecto terminado dentro de la carcasa preestablecida.

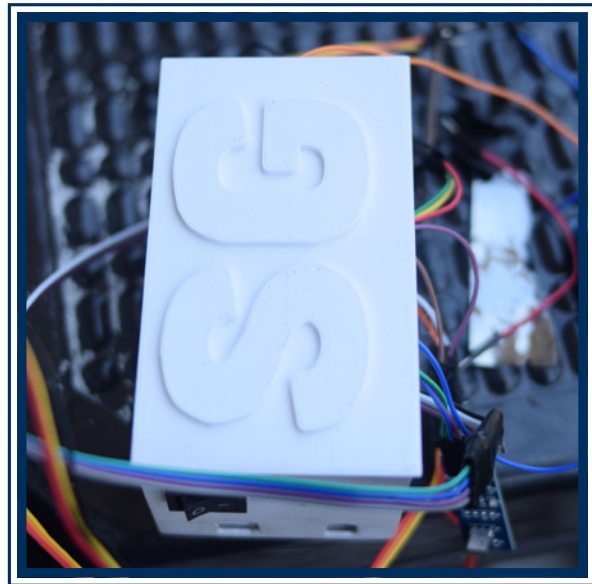


Figura 3. Imagen del controlador de automatización.

Una vez terminado el diseño, así como el controlador de automatización (que es el cerebro del sistema que recibe información de los sensores y envía señales) se comenzaron las pruebas y ajustes para corroborar que el sistema funciona correctamente y poder ajustar los parámetros según fuera necesario.

Aunque con la app de SMART GARDEN se puede controlar el invernadero; se agregó la función de control remoto (mismo que se activa mediante infrarrojos), buscando que aquellas personas que no estén tan familiarizadas con la tecnología, como lo son las personas de la tercera edad, puedan utilizarla sin mayor problema.

En la figura 4 se muestran las pruebas realizadas con la pantalla LCD, en donde se pueden observar los datos del sensor de humedad y temperatura.



Figura 4. Pruebas en el invernadero.

En la figura 5 se observan las pruebas iniciales, mismas que nos permitieron corroborar el funcionamiento del proyecto con la app.



Figura 5. Pruebas con el control y la app.

RESULTADOS:

Como resultado de nuestro proyecto se espera la reducción en los costos de operación y la mejora en la precisión y eficiencia de los procesos de producción.

Recordemos que nuestros principales objetivos son:

- Automatizar el cuidado de nuestras plantas.
- Generar comodidad al momento de mantener nuestras plantas en buen estado.
- Conseguir resultados satisfactorios, a pesar de las limitaciones existentes por el Arduino UNO; no obstante, es un proyecto funcional y estable.
- Mejorar el proceso de crecimiento y producción
- Mejorar la calidad y uniformidad de las plantas producidas.
- Reducir el uso de recursos como agua y energía.
- Incrementar la seguridad y comodidad.
- Incrementar la capacidad de producción y la diversidad de cultivos producidos.

En la figura 6 se muestra nuestro invernadero finalizado y funcional.



Figura 6. Invernadero finalizado.

CONCLUSIONES

Este proyecto se concluyó con resultados satisfactorios, pues a pesar de algunas limitantes, el objetivo principal se cumplió y el proyecto es estable, funcional y accesible para quienes buscan el cuidado de sus plantas, a través de herramientas tecnológicas que faciliten la tarea.

El uso de un invernadero automatizado es una excelente opción para incrementar la producción de plantas y reducir el uso de recursos. Con un sistema de automatización adecuado, se puede controlar la temperatura, la humedad, la iluminación y el riego de manera eficiente y precisa. Puede resultar una inversión valiosa para aquellos que buscan maximizar la eficiencia en la producción de plantas y disminuir costos a largo plazo; siempre y cuando se cuente con los recursos necesarios para su implementación y mantenimiento adecuado.

RECOMENDACIONES

Se sugiere un diseño en PCB profesional, conectores mejor elaborados; además de la utilización de un Arduino MEGA, para aumentar la expansión del número de sensores y módulos.

Ubicación: El invernadero estará ubicado en el lugar que reciba la mayor cantidad de luz solar durante el día; además, debe estar protegido de fuertes vientos y de la exposición directa a la lluvia.

Mantenimiento: El invernadero necesitará un mantenimiento regular para garantizar que se encuentra en buen estado y que las plantas están saludables.

Tamaño: El tamaño de la planta debe ser adecuado para el invernadero, el cual debe poseer una dimensión que le permita acomodar todas las plantas, pero sin caer en un tamaño excesivo que resulte difícil de mantener.

En la figura 7 se observa el logotipo de la marca



Figura 7. Logotipo de la marca.

REFERENCIAS

- 10 cosas que debes aprender sobre el cuidado de plantas. (2021, marzo 9). Gob.Pe. <https://www.serpar.gob.pe/noticias/10-cosas-que-debes-aprender-sobre-el-cuidado-de-plantas/>
- Invernaderos Automatizados Inteligentes 100% IOT. (2021, junio 14). LAIN HOLDINGS; Lain Holding Ltda. <https://lainholding.com/invernaderos-automatizados-inteligentes-iot-sigfox/>
- Estrella. (2022, marzo 1). ¿Qué son los invernaderos inteligentes? Agrofacto. <https://agrofacto.com/invernaderos-inteligentes/>
- Instrumentos de automatización para invernaderos. (2018, julio 9). Al Natural. <https://www.alnatural.com.mx/automatizacion-invernaderos-mexico>
- Invernadero automatizado. (s/f). Spagnol. Recuperado el 16 de abril de 2023, de <https://www.spagnol.com/es-es/soluciones/invernadero-automatizado>
- Lagan, T. [@TechieLagan]. (2021, julio 29). How to make Automatic Plant Watering System using Arduino UNO and Soil Sensor || Techie Lagan. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=iwkE_HWU-6M&list=PLc48cldz31l-Nwd7hB8-MWCn_e7XCz5fW&index=2
- Chris, D. G. [@DIYGUYChris]. (2018, enero 2). How to make Arduino indoor garden. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=YLzc1rwn1eU&list=PLc48cldz31l-Nwd7hB8-MWCn_e7XCz5fW&index=3

Discover, E. [@EtDiscover]. (2020, abril 21). HD Voice Recorder Microphone With Equaliser and DB meter, for youtube creator ?? Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=3xrRMq5QoG8&list=PLc48cldz31l-Nwd7hB8-MWCn_e7XCz5fW&index=4

Acosta, M. B. (2019, abril 26). Cuidados del PEREJIL: Guía Práctica y Consejos. [ecologiaverde.com](https://www.ecologiaverde.com). <https://www.ecologiaverde.com/cuidados-del-perejil-1946.html>

¿Cómo cultivar cilantro en casa? (s/f). [Diariamenteali.com](https://www.diariamenteali.com). Recuperado el 18 de abril de 2023, de https://www.diariamenteali.com/articulo/como_cultivar_culantro_en_casa_

ErikaCedillo. (2021, junio 8). ¿Cuáles son los cuidados del epazote? La Verdad Noticias. <https://laverdadnoticias.com/estiloyvida/Cuales-son-los-cuidados-del-epazote-20210608-0023.html>

Invernaderos Automatizados Inteligentes 100% IOT. (2021, junio 14). LAIN HOLDINGS; Lain Holding Ltda. <https://lainholding.com/invernaderos-automatizados-inteligentes-iot-sigfox/>



CONVOCATORIA DE ADMISIÓN 2023

Venta de fichas
del 09 de enero al 26 de mayo 2023
a través de www.utez.edu.mx

**Fichas sujetas a demanda por carrera.*



UTEZ.Morelos



utezmorelos



@utez_morelos



Podrás descargar tu ficha para cualquiera
de nuestros planes educativos

CARRERA

DISEÑO DIGITAL ÁREA ANIMACIÓN

MANTENIMIENTO ÁREA INDUSTRIAL

DESARROLLO DE NEGOCIOS ÁREA MERCADOTECNIA

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
ÁREA INFRAESTRUCTURA DE REDES DIGITALES

TERAPIA FÍSICA ÁREA REHABILITACIÓN

PROCESOS INDUSTRIALES ÁREA MANUFACTURA
(INGENIERÍA INDUSTRIAL)

MECATRÓNICA ÁREA AUTOMATIZACIÓN

ADMINISTRACIÓN ÁREA CAPITAL HUMANO

CONTADURÍA

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN ÁREA
DESARROLLO DE SOFTWARE MULTIPLATAFORMA

TURISMO DE SALUD Y BIENESTAR (TERAPIA FÍSICA)

DISEÑO Y MODA INDUSTRIAL ÁREA PRODUCCIÓN

NANOTECNOLOGÍA ÁREA MATERIALES



MURAL "MESTIZAJE DE CULTURAS"

ELABORADO POR EL ARTISTA PLÁSTICO DE ORIGEN OAXAQUEÑO, IRVING CANO, EGRESADO DE LA UTEZ.
INAUGURADO EN EL AÑO 2016

Publicación cuatrimestral de la
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMILIANO ZAPATA
DEL ESTADO DE MORELOS

comiteeditorial@utez.edu.mx
777 368 1165 ext. 275

Territorio de Calidad®

