REVISTA TECNOLÓGICA

Escuela Especializada en Ingeniería
ITCA FEPADE

ISSN 2072-568X

REVISTA TECNOLÓGICA

Vol. 4 Nº 4 - Año 2011

ITCA Editores

ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE

Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centroamérica.

Comisión de Acreditación de la Calidad Académica
INSTITUCION ACREDITADA
2008-2013

Rectora
Lic. Elsy Escolar SantoDomingo
Vicerrector Académico
Ing. José Armando Oliva Muñoz
Vicerrectora Técnica Administrartiva
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

Revisión-Diseño-Diagramación
Lic. Ernesto Girón
Ing. Mario W. Montes
Ing. Jorge Agustín Alfaro
Lic. María Rosa de Benítez
Lic. Vilma Cornejo de Ayala
Lic. Magaly Cardoza
Ing. David Ágreda

607.3
R485 Revista tecnológica [texto] / Escuela Especializada en Ingeniería ITCA- FEPADE. - vol. 4, no. 4 (2011). - Santa Tecla, El Salvador: ITCA Editores, 2012.
60 p.: il. ; 28 cm.

Anual.
ISSN: 2070-0458

1. Tecnología. 2. Ingeniería eléctrica. 3. Redes de información. 4. Ingeniería mecánica. 5. Turismo – La Unión. 6. Publicaciones seriadas. I. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE.

PBX: (503)2132-7400

FAX: (503)2532-7599

Revista Tecnológica es una publicación anual de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. La revista contiene artículos técnicos, académicos y de proyectos de investigación 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: 70 ejemplares.
ISSN 2072-568X

Año 2011

CONTENIDO

Presentación..... 4

Identidad Institucional..... 5

I. Diseño de circuitos de control para válvulas proporcionales en sistemas hidráulicos 6
Ing. Rigoberto Alfonso Morales/Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

II. Conexiones inalámbricas: ¿Una puerta abierta para los hackers? 12
Ing. Morris William Díaz Saravia/Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

III. Estrategia metodológica para el desarrollo de un sistema tutor inteligente: módulo del dominio..... 19
Ing. Carlos E. Lemus Serrano/Escuela de Ingeniería en Computación

IV. Control distribuido y buses de campo: flexibilidad, integración y eficiencia 25
Ing. *Francisco Rodolfo Ramos Jiménez/Escuela de Ingeniería en Mecatrónica*

V. Puesta a tierra efectiva en una instalación eléctrica residencial..... 29
Ing. Gustavo Enrique Vásquez Novoa/Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
Ing. Carlos Roberto Barrientos/Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

VI. Desarrollo de aplicaciones para tecnologías móviles..... 34
Ing. Carlos Enrique Lemus Serrano/Escuela de Ingeniería en Computación
Ing. Jhony Mikel Escobar/Escuela de Ingeniería en Computación

VII. Diseñando y construyendo nuevo equipo de laboratorio para ITCA-FEPADE..... 37
Ing. René Mauricio Hernández Ortiz/Escuela de Ingeniería Mecánica e Industrial

VIII. El turismo como dinamizador de la economía y aportes de innovación tecnológica para la Zona Oriental de El Salvador...... 41
Lic. Jorge Luis Zelaya Garay/Escuela de Gastronomía y Turismo

IX. La calidad del agua del Río Sucio en la zona del Valle de San Andrés 46
Inga. *Alma Verónica García/Escuela de Ingeniería Química*

X. Reflexionando en la Web..... 51
Ing. Dennis Isaías Cervantes Núñez/Escuela de Ingeniería en Computación

XI. Porqué los salvadoreños debemos ser emprendedores..... 55
Lic. Nelson Paredes Martínez/Unidad de Fomento al Emprendimiento

PRESENTACIÓN

La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE presenta a la comunidad académica, al sector empresarial, a instituciones gubernamentales, a la cooperación internacional y a la sociedad en general, el volumen 4 de la Revista Tecnológica ITCA-FEPADE año 2011.

La redacción de artículos técnicos, científicos y del quehacer académico es un medio de expresión para los docentes de ITCA-FEPADE, actividad que se vuelve una práctica que enriquece permanentemente esta labor , así como la investigación y la producción académica de la institución.

Los objetivos fundamentales de esta Revista son: estimular y fomentar en la comunidad académica la redacción de artículos para compartir y difundir el conocimiento, promover resultados de la investigación y la innovación tecnológica, compartir artículos técnicos con el sector empresarial, así como despertar el interés de la sociedad por la ciencia y la tecnología.

Como resultado de este nuevo esfuerzo, en esta edición se presentan artículos relacionados con las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, TIC, referentes al control distribuido y buses de campo, las conexiones inalámbricas y los riesgos para los usuarios; la estrategia metodológica para desarrollar un tutor inteligente y el desarrollo de aplicaciones para tecnologías móviles.

En el campo de la electricidad y la electrónica industrial, se abordan temas relacionados con el diseño de circuitos de control para válvulas proporcionales en sistemas hidráulicos, así como la puesta a tierra efectiva en una instalación eléctrica residencial por métodos no convencionales y bajo norma.

Se presentan artículos de interés relacionados con el área de investigación aplicada que describen resultados de proyectos; uno se refiere al diseño y la construcción de nuevos equipos de laboratorio en el área de electroneumática en la sede central de ITCA-FEPADE y el otro reafirma las condiciones críticas de contaminación hídrica industrial de un sector del Río Sucio en el municipio de San Juan Opico.

Se incluye un tema innovador en el que se enfoca el turismo como un área a desarrollar y que puede contribuir a dinamizador la economía de la Zona Oriental de El Salvador.

Por último, considerando la importancia de la Misión Institucional, en el sentido de formar profesionales integrales y competentes como trabajadores y como empresarios, se hace un planteamiento del por qué los salvadoreños debemos ser emprendedores.

Agradecemos la colaboración de todos los autores que participaron con sus aportes para la edición de este volumen de la Revista Tecnológica de ITCA-FEPADE.

ITCA-EDITORES

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 de circuitos de control para válvulas proporcionales en sistemas hidráulicos

Ing. Rigoberto Alfonso Morales[1]

Resumen. Este artículo trata sobre los aspectos relacionados a la técnica de control electrónico de las válvulas proporcionales utilizadas en maquinaria con sistemas hidráulicos inventadas en los años 30. Las válvulas de control han permitido la solución de problemas de movimiento controlado de grandes cargas físicas tales como aviones, barcos, tractores y maquinaria de inyección de moldeo plástico en las que es necesario controlar la fuerza de grandes masas de hierro por medio de las presiones altas que se obtienen en los sistemas que utilizan el aceite hidráulico. Los primeros controladores electrónicos de estas válvulas utilizaban reóstatos a fin de regular el voltaje proporcional al movimiento requerido.

La tecnología electrónica, con sus innovaciones y componentes más eficientes, ha permitido también el control de estas válvulas. La utilización de transistores MOSFET (transistores de conmutación de grandes corrientes y operando con altas frecuencias) junto con la técnica PWM (Modulación de Ancho de Pulso), ha permitido el diseño de circuitos de control más eficientes, lo que se traduce en menor calor y menor espacio, así como reducir su peso.

En éste artículo se describe el diseño realizado con PWM para el control de válvulas proporcionales de 12 y 24 V, así como el diseño de un control por fase con SCR (Rectificador Controlado de Silicio) para una válvula proporcional de 10 V. Se estudian los efectos de variación de voltaje así como la variación de frecuencia en el comportamiento. Tanto la técnica de PWM con MOSFET y la técnica de control de fase con SCR permiten la variación del voltaje promedio y también el voltaje RMS que hacen ajustar la posición del vástago de la bobina a la posición deseada, y este vástago regulará la válvula para variar la presión o el flujo del aceite hidráulico.

Palabras clave. *Servomecanismo, control hidráulico, modulación de impulsos (electrónico), ingeniería hidráulica, electrónica de potencia.*

Desarrollo

El control y transmisión de energía por medio de un fluido presurizado se ha desarrollado en las ultimas décadas de tal forma que es posible lograr controles de alta potencia con gran exactitud y rapidez especialmente en áreas tales como la maquinaria industrial, control de naves aéreas y el manejo de grandes fuerzas como en la maquinaria hidráulica de terracería y construcción.

La combinación de los circuitos y componentes electrónicos con la rapidez y altos niveles de fuerza de los sistemas hidráulicos ha conducido a la solución de estas aplicaciones industriales de potencia hidráulica.

La ingeniería de potencia hidráulica tiene cuatro clases de válvulas de control eléctricas, las cuales son:

1. *Ingeniero Electricista, Coordinador de la carrera de Técnico en Ingeniería Electrónica Industrial, Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE Sede Santa Tecla. E-mail: rigoberto.morales@itca.edu.sv*

a) Válvulas de conmutación ON – OFF. Son ampliamente utilizadas para permitir o no el flujo de aceite hidráulico.

b) Válvulas electrohidráulicas proporcionales. Utilizadas ampliamente en los sistemas de lazo abierto (sin un sensor de posición) son controladas electrónicamente para producir una presión de salida o la rapidez del flujo proporcional a la señal de entrada.

En la figura 1 se observa el cuerpo de una válvula de control de presión para los pistones de una máquina de fabricación de plástico.

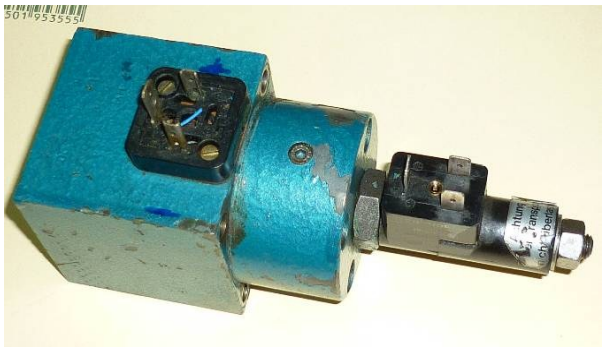


Figura 1. Válvula proporcional de máquina de inyección de plásticos de 24 VDC.

Éstas ofrecen las ventajas de inversión de sentido, variación continua de los parámetros controlados y permite reducir el numero de dispositivos hidráulicos requeridos para tareas particulares de control.

c) Servo válvulas electrohidráulicas. Generalmente se usan en sistemas de control de lazo cerrado. El concepto de servo es una expresión ampliamente utilizado. Indica que es un sistema en el cual una señal de entrada de baja potencia es amplificada para generar una señal o salida de alta potencia. Por ejemplo una señal de baja potencia de 0.08 Watts puede producir un control analógico de potencia alcanzando los 100 KW.

Los sistemas servo electrohidráulicos producen uno de los mejores tipos de controladores desde el punto de vista de precisión y tiempo de respuesta. Se utilizan para controlar casi todos los parámetros hidráulicos y mecánicos tales como la presión, presión diferencial, velocidad angular, desplazamiento, desplazamiento angular, fuerza y otros parámetros.

d) Válvulas digitales. En este tipo de válvulas, un motor de pasos, controlado por los pulsos de un microprocesador, regula el posicionamiento de la válvula.

Control continuo de las válvulas proporcionales

Como se ha expresado anteriormente una válvula proporcional no tiene un sensor de posicionamiento, su desplazamiento es proporcional al voltaje aplicado. Ahora bien, esta válvula proporcional se denomina servo válvula cuando se agrega un sensor de desplazamiento y un circuito corrector compara el desplazamiento deseado con el desplazamiento actual y este sistema se denomina control de lazo cerrado. Generalmente el sensor de posicionamiento de la servo válvula es el LVDT.

Todas las bobinas usadas en las válvulas proporcionales son bobinas de corriente directa DC. Las bobinas de AC tienen una elevación de corriente inicial aproximadamente 5 veces mayor que su corriente en reposo.

Los solenoides DC no presentan estas elevaciones, así que la armadura puede permanecer parcialmente desplazada sin incrementar su corriente. Al desplazarse parcialmente la armadura, el spool o émbolo puede desplazarse también parcialmente, produciendo también una salida parcial de la válvula.

El método más simple utilizado para manejar o controlar una válvula proporcional sería utilizar un reóstato pero la disipación del reóstato producirá calor desperdiciando potencia y haciendo ineficiente el control.

Es necesario utilizar un método más eficiente. Existen diferentes técnicas para controlar la potencia entregada a una carga de tipo DC. Por ejemplo:

Control lineal o activo con un transistor de potencia de paso, es similar a una fuente lineal regulada.

Este tipo de control requiere un transistor de potencia que esta realizando la misma función de un reóstato y por lo tanto es ineficiente.

Control de potencia por PWM

En esta técnica se aplica a la bobina DC el voltaje máximo de 24 V interrumpiendo la corriente a la bobina en pulsos de alta frecuencia. El ancho del pulso determinará el valor promedio de voltaje entregado a la bobina. Esta técnica es muy eficiente ya que el transistor disipa una potencia muy pequeña y no genera un calor significativo.

Control de Fase

Este tipo de control es comúnmente realizado para el control de los motores DC. Utilizando SCR se hace conducir éste a un ángulo dado de disparo y este recorte de los semiciclos permite variar el voltaje promedio a la bobina de la válvula.

En este trabajo se presentan dos diseños de control de potencia de válvulas de 24 V DC utilizando estos dos últimos enfoques, es decir PWM y control de fase.

Construcción de una válvula proporcional.

Una válvula proporcional consta de una válvula hidráulica direccional de pilotaje cuyo spool o émbolo es movido por una bobina y es el principio de los altavoces, en los que una bobina interactúa con un magneto para producir el movimiento o desplazamiento de la misma. Cuando la corriente circula por la bobina, se genera una fuerza electromotriz que produce el movimiento de la armadura, la cual mueve el émbolo de una válvula de liberación de presión.

Este principio es conocido como Voice Coil y se utiliza ampliamente en los discos duros para mover o posicionar los cabezales lectores del disco.

Varios factores tienen una influencia en el error de la corriente a la bobina y la posición del émbolo de la válvula. Por ejemplo la histéresis del resorte y la fricción del émbolo de la válvula, así como pérdidas en la bobina misma, son los factores causantes del error. A fin de eliminar estos efectos de fricción e inercia, a menudo se agrega una señal senoidal de baja amplitud y baja frecuencia en la señal de control de corriente de la bobina. Esta señal extra es denominada dither o vibración, y su efecto es mantener el émbolo de la válvula en constante movimiento en un esfuerzo por responder a la inercia y la fricción. Idealmente esta oscilación causada por la vibración no altera la salida de la válvula.

DISEÑO DE UN CONTROL DE POTENCA POR PWM

El control de potencia a cargas DC como la velocidad de los motores DC o solenoides de válvulas puede realizarse variando el voltaje de la fuente de suministro de potencia aplicado a la armadura. Se puede variar el voltaje promedio conectando y desconectando rápidamente la fuente aplicada a una carga de manera que podemos variar la velocidad del motor. Esta conexión y desconexión por medio de pulsos de alta frecuencia, es la llamada modulación de ancho de pulsos o PWM.

Con esta modulación alteramos únicamente el ancho de los pulsos sin cambiar la frecuencia y alteramos así, el voltaje promedio a la armadura. El dispositivo de conexión y desconexión puede ser un transistor bipolar o un MOSFET de potencia el cual presentará únicamente los estados de corte y saturación, lo que hace que el transistor no disipe una potencia apreciable.

Así, el control de velocidad es altamente eficiente ya que la potencia es entregada enteramente al motor y el control no produce calor o potencia disipada.
El transistor más adecuado para utilizar en esta técnica es el transistor MOSFET por las ventajas de manejar altas corrientes, y de manejo simple en su compuerta.

Existen diversos tipos de transistores MOSFET pero en electrónica de potencia se utilizan los MOSFET llamados de enriquecimiento y de canal N para conmutar rápidamente cargas hasta de 100A.

Estos transistores, a diferencia de los transistores bipolares, son controlados por voltaje y no por corriente. Esto los hace útiles en los convertidores de voltaje de DC a AC, ya que son más eficientes que el transistor bipolar porque no se gasta energía (corriente de base) en el circuito de control. Esto permite a su vez, una mayor facilidad en el diseño de los circuitos de control. Incluso la salida misma de los operacionales puede utilizarse para manejar la compuerta de estos transistores. Quizás, el pequeño inconveniente de estos dispositivos es que son sensibles a la electricidad estática que los destruye fácilmente. Pero una alta resistencia de 100K entre compuerta y source disminuye este riesgo y no afecta la operación del dispositivo.

¿Cómo se logra variar el ancho del pulso para modular la potencia?

El ancho del pulso en la compuerta del MOSFET se obtiene utilizando un comparador con amplificador operacional, éste compara un voltaje de referencia constante con una señal de diente de sierra. La figura 2 muestra un comparador de precisión realizando la comparación de una señal de diente de sierra con un voltaje de referencia variable.

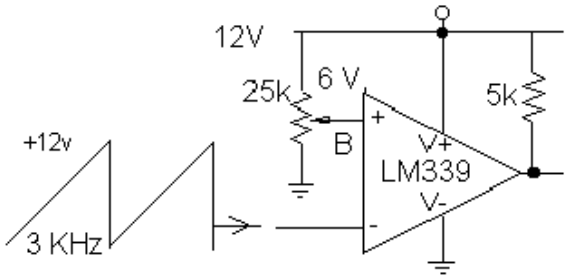


Figura 2. Comparación de una onda de diente de sierra con un voltaje de referencia.

El pulso en la salida producto de la comparación, es el pulso mostrado en la figura 3.

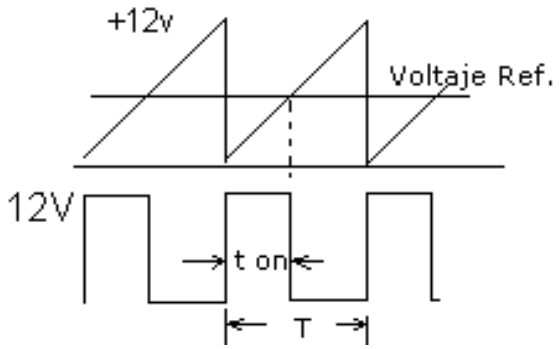


Figura 3. El resultado de la comparación es un pulso de ancho variable dependiente del voltaje de referencia.

Como se observa, al aumentar el voltaje de referencia aumentará el ancho del pulso y al aumentar el ancho del pulso se aumentará el voltaje promedio entregado a la bobina de la válvula. En la Fig. 4 un MOSFET es utilizado para controlar la potencia de una lámpara de 12 V, su brillo aumentará si se aumenta el ancho de pulso de encendido.

Estos transistores pueden manejar grandes corrientes lo que posibilita manejar las corrientes típicas de 1.5 o 2 amperios de las bobinas de las válvulas.

Se muestra en la figura 4 la conexión del transistor MOSFET cuya excitación de compuerta proviene del comparador.

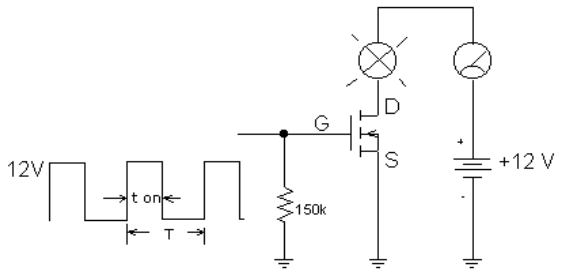


Figura 4. Modulando el ancho del pulso de encendido se modula la potencia y el brillo de la lámpara.

El diseño del circuito completo de control de la válvula se muestra en la figura 5. En este diseño es posible variar el ancho del pulso, así como variar la frecuencia portadora o triangular. Si esta frecuencia de la onda portadora es baja se logra el efecto de dither o vibración.

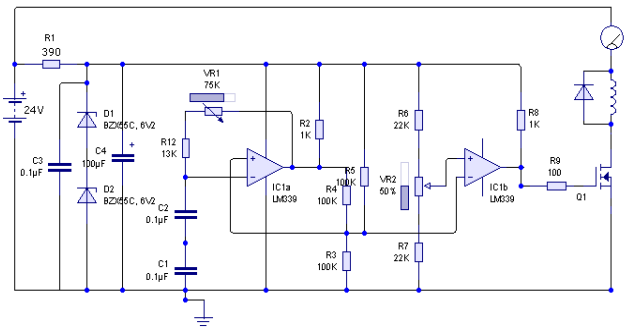


Figura 5. Circuito controlador de potencia PWM utilizando un único circuito integrado comparador; el primer comparador es el oscilador de onda triangular y el segundo comparador compara el valor deseado de corriente con la onda portadora.

DISEÑO DEL CONTROLADOR POR FASE

Utilizando un SCR en media onda es posible controlar el voltaje promedio entregado a la bobina solenoide de la válvula, variando el ángulo de disparo por medio de dos redes de retardo de disparo a la compuerta del SCR. Las resistencias son de bajo valor a fin de mantener un voltaje inicial pequeño para que la bobina se encuentre ligeramente energizada y no aplicar un voltaje desde cero voltios.

Este circuito presenta dos grandes ventajas para el control de las válvulas, ya que el voltaje es de media onda, este presenta un gran rizado natural que sirve como la señal de dither y que ya no es necesario agregar a la onda de voltaje de regulación.

Otra ventaja que presenta este circuito es que como tiene capacitores en el circuito de compuerta, estos capacitores realizan la función de rampa de aceleración como de desaceleración en los cambios de voltaje de control.

Este circuito se probó exitosamente con una válvula proporcional de 10 V. El circuito para una válvula de 24 debe ser alimentado por un transformador de 50 V a fin de lograr un voltaje promedio de 24 V.

Se puede observar en el circuito de la figura 6 la doble red de retraso y los cambios de posición de la válvula se hacen cambiando la resistencia ajustable VR1.

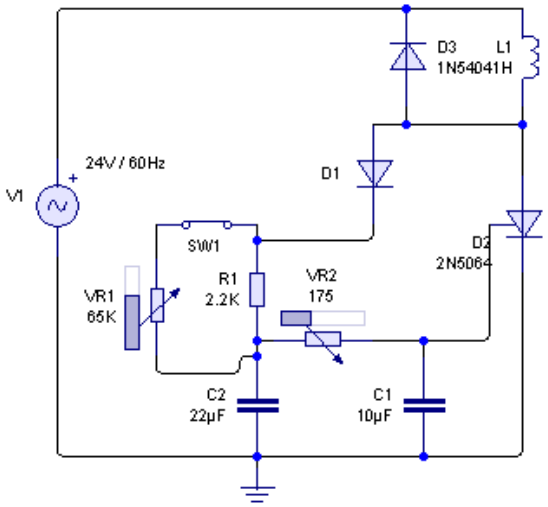


Figura 6. Circuito con SCR para el control de la válvula por variación del ángulo de disparo. Adelantando el ángulo se logra mayor potencia a la bobina.

CONCLUSIÓN

Las válvulas proporcionales permiten el control de presión o flujo en los sistemas hidráulicos (sin la precisión, complejidad y costo de las servo válvulas) logrando movimientos de control de fuerza o la velocidad de cilindros hidráulicos de gran potencia mecánica en la maquinaria industrial.

La disponibilidad de los componentes electrónicos y las diversas técnicas de control ofrecen una amplia selección en el diseño de los circuitos de control de estas válvulas. Estos circuitos de control, pueden ser gobernados desde interruptores manuales o por controladores automáticos programados.

GLOSARIO

Amplificador de servo válvula: Es el dispositivo electrónico que amplifica una señal eléctrica de comando para proporcionar potencia a fin de activar la bobina de una servo válvula o de una válvula proporcional.

Control por fase: Técnica de regulación de potencia eléctrica entregada a una carga, por variación del ángulo de disparo a un SCR o TRIAC.

Dither: Una señal eléctrica periódica de baja amplitud con una frecuencia relativamente alta súper impuesta a la señal de entrada de la servo válvula para mejorar la resolución del sistema.

LVDT: Transformador lineal variable y diferencial: es un sensor de alta resolución que se usa para medir desplazamiento longitudinal, se usa comúnmente como el sensor de una servo válvula y que puede ir montado en el mismo encapsulado de la servo válvula o en un montaje externo.

MOSFET: Transistor de Efecto de Campo de Semiconductor y Metal-Oxido. Este tipo de transistor es ampliamente utilizado para la conmutación de corrientes altas a frecuencias superiores a las del transistor.

PWM (Pulse Width Modulation): Es una técnica de control de potencia eléctrica entregada a una carga por variación del ancho del pulso del voltaje aplicado, siendo la amplitud del voltaje aplicado constante o fijo.

SCR: Rectificador Controlado de Silicio.

Servomecanismo: Un sistema de control que mantiene automáticamente la posición de un objeto en una posición deseada.

Servo válvula: Dispositivo utilizado para producir un control hidráulico en un servomecanismo.

Servo válvula electrohidráulica: Servo válvula que produce un control hidráulico en respuesta a una entrada de señal eléctrica.

Válvula proporcional: Es una válvula de control del flujo hidráulico proporcional a una señal eléctrica. Una válvula proporcional no esta asociada a un sensor de posicionamiento y por esta razón no se considera una servo válvula.

Voice coil: Principio de electromagnetismo en el cual una bobina cubre a un imán estacionario. Al aplicar corriente a la bobina esta se desplaza proporcionalmente a la magnitud corriente.

Bibliografía consultada

1. DE ROSE, Don. Proportional and servo valve technology. Fluid power journal [en línea]. March /April 2003, no.12. [fecha de consulta: 15 Junio 2012. Disponible en: http://www.moog.com/literature/ICD/ProportionalServoValveTechnolog-fpjarticle.pdf
2. MALONEY, Timothy J. Electrónica industrial moderna. 5a. ed. Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación, 2006. 972 p. ISBN: 970-26-0669-1
3. POLEY, Richard. DSP control of electro-hydraulic-servo actuators. Texas instruments [en línea]. January 2005. [fecha de consulta: 15 Junio 2012]. Disponible en: http://www.ti.com/lit/an/spraa76/spraa76.pdf?DCMP=OTC-DSP_March2005&HQS=EtechInnovations%2BNL%2Betechmar05appnhydservai
4. RABIE, M. Galal. Fluid power engineering. México, D.F. : McGraw-Hill, 2009. 448 p. ISNB: 9780071622462

CONEXIONES INALÁMBRICAS: ¿Una puerta abierta para los hackers?

Ing. Morris William Díaz Saravia [1]

Resumen. El desarrollo y alcance logrado por la Internet ha hecho ineludible la expansión de las redes inalámbricas. De hecho, el Gobierno de Finlandia ha declarado –en enero del 2010- que el acceso a Internet por banda ancha es un derecho universal y que todos los finlandeses deben tener una conexión de 100 Mbps en el transcurso de 5 años.

Una forma económica de ampliar las redes y llegar a mayor cantidad de usuarios son los puntos de acceso de red inalámbrica, los cuales tienen la ventaja de no necesitar cableado y permiten la movilidad de los equipos conectados a él.

Dicha circunstancia ha propiciado la proliferación de los puntos de acceso en las empresas y los hogares. Este artículo describe los problemas de seguridad que se introducen en la red al agregar puntos de acceso inalámbrico, así como las alternativas de solución para proteger dichas redes del ataque de hackers.

En este artículo se describen las comunicaciones inalámbricas para redes de datos, comúnmente denominada WI-FI: sus principios, equipos y protocolos que se utilizan, con énfasis en la seguridad, mostrando sus debilidades así como detallando las contramedidas necesarias para mejorarla.

Palabras clave. *Sistemas de transmisión de datos, antenas (electrónica), redes inalámbricas, seguridad inalámbrica, conexiones inalámbricas.*

Desarrollo

Una red inalámbrica basada en la pila de protocolos 802.11 es una forma económica de ampliar una red preexistente, así como de implementar una nueva red. Una red inalámbrica, a diferencia de las redes cableadas, no necesita del proceso de cableado; basta con instalar las tarjetas de red WIFI en los equipos de cómputo agregando (aunque no es necesario) un Access Point, AP (con su configuración de fábrica, lo cual no es muy recomendable), y casi de forma automática se tiene configurada y operando la red.

La principal ventaja de las redes inalámbricas es su bajo costo de instalación; otra ventaja es la movilidad que otorga a los equipos portátiles.

Comunicaciones Inalámbricas

Las comunicaciones inalámbricas en las redes de computadoras se basan en los protocolos de comunicación 802.11 de la IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).

1. Ingeniero Electricista, Docente- Coordinador de la carrera de Ingeniería de las Telecomunicaciones. Escuela *Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Sede Santa Tecla. E-mail:* wsaravia@itca.edu.sv

A) Protocolos de Comunicación inalámbrica
Se refieren a la capa física y capa de enlace del modelo OSI (siglas en inglés de Open Systems Interconnection). Los estándares de redes inalámbricas a la fecha son:
802.11a: es una norma que permite la comunicación hasta 54 Mbps; opera en la banda ISM (banda gratuita para aplicaciones industriales, científicas y médicas) de 5 Ghz, lo cual la vuelve incompatible en Japón y parte de Europa, donde dicho espectro está dedicado a la Hyperlan2. Utiliza OFDM (Orthogonal Frecuency Division Multiplexing) como esquema de modulación.

802.11b: es uno de los protocolos más utilizados desde su normalización de 1999. Tiene una de transmisión de 11 Mbps, utiliza la banda ISM desde 2.4 Ghz hasta 2.484 Ghz. No es compatible con 802.11a. Utiliza un esquema de modulación DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum – espectro expandido por secuencia directa).

802.11g: es el estándar por defecto actualmente; es compatible con 802.11b y tiene una tasa de transmisión máxima de 54 Mbps, aunque utiliza la misma banda (2.4 Ghz) que la 802.11b; su esquema modulación es diferente: OFDM.

802.11n: es el estándar más reciente. Fue ratificado por la IEEE en Septiembre de 2009; trabaja en las bandas de 2.4 Ghz y 5 Ghz y su velocidad máxima se ha dispuesto en 600 Mbps. Algunos fabricantes ya disponen de dispositivos 802.11n (AP y tarjeta WIFI) que trabajan hasta 300 Mbps (estable de 1 a 108 Mps). Esta tecnología es compatible con 802.11a, 802.11b y 802.11g, transmite en múltiples canales utilizando hasta 3 antenas diferentes.

B) Modos de trabajo de una red inalámbrica 802.11
El bloque constructivo de una red es el conjunto básico de servicios (Basic Services Set o BSS). Un BSS es un conjunto de estaciones que se comunican unas con otras y la comunicación tiene lugar en un área de límites difusos denominada área básica de servicios. A cada BSS se le asocia un SSID (Service Set Identifier), que es un nombre incluido en cada paquete de la red WIFI. Dicho identificador puede tener hasta 32 caracteres alfanuméricos y se constituye en el nombre de la red. Cuando deseamos unirnos a una red inalámbrica, aparece el SSID como identificador de dicha red.

Se pueden tener dos modos de trabajo de los BSS:

Ad Hoc: las estaciones del BSS no utilizan un Access Point; se comunican únicamente con su tarjeta WIFI, una de las tarjetas asume la función del AP.
El SSID en este caso recibe el nombre de BSSID (Basic Service Set Identifier).

Infraestructura: son redes en las cuales, además de las estaciones inalámbricas, existe un Access Point (AP) y la comunicación se da en dos saltos: de la estación 1 al AP, y del AP a la estación 2.
En este caso, el SSID toma el nombre de ESSID (Extended Service Set Identifier)

C) Alcance de un Access Point
El alcance de la señal WIFI es la distancia máxima entre el AP y el cliente WIFI que permita una comunicación satisfactoria. Un AP tiene un alcance entre 20 metros y 200 metros (este último lo obtiene el fabricante en un ambiente ideal de laboratorio). Aunque el alcance puede ser inferior en base a factores como los obstáculos y el protocolo usado, en general se puede aumentar utilizando antenas de mayor ganancia y mediante amplificadores.

El alcance de la señal afecta la máxima velocidad de transmisión: a mayor distancia entre AP y cliente inalámbrico, la señal recibida es más débil. En este escenario el AP asegura la comunicación

disminuyendo la velocidad de transferencia

Los factores que afectan el alcance son:

Paredes y obstáculos: en un ambiente libre de obstáculos como paredes, muebles metálicos, etc., la señal inalámbrica tendrá un mayor alcance que en uno que tenga dichos obstáculos. Se corrige colocando el AP en un lugar alto (1.5 mts. a 2 mts. sobre el piso).

Interferencias electromagnéticas: las producen hornos microondas, teléfonos celulares y otros AP.

Potencia de transmisión: en el AP, ésta se puede considerar constante, aunque en algunos es un valor parametrizable, puede variar entre 30 mW a 200 mW o más. El componente donde se puede regular, y generalmente está disminuida la intensidad de la señal es en los equipos portátiles, donde el ahorro de la batería es crítico, y por defecto el sistema minimiza la señal de la tarjeta WIFI para un mayor tiempo-batería. En este escenario el sistema operativo proporciona la herramienta para cambiar la potencia de la antena.

Ganancia de la antena: la forma y direccionalidad de la antena afecta su alcance. Por defecto un AP tiene una antena omnidireccional, la cual emite en todas las direcciones. El mismo principio es aplicado a la antena del adaptador inalámbrico en el computador. Para mejorar el alcance se puede instalar amplificadores o antenas bidireccionales o unidireccionales con mayor ganancia, las cuales logran mayor alcance en una dirección sacrificando la ganancia en otras direcciones.

Interferencia de otros AP: ésta puede ser intercanal o cocanal. Las distintas frecuencias en la que se transmite la señal se denominan canales. El estándar define 14 canales, pero por limitaciones en diferentes regiones del mundo, sólo se utilizan 11 canales, que son los que traen definidos la mayoría de AP. La figura 1 muestra la distribución de dichos canales:

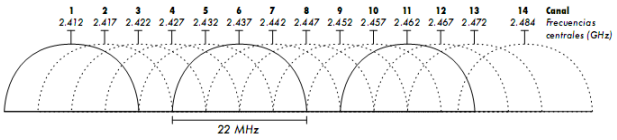


Figura 1. Canales de transmisión del estándar 802.11

Los canales tienen 22 MHz de ancho; están separados por 5Mhz, pero como se observa en la figura, hay una superposición de canales contiguos. Sólo existen tres canales que no se superponen: 1, 6 y 11. Se denomina interferencia intercanal cuando 2 AP usan el mismo canal, e interferencia cocanal cuando son canales adyacentes.

Un AP 802.11g u 802.11b sólo transmite por un canal. Si se van a tener múltiples BSS se recomienda una configuración de canal como la mostrada en la figura 2 para evitar interferencias.

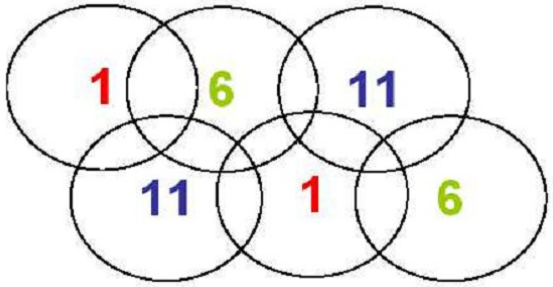


Figura 2. Configuración recomendada de canales cuando existen múltiples Access Point.

Aunque se pueda pensar que los teléfonos inalámbricos y los hornos microondas son las principales causas de interferencias en las redes WLAN (Wireless Local Area Network), las propias redes WLAN de los vecinos están empezando a ser la creciente causa de ruido e interferencias.

D) Seguridad inalámbrica

En una red cableada la seguridad se simplifica: si una persona tiene acceso a un computador conectado a un SWITCH de la red, entonces puede usar los recursos de la misma. La red es considerada confiable si todos los equipos de ésta son accedidos por personas de confianza.

En una red inalámbrica el modo de acceso es muy diferente al planteado para redes cableadas:

1. Aunque el alcance del AP idealmente puede oscilar arriba de los 100 metros, en la práctica cualquiera que tenga una antena de alta ganancia puede acceder al AP desde kilómetros de distancia. Las ondas de radio del AP no se cortan bruscamente en el límite de la propiedad, estas siguen, es "difuso" su límite. El record Guiness de alcance de una red WIFI es de 382 Km.
2. No hay un cable visible que se pueda rastrear hasta el intruso, puede estar en cualquier ubicación dentro del alcance del AP. El intruso puede estar en el cuarto de al lado o a algunos kilómetros de distancia.
3. Dicho intruso puede rastrear los paquetes sin necesidad de transmitir ninguno, almacenar los paquetes rastreados en un disco duro y luego aplicar algoritmos de desencriptado para obtener contraseñas de correo y de las cuentas de banco.

Al descifrar dichos paquetes puede elaborar un sofisticado plan de ataque a la red.
Es necesario pensar en mecanismos de seguridad confiables que limiten a un mínimo cualquier intrusión, pero al tomar decisiones de seguridad debe considerarse por encima de todo, que la red existe para facilitar la comunicación de todos sus usuarios.

Por otra parte, el factor humano introduce una falla de seguridad extra: usuarios involuntarios que se conectan a cualquier red disponible, cazadores de redes inalámbricas e intrusos que tienen las herramientas y la mala intención de acceder a los datos de la red.

E) Técnicas de seguridad inalámbrica

Aunque una red inalámbrica presenta algunas ventajas, a nivel de seguridad abre una puerta trasera a la red, presentando múltiples problemas a los cuales tiene que enfrentarse el diseñador de la red. A continuación se verán las herramientas y técnicas para aumentar la seguridad de las redes inalámbricas, así como sus fortalezas y debilidades.

1. Filtrado MAC: cada tarjeta de red tiene una dirección única de 6 bytes denominada MAC; en el filtrado MAC se autentican las estaciones clientes en el AP el cual tiene una tabla de direcciones aprobadas.

Fortaleza.

- Los usuarios involuntarios no pueden conectarse a la red.

Debilidad.

- Un usuario malintencionado corre una aplicación, lee los paquetes y detecta una o más MAC validadas en la tabla y mediante software cambia la MAC de su tarjeta pudiendo acceder al AP.

2. Configuración de Red Cerrada: los AP difunden al medio su ESSID varias veces por segundo, permitiendo a sus clientes que la detecten. En una red cerrada, el AP no difunde su ESSID y obliga a los clientes a que conozcan el ESSID para conectarse.

Fortaleza.

- No está visible el ESSID, por tanto no es desplegado por los clientes de forma explícita.

Debilidad.

- Los clientes mandan sus paquetes y si estos son capturados por usuarios malintencionados pueden extraer el ESSID.
  Por otro lado genera múltiples inconvenientes este método:
  - Los usuarios de la red requerirán mayor soporte técnico para conectarse y pueden generar múltiples quejas al fallar el soporte.
  - Si se instala una red adyacente por un tercero, aunque se haga un estudio de las redes existentes del lugar, al no ver la red (ESSID) podría existir interferencia intercanal o cocanal.
  - El nivel de seguridad es pobre frente al software que corren usuarios malintencionados para leer los paquetes. Por ejemplo el software Kismet.

F) Métodos de encriptación

Los siguientes son métodos de encriptación. Si se utiliza una fuerte encriptación se puede autenticar a los usuarios de forma segura y confiable; además evita que los usuarios malintencionados fisgoneen fácilmente el tráfico de red.

1. Encriptación WEP: del inglés Wired Equivalent Privacy, WEP, utiliza una clave compartida de 40 bits para autenticar al cliente con el AP.

Fortaleza:

- Cuando alguien desea conectarse al AP éste solicita la clave WEP desalentando su intención. Provee cierto nivel de privacidad, aunque actualmente hay ataques muy difundidos en la red que obtienen la clave WEP mediante técnicas de hacking.
- Otra ventaja es que la clave WEP está muy difundida en los AP y casi todos soportan los protocolos 802.11b, g y n.

Debilidad:

- Es una clave compartida y en nuestro medio significa que un buen porcentaje de usuarios no necesariamente de confianza la conocerán con mínima Ingeniería social.
- Actualmente, la encriptación WEP se considera deficiente por vulnerabilidades descubiertas que posibilitan generar un ataque, con el cual en menos de 15 minutos se obtiene la clave WEP.

2. Encriptación WPA: del inglés WIFI Protected Access, es un sistema de encriptación que supera las debilidades de WEP. Puede ser de una clave de 20 caracteres (160 bits) o de 63 caracteres (504 bits). Entre más larga será más difícil de descifrar, así como de recordar.

Fortaleza:

- No está limitado a una clave compartida; también puede usar una clave asignada a cada usuario e incluso puede usar un certificado SSL para autenticar el cliente con el AP.
- Tiene la posibilidad de usar rotación de claves en la misma sesión mediante el protocolo TKIP (siglas en inglés de Temporal Key Integrity Protocol), lo cual dificulta su desciframiento.
- En general, provee un nivel de autenticación y privacidad significativamente mejor que WEP.

Debilidad:

- Necesita una configuración laboriosa.
- Se necesita equipo de última generación y con su firmware actualizado para mejorar la interoperabilidad.
- Una baja fortaleza en las claves asignadas puede facilitar su desciframiento mediante ataques de diccionarios de claves.

3. Portal Cautivo: es una forma de autenticar por medio de un servidor web. Cuando el usuario entra a navegar, es redireccionado hacia el portal que le solicita sus credenciales (usuario y contraseña). Cuando es autenticado por el servidor, el usuario hace uso de los recursos de la red.

Fortaleza:

- Proporciona una mínima seguridad y desalienta a los usuarios poco experimentados a acceder a la red.
- Es ideal para sistemas de prepago, por ejemplo mediante el uso de tarjetas.

Debilidad:

- No utiliza encriptación, por lo que no es recomendable para redes que necesiten una seguridad fuerte. Es ideal para cibercafés, hoteles y otros lugares de acceso público.

G) Descripción de la debilidad de clave WEP

WEP, acrónimo de Wired Equivalency Protocol, es un sistema de cifrado incluido en 802.11 para cifrar las transmisiones y así proporcionar confidencialidad equivalente al cable. Este se basa en el algoritmo de cifrado de flujo RC4 con claves de 64 bits y 128 bits, el cual se caracteriza por ser sencillo de implementar y proporciona un cifrado veloz.

El algoritmo utiliza una clave de 40 bits o 104 bits, a los cuales se les agrega un Vector de Inicialización (VI) de 24 bits, completando de esa forma una clave de 64 bits o 128 bits. Luego esta clave se utiliza para cifrar los datos. La falla de seguridad radica en dos puntos:

1. La poca longitud de los vectores de inicialización.
2. La pésima aleatoriedad para generar los vectores.

Para simplificar la programación los fabricantes generan estos vectores de una forma no tan aleatoria, lo que facilita su desciframiento.

Debido a esto, muchos paquetes se cifran con el mismo vector de inicialización y el principio del ataque de desciframiento radica en encontrar dos textos planos cifrados con el mismo VI, a partir de los cuales, mediante ataques estadísticos y otras vulnerabilidades encontradas en el protocolo, se puede descifrar la clave en algunos minutos.

Estas vulnerabilidades fueron descubiertas por analistas criptográficos en el 2001 y la IEEE generó la corrección de dichas vulnerabilidades en la norma 802.11i, la cual dio base a los actuales sistemas de ciframiento WPA y WPA2.

A pesar de que la IEEE revocó el uso de WEP como sistema de cifrado en el 2004, desautorizando su uso, una gran mayoría de fabricantes de AP aún lo ofrecen en sus equipos como primera opción de seguridad, más que todo para mantener la compatibilidad con equipo fabricado antes de la fecha de revocación.

H) Descripción del ataque WEP

El protocolo WEP, a pesar de que la IEEE no recomienda su uso, en El Salvador, hay más de un operador de Internet cuyos equipos lo utilizan para cifrado. Se recomienda el uso de otros métodos de ciframiento como WPA o WPA2, ya que WEP sólo es un mecanismo de disuasión que no ofrece una protección real.
Para un ataque de este tipo de redes basadas en cifrado WEP hay suites de programas como "Aircrack" que contienen todas las herramientas para descifrar claves WEP. Incluso, hay imágenes ISO en Internet que contienen una versión LIVE de Linux (por ejemplo Backtrack) que cargan todas las herramientas al arrancar un CD o DVD quemado con dicha imagen.
Una de las suites más comunes es Aircrack (que viene en la imagen ISO de Backtrack), basa su ataque en tres pasos:

1. Captura de una gran cantidad de paquetes generados por la red inalámbrica.

2. Inyección de paquetes a la red para incrementar el tráfico (Ataque de envenenamiento de ARP).

3. Desciframiento de la clave WEP a partir de los paquetes capturados.

La descripción de cada una de las herramientas se muestra a continuación.

Una vez cargado Backtrack en la máquina virtual, se ejecutan estos comandos desde una línea de consola:

1. Airmon-ng: habilita y deshabilita la tarjeta de red.

2. Macchanger: cambia la MAC de la tarjeta WIFI.

3. Airodump-ng: para hacer un escaneo de las redes WIFI cercanas y capturar los paquetes de dichas redes guardándolo en un archivo.

4. Aireplay: inyecta paquetes en la red del AP escogido para aumentar el tráfico.

5. Aircrack: desencripta la contraseña WEP basado en el archivo capturado, como resultado muestra la clave de la red.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Medidas de seguridad
Como se puede concluir, todo tipo de mecanismo de seguridad tiene sus debilidades, pero siempre será mejor tener algún tipo de seguridad a no tenerla. La idea básica es persuadir a los posibles intrusos y dificultar el acceso a la red intrusivamente, facilitando el acceso a los usuarios de confianza. La seguridad, más que una regla específica es un conjunto de estrategias que de forma individual tienen un mayor o menor grado de

vulnerabilidad, pero que en conjunto pueden mantener la red mejor protegida.

Las medidas que se recomiendan son:

1. Asegurar el punto de acceso: todos los AP tienen un usuario y contraseña por defecto, la cual está documentada en Internet. Ésta es necesario cambiarla por una contraseña con gran fortaleza que mezcle letras mayúsculas, minúsculas, números y símbolos y con al menos 15 caracteres de longitud.

2. Usar encriptación WPA: entre más bits tenga la clave, mejor será. Requerirá configuración en los clientes. Si se utiliza una contraseña por equipo y rotación de contraseña con TKIP, la seguridad será mayor. Si no se usa la rotación entonces cambiar periódicamente las contraseñas.

3. Desactivar difusión SSID: requerirá mayor trabajo de soporte al usuario final y se necesitará un chequeo constante del espectro inalámbrico para evitar interferencia de APs vecinos, agregados posteriormente.

4. Activa el filtrado MAC: se requerirá introducir la tabla MAC en cada AP.

5. Desactivar DHCP: de esta forma, aunque se autentique un intruso, no obtendrá una dirección IP. Se debe limitar los clientes que se pueden conectar.

6. El administrador debe estar informado y actualizado con las últimas técnicas de hacking para implementar sus propias medidas de protección.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ESTÁNDARES INALÁMBRICOS

IEEE 802.11 – Estándar para redes inalámbricas con línea visual.

IEEE 802.11a – Estándar superior al 802.11b, pues permite velocidades teóricas máximas de hasta 54 Mbps, apoyándose en la banda de los 5GHz. A su vez, elimina el problema de las interferencias múltiples que existen en la banda de los 2,4 GHz (hornos microondas, teléfonos digitales DECT, BlueTooth). Es aplicada a una LAN inalámbrica. La especificación está aplicada a los sistemas de ATM (silgas en inglés de Asynchronous Transfer Mode) inalámbricos.

IEEE 802.11b – Extensión de 802.11 para proporcionar 11 Mbps usando DSSS. También conocido comúnmente como WIFI (Wireless Fidelity), término registrado y promulgado por la WECA (siglas en inglés de Wireless Ethernet Compatibility Alliance) para certificar productos IEEE 802.11b capaces de ínteroperar con los de otros fabricantes. Es el estándar más utilizado en las comunidades inalámbricas.

IEEE 802.11e – Estándar encargado de diferenciar entre video-voz-datos. Su único inconveniente es el encarecimiento de los equipos.

IEEE 802.11g – Utiliza la banda de 2,4 GHz, pero permite transmitir sobre ella a velocidades teóricas de 54 Mbps. Se consigue cambiando el modo de modulación de la señal, pasando de 'Complementary Code Keying' a 'Orthogonal Frequency Division Multiplexing'. Así, en vez de tener que adquirir tarjetas inalámbricas nuevas, bastaría con cambiar su firmware interno.

Bibliografía consultada

1. AGUIRRE, José Eduardo. Redes inalámbricas [en línea]. [Fecha de consulta: 18 julio 2012] Disponible en: http://www.ilustrados.com/tema/246/Redes-Inalambricas.html
2. GONZÁLEZ Fernández, Víctor R. La computadora como sistema de control manejo de puertos. Saber electrónica, 18 (5): 5-20, 2007. ISSN: 01884395.
3. HUIDOBRO Moya, José Manuel, MILLÁN Tejedor, Ramón Jesús y ROLDÁN Martínez, David. Tecnologías de las telecomunicaciones. Madrid: Creaciones Copyright, 2005. 552 p. ISBN: 8496300080.
4. JIMENO García, María Teresa, MIGUEZ Pérez, Carlos y MATAS García, Abel Mariano. Hacker: edición 2010. Madrid: Anaya Multimedia, 2010. 368 p. ISBN: 9788441527157
5. NICHOLS, Randall K, LEKKAS, Panos C. Seguridad para comunicaciones inalámbricas: redes, protocolos, criptografía y soluciones computadoras. México, D. F: McGraw-Hill, 2003. 563 p. ISBN: 9701047818
6. REDES inalámbricas en los países en desarrollo. 2ª. ed., por ROB Flickenger [et al.]. Canadá: Limenhouse Book Sprint Team. 2007. 334 p. ISNB: 9780977809356
7. YOUNG, G. O. Synthetic structure of industrial plastic (Book style with paper title and editor). En: PETERS, J. (ed) Plastics. vol. 3. 2nd. ed. New York, McGraw-Hill, 1964. pp. 15-64

Estrategia metodológica para el desarrollo de un sistema tutor inteligente: módulo del dominio

Ing. Carlos E. Lemus Serrano [1]

Resumen. Este artículo presenta una vista general del funcionamiento de los Sistemas Tutores Inteligentes, con el fin de sustentar una estrategia metodológica para su desarrollo y proveer una herramienta pedagógica que permita disminuir los problemas de aprendizaje que afectan el rendimiento académico de los estudiantes de la asignatura de Lógica de Programación. Bajo esta postura es necesario establecer un estilo de aprendizaje para identificar cómo abordar una temática específica para cada estudiante, partiendo del principio de que cada estudiante tiene una mayor oportunidad de aprender si existe una motivación para hacerlo, por lo cual se propone implementar la plantilla de Felder bajo redes neuronales auto organizadas que identifiquen el estilo de aprendizaje y establezcan la representación del conocimiento acorde a una planificación didáctica para cada estudiante. Además, se muestran las técnicas asociadas a la inferencia de contenido a través de un Sistema Experto basado en Redes Semánticas aplicando Guiones.

Palabras clave. *Inteligencia artificial, sistemas expertos (computadores), tecnología educativa, sistemas operativos (computadores), redes neurales (computadores).*

Desarrollo

El presente artículo muestra los avances obtenidos de la labor investigativa desarrollada por la Escuela de Ingeniería en Computación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. Esta investigación consiste en el desarrollo de un Sistema Tutor Inteligente, como herramienta pedagógica de apoyo para la asignatura "Desarrollo de Lógica de Programación". El artículo describe el funcionamiento básico de un Sistema Tutor Inteligente basado en el modelo de Carbonell (1970) [1], en el que se establecen tres módulos: Dominio, Tutor y Alumno; sin embargo, se centra en la descripción del módulo del Dominio, detallando los componentes que conforman un Sistema Experto, así como sus respectivos procesos de representación e inferencia. Tiene como objetivo explicar la manera de realizar un Sistema Experto aplicado a los contenidos necesarios para el desarrollo de temáticas implícitas en una sesión pedagógica.

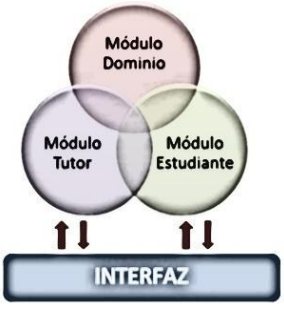


Figura 1. Modelo de Carbonell solapado (1970)

FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA TUTOR INTELIGENTE

Los Sistemas Tutores Inteligentes (STI) se definen como softwares que aplican técnicas de inteligencia artificial para poder proporcionar de forma gráfica el conocimiento a los alumnos. Se dice que son inteligentes gracias al hecho de poder adaptarse a las necesidades de cada estudiante [2]. El punto más alto de dificultad en su elaboración con respecto a otras áreas (finanzas, medicina, etc.) radica en que debe

1. *Ingeniero en Sistemas, Docente de la Escuela Ingeniería en Computación. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Sede Santa Teclal. E-mail: carlos.lemus@itca.edu.sv*

detallar y concretar los conocimientos psicopedagógicos que los expertos aplican en una determinada realidad [3].

En la actualidad, los tutores inteligentes permiten brindar un seguimiento eficaz del proceso enseñanza – aprendizaje, puesto que brindan una alternativa de tutoría personalizada para el alumno a través de técnicas de enseñanza, tales como: aprendizaje por reforzamiento y ejercitación, búsqueda interactiva de conocimiento, aprendizaje por descubrimiento y proceso de construcción de conocimiento [4].

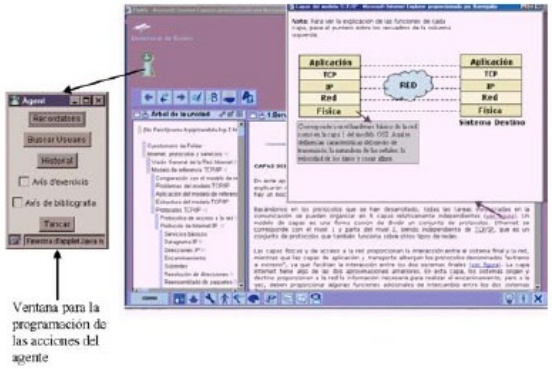


Figura 2. Interfaz Gráfica de Sistema Tutor Inteligente MAS-PLAG

a. Estilos de Aprendizaje

Todos los seres humanos cuentan con una apreciación muy particular de su entorno a través de diversos factores que les posibilitan o inhiben la adquisición de nuevos conocimientos; el ejemplo más claro se puede notar en el aula, puesto que, aunque se proporcionen de forma equitativa las explicaciones y el material pedagógico, no todos los estudiantes aprenden al mismo ritmo ni de la misma manera. Esta premisa resulta ser la espina dorsal de todo STI; es por eso que surge la duda: ¿Cómo conocer el estilo de aprendizaje de un estudiante?. Esto permite remitirse al estudio desarrollado por la Universidad de la Habana, Cuba, a través del Dr. José Miguel Rodríguez (2002) [5], donde se implementaron dos tests para determinar los estilos de aprendizaje de un grupo de estudiantes: Programación Neurolingüística y el de Felder (1998). Concluyeron que el test de Felder brindaba resultados mucho más precisos. La aplicación de este instrumento se trabaja de a pares y se los puede definir según la forma de procesar la información: tareas activas – tareas de reflexión; forma de percibir la información: sensorial – intuitiva (racional); forma de presentar la información: visual – verbal; forma del proceso del aprendizaje: secuencial – global. [6].

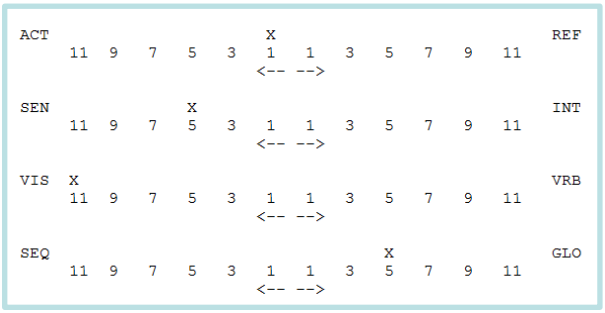


Figura 3. Resultados obtenidos de un estudiante sometido al test de Felder.

La siguiente tabla muestra la descripción de cada estilo de aprendizaje.

Categoría	Características
Activo	Prefieren el desarrollo de ejercicios que leer. Les gusta el trabajo en grupos.
Reflexivo	Trabajan en grupo y prefieren la teoría. Aprenden mejor observando y reflexionando.
Sensorial	Son más prácticos y detallistas. Prefieren la información concreta.
Intuitivo	No les gusta las repeticiones y prefieren la teoría. Les gusta la innovación.
Visual	Prefieren imágenes, gráficos y representaciones visuales por lo que recuerdan mejor lo que ven
Verbal	Prefieren explicaciones escritas o habladas.
Secuencial	Aprenden en pequeños pasos incrementales. Prefieren un aprendizaje lineal.
Global	Prefieren una visión general y luego ir a lo concreto. Les gusta situar el contenido en su entorno.

Tabla 1. Descripción de estilos de aprendizaje [7]

b. Estrategia Metodológica Propuesta

El principio básico de un STI es simular la tarea que desarrolla el docente en la enseñanza de un determinado contenido, por lo que para dar cumplimiento con este requisito, Salgueiro (2005) propone aplicar la Instrucción Didáctica, la cual consiste en la presentación clara y correcta de la información (Perkins, 1995).

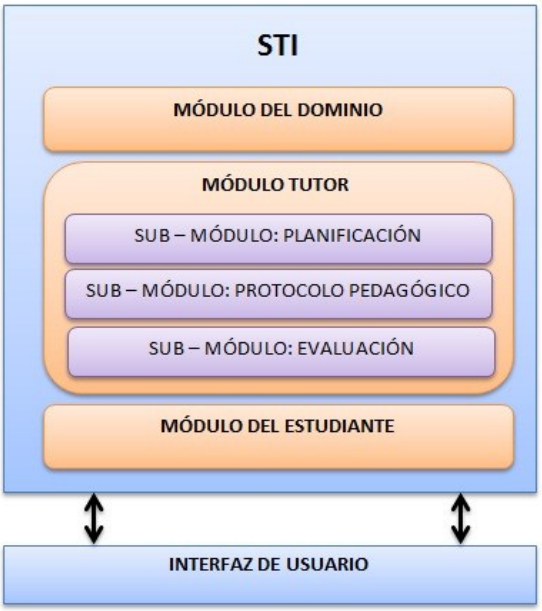


Figura 4. Representación de sub-módulos que simulan tareas principales de un docente.

Bajo este principio, se debe tomar en cuenta que el STI deberá planificar cada sesión con el estudiante, cumpliendo con objetivos claramente definidos de cada sesión y corroborar, además, los niveles de aprendizaje alcanzados a través de evaluaciones. Estas tareas, aunque resulten sencillas y a veces hasta automáticas para los docentes, para un computador son realmente complejas, puesto que los niveles de razonamiento alcanzados por las máquinas aún son muy pobres. Sin embargo, actualmente se cuenta con técnicas de Inteligencia Artificial, como las redes neuronales que están basadas en los mecanismos biológicos de los seres humanos y permiten resolver este tipo de problemas.

Particularmente, las redes neuronales se aplican en la planificación de la lección y reconocimiento del perfil o estilo de aprendizaje del estudiante, de las cuales Salgueiro (2005), sugiere las redes SOM (Kohenen, 1982) y las redes Backpropagation por sus características aplicadas al reconocimiento de patrones y aprendizaje no supervisado, es decir no son entrenadas para reconocer sus datos de salida [8], [9].

En este proyecto se utilizarán las redes neuronales Backpropagation para analizar el perfil y el desarrollo de la planificación.
El sub módulo de evaluación estará en comunicación con el módulo del estudiante, de la cual se podrán obtener entradas que alimenten a la red neuronal para determinar qué contenido ha sido aprendido y cuál debe retroalimentarse; además se brindará la opción de almacenar estadísticas del desempeño del estudiante.

MÓDULO DEL DOMINIO

El Módulo del Dominio consiste en la creación de un sistema experto capaz de inferir conocimiento para verificar evaluaciones y recomendar contenido, según la planificación de los temas a desarrollar. Básicamente representa las explicaciones y el conocimiento que domina el docente en calidad de experto en su área; es por ello necesario desarrollar un Sistema Experto (SE) para complementar esta peculiaridad en el STI.

Sistema	Fecha	Autor	Tema
Dendral	1965	Stanford	Deduce información sobre estructuras químicas
Macsyma	1965	MIT	Realiza análisis matemático complejo.
Hearsay	1973	Stanford	Herramienta para generar sistemas expertos
Mycin	1972	Stanford	Diagnostico de enfermedades de la sangre

Tabla 2. Primeros sistemas expertos

El sistema experto a desarrollar no tendrá contacto con el usuario, puesto que éste tendrá como tarea el apoyo directo al módulo del tutor; su comunicación específica será al sub-módulo de evaluación y generación del lenguaje natural.

El módulo del dominio podrá ser activado tanto por el módulo del tutor como por el del estudiante, ya sea para tareas de generación de contenido como para el seguimiento de los objetivos de aprendizaje alcanzados.

A) Componentes de un Sistema Experto

Los (SE) están compuestos por una Base de Conocimiento (BC), Base de Hechos (BH) y Motor de Inferencia (MI). Estos trabajan con reglas contenidas en su BC, por lo que, mientras más reglas contenga esta
BC, más robusto será el SE. Es aquí donde el MI permite buscar los conocimientos apropiados y a partir de estos, deducir nuevos conocimientos. Es claro que para poder inferir nuevo conocimiento debe existir una base que lo sustente; en este caso se implementa la BH que permite definir y limitar el conocimiento a un área específica, como lo menciona Rolston (1992) [10], [11] "Un SE se dedica a un problema de un área especifica. No se intenta enfocar las capacidades humanas en todas las aéreas".

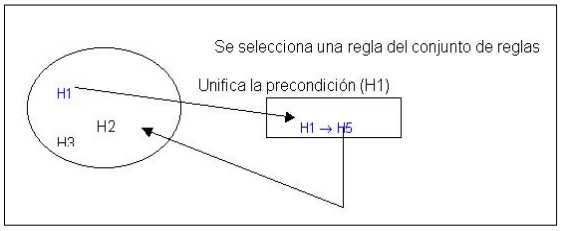


Figura 4. Sistema de Control de SE, en el cual se escoge una regla aplicable y el proceso se suspende cuando se satisface una condición determinada.

Teniendo en cuenta que el sistema experto trabajará bajo un contenido pedagógico limitado, será necesario establecer las BH que regirán la estructura general del BC de esta investigación y el entorno en el cual se desarrollarán los procesos de inferencia.

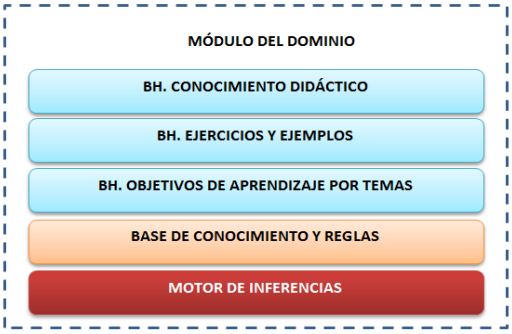


Figura 5. Representación gráfica de los elementos con los que contará el Módulo del Dominio.

B) Representación del Conocimiento

La representación del conocimiento en los (SE) puede clasificarse en: Declarativa y Procedimental; la Declarativa trabaja sobre los hechos para describir como emplear el conocimiento, mientras en la Procedimental se generan reglas para describir los procedimientos en el uso de los conocimientos, según sea el caso puede implementarse de forma individual aunque Rolston recomienda utilizar los elementos de ambos para crear Sistemas Expertos más robustos. Esto indica que la parte declarativa de esta propuesta estará conformada bajo un esquema de jerarquía lógica del contenido, para lo cual se ha decidido implementar Redes Semánticas bajo estructuras de marcos por su fácil aplicación a este caso en particular.

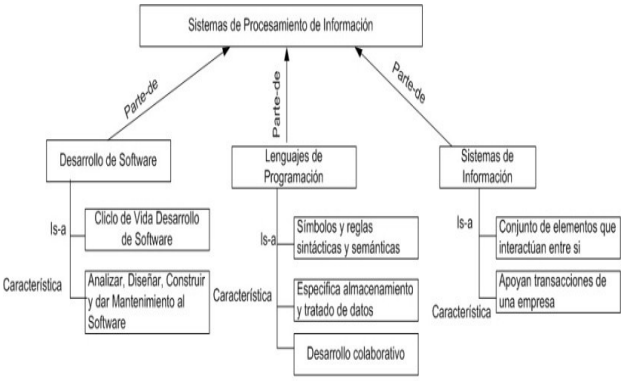


Figura 6. Porción de red semántica del tema: "Sistemas de Procesamiento de Información".

Cada nodo de las redes semánticas puede ser tomado como un marco que almacene sus características o propiedades. Esta técnica propuesta por Minsky permite la inferencia del conocimiento a través de expectativas, ya que permite deducir nuevo conocimiento en base a la relación que exista del dominio con una parte de información proporcionada por el usuario u otros módulos, gracias a la serie de ranuras que los conforman internamente y su capacidad de ser llenadas dinámicamente (slot & fillers) con conocimiento inferido, incluso por procesos especificados dentro de ellos.

Las estructuras de marcos permiten la dependencia conceptual con facilidad, gracias a que almacenan la información bajo niveles jerárquicos que facilitan la organización de una gran cantidad de hechos; es por ello que resulta adecuado implementar este sistema para la estructuración de la base de hechos sólo del contenido didáctico sino también de los objetivos de aprendizaje asociados a las temáticas a desarrollar para cumplir con una secuencia lógica de los mismos.

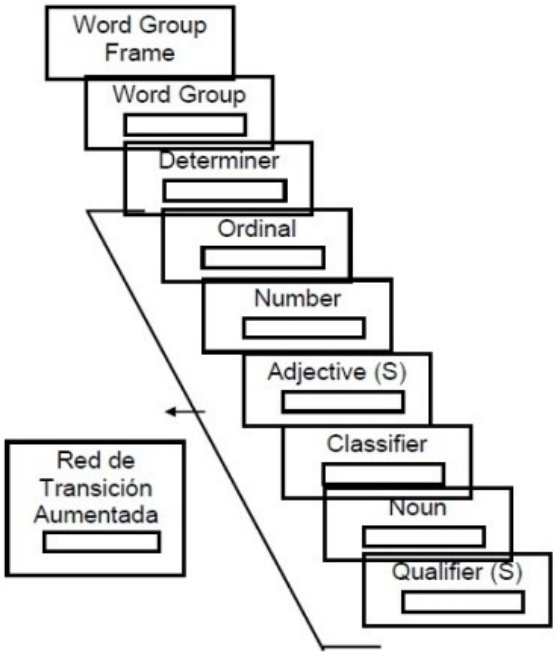


Figura 7. Representación gráfica de un marco para inferir palabras [12].

Además, se debe tomar en cuenta que el STI deberá trabajar en base a objetivos, o como lo propuso Woo Woo a través de pistas (Woo Woo, 1991) que se encontrarán dentro de la planificación de una sesión que debe cumplir con el desarrollo de una temática determinada, debido a que el desarrollo de estas sesiones ya se encuentra previsto, lo más conveniente es aplicar la Técnica de Guiones, en la que se modelan diversos escenarios bajo un contexto específico.

La potencialidad de la aplicación de la Técnica de Guiones yace en su flexibilidad para manejo de grandes cantidades de conocimiento. Dado que trabaja con Marcos y Dependencia Conceptual permite fácilmente el aparejamiento entre escenas o guiones para inferir acciones causales o futuras en base a la secuencia del contenido estrictamente establecido (R. Schank, 1977). Esto permite incurrir fácilmente en explicaciones y contestar evaluaciones.

Guion: Estructuras Cíclicas	
Utilería: Mod. Evaluación SMod. Lenguaje Natural SMod. Generador Cont. Mod. Estudiante Mod. Planificar Interfaz	Escena 1: Evaluación Inicial - Tutor Genera Evaluación a través de Mod. Evaluación - Tutor ejecuta SMod. Lenguaje Natural para interpretar en preguntas la evaluación - Tutor muestra por Interfaz evaluación - Estudiante contesta preguntas - Tutor planifica contenido a través de Mod. Planificar
Papeles: Estudiante Tutor Resultados : Aplicar For, While y Do While	Escena 2: Desarrollo Tema - Tutor Muestra contenido acorde a planificación - Tutor desarrolla control de lectura a través Mod. Evaluación - Tutor verifica alcance de objetivos a través de Mod. Evaluación - Tutor Retro- Alimenta a través de Mod. Generador Cont.

Figura 8. Representación de Guión o Script con dos escenas del Tema: "Estructuras Cíclicas".

Debido a que algunos contenidos didácticos como ejercicios y ejemplos pueden estructurarse como una serie de eventos que pueden ser solucionados bajo una metodología que sigue una secuencia de pasos establecidos para su respectiva solución, resulta muy cómodo aplicar este tipo de técnica que permite predecir o deducir explicaciones o pistas para guiar a los estudiantes al correcto desarrollo de los mismos.

Básicamente el Módulo del Dominio permitirá el control sobre el contenido pedagógico para poder brindar soporte

a la resolución de preguntas, ejercicios y ejemplos bajo estructuras semánticas que apliquen métodos de búsqueda a profundidad para recorrerlas y encontrar las soluciones adecuadas que satisfagan las reglas propuestas en nuestra base de conocimiento.

CONCLUSIONES

Se ha presentado el diseño de una estrategia metodológica basada en el modelo de Carbonell y redefinido bajo una arquitectura propuesta por Salgueiro (2005) que será capaz de adaptarse a un estilo de aprendizaje específico, proponiendo el uso de Redes Neuronales de tipo no supervisadas para tareas de clasificación e identificación de parámetros, basados en la simulación de las principales tareas del docente: explicación, retroalimentación y evaluación de contenido; además se presenta la propuesta para la inferencia del conocimiento a través de Redes Semánticas bajo un entorno ampliamente declarativo. Lo que permite cumplir con un enfoque constructivista adaptado a la actual modalidad de enseñanza de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE.

GLOSARIO

B.C.: Base de Conocimientos.

B.H.: Base de Hechos.

MAS-PLAG: su nombre proviene del acrónimo 'PLAtaforma de Nueva Generación'.

M.I.: Motor de Inferencia.

Red Neuronal: es un sistema de computación que puede actuar en la misma forma que funciona el cerebro humano, o simularlo aprendiendo a reconocer patrones.

Red Semántica: forma de representación del conocimiento lingüístico en la que los conceptos y sus interrelaciones se representan mediante un grafo.

S.E.: Sistema Experto.

S.O.F.M: (*Self-Organizing Feature Maps*) Mapas de rasgos autoorganizados.

S.T.I.: Sistema Tutor Inteligente.

Test de Felder: cuestionario de 44 preguntas con respuestas dicotómicas cuyo análisis refleja las diferentes dimensiones del aprendizaje de una persona.

Bibliografía consultada

1. Z. Cataldi, F. Salgueiro, "Sistemas Tutores Inteligentes con modelado del estudiante y del autor".
2. M. A. Romero, E. S. Succar, P. Gómez "Diseño de HEDEA: Herramienta para la construcción de sistemas inteligentes" Nov. 2009 pp. 179-182
3. B. Gross. "La inteligencia Artificial y su aplicación en la enseñanza". pp. 73-80
4. C. I. Peña, J. L. Marzo, J. L. Rosa, R. Fabregat "Un sistema de tutoría inteligente adaptativo considerando estilos de aprendizaje"
5. J. M. Rodríguez, "Una aproximación al uso de los Estilos de Aprendizaje como enfoque para evaluar el rendimiento". *Libros:*
6. F. Salgueiro. "Sistemas Inteligentes para el modelado del Tutor" Tesis. Universidad de Buenos Aires, 2005.
7. A. Arana "MAgAdI, una propuesta de sistema adaptativo multi-agente de apoyo al aprendizaje en un marco combinado" Tesis, Universidad del País Vasco 2010.
8. B. M. del Brito, A. S. Molina "Redes Neuronales y Sistemas Borrosos" 3ª. ed. Mexico: Alfaomega Ra-Ma, 2006.
9. A. James, "Redes Neuronales" 1a. ed. México: Alfaomega, 2007.
10. D. W. Rolston "Principios de Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos" Mexico: McGraw- Gill, 1991.
11. N. Dieter, "Sistemas Expertos" México: Marcombo, 1991.
12. A. Peña "Sistemas basados en conocimiento: una base para su concepción y desarrollo". México: Publicaciones del Instituto Politécnico Nacional, 2006.

Control distribuido y buses de campo: flexibilidad, integración y eficiencia

Ing. Francisco Rodolfo Ramos Jiménez[1]

Resumen. En la automatización de los procesos, se puede mencionar que el avance más significativo que se ha obtenido es el hecho de contar con sistemas flexibles los cuales funcionan a base de lógica y de una programación estructurada ya sea lineal o secuencial, en donde ya no se necesita el volver a cablear o crear nuevas adiciones (salvo que exista una mejora o modificación a nivel de la máquina-proceso), lo que conlleva a que los sistemas sean más eficientes, en tanto las mejorías y los diagnósticos son más fáciles de procesar, analizar y obtener un resultado concreto y preciso de los mismos.
También se ha tenido la dificultad que cuando los sistemas se vuelven más exigentes en cuanto a los requerimientos de los dispositivos de entrega (entradas) como elementos finales de control y actuadores (salidas), se necesita un volumen mayor de cableado tanto para la alimentación de los elementos como para la transmisión y recepción de las señales de control de los mismo. Esto tiene como consecuencia que un sistema que tenga mayor complejidad, tenga la tendencia a utilizar excesos en el cableado y por ello se corre el riesgo de no tener un control en cuanto al diagnostico de fallas y averías, sino que también se hace más difícil la labor del mantenimiento a estos sistemas voluminosos.

En cuanto a lo anterior, en los últimos años se han creado mecanismos y soluciones, los cuales no solo han ayudado en la reducción de cableado sino también en agregar flexibilidad en el mismo e integración de otros sistemas y tecnologías que han mejorado el control industrial en la actualidad.

Palabras clave. *Controladores lógicos programables, programación estructurada, control automático, sistemas de control digital, control industrial.*

Desarrollo

Una máquina aislada no deja de necesitar información del entorno para poder trabajar correctamente (finales de carrera, detectores y sensores, sistemas de medición, etc.) Cada vez que comenzamos a utilizar señales en un sistema o maquinaria, se tendrá la necesidad de coordinar los diferentes componentes para obtener un resultado productivo. Si se agrupan varias máquinas para realizar un trabajo determinado, éstas también deben de ponerse en sincronía para conseguir un resultado favorable y productivo.

Anteriormente a los años 60, el control industrial se realizaba utilizando lógica cableada basada en sistemas electromecánicos. Desde el desarrollo de la electrónica, se han podido implantar dispositivos con microprocesador llamados "Controles Lógicos Programables" (de las siglas en Inglés PLC, Programmable Logic Controller). Esto permitió que diseñadores e integradores contaran con rutas de flexibilidad y productividad hasta el día de hoy.

1. *Ingeniero Electricista, Docente de la Escuela de Ingeniería en Mecatrónica. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. Sede Santa Tecla. Email: francisco.ramos@itca.edu.sv*

En primera instancia, todas las señales de control se transmitían por cables desde la máquina (dispositivos) hasta el armario eléctrico. Si además tenemos varias máquinas, se complica la situación: volumen mayor de cables, fenómenos de interferencia, caídas de tensión, saturación de las canaletas, y por ende, un mayor espacio del armario eléctrico. Como consecuencia a lo anterior se incrementan los costos de componentes eléctricos, cableado, mano de obra, tiempos prolongados de falla y complejidad en el mantenimiento.

La aparición de los sistemas de control electrónicos programables, permitió que se redujera en gran medida el cableado, no sólo en cantidad, sino también en volumen debido al desarrollo de los sensores de presencia (sustitutos directos de los interruptores finales de carrera) como detectores de variables físicas cambiantes según las condiciones (llamadas variables analógicas). Aún con ello, los sistemas seguían con conexión punto a punto entre los componentes de entrada y salida de la máquina al gabinete de control.

Esto implicaba que aunque los sistemas de control se volvieron flexibles en cuanto a poder modificar sus acciones mediante el cambio en la programación del proceso, se dependía de la forma tradicional de conexionado sobre todo en aquellos procesos que tenían más puntos de entradas y salidas, ya sea por la complejidad del mismo o por el tamaño de la máquina. Es en este punto en donde se desarrolla la idea de "distribuir" y "ordenar" estas señales de manera que se pueda reducir la conexión punto a punto de los equipos, asi como agregar también esa "flexibilidad" al sistemas en cuanto a la incorporación de más componentes en las máquinas y procesos.

El concepto del control distribuido nace con esa finalidad, que las conexiones sean más sencillas y fáciles de controlar, de detectar errores y fallas, de generar soluciones eficientes en cuanto al mantenimiento. Claro que el desarrollo de esta idea también conlleva al desarrollo de la transmisión de la información: cómo se debe de transmitir esta información, cómo se debe de procesar esta información y como se debe retroalimentar esta información.

EL CONTROL DISTRIBUIDO Y LOS BUSES DE CAMPO

El control distribuido se basa en la idea de descentralizar los diversos componentes de entradas (sensores y captadores) o de salida (actuadores y elementos finales de control) de una máquina o proceso, de manera que no dependan directamente de un módulo del controlador sino de un sistema de comunicación; esto tiene como resultado que se puedan tener sistemas controlados a distancias, desde una unidad centralizada o realizar una supervisión en tiempo real de procesos que son independientes entre sí, pero que el monitoreo de ellos se realiza de forma simultánea.

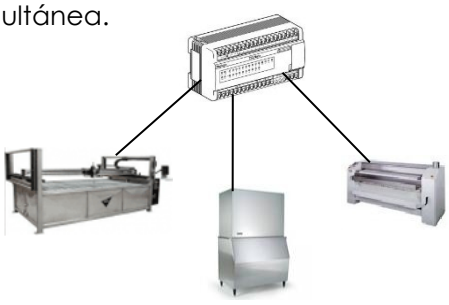


Figura 1. Control Centralizado.

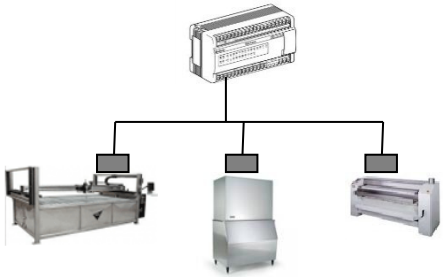


Figura 2. Control Distribuido.

La comunicación es el factor clave de esta idea, la cual dependerá de ciertos factores que el mismo proceso o procesos demanden. Entre las formas más comunes de transmisión de señales, podemos mencionar:

- **Cable eléctrico:** el más utilizado por su sencillez, ejemplos, par trenzado y coaxial.
- **Fibra óptica:** utilizando un conductor especial donde se transmite la luz codificada, se está introduciendo lentamente debido a su costo.
- **Radiofrecuencia:** la cual utiliza enlaces por medio de señales de radio, ésta aún se encuentra en etapa de desarrollo y algunos fabricantes de equipos y componentes industriales están integrando esta tecnología.

  Y en cuanto a los niveles de tensión que se utilizan en los sistemas de transmisión, podemos mencionar:
- **RS232C:** el cual fue el primero en ser utilizado y orientado principalmente a las conexiones punto a punto en los equipos informáticos (impresor, ratón, modem) y que luego fue introducido al entorno industrial, teniendo como principales desventajas la longitud, interferencias y la velocidad, siendo más utilizado para enlaces de programación.
- **RS422A**: éste se basa en la transmisión por dos hilos de señales con tensiones diferenciadas sin punto de referencia; y es utilizado para conexión multipunto de hasta 10 elementos.
- **RS485:** éste es la evolución del anterior, con características notables como conexiones multipunto de hasta 32 elementos y su baja inmunidad a las interferencias.

Considerando que los Buses de Campos son la parte auxiliar para la comunicación en un control distribuido, esta referencia es útil porque en base a las formas de transmisión y recepción de datos, se elige cual es la más adecuada en la aplicación, sistema o proceso a utilizar.

Algunos de los buses de campo más utilizados, se mencionan a continuación:

- **HART:** control de procesos
- **Profibus**: control discreto y de procesos
- **AS-i:** control discreto
- **CAN:** control discreto

Al momento de la selección de un bus de campo, se deben de tomar en cuentan ciertos puntos: costo por nodo del bus, costo de programación o desarrollo, tiempos de respuesta, fiabilidad, robustez, modos de acceso, medios físicos, topologías permitidas, gestión de la información, interfaces de usuario y normalización.

FLEXIBILIDAD, INTEGRACIÓN Y EFICIENCIA

Si se habla de un sistema de control distribuido y cuya herramienta principal son los buses de campo, esto en primera instancia genera la idea de que los sistemas y los procesos pueden enlazarse entre sí tomando como modelo la Pirámide de Automatización CIM (Computer Integrated Manufacturing), en donde un proceso de manufactura puede ser controlado y monitoreado en cualquier punto de la planta, así como gestionarlo desde una localidad especifica que mantienen el control y el almacenamiento de la información. Esto hace que el Control Distribuido se convierta en sistema flexible, tanto para su programación, gestión, monitoreo, mantenimiento e incluso en la creación de nuevas aplicaciones o mejoras en las ya existentes.

Cabe destacar que gracias al software de supervisión y de adquisición de datos

(SCADA) se puede no sólo monitorear y almacenar la información de los procesos, sino también gestionar sus recursos, insumos, fallos y la producción del proceso, máquina o sistema.

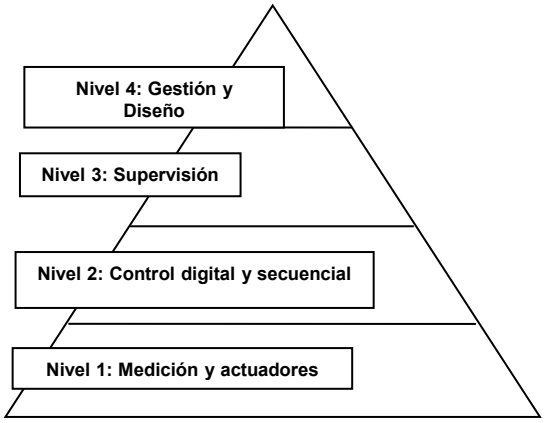


Figura 3 Pirámide de Automatización (CIM).

Debido a la creciente demanda que exigen los sistemas para el fácil reemplazo o agregar elementos nuevos, se hace una tarea más sencilla con la incorporación de los protocolos de comunicación que los fabricantes añaden en forma temprana a equipos y componentes industriales. Lo anterior motiva a que exista una normalización de la comunicación industrial (protocolos y medios físicos) que tiene como resultado que se pueden integrar aparatos, equipos, procesos y sistemas de diferentes fabricantes, programadores e integradores, no siendo necesario recurrir a una sola persona o entidad, lo que tiene como beneficio optar por alternativas, ya sean, económicas, de calidad y de confiabilidad.

Todo lo anterior expuesto, tiene como resultado que exista una flexibilidad e integración del entorno del control industrial, que además conlleva a concluir en que también la eficiencia de un sistema, máquina o proceso es producto de este entorno, gracias a esto se ha logrado que sistemas que eran voluminosos en cableado, difíciles de reparar o encontrar anomalías y fallas, costosos en programación y modificación, se tornen más sencillos y comprensibles; el hecho de enlazar varias máquinas por medio de un solo medio físico, mediante un protocolo de comunicación normalizado que todos los elementos y dispositivos entienden, la mejora en las tecnologías que trae como consecuencia mejores velocidades de transmisión y recepción de datos, disminución en los errores y mayores distancias de enlace, profundiza en la necesidad de mejorar cada día mas esta forma del control industrial.

CONCLUSIÓN

Los procesos de manufactura industrial en la actualidad ya no están aislados entre si, mas bien, cada día se requiere mayor control sobre ellos, monitoreo constante y sobre todo, que se obtenga la mayor eficiencia en los recursos, evitando los retrasos en la producción debido a la falta de control de los mismos.

Bibliografía consultada

1. BOLTON, William. Mecatrónica: sistemas de control electrónico en ingeniería mecánica y eléctrica, 4ª edición, México: Alfaomega grupo editor, 2010. 594 p. ISBN: 978-607-7854-32-6
2. RODRIGUEZ Penin, A. Aquilino. Comunicaciones Industriales: guía práctica, 1ª edición, España: Marcombo S.A., 2008. 286 p. ISBN-10: 84-267-1510-9
3. PIEDRAFITA Moreno, Ramón. Ingeniería de la automatización industrial, 2ª edición, España: Editorial Ra-Ma, 2004. 685 p. ISBN: 970-15-1034-8
4. RUBIO Calin, José Miguel, Buses industriales y de campo: prácticas de laboratorio, 1ª edición, España: Marcombo S.A., 2009. 278 p. ISBN: 978-84-267-1585-2

Puesta a tierra efectiva en una instalación eléctrica residencial

Gustavo Enrique Vásquez Novoa [1]
Carlos Roberto Barrientos [2]

Resumen. La puesta a tierra de una instalación eléctrica residencial es un aspecto de las instalaciones eléctricas al que, en El Salvador, no se le da la importancia que merece. En la generalidad de los casos, el "electricista autorizado" se limita a anotar en la solicitud del nuevo servicio, un valor que sea inferior al que se exige en la normativa correspondiente y procede a instalar una sola barra (la más pequeña que se permita) para realizar la conexión de la puesta a tierra de la instalación. En vista de que no se hace por parte de la compañía distribuidora ninguna verificación del valor en ohmios de la puesta a tierra, este procedimiento se ha convertido en una mala costumbre. Para realizar la puesta a tierra de una instalación eléctrica, existe una serie de normativas que se deben respetar y en el caso de una instalación eléctrica residencial, no es ninguna excepción. En este artículo se presenta una alternativa práctica, económica y relativamente sencilla para que el electricista pueda garantizar que la conexión a tierra que ha realizado cumple la normativa referente al valor en ohmios exigido.

Palabras clave. *Conexión a tierra (electricidad), resistencia de la tierra, prospección eléctrica , polarización (electricidad), soldadura y corte oxiacetilénicos, conductos eléctricos.*

Desarrollo

En la actualidad, cuando ocurre una falla del sistema eléctrico en El Salvador, las compañías que proporcionan este servicio están en la obligación de pagar por daños a los aparatos electrodomésticos, e incluso por las pérdidas económicas en el sector comercial e industrial. Pero las compañías pueden apelar, alegando que existe una mala conexión de puesta a tierra en la instalación eléctrica de la residencia. En este caso, si se realizan mediciones y se comprueba el incumplimiento de la normativa de la resistencia eléctrica que posee la puesta a tierra de la instalación, el electricista responsable del trabajo puede verse afectado, con la consiguiente pérdida para el propietario de la instalación.

De acuerdo a la norma ANSI/IEEE 80, (American National Standards Institute / Institute of Electrical and Electronic Engineers) el valor de resistencia de tierra en una acometida de baja tensión debe ser menor de 25 ohmios Ω.

Además, en muchos casos, debido a la popularización del uso de los equipos de cómputo y otros equipos electrónicos, la instalación requiere valores de resistencia de la puesta a tierra menores a 5 ohmios y otros menores a 2 ohmios. En estos casos, resulta muy conveniente interconectar la puesta a tierra con la solera de fundación.

La interconexión de la red de tierra con la solera de fundación de la edificación está mencionada como alternativa en el National Electrical Code (NEC) desde hace muchos años, pero lo que no menciona el NEC es la manera de cómo hacerlo.

1. *Técnico en Ingeniería Mecánica con Certificado en Educación, Docente Investigador, Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA – FEPADE, Sede Santa Tecla. Email gustavo.vasquez@itca.edu.sv*
2. *Ingeniero Electricista con diplomado en Educación bajo Metodología Bolton, Docente de Energías Renovables de la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Sede Santa Tecla. Docente de intercambio con el Instituto Tecnológico Superior de Macuspana, Tabasco, México. Email carlos.barrientos@itca.edu.sv.*

Otra normativa que recientemente se está implementando en El Salvador, es la utilización de la soldadura exotérmica para la unión de cable y la barra de la puesta a tierra en sustitución del cepo. Cabe mencionar que el uso de cepo todavía se permite en las instalaciones eléctricas residenciales, no así en las comerciales e industriales, donde se debe realizar la unión con soldadura exotérmica.

El siguiente cuadro, es un extracto del reglamento técnico de las instalaciones eléctricas RETIE de Colombia, el cual esta basado en normas internacionales y que además coincide con el valor que estipula el NEC (National Electrical Code de U.S.A. que fue adoptado por El Salvador) para el valor máximo que debe tener la resistencia de tierra en una instalación eléctrica en baja tensión (como el caso de una residencia).

Continuación Anexo General Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE

15.4 Valores de resistencia de puesta a tierra.

Un buen diseño de puesta a tierra debe garantizar el control de las tensiones de paso, de contacto y transferidas. En razón a que la resistencia de puesta a tierra es un indicador que limita directamente la máxima elevación de potencial y controla las tensiones transferidas, pueden tomarse como referencia los valores máximos de resistencia de puesta a tierra de la Tabla 25, adoptados de las normas técnicas IEC 60364-4-442, ANSI/IEEE 80, NTC 2050 y NTC 4552.

El cumplimiento de estos valores de resistencia de puesta a tierra no libera al diseñador y constructor de garantizar que las tensiones de paso, contacto y transferidas aplicadas al ser humano en caso de una falla a tierra no superen las máximas permitidas.

APLICACIÓN	VALORES MÁXIMOS DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA
Estructuras de líneas de transmisión o torrecillas metálicas de distribución con cable de guarda	20 Ω
Subestaciones de alta y extra alta tensión.	1 Ω
Subestaciones de media tensión.	10 Ω
Protección contra rayos.	10 Ω
Neutro de acometida en baja tensión.	25 Ω

Tabla 25. Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra.

Cálculo teórico de la resistencia de tierra

Si se provoca una falla intencional y controlada colocando una resistencia de valor conocido en serie con la tierra (figura 1), puede determinarse la resistencia de la tierra (RT) por medio de las mediciones en la resistencia de prueba (RP), así:

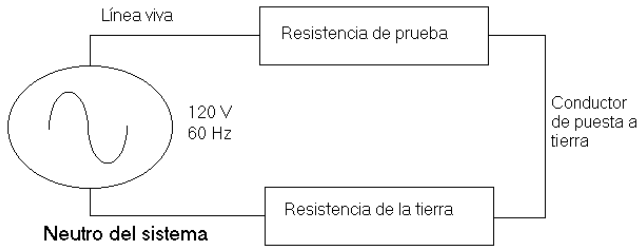


Figura 1. Como la corriente es la misma: RT = VRT / IRP

La corriente en el circuito es: IRP = VRP / RP
La caída de tensión en la resistencia de tierra (VRT)será: VRT = VS - VRP
Donde: VS es la tensión de la fuente (El voltaje aplicado).

Por lo tanto, para determinar el valor de la resistencia de la tierra, sólo se requiere conectar una resistencia de prueba conocida en serie con la tierra, medir la caída de tensión en la resistencia de prueba, medir la tensión entre línea viva - neutro y hacer el cálculo anterior.

Procedimiento sugerido para realizar la puesta a tierra de una instalación eléctrica en baja tensión

1. Se corta un trozo de 10 a 20 centímetros de la barra de 10 pies que se utilizará para la puesta a tierra y se conecta la bajante del cable de la puesta a tierra a la barra con soldadura exotérmica (fotografía 1), o cepo, en su defecto.

Fotografía 1. Unión por soldadura exotérmica.

2. Al trozo de barra de puesta a tierra (10 a 20 cms.), se le quita el recubrimiento de cobre a unos 2 cms., según se muestra en la figura 2, para facilitar la soldadura eléctrica a la solera.

Figura 2. Forma de preparar el trozo cortado de la barra, para soldar a la solera de fundación

3. Se pica la solera de fundación hasta descubrir el hierro de refuerzo, de manera que sea accesible para soldar.

4. Se une el cable que viene de la barra de puesta a tierra al trozo cortado utilizando el extremo con baño de cobre; se puede usar cepo o soldadura exotérmica, según el caso.

5. Utilizando soldadura por arco eléctrico, se une el trozo de la barra sin recubrimiento de cobre, a la solera de fundación y luego se recubre de nuevo la solera con concreto, asegurándose de que todos los elementos (cable y barras) queden enterrados. Ver fotografía 2.

6. Se comprueba el valor de la resistencia de la puesta a tierra utilizando un Telurómetro o el método indirecto.

Fotografía 2. Instalación en Edificio E

Nota: Cuando se utiliza cepo debe dejarse la unión dentro de un pozo de registro para facilitar el mantenimiento. Si por alguna razón, la unión con cepo quedara enterrada, se aisla la unión lo mejor que se pueda para evitar la oxidación. Estos inconvenientes son eliminados utilizando la soldadura exotérmica.

Resultados de las pruebas realizadas

Medición de la red interconectada a la solera de fundación del "Edificio E" en las instalaciones de ITCA – FEPADE.

Fotografía 3. Lectura del Telurómetro Digital R = 0.419 Ω

Figura 4. Comprobación de la lectura utilizando un Telurómetro Analógico R = 0.4 Ω

En el caso de no contar con un Telurómetro para verificar el valor de resistencia de la puesta a tierra, se puede utilizar el método indirecto que se describe a continuación.

Método indirecto para la medición del valor de resistencia eléctrica de una puesta a tierra

Procedimiento:

1. Apagar todos los circuitos en el tablero principal.
2. Asegurar que en el circuito a utilizar no haya otras cargas conectadas.
3. Desconectar el **conductor de la puesta a tierra** en el tablero principal.
4. Utilizando una resistencia de prueba de 25 Ω, 600 W ó mas, armar el circuito de prueba que se muestra en la Fig. 3.
5. Energizar el circuito a utilizar (dado térmico en ON); se mide la caída de tensión en la resistencia de prueba y la tensión (voltaje) entre la línea viva y el neutro.

6. Apagar el circuito (dado térmico en OFF).
7. Desconectar la resistencia de prueba y conectar de nuevo el cable de la puesta a tierra.

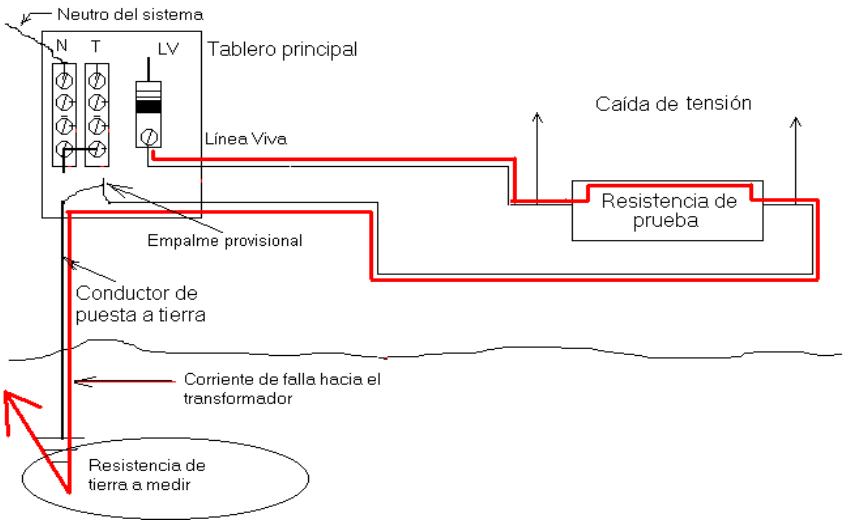


Figura 3. Circuito de prueba

Si la tensión (voltaje) medida en la resistencia de prueba es mayor que la mitad de la tensión (voltaje) medida entre la línea viva y el neutro, la resistencia de la tierra es menor de 25 Ω.

Si se desea obtener un valor de la medición de resistencia de tierra inferior a 25 Ω, por ejemplo 10 ohmios, de debe utilizar una resistencia de prueba de 10 Ω, 1500 W.
Nota: Hay que asegurarse de que la corriente de falla provocada no sobrepasará la capacidad del interruptor automático del circuito utilizado.

Ejemplos de resultados de pruebas realizadas utilizando el Método Indirecto

1-Campus de la Universidad Don Bosco.

CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADOS OBTENIDOS

PARAMETROS	DATOS	CALCULOS	RESULTADO
Tensión de la fuente	$V_S = 123.6$ v		
Resistencia de prueba	$R_P = 39.5\ \Omega$		
Caída de tensión en la resistencia de prueba	$V_{RP} = 31.2$ v		
Corriente en la resistencia de prueba		$I_P = \frac{31.2}{39.5}$	$I_P = 0.79$ A
Caída de tensión en la red de tierra		$V_T = 123.6 - 31.2$	$V_T = 92.4$ v
Resistencia de la red de tierra		$R_T = 92.4 / 0.79$	$R_T = 117\ \Omega$
Lectura con un Teluróhmetro			$R_T = 118.3\ \Omega$

2- Centro Escolar Cantón Lourdes

CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADOS OBTENIDOS

PARAMETROS	DATOS	CALCULOS	RESULTADO
Tensión de la fuente	V_S = 119.6 V		
Resistencia de prueba	R_P = 23 Ω		
Caída de tensión en la resistencia de prueba	V_{RP} = 15.6 V		
Corriente en la resistencia de prueba		$I_P = \frac{15.6\ V}{23\ \Omega}$	I_P = 0.678 A
Caída de tensión en la red de tierra		$V_T = 119.6 - 15.6$	V_T = 104 V
Resistencia de la red de tierra		R_T = 104 / 0.678	R_T = 153 Ω
Lectura con un Teluróhmetro (Tipo tenaza)			R_T = 151.3 Ω

3- En el campus de ITCA - FEPADE

CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADOS OBTENIDOS

TELURÓMETRO			
DE PICAS	DE GANCHO		
R_T = 4.4 Ω	R_T = 6.10 Ω		
MÉTODO INDIRECTO			
RESISTENCIA	TENSIÓN L – N (V_{LN})	TENSIÓN EN R (V_R)	
23.0 Ω	121.8 V	101.5 V	
$V_{RT} = V_{LN} - V_R$	$I = V_R / R$	$R_T = V_{RT} / I$	
20.3 V	4.41 A	R_T = 4.6 Ω	

RECOMENDACIONES

Todo lo que se haga para proteger a las personas o equipos de una falla en una instalación eléctrica, tal como colocar varistores, tomas de corriente con puesta a tierra, etc., será en vano si la conexión de la puesta a tierra no es efectiva, es decir, que tiene un falso contacto o no tiene un valor bajo de resistencia eléctrica (no está de acuerdo a la norma).

Se debe resaltar, tanto en los cursos preparatorios para electricistas como en las asignaturas de las carreras formales, la importancia que tiene en una instalación eléctrica el sistema de puesta a tierra.

Es recomendable promover el uso de la interconexión con la solera de fundación en la conexión de la puesta a tierra de toda instalación eléctrica.

Bibliografía consultada

1. AMPROBE DGC- 1000 Clamp – on ground resistance tester: user manual. New York: Test Equipment Depot [199-?]. 17 p.
2. LARRY, Virgilio A. Ac power outlet ground integrity and wire test circuit device. U.S. 5,625,285 Apr. 29, 1997
3. O'Riley, Ronald P. Electrical grounding. 4ª. ed. San Francisco: Delmar Publisher, 1996. 294 p. ISBN 0-8273-6657-4
4. Seguridad Eléctrica. Reglamento técnico de instalaciones eléctricas, RETIE. Bogotá, Colombia: SEGELECTRICA, 2008. 204 p.
5. Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, SIGET. Normas técnicas de diseño, seguridad y operación de las instalaciones de distribución eléctrica. San Salvador, El Salvador: SIGET, 2000. 94 p.

Desarrollo de aplicaciones para tecnologías móviles

Ing. Carlos Enrique Lemus Serrano [1]
Ing. Jhony Mikel Escobar [2]

Resumen. En este artículo se informa al lector de las nuevas tendencias en el campo del desarrollo de software, mostrando un punto de vista general del impacto de las tecnologías móviles en una era digital, para lo cual se toma como punto de referencia el Sistema Operativo Android y se desglosa su potencial, brindando una perspectiva de su arquitectura y componentes que la forman. El artículo además tiene como objetivo orientar al lector que desee incursionar en el nuevo mundo del desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles.

Palabras clave. *Comunicaciones digitales, arquitectura de redes, redes de computadores, sistemas operacionales (computadores).*

Desarrollo

Una de las necesidades primordiales del ser humano es la comunicación, por lo que se considera el principal impulsador en su desarrollo tecnológico; esto ha permitido que la comunicación evolucione en una era digital donde se busca con gran ímpetu la versatilidad, eficiencia y rapidez en el manejo de la información que va desde el Internet hasta la tecnología móvil, disminuyendo cada día más la brecha digital que le permite a los seres humanos alcanzar estilos de vida orientados a la permanente conectividad, a través de servicios electrónicos o redes sociales.

No es de extrañar que hasta el 2011 estudios del Pew Internet & American LifeProject reflejaran que el 90% de la población estadounidense cuenta con un teléfono celular (Amy Gahran-CNN, 2011) y en América Latina cerca de 400 millones de personas como mínimo cuentan con un teléfono móvil (Mobile Life, 2012). Ver figura 1.

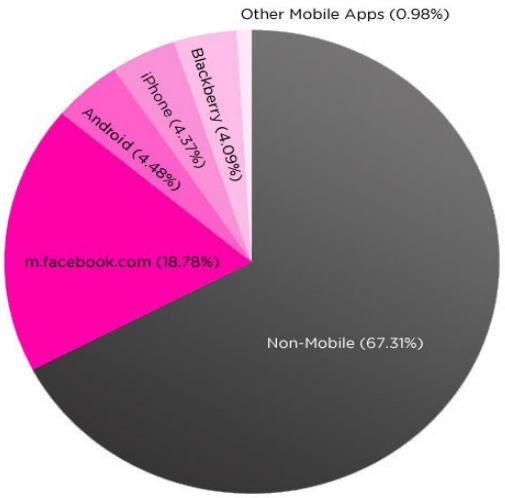


Figura 1. Para el 2011 los dispositivos móviles ya cubren un 32.69% de las visitas a facebook de los cuales los SmartPhone abarcan cerca del 19% - Estudio Realizado por Dan Zarrella.

Todo esto indica que en la actualidad los teléfonos móviles se han convertido en una herramienta de uso cotidiano que para muchos incluso ya es indispensable.

1. Ingeniero de Sistemas Informáticos, Docente Investigador de la Escuela de Computación, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Sede Santa Tecla. E-mail: carlos.lemus@itca.edu.sv.
2. Ingeniero de Sistemas Informáticos, Docente Investigador de la Escuela de Computación, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Sede Santa Tecla. E-mail: Jhony.escobar@itca.edu.sv.

PLATAFORMAS DISPONIBLES PARA DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

En el mercado existe una gran variedad de herramientas y emuladores gratuitos que pueden configurarse en diferentes Entornos de Desarrollo Integrado o IDE (siglas en inglés de Integrated Development Environment); esto permite que los desarrolladores de software cuenten con diversas opciones y oportunidades para ofertar sus aplicaciones.
Entre algunas de las más populares podemos mencionar a Xcode de Apple que permite brindar un entorno de desarrollo que permite realizar aplicaciones desde cero o a través de plantillas con algunas opciones predeterminadas, la descarga es de forma gratuita, pero es requisito registrarse en el sitio oficial de Apple (sitio de descarga: http://developer.apple.com/xcode/).

Otra restricción con la que cuenta es que debe cancelarse una cuota anual para poder instalar aplicaciones directamente en un dispositivo de Apple, aunque debe mencionarse que es una inversión relativamente baja respecto a sus beneficios. El Kit de Desarrollo de Software o SDK (siglas en inglés Software Development Kit), también cuenta con una plataforma que funciona sobre Dalvik Virtual Machine o DVM que se ejecuta de forma independiente de la Máquina Virtual de Java. Otra alternativa de realizar aplicaciones es con C++ utilizando el Kit de Desarrollo Nativo o NDK (siglas en inglés de Native Development Kit). Podemos acceder a sus herramientas de desarrollo en el link http://developer.android.com/sdk/index.html.

Android permite publicar sus aplicaciones o APP's (acrónimo en inglés de Application) en Google Play, para lo cual el desarrollador cancela una cuota muy baja, considerando que dicho Sistema Operativo se encuentra entre los más populares en el mundo de los SmartPhone. Otra apuesta por el desarrollo de software para móvil es la plataforma Windows Phone, la cual permite ofertar aplicaciones en el Windows Marketplace donde se cancela un monto anual pero también ofrece (hasta el momento en su versión 8) la oportunidad de incentivar a los estudiantes inscritos en DreamSpark, librándolos de dicho pago en su primer año.

ARQUITECTURA DE UNA APLICACIÓN MÓVIL

Aunque existe una gran variedad de plataformas para el desarrollo de aplicaciones móviles, el presente artículo centra su estudio en la plataforma Android, debido a su amplio repertorio de fuentes de información en la web, que permite tener acceso al estudio de su código fuente, provocando que cada vez más APP de Android ingresen al mercado de desarrollo móvil. Ver figura 2.

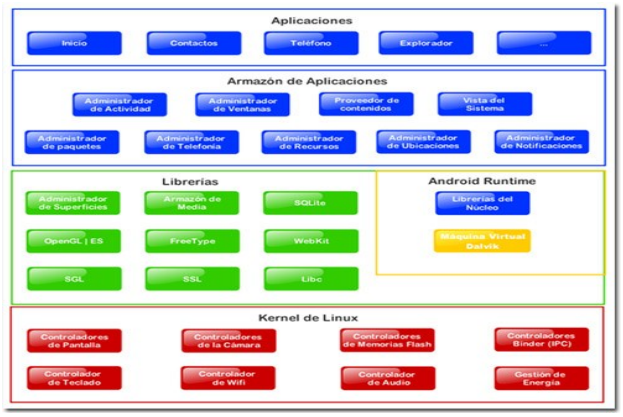


Figura 2. "Arquitectura interna de la plataforma Android"

Android tiene una arquitectura basada en capas, donde la base es una versión modificada del Núcleo de Linux creada con dos objetivos principales, el primero de ellos es la manipulación directa del hardware del dispositivo a través de diferentes drivers y el otro es controlar el acceso al hardware que hacen las capas posteriores. Luego se presenta una capa formada por un conjunto de librerías que administran los servicios y controladores que necesitan las capas superiores; estas librerías están creadas en C/C++ lo que permite que sean al mismo tiempo eficientes y livianas.
En el corazón de toda la arquitectura encontramos la capa de Android Runtime que contiene la máquina virtual Dalvik y se

encarga de la compilación de las aplicaciones; luego existe una capa intermedia conocida como Framework que permite a las aplicaciones manejar a través de código JAVA las librerías nativas.

DESARROLLANDO APLICACIONES MÓVILES

Desarrollar una aplicación móvil dista mucho del desarrollo tradicional de aplicaciones, ya que hay que tomar en cuenta algunos aspectos como la usabilidad de la interfaz de usuario, la memoria limitada del dispositivo, la cantidad de tareas que se ejecutan en segundo plano, la documentación y actualizaciones que respaldan una aplicación.

Para el caso específico de desarrollo de aplicaciones en Android, existen tres grandes tareas que hay que tener en cuenta:

1. Instalación de las herramientas de desarrollo.
2. Conocer la estructura de los proyectos de Android.
3. Programar los componentes principales de una aplicación.

Figura 3. Representación de los componentes que conforman una Aplicación para Sistemas Operativos Android

Android además proporciona librerías que permiten incorporar en el desarrollo de aplicaciones la manipulación de archivos y bases de datos, sockets para la comunicación de red, una API muy avanzada para el manejo de multimedia, Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), administración de los sensores de movimiento y aceleración incorporados en el dispositivo y los servicios del teléfono.

CONCLUSIÓN

Podemos observar que las tecnologías móviles están presentes cada vez más en nuestro entorno, provocando que todas las necesidades de comunicación sean solventadas a través de dichos dispositivos, implementando redes que ofrecen alternativas con soporte a mayor portabilidad y a bajo costo. Esto es una clara oportunidad de negocio para los actuales desarrolladores de software, ya que cuentan con un mercado en constante dependencia de nuevas aplicaciones orientadas a controlar necesidades enfocadas al estilo de vida de los usuarios, representando una alternativa que puede mejorar los niveles económicos del país.

GLOSARIO

Arquitectura de software: es la estructura de ese sistema, que incluye componentes de software, las propiedades visibles externas de esos componentes, y las relaciones entre estos.
Librerías: es un conjunto de subprogramas utilizados para desarrollar software.
Núcleo de linux: es el corazón de un sistema operativo libre tipo Unix.
Red: es un conjunto de equipos informáticos y software conectados entre sí por medio de dispositivos físicos que envían y reciben información.
SmartPhone: término aplicado a los teléfonos inteligentes.
Sockets: son los puntos de comunicación entre dos dispositivos informáticos por el cual se puede emitir o recibir información.
Software: equipamiento lógico o soporte lógico de una computadora digital; comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios.

Bibliografía consultada

1. AOKI, Kumico, DOWNES, Edward J. An analysis of young people´s use of and attitudes toward cell phones. Telematics and informatics [en línea]. Febrary 2003, no. 20. [fecha de consulta: 25 agosto 2012]. Disponible en: http://www.angelfire.com/ego2/lostboyrahul/work/cellphoneuse.pdf . ISSN/DOI: 10.1016/S0736-5853(03)00018-2.
2. HOLZEN, Adrian, ONDRUS, Jan. Tends in Mobile Application Development. Workshops [en línea] 2009, no. 12. [fecha de consulta: 24 agosto 2012]. Disponible en: http://www.citeulike.org/user/jezeiger/article/8769318. DOI: 10.1007/978-3-642-03569-2 6
3. MUT Amengual, Tomeu, MOREY López, Mercé. Preferencias en el uso de Internet, televisión, videoconsolas y teléfonos móviles entre menores de las Islas Baleares EDUTEC, Revista electrónica de tecnología educativa [en línea] Noviembre 2008, no. 27. [fecha de consulta: 25 Septiembre 2012]. Disponible en: http://edutec.rediris.es/Revelec2/revelec27/articulos_n27_PDF/Edutec-E_Mut_Morey_n27.pdf. ISSN: 1335-9250

Diseñando y construyendo nuevo equipo de laboratorio para ITCA-FEPADE

Ing. René Mauricio Hernández Ortiz[1]

Resumen. En la Revista Tecnológica de ITCA – FEPADE del año 2010, se publicó el artículo titulado "Automatización en la industria salvadoreña: un paso en el nuevo milenio". En este artículo se describió la etapa número uno, Investigación de Campo, del proyecto denominado "Sistema de entrenamiento en automatización electroneumática para aplicación en la industria y la academia salvadoreña", el cual constaba de cuatro etapas.
Cada una de las etapas tenía sus propios objetivos específicos que, aunados, llevaron al logro del objetivo general: Desarrollar un entrenador didáctico versátil para la simulación y prueba real de circuitos electroneumáticos industriales, utilizando tecnologías innovadoras de control y automatización. El proyecto de investigación aplicada se realizó en el marco de la convocatoria financiada por el Fondo de Investigación para Educación Superior, FIES, del Ministerio de Educación, MINED.
En este artículo se hace referencia al desarrollo de las tres etapas restantes, a saber: **Selección de Elementos, Diseño del Entrenador y Construcción, Montaje y Pruebas**

Palabras clave. *Ingeniería mecánica, automatización, electroneumática, mecánica industrial, El Salvador .*

Desarrollo

Uno de los requisitos que exigía el FIES al proyecto de investigación era la vinculación con la empresa privada desde la perspectiva de un modelo de cooperación, el cual se muestra en la figura siguiente.

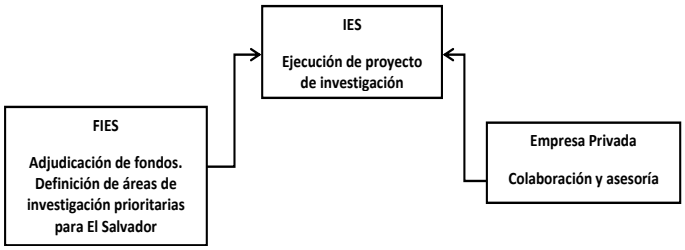


Figura 1. Modelo de cooperación en investigación.

El modelo lo aplica ITCA – FEPADE de la siguiente forma: en primer lugar, se solicita a las empresas colaboradoras del Modelo Dual que nombren a ingenieros como asesores y, luego, se conforma el equipo de trabajo con los docentes investigadores de ITCA-FEPADE.

Fotografía 1. Reunión de trabajo del equipo asesor del proyecto.

El equipo asesor lo conformaron los ingenieros Edgardo González de IUSA; Carlos Muñoz de Petenatti; Alex Guzmán de INGENIA; Rubén Monroy de Ingenio La Cabaña y Roberto Castillo de ACISA. En segundo lugar, se solicitó a empresas asociadas al Modelo Dual, permiso de ingreso a sus plantas de producción para observar: las aplicaciones electroneumáticas, los sistemas de control automatizado

1. Ingeniero Mecánico con Maestría en Educación. Docente investigador y coordinador de Escuela de Ingeniería Mecánica e Industrial. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Santa Tecla. Email: rene.hernandez@itca.edu.sv

de las máquinas, así como sostener entrevistas con jefes de mantenimiento para recopilar información sobre circuitos, elementos y redes de control. Se recurrió a estas empresas por ser consideradas las más automatizadas del país.

Etapa 1. Investigación de campo

La investigación de campo permitió conocer el grado de automatización alcanzado por empresas incluidas en la muestra que, al parecer del equipo investigador, es muy elevado. El objetivo que se perseguía con éste trabajo de campo, era identificar los diferentes elementos que se utilizaban en la industria y que sirvieran de base para la siguiente etapa de la investigación.

La investigación de campo se describe en la Revista Tecnológica de ITCA-FEPADE año 2010, página 34.

Etapa 2. Selección de elementos

Con base en los resultados de la investigación de campo, se seleccionaron los componentes que conformarían el entrenador. Uno de los componentes principales encontrados fueron los PLC, Programmable Logic Controller; y con el propósito de contar con una gama para efectos didácticos, se adquirieron las siguientes marcas: Siemens, Allan Bradley, Omron y Festo. Otro de los componentes identificados fueron los relés inteligentes y se adquirieron de diferentes marcas que son utilizados en máquinas industriales de poca complejidad.

Fotografía 2. PLC

Fotografía 3. Luces piloto, sensores y botoneras.

Manual de Problemas

La investigación de campo permitió observar diferentes aplicaciones de la electroneumática y así, redactar un **Manual de Problemas** que se subdividió en niveles: básico, intermedio, avanzado y experto de acuerdo a la complejidad en la solución requerida.

Los resultados de la investigación de campo y la redacción del Manual de Problemas, permitieron conocer las cantidades de elementos, PLC, sensores, cilindros, electroválvulas y relés, entre otros, que deberían ser comprados para proseguir con la siguiente etapa.

Etapa 3. Diseño del entrenador

El diseño del banco del entrenador se basó en dos premisas importantes a saber: la primera, versatilidad, que consistió en la facilidad de montar y desmontar los diversos elementos que conformarían el entrenador. A cada uno de los elementos se le diseñó y fabricó su propia base, como se puede observar en las fotografías 2 y 3.
La segunda premisa, ergonomía: para cumplir con esta condición se realizó una encuesta en ITCA-FEPADE la cual tenía como objetivo primordial, conocer la altura promedio de los estudiantes para diseñar en función de ésta la altura del entrenador.
Para determinar las dimensiones de diseño del banco de trabajo, se recurrió al uso del software que incluye el libro de Benjamín W. Niebel, " Ingeniería

Industrial: métodos, tiempo y movimientos" año 2004. Este software permite estimar la altura del banco de trabajo a partir del ingreso de la estatura promedio del trabajador. La figura 2 muestra la altura promedio obtenida.

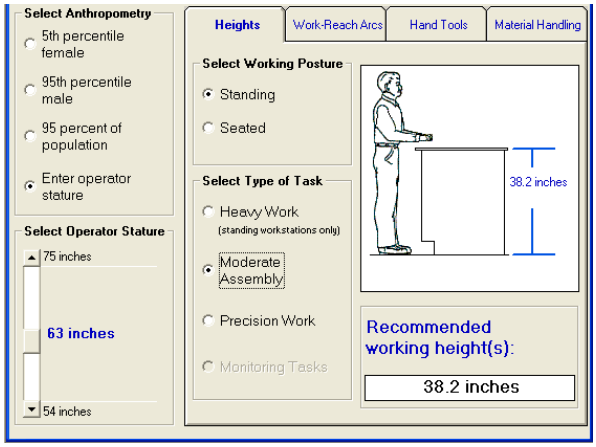


Figura 2. Resultados del software.

Etapa 4. Construcción y montaje:

El diseño y la construcción del entrenador se realizaron en los talleres y laboratorios de ITCA-FEPADE con el apoyo de docentes, instructores y estudiantes de las carreras de Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Mecánica.

Fotografía 4. Instructores y estudiantes trabajando en la fabricación de la base del entrenador.

Fotografía 5. Instructores y estudiantes ensamblando componentes electrónicos del entrenador: PLC, sensores, relés, válvulas, cilindros, botoneras, luces pilotos, entre otros.

Fotografía 6. Docentes, instructores y estudiantes ensamblando los componentes de acuerdo al diseño del entrenador para correr diferentes circuitos electroneumáticos.

CONCLUSIÓN

La investigación aplicada en este proyecto ha demostrado el potencial que tiene el modelo impulsado por el Ministerio de Educación, consistente en la participación y la cooperación de la empresa privada, el gobierno y la academia.

ITCA-FEPADE cuenta para sus estudiantes y el sector industrial con un banco entrenador novedoso, que utiliza elementos industriales de automatización para el desarrollo y pruebas de circuitos electroneumáticos básicos y complejos.

Este tipo de proyectos desarrollados con el apoyo del sector gubernamental y el sector empresarial, constituyó una experiencia enriquecedora para docentes investigadores y estudiantes de ITCA-FEPADE.

Esta experiencia permitió adicionalmente:

- Visitar y conocer empresas nacionales de vanguardia en el tema de automatización.
- Observar in situ la modernización y actualización del sector industrial.
- Sostener entrevistas con personal técnico e ingenieros experimentados.
- Contar con asesorías del sector empresarial.
- Trabajar con estudiantes motivados.
- Recibir capacitaciones de alto nivel.

El equipo de trabajo de este proyecto agradece la apertura, el apoyo y la asesoría de las empresas amigas participantes en el Modelo Dual de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE.

Bibliografía consultada

1. CREUS Solé, Antonio. Neumática e hidráulica. México, D.F: Alfaomega, 2007. 404 p. ISBN: 9789701509036
2. GUILLEN Salvador, Antonio. Aplicaciones industriales de la neumáticas. Bogotá: Alfaomega, 1999. 160 p. ISBN: 9586821455
3. HERNÁNDEZ Ortíz, René Mauricio. Automatización en la industria salvadoreña: un paso en el nuevo milenio. Revista tecnológica, 3 (3): 34-36. 2010. ISSN: 2070-0458.
4. NIEBEL, Benjamín W. Ingeniería industrial: métodos tiempos y movimientos [CD-ROM] México, D.F: Alfaomega, 2004.
5. RODRÍGUEZ Penín, Aquilino. Comunicaciones industriales. Barcelona: Marcombo, 2008. 287 p. ISBN: 10:8426715109
6. RODRÍGUEZ Penín, Aquilino. Sistemas SCADA. 2ª. ed. Barcelona: Marcombo, 2007. 448 p. ISBN: .9788426714503

El turismo como dinamizador de la economía y aportes de innovación tecnológica para la Zona Oriental de El Salvador

Lic. Jorge Luis Zelaya Garay[1]

Resumen. El turismo es una actividad que cada día gana terreno a nivel mundial, con un aporte muy generoso al producto interno bruto de cada país. El Salvador está siguiendo esta tendencia, desde el Estado se están impulsando políticas para fomentar el turismo, lo cual ha hecho consolidar al país como un destino turístico a considerar por los turistas extranjeros, logrando posicionarse en el tercer país de Centroamérica con mayor cantidad de visitas por turistas. Uno de los programas más dinamizadores del turismo externo e interno es "Pueblos Vivos", que invita al turista a conocer pueblos mágicos y pintorescos, en donde los pobladores exponen sus platos típicos, artesanía y recorridos por sus cascos urbanos encantadores, logrando así beneficiarse económicamente. Bajo este contexto en el artículo se resalta que la Zona Oriental del País tiene recursos turísticos los cuales son potenciales para una alternativa de desarrollo económico. La Sede MEGATEC La Unión, a través de la Escuela de Gastronomía y Hostelería y Turismo, ha priorizado esta área como una línea de investigación e innovación tecnológica, y entre otros, ejecuta el proyecto denominado: "Diseño de un Portal Promocional de la Oferta Turística y Hotelera para el Departamento de La Unión"

Palabras clave. *Turismo - La Unión - El Salvador, desarrollo social, desarrollo sostenible, sostenibilidad, desarrollo turístico.*

Desarrollo

La Zona Oriental del país por su posición geográfica posee una dinámica económica diferente al resto del territorio de El Salvador. Esta diferencia fue desarrollándose desde la guerra civil la cual tuvo un impacto devastador, deformando las operaciones económicas locales más recurrentes, como la agricultura con su máxima expresión, el algodón, a mediados de los años 80´s, luego la caña de azúcar al inicio de los años 90´s, y otros cultivos que sucumbieron por diversas variables.

Otro fenómeno neurálgico en esta zona es la emigración de sus pobladores para diferentes países y en especial a Estados Unidos, debido al conflicto armado, en donde se instalaron y comenzaron a trabajar y ayudar económicamente a sus familias por medio de remesas, la cual se vio como una forma de mantener la economía, que hasta la actualidad se mantiene. Ahora, además, los turistas contribuyen económicamente visitando destinos vivos, conociendo la cultura y el paisaje que la Zona Oriental posee.

Bajo este sentido, es importante definir qué se entiende por turismo: "El turismo es el movimiento de personas a destinos fuera de su lugar habitual de trabajo y residencia, las actividades realizadas durante su estancia en estos destinos y los servicios creados para atender sus necesidades". (OMT)".[2]

Es decir, "Que el turismo constituye uno de los mayores recursos para el desarrollo." [3]

1. *Licenciado en Contaduría Pública. Docente Investigador. Escuela de Gastronomía y Turismo. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE, MEGATEC La Unión. E-mail: jorge.garay@itca.edu.sv*
2. *ORGANIZACIÓN Mundial del Turismo, OMT. [en línea]. [fecha de consulta: 14 agosto 2012]. Disponible en: http://media.unwto.org/es/content/entender-el-turismo-glosario-basico`*
3. *FUNDACIÓN para el Desarrollo Sostenible (El Salvador). Programa de formación de guía turístico local. El Salvador: FUNDES / BID, 2012.*

En la actualidad, la economía requiere nuevas formas de generar ingresos, para invertir los ahorros generados por las remesas, que muchas veces han sido utilizados para "Consumo" y no para "Inversión".

A nivel nacional se le apuesta a los servicios turísticos y desde el Estado se han generado políticas de fomento al turismo, que para los años 2000 se creó el Ministerio de Turismo conocido como MITUR, el cuál es el ente rector de toda la actividad en pro del turismo; en el mismo periodo se instalo el mayor hotel de playa y resort, en el departamento de Sonsonate, que hoy en día sigue siendo un gran referente.

En la "Zona Oriental, el fin del conflicto trajo consigo nuevas oportunidades de desarrollo del turismo, potenciando aquellas zonas donde el conflicto armado tuvo sus centros de operación. En tal sentido, nació el destino turístico de "Turismo Histórico" en Perquín, el cual atrae a cientos de turistas nacionales e internacionales con el fin de conocer los motivos e historia de la guerra civil". [4] La Zona Oriental cuenta con grandes atractivos turísticos naturales y culturales los cuales no han sido aprovechados aún.

En función de dinamizar la actividad turística, la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, sede MEGATEC, La Unión, a través del Departamento de Investigación desarrolla y aporta en esta ocasión con el proyecto denominado **"Diseño de un portal promocional de la oferta turística y hotelera para el departamento de La Unión, El Salvador, C.A."**, que tiene como objetivo identificar, clasificar, ponderar y presentar el inventario de los recursos naturales y culturales y darse a conocer al mundo por medio de un portal promocional vía Internet. El portal será una herramienta interactiva que le ofrecerá al turista informarse de qué tipos de destinos turísticos posee específicamente el departamento de La Unión, así como la oferta hotelera y restaurantera que se posee.

Un "inventario turístico" es la parte esencial de un diagnóstico para identificar recursos, atractivos y planta turística, con una metodología propia para reconocer y evaluar el potencial turístico del área, municipio o región delimitada". [5]

Dentro del proyecto se está recorriendo cada uno los dieciocho municipios del departamento de La Unión, encontrándose mucha disposición de las municipalidades y actores locales, que permiten explorar cada rincón de territorio administrado técnicamente y potenciar sus recursos turísticos con los estándares del Ministerio de Turismo. Con esta actividad se espera que la sede MEGATEC La Unión, pueda aportar hacia la estrategia y la política nacional de investigación e innovación tecnológica.

Por otra parte, es importante resaltar que la economía de las familias de estos municipios, en su mayoría está basada en la agricultura, con pequeñas parcelas de granos básicos, con mucho énfasis en el grano de herencia Maya, el maíz. En este contexto las mujeres se dedican a las labores del hogar, modo de vida que puede ser aprovechado para incluirlo en la promoción del turismo rural, cultural e histórico, ya que muchos turistas gustan de explorar dichos destinos étnicos-culturales.

Característica de la actividad económica de la Zona Oriental

Gradualmente la Zona Oriental de El Salvador se ha posicionado como potencial económico, en donde han existido diversas inversiones en centros comerciales, parques recreativos, complejos habitacionales y otras inversiones como bases para el turismo.

4. *El SALVADOR Impresionante [en línea]. [fecha de consulta: 12 agosto 2Domingo, 22 de Abril de 2012]. Disponible en: http://www.elsalvador.travel/perquin/*
5. *EL SALVADOR. Ministerio de Turismo. Manual de planeación territorial turística. 1ª. ed. El Salvador. MITUR, 2011.*

Existen instaladas empresas de servicios tales como telefónicas, aseguradoras y empresas de comida rápida que demandan de gran forma mano de obra local. También hay un flujo de dinero generado por las remesas, que regularmente están destinadas al gasto y no a la inversión, las cuales podrían ser aprovechadas para generar una mejor economía de escala local y territorial y así mejorar la calidad de vida de los habitantes.

La mayor parte del comercio formal e informal depende de las remesas y que claramente se denota este impacto en la crisis económica, en donde el flujo de remesas disminuyó considerablemente y las empresas resintieron en sus ingresos. Es aquí donde surge el turismo como una alternativa de mejorar el producto interno bruto y también que los habitantes puedan convertirse en emprendedores locales que ofrezcan productos y servicios innovadores y propios, que indudablemente son acogedores para los turistas.

En cuanto al área turística, el sector hotelero posee una oferta considerable de hoteles de ciudad, de playa y de montaña; de igual forma se complementa la infraestructura turística con restaurantes de buena calidad y algunas tour operadoras que están aprovechando este potencial.

Hasta hoy se depende de la estacionalidad de la demanda turística, para periodos vacacionales como semana santa, fiestas agostinas y fin de año. Esta situación puede mejorarse con la promoción de los destinos turísticos a través del **"Portal Promocional"** y una estrategia de proyectos emprendedores de los habitantes de los municipios.

Para tal efecto se recomienda:

I. SENTIDO DE PERTENENCIA SOBRE LOS RECURSOS QUE POSEEN

Está claro que las poblaciones a pesar de sus riquezas con potencial turístico, las desconocen o las menosprecian; y eso está íntimamente relacionado a la conceptualización de turista: "Salir de su entorno habitual". El ser humano se acostumbra a ver estos recursos turísticos y les parece sin gran importancia, pero cuando llega un turista queda impactado del recurso y el valor antropológico que tienen. Tal es el caso de algunas plazuelas centrales de municipios del departamento de La Unión, su mismo casco urbano que algunos habitantes locales lo ven "aburrido", pero al llegar el turista queda impactado por su tranquilidad y la forma de vida de sus habitantes, tal es el caso que mucho regresan a visitarlos.

La clave está en saber valorar los recursos turísticos y sentir patriotismo por ellos.

II. TRABAJO EN CONJUNTO ENTRE ALCALDÍA, EMPRESARIOS Y POBLADORES

Cada municipio posee una alcaldía, quien es la rectora de las políticas locales a desarrollarse. El Código Municipal contempla dentro de las obligaciones de las municipalidades: "Fortalecer al Turismo".

Habitualmente existe un esfuerzo municipal por desarrollar las fiestas patronales, como un aporte al dinamismo de la economía, pero se limita a dos fechas al año como máximo.
Es importante sentar las bases para atraer la inversión, tanto de los pobladores como a nivel externo, lo cual conlleva un proceso de brindar atractivos incentivos con tasas municipales preferenciales.
La función de los pobladores radicará en apoyar estas iniciativas, incorporándose a tareas tales como dar buenas referencias de su terruño, generar una nueva cultura e imagen turística local y ayudar a los turistas a una información y atención más placentera y acogedora.

III. ORGANIZACIÓN DEL COMITÉ DE DESARROLLO TURÍSTICO

Para concentrar los esfuerzos en materia turística se requiere un ente de carácter municipal, que sirva de referencia en temas relacionados a la promoción turística.

Actualmente se han creado los Centros de Atención Turísticos Locales, cuyo objetivo es velar por el turismo de su localidad. Se recomienda que miembros de la sociedad civil y alcaldía se integren aún más.
El Centro de Atención Turística Local se considera requisito indispensable para iniciar cualquier apoyo del Ministerio de Turismo MITUR, el cual brinda asesoramiento para la creación y seguimiento.
De los dieciocho municipios de La Unión, once corresponden a la "Mancomunidad del Golfo de Fonseca" [6], en los cuales ya fue constituido el "Comité de Desarrollo Turístico."

Hay esfuerzos para capacitar a los miembros del "Comité de Desarrollo Turístico" de cada municipio, por parte del Ministerio de Turismo, MITUR, y la Cooperación Japonesa, JICA; esto se efectúa con visitas técnicas e intercambios con otros municipios que han avanzado en el tema turístico.

IV. CONSUMIR LO PROPIO

El centro de toda dinamización económica radica en el consumo de lo propio. Como es conocido, cada municipio se caracteriza por la elaboración de un producto en particular, potenciar al máximo su producción y en su misma perspectiva el mercadeo y consumo de éste.

La Comisión Nacional de la Micro y Pequeña Empresa, CONAMYPE, está impulsando el programa **"Un Municipio…Un Producto".** [7]

En municipios del occidente, como "El Congo", han explotado la ruta turística del "Tabudo", en el entorno del Lago de Coatepeque, beneficiando a muchos habitantes de este municipio, donde la escuela local posee acuerdos de cooperación técnica para generar e impulsar nuevos proyectos de investigación y emprendedurismo, donde los jóvenes podrán crear nuevas ideas de negocios. Esto se puede replicar en otros municipios enfocándose en la actividad turística en la Zona Oriental con un producto por pueblo.

V. COMPRENDER LO QUE EL TURISTA DESEA

Con mucha frecuencia se confunde las necesidades de los turistas y deseamos impresionar con hoteles cinco estrellas y centros comerciales de buen nivel, pero el turista internacional en su mayoría está acostumbrado a este tipo de infraestructura y lo que realmente desea es, salir de su rutina e involucrarse en pueblecitos con mucha tranquilidad e interactuar con sus pobladores de forma autóctona, conocer sus costumbres, gastronomía, forma de vida, etc. El turismo local en su esencia, permite a los pobladores tener una forma de vida cimentada en la actividad turística y satisfacer las necesidades de los turistas.

Progresivamente, el fenómeno turístico ha llamado la atención del Estado, creando ya hace varios años el Ministerio de Turismo, el cual fomenta el turismo por medio de líneas estratégicas y últimamente se basó en el aprovechamiento máximo del programa ***"Pueblos Vivos",*** el cual generó mucha promoción a estos destinos lejanos que carecían de promoción.

También en esta estrategia la Escuela de Gastronomía y Turismo de la sede MEGATEC La Unión, apoya a los municipios promocionando y trabajando

6. *MITUR y la OEA le dan capacitación a comités. El Diario de Hoy: San Salvador, El Salvador, 22 de Abril de 2012. Disponible en: http://www.elsalvador.com/mwedh/nota/nota_completa.asp?idCat=47862&idArt=6834844*
7. *EL MOVIMIENTO "Un pueblo, un producto" abonará al desarrollo de El Salvador [en línea]. [fecha de consulta: 20 septiembre 2012]. Disponible en: <http://migenteinforma.org/?p=7095 >*

en proyectos, para el caso, "Inventarios Turísticos" que son formas innovadoras de estratificar los recursos culturales y naturales de cada lugar.

La idea se centra en competir con grandes destinos turísticos que poseen mucha infraestructura para los turistas; en cambio la Zona Oriental posee recursos turísticos amplios, que al saber sobreponerlos a la infraestructura turística la podemos aprovechar.

El Puerto de La Unión y la Carretera Longitudinal del Norte, generan oportunidad de aprovechar el turismo, en el entendido que el turismo requiere ampliamente de vías de transporte de calidad para su realización.

En La Unión se podrán aprovechar varios tipos de turismo, tales como ecoturismo, sol y playa, aventura, religión y cultura entre otros.

Todo este potencial unificado al **"Portal Promocional"** del departamento de La Unión, que se diseñará en ITCA-FEPADE Megatec La Unión, podrá contribuir significativamente a la economía de la Zona Oriental y con énfasis en el departamento de La Unión.

Bibliografía consultada

1. EL SALVADOR. Ministerio de Turismo. Manual de planeación territorial turística. 1ª. ed. El Salvador. MITUR, 2011.
2. FUNDACIÓN para el Desarrollo Sostenible (El Salvador). Programa de formación de guía turístico local. 1ª. ed. El Salvador: FUNDES / BID, 2012.

La calidad del agua del Río Sucio en la Zona del Valle de San Andrés

Ing. Alma Verónica García[1]

Resumen. En la actualidad el Río Sucio es uno de los ríos más contaminados en El Salvador, catalogándose la calidad de su agua como de pésima calidad, esta calificación se determina mediante la medición de parámetros como Oxigeno Disuelto, Recuento Microbiológico, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Totales Disueltos y Sólidos Suspendidos, Turbidez, Nitrógeno y Fósforo, encontrándose la mayoría de ellos arriba de los limites establecidos en las normas oficiales, tal y como se logró determinar en el monitoreo realizado por la Escuela de Ingeniería Química de ITCA-FEPADE durante once meses, en la zona media del Río Sucio, donde operan al menos 15 empresas agroindustriales. Se logró identificar que gran parte de la carga contaminante del río proviene de los desechos domésticos, industriales, agroindustriales y agrícolas que se han vertido en él durante las ultimas décadas.

Palabras clave. *Calidad del agua, contaminación del agua, indicadores (químicos), Río Sucio – El Salvador, Valle de San Andrés – El Salvador.*

Desarrollo

La calidad del agua esta determinada por la medición de parámetros físicos, químicos y microbiológicos; sus valores máximos y mínimos permitidos están determinados por el uso al que se destine el agua.

La importancia de determinar la calidad del agua del Río Sucio en la zona del Valle de San Andrés, radica en el amplio uso de sus aguas para actividades de riego de cultivos, encontrándose además en esta cuenca el Proyecto Zona Norte de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, ANDA, el cual abastece de agua potable gran parte del Área Metropolitana de San Salvador, AMSS.

Actualmente algunas de las empresas ubicadas en el Valle de San Andrés, que utilizan el agua del río para satisfacer la demanda de sus procesos y que vierten además sus aguas residuales al mismo, están conscientes del problema de contaminación y como una medida para abordar dicha problemática han conformado el Comité Ambiental Empresarial San Andrés, CAESA, al que se encuentran asociadas empresas como HILASAL, Kimberly Clark, Hannes Brand, INFRASAL, Industrias La Constancia, Avícola Salvadoreña, Productos Alimenticios Sello de Oro, entre otras. Este tiene como uno de sus principales propósitos aunar esfuerzos para mejorar las condiciones actuales del Río Sucio.

Con el estudio realizado en forma conjunta entre CAESA y la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, se recopiló información pertinente para elaborar posteriormente una propuesta viable de acciones concretas de recuperación del río, que involucren al sector privado, gubernamental y municipal de la zona.

1. *Ingeniera Química. Docente Escuela de Ingeniería Química. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE Sede Santa Tecla. E-mail: alma.garcia@itca.edu.sv*

Monitoreo de la Calidad del Rio Sucio en el Valle de San Andrés

Con el objetivo de determinar la evolución de la calidad del agua del Río Sucio en el tiempo y evaluar la calidad del agua vertida al río por empresas de la zona, se diseñó un plan de muestreo que comprendía 7 puntos, todos ellos ubicados en la Zona del Valle de San Andrés (parte media del Rio Sucio, donde descargan sus aguas de desechos 15 agroindustrias). Se buscaba además observar el comportamiento de los diferentes parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, tanto en época seca como en época lluviosa. El periodo de muestreo comprendió desde Julio de 2010 hasta Julio de 2011.

Considerando lo anterior se procedió a monitorear nueve parámetros a través del tiempo, de los cuales se ofrece un breve comentario:

1. **Oxígeno Disuelto (OD):** el oxígeno es un gas muy relevante en dinámica de aguas. Su solubilidad es función de varios factores: temperatura, presión, coeficiente de solubilidad, tensión de vapor, salinidad y composición fisicoquímica del agua.

2. **Coliformes Fecales:** los gérmenes patógenos habitualmente transmitidos por el agua viven en los intestinos del hombre y de los animales de sangre caliente (agentes de la fiebre tifoidea, del cólera, etc.). La manifestación de una contaminación fecal constituye una excelente señal de alarma. Los coliformes fecales influyen directamente en la contaminación del agua debido a los vertidos de aguas urbanas al río, aunados a las aguas residuales de los distintos tipos de ganadería y agroindustrias.

3. **pH:** el pH del agua se debe sobre todo al equilibrio carbónico y a la actividad vital de los microorganismos acuáticos.

La secuencia de equilibrios de disolución de CO_2 en el agua y la subsiguiente disolución de carbonatos e insolubilización de bicarbonatos, alteran drásticamente el pH de cualquier agua. Asimismo, la respiración de los organismos heterótrofos en el agua produce dióxido de carbono modificando el pH del medio acuático.

4. **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):** la DBO indica la cantidad de oxígeno necesaria para destruir, estabilizar o degradar la materia orgánica presente en una muestra de agua por la acción bacteriológica. La tendencia general es que la calidad del agua es mejor cuando la DBO es menor.

5. **Nitratos:** el uso de fertilizantes naturales y artificiales en las zonas agrícolas y los efluentes de granjas animales provocan la aparición de nitratos en las aguas superficiales. La eutrofización se define como un incremento indeseable en la producción de biomasa acuática, causada por altas cantidades de nutrientes principalmente nitrógeno y fósforo que entran en los cuerpos de agua. Niveles de nitrito superiores a 0,75 ppm en el agua pueden provocar stress en peces y mayores de 5 ppm pueden ser tóxicos.

6. **Fósforo Total:** el fósforo de una fuente de agua puede proceder de:

a) Disolución de rocas y minerales que lo contienen.
b) Lavado de suelos en los que se encuentra como resto de actividades ganaderas agrícolas.
c) Aguas residuales domésticas vertidas a las aguas naturales.

Dentro de esta última fuente de contaminación, podemos incluir los detergentes utilizados en limpieza doméstica. Estos explican el 50% del fósforo presente en aguas contaminadas por vertidos urbanos.

Dentro de esta última fuente de contaminación, podemos incluir los detergentes utilizados en limpieza doméstica. Estos explican el 50% del fósforo presente en aguas contaminadas por vertidos urbanos.

7. **Turbidez:** la presencia de diversas materias en suspensión, arena, limo, coloides orgánicos, plancton y otros organismos microscópicos da lugar a la turbidez del agua.

8. **Sólidos Disueltos Totales (SDC):** la tendencia general es que la menor concentración de sólidos disueltos totales corresponde a aguas de mejor calidad.

9. **Temperatura:** afecta la química del agua y las funciones de los organismos acuáticos. La temperatura influye en: la cantidad de oxigeno que se puede disolver en el agua, la velocidad de fotosíntesis de las algas y otras plantas acuáticas, la velocidad metabólica de los organismos, la sensibilidad de organismos a desechos tóxicos, parásitos y enfermedades, épocas de reproducción, migración y estivación de organismos acuáticos.

Una vez recolectadas las muestras de agua, se procedieron a analizar en el Laboratorio de Química de la Escuela de Ingeniería Química de ITCA FEPADE, obteniéndose una visión "panorámica" de como es el comportamiento de los 9 parámetros arriba citados a través del tiempo y se detalla un ejemplo de un punto de muestreo de forma gráfica a continuación:

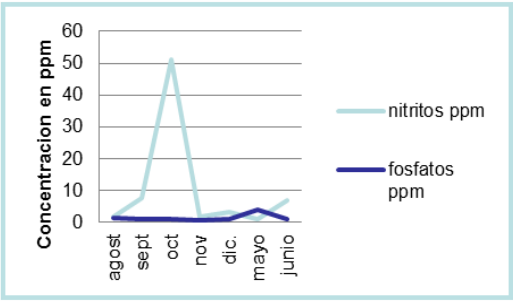


Gráfico 1. Concentración en partes por millón. Parámetros: Nitritos y Fosfatos. Punto de muestreo: km 34 1/2 carretera a San Juan Opico. Período: agosto de 2010 a junio de 2011.

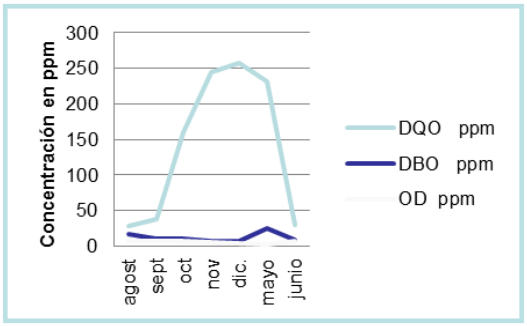


Gráfico 2. Concentración en partes por millón. Parámetros: Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno y Oxígeno Disuelto. Punto de muestreo: km 34 1/2 carretera a San Juan Opico. Período: agosto de 2010 a junio de 2011.

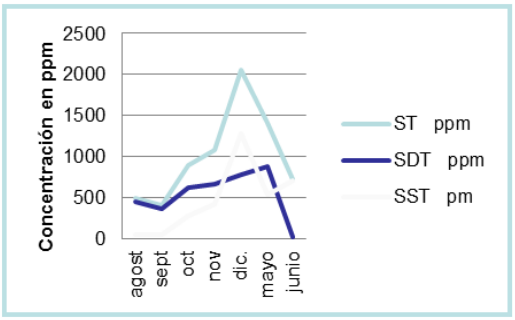


Gráfico 3. Concentración en partes por millón. Parámetros: Sólidos Totales (SDT, Sólidos Suspendidos Totales (SDT) y Sólidos Disueltos Totales (SDT). Punto de muestreo: km 34 1/2 carretera a San Juan Opico. Período: agosto de 2010 a junio de 2011.

Observando los gráficos puede notarse que la tendencia en cuanto a concentración de nitritos, fosfatos, DBO, DQO, OD y solidos totales, es de aumentar en estación seca (esto debido a que el caudal del rio disminuye) y a disminuir en estación lluviosa (puesto que el caudal del rio en esta época aumenta, con lo cual el efecto es "diluirse"). En los casos específicos de Temperatura, pH, Turbidez y Coliformes Fecales, los resultados promedios de los 7 puntos muestreados y la comparación con la NSO 13.49.01:09 (Norma Salvadoreña Obligatoria para Aguas Residuales) se pueden consultar en la siguiente tabla:

MÁXIMOS PERMISIBLES SEGÚN NORMA OFICIAL SALVADOREÑA PARA AGUAS RESIDUALES 13.49.01:09		VALORES PROMEDIO DE 7 PUNTOS DE MUESTREO	CUMPLIMIENTO DE LA NSO 13.49.01:09
Coliformes fecales	10,000 UFC/100 ml	Mayores de 100,000 UFC/100 mL	No cumple
pH	5.5-9.0	7.64	Cumple
T °C	20 - 35 °C	25.21	Cumple
Turbidez NTU	No se incrementara en 5 NTU el cuerpo receptor	170,902	No cumple

Tabla 1. Comparación de valores promedio de Coliformes Fecales, pH, Temperatura y Turbidez con la NSO 13.49.01:09

De la tabla 1 y del análisis de los gráficos 1, 2 y 3 se puede concluir que en la mayoría de casos el agua del Río Sucio no cumple con la normativa exigida; sin embargo, para dar una idea más certera de la calidad de sus aguas y qué utilidad pueden tener, es necesario "calificarlo", de ser posible con estándares internacionales; esto se puede lograr a través del Índice de Calidad del Agua, como se explica en el siguiente apartado.

Estimación del Índice de Calidad del Agua (ICA)

La clasificación de calidad del agua toma en cuenta el uso que se dará a este recurso. Algunos de los parámetros consideran si el agua puede utilizarse como potable, para riego o para actividades recreativas. El ICA es un concepto desarrollado por la Fundación de Sanidad Nacional NSF de EE.UU., que en un esfuerzo por idear un sistema para comparar ríos en varios lugares del país, creó y diseñó un índice estándar llamado WQI (Water Quality Index) que en español se traduce como índice de Calidad del Agua.

Este índice es ampliamente utilizado entre todos los Índices de calidad de agua existentes siendo diseñado en 1,970 y puede ser utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo. Los resultados pueden ser utilizados para determinar si un tramo particular de un río es saludable o no. A continuación se presenta la tabla propuesta por Brown.

CALIDAD DE AGUA	COLOR	VALOR
Excelente		91 a 100
Buena		71 a 90
Regular		51 a 70
Mala		26 a 50
Pésima		0 a 25

Tabla 2. Clasificación del ICA propuesto por Brown. Fuente: Lobos, José. Evaluación de los contaminantes del Embalse del Cerrón Grande, PAES, 2002.

Para la determinación del ICA intervienen los siguientes 9 parámetros:

1. El Oxígeno Disuelto (OD).
2. Coliformes Fecales.
3. pH.
4. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).
5. Nitratos.
6. Fósforo Total.
7. Turbidez.
8. Sólidos Disueltos Totales (STD).
9. Temperatura.

A cada uno de estos parámetros se le asigna un "peso relativo" y un subíndice, tal y como se detalla en la siguiente tabla:

í	Sub_i	W_i
1	Coliformes fecales	0.15
2	pH	0.12
3	DBO_5	0.10
4	Nitratos	0.10
5	Fosfatos	0.10
6	Temperatura	0.10
7	Turbidez	0.08
8	Solidos disueltos totales	0.08
9	Oxigeno Disuelto	0.17

Tabla 3. Pesos relativos para cada parámetro del ICA Fuente: Lobos, José. Evaluación de los contaminantes del Embalse del Cerrón Grande, PAES, 2002.

Dichos parámetros son sustituidos en la siguiente fórmula:

$$ICA_m = \prod_{i=1}^{9} \left(Sub_i^{w_i} \right)$$

Cada valor de Subi para el parámetro correspondiente se obtiene de forma gráfica; como ejemplo se muestra una gráfica para la obtención del Subi del pH:

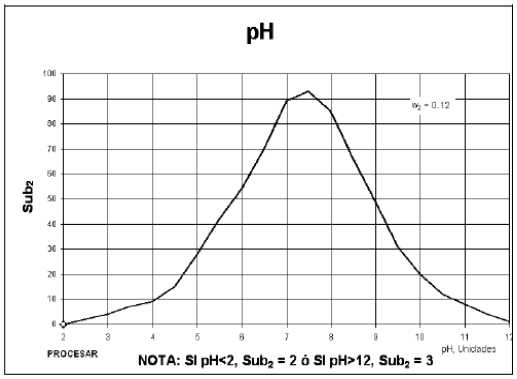


Gráfico 4. Valoración de la calidad del agua en función del pH.

Habiendo explicado que es el ICA, a continuación se da a conocer la calidad del agua del Río Sucio en la actualidad.

Calidad del agua del Río Sucio

El conocimiento de la calidad y la disponibilidad del agua para sus diferentes usos, es factor importante para el bienestar y el progreso de un país; no sólo depende del tipo de suelo, clima, condiciones de drenaje, técnicas de riego y caudales disponibles, sino también en forma fundamental de la calidad físico-química.

La mayoría de ríos de El Salvador están altamente contaminados, según un estudio publicado recientemente por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, MARN, que examinó la calidad del agua en 125 puntos de 55 cauces.

Los ríos con la peor calidad son: Río Acelhuate, **la zona media del Río Sucio**, la parte alta del Río Suquiapa, las partes bajas del Río San José de Metapán y la zona media del Río Grande de San Miguel. Por lo tanto, para el caso concreto de los 7 puntos de muestreo de la zona media del Rio Sucio, los resultados del ICA fueron los siguientes:

Punto de muestreo	ICA	Calificación
1	28.55	Agua de mala calidad.
2	23.61	Agua de pésima calidad.
3	26.29	Agua de mala calidad.
4	21.27	Agua de pésima calidad.
5	20.71	Agua de pésima calidad.
6	17.69	Agua de pésima calidad.
7	0	Agua de pésima calidad.
Valor promedio	**19.73**	**Agua de pésima calidad.**

Tabla 4. Resultados de ICA para la zona media del Río Sucio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la mayoría de los puntos muestreados dio como resultado una clasificación de "agua de pésima calidad", con un ICA dentro del rango de 0 a 28.55, presentando altos índices de contaminación microbiana y no cumpliendo en la mayoría de casos con los parámetros fisicoquímicos que exige la Norma Salvadoreña Obligatoria "Aguas residuales descargadas a cuerpo receptor" (NSO 13.49.01:09). Lo anterior lleva a considerar y reconfirmar que las aguas del Rio Sucio no son aptas ni para consumo humano, ni como agua de riego, salvo que éstas fueran sometidas a un tratamiento de aguas residuales primario, secundario y terciario.

Así mismo, se recomienda ampliar el diagnóstico y monitoreo del Río a otras zonas que no se limiten a la parte media, específicamente en el lugar donde nace este Río y en su desembocadura.

Bibliografía consultada

1. CUELLAR, Nelson. La contaminación del agua en El Salvador: desafíos y respuestas institucionales. PRISMA. [en línea] 2001, no.43. [fecha de consulta: 12 Agosto 2012]. Disponible en: http://www.prisma.org.sv/uploads/media/prisma43.pdf
2. EL SALVADOR. Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET). Monitoreo de calidad y cantidad de los ríos Sucio, Suquiapa y Acelhuate para valorar la calidad de las aguas y su evolución a través del tiempo [en línea]. San Salvador: SNET, [2003?]. [fecha de consulta: 12 Julio 2012]. Disponible en: http://www.snet.gob.sv/Documentos/EVALUACION-ICA.pdf
3. ESQUIVEL Orellana, Olga Armida. Investigación aplicada sobre el impacto ambiental de la contaminación del agua en las cuencas del Rio Sucio, Acelhuate y Cuaya: informe final [en línea]. San Salvador: Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas"/ Fondo de la Iniciativa para las Américas, 2007 [fecha de consulta: 15 Agosto 2012]. Disponible en: http://www.uca.edu.sv/investigacion/fiaes/fiaes1.html
4. UNIVERSIDAD Técnica Latinoamericana, UTLA y Fondo Nacional de Apoyo para Empresas en Solidaridad, FONAES. Evaluación del grado de contaminación de las aguas superficiales en el Valle de Zapotitlán, evaluación de contaminación de los rió Sucio, Agua Caliente y afluentes en el Valle de Zapotitlán. Nueva San Salvador: UTLA-FONAES, 1996.

Reflexionando en la Web

Ing. Dennis Isaías Cervantes Núñez [1]

Resumen. El presente artículo da un panorama general de la forma en que la información a través de Internet impacta directamente en la conducta y vida diaria de las personas en la sociedad actual, ya que los seres humanos de estos días se ven inmersos en una saturación de información digital, tanto aquellos que están directamente conectados a la web, o aquellos que reciben la información digital a través de terceros. Primeramente se plantea cómo estas personas desconectadas pueden volverse un público meta para el objetivo de comunicar una idea o reflexión; luego se abordan los beneficios y desventajas de utilizar medios digitales para tratar de alcanzar el público meta; además se aborda cómo el término "tiempo real" incide en la forma que una idea llega a las personas que consultan la web continuamente; además se aborda qué le depara en el futuro al ser humano con la vida en la nube para promover las ideas e inquietudes al mundo.

Palabras clave. *Internet (Red de computadores). Cibernética. Redes de información. World Wide Web (Servicio de información sobre redes).*

Desarrollo

La Cibercuchilla. "La palabra de Dios es parecida a una espada de doble filo que penetra el corazón", reza una de las cartas del apóstol Pablo. Comparando el sentido de este versículo de la Biblia con la comunicación en la web, puede decirse que la información dentro de la sociedad actual se convierte en mensajes que pueden alcanzar y penetrar cualquier lugar donde alguien tenga una computadora o un smartphone con conexión a Internet. Y no sólo es el hecho de que una idea llegue, sino que produzca una reflexión en quien la recibe; eso es lo novedoso de las comunicaciones de hoy; la forma en que se lee información alcanza las consolas de videojuegos y los televisores inteligentes, los noticieros dedican gran parte de sus ediciones a leer los mensajes que los internautas ponen en el correo o las redes sociales.

El mensaje a través de la web es una especie de "cibercuchilla" que atraviesa cualquier barrera llevando información de un lado a otro; mantiene informado al salvadoreño de lo que ocurre dentro y fuera de su entorno. Interesante que esta cibercuchilla puede penetrar donde sea no solo llevando quizás las noticias del momento o resultados deportivos, sino que además se convierte en una herramienta para llevar ideas y mover a los individuos a acciones concretas, como hemos visto en los conflictos del Medio Oriente o las situaciones sociopolíticas de las crisis del Órgano Ejecutivo y el Órgano Legislativo de El Salvador. La tecnología juega cada vez un papel más importante en la difusión de las comunicaciones y de los hechos que ocurren a diario.

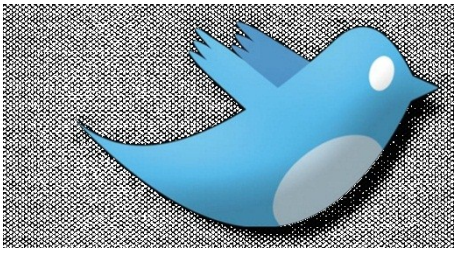


Figura1. Representación artística del logo de twitter.

1 Ingeniero en Sistemas Informáticos, Docente de Escuela de Computación, Modalidad Virtual, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Sede Santa Tecla. E-mail: dennis.cervantes@itca.edu.sv . Twitter: @dicn1978.

EL Público Meta

Según las estadísticas de la CIA (Agencia Central de Inteligencia de los Estados Unidos) en El Salvador hasta enero del 2012 existía un total de 746,000 personas conectadas a la web[1], lo que representa cerca del 18% del total de una población de 6.251.495 habitantes estimado para 2012. ¿Por qué entonces es necesario llegar a un segmento tan pequeño del todo? Porque las personas conectadas se vuelven rápidamente en efecto pirámide, difusores de la información, agentes que transmiten los hechos a aquéllos que aún se encuentran separados por la brecha tecnológica. Cada vez es mayor la tendencia de las personas por consultar la web ante un hecho que genera impacto en la sociedad salvadoreña, como el año recién pasado durante la tormenta E12, la cual fue ampliamente cubierta por las redes sociales. Más allá del marketing donde las compañías bien establecidas o las pequeñas empresas explotan canales de difusión de bajos costos, Internet se usa cada vez más para desarrollar información cronológica a través de las redes sociales, que se vuelven también espacios de opinión para expresarse sobre los temas que necesitan participación ciudadana, llegando cada vez a más y más personas, lo que la vuelve un escenario ideal para sembrar las raíces de lo que se pretende que la gente piense y reflexione.

Si bien es cierto aunque no se cuente con el respaldo de un equipo editorial, un twitter o un post en el Facebook, genera opinión y comentarios entre sus lectores.
La comunicación digital, además, permite llegar a un número mayor de personas que los medios tradicionales, como la prensa escrita y la televisión.

Es interesante que las universidades que imparten las carreras de comunicaciones, periodismo o marketing ya incluyen asignaturas para explotar la web como difusora de la información.

El público meta de la web constituye la más variada fuente de receptores de nuestras ideas; más que ser clientes de empresas que ofertan su producto se volverán a su vez entes de pensamiento reflexivo para otros que no están conectados.

Ventajas y desventajas de la información digital

Según las estadísticas del sitio www.alexa.com la página que más visitan los salvadoreños es la red social Facebook [2]. Tal parece que una red social que explota en su mayoría las relaciones de amistad o el simple ocio de los cibernautas, se posiciona en el primer lugar del gusto de los salvadoreños que están conectados a la web.

En una mezcla de imágenes de fotos personales, ofertas de productos novedosos, chistes, conversaciones triviales, **se abren también espacio para la reflexión**. Es un hecho que los salvadoreños y en especial los jóvenes leen muy poco, pero a través de estos espacios se puede generar una idea como detonante que lleve a la ampliación de temas en foros de discusión. Un link de un sitio interesante o un tema de actualidad, puede llevar a salirse de una red social para entrar a un sitio más serio o de provecho para el aprendizaje. Además, mientras más presencia de las ideas positivas se encuentre en estos sitios, se tendrá un mayor alcance a los grupos de público meta.
Como se ha dicho, no se puede cambiar la fuerza del viento pero sí la dirección de nuestras alas, en tal sentido si estamos en un tiempo donde la gente pasa mucho tiempo conectado a esta red social, aprovechemos también para llegar con mensajes positivos a estos grupos.

Sin embargo existe el riesgo que un mensaje de valor se pierda entre la multitud de ideas en las redes sociales o entre los muchos correos que a diario circulan en las bandejas de entrada; y uno de los mayores problemas de esta era es la saturación de información, las personas reciben más de lo que pueden procesar en un día, continuamente las personas se encuentran con la tarea de clasificar y darle valor a lo que es más relevante para ellas.

Figura 2. Nube de palabras generada con una aplicación que ilustra las palabras más usadas en este artículo.

El tiempo real

Las ideas que se puedan transportar por la web llegan a los cibernautas en tiempo real. Esto es tanto positivo como negativo, ya que las ideas se transportan tan rápido que muchas veces pueden ser oportunas, o bien contener desinformación o datos erróneos. Lo importante es que el proceso de transformación de una idea ha cambiado, anteriormente se tenía que esperar a que un grupo editorial diera su visto bueno o que pasara por una imprenta para que la opinión de un autor llegara al lector.

Para bien o para mal, en la actualidad una reflexión llega a nuestras computadoras o teléfonos celulares en milisegundos.

Es de hacer notar que se debe aprovechar al máximo las nuevas tecnologías de comunicaciones, brindar aportes en los temas que generen corrientes positivas para la web, así como llenar estos canales de comunicación de valores y positivismo; esta es una adecuada forma de aprovechar el tiempo.

¿Qué estrategia se puede generar para llenar las redes sociales de valores?, ¿Las buenas noticias corren tan bien como las malas en tiempo real?, estas serían preguntas a responder.

El futuro de la vida en la nube

A ciencia cierta nadie puede predecir el futuro, las tendencias de la vida del ser humano son tan cambiantes como las estaciones del clima, pero sí es una realidad que desde los principios del nuevo milenio nunca la tecnología había revolucionado ni cambiado tanto la forma en que vivimos, el rápido y cambiante despliegue tecnológico genera un nuevo término "vida en la nube", es decir nuestra vida diaria y trabajo está fuertemente relacionada al Internet; los softwares y herramientas que antes descargábamos a la pc hoy las tenemos disponible desde cualquier lugar gracias al auge de la tecnología móvil. Es el momento ideal para saber que lo que hagamos estará presente en todas partes del mundo, no debemos olvidar entonces que así como se usa la web para transmitir tanto contenido dañino, está la oportunidad de llevar las buenas ideas y los mensajes positivos que se quiere que la gente lea, vea y escuche.

Figura 3. Representación del código binario y datos en la nube.

Las personas leen el periódico en Internet y están pendientes de los twitter de las personalidades que siguen, cada vez más los archivos dejan de estar en los dispositivos locales y en su lugar se almacenan en servidores remotos donde consultamos y compartimos el conocimiento.

En la medida que las brechas de acceso a la tecnología digital se reduzcan, habrá más y más salvadoreños detrás de un monitor o pantalla de un Smartphone, buscando y recibiendo información en todo momento del día. Esta es una buena oportunidad para transmitir valores en procura de una mejor sociedad, estos deben estar presentes en la nube también.

CONCLUSIONES

Internet continuará creciendo a un ritmo acelerado, no sólo en El Salvador, sino que en el mundo entero. Las relaciones sociales en línea están en auge, las empresas continuarán ofertando sus productos y buscando tener más información de los que consideran sus potenciales clientes. Dentro de este panorama, que para muchos puede parecer negativo o encaminado a la automatización del ser humano, hay un espacio para promover los valores esenciales del ser humano.

La forma en que se organiza y se presenta un mensaje a otros también tiene un papel preponderante. Otro factor a tomar en cuenta es: "hay que aprender a decir mucho en pocas palabras", no es la cantidad de texto que se transmite la que vuelve valiosa una idea, sino el decir las palabras adecuadas que la vuelvan llamativa e interesante para otros; eso es lo que realmente da valor y pertinencia a las ideas. Se tiene en este tiempo un escenario grande para fomentar las bases de una nueva sociedad. Se debe **reflexionar** durante un momento sobre qué tipo de mensajes transmitir a otros por Internet. Es responsabilidad de las personas si se quiere una nube de buenas ideas o una de tormentas. Ahora la pregunta es ¿cuándo se debe empezar?

GLOSARIO

Cibernautas: término con el que se denomina a los usuarios de Internet.

Facebook: es una empresa creada por Mark Zuckerberg y fundada por Eduardo Saverin, Chris Hughes y Dustin Moskovitz. Consiste en un sitio web de redes sociales. Originalmente era un sitio para estudiantes de la Universidad de Harvard, pero actualmente está abierto a cualquier persona que tenga una cuenta de correo electrónico.

Marketing: es «el proceso social y administrativo por el que los grupos e individuos satisfacen sus necesidades al crear e intercambiar bienes y servicios».

Smartphone o Teléfono inteligente: es un teléfono móvil construido sobre una plataforma informática móvil, con una mayor capacidad de computación y conectividad que un teléfono móvil convencional.

Televisor inteligente: la televisión inteligente ("Smart TV" o también traducido como "Televisión híbrida") describe la integración de Internet y de las características Web 2.0 a la televisión digital y al set-top box.

Twitter: es un servicio de microblogging, con sede en San Francisco (California), con filiales en San Antonio (Texas) y Boston (Massachusetts) en Estados Unidos. Twitter, Inc. fue creado originalmente en California, pero está bajo la jurisdicción de Delaware desde 2007. Desde que Jack Dorsey lo creó en marzo de 2006 y lo lanzó en julio del mismo año, la red ha ganado popularidad mundialmente y se estima que tiene más de 200 millones de usuarios, generando 65 millones de tweets al día y manejando más de 800,000 peticiones de búsqueda diarias. Ha sido apodado como el "SMS de Internet".

Web o Internet: Internet es un conjunto descentralizado de redes de comunicación interconectadas que utilizan la familia de protocolos TCP/IP, garantizando que las redes físicas heterogéneas que la componen funcionen como una red lógica única, de alcance mundial.

Bibliografía consultada

1. RUIZ de Querol, Richar y BUIRA, Jordi. La sociedad de la información (en línea). Barcelona: Editorial UOC, 2007 [fecha de consulta : 19 Septiembre 2012]. Disponible en : http://books.google.com.sv/books?id=. ISBN: 9788497886079
2. GUIOMAR Salvat, Martin Rey y SERRANO Marín, Vicente. La revolución digital y la sociedad de información (en línea). España: Editorial Comunicación Social, 2011 [fecha de consulta: 18 Septiembre 2012. Disponible en: http://books.google.com.sv/books?id=EqkmWOV. ISBN: e9788492860531
3. ALEXA The Web Information Company. Top Sites in El Salvador [en línea]. [fecha de consulta 10 Octubre 2012]. Disponible en: http://www.alexa.com/topsites/countries;0/SV
4. UNITED States. Central Intelligence Agency. The world factbook. The online Factbook [en línea] [fecha de consulta: 10 Octubre 2012] Disponible en: https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html. ISSN: 1553-8133

Porqué los salvadoreños debemos ser emprendedores

Lic. Nelson Paredes Martínez[1]

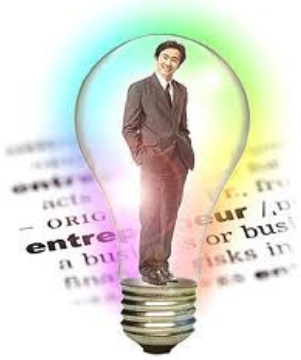
Resumen. Este artículo presenta un planteamiento dirigido a todas las personas, pero especialmente a los salvadoreños; va con el objetivo de exponer la imperante necesidad de que todos tengan una visión diferente de sus capacidades, la importancia de darse cuenta que las personas no necesitan que se les inyecte habilidades, sino que se les ayude a descubrirlas. Para muchos resulta difícil creer que pueden lograr lo que otros han hecho simplemente con el PODER DE LA ACTITUD. En El Salvador, la mayoría de personas son educadas para ser empleadas. Quizás este enfoque respalda el hecho del porqué cuesta tanto comprender que el emprendimiento es un complemento a la vida laboral o como auto-empleo.

Palabras clave. *Emprendimiento, microempresa, liderazgo, gestión de negocios, competitividad, aptitud creadora, autoempleo, desarrollo de empresas.*

Desarrollo

El emprendimiento es un término últimamente muy utilizado en todo el mundo, aunque siempre ha estado presente a lo largo de la historia de la humanidad, pues es inherente a ésta. Al revisar la historia nos daremos cuenta que todo cambio se ha dado por un emprendedor que se aventuró a cambiar algo. Este concepto se ha vuelto de suma importancia ante la necesidad de superar los constantes y crecientes problemas económicos que afrontan los salvadoreños.

La palabra emprendimiento proviene del francés entrepreneur (pionero), y se refiere a la capacidad de una persona para hacer un esfuerzo adicional por alcanzar una meta u objetivo, siendo utilizada también para referirse a la persona que inicia una nueva empresa o proyecto. Este término fue aplicado después a empresarios que fueron innovadores o agregaban valor a un producto o proceso ya existente. El emprendimiento no se vende, no se presta, ni se renta, simplemente esta ahí, basta tomar valor y con el **poder de la actitud**, ser emprendedores.



Importancia del Emprendimiento

Hoy en día, por medio de las noticias nos damos cuenta que países como España y Grecia, por mencionar algunos, se ven inmersos en situaciones no muy favorables y, cuando la coyuntura económica a nivel mundial no es la mejor, el empleo está desapareciendo rápidamente.

1. Licenciado en Contaduría Publica. Dinamizador del Programa de Emprendimiento ITCA-FEPADE, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Sede Santa Tecla. E-mail: nparedes@itca.edu.sv

Quienes quedan desempleados, difícilmente podrán conseguir un nuevo trabajo y mejor pagado que el anterior; por lo que tendrán que recurrir a su capacidad emprendedora aunque sea de manera incipiente.

Pero quienes conservan el empleo, han visto o verán sus salarios disminuirse en relación al costo de la vida y, si desean mantener su estilo de vida o mantener su capacidad de pago para responder por sus obligaciones adquiridas, tendrán que echar mano a su creatividad para generar otros ingresos.

La cultura del emprendimiento debe ser un compromiso del Estado

La cultura del emprendimiento debe ser una política y un compromiso del Estado, como lo es la educación en general.
El emprendimiento debe estar dentro de los programas educativos de la población estudiantil desde los primeros años hasta la educación superior. En mi experiencia profesional y comercial he observado ciertas carencias en algunas personas en lo que respecta al emprendimiento. Por eso sugiero que, desde temprana edad los niños conozcan el significado de una palabra que hace poco construí y que comparto con ustedes: **FELIPI**. Ésta enfoca los cinco aspectos que se llevan a la práctica, pero qu no nos enseñan en la escuela. Estos son **Finanzas, Emprendimiento, Liderazgo, Investigación y Propiedad Intelectual**. Estos cinco aspectos no garantizan que habrá un cambio hacia la cultura emprendedora de todas las personas, pero sí lo fortalecería mucho.

El emprendimiento es una alternativa para contribuir a salir del atraso en el que nos encontramos. El Estado debería proponer leyes que obliguen a todos los centros educativos de educación básica a desarrollar programas de emprendimiento para fomentar esta cultura desde este nivel, así lo ha hecho Colombia, según la Ley 2014 de fecha 26 de enero de 2006, publicada en el Diario Oficial No. 46,164 de ese país.

Así como la educación sexual y el cambio climático se incluyen en los pensum académicos, debería también incorporarse el emprendimiento. Resulta incomprensible que algunas instituciones educativas no le den mayor importancia a este tema.

El salvadoreño debe ser formado desde temprana edad con ese espíritu emprendedor que les permita en un futuro ser personas con una visión de liderazgo familiar, empresarial, social o como empleadores generadores de riqueza y de fuentes de empleo.

Históricamente, el sistema educativo se ha enfocado a la formación de empleados, pero no a formar emprendedores.
Para solucionar esta debilidad, debe existir un compromiso del Estado para diseñar e implementar estrategias encaminadas a fomentar esta cultura desde niños.

El emprendimiento como complemento a la vida laboral

El emprendimiento, poco a poco se irá convirtiendo en un complemento a la vida laboral de muchos trabajadores.

De hecho, actualmente son muchas las personas que, además de su empleo tienen otra fuente de ingresos que, aunque no se le puede llamar emprendimiento, es un gran paso hacia el convencimiento de que éste es una alternativa para mejorar los ingresos.

Entre más se acentúe la crisis, veremos más personas recurriendo a formas alternativas para obtener ingresos, lo cual al final descubrirá grandes emprendedores. Quien tenga ese perfil, esa inclinación, sin duda que seguirá por ese camino, aún después de superada la crisis, por lo que al final de cuentas la crisis dejará mucho de positivo.

Cuánto empleo generan las MIPYMES en El Salvador

Las micro, pequeñas y medianas empresas, MIPYMES, son la principal máquina generadora de empleos, pero en el caso de América Latina, todavía tienen el desafío de alcanzar un mayor peso en la producción total nacional y también en las exportaciones.
La Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL, en su estudio "La hora de la igualdad", resaltó las amplias distancias entre el papel que juegan las MIPYMES en la macroeconomía. Si bien generan el 61.3% del empleo, en las exportaciones participan sólo con el 8.4%.

CONSEJOS IMPORTANTES PARA UN EMPRENDEDOR

1. Quitarse el miedo a hablar en público

Si quieres tener éxito en cualquier cosa que emprendas, tendrás que ser capaz de comunicar tu visión a socios, empleados, inversores o clientes. Eso es algo que no puedes delegar. Si te aterra la idea de enfrentarte a un auditorio, o si eres incapaz de hablar en público, no podrás contagiar a otros el entusiasmo que tú sientes por tu idea de negocio.

2. Conocer lo básico de la contabilidad

Tú no vas a llevar las cuentas de tu empresa, debes dejarte asesorar, pero no puedes confiar todo lo importante a una gestoría. Debes interesarte en conocer y aplicar lo básico de la gestión contable. Esto puede marcar la diferencia entre tener una empresa con un balance sano o una situación de quiebra; así que debes seguir de cerca lo que hace tu asesoría, conocer las alternativas y tomar tú las decisiones.

3. Marketing

Igual que en el caso anterior, no se trata que diseñes tú la publicidad del producto, pero el marketing, en sentido amplio (esto es, analizar qué necesita el mercado, cómo vas a responder a esa necesidad y cómo vas a comunicar que tienes la respuesta), es inseparable de todo el proceso de creación de tu empresa. Necesitas conocer al menos los conceptos básicos de cómo funcionan los mercados, cómo segmentarlos, cuál es el proceso de adopción del producto y qué vías tienes para comunicarte con tus clientes potenciales.

4. Relaciones interpersonales

Alguien pensará que el saber tratar bien a las personas es algo innato. Hay quien nace con la habilidad de "caer bien" y sabe qué decir a cada persona en cada momento. Hay quienes por naturaleza son huraños o tímidos. Sin embargo, también se puede aprender a tratar a las personas, mejorando las relaciones interpersonales.

5. Protocolo

Podríamos llamarlo educación o buenos modales. Aunque parezca un concepto anticuado, seguirá siendo imprescindible

tener normas de cortesía y buen trato. Demostrar ser un maleducado es la mejor manera de que nadie confíe en tu capacidad para manejar una empresa.

6. Tendencias

Esta es la más difícil. El 14 de diciembre de 2010 participé en un "Taller de Innovación" con el consultor internacional Mario Morales Rodríguez y mencionó algo importante: "las tendencias son como las olas, cambian de manera brusca y quien logre mantenerse ante sus cambios será quien dominará el mercado". Se refería a que debes estar enterado de lo que está pasando en tu ámbito de negocio y fuera de él y adaptarse al cambio. Se trata de saber no solo qué comportamiento tienen tus clientes, sino cómo cambia este comportamiento permanentemente. Se trata de saber qué pasa en otros sectores, porque mañana puede afectar al tuyo. Se trata de identificar oportunidades antes que tu competencia.

Estudiantes durante Feria de Emprendimiento

CONCLUSIÓN

El mensaje es que todos los seres humanos pueden y deberían ser emprendedores, ya que todos poseen habilidades de una u otra naturaleza. Lo importante es descubrir ese potencial, desarrollarlo y aplicarlo. Todo de la mano con las políticas de Gobierno que den impulso y generen leyes para fomentar la cultura emprendedora desde la educación básica.
"No es tan importante lo que se sabe, ni en lo que se cree, si no se hace uso de lo que se sabe, ni mucho menos si no se practica lo que cree que sabe".

En El Salvador las personas no son diferentes a los de otros países; lo que hace la diferencia es simplemente **el poder de la actitud** hacia el emprendimiento.

GLOSARIO

Actitud: es la forma de actuar de una persona, el comportamiento que emplea un individuo para hacer las cosas.

Auto-Empleo: es la actividad laboral que lleva a cabo una persona que trabaja para ella misma de forma directa.

Emprendedor: es una persona que enfrenta con resolución acciones difíciles, específicamente en el campo de la economía, los negocios o las finanzas; es aquel individuo que está dispuesto a asumir un riesgo.

Emprendimiento: es aquella actitud de la persona que le permite emprender nuevos retos, nuevos proyectos; es lo que le permite avanzar un paso más.

Bibliografía consultada

1, FUNDEUBBVA. 14 de septiembre 2012. <http://www.fundeu.es/recomendaciones-E-emprendimiento-no-emprendurismo-ni-emprendedurismo-729.html>
2, HABILIDADES necesarias para ser emprendedor [en línea]. [fecha de consulta: 13 de agosto 2012]. Disponible en: http://desencadenado.com/2007/10/habilidades-necesarias-para-ser-emprendedor.html
http://es.wikipedia.org/wiki/Actitud
3, IDEA tu empresa. Competencia de Planes de Negocios Inclusivos. 12 de agosto 2012
http://www.ideatuempresa.org/colombia/portada/index.php/quienes-somos/perfil-de-paises
4, SER líder [en línea]. [fecha de consulta: 14 de agosto 2012]. Disponible en: http://www.gerencie.com/category/emprendimiento

SEDE CENTRAL
Y
CENTROS REGIONALES

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

FORMAMOS 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, Tel.
(503) 2132-7400
Fax. (503) 2132-7599

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 Procavia
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

CdA
Comisión de Acreditación de la Calidad Académica
INSTITUCION ACREDITADA
2008-2013