

REVISTA TECNOLÓGICA

Vol . 2 N° 2 - Año 2009

ITCA Editores

ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE

Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centroamérica.



Rectora

Lic. Elsy Escolar Santo Domingo

Vicerrector Académico

Ing. José Armando Oliva Muñoz

Vicerrectora Técnica Administrativa

Ing. Frineé Violeta Castillo de Zaldaña

Equipo Editorial

Lic. Ernesto Girón

Ing. Mario W. Montes

Ing. Jorge Agustín Alfaro

Lic. María Rosa de Benítez

Lic. Vilma Cornejo de Ayala

Diseño Gráfico

Lic. Patricia Cañada

Lic. Magaly Cardoza

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada por el Sistema Bibliotecario ITCA-FEPADE

Revista tecnológica / Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE.

vol. 2 no. 2 (Año 2009). Santa Tecla, La Libertad.

SV : ITCA Editores, 2009. 40 páginas.

Anual

ISSN 2072-568X

1. Arquitectura Bioclimática. 2. Automóviles – Equipo Eléctrico
3. Ingeniería Eléctrica. 4. Ingeniería Mecánica. 5. Sistemas de
Información. 6. Tecnología. 7. Publicaciones Seriadas. I. Escuela
Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE.

PBX: (503)2514-7777

FAX: (503)2514-7778

Revista tecnológica es una publicación anual de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. La revista contiene artículos técnicos asociados con las carreras que se imparten y otros temas de interés relacionados con la institución. Esta Revista ha sido concebida para la comunidad académica y el sector empresarial, como un aporte al desarrollo del país. El contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de los autores. Ningún artículo puede ser reproducido total o parcialmente sin previa autorización escrita de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE o del autor. Para referirse al contenido, debe citar al autor.

Sitio Web: www.itca.edu.sv

Correo electrónico: revistatecnologica@itca.edu.sv

Tiraje: 50 ejemplares.

ISSN 2072-568X

Año 2009

CONTENIDO

Editorial	4
Identidad Institucional	5
I. Arquitectura	
• Diseño y remodelación de aula bioclimática Arq. William Alexander Chávez Juárez.....	6
II. Ingeniería Automotriz	
• Diseño y construcción de banco automatizado para diagnóstico de transmisiones automáticas Téc. Aníbal Alfredo Trinidad Olivares, Téc. Kelmin Roberto Molina Salvador, Ing. Juan José Cáceres Chiquillo, Carlos Alberto Arriola Martínez.....	10
• Diseño y construcción de entrenadores didácticos en la Escuela de Ingeniería Automotriz Téc. Kelmin Molina Salvador, Téc. Aníbal Alfredo Trinidad.....	14
III. Ingeniería Eléctrica	
• Aplicaciones de la instrumentación virtual en la educación tecnológica Ing. Juan José Cáceres Chiquillo, Ing. Rigoberto Alfonso Morales.....	18
• La tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) como una alternativa en el control de inventarios y recursos Ing. Mario Roberto Villeda Viana.....	21
IV. Ingeniería Mecánica	
• Aprovechamiento de la energía solar en ITCA - FEPADE Ing. René Mauricio Hernández Ortiz.....	24
V. Informática	
• Diseño de plataforma informática con información del departamento de La Unión para la creación de rutas turísticas Lic. José Mauricio Flores, Dra. Maritza Ruíz de Campos	27
• Utilización de la tecnología para telefonía de voz sobre IP (VoIP) en ITCA -FEPADE Ing. Erving Chamagua Romero	30
VI. Química	
• Elaboración de abono orgánico a partir de plantas acuáticas: Elodea (Hydrilla verticillata) y Jacinto o Lirio de agua (Eichhornia crassipes), procedentes del Lago de Coatepeque y Lago de Güija Lic. Cecilia Reyes de Cabrales.....	34



EDITORIAL

La Revista Tecnológica de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE es una publicación anual escrita por académicos, y tiene como objetivos darle nuevo impulso a la investigación, al desarrollo y a la innovación tecnológica en áreas de interés nacional, difundir los resultados alcanzados, compartir artículos académicos de actualidad y despertar el interés por la solución de problemas que nos afectan a todos. Además, tiene como propósitos divulgar la experiencia y el conocimiento generado en la comunidad académica, estimular la comunicación entre ésta y el sector empresarial asociado con ITCA-FEPADE y, finalmente, estimular la redacción de artículos e incentivar la difusión del conocimiento y la participación de nuevos autores.

ITCA-FEPADE ha incrementado su esfuerzo con un énfasis particular en los años recientes, asignando talento humano y materiales específicos que están produciendo resultados satisfactorios, algunos de los cuales se ofrecen en esta Revista.

En esta segunda edición de la Revista Tecnológica se destacan artículos relacionados con el diseño y la remodelación de aulas con arquitectura bioclimática, diseño de entrenadores didácticos en el área automotriz, instrumentación virtual para la educación técnica y aplicación de la identificación por radio frecuencia; se presentan, además, artículos relacionados con: el aprovechamiento de la energía solar, la telefonía de voz sobre IP, el abono orgánico a partir de plantas acuáticas y el diseño de una plataforma informática para rutas turísticas.

En futuras publicaciones se darán a conocer nuevos avances institucionales en proyectos de investigación aplicada e innovación tecnológica en el área de automatización, logística y aduanas y acuicultura entre otras; se presentará además una aplicación del Sistema Dual en la carrera de Mecatrónica, modalidad implementada en coordinación y con el apoyo de numerosas empresas privadas.

También es necesario reconocer la importancia de incursionar a corto plazo en otras áreas de interés nacional, tal como la temática de las energías renovables, entre ellas el aprovechamiento de la energía eólica y la energía solar.

La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE tiene el agrado de compartir con la comunidad académica, el sector empresarial, las instituciones gubernamentales y la cooperación internacional, algunos de los resultados alcanzados recientemente en el marco del Programa de investigación aplicada e innovación tecnológica.

IDENTIDAD INSTITUCIONAL

VISIÓN

Ser una institución educativa líder en educación tecnológica a nivel nacional y regional, comprometida con la calidad, la empresarialidad y la pertinencia de nuestra oferta educativa.

MISIÓN

Formar profesionales integrales y competentes en áreas tecnológicas que tengan demanda y oportunidad en el mercado local, regional y mundial tanto como trabajadores y como empresarios.

VALORES

Excelencia: Nuestro diario quehacer está fundamentado en hacer bien las cosas desde la primera vez.

Integridad: Actuamos congruentemente con los principios de la verdad en todas las acciones que realizamos.

Espiritualidad: Desarrollamos todas nuestras actividades en la filosofía de servicio, alegría, compromiso, confianza y respeto mutuo.

Cooperación: Actuamos basados en el buen trabajo en equipo, la buena disposición a ayudar a todas las personas.

Comunicación: Respetamos las diferentes ideologías y opiniones, manteniendo y propiciando un acercamiento con todo el personal.



Diseño y remodelación de aula bioclimática

William Alexander Chávez Juárez¹

RESUMEN. El proyecto "Climatización de Espacios Arquitectónicos Internos por medios Bioclimáticos", consistió en el diseño y la adecuación del aula sur del módulo ubicado en el Centro Regional Santa Ana de ITCA – FEPADE. La propuesta conllevó la modificación física para experimentar la modulación de la temperatura del espacio interno, así como también la adecuación de la forma arquitectónica para la función académica que el espacio requería. En la remodelación del espacio se aprovechó la mayor parte de los materiales existentes, como por ejemplo: cielo falso, estructura metálica del techo, ventanas, techo, entre otros. La ubicación del aula es desfavorable debido a que recibe sol todo el día. En el entorno no existe vegetación que ayude a la climatización del espacio interno. Con el aula remodelada con diseño bioclimático se procedió a tomar lecturas de temperatura en dos aulas, en una tradicional y en la modificada, con el objetivo de monitorear y comparar las variaciones de temperatura entre ambas. El resultado obtenido fue una disminución en el aula modificada de aproximadamente 2.0 grados centígrados al compararla con el aula tradicional.

Palabras clave: *Arquitectura bioclimática, Arquitectura, Ventilación, Iluminación, Arquitectura y clima.*

Desarrollo

La Escuela de Ingeniería Civil y Arquitectura ITCA – FEPADE, investiga y aplica nuevas formas de edificación que minimicen los problemas energéticos y medioambientales. El propósito de esta investigación fue el diseño innovador de un aula con componentes bioclimáticos, de tal forma que la temperatura interna fuera disminuida sin la utilización de equipos eléctricos.

Con esta innovación, se ha tratado de solucionar de forma concreta los problemas en el diseño tradicional, de tal manera que las estructuras se adapten al clima en que se encuentran, ahorrando energía y aportando mayores niveles de confort a los alumnos en su proceso de enseñanza aprendizaje.

Esto requiere que la temperatura, ventilación e iluminación sean las idóneas. Por lo tanto, se diseñó un sistema para reducir la temperatura y aumentar la iluminación interna de las aulas con medios naturales; el resultado de este proyecto podría ser utilizado como modelo en aulas bioclimáticas para escuelas públicas.

La arquitectura bioclimática consiste en el diseño de los edificios considerando las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles (sol, vegetación, lluvia, vientos) para disminuir los impactos ambientales, intentando reducir los consumos de energía eléctrica.

1. Arquitecto, docente de la Escuela de la Ingeniería Civil y Arquitectura, ITCA-FEPADE, Santa Tecla. wchavez@itca.edu.sv

En la ejecución de este proyecto se tomaron en consideración las estrategias siguientes:

- Ahorro y eficiencia energética en el nuevo diseño de las aulas.
- Sistemas y soluciones constructivas bioclimáticas.
- Optimización de equipos y sistemas de climatización e iluminación natural.

La ventilación del espacio

La ventilación natural se produce cuando existen diferencias de presión entre el interior y el exterior del local. La ventilación más adecuada es la ventilación cruzada entre huecos situados en fachadas distintas (Figura 1).

Dos fachadas distintas están necesariamente expuestas a presiones de viento distintas y, por lo tanto, se establecen diferencias de presión que provocan la ventilación natural. Si las fachadas son opuestas y una está sometida al viento, en ellas se crearán presiones y en las opuestas depresiones, lo que hace que la ventilación sea más eficaz.

También se puede incrementar el efecto de la ventilación cruzada cuando los huecos están a alturas diferentes. Esto se puede conseguir dentro de un mismo espacio, colocando uno de los huecos a la altura del techo. Más eficaz resulta colocar las entradas de aire en una planta y la salida en otra, conectándolas verticalmente para crear un mejor movimiento del aire.

En condiciones normales, el aire caliente tiende a acumularse en el techo; si se abren huecos en la cubierta, ese aire caliente tendrá una tendencia natural a salir.

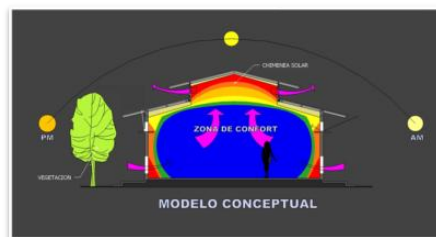


Figura 1: Ventilación e iluminación natural

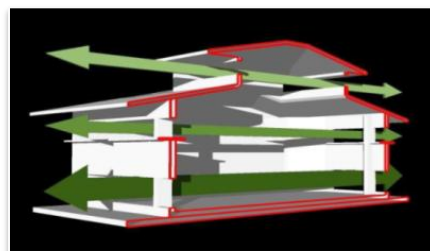


Figura 2: Ventilación cruzada

La luz solar

Es de aprovechar la luz solar para evitar el consumo eléctrico. Una casa bien iluminada de forma natural se traduce en ahorro de energía eléctrica. (Figura 2)

Los aspectos más importantes a considerar en el manejo de proyectos bioclimáticos son: la temperatura interna y externa generada por la radiación solar; así también el asoleamiento internamente relacionado con la ubicación geográfica. Otro de los aspectos que va de la mano con la arquitectura bioclimática es la sostenibilidad, ya que enmarca tres aspectos fundamentales en el desarrollo de proyectos arquitectónicos de cualquier tipología:

Aspecto Social.

Si la arquitectura se concibe como un espacio digno para que el ser humano lo habite y éste sea feliz en él y, además, que la arquitectura sea el único medio para comprender el pensamiento social de un pueblo, entonces es de gran importancia el aspecto social de la bioarquitectura, ya que conlleva fines comunes e integrales para el desarrollo de la misma.



Aspecto económico. Parte importante dentro de cualquier actividad desarrollada por el ser humano, quien debe de encontrar un punto de equilibrio en donde los objetivos que se persiguen deben cumplirse satisfaciendo la demanda del solicitante y la inteligencia del arquitecto.

Aspecto medioambiental. La arquitectura debe ir de la mano con el medio ambiente, ya que ella se ubica en un punto geográfico específico y debe respetar en mayor medida su entorno ambiental, maximizándolo y protegiéndolo a la vez.

Ejecución del proyecto

Primera fase. En esta fase se remodeló el aula C101, del Centro Regional Santa Ana y se implementaron los sistemas bioclimáticos, aprovechando la dirección del viento y la aplicación de la carta solar, para mejorar el confort del espacio interno del aula.

Segunda fase. En esta fase se colocó un termómetro en el aula C101 (modificada) y otro en el aula C102 aledaña (no modificada) con la finalidad de medir y comparar las temperaturas.

En la segunda fase, se colocaron los termómetros a diferentes alturas. En la primera, el termómetro se ubicó en la pared a una altura de 2.40 metros sobre el piso y en la segunda etapa se ubicó en el centro del aula a una altura de 0.80 metros sobre el piso. Tanto en el aula C101 como en el C102, se realizaron mediciones de temperatura en diferentes horas del día, durante varios días y semanas. Se analizó y comparó el resultado de la toma de temperatura entre dichos espacios.

La modificación realizada en el aula C101 cumplió con los objetivos de criterio arquitectónico, funcional y estético, como también el criterio bioclimático. Con la remodelación realizada en dicha aula se modificó la temperatura del ambiente interno.

En una primera fase de lecturas, la temperatura bajó 1.4°C promedio en comparación con el aula tradicional. Luego, ajustándose adecuadamente la ubicación de los termómetros, de acuerdo con lo planteado en el modelo conceptual, la temperatura bajó un promedio de 2.5°C en comparación con el aula tradicional.

Con lo anterior se concluye que la remodelación que se hizo al aula C101 contribuyó a mejorar la temperatura del ambiente interno, dando como resultado un mejor confort para los usuarios.

Estos resultados podrían servir al Ministerio de Educación para la implementación de proyectos similares en la remodelación de aulas tradicionales a aulas bioclimáticas, y que puedan ser utilizadas preferiblemente en aulas de escuelas rurales de clima cálido.



Fotografía 1: Aula C101 antes de la remodelación



Fotografía 2: Aula C101 después de la remodelación



Fotografía que ilustra el resultado del proyecto

Bibliografía consultada

1. Arquitectura bioclimática. 2009. (en línea). Consulta 15 mar. 2009. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_bioclim%C3%A1tica
2. Ortiz Arévalo, AA. ; Chávez Juárez, WA. 2009. Climatización de espacios arquitectónicos internos por medios bioclimáticos. Santa Tecla, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE. 32.
3. Rodríguez, M. 2006. Introducción a la arquitectura bioclimática. México, DF. Limusa. 204 p.



Diseño y construcción de banco automatizado para diagnóstico de transmisiones automáticas

Aníbal Alfredo Trinidad Olivares ¹
 Kelmin Roberto Molina Salvador ²
 Juan José Cáceres Chiquillo ³
 Carlos Alberto Arriola Martínez ⁴

RESUMEN: El banco didáctico automatizado puede realizar pruebas dinámicas a transmisiones o cajas de velocidades de vehículos, Toyota Corolla y Nissan Sentra; de los años 1996 – 2000.

Cuenta con un motor de combustión interna, panel de instrumentos, plato de sujeción de las transmisiones, sistema de frenado y la aplicación del software de programación LabVIEW.

Con este banco didáctico se pueden obtener datos de presión de aceite de las transmisiones para compararlos con datos del fabricante consultados en el software Mitchell Ondeman; herramienta didáctica con la que cuenta la Escuela de Ingeniería Automotriz, (programa de datos específicos de los fabricantes) para dar un diagnóstico de funcionamiento de la transmisión automática.

Palabras clave : Automóviles – Mecanismo de transmisión, Conexión inalámbrica, Motor de combustión interna, Programa LabVIEW.

Desarrollo

La mayoría de talleres automotrices, no cuentan con un equipo adecuado para determinar el funcionamiento de una transmisión automática previo a su instalación en el vehículo.

Los técnicos o mecánicos automotrices corrigen la falla o problema y arman nuevamente la caja de velocidades, la única forma de asegurarse de la funcionalidad de ésta, es instalándola en el vehículo nuevamente, lo cual representa un esfuerzo adicional debido a que se pueden producir algunos problemas tales como:

Fuga de aceite, que no realice los cambios de velocidad ascendente o descendente, ruidos anormales dentro de la caja, otros.

Lo anterior obliga a los mecánicos a desmontar de nuevo y realizar nuevamente el procedimiento de reparación y montaje.

Debido a esta situación la Escuela en Ingeniería Automotriz, tomó el reto de diseñar un banco automatizado para pruebas de transmisiones automáticas

1. Docente investigador. Escuela de Ingeniería Automotriz. Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, ITCA –FEPADE – Santa Tecla. atrinidad@itca.edu.sv

2. Docente investigador. Escuela de Ingeniería Automotriz. Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, ITCA –FEPADE – Santa Tecla. kmolina@itca.edu.sv

3. Ingeniero en Electrónica. Coordinador Académico de Ingeniería Electrónica y Docente investigador. Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, ITCA –FEPADE – Santa Tecla. jcaceres@itca.edu.sv

4. Ingeniero Mecánico. Director Escuela de Ingeniería Automotriz, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA – FEPADE, Santa Tecla. carriola@itca.edu.sv

de vehículos automotores apoyándose en literatura de marcas y modelos que más circulan en El Salvador.

El banco probador de cajas automáticas puede ser monitoreado y controlado de dos formas novedosas, desde el panel de control y desde Internet.

Panel de control (Figura 1): este sistema es presencial, ya que es necesario estar cerca del aparato para hacerlo funcionar:

- Se controla y monitorea el motor de combustión interna.
- Se conoce el valor de presión de línea y la presión gobernada de la transmisión.
- Se verifica la velocidad seleccionada en la transmisión.



Figura 1. Panel de Control

Por Internet (Figura 2): A través del programa de LabVIEW, se monitorea y controla desde una computadora con acceso a Internet. Pueden controlarse las funciones siguientes:

- Arranque del motor.
- Aceleración del motor.
- Observación de los valores de presión de la transmisión.
- Programación en LabVIEW.



Figura 2. PC con red inalámbrica, programa LabVIEW

El equipo fue diseñado, para poder simular las condiciones normales de funcionamiento del automóvil, para realizar pruebas estáticas (motor encendido, velocidad en parking) y dinámicas (motor encendido, selección de cualquier velocidad), cuenta con un sistema que permite sostener las transmisiones con firmeza, además se incluyeron los sensores de presión de aceite que van ubicados en las transmisiones de velocidades.

Este banco posee un motor de combustión interna V6 (seis cilindros en V), una estructura metálica de 1x 2.95 metros, diferentes platos de adaptación para cajas de vehículos Toyota Corolla y Nissan Sentra de los años 1996 al año 2000, junta de barra perforada cardánica de acoplamiento de motor con transmisiones, un sistema de disco de frenado, sensores de conversión de presión a señal eléctrica, tarjeta captadora de datos y conversión de señales (Figura 3)



Realización de la interfaz en el software LabView.

Para tener los marcadores en la pantalla de la PC, se trabajó en el diseño de programación en el diagrama de bloques, utilizando un lenguaje de programación por objetos y lograr los fines requeridos; una de las ventajas es que el diagrama de bloques se puede modificar aún cuando el sistema está funcionando. (Figura 4)

Pantalla Frontal

El equivalente del diagrama de bloques es el panel frontal en donde se ejercen, los comandos de control y donde se obtienen los datos ya procesados que han sido tomados desde el motor de combustión y desde la caja de transmisiones automática. (Figura 5).



Figura 3. Banco con motor de combustión interna V6 (seis cilindros en V).

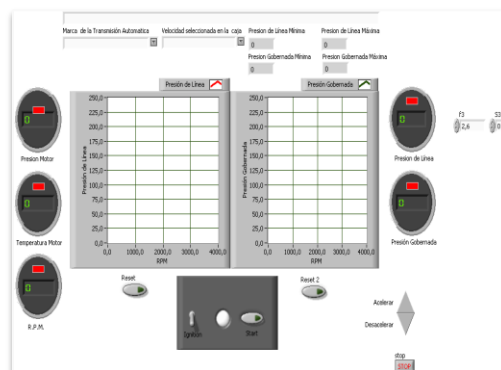


Figura 5. Pantalla frontal

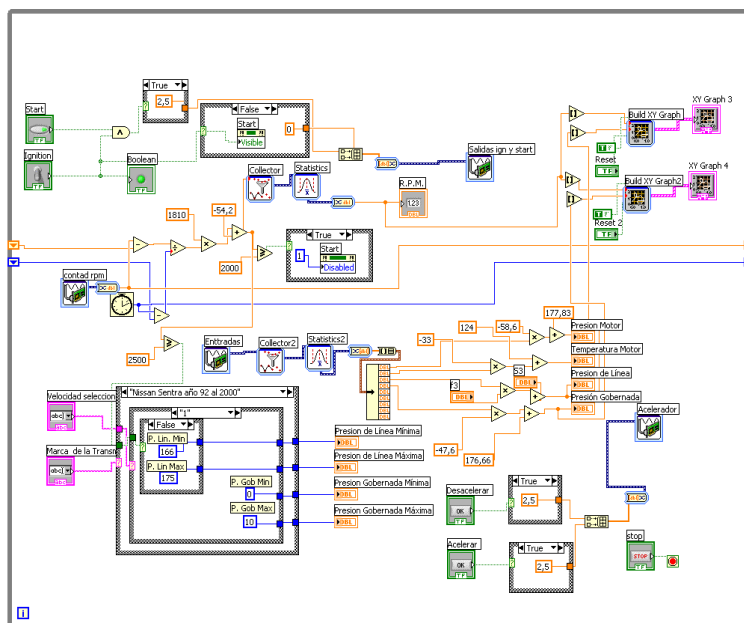


Figura 4. Interfaz en el Software LabView.

Las pruebas en las transmisiones se realizan siguiendo una serie de pasos estipulados por datos de fábrica de las transmisiones, así como por el régimen de R.P.M. Ejemplo:

Especificaciones de presión de línea de Nissan		
APLICACIÓN	PRESION DE FABRICA MINIMA	PRESION DE PRUEBA ITCA-FEPADE
Ralenti o marcha mínima 700-1000R.P.M	P.S.I	P.S.I
D = velocidad directa	92	95
2 y 1= primera y segunda velocidad	166	169
R= retroceso	128	130
Vehículo frenado y acelerado a 3000-4000 R.P.M		
D, 2 y 1= realización de cambios	185	190
R= retroceso	256	260
NOTA: P.S.I es una unidad de medida de libra por pulgada cuadrada		

Tabla 1: Datos de fábrica de las transmisiones y régimen R.P.M.

Los desafíos constantes que presentan los diagnósticos en el área automotriz, llevan a transformar las necesidades en oportunidades, para el desarrollo de nuevos aparatos y productos, con el objetivo de preparar a sus futuras generaciones de estudiantes de la

Escuela de Ingeniería Automotriz, además demandará innovación en la manera de transferir el conocimiento y para ello será necesario el desarrollo de nuevos y novedosos equipos de apoyo para la realización de pruebas.

Bibliografía consultada

1. Mitchell Internacional. 1992. Mitchell: manual de reparación de transmisiones automáticas transejes. 1992.
2. Trad. V. González Pozo; Ed. JT. Pérez Bonilla. México, D.F. Prentice Hall Hispanoamericana. 2 v.
3. National Institute for Automotive Service Excellence, 2003. Automatic transmission transaxle: test specifications for automatic transmission/transaxle (test A2). Leesbur, VA (US), Automotive Service Excellence. 92. (Car and light truck no.9).
3. Shuldiner, H. 2006. Ford, GM Launch Joint 6-Speed Automatic (en línea). Santa Bárbara, CA. Consultado 4 nov. 2009. Disponible en http://wardsauto.com/ar/ford_gm_automatic
4. Wikipedia: la enciclopedia libre. 2009. LabView (En línea). Consultado 4 nov. 2009. Disponible <http://es.wikipedia.org/wiki/LabView>



Diseño y construcción de entrenadores didácticos en la Escuela de Ingeniería Automotriz

Kelmin Molina Salvador¹
Aníbal Alfredo Trinidad Olivares²

RESUMEN: La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE ha desarrollado en los últimos años una serie de proyectos en el área automotriz con el objetivo de mejorar las competencias de sus egresados. En el presente artículo se muestran los diferentes entrenadores didácticos elaborados para el área de electricidad y electrónica automotriz, los cuales surgen como resultado de los proyectos de investigación institucional.

Palabras clave : *Automóviles, Circuitos eléctricos, Motores eléctricos, Automóviles – instalaciones eléctricas.*

Desarrollo

Con la innovación de la electricidad se introdujo en el vehículo el motor eléctrico, llamado motor de arranque, y la circuitería necesaria, que permite al usuario hacer funcionar su vehículo con el simple hecho de mover una llave o accionar un pulsador. Al incorporar en el auto un sistema de luces era ya común para los mecánicos encontrar un ramal eléctrico abundante. Este marcaba el inicio de una amplia y compleja profesión de "identificar, diagnosticar y reparar el sistema eléctrico del automóvil".

El automóvil, lejos de ser una maquinaria en donde la electricidad domina totalmente su control, se ha convertido en un conjunto de sistemas mecánicos y eléctricos guiados y controlados por la electrónica, que realmente controla un alto porcentaje de los componentes no mecánicos a bordo. La figura 1, esquematiza la integración de la electricidad y electrónica en los sistemas del automóvil en el tiempo.

1. Técnico Investigador. Docente de Escuela de Ingeniería Automotriz. ITCA – FEPADE, Santa Tecla. kmolina@itca.edu.sv

2. Técnico Investigador. Docente de Escuela de Ingeniería Automotriz. ITCA – FEPADE, Santa Tecla. atrinidad@itca.edu.sv

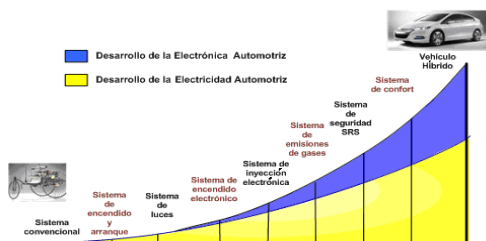


Figura 1. Esquematiza la integración de la electricidad y electrónica en los sistemas del automóvil en el tiempo.

■ La franja color amarillo refleja que, desde un principio, la electricidad fue parte fundamental del primer automóvil construido hasta el más moderno.

■ La franja color azul indica que desde los controles de sistemas de luces, es la electrónica parte fundamental de los avances tecnológicos en el automóvil.

La alta influencia de la electricidad y la electrónica dentro del automóvil y los últimos avances tecnológicos producen modelos de vehículos en donde la electricidad es la fuente principal de propulsión de la unidad. Es por ello que la Escuela en Ingeniería Automotriz de La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA – FEPADE, ha incluido en su currículo nuevos módulos para que sus estudiantes adquieran mayores competencias en el mantenimiento automotriz al trabajar en los sistemas eléctricos y electrónicos de modelos de automóviles de años recientes. Además, ha desarrollado proyectos de investigación que tienen como finalidad diseñar y fabricar equipos que permitan a los estudiantes el desarrollo de habilidades de diagnóstico y reparación de sistemas eléctricos y electrónicos.

Dentro de estos proyectos se encuentran:

1. Equipo probador de alternadores y motores de arranque del automóvil.
2. Bancos didácticos para elaboración de circuitos eléctricos del automóvil.

El equipo probador de alternadores y motores de arranque del automóvil fue diseñado conjuntamente con la empresa privada (Impresa Repuestos) con el objetivo de poder simular las condiciones de funcionamiento del alternador y del motor de arranque.

Para realizar pruebas se diseñó un sistema de sujeción genérico que permite sostener la gran mayoría de alternadores; además se incluyeron los conectores eléctricos de las siete diferentes marcas que predominan en el mercado nacional y que son instalados en la mayoría de vehículos livianos que circulan en El Salvador.

El banco posee un motor que trabaja a 220 Voltios AC (voltaje alterno) y posee un sistema que le permite regular electrónicamente la velocidad a la cual está girando para poder efectuar las distintas pruebas que se realizan en el alternador.

El sistema de conectores con los que cuenta el banco permite realizar pruebas en alternadores de las marcas Nipondenso, Hitachi, Mitsubishi, entre otros.

Las lecturas obtenidas se muestran en elementos analógicos debido a sus niveles altos de corriente. Además, el equipo cuenta con un sistema de seguridad que evita sobrecarga en los elementos eléctricos.

Las pruebas en los motores de arranque se realizan de manera cualitativa, ya que con el equipo se verifica el accionamiento y giro del motor de arranque.

En la figura 2 se muestra un motor de arranque antes de ser probado en el banco, que cuenta con una prensa mecánica para sujetar cualquier tipo de motor.



Figura 2: Banco probador de alternadores y motores de arranque

Los bancos didácticos para la elaboración de circuitos eléctricos del automóvil se han elaborado con el objetivo de proveer a la Escuela de Ingeniería Automotriz de equipo didáctico para que los estudiantes puedan realizar prácticas de armado de circuitos eléctricos del automóvil, utilizando los componentes reales del vehículo.

Con la elaboración de estos bancos, se pretende que el alumno elabore los circuitos de manera más simple y ordenada, permitiéndole estructurar mejor sus conocimientos y habilidades sobre los distintos tipos de circuitos que utiliza el automóvil. Este es otro proyecto realizado en el Laboratorio de Investigación de la Escuela de Ingeniería Automotriz.

Para este proyecto se decidió desarrollar dos bancos, a fin que los estudiantes pudieran ensamblar y analizar circuitos eléctricos por separado y, posteriormente, verificar su correcto funcionamiento.

a. Banco para la elaboración de circuitos eléctricos

El banco de la figura 3 ha sido fabricado de tal manera que posee una alimentación a 12V DC (corriente directa) para poder alimentar los circuitos tal y como se hace en el automóvil.

Las prácticas que en el se pueden realizar son: elaboración de circuitos eléctricos básicos (serie, paralelo y mixto), prueba de relevadores y solenoides. Además se instaló un elemento que permite obtener los datos de voltaje y corriente, producto de las mediciones eléctricas realizadas en los circuitos; cuando están funcionando al momento de realizar las prácticas para facilitar las conexiones se utilizan bornas universales que pueden obtenerse en cualquier tienda de productos eléctricos.

b. Banco para el diagnóstico y prueba de componentes eléctricos del sistema de arranque y carga

El banco de la figura 4 fue diseñado con el objetivo de permitir al estudiante diagnosticar los componentes eléctricos que conforman dos de los circuitos importantes en el automóvil: los sistemas de carga y de arranque.

Además, con este banco se pueden diagnosticar relevadores de bajo y alto amperaje. Al igual que el banco para la elaboración de circuitos eléctricos, éste permite al estudiante realizar mediciones eléctricas mientras los circuitos están funcionando.

Los nuevos desafíos que presenta el desarrollo de la electricidad y la electrónica en el automóvil llevará a las instituciones educativas tecnológicas a estructurar mejores métodos y planes de estudio, con el objetivo de preparar a sus estudiantes.

Además demandará innovación en la manera de transferir el conocimiento, para lo cual será necesario el desarrollo de capacidades institucionales en el diseño y la elaboración de equipos que apoyen su formación.

El equipo permitirá realizar prácticas de circuitos en serie, circuitos en paralelo, circuitos mixtos, prueba de componentes electrónicos pasivos, tales como: resistencias, rectificadores, diodos, transistores y rectificadores controlados de silicio.

Estas prácticas serán de beneficio para el aprendizaje del encendido electrónico, inyección electrónica, sistemas de alumbrado, accesorios eléctricos del automóvil y sistemas de seguridad y confort.



Figura 3: Banco para elaborar circuitos eléctricos automotrices

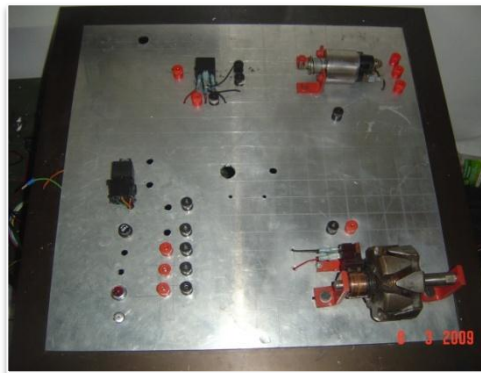


Figura 4: Banco para realizar pruebas a componentes de alternadores y motores de arranque

Bibliografía consultada

1. El Economista.es. 2006. Coches 'híbridos': ¿cuáles son los diez más eficientes y cuánto te ahorrarías al comprar uno? (en línea); España, ES. Consultado 3 nov. 2009. Disponible en <http://www.eleconomista.es/economia/noticias/121174/12/06/Coche-hibridos-cuales-son-los-diez-mas-eficientes-y-cuanto-te-ahorarias-al-comprar-uno.html>
2. NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) 2008. Vehicles & equipment (en línea). Estados Unidos de América, US. Consultado 9 nov. 2009. Disponible en <http://www.nhtsa.dot.gov/portal/site/nhtsa/menuitem.d0b5a45b55bfb5e582f57529cdba046a0/>



Aplicaciones de la instrumentación virtual en la educación tecnológica

Juan José Cáceres Chiquillo ¹
Rigoberto Alfonso Morales ²

Resumen: El estudio de las máquinas eléctricas requiere la comprensión de los fundamentos de construcción y principios físicos de los motores eléctricos, así como de los generadores y transformadores. Para comprender el comportamiento de los motores y generadores, es necesario realizar prácticas de la operación a fin de obtener las relaciones de parámetros o variable independiente. En el caso de los motores, generalmente este parámetro independiente es la carga mecánica aplicada al eje del motor, llamado también torque o par desarrollado. Es necesario indicar que cada motor, según su tamaño o capacidad, tiene un torque o fuerza torsional máximo de trabajo llamado torque nominal. El proyecto desarrollado por la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica en 2008, contempla un software y un hardware innovadores que permiten ser utilizados como herramientas para el análisis de los motores eléctricos existentes en los laboratorios; así también permiten obtener las gráficas de respuestas de parámetros respecto al par desarrollado.

Palabras clave: Educación tecnológica, Instrumentación Ingeniería eléctrica, Máquinas eléctricas, Maquinaria electrónica, Motores eléctricos virtual.

Desarrollo

La gran versatilidad de adaptación de las computadoras a cualquier aplicación ha alcanzado el ambiente del taller electrónico en la educación técnica, resultando en el concepto de instrumentación virtual, que ofrece varios beneficios a profesores y estudiantes que requieren rapidez, exactitud y precisión en las mediciones de sus prácticas de laboratorio.

La instrumentación virtual se refiere a una poderosa aplicación de software, la cual, junto a una tarjeta electrónica, forman las funciones típicas de los instrumentos tradicionales.

Los instrumentos tradicionales, tales como osciloscopios y generadores de funciones, aunque poderosos, están diseñados para realizar una o más tareas específicas definidas por el fabricante.

La instrumentación virtual basada en la computadora toma muchas ventajas de las últimas tecnologías incorporadas en las PCs (procesadores rápidos, grandes cantidades de memoria, espacio de almacenamiento, Internet, etc.) que ayudan a aumentar la flexibilidad para crear nuevas soluciones a los problemas de pruebas y diseño.

1. Ingeniero en Electrónica. Coordinador Académico de Ingeniería Electrónica y Profesor Investigador. Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. ITCA- FEPADE, Santa Tecla. jcaceres@itca.edu.sv

2. Ingeniero Electricista. Coordinador de la carrera Técnico en Electrónica industrial Profesor Investigador. Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. ITCA- FEPADE, Santa Tecla. rmorales@itca.edu.sv

En la instrumentación virtual, las funciones son realizadas por software y fácilmente se puede expandir o modificar el juego de funciones para adaptar el instrumento a una necesidad particular.

Por otro lado, al utilizar instrumentación virtual es posible reducir los costos de adquisición y mantenimiento de equipo tradicional. Una ventaja más de la instrumentación virtual es la posibilidad de conectar la PC a una red y compartir los recursos entre computadoras.

Dependiendo de la aplicación particular, el hardware seleccionado podría incluir entradas y salidas analógicas, entradas y salidas digitales, contadores, temporizadores, muestreo, filtros y generación de ondas entre una gran variedad de opciones.

Recientemente, en la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE se desarrolló un sistema de instrumentación virtual para ciertos equipos utilizados en la enseñanza de las máquinas eléctricas.

Esencialmente, las máquinas eléctricas comprenden los transformadores y motores eléctricos. Los principios que rigen a estos dispositivos son leyes eléctricas que han permanecido inalterables a través del tiempo.

La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, cuenta con equipos para la enseñanza de máquinas eléctricas que fueron adquiridos en 1993; estos equipos tenían conexión a PC, pero requerían de un puerto ISA (Industry Standard Architecture), libre en la PC.

Con el pasar del tiempo y el avance tecnológico de las computadoras, éstas dejaron de tener el puerto ISA.



Motor y freno con equipo didáctico para máquinas eléctricas

Este inconveniente, si bien no inhibía el uso del equipo didáctico para máquinas eléctricas, sí representaba un impedimento para observar las diferentes pruebas en la pantalla de un ordenador; esto es importante porque muchos aspectos de estudio requieren observar el comportamiento de diversas variables en el arranque del motor o en las condiciones de cambio de velocidad, que suelen durar no más de 2 segundos. Sin la PC para monitorear estos cortos períodos de tiempo resulta prácticamente imposible observar los cambios en las magnitudes que se desea monitorear.



Docente investigador realizando pruebas en banco didáctico para máquinas eléctricas.



El sistema desarrollado utiliza la tecnología de comunicación USB para conectarse a la PC y se desarrolló a la medida de las características de los módulos de enseñanza. Para proveer un ambiente intuitivo y fácil de usar en la PC, se desarrolló un software de ambiente gráfico. El resultado final fue un equipo que interconectaba los módulos de prácticas para máquinas eléctricas con la computadora, a través de USB y un software que facilita el desarrollo de las guías prácticas relacionadas a estos módulos.

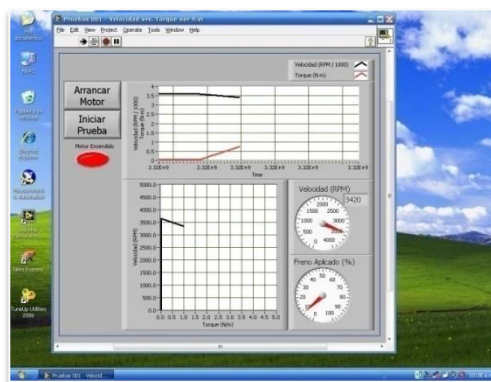
Este proyecto fue desarrollado en un software innovador especializado en automatización industrial en ambiente LabView, así como el diseño y la construcción del hardware necesario para adquirir los datos de los módulos existentes en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas.

Entre los parámetros que se pueden estudiar con este sistema se encuentran:

- Velocidad vrs. Torque
- Corriente vrs. Torque
- Factor de potencia vrs. Torque
- Eficiencia vrs. Torque
- Voltaje generado vrs. corriente de excitación

Este banco se utilizará para comprobar el estado de los motores eléctricos, tanto de corriente alterna como de corriente continua, y para las prácticas de laboratorio de Máquinas eléctricas, Mantenimiento eléctrico y Control de motores.

Como puede observarse, las instituciones educativas técnicas, tecnológicas y de educación superior pueden verse beneficiadas con la aplicación de estas nuevas tecnologías que les permitirían realizar prácticas de laboratorio sin incurrir en elevados gastos por equipos de laboratorio.



Software desarrollado en ambiente gráfico

Bibliografía consultada

1. Boylestad, RL. 2004. Introducción al análisis de circuitos. 10ª. Ed. México, DF. : Prentice Hall. 1228 p.
2. Caughlin, RF. ; Driscall, FF. 1999. Amplificadores operacionales y circuitos integrados lineales. 5ª. Ed. México, DF.: Prentice Hall. 518 p.
3. Chapman, S. 2000. Máquinas eléctricas. 3ª. Ed. México, DF. : McGraw-Hill. 720 p.
4. Malvino, AP. 2000. Principios de electrónica. 6ª. Ed. España: McGraw Hill. 1111 p.
5. Wikipedia: la enciclopedia libre. 2008. Bus ISA (en línea). Consultado 8 nov. 2008. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Bus_ISA

La tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) como una alternativa en el control de inventarios y recursos

Mario Roberto Villeda¹

Resumen: La tecnología RFID está ganando terreno en el mundo y, cada vez más, se encuentran aplicaciones que buscan facilitar el control y la eficiencia en el manejo de recursos humanos y de equipo. Esta ha venido para quedarse en amplios sectores productivos y económicos de El Salvador. Con esta novedosa tecnología se puede conocer la ubicación de los equipos y las personas en tareas administrativas en el momento preciso, así como sus desplazamientos dentro del área de cobertura.

Palabras clave: Ingeniería eléctrica. Tecnología - Transferencia, Asignación de radiofrecuencias, Control de inventarios, Dispositivos electrónicos.

Desarrollo

En la búsqueda de soluciones a un problema en particular, el hombre constantemente explora y busca diferentes alternativas para satisfacer sus necesidades o curiosidades, lo que le permite en determinado momento encontrar más de una respuesta a sus problemas. Este es el caso de la tecnología RFID, desde que la evolución en el manejo de la radiofrecuencia lo ha permitido, se ha llegado a diseñar y construir elementos que permiten comunicarse entre sí, dos o más dispositivos se comunican en sus correspondientes parámetros de entendimiento a través de la emisión de campos magnéticos o de ondas electromagnéticas; se utilizan los elementos básicos en toda comunicación, es decir, la existencia de un emisor, un receptor, un medio o canal de comunicación, un tag, un lector y el espacio respectivamente.

Se define tag como un dispositivo electrónico capaz de emitir o generar ondas electromagnéticas, que al ser

detectadas por un emisor complementa el proceso de comunicación. Consiste en una antena encapsulada en material plástico y un circuito electrónico que tiene un código único asignado para ser identificado. Este código puede llegar a tener hasta 1,024 bits.

Existen códigos de tipo pasivos, semiactivos y activos. Los activos se diferencian de los dos primeros en tener una fuente de alimentación interna, que permiten emitir ondas electromagnéticas a mayores distancias (Fotografía 1)



Fotografía 1: Muestras de tag activos

¹ Ingeniero Electricista. Director de Centro Regional ITCA – FEPADE - Santa Ana. mvilleda@itca.edu.sv



Con la determinación de complementar dicho proceso, se hace participar a un lector o receptor, definiéndolo como el dispositivo electrónico capaz de recibir, identificar y leer las ondas electromagnéticas emitidas por los tags. Los lectores están compuestos de un circuito electrónico con antenas que permiten captar la presencia de un tag en su limitado alcance, por medio de señal de radiofrecuencias.



Miembros del equipo participante y experto evaluador del MINED

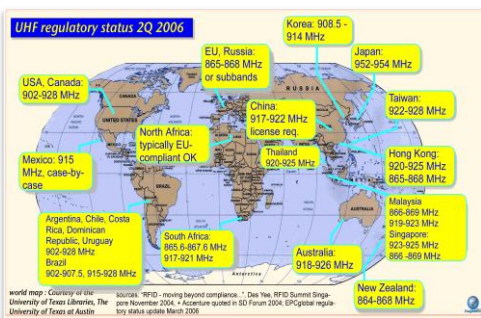


Figura 2: mapa de asignación de frecuencias UHF en el mundo. Tomado de: The RF in RFID Daniel M. Dobkin

¿Cuál problema o necesidad resuelve la tecnología RFID?, veamos algunas de sus aplicaciones: si a un tag se le asigna un código único y este puede ser leído o identificado por un lector que se

encuentra a una determinada distancia de él, entonces se puede conocer la ubicación exacta de ese tag y si ese tag es colocado o asignado a un bien o persona, luego se puede conocer su ubicación.

Es conocido el uso de la tecnología RFID, para control de inventario, para la ubicación en un espacio definido de mascotas o personas, cobros en peajes sin bajarse del vehículo y realizar el proceso de pago, con la simple detección del tag se procede a un descargo en la tarjeta prepagada, control de errantes en espacios limitados, control de accesos a edificios o áreas restringidas propiciando la correspondiente identificación, se utiliza además para ubicar puntos de chequeo en una cadena de producción, control y préstamos de libros en una biblioteca, sistemas de facturación y control de existencias a efecto de ser sustituidas, chequeo de contenedores en puertos o aduanas, consolidaciones estadísticas y reportes de producción, monitoreo y localización de objetos o personas, éstas entre muchas aplicaciones que se pueden realizar con la tecnología RFID.

Para asegurar la comunicación entre dispositivos y el usuario se deben crear aplicaciones computacionales, se hace necesario el uso de un software de comunicación, que permita traducir el lenguaje entre el tag, el lector, la computadora y el usuario.

En un supermercado, por ejemplo, se pueden colocar tags pasivos a cada uno de los productos; en una distancia de aproximadamente 50 centímetros, se colocan los lectores de manera que tengan la cobertura y el alcance a todos los productos.

Con el software apropiado se puede tener control de inventario físico y monitoreo exacto de la existencia del bien, en el momento que desee consultarse, es decir, se puede saber si está ahí o no el producto, cuando el cliente lo acerca a caja no es necesario que el cajero digite el código, pues el producto sale de una base de datos directamente al formulario de factura, una vez facturado se descarga del inventario, procediendo a realizar la requisición de sustitución del bien o avisar al proveedor para que éste abastezca de nuevo la góndola del supermercado, el costo de este recurso tiende a ser cada vez más pequeño.

Para utilizar la tecnología RFID, en nuestro país es de suma importancia poner atención a los estándares internacionales, para ello es necesario conocer las restricciones en el uso del espectro de frecuencias autorizado; es necesario tomar en cuenta el mapa de asignación en el mundo de frecuencia ultra alta UHF (Figura 2), si se recuerda que es una comunicación a través de radio frecuencia o campos magnéticos, que de una u otra manera pueden interferir en otros equipos o pueden ser bloqueados al trabajar en la misma frecuencia.

En la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE con el Fondo de Investigación de Educación Superior (FIES)

del Ministerio de Educación (MINED) se está desarrollando un proyecto de investigación aplicada, llamado "Sistema de identificación y posicionamiento local por radiofrecuencia (RFID), el cual pretende ser un referente para la aplicación de las nuevas tecnologías en El Salvador.

El sistema activará alarmas de notificación a través de un mensaje de texto a teléfonos celulares preestablecidos y al monitor central del sistema. Además, permitirá automatizar la tarea del control de asistencia de estudiantes, docentes y se podrá restringir el acceso a las aulas que se desee y también se podrán generar reportes de asistencia.

En este artículo se han explicado algunas de las generalidades del uso de la tecnología RFID, los elementos básicos y físicos que la componen, las aplicaciones más comunes ya probadas en el medio y el complemento con las herramientas de software necesarias para establecer una comunicación entre dispositivos a través de radio frecuencia o campo magnético. El área de conocimiento sobre el tema en nuestro país esta todavía poco explorado, por lo que se puede asegurar que existe un campo amplio para la experimentación, investigación e innovación con la tecnología RFID.

Bibliografía consultada

1. Dobkin, DM. 2008. The RF in RFID: passive UHF RFID in practice. Amsterdam, Elsevier / Newnes, 493 p.2. Hunt, VD. ; Puglia, A. ; Puglia, M. 2007. RFID a guide to radio frequency identification. New Jersey, John Wiley. 208 p.3. Lehpamer, Harvey. 2008. RFID design and principles. United States, Artech House. 250 p.4. RFID handbook: applications, technology, security, and privacy / Ed. S. Ahsonh; M. Ilyas. CRC PRESS Taylor and Francis group. 689 p.



Aprovechamiento de la energía solar en La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA - FEPADE

René Mauricio Hernández Ortiz¹

Resumen: Cuando se investiga sobre energía, existe una gran cantidad de información. En la primera parte de este artículo se revisa, desde las definiciones escritas en libros de texto, hasta las que se encuentra en sitios de Internet, para que el lector tenga un panorama general. La segunda parte consta de una lectura de datos sobre energía en El Salvador, publicados por la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET), institución gubernamental que controla todo lo relacionado con la generación y distribución de energía. De los datos publicados por la SIGET, los más interesantes son los de las diferentes fuentes de generación y su producción. La última parte se refiere a la implementación de una estación de colectores solares fototérmicos en la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA - FEPADE, con la finalidad de aprovechar la eficiencia del sistema fototérmico para el calentamiento de agua que es utilizada en la Cafetería Escuela. Se recolectan datos de temperatura del agua en la entrada y salida de los colectores y se controla la temperatura permanente en el tanque de recolección. Otras variables medidas son la radiación solar, la temperatura ambiente y otras más para medir la eficiencia del sistema.

Palabras clave: Energía, Recursos energéticos, Turbinas hidráulicas, Turbinas de vapor, Centrales geotérmicas.

Desarrollo

En física, "energía se define como la capacidad para realizar un trabajo". En tecnología y economía, «energía» se refiere a "un recurso natural y la tecnología asociada para explorarla y hacer un uso industrial o económico del mismo". En la definición de energía de Wikipedia se encuentra una frase muy interesante: poner en movimiento, la que ha permitido el desarrollo de muchos artefactos técnicos, tales como las turbinas hidráulicas, las turbinas de vapor y otros.

En El Salvador, las principales fuentes

de generación de energía eléctrica son:

1. Las centrales hidráulicas
2. Las centrales geotérmicas
3. Las centrales térmicas.

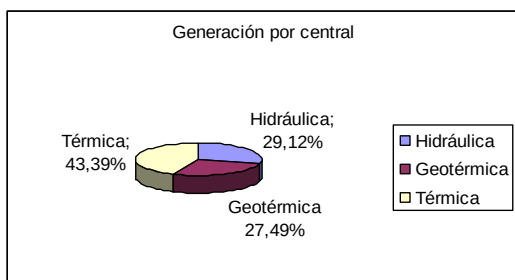
Las tres fuentes anteriores son aplicaciones del concepto de física "poner en movimiento", ya sea con turbinas hidráulicas, generando las centrales con su mismo nombre o con turbinas de vapor, que son las que se utilizan tanto en las centrales geotérmicas como en las centrales térmicas.

¹ Ingeniero Mecánico con Maestría en Educación, Coordinador Escuela de Ingeniería Mecánica e Industrial, ITCA-FEPADE –Santa Tecla. rhernandez@itca.edu.sv

Estas últimas queman algún tipo de combustible, ya sea búnker, diesel o biomasa. En la información que proporciona la SIGET en su página Web de la Internet, muestra los datos estadísticos a junio de 2008 para la generación neta por sector en MWh (megawatts por hora) y estos son:

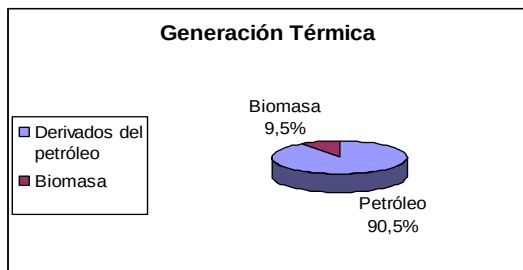
1. Centrales hidráulicas: 704, 888.3 mwh.
2. Centrales geotérmicas: 665, 295.1 mwh.
3. Centrales térmicas: 1,050,160.3 mwh.

Por tanto, el total de generación neta es de: 2 420 343.7 MWh. Al observar los datos y calcular el porcentaje que cada sector genera, se puede concluir mejor sobre la contribución energética de cada una de estas centrales, como se muestra en la gráfica 1.



Gráfica 1: Generación neta por central en MWh.

Otro dato interesante de hacer notar en la información de la SIGET, es el porcentaje que corresponde a la generación por biomasa que, para el caso, es realizada por los ingenios azucareros, de los cuales solamente uno es el reportado en dichas estadísticas (gráfica No 2).



Gráfica 2: Fuentes de generación de energía térmica

¿Por qué se debe prestar atención a dichas estadísticas? Simplemente porque la biomasa es considerada una fuente de energía renovable y está siendo desaprovechada.

Como el objetivo de este artículo es examinar una aplicación de una fuente de energía renovable, si observamos ambas gráficas, se deduce que El Salvador depende cada día más de una fuente de energía, que no es renovable y de importación: el petróleo.

El precio del petróleo depende de las condiciones del mercado internacional que, en algún momento o en un futuro cercano, alcanzará precios muy altos, lo cual pondrá en peligro el desarrollo industrial y el bienestar social en general.

En el párrafo anterior se hizo referencia a las energías renovables. Al revisar los conceptos en Wikipedia, encontramos que: "energía renovable es la que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales".

Una de las fuentes de generación de energía eléctrica en El Salvador es la térmica y, revisando las estadísticas de la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, SIGET (Gráfica No 2), se encuentra que la biomasa tiene un porcentaje significativo y ésta es producida por los ingenios azucareros, empleando el bagazo de caña como combustible, que es quemado en calderas acuotubulares para la generación de vapor de agua, el cual se envía a los turbogeneradores que convierten la energía térmica en energía eléctrica.



La biomasa es una fuente renovable de energía, porque la caña de azúcar es un cultivo que se renueva anualmente y, de acuerdo a la definición anterior, es producida por medios naturales.

En la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE se está desarrollando un proyecto relacionado con el tema de energías renovables. Para ello, se instaló un sistema de colectores solares fototérmicos con aplicación industrial para el calentamiento de agua en la Cafetería Escuela ITCA-FEPADE.

Ésta es una aplicación práctica y muy útil, ya que reduce el costo de energía obtenida con gas propano

El sistema de colectores solares cuenta con una estructura metálica y plataforma que facilita el acceso a docentes y estudiantes para la realización de pruebas, toma de datos y prácticas; se cuenta además con una estación meteorológica para la toma de datos de manera automatizada.

Este proyecto ayudará a promover en la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE el estudio y la aplicación de fuentes de energía alternativa para el sector industrial.

Con los resultados de este proyecto, se podrá analizar la incidencia de las variables atmosféricas en el comportamiento de los sistemas de generación de energía térmica a través de la correlación matemática que existe entre las variables atmosféricas, tales como velocidad y dirección del viento, presión atmosférica, temperatura ambiente, humedad y radiación solar.

Lo anterior hará posible analizar cómo inciden las variables atmosféricas en la eficiencia de los sistemas fototérmicos instalados en El Salvador.



Fotografía No 1: Estudiantes e instructor visitan las instalaciones de colectores fototérmicos en la Sede Central de ITCA – FEPADE



Fotografía No 2: Estudiantes e instructor revisan el sistema automatizado de alimentación de agua

Bibliografía consultada

Serway, RA. 1993. Física. Trad. JA Flores Lira. 2ª. Ed. Mexico, DF. : McGraw-Hill. V. 1, 637, 81 p.
 SIGET (Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones). 2001. Normas generales de construcción de líneas aéreas de distribución de energía eléctrica. San Salvador, El Salv., SIGET. 512 p.
 Wikipedia: la enciclopedia libre. 2008. Energía (en línea). Consultado 12 dic. 2008. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa>

Diseño de plataforma informática con información turística del Departamento de La Unión

José Mauricio Flores ¹
Maritza Ruíz de Campos ²

Resumen: El Centro Regional La Unión de ITCA – FEPADE, perteneciente a la Red Nacional MEGATEC, desarrolló la investigación “Diseño de plataforma informática con información turística del Departamento de La Unión”. La investigación tuvo como objetivo elaborar un inventario turístico de recursos naturales, culturales, oferta complementaria, recopilación de información primaria y secundaria relacionada con el Departamento de La Unión, que podrá ser utilizado para la creación de rutas turísticas de La Unión, como ejemplo de aplicación de la plataforma.

En este artículo, además de hacer referencia a los resultados, se presentan recomendaciones para las estrategias definitivas de promoción de la plataforma y la entidad que pueda utilizarla. También es importante decir que los resultados de la investigación contribuirán en el área del turismo e innovación en la zona oriental del país.

Palabras clave: Turismo, La Unión – El Salvador, Sistemas de almacenamiento y recuperación de información – Turismo, Desarrollo local.

Desarrollo

El Departamento de La Unión cuenta con dieciocho municipios y una riqueza importante, dada su ubicación alrededor del Golfo de Fonseca. Además, el desarrollo del proyecto del Puerto La Unión requiere de la formación de recursos humanos calificados. Con relación a lo planteado, nace el Proyecto MEGATEC, acompañado y financiado por el Ministerio de Educación (MINED).

En tal sentido, se implementó una novedosa carrera sobre Hostelería y Turismo. En este contexto surgió la idea de llevar a cabo el presente proyecto de investigación, cuyos logros se presentan en este artículo.

Importancia del proyecto de investigación

La investigación fue de suma relevancia, no sólo porque el Departamento de La Unión actualmente cuenta con el proyecto del puerto, sino porque amerita la promoción de sus recursos turísticos. El planteamiento del problema de la investigación fue ¿Por qué la falta de una herramienta administrativa innovadora como, la plataforma informática, se convierte en una limitante estratégica para la creación de rutas turísticas y que éstas se conviertan en una complementariedad para la oferta nacional de turismo?

1. Licenciado en Computación y Administración Empresarial. Docente Investigador de la carrera de Ingeniería de Sistemas Informáticos, MEGATEC – La Unión. javiles@itca.edu.sv

2. Doctora en Investigación y Desarrollo Local. Docente Investigador – MEGATEC – La Unión. mruiz@itca.edu.sv



Los resultados servirán como modelo, al igual que la metodología de trabajo de tipo científica, con una rigurosidad socio territorial donde se utilizaron técnicas como la observación y llenado de fichas de trabajo en los dieciocho municipios que conforman el Departamento donde se identificaron recursos naturales y culturales.

Resultados encontrados en la investigación de campo.

Durante la investigación se realizaron visitas de campo en cada municipio, encontrándose diversidad de recursos naturales y culturales que fueron clasificados según ubicación, caracterización y ponderaciones.

Algunos tipos de recursos encontrados son: petrograbados, ríos, playas, complejo de lagunas, centros históricos, centros recreativos y casas de la cultura, entre otros. Además, se recopiló información sobre hoteles, restaurantes y agencias de viajes.

Cada uno de los recursos investigados permitió conformar un inventario de los diferentes recursos naturales y culturales. Una vez se finalizó el trabajo de campo y se analizó la información, se procedió al diseño de la ruta turística, interpretada como "Un conjunto de recursos naturales o culturales, locales, comunidades, historia antropológica, económica o política, etc., organizados en forma de red y circuito, dentro de una región determinada y que estén debidamente señalizados, suscitan un reconocimiento de interés turístico" (ITCA-FEPADE, 2008; 54).

Diseño e innovación en el uso de la técnica de investigación

La información identificada en cada uno de los municipios fue valiosa, porque permitió construir y contar con

una base de datos e incluirla en la plataforma.

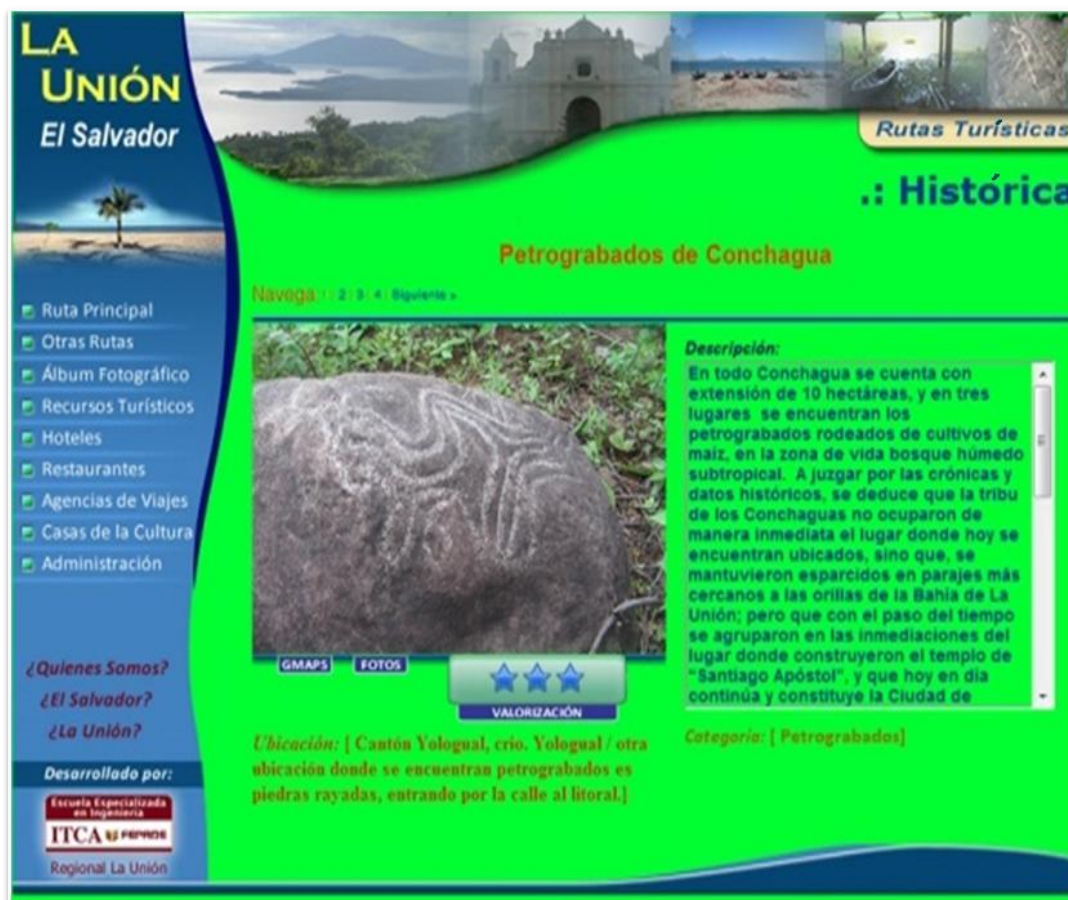
En este proyecto se entiende como plataforma: "una herramienta tecnológica e informática, que está fundamentada en un modelo administrativo, que almacena datos producto de investigaciones de campo o documentales en el rubro del turismo, que contiene además información o bases de datos de los municipios, lo cual permite dar la orientación científico-técnica para la creación de rutas turísticas; además, garantiza la calidad en términos instruccionales".

La plataforma fue estructurada en un lenguaje de PHP y está en línea, cuya dirección es: www.itcamegateclu.com

En la investigación, además de haber encontrado diferentes recursos naturales y culturales que, según ponderaciones, algunas pueden ser promocionados como destinos turísticos, también se encontró la oferta complementaria de cada uno de los lugares como: restaurantes, hoteles, entre otros.

El desarrollo de este tipo de proyectos de investigación ha sido abordado por primera vez en ITCA-FEPADE, lo que convierte al estudio en una iniciativa novedosa. Por otra parte, en términos generales, la investigación refleja un esfuerzo institucional como parte de su compromiso social y académico hacia el entorno.

Finalmente, el esfuerzo se convertirá en un aporte académico y técnico para el desarrollo turístico en la zona portuaria de La Unión, donde el Centro Regional es un agente y actor clave. También deja un aprendizaje en los docentes investigadores del MEGATEC La Unión.



Pantalla de presentación de plataforma

Bibliografía consultada

1. Acerenza, MA. 1991. Administración del turismo, Conceptualización y organización, México, Trillas.
2. Balanza, IM. 2004. Diseño y comercialización de productos turísticos locales y regionales. 1ª. Ed.- España, Thomson. 216 p.
3. Guevara, A. 2003. Informática aplicada al turismo, 1ª. Ed. España, Pirámide. 310 p.
4. ITCA-FEPADE (Escuela Especializada en Ingeniería, SV). 2008. Manual del módulo de recursos naturales y culturales de la región. El Salvador, ITCA -FEPADE. 126 p.
5. MINED (Ministerio de Educación, SV). 2007. Manual de acreditación de instituciones de Educación superior de El Salvador. El Salvador, MINED. 96 p.



Utilización de la tecnología para telefonía de voz sobre IP (VoIP) en la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA – FEPADE

Erving Chamagua Romero¹

Resumen. La telefonía de voz sobre IP es un tema que ha interesado a muchas personas en la actualidad. Debido a su versatilidad y bajo costo, muchos han llegado a creer que el futuro de la comunicación telefónica es muy prometedor y que la telefonía convencional, a pesar de estar vigente desde hace mucho tiempo ya, no pasará mucho para que desaparezca. Por esa razón, para los profesionales en redes y comunicaciones, vale la pena conocer desde los conceptos básicos hasta los requerimientos tecnológicos que se deben satisfacer al momento de proponer una solución de telefonía IP. Una forma de lograrlo es formulando y ejecutando proyectos de investigación orientados a establecer factibilidad e implementación de esta tecnología. Por tanto, la Escuela de Ingeniería en Computación de ITCA – FEPADE implementó un sistema de envío de voz por IP que permite establecer comunicación dentro de las instalaciones de la Escuela, con sus Centros Regionales y otras instituciones educativas que cuenten con redes avanzadas.

Palabras clave: *Redes de información, Transmisión de voz y datos, Protocolos de comunicación, Tecnología de información, Voz sobre IP.*

Desarrollo

Desde hace más de cien años, la telefonía ha sido un instrumento que ha permitido acortar la distancia entre las personas para comunicarse unas con otras. Cuando Alexander Graham Bell, en 1876 patentó el teléfono, nunca se imaginó que éste evolucionaría tanto como lo conocemos ahora. En la actualidad, tenemos una gran cantidad de servicios a través de la telefonía, a tal grado que ha permitido evolucionar la forma, el tiempo y los medios para comunicarse al incorporar los avances tecnológicos logrados por el hombre.

Una tecnología reciente para utilizar en la telefonía es "Voz sobre IP" (VoIP), la cual une los puntos en la comunicación enviando entre ellos paquetes de voz correctamente identificados con direcciones que les permiten viajar en la red, pasando entre "routers" hasta llegar al teléfono o computador receptor. Este proceso es muy eficiente y ha permitido que muchas personas y empresas utilicen la telefonía IP, como una opción viable en sus transacciones comerciales y personales.

1. Ingeniero en Sistemas y Computación. Docente Investigador. Escuela de Ingeniería de Computación. Santa Tecla. ecchamagua@itca.edu.sv

Por estas razones, las instituciones educativas tecnológicas se están preocupando por preparar a sus estudiantes en el conocimiento y manejo de ésta tecnología. Así, en la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, a través de un equipo de investigación de la Escuela de Ingeniería en Computación, se desarrolló un proyecto en el año 2008, al cual se le denominó: *“Determinación de factibilidad del uso de la tecnología de envío de voz por IP (VoIP) en la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE”*.

En El Salvador, cada día hay más empresas que se interesan por implementar tecnología de VoIP; esto, debido a dos ventajas que presenta su utilización y que se muestran a continuación:

1. Una llamada por telefonía IP es más barata que una en telefonía convencional. Esto se debe a que la telefonía convencional tiene incorporada una serie de costos fijos que la telefonía IP no tiene.
2. En cualquier parte donde exista una señal de Internet, es posible hacer una conexión de VoIP, es decir, la red de datos es la vía que utiliza este medio de comunicación.

Al igual que la telefonía convencional, la telefonía IP tiene algunos servicios importantes como los siguientes:

- Identificación de llamadas
- Llamada en espera
- Transferencia de llamadas
- Repetir llamadas
- Devolver llamada
- Desvío de llamada
- Envío de llamada al correo de voz

Obviamente, la tecnología se va afinando con cada día que pasa y a la telefonía con VoIP le hace falta superar algunos problemas como los siguientes:

- No es posible configurar números de extensiones asociados con áreas geográficas, como es el caso del número de emergencia de cada país, por ejemplo el número 911.
- Existe pérdida de paquetes en la comunicación, si la línea de datos es de mala calidad.
- Pueden existir, aunque en pocas ocasiones, problemas con los virus y gusanos informáticos.

Componentes a utilizar en una conexión con VoIP

Existen muchos componentes que se pueden utilizar como parte de la infraestructura para una solución de tecnología de VoIP; sin embargo, los principales se listan y describen a continuación:

Servidor de telefonía IP: Esta es la central telefónica; puede ser un equipo diseñado específicamente para este propósito o puede estar basado en software, siendo un computador al cual se ha instalado un programa que permite administrar las conexiones de telefonía IP. Este puede ser Asterisk-Trixbox u otros similares, gratuitos o pagados.

Protocolo: Son pequeños programas utilizados para llevar las señales de voz sobre la red IP. En la tecnología de VoIP podemos utilizar diversos protocolos, pero entre los más importantes tenemos: H323, SIP, IAX y IAX2.

Codecs: Viene del Inglés coder-decoder y se encargan de convertir una señal de audio analógica a un formato audio-digital para transmitirlo y luego hacer el proceso inverso al llegar a su destino.



Gateway: un gateway se encarga de hacer puente entre la red telefónica convencional y la red IP. Así, un gateway puede ser un dispositivo que se conecta entre la planta telefónica convencional PBX y la pequeña central con plataforma de VoIP. También puede ser un dispositivo conectado a la red LAN (Local Área Network) y, en su otro extremo, a un teléfono convencional, en cuyo caso tendrá el nombre de ATA (Analog Telephone Adaptor).

Gatekeepers: Actúan en conjunto con varios gateway y permiten la autenticación de usuarios, control de ancho de banda y encaminamiento de IP. Se puede decir que es el cerebro de la telefonía IP.

Teléfonos: Los teléfonos a utilizar pueden variar a medida que transcurre el tiempo; por eso se puede decir que la telefonía de VoIP se reduce al uso de tres tipos de teléfono:

1. **SoftPhone:** Teléfonos virtuales instalables en el computador
2. **Teléfono IP:** Teléfono con características propias de diseño para funcionar con telefonía IP
3. **Teléfono convencional:** Este, aunque no fue diseñado para trabajar con señales digitales, usando un gateway ATA puede conectarse a la red de datos y funcionar igual que un teléfono IP.

Plataforma recomendada para instalar una solución de VoIP

La plataforma a recomendar estará sujeta a los requerimientos del cliente y al presupuesto a invertir; sin embargo,

una plataforma relativamente de bajo costo estaría compuesta de los siguientes elementos:

1. Servidor basado en software Asterisk Trixbox.
2. Gateway para interfaz con planta telefónica convencional.
3. Teléfonos IP, convencionales con dispositivo ATA o virtuales.

En las etapas de instalación, configuración e implementación del proyecto, se realizaron pruebas de funcionalidad para uso de VoIP en ITCA - FEPADE Sede Central, en conexión con sus regionales en el interior del país y con otras entidades educativas, a través de "Redes Académicas Avanzadas", donde se dispone de mayor ancho de banda; también se estableció un enlace de prueba con la Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas" (UCA). Todas estas pruebas se realizaron con éxito.

En este proyecto se involucró a un grupo de estudiantes de la carrera de Técnico en Ingeniería de Redes Informáticas de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. Ellos estuvieron en toda la ejecución del proyecto aportando ideas y sustentando sus conclusiones con la información obtenida por el equipo del proyecto de la Escuela de Computación, estableciendo así una dinámica de discusión constructiva en el proyecto.

Finalmente, se crearon instrumentos que sirvieron para montar nuevos laboratorios para prácticas de VoIP, realizadas en asignaturas de la carrera de Redes Informáticas.

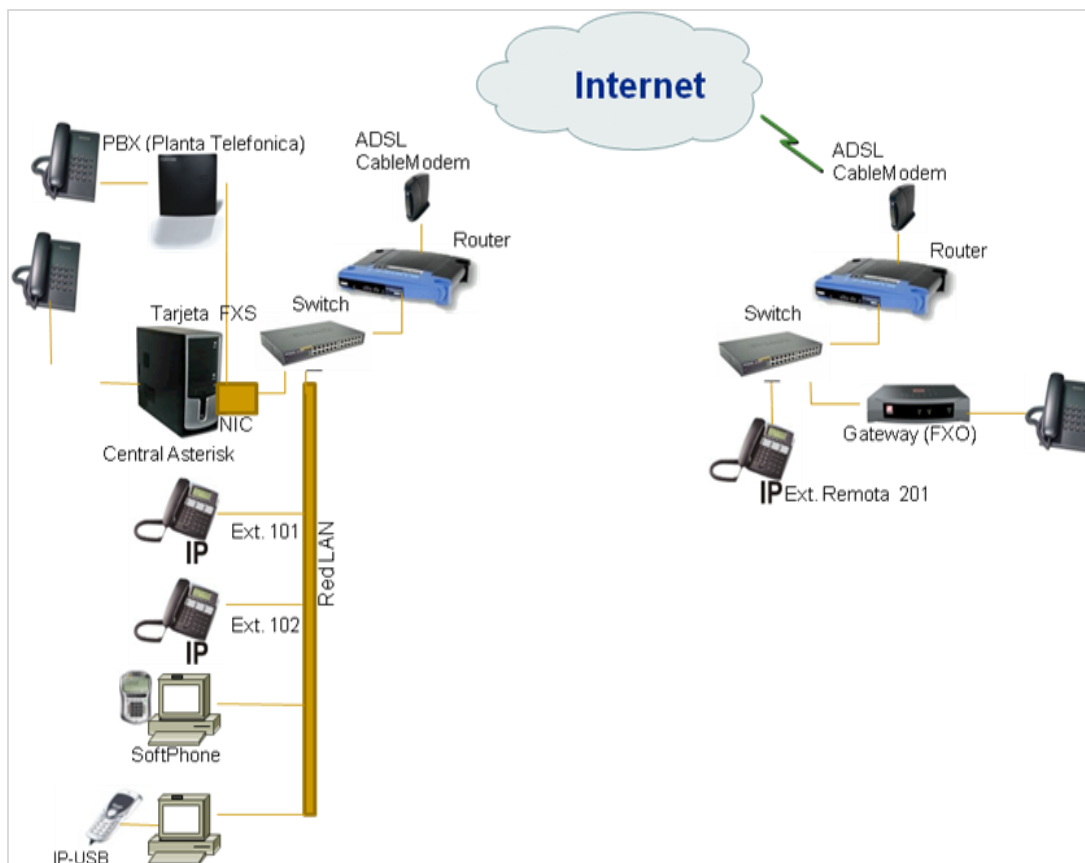


Diagrama del sistema de telefonía IP probado en ITCA-FEPADE

Bibliografía consultada

1. Determinación de factibilidad del uso de la tecnología de envío de voz por IP (VoIP) en la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE: Informe final del proyecto. 2008. Santa Tecla, ITCA FEPADE, Escuela de Computación. 42 p.
2. Rojano, E. s.d. Sinologic: to blog sobre VoIP y Asterisk (en línea). España, Consultado 13 Abr. 2009. Disponible en <http://www.sinologic.net/>
3. Comunidad Asterisk-ES: Descripción, Historia e instalación. Consultado 13 Abr. 2009. Disponible en <http://comunidad.asterisk-es.org>
4. Evolution, Software Asterisk: Integración de software comercial Evolution con Asterisk. Consultado 13 Abr. 2009. Disponible en <http://www.evolutioncallcenter.com/content/view/87/>
5. Oficial de TRIKBOX: Centro de descargas del software. Consultado 13 Abr. 2009. Disponible en <http://www.trikbox.org/>



Elaboración de abono orgánico a partir de plantas acuáticas: Elodea (*Hydrilla verticillata*) y Jacinto o Lirio de agua (*Eichhornia crassipes*), procedentes del Lago de Coatepeque y Lago de Güija

Cecilia Reyes de Cabrales¹

Resumen. El presente estudio tiene por finalidad elaborar un abono orgánico bajo la técnica de compostaje, conocida como proceso de descomposición aeróbica. Se realizaron tres formulaciones de abono a partir de las plantas acuáticas Elodea (*Hydrilla verticillata*) y Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) en las siguientes proporciones: Elodea 100%, Jacinto de agua 100% y mezcla de ambas en una proporción de 50:50. A los abonos obtenidos se les realizaron análisis químico con la finalidad de cuantificar la cantidad de nutrientes presentes.

Palabras clave: Abono orgánico, *Eichhornia crassipes*, *Hydrilla verticillata*, Abonos y Fertilizantes.

Desarrollo

En agricultura, se utilizan en su mayoría abonos a partir de productos químicos artificiales para diferentes cultivos. En este trabajo se elaboró un abono orgánico a base de Elodea, *Hydrilla verticillata* (Fotografía 1) y Jacinto de agua, *Eichhornia crassipes*, (Fotografía 2) que se producen en el Lago de Coatepeque y Lago de Güija respectivamente, las cuales no están siendo utilizadas para generar algún subproducto que tenga beneficio para la comunidad y, por el contrario, constituyen un recurso renovable subutilizado de la zona.

Por ello se realizó esta investigación orientada a formular un abono orgánico que será respaldado por las respectivas pruebas de laboratorio que garanticen su calidad como nutriente del suelo.

En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de productos y, cada vez más, se están utilizando en cultivos orgánicos. Con estos abonos podría aumentarse la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos sin producir contaminación.



Fotografía 1: Elodea (*Hydrilla verticillata*)
Lago de Coatepeque

1. Directora de Escuela de Ingeniería Química. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA – FEPADE, Santa Tecla. creyes@itca.edu.sv



Fotografía 2: Jacinto o Lirio de agua (*Eichhornia crassipes*) Lago de Güija

La elaboración del abono se realizó por la técnica de compostaje, la cual consiste en el reciclaje de materia orgánica que tiene como producto final un abono orgánico (compost) de alta fertilidad y buen mercado. Es la técnica más sencilla y barata para reciclar compuestos orgánicos. Esta se refiere al proceso de descomposición aeróbico de compuestos orgánicos, sin embargo, puede estar asociada al proceso anaeróbico (biodigestión) y al vermicompostaje (con uso de lombrices).

El proceso aeróbico consiste en la descomposición de los compuestos orgánicos por acción biológica produciendo dióxido de carbono, agua y calor. En el proceso anaeróbico se produce dióxido de carbono, agua, metano, ácidos orgánicos y alcoholes.

A los abonos formulados se les realizaron diferentes análisis químicos para verificar la concentración de sus nutrientes. Los nutrientes que se analizaron fueron: nitrógeno total, fósforo total, potasio, hierro y manganeso.

El método de Kjeldahl se utilizó para determinar nitrógeno total. Dicho método consiste en digerir la muestra en condiciones ácidas; cuando la digestión se ha completado, la disolución se enfría, se diluye y se alcaliniza.

Luego, el amoníaco liberado se destila y se adsorbe en una solución de concentración conocida como ácido bórico.

La determinación de fósforo se efectuó por espectrofotometría a una longitud de onda de 400 nm. Este método se basa en disolver y transformar los compuestos fosforados a ortofosfatos, los cuales se hacen reaccionar para formar un complejo coloreado al que se le determina el % (en peso) de hierro presente.

Al igual que el fósforo, el manganeso se determinó por espectrofotometría a una longitud de onda de 525 nm. La técnica consiste en oxidar el manganeso a ácido permangánico mediante persulfato de amonio en presencia de nitrato de plata.

La determinación de potasio se verificó por un proceso de extracción con solución de bicarbonato de sodio, para luego ser determinado y cuantificado por el método de espectroscopía de absorción atómica dentro de los rangos que establece la norma.

El hierro se determinó por espectrofotometría a una longitud de onda de 510 nm. El proceso consiste en hacer reaccionar el hierro con una solución de 1,10 fenantrolina para formar un complejo coloreado.

Los análisis se realizaron a la Elodea y al Jacinto en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química de ITCA – FEPADE como apoyo a la investigación para cuantificar cada uno de los nutrientes presentes en los abonos obtenidos; también se verificaron en los laboratorios de la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES), y en la Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café (PROCAFE). En la tabla No. 1 se presentan algunos resultados.



El abono formulado contiene elementos como el nitrógeno y el fósforo, esenciales para el crecimiento de las plantas. Además, contiene elementos

como el hierro, necesarios en menor cantidad, pero no por eso menos importantes para el buen desarrollo de los vegetales.

NUTRIENTES	ABONO ORGÁNICO (referente) % en peso	ITCA-FEPADE		
		Elodea	Jacinto	Mezcla
NITRÓGENO TOTAL	1.85 %	1.08 %	1.12 %	1.16 %
FÓSFORO TOTAL	0.50 %	0.18 %	0.24 %	0.33 %
HIERRO	1.55 %	1.82 %	1.50 %	1.20 %

Tabla No.1: porcentaje de nutrientes presentes en cada uno de los abonos

Ventajas del uso de abono orgánico

La incorporación de abono compostado al suelo tiene las siguientes ventajas:

- Incorpora materia orgánica y nutrientes al suelo
- No contiene semillas de malezas
- Mejora las características físicas y biológicas (incorporando microorganismos beneficiosos del suelo)
- Da buenos rendimientos en cultivos de cereales, hortalizas, pastos y árboles

En la agricultura ecológica se le da gran importancia a los nutrientes orgánicos, debido a que cada vez más se están utilizando en "cultivos orgánicos". Con estos abonos se aumenta la

capacidad que posee el suelo para absorber los distintos elementos nutritivos, evitando la contaminación. Con todo lo anterior podemos concluir que:

- A partir de las plantas acuáticas Elodea y Jacinto de agua se obtuvo un producto en polvo que, por sus características químicas, puede ser considerado como abono orgánico.
- El abono que presenta mayor porcentaje en peso de nutrientes es el formulado a base de la mezcla de ambas plantas, excepto en el caso del hierro.
- Este tipo de abono se puede obtener en forma fácil y permite mantener la fertilidad de los suelos con buenos resultados en el rendimiento de los cultivos.

Bibliografía consultada

1. Reyes de Cabrera, C. ; Martínez, R. 2007. Trabajo sobre factibilidad de elaboración de abono orgánico a partir de plantas acuáticas: Elodea (*Hydrilla verticillata*) y Jacinto o Lirio de agua (*Eichhornia crassipes*), producidas en el Lago de Coatepeque y Laguna El Jocotal de Usulután. Santa Tecla, SV, ITCA – FEPADE.
2. Rodríguez R., JC. ; Marcano C., AE. ; Montañón, N. 2004. Caracterización química del composte nutritivo y su uso combinado con un fertilizante comercial en el cultivo del tomate. *Interciencia*. 29(5): 267-273. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/339/33909207.pdf>

OFERTA ACADÉMICA

CARRERAS TÉCNICAS

MECATRÓNICA
INGENIERÍA ELÉCTRICA
INGENIERÍA MECÁNICA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
INGENIERÍA CIVIL
INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
MECÁNICA AUTOMOTRIZ
ARQUITECTURA
LABORATORIO QUÍMICO
GASTRONOMÍA
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS GASTRONÓMICAS
MANTENIMIENTO DE COMPUTADORAS
INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS
INGENIERÍA DE REDES INFORMÁTICAS
INGENIERÍA DE LAS TELECOMUNICACIONES
LOGÍSTICA Y ADUANAS
HOSTELERÍA Y TURISMO
PESQUERÍAS
ACUICULTURA
ADMINISTRACIÓN Y OPERACIÓN PORTUARIA
LOGÍSTICA GLOBAL
ELECTRÓNICA

CARRERAS DE INGENIERÍA

MECATRÓNICA
LOGÍSTICA Y ADUANAS

MEGATEC Zacatecoluca



MEGATEC La Unión



Santa Tecla



Santa Ana



San Miguel

www.itca.edu.sv

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE República de El Salvador en América Central

FORMANDO PROFESIONALES PARA EL FUTURO



Nuestro método “APRENDER HACIENDO” es la diferencia

Sede Central Santa Tecla

Km. 11 Carretera a Santa Tecla.
Rutas de Buses: 101 B, 101 A directo, R 79
Tel. (503) 2514-7777
Fax. (503) 2514-7778

Regional San Miguel

Km. 140, Carretera a Santa Rosa de Lima.
Tel. (503) 2669-2292, (503) 2669-2299
Fax. (503) 2669-0961

Regional Santa Ana

Final 10a. Av. Sur, Finca Procvia
Tel. (503) 2440-4348, (503) 2440-2007
Tel. Fax. (503) 2440-3183

MEGATEC La Unión

C. Santa María, Col. Belén, atrás del
Instituto Nacional de La Unión.
Tel. (503) 2668-4700



MEGATEC Zacatecoluca

Km. 64 1/2, desvío Hacienda El Nilo,
sobre autopista a Zacatecoluca y Usulután.
Tel. (503) 2334-0763, (503) 2334-0768
Fax. (503) 2334-0462