Escuela Especializada en Ingeniería
ITCA FEPADE

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

ISSN 2070-0458

REVISTA TECNOLÓGICA

VOL.5 N°5 - AÑO 2012

ITCA EDITORES

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE
Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centroamérica

Rectora
Lic. Elsy Escolar SantoDomingo

Vicerrector Académico
Ing. José Armando Oliva Muñoz

Vicerrectora Técnica Administrativa
Ing. Frineé Violeta Castillo

Equipo Editorial
Lic. Ernesto Girón
Ing. Mario W. Montes
Ing. Jorge Agustín Alfaro
Lic. María Rosa de Benítez
Lic. Vilma Cornejo de Ayala
Ing. David Ágreda

Diseño-Diagramación
Lic. Patricia Cañada
Lic. Karla Verónica López

607.3
R485 Revista Tecnológica (texto) / Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. -vol.5, no.5 (2012). - Santa Tecla, El Salvador: ITCA Editores, 2012.
56 p.:il.; 28 cm.

Anual
ISSN: 2070-0458

1. Tecnología. 2. Redes de Información. 3. Ecodiseño. 4. Android 5. Dispositivos móviles. 6. Desarrollo local 7. Procesamiento electrónico de datos. 8. Administración de la producción 9. Residuos sólidos. 10. Publicaciones Seriadas. I. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE.

PBX: (503)2132-7400
FAX: (503)2132-7599

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: 60 ejemplares
ISSN 2070-0458
Año 2012

Presentación ____ 4

Identidad Institucional ____ 5

I. Aplicaciones domóticas con Android y Arduino ____ 6

Rigoberto A. Morales. Ingeniero Electricista. Docente Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.
Juan J. Guevara. Técnico de Ingeniería Electrónica. Docente Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

II. Las Interfaces Humano-Máquina (HMI) y su importancia en el control de procesos industriales ____ 11

Francisco R. Ramos Jiménez. Ingeniero Electricista. Docente Escuela de Ingeniería Mecatrónica.

III. Simulación de redes de computadoras con GNS3 e integración de máquinas virtuales ____ 15

Morris William Díaz Saravia. Ingeniero Electricista. Docente Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

IV. Introducción al sistema operativo para dispositivos móviles Android ____ 24

Ricardo S. Guadrón. Ingeniero Electricista. Director Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.
Juan J. Guevara. Técnico en Ingeniería Electrónica. Docente Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

V. El Salvador ante el reto del desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles que usan plataforma Android ____ 29

Mario Ernesto Quintanilla Flores. Licenciado en Computación. Maestría en Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Educación. Docente, Escuela de Ingeniería en Computación.Centro Regional San Miguel.

VI. Diseño de un sistema electrónico para la administración y suministro de materia prima para la producción ____ 32

Wilfredo Antonio Santamaría. Ingeniero en Electrónica. Docente Investigador. Coordinador de la carrera de Técnico Superior en Electrónica. Centro Regional Zacatecoluca.

VII. Sistema de costeo de producción en web para las MIPYMES de la Zona Oriental, innovación tecnológica de ITCA-FEPADE ____ 36

Edgardo Antonio Claros Quintanilla, Docente Investigador Escuela de Ingeniería en Computación. Centro Regional La Unión.

VIII. Ecodiseño: una herramienta para reducir el impacto medio ambiental, provocado durante el ciclo de vida de productos y servicios ____ 40

Claudia Ivette Hernández de García. Ingeniero Industrial. Docente de la Escuela de Ingeniería Mecánica e Industrial.

IX. Actores-Agentes del Desarrollo Local en el Modelo del Programa Institucional de Proyección Social de ITCA-FEPADE ____ 44

Ernesto José Andrade Medina. Maestro en Desarrollo Local y Economista. Coordinador Institucional del Programa de Proyección Social.

X. Estudio de los desechos solidos urbanos generados en la Zona Oriental de El Salvador ____ 50

Luis Ángel Ramírez Benítez, Maestría en Gestión Ambiental. Coordinador del Departamento de Acuicultura y Pesquería. Centro Regional La Unión.
David Arnoldo Chávez Saravia. Maestría en Gestión Ambiental. Docente Ingeniería Facultad Multidisciplinaria de Oriente. Universidad de El Salvador.

PRESENTACIÓN

La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE tiene el agrado de compartir con la comunidad académica, el sector empresarial, instituciones gubernamentales y la sociedad en general, una nueva edición de la Revista Tecnológica ITCA-FEPADE.

El objetivo fundamental de la Revista Tecnológica es compartir resultados y actividades destacadas de proyectos de investigación, desarrollo experimental e innovación tecnológica y académica de este centro de estudios. La Revista tiene dentro de sus propósitos estimular la redacción de artículos técnicos, científicos y académicos, así como promover y difundir la producción intelectual de los docentes en sus diferentes disciplinas y áreas del conocimiento. Persigue contribuir a despertar el interés por buscar la solución a problemas concretos de la sociedad a través de la ciencia y la tecnología.

En esta edición se presentan temáticas de interés y de actualidad; se exponen artículos de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones referentes a las múltiples aplicaciones de las plataformas Android y Arduino; la simulación de redes de computadoras con GNS3 y la integración de máquinas virtuales; así como las Interfaces Humano-Máquina HMI y la automatización para el control de procesos industriales.

Dado el potencial internacional para desarrollar aplicaciones en dispositivos móviles, uno de los artículos hace referencia a la importancia de fortalecer y desarrollar estas competencias técnicas en los estudiantes de computación de educación superior en El Salvador. Se presenta también un artículo que expone la importancia de vincular el quehacer académico de las Instituciones de Educación Superior, como Actores y Agentes de la comunidad para el desarrollo local; el artículo comenta el Modelo de Proyección Social que se ejecuta en todas las sedes de ITCA-FEPADE.

Se comparten los resultados de un proyecto de investigación en apoyo a la productividad de las pequeñas y micro empresas de la Zona Oriental de El Salvador; en el proyecto se involucra como Actor Local a la Asociación de Desarrollo Integral de la Mujer, ADIM, en el Departamento de Morazán; participó además en este asocio CONAMYPE, quien brindó asesoría para consolidar el proyecto.

Otro artículo hace referencia a la problemática de los desechos municipales en los municipios de la Zona Oriental de nuestro país y se presentan los resultados estadísticos de un estudio de campo. Se aborda el tema del Ecodiseño, una herramienta novedosa y amigable con el Medio Ambiente. Se enuncia la importancia de aplicar esta herramienta en la industria salvadoreña y la enseñanza de ésta en ITCA-FEPADE.

Es importante destacar que cuatro de los temas que se abordan en esta edición, fueron presentados por docentes de ITCA-FEPADE de la Sede Central a través de ponencias en congresos internacionales a nivel regional. Agradecemos la participación de las escuelas de los centros regionales MEGATEC- La Unión y MEGATEC- Zacatecoluca, así como de las escuelas académicas del Centro Regional San Miguel y de la Sede Central Santa Tecla.

Apreciamos mucho la colaboración de todos los autores, docentes y docentes investigadores, que dedicaron tiempo y aportaron sus artículos para compartirlos con los lectores de este volumen de la Revista Tecnológica de ITCA-FEPADE.

Dirección de Investigación y Proyección Social
Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE.

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.

Aplicaciones domóticas con Android y Arduino

Rigoberto A. Morales.(1)
Juan J. Guevara.(2)

Resumen. En este artículo se hace una descripción de la plataforma Arduino y su practicidad como herramienta de aprendizaje de sistemas microcontrolados orientados al control de un sistema de domótica, así como la integración de Android en este tipo de aplicaciones. Como ejemplo, se describe el proceso de implementación de un control de potencia con la técnica de control de fase, tomando como referencia una señal de cruce por cero permanentemente monitoreada por el controlador Arduino.

Palabras clave. Android, Arduino, dispositivos móviles, domótica, semiconductores, sistemas operacionales (computadoras).

I. INTRODUCCIÓN

Las "casas inteligentes" o "casas del futuro", que antaño podíamos ver en el cine y la televisión, son hoy en día una realidad. La domótica es el conjunto de sistemas que se utilizan para automatizar una vivienda. La automatización aporta seguridad, comunicación, gestión de energía eléctrica y, en general, comodidad y bienestar a los habitantes de las viviendas.

Arduino es una plataforma basada en microcontroladores ATMEGA; éstos constan de una gran cantidad de entradas y salidas digitales y conversores AD, que en su conjunto facilitan el desarrollo de proyectos electrónicos microcontrolados y que pueden fácilmente brindar conectividad con computadores o dispositivos móviles, utilizando conexiones USB, Wifi, Bluetooth, y otros. Arduino es diferente a otras plataformas debido a que es multiplataforma (funciona en Windows, Linux, MAC); se programa a través de puertos USB y es sobre todo Open Hardware y Open Software; toda la documentación (diagramas esquemáticos, PCB's, código fuente, etc.) está disponible libremente en www.Arduino.cc. Debido a las características mencionadas, Arduino es ideal en ambientes de aprendizaje, ya que facilita la comprensión de los sistemas microcontrolados, su programación y el rol que éstos desempeñan en sistemas de control electrónico.

Android es conocido por ser un sistema operativo ampliamente utilizado en dispositivos móviles, como smartphones, tablets e incluso computadoras portátiles. Sus características lo convierten en una solución ideal para formar parte de un sistema de domótica, ya que es libre, basado en Linux y su plataforma de desarrollo es Java.

II. PRINCIPIOS DE DOMÓTICA

El término domótica proviene de la unión de la palabra latina "domo" y el sufijo "tica". La palabra domo etimológicamente proviene del latin domus, que significa casa, y el sufijo "tica", que proviene de la palabra automática. Algunos autores sostienen que "tic" se refiere a tecnologías de la información, mientras que "a" hace referencia a la automatización.

Larousse (1988) definía la domótica como "vivienda que integra todos los automatismos en materia de seguridad, gestión de energía, comunicaciones".

También existe la inmótica. Ésta se refiere a la gestión técnica de edificios e industria: hoteles, museos, escenarios deportivos, hospitales, etc. A diferencia de la domótica, más orientada a casas unifamiliares, la inmótica abarca edificios más grandes con fines específicos y orientados no sólo a la calidad de vida.

Los componentes esenciales de un sistema de domótica son tres: **sensores, actuadores y el controlador**, aunque es conveniente aclarar que existen otros que forman parte del sistema, como los interfaces, acondicionadores de señal, etc.

(1)Ingeniero Electricista. Docente Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. ITCA-FEPADE Santa Tecla. email: rigoberto.morales@itca.edu.sv
(2)Técnico de Ingeniería Electrónica. Docente Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. ITCA-FEPADE Santa Tecla. email: juan.guevara@itca.edu.sv

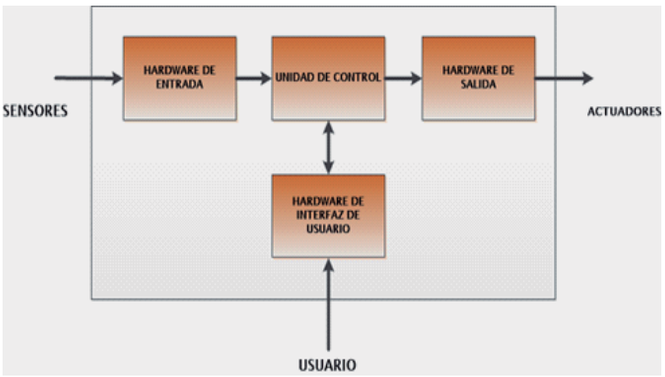


Fig. 1. Estructura básica de un sistema de domótica.

La función de un **sensor** es la conversión de magnitudes de una determinada naturaleza a otra, generalmente eléctrica. Estas magnitudes suelen ser físicas, químicas, biológicas, etc. El sensor es el dispositivo que monitorea el entorno, con objetivo de generar una acción. Puede ser autónomo, de manera que realiza una acción de encendido/apagado por sí mismo. Puede estar conectado a una red para enviar una señal a un dispositivo remoto que actúe en consecuencia. En un sistema de domótica, la señal del sensor se envía a un dispositivo de control, el cual es el encargado de decidir qué hacer con la señal recibida.

El **actuador** es el dispositivo encargado de ejecutar una acción. Los sensores que son capaces de ejecutar una acción, son actuadores. Los actuadores convierten una magnitud eléctrica en otra de otro tipo (mecánica, térmica, etc.) y pueden manejar niveles de salida continuos o discretos.

Por otra parte, el controlador gestiona todo el sistema recibiendo las señales que proporcionan los sensores y emitiendo señales que llegarán a los actuadores; posibilita la conexión con las interfaces de usuario, tales como: pantallas táctiles, teclados, mandos a distancia y otros.

Algunas de las tecnologías y estándares de los sistemas de domótica son:

- **X-10: EE.UU finales de los 70.**
- **EHS (European Home System): 1992 Unión Europea.**
- **EIB (European Installation Bus)**
- **BatiBUS**

III. PLATAFORMA ARDUINO

Arduino es definida como una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos, basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar. Se creó para artistas, diseñadores, aficionados y cualquier interesado en crear entornos u objetos interactivos. El microcontrolador en la placa Arduino se programa mediante el lenguaje de programación Arduino, basado en Wiring, y el entorno de desarrollo Arduino, basado en Processing.

Arduino está basado en la familia de microcontroladores ATMEGA de ATMEL (ATMEGA128, ATMEGA328, ATMEGA2560, otros.)

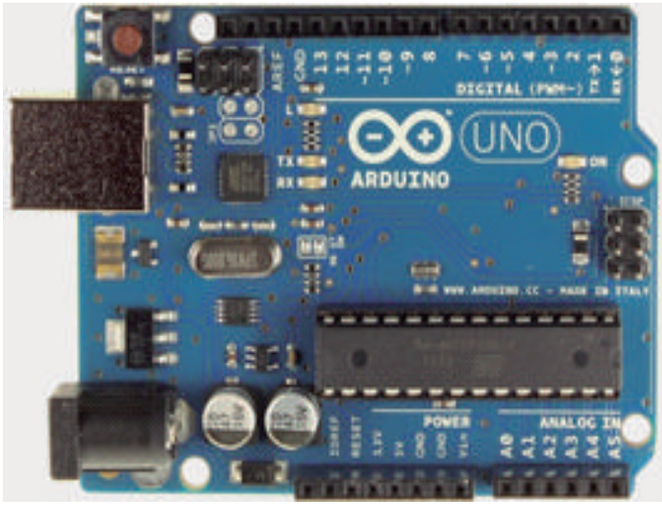


Fig. 2. Placa Arduino UNO con un microcontrolador ATMEGA328.

En términos generales, puede decirse que Arduino es un pequeño sistema embebido, ya que cuenta con todos los elementos de este tipo de sistemas; su lenguaje de programación es una derivación de "C", con funciones predefinidas para facilitar la programación, aunque es posible incorporar código C del compilador AVR (ATMEGA320 es un microcontrolador AVR). Esto es especialmente útil cuando se requiere un mayor control de los módulos internos del microcontrolador.

La estructura de Arduino fue concebida para proveer entradas y salidas digitales, entradas analógicas e interrupciones externas. Se programa por vía USB, aunque también dispone de un conector ICSP para utilizar un programador externo. Al ser una plataforma de hardware abierto, tanto el diagrama esquemático como el firmware es de acceso público, de manera que puede ser tomado y modificado de acuerdo a necesidades específicas de diseño; es así como pueden encontrarse otras plataformas con la misma filosofía de Arduino, como Funduino, Pingüino, etc.

Los shields son placas accesorias que mejoran las prestaciones de Arduino, las hay para aplicaciones de potencias con relés y triacs; además, para comunicaciones Ethernet por cable, WIFI y Bluetooth, etc.

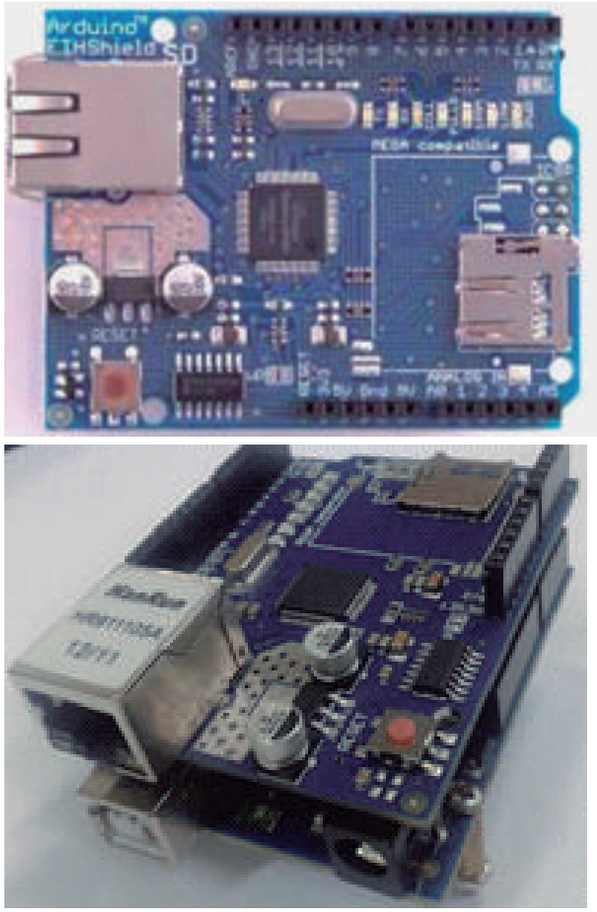


Fig. 3. Arriba se observa una placa Ethernet Shield y abajo se observa ensamblada con una placa Arduino UNO.

IV. CONTROL DE FASE

Existen varios métodos para el control de la potencia entregada a una carga eléctrica, tal como un motor, una resistencia de calefacción, iluminación o una bobina DC. Estas técnicas incluyen desde un simple reóstato (ineficiente), un transistor en región activa o técnicas más eficientes, como el control de fase y la técnica de modulación de acho de pulso (PWM).

La técnica de control de fase permite variar la potencia a una carga utilizando un tiristor (SCR o TRIAC) que es disparado en su compuerta en un tiempo determinado durante la duración del semiciclo de AC (8.33 ms), a fin de que este tiristor conduzca una alta corriente durante el resto del semiciclo. El voltaje entregado a la carga es una porción o parte de los semiciclos de la onda de AC y que presenta un voltaje promedio y un voltaje RMS o efectivo, dependiendo del tiempo de disparo. Esta variación del voltaje RMS hace que la carga disipe mayor o menor potencia, según se dispare el dispositivo de conmutación dentro del semiciclo. Esta técnica es eficiente porque permite el control de la potencia alta de la carga (100 Watts) con una disipación baja del dispositivo de conmutación (1 Watt).

En el proyecto demostrativo "Circuito de Control de Fase" se ha utilizado un optotriac para disparar un TRIAC de mayor potencia para que controle la iluminación de un bombillo incandescente de 120V y 100 Watts. El disparo al optotriac se realiza desde un microcontrolador con un pulso de 5 V de muy corta duración (0.51 ms). Existen dos clases de optotriac: optotriac con detección de cruce por cero, que solamente enciende o apaga la carga, y los optotriacs sin circuito de cruce por cero que permiten disparar el triac en cualquier instante del semiciclo. Este último optotriac es el utilizado en este proyecto.

A fin de sincronizar el retardo del disparo con el inicio de un ciclo de AC, se utiliza un optotransistor cuyo led es alimentado por un circuito rectificador de onda completa, que satura al fototransistor durante la mayor parte del semiciclo. Cuando la onda de voltaje AC pasa por cero, el fototransistor pasa a corte (no conducción) y el colector de éste sube a un voltaje formando un pulso de 5 voltios, que es enviadoa la carga, atrasando el disparo del triac, unos cuantos milisegundos después del pulso de sincronización (pulso de cruce por cero).

V. CONTROL DE FASE CON ARDUINO

Para implementar un control de fase con Arduino, se debe tener en cuenta que la señal de cruce por cero se produce cada 8.33 ms. Esta señal debe ser tomada por el microcontrolador para producir un pulso de disparo con retraso para activar al optotriac.Es precisamente el nivel de retraso de la señal de activación el que determina la cantidad de potencia que se entrega a la carga, de manera que el tiempo de retraso es inversamente proporcional a la potencia entregada.

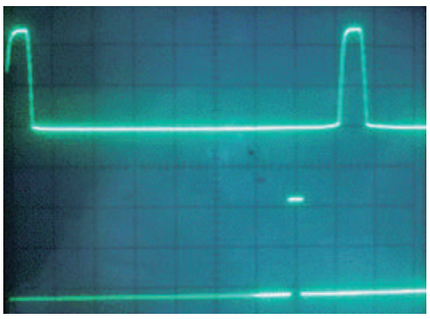


Fig. 4. En la parte superior se observa la señal de cruce por cero que se produce cada 8.33 ms, mientras que en la parte inferior se muestra la señal generada por el microcontrolador.

Por ser Arduino un sistema microcontrolado, se debe utilizar la técnica de monitoreo de pulso de cruce por cero que utilice la menor cantidad de tiempo de proceso. Para este caso, el método más recomendado es por interrupción externa. Por tal efecto, se configura la interrupción para que se active en el flanco de subida de la señal. Al producirse la interrupción, el microcontrolador ejecuta las rutinas de interrupción correspondientes, en donde se determina el nivel de retraso establecido y se genera una señal de activación con una duración de al menos 10 micro segundos.

Otro factor importante lo constituye el intervalo de tiempo, durante el cual se genera cíclicamente el pulso de activación del optotriac. Es común que erróneamente se utilicen funciones de retardo (delay) para establecer tiempos de activación y desactivación de señales digitales. Esto funciona si el sistema microcontrolado está atendiendo una sola tarea, pero en la práctica, esto no es así, ya que el microcontrolador debe estar realizando varias tareas a la vez. Para este caso, la técnica ideal consiste en la implementación de temporizadores (timers).

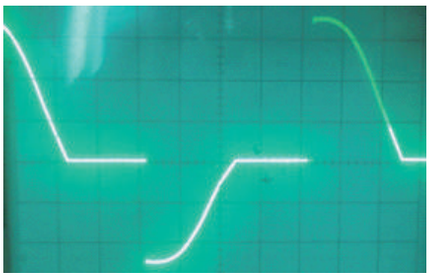


Fig. 5. Aspecto de la señal tomada directamente desde la carga; puede apreciarse el momento en el cual el TRIAC se activa.

La implementación de temporizadores permite al microcontrolador liberarse parcialmente de la tarea de llevar el conteo del tiempo; esto se deja a los módulos de temporización e interrupciones internas. Como resultado, el microcontrolador puede dedicarse a otras tareas importantes, como es el caso de la comunicación Ethernet para la recepción de las órdenes que corresponden al nivel de intensidad de iluminación deseado.

VI. EL ROL DE ANDROID

A través de Android pueden ejecutarse aplicaciones de control de domótica; estas aplicaciones cumplen la función de interfaces de usuario para el envío de señales de comando al dispositivo controlador Arduino, utilizando una red de datos Ethernet, Ethernet Shield.

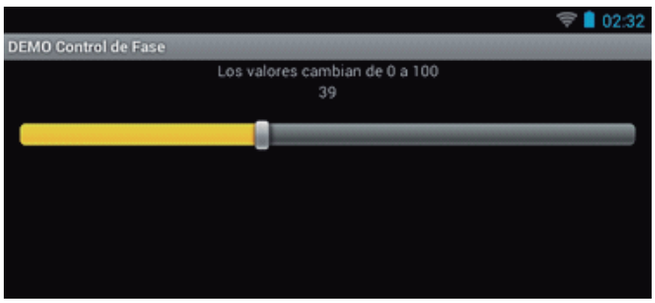


Fig. 6. Aplicación de control remoto del nivel de iluminación.

La aplicación se conecta vía IP al controlador y envía los valores correspondientes al nivel de iluminación requeridos; estos valores son capturados por medio de un control deslizante, cuyos valores se encuentran comprendidos en el rango de 0 a 100, siendo 100 el valor máximo de iluminación, lo que equivale al menor tiempo de retardo del disparo del triac.

La aplicación cuenta con un pequeño algoritmo que determina si el cambio en la intensidad es positivo o negativo y que se activa únicamente cuando el valor de cambio es mayor que 5; esto se hace para evitar saturar el tráfico de datos en la red.

VII. EL CONTROL DE ILUMINACIÓN

La combinación de la versatilidad de programación de tareas especiales con microcontrolador y la amplia disponibilidad de dispositivos de conmutación de potencia, permitió el diseño del circuito de control de iluminación

ajustado desde el móvil Android.

En la figura 7 se muestra el circuito generador de disparo que envía el pulso de cruce por cero y el circuito que recibe el pulso desde el microcontrolador para disparar el triac de control de potencia de forma sincronizada.

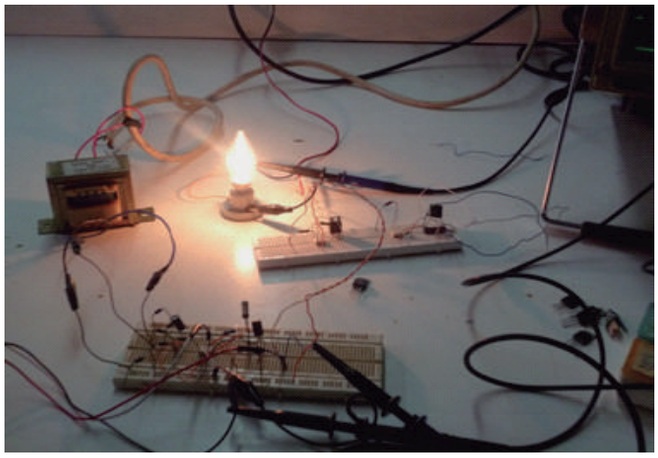


Fig. 7 Circuito de control de pulsos y potencia

La figura 8 muestra la placa de circuito impreso de los circuitos de control de pulsos y el optotriac para el disparo del triac, diseñado y construido en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de ITCA-FEPADE. Se observa a la izquierda el dispositivo de conmutación de potencia con un disipador de aluminio y los circuitos integrados de acoplamiento óptico.

Fig.8 Placa de circuito impreso del circuito de potencia

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las diversas necesidades de control en domótica, obligan al desarrollo de tecnologías modernas tales como programación de microcontroladores, redes inalámbricas y aplicaciones específicas para los móviles inteligentes o Smartphone, así como electrónica de control de potencia.

En el desarrollo de este proyecto se aplicaron todos estos elementos para realizar el control de iluminación ajustado desde un móvil Android, el cual a través de una red inalámbrica envía información al microcontrolador y este recibe desde un circuito de control un pulso de referencia.

El microcontrolador a su vez envía un pulso, con un pequeño retardo de milésimas de segundo, que activa un dispositivo de conmutación de potencia para la regulación de la iluminación o calefacción según el tipo de carga.

Con estas consideraciones es recomendable incorporar estos elementos en los programas de estudio, así como incrementar y renovar los recursos bibliográficos y la adquisición de equipo y materiales para las prácticas de laboratorio de los estudiantes de las carreras de electrónica.

Con todos estos recursos se potenciaría que los estudiantes adquieran competencias para diseñar proyectos modernos, eficientes y de bajo costo.

IX. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

ARDUINO : attachinterrup. Home Page. 20 octubre 2012. Disponible en: http://arduino.cc/en/Reference/attachInterrupt.

MALONEY, Timothy J. Electrónica industrial moderna. 5ª. ed. México, D. F. : Pearson Educación, 2006. 972 p. ISBN: 9702606691

ROMERO Morales, Cristóbal, VÁSQUEZ Serrano, Francisco; DE CASTRO Lozano, Carlos. Domótica e inmótica : viviendas y edificios inteligentes. México, D. F. : Alfaomega, 2007. 397 p. ISBN : 9789701512487

Las Interfaces Humano-Máquina (HMI) y su importancia en el control de procesos industriales

Francisco R. Ramos Jiménez.(1)

Resumen. Durante el desarrollo de la automatización de control de procesos se ha notado la tendencia para que las operaciones de control, supervisión, adquisición de datos, estadísticas, diagnósticos de fallos y errores, entre otros, estén de forma más accesible no solamente a los operadores de las máquinas y el proceso, sino para que todo el personal que está involucrado en el proceso productivo también las pueda ver, interpretar, analizar y tomar decisiones competentes para la corrección y la mejora de los mismos.

Palabras clave. Automatización, control automático, ingeniería mecánica, interfaz de ordenadores, mecatrónica, procesamiento electrónico de datos.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad se puede apreciar la fuerte tendencia que se está dando en los procesos industriales hacia la automatización de cada una de sus fases, siendo ésta la determinante de la calidad del producto que presente la empresa. La Interfaz Humano Máquina permite la comunicación entre estos dos, transmitiéndose información, órdenes y datos en ambos sentidos. La importancia de una buena interfaz entre usuario máquina se basa en poder controlar las anomalías que se puedan dar en un tiempo determinado, pudiendo también ajustar los diversos parámetros seleccionados para el control de procesos.

Anteriormente, cuando se crearon las primeras máquinas electromecánicas para el incremento de la productividad, esto es, mejorar los tiempos para obtener la mayor cantidad de producto terminado, las primeras interfaces se constituían de elementos manuales tales como pulsadores, interruptores, palancas, seleccionadores, entre otros; así como elementos visuales y auditivos tales como luces y parlantes, en donde todos estos elementos se encontraban en un gabinete principal accesible al operador de la máquina como al personal de mantenimiento. Estos fueron los primeros sistemas de comunicación entre el humano y la máquina.

A medida que los sistemas de producción requerían mayores condiciones de operación, se fueron incorporando a las máquinas nuevos elementos que podían hacer más flexible el cambio de alguna variable o condición de operación (llámese "recetas" o "programas"), entre ellos controladores electromecánicos, neumáticos e hidráulicos con cierto grado de complejidad debido al análisis matemático aplicado a los procesos para optimizar y controlar de forma automática con la menor intervención humana posible. A estos controladores se les incorporaron perillas de ajuste, interruptores tipo "thumwheel" o rotativos de selección de una unidad numérica, carátulas de dial y, con el avance de la electrónica, los presentadores de 7 segmentos, que fueron los primeros indicadores numéricos para estos controles.

Lo anterior tuvo como consecuencia que los operarios de maquinaria fueran capaces de modificar bajo ciertas especificaciones del proceso, las variables necesarias para obtener los mejores resultados en los productos terminados. Además, cuando a estos procesos se les agregó este "control de variables", fue necesario que se concentraran estas señales en un lugar accesible y que todos los involucrados estuvieran al tanto de las operaciones. Fue por ello que luego se crearon las salas de control, en las cuales había tableros donde se tenían dibujos y diagramas de la planta o del proceso, y para cada uno de los elementos, componentes y dispositivos involucrados (bombas, válvulas, actuadores, turbinas y otros) se disponía de una o varias luces indicadoras que mostraban el estado de esos equipos, ya fuera que se encontraban en parada, marcha, fuera de servicio o en falla. Esto contribuyó a que los operadores se mantuvieran pendientes del proceso para modificar las variables o para reportar anomalías ocurridas en el mismo.

(1) Ingeniero Electricista. Docente Escuela de Ingeniería Mecatrónica. ITCA-FEPADE Santa Tecla. email: francisco.ramos@itca.edu.sv.

Fig. 1. Ejemplo de una interface para control de procesos

En los años siguientes y puesto que la ciencia y la técnica de la electrónica fueron desarrollándose aún más, esto dio paso a los controles programables que mejoraron la flexibilidad de un sistema o proceso, en donde ya no se utilizarían técnicas de cableado y lógica de relés, sino algoritmos mediante una interface de desarrollo y programación de las funciones de una máquina o proceso industrial. La era de la informática no sólo cambió la forma clásica de la automatización basada en sistemas discretos, sino que incorporó las variables del proceso, generando así una nueva forma de monitorear y controlar estas variables.

Fue entonces cuando aparecieron las primeras interfaces que mostraban los dibujos, diagramas y esquemas en una pantalla, en la cual no solo se podían visualizar diferentes partes del proceso, sino que incorporaron elementos de almacenamiento de datos y gráficas de tendencia de las diversas acciones del proceso.

La utilización de un computador tuvo sus dificultades en cuanto al costo, la capacitación del uso del mismo por parte de los operarios y el desarrollo de aplicaciones y programas para ambientes industriales. Estas dificultades dieron paso a la creación de dispositivos que fueran dedicados a sustituir los elementos de acción manual y que cualquier operador con un mínimo de entrenamiento fuera capaz de utilizar. De allí surgieron los primeros "paneles operadores", que en un principio fueron desarrollados por los fabricantes de los controladores lógicos programables (PLCs), los cuales eran los equipos que disponían de un sistema de comunicación que fue útil para entrelazarlos con estos nuevos dispositivos. Bajo estas circunstancias, y que aún no existía una normalización en cuanto a "protocolos de comunicación", los fabricantes decidieron crear sus paneles operadores para una comunicación directa con sus mismos productos, como también los programas para el desarrollo de las aplicaciones ligadas a la operación del controlador con la máquina y el proceso del sistema productivo.

Fig. 2. Sala de control con interfaces de usuario por medio de varios computadores.

Con la llegada de la normalización en todos los ámbitos tecnológicos y el fortalecimiento de las redes de comunicación, en la actualidad las HMI pueden interactuar con cualquier PLC o sistema de control por medio de protocolos establecidos para dicha conexión. Esto ha contribuido a la flexibilidad en la automatización, ya que se puede contar con cualquier fabricante y tecnología en el momento que se requiera.

II. LAS INTERFACES HOMBRE-MÁQUINA

A. Evolución de los HMI

El desarrollo de la Interfaz Hombre-Máquina viene dado desde que se inventó el primer computador:

• **1945.** En este año los datos se introducían a la máquina ENIAC, considerada como el primer ordenador digital electrónico mediante cables y 6000 interruptores, mientras los datos salían a través de impresoras.

• **1949.** EDVAC empezó a utilizar las tarjetas perforadoras para la entrada de información.

• **1954.** IBM 704 empezó a utilizar por primera vez un sintetizador de voz.

• **1964.** El computador IBM S/360 comenzó a utilizar el teclado y la pantalla.

• **1972.** Xeron Alto fue la primera computadora personal y aportó el primer mouse.

• **1981.** Con el computador Xeron Star se emprendió la utilización de interfaz gráfica, para que luego Apple, Mac y Microsoft también la incluyeran.

En la actualidad se ha desarrollado una extensa gama de interfaces que van desde cámaras web, interfaces táctiles, hasta interfaces orientadas a discapacitados.

B. Tipos de HMI

La interfaz de manipulación directa es el nombre de una clase general de interfaces de usuario que permite a los usuarios manipular los objetos que se les presenten con las acciones que correspondan con el mundo físico.

• **Las interfaces gráficas de usuario** aceptan la entrada a través de un dispositivo como el teclado de la computadora y el ratón y proporcionan una salida gráfica en la pantalla del ordenador.

• **Las interfaces basadas en web** de usuario o interfaces de usuario web son una subclase de interfaces gráficas de usuario que aceptan una entrada y proporcionan una salida mediante las páginas web; se transmiten a través de internet y son vistas por el usuario mediante un navegador web.

• **Las interfaces de línea de comandos** permiten al usuario la entrada al escribir una cadena de comandos con el teclado del ordenador, mientras que el sistema proporciona una salida de impresión de texto en la pantalla del ordenador.

• **Las pantallas táctiles** son dispositivos que aceptan una entrada a través del contacto de los dedos o de un lápiz. Se utilizan en una amplia cantidad de dispositivos móviles, puntos de venta, procesos industriales, máquinas de autoservicio y otros. Estas últimas son las que más se han ampliado debido a que no están sujetas a un computador sino más bien a un dispositivo "stand alone", que tiene como característica ser programable según la aplicación o la necesidad del proceso; algunas tienen la virtud del almacenamiento de datos y tendencias de las variables involucradas en el proceso. A su vez, los fabricantes las disponen de protocolos y controladores (drivers) para la interacción con diversos equipos de control, con sólo direccionar sus puntos de entrada y salida.

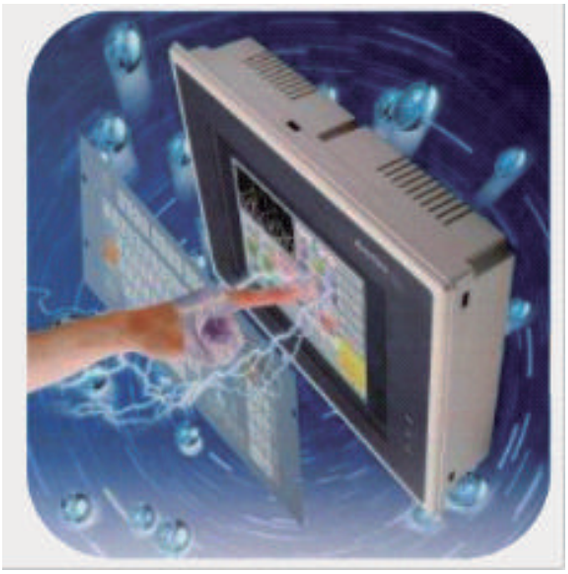


Fig. 3. Interface tipo táctil (touch)

III. LA UTILIDAD DE LAS HMI EN LOS PROCESOS DE CONTROL INDUSTRIAL

En la actualidad, la mayoría de máquinas y procesos industriales disponen de interfaces que interactúan, tanto con el operario como a su vez con el sistema de control y las variables involucradas en dicha situación. Las interfaces son útiles en el control de procesos para que el usuario pueda:

• Cambiar los parámetros establecidos del programa de control y observar el estado de determinadas variables para dar órdenes a través de este programa.

• Recoger información del curso del proceso controlado por un autómata programable.

• Detectar fallos en el proceso que dan lugar a alarmas tras las cuales el operador debe realizar las acciones de lugar.

En una industria, donde el control de procesos se realice de forma automatizada, debe existir una óptima comunicación entre el operador y las máquinas y entre las máquinas y el sistema de control.

En el proceso los operadores necesitan conocer datos que les detallen el estado del mismo y esto es posible cuando la máquina le transfiere información al controlador que se utilice, mientras éste permite que el sistema de control reciba señales u órdenes de las máquinas para que el operador realice las acciones de lugar.

Las HMI son importantes en el control de los procesos de producción ya que con éstas se pueden conectar todos los controladores programables a una computadora central a través de una red para visualizar todos los detalles del proceso, además de que permite una mejora al mismo.

Por medio de los HMI el operario podrá obtener registros del funcionamiento de los procesos para conocer el comportamiento de los equipos en la planta en un determinado tiempo.

Mediante los HMI no sólo se optimizan los procesos, sino que también se pueden mejorar otras áreas de la compañía, ya que los registros antes mencionados se pueden compartir con otros sistemas para que todas las áreas estén actualizadas en cuanto al funcionamiento de los procesos.

Fig. 4. Redes de Comunicación Industrial

IV. CONCLUSIONES

La tecnología sigue desarrollándose cada vez más, por lo cual siempre se buscan las mejoras en cuanto a las capacidades de transferencia de información, almacenamiento, operaciones multitarea, costos de mantenimiento, entrenamiento y sencillez de operación, entre otras cualidades, según las necesidades existentes.

en las cuales se pueda acceder a la información que proporcionan los sistemas de control a través de la Internet, como también de dispositivos móviles que se han convertido en las "nuevas interfaces", con lo que ya no es necesario estar en el lugar para comandar una acción, visualizar y supervisar las variables del proceso.

Por lo anterior, un HMI con la información adecuada puede ayudar a diferentes áreas, tales como producción, calidad, logística, mantenimiento, a diferencia de un HMI que sólo contenga datos que no reflejan información útil.

Los sistemas HMI se han convertido en una herramienta útil. Por ello, se debe tomar en cuenta su importancia, tanto en el diseño de control y visualización, como en la interacción y la ergonomía hacia los operadores de las maquinarias, para quienes fueron diseñados dichos sistemas.

V. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

BOLTON, W. Mecatrónica : sistemas de control electrónico en la ingeniería mecánica y eléctrica. 3ª. ed. México, D. F. : Alfaomega, 2006. 553 p.ISBN 9701511174

FISET, Jean-Ives. Human-machine interface design for process control applications [en línea]. United States: ISA – Instrumentation, Systems, and Automation Society, 2009 [fecha de consulta: 18 Octubre 2012]. Disponible en: http://books.google.com.sv/books?hl=es&lr=&id=-NE_TEJB C&oi=fnd&pg=PR11&dq=fiset+,+j+%2B+human-machine&ots=p0Xv3Mz t&sig=R67qKqnRQpVY-hJ-MUqfKl9k1IJA#v=onepage&q=fiset%20%2C%20-j%20%2B%20human-machine&f=false
ISBN 97819343943359

GRANADOS, Enrique, SEVILLA, Gabriel. Avances tecnológicos de las interfaces y su flexibilidad. InTech México automatización, 11(01): 10-13, mayo 2012.

HARWELL, Rich. Integrated HMI and PLC : the herart of a "lean automation" solution. InTech, 59(4): 12-18. Julio-agosto 2012.

PIEDRAFITA Moreno, Ramón. Ingeniería de la automatización industrial. 2ª. ed. México, D.F. : Alfaomega, 2004. 685 p.ISBN 9701510348

Simulación de redes de computadoras con GNS3 e integración de máquinas virtuales

Morris William Díaz Saravia. (1)

Resumen. En el aprendizaje de redes de computadoras, es indispensable una herramienta para la simulación de escenarios que incluyan topologías de redes, servidores, conmutadores, así como hosts: computadoras, teléfonos SIP, impresoras, tabletas y otros.

El paquete que ha dominado este campo es Packet Tracer ,(2) herramienta de Cisco Networking. Pero una herramienta que se ha destacado en los últimos años es GNS3 (Graphical Networking Simulator 3), la cual permite simular en forma gráfica, con más realismo, enrutadores (routers) y conmutadores (switches), ya que este software ejecuta las imágenes IOS manteniendo toda la funcionalidad del equipo real. Además, al integrarlo con VIRTUAL BOX, permite incorporar servidores y clientes virtuales, corriendo cada uno su sistema operativo, creando una simulación que se acerca por mucho al ambiente de trabajo real.

Este artículo muestra los pasos necesarios para construir un ambiente simulado muy cercano al ambiente de trabajo real. Se describe la instalación de GNS3 y la integración con VIRTUAL BOX.

Palabras clave. Conmutación (electricidad), topología, almacenamiento virtual (computación), máquinas virtuales.

I. INTRODUCCIÓN

La tecnología en el área de las redes informáticas ha sufrido un salto cualitativo mediante la virtualización, que ha tenido una gran aceptación en la industria informática. Virtualizar, en términos informáticos, es lograr la ejecución de sistemas operativos, aplicaciones y servicios propios de diferentes dispositivos en otros dispositivos, generalmente un equipo de cómputo o servidor ajustado y configurado para tal propósito.

La tecnología de virtualización tiene más de cuarenta años de antigüedad, pero es en la última década que se ha vuelto popular, tanto en el ambiente académico como comercial. Entre los factores que han fomentado esta popularidad se tienen:

1. Mejora notable de los equipos informáticos, con equipos de cómputo y dispositivos más veloces y con mayor capacidad de procesamiento.

2. Reducción en el precio de tales equipos.

3. Evolución que ha tenido el software y hardware de virtualización.

Entre las ventajas que tenemos al usar la virtualización, una de las principales es la consolidación de servidores, ya que en una infraestructura de red que está siendo poco utilizada, tener corriendo dos o más servidores en un solo equipo físico es muy ventajoso, tanto económicamente como en gastos de administración, soporte y mantenimiento. Además del ahorro energético, también hay ahorro en espacio físico y ahorro en gasto de nuevos servidores hasta que el servidor físico esté a su máxima capacidad.

Además, con la virtualización se puede tener las funcionalidades de equipos no disponibles físicamente

II. VIRTUALIZACIÓN

La virtualización permite instalar, configurar y administrar múltiples máquinas virtuales con sus respectivos sistemas operativos y aplicaciones, accediendo a recursos físicos en

.

(1) Ingeniero Electricista. Docente Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Sede Central.
Email:wsaravia@itca.edu.sv.

(2) Packet Tracer. Programa para simulación de redes, propiedad de Cisco System

el servidor anfitrión. A diferencia de los simuladores o emuladores, la virtualización necesita de una capa de abstracción que funciona como intermediaria entre los recursos del equipo anfitrión y las máquinas invitadas. Esta capa recibe diferentes nombres, dependiendo de la solución usada; generalmente se conoce como hipervisor o monitor de máquinas virtuales (VMM).

El término virtual se refiere a algo que no existe físicamente. Virtualizar es, entonces, el proceso mediante el cual se crea en el interior del computador una topología virtual, que puede constar de servidores, clientes, enrutadores y conmutadores.

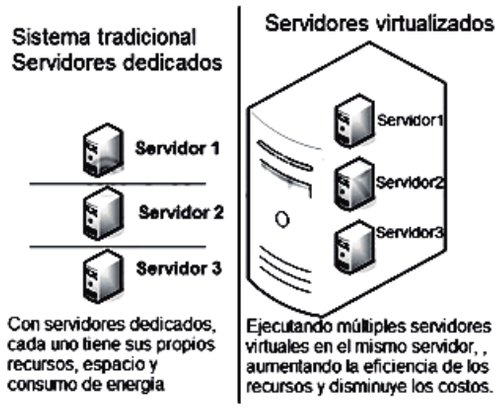


Figura 1: Sistema tradicional de servidores dedicados y sistema de servidores virtualizados.

III. TIPOS DE VIRTUALIZACIÓN

Las tecnologías de virtualización se basan en cuatro anillos de protección, desde el nivel 0 (mayor privilegio), hasta el nivel 3 (menor privilegio); esta distribución se muestra en la figura 2.

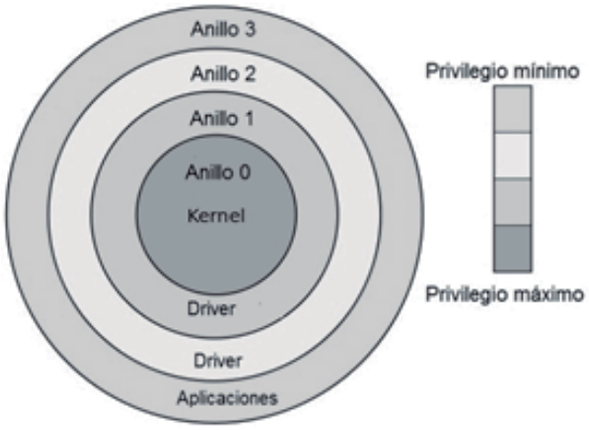


Figura 2: Anillos de protección de la arquitectura x86

El anillo 0, el de mayor privilegio, es accedido por el núcleo del sistema operativo (kernel); el anillo 3 es donde se ejecutan las aplicaciones del usuario, y los niveles 1 y 2 ejecutan los servicios del sistema operativo. La arquitectura determina ciertos servicios que ofrece cada anillo a la capa superior; si un programa de aplicación desea acceder al anillo 0, no es posible, tiene que hacer la tarea mediante los servicios que ofrece el anillo 2 y así en cascada hasta llegar al anillo 0.

Los servidores y clientes virtuales no trabajarían correctamente si no se ejecutaran con suficientes privilegios. Para que funcionara el procesador de los primeros sistemas multiusuarios de IBM, estos contaban con arquitectura diseñada para soportar virtualización. En el caso de las computadoras de escritorios, fue en el 2004 cuando Intel lanzó al mercado su tecnología VT (Intel) y luego, en 2006, AMD hizo lo mismo con la tecnología AMD-V. De esta forma, AMD e Intel disponen de estándares, los cuales permiten el uso de la paravirtualización, pudiendo realizar virtualización completa, en la cual el sistema operativo invitado puede ejecutar máquinas virtuales con otros sistemas operativos.

En resumen, la virtualización asistida por hardware hace uso de circuitos en el CPU y en los chips controladores que mejoran la ejecución y rendimientos de múltiples sistemas operativos en diferentes máquinas virtuales.

La virtualización permite acceder lógicamente a los recursos físicos de un equipo, pero separando de forma lógica la petición de los servicios y de los mismos recursos físicos que proporcionan el servicio. El software de virtualización proporciona el mecanismo para que un sistema hardware completo sea virtualizado, de forma que pueda ser usado por diferentes instancias de sistemas operativos y sus aplicaciones que se ejecuten en dichos recursos como si de forma exclusiva estén siendo usados por el sistema operativo.

conceptos: el recurso que se virtualiza y el ente –sistema operativo, aplicación, máquina virtual- que virtualizado dispone de ese recurso. Dependiendo de ambos términos, se tienen cuatro modelos de virtualización, estos son:

A. Virtualización de plataforma

Se virtualiza todo un sistema completo: computador o

servidor. Todos los recursos físicos son virtualizados para que sean usados por otras instancias de sistemas operativos ejecutándose en diferentes máquinas virtuales. Cada máquina virtual asume y usa de manera exclusiva los recursos virtualizados (en realidad no es así, sino que el exclusiva los recursos virtualizados (en realidad no es así, sino que el software de virtualización proporciona esa capacidad), y las máquinas no son visibles entre ellas como máquinas virtuales, sino como máquinas independientes que comparten algún recurso.

Este tipo de virtualización es la usada en la consolidación de servidores, mediante la cual múltiples servidores se consolidan en un solo servidor, como muestra la figura 1.

Los tipos de virtualizaciones de plataforma existente son:

• **Sistemas operativos invitados:** se ejecutan sistemas operativos en máquinas virtuales. Ejemplos de estas aplicaciones son Oracle Virtualbox, Vmware Workstation y Microsoft Virtual PC.

• **Emulación:** el emulador replica una arquitectura de hardware completa, incluyendo al procesador, juego de instrucciones y periféricos de hardware. Ejemplos de aplicaciones de emulación: Bochs, DosBOX, VirtualPC y Quemu.

• **Virtualización completa:** también llamada nativa, consta de un hipervisor que media entre las máquinas virtuales y el sistema anfitrión.

• **Paravirtualización:** es similar a la virtualización completa, con la variante de no incluir emulación, sino que los sistemas operativos deben ser modificables para cooperar en la virtualización.

• **Virtualización a nivel del sistema operativo:** se ejecutan los servidores en el mismo sistema operativo, sin capa que medie entre el sistema operativo anfitrión y los servidores virtualizados, requiere modificación en el kernel del sistema operativo pero su rendimiento es similar a los equipos sin virtualizar.

• **Virtualización a nivel del kernel:** convierte el kernel de Linux en hipervisor, ejecutando diferentes instancias del sistema operativo en el espacio de usuario del núcleo Linux anfitrión. Dos soluciones que destacan de este tipo de virtualización son KVM y User-mode Linux.

B. Virtualización de recursos

En este tipo de virtualización se abstrae un recurso del equipo anfitrión, como puede ser el almacenamiento, conexión de red o la entrada y salida. Ejemplos de estos recursos virtualizados son: memoria virtual, arreglos RAID (Redundancy Array of Independent Disk), sistemas NAS (Network-Attached System) y LVM (Logical Volumen Manager).
Los distintos modelos de virtualización de recursos son:

• Encapsulación.
• Memoria virtual.
• Almacenamiento.
• Virtualización de red.
• Unión de interfaces de red (Ethernet Bonding).
• Virtualización de entrada salida.
• Virtualización de memoria.

C. Virtualización de aplicaciones

En este caso, las aplicaciones virtualizadas se corren encapsuladas, y aunque parezca que interactúan con el sistema operativo anfitrión, no lo hacen, sino que interactúan con un software de aplicación o con una máquina virtual de aplicación.
Ejemplos son la máquina virtual de Java (JVM) y WINE, que permiten correr aplicaciones programadas para Windows en ambiente Linux. Hay dos tipos de virtualización de aplicaciones:

• Virtualización de aplicaciones completas o aplicaciones portables.

• Virtualización de aplicaciones limitadas; dentro de estas tenemos portabilidad multiplataforma y la simulación.

D. Virtualización de escritorio

Consiste en la manipulación remota del escritorio del usuario, incluyendo aplicaciones, datos y archivo, el cual se encuentra almacenado en el disco duro de una máquina física diferente a la máquina del usuario.

Proporciona movilidad al usuario, ya que el usuario puede acceder a su escritorio en forma remota desde diferentes

equipos, e incluso de dispositivos móviles. Ejemplos de esta solución son: VMware View, Sun VDI, XenDesktop de Citrix o Thinline de Cendio.

III. VIRTUALBOX

VirtualBox es una aplicación de virtualización de plataforma cruzada; esta aplicación se instala en una computadora basada en procesador AMD o x86 que esté ejecutando un sistema operativo Windows, Mac, Linux o Solaris y permite la capacidad de ejecutar, en diferentes máquinas virtuales, múltiples sistemas operativos al mismo tiempo. Así por ejemplo, se puede ejecutar Windows Server 2008 en una computadora que ejecuta Linux Ubuntu. Se puede instalar y ejecutar cualquiera de los sistemas operativos mencionados; la única limitante es el espacio en disco duro y la memoria RAM disponible.
instalar y ejecutar cualquiera de los sistemas operativos mencionados; la única limitante es el espacio en disco duro y la memoria RAM disponible.

VirtualBox puede ser aplicado en varios escenarios:

1. Ejecución de múltiples sistemas operativos simultáneamente: permite ejecutar más de un sistema operativo al mismo tiempo; de esa forma se pueden ejecutar aplicaciones diseñadas para correr en diferentes sistemas operativos del equipo en una máquina virtual, evitando reiniciar la computadora. Además se puede configurar qué tipo de hardware virtual puede ser presentado al sistema operativo.

2. Soluciones de aplicaciones integradas: los vendedores de programas pueden embarcar máquinas virtuales con la configuración completa de una aplicación; por ejemplo, un servidor de correo. Disk), sistemas NAS (Network-Attached System) y LVM (Logical Volumen Manager).

3. Recuperación de desastres: una vez instalada una máquina virtual, su disco duro es considerado un contenedor que puede ser congelado, copiado, respaldado y transportado entre diferentes equipos.

4. Consolidación de infraestructura: la virtualización puede reducir significativamente los costos de hardware y energía eléctrica. A continuación se desglosa una pequeña terminología, que se debe tomar en cuenta al hablar de virtualización Equipo anfitrión: es la computadora física en la cual se instala VirtualBox.

5. Sistema operativo anfitrión: es el sistema operativo de la computadora física en la cual se instaló VirtualBox. Existen versiones de VirtualBox para Windows, Mac OS X, Linux y Solaris.

6. Sistema operativo invitado: es el sistema operativo que se está ejecutando en la máquina virtual. VirtualBox puede ejecutar cualquier sistema operativo basado en la arquitectura x86: DOS, Windows, OS/2, FreeBSD, Linux y OpebBSD.

7. Máquina Virtual (Virtual Machine o VM): es el ambiente que crea VirtualBox para ejecutar el sistema operativo invitado, normalmente éste es mostrado como una ventana en el equipo anfitrión, pero dependiendo de la configuración usada, la máquina virtual puede ser desplegada a pantalla completa o presentada remotamente en otra computadora.

8. Adiciones gratuitas o Guest additions: es un paquete de programas entregado para instalarse en el sistema invitado, el cual mejora el rendimiento de las máquinas virtuales de VirtualBox además que agrega características extras.

IV. INSTALACIÓN DE VIRTUALBOX

VirtualBox es una aplicación distribuida bajo licenciamiento GNU y está disponible en la página www.virtualbox.org de forma gratuita. Para descargar el instalador entramos a dicha página y damos clic en la barra de menú a la izquierda, sobre la opción "Download". En el segundo párrafo aparecen las versiones de VirtualBox, escogemos la opción: - VirtualBox 4.2.18 for Windows hosts x86/amd64, Para ello damos clic en x86/amd64.

Nota: los números 4.2.18 corresponden a la versión y pueden variar dependiendo de la versión que esté disponible en ese lapso de tiempo. Además, en el momento de dar clic al enlace, estamos confirmando estar de acuerdo con los términos de la licencia. Instalar y ejecutar cualquiera de los sistemas operativos mencionados; la única limitante es el espacio en disco duro y la memoria RAM disponible.

Al darle clic comenzará la descarga del archivo "VirtualBox-4.2.18-88781-Win.exe" en el equipo; el tiempo de descarga dependerá de la velocidad de conexión que se tenga.

Una vez descargado, se procede a la instalación y a seguir estos pasos:

1. Dar doble clic en el archivo anteriormente descargado.

2. En la pantalla de bienvenida dar clic en Next.

3. Pregunta qué características se desean instalar, se recomienda seleccionarlas todas.

4. En la siguiente ventana se deben seleccionar los accesos directos que se crearán para el programa.

5. En la siguiente ventana, aparece la advertencia de que las tarjetas de red se desactivarán momentáneamente; se da clic en "Yes". Posteriormente, (figura 7) el asistente de instalación está listo para comenzar la copia de archivos; dar clic en Install.

6. Comienza el proceso de copia de archivos al disco duro, el cual puede tardar algunos minutos; esperar a que se complete.

7. En la última ventana, dar clic en "Ok" para terminar la instalación. VirtualBox está listo para usarse.

V. CONFIGURACIÓN DE MÁQUINA VIRTUAL

Después de haber instalado VirtualBox es necesario crear la primera máquina virtual, asumiendo que es una nueva máquina a la cual se le instalará el sistema operativo desde cero siguiendo estos pasos:

1. Dar clic en el ícono "Oracle Virtualbox", abre por primera vez el VirtualBox.

2. Dar clic en nueva máquina virtual y luego en "siguiente".

3. Se escribe un nombre; por ejemplo "WINDOWS-2003". Se recomienda un nombre alusivo al sistema operativo invitado a instalarse; el cuidado que debe tenerse es no repetir el nombre de una máquina anterior, incluso una que se haya borrado anteriormente.

4. Se establece la cantidad de memoria RAM a asignarse a la máquina virtual; ésta debe ser acorde a los requisitos del sistema operativo invitado. Note las barras de color verde, salmón y rojo debajo de la memoria, ese es el impacto que tendrá el sistema anfitrión en cuanto a su desempeño, donde rojo es sistema colapsado y verde es sistema corriendo normalmente.

5.La pantalla muestra el asistente para el disco duro. Como es nueva máquina con sistema operativo por instalar, se selecciona la primera opción y se da clic en siguiente.

6.Se selecciona el tipo de archivo para el disco duro. Se recomienda la opción nativa de VirtualBox, que es VDI. Dar clic en siguiente.

7.El disco duro virtual se guardará en uno o más archivos. Si se selecciona "Tamaño fijo", se creará un archivo VDI con el tamaño indicado, prefijando el espacio a usar por el disco total; en cambio, si se escoge "Dinámicamente", se crearán archivos de 2 GB y, en la medida que se llene el disco, se agregarán archivos de 2 GB hasta alcanzar el total del disco duro virtual. Si se tiene poco espacio disponible en el disco anfitrión, se recomienda asignarlo dinámicamente. Por el contrario, si se desea mayor desempeño y se dispone de mucho espacio libre, se usa la opción "Tamaño fijo". Dar clic en siguiente.

8.Se asigna el espacio a usar por el disco duro del sistema invitado; este requerimiento se define en base a los requisitos de instalación del sistema operativo invitado; por ejemplo Windows 2003 usa un mínimo de 4 GB. Dar clic en siguiente.

9.Se ha terminado la configuración. En las siguientes dos ventanas dar clic en "Crear" para que termine el proceso de creación de la máquina virtual.

10. Una vez creada la máquina virtual (VM) es necesario el archivo de imagen ISO del sistema operativo invitado a instalar. Para asociar dicha imagen al CD se da clic en Almacenamiento CDRom y se escoge el archivo ISO indicado. Se ejecuta la VM y lista.

VI. CREAR MÁQUINA VIRTUAL DE UN VDI PREEXISTENTE

El archivo asociado a un disco VDI, después de instalar el sistema operativo invitado, puede ser copiado y transportado a otro sistema anfitrión, con lo cual se pueden tener dos máquinas virtuales idénticas en diferentes equipos anfitriones. También se puede hacer en el mismo equipo anfitrión, pero, a menos que se clone el archivo VDI con una herramienta como CloneVDI, el disco no podrá ser montado porque VirtualBox no permite ejecutar diferentes máquinas virtuales con el mismo archivo VDI, aunque se haya copiado en otra carpeta.

El siguiente procedimiento explica cómo montar una máquina virtual si ya se tiene el disco VDI con un sistema operativo ejecutándose.
NOTA: los pasos del 1 al 4 son idénticos al proceso de "Configuración de máquina virtual" anterior; se continúa con el paso 5.

5. La pantalla muestra el asistente para el disco duro, como ya se tiene el disco VDI, se escoge la opción dos, "Usar disco duro existente", a la derecha de la opción damos clic en el icono de carpeta y se selecciona el archivo VDI que se tiene para instalar. Dar clic en el archivo WXP-good.vdi y luego en siguiente (Figura 3).

6. Se regresa a la ventana de "Disco duro virtual" y ya está asignado el archivo antes mencionado como disco duro de 7.98 GB a la máquina virtual. Se da clic en siguiente. (Figura 4).

7. En la pantalla Resumen dar clic en Crear (Figura 5).

8. Inmediatamente aparecerá la nueva máquina virtual en la ventana de VirtualBox; ésta aparece como WINDOWS XP. Está lista para ejecutarse y cargará el sistema operativo invitado, que en este caso es Windows XP (Figura 6).

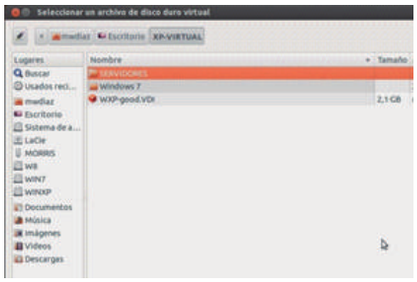


Figura 3: Crear VM usando un VDI, paso 5.

Figura 4: Crear VM usando un VDI, paso 6.

Figura 5: Crear VM usando un VDI, paso 7.

Figura 6: Crear VM usando un VDI, paso 8.

VII. GNS3

GNS3 es definido por su fabricante como "Simulador gráfico de redes de computadoras"; realmente es una colección de herramientas que interactúan entre sí para permitir diseñar redes y simularlas. GNS3 emula IOS de enrutadores Cisco, ATM/Frame Relay/switchs y PIX firewalls.

Tiene una gran versatilidad que se puede combinar con redes físicas, conectándose a la topología virtual como una extensión.

GNS3 se basa en Dynamips, PEMU y en parte en Dynagen, desarrollado en Phiton con una poderosa librería Qt.

Dynamips es un emulador de routers Cisco programado por Chirstopher Fillot y emula perfectamente las plataformas 1700, 2600, 3600, 3700 y 7200. Citando las palabras de Christopher, las utilidades de Dynamips pueden ser:

• Ser utilizado como plataforma de entrenamiento, utilizando software del mundo real. Permitirá a los usuarios familiarizarse con dispositivos Cisco, siendo Cisco el líder mundial en tecnologías de redes.

• Probar y experimentar las funciones del Cisco IOS.

• Verificar configuraciones rápidamente que serán implementadas en enrutadores reales.

• Por supuesto, este emulador no puede reemplazar a un enrutador real; es simplemente una herramienta complementaria para los administradores de redes Cisco y para entrenar a aspirantes a las certificaciones Cisco.

VIII. INSTALAR GNS3 EN WINDOWS

Para instalar GNS3, se puede descargar totalmente con licencia GNU desde la página del fabricante: www.gns3.net/download/

Una vez descargado, tendrá un archivo denominado "GNS3-0.8.2-all-in-one.exe"; dar doble clic en este archivo y se mostrará la ventana de bienvenida al asistente de instalación. A continuación se muestra la ventana de acuerdo a la licencia GNU, en la cual se debe dar clic en "I agree", indicando que se está de acuerdo en los términos de licencia.

Se selecciona la ubicación del menú de GNS3 al acceder desde el menú inicio; dar clic en "Next" y luego se muestran los componentes a instalar (figura 7); se seleccionan todos los componentes que forman GNS3.

Los componentes a instalar son:

- GNS3
- Dynamips
- Qemu
- Pemu
- Wireshark y otros.

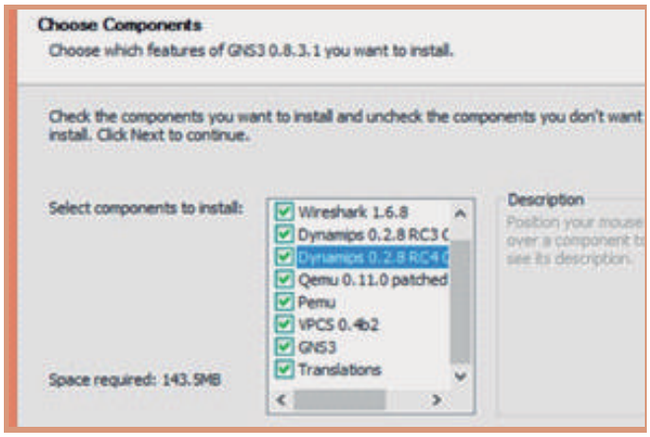


Figura 7: Asistente para instalar GNS3.

Tal como se muestra en la figura 8, se selecciona la carpeta donde se instalarán los diferentes programas, dar clic en "Install" para que se instale en la carpeta por defecto.

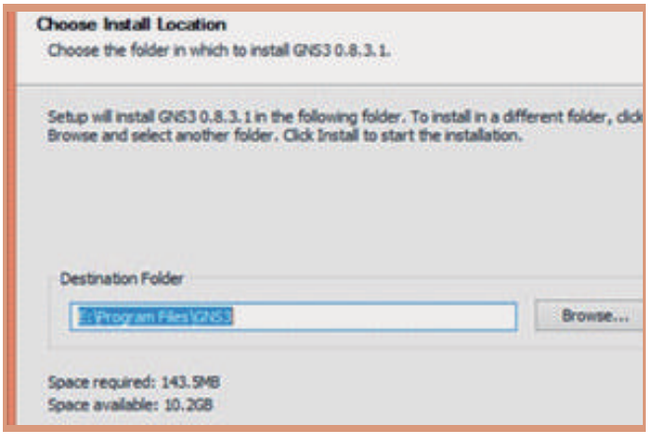


Figura 8: Asistente para instalar GNS3.

A partir de este punto comenzará con la instalación de todos los componentes descritos, básicamente es muy similar (figura 9):

- Dar clic en Next para comenzar la instalación.
- En el acuerdo de licencia, seleccionar "I agree".
- Luego, dar clic en "Install" para que comience la copia de los archivos.
- Al terminar la copia, dar clic en "Finish".

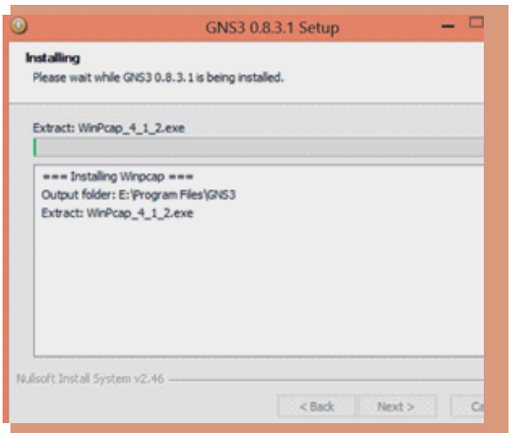


Figura 9: Asistente para instalar GNS3.

Al terminar, preguntará si se desea ejecutar GNS3, para lo cual se selecciona "Aceptar". Mostrará la ventana de la figura 10; ésta consta de una serie de pruebas que se irán ejecutando una a una dando clic en los botones 1, 2 y 3.

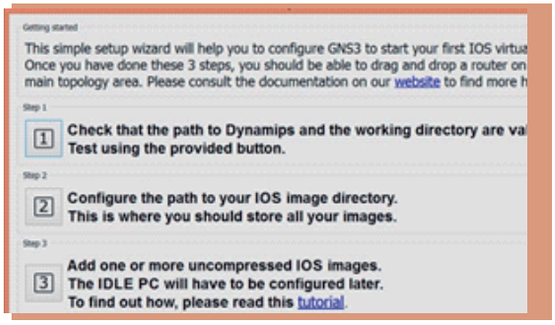


Figura 10: Asistente para instalar GNS3.

Como se muestra en la figura 11, dar clic en Test Setting y, si todo es exitoso, dar clic en Apply. Pase a la siguiente prueba.

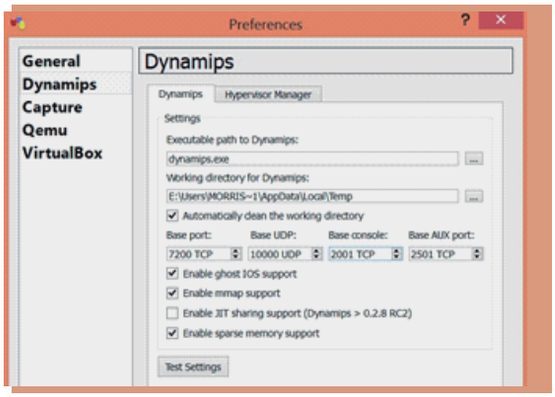


Figura 11: Asistente para instalar GNS3.

La segunda configuración es indispensable. En ella se indica la ruta donde se almacenan las imágenes IOS de los enrutadores a emular por Dynamips; si no cuenta con ellos se puede hacer un respaldo de un enrutador físico con Solarwinds o se puede descargar alguno de la red. GNS3 no proporciona dichas imágenes; es factible encontrarlas en la red, pero para mayor seguridad, si se tienen acceso a router Cisco, sería la opción ideal. Estas imágenes son las que estaría ejecutando el emulador Dynamips, si no cuenta con ellas no le ayudará de mucho el GNS3.

Se indica la ruta de dichas imágenes como se muestra en la figura 12, después de lo cual dar clic en "Apply".

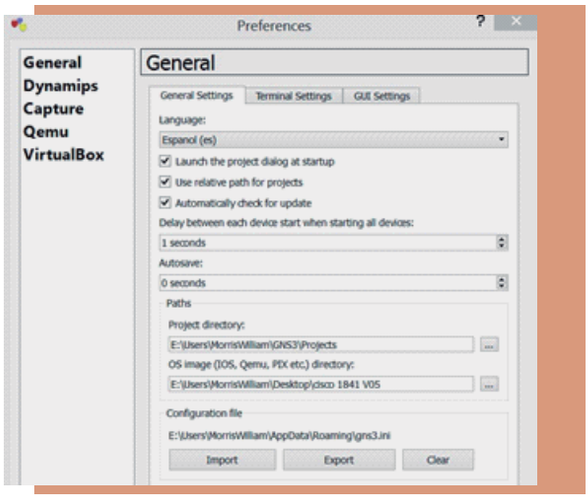


Figura 12 Asistente para instalar GNS3.

En el tercer punto de configuración se agregan las imágenes IOS a emular; para ello, se escoge la plataforma, el archivo del IOS y se da clic en "Guardar". Pregunta si se desea descomprimir la imagen IOS, lo cual se acepta y luego se cierra la ventana. Si se tienen otros IOS, se agregan con sus respectivas plataformas. No todas las plataformas son aceptadas, lo cual se debe tomar en cuenta al buscar los IOS a emular. (Figura 13)

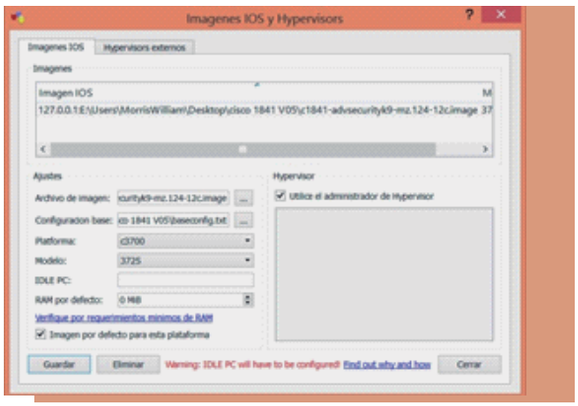


Figura 13: Asistente para instalar GNS3.

Una vez realizado los tres pasos anteriores, se ejecutará el GNS3 como se muestra en la figura 14, si se ha instalado correctamente.

El GNS3 está listo para comenzar. Se verifica que se cuenta con enrutadores asociados con sus IOS y que en VirtualBox hay máquinas virtuales correctamente configuradas y ejecutando sus sistemas operativos invitados normalmente.

Puede construir una topología de prueba como la mostrada en la figura 15.

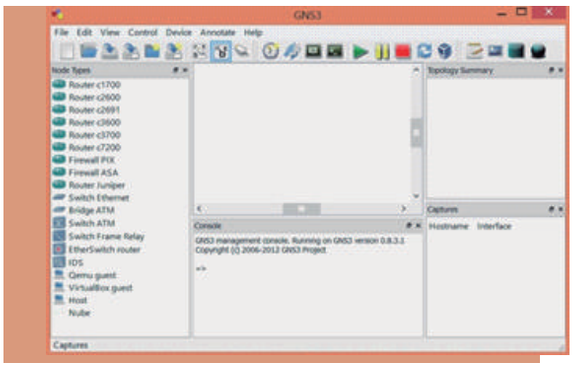


Figura 14: Asistente para instalar GNS3.

Se ha conectado un enrutador c2600, al cual se le había cargado previamente el IOS y se han conectado dos máquinas con sistemas operativos invitados de Virtualbox. Al dar clic en el botón "Reproducir", se puede acceder a la línea de consola de R1, y si se da clic en las PCs C1 y/o C2, Virtualbox ejecutará las máquinas virtuales. Al configurar interfaces y direcciones IPs, se puede hacer PING exitoso entre ambos equipos, todo en un mismo equipo anfitrión.

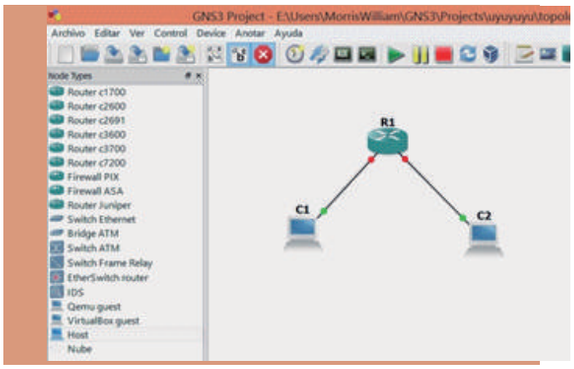


Figura 15: Topología básica de prueba.

X. CONCLUSIONES

GNS3 es una poderosa herramienta de simulación de redes de computadoras que puede emular enrutadores Cisco, Switches Frame Relay.

Cuando GNS3 se integra con máquinas virtuales, da al administrador de red, estudiantes o al personal de telecomunicaciones en general, la posibilidad de configurar, probar y administrar redes en un ambiente simulado como si del ambiente real se tratase, disminuyendo los costos y tiempos de implementación en los equipos verdaderos.

XI. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

ROMERO, Alfonso. Virtual box 3.1. [en línea]. México D.F. : Packt Publishing, 2010 [fecha de consulta: 20 Noviembre 2012]. Disponible en: http://www.daleide.com/e-book/400317-alfonso-v-romero-virtual-box-31-beginners-guide.html.

SIEBERT, Eric. VMware VI3 Implementation and Administration [en línea]. Indiana : Prentice Hall, 2009 [fecha de consulta: 16 Diciembre de 2012]. Disponible en: http://my.safaribooksonline.com/9780137008612 ISBN 10: 0-13-700861-9.

VILLAR Fernández, Eugenio Eduardo. Virtualización de servicios de telefonía IP en GNU/Linux [en línea] España : Publisher, 2010 [fecha de consulta: 14 Octubre 2012]. Disponible en: http://www.adminso.es/index.php/PFC_-Virtualizaci%C3%B3n_de servidores_de_telefon%C3%A-Da_Ip_en_GNULinux.

Introducción al sistema operativo para dispositivos móviles Android

Ricardo S. Guadrón.(1)
Juan J. Guevara.(2)

Resumen. En este artículo, se hace una descripción del sistema operativo para dispositivos móviles que utilizan Android, sus características y estado actual a nivel mundial, así como su estructura y los componentes necesarios para implementar un entorno de desarrollo simple.

Palabras claves. Android, dispositivos móviles, smartphones, sistemas operacionales (computadores).

I. INTRODUCCIÓN

La comunicación y computación móvil son hoy en día una realidad. En el transcurso de los últimos cinco años se ha presenciado cómo han incursionado en el mercado y en nuestra vida diversos tipos de dispositivos móviles como smartphones y tablets. Su importancia es tal que, actualmente, es muy difícil imaginarse una vida productiva (y de ocio) sin este tipo de aparatos, ya que poco a poco han incorporado funciones que anteriormente sólo estaban disponibles en computadoras de escritorio o laptops, tales como correo electrónico, edición de documentos, videoconferencias, telefonía, acceso a redes sociales, entre otras.

Por otra parte, los dispositivos de comunicación móvil están incursionando en otras actividades productivas, como la automatización industrial, comercio electrónico y comunicación satelital, entre otros, apoyados por gigantes como Google, Samsung, Apple y Microsoft que ven en estos dispositivos el futuro de la informática y las comunicaciones.

Debido a las tendencias del mercado de estos dispositivos, se hace necesario que los países de la región se preparen adecuadamente para ser parte de este movimiento tecnológico, implementando dichas tecnologías móviles y produciendo tanto hardware como software que puedan integrarse a las plataformas móviles existentes, de manera que por medio de éstas pueda crearse un nicho de producción que permita ser parte del desarrollo de soluciones móviles, lo cual contribuirá al desarrollo tecnológico de nuestra región.

En este sentido, los dispositivos móviles que incorporan el sistema operativo Android de Google, son los que han mostrado el crecimiento más elevado en los últimos años, a esto hay que sumar le el hecho que es un sistema operativo libre (basado en Linux), bien documentado y cuyas aplicaciones se desarrollan por medio de la plataforma Java. Esto convierte a Android en la plataforma ideal para incursionar en el desarrollo de aplicaciones y hardware para dispositivos móviles.

II. ANDROID EN EL MUNDO

La compañía Android Inc. fue fundada por Andy Rubin en 2003 en Palo Alto, California, para desarrollar, según palabras del mismo Rubin, "...dispositivos móviles más inteligentes que están más pendientes de la ubicación y preferencias de sus propietarios". Google adquirió Android Inc. en 2005 y mantuvo a los principales empleados trabajando en su ahora subsidiaria compañía. En aquellos años, muchos analistas vaticinaron que, con la compra de Android Inc., Google planeaba incursionar en el mercado de la telefonía móvil. En 2007 Google junto a otras 34 compañías relacionadas con la industria de la comunicación móvil, crearon la Open Hanset Alliance (OHA) cuya finalidad ha sido la creación de estándares abiertos para dispositivos móviles. El mismo día de la creación de la OHA, se anunció el lanzamiento del sistema operativo para dispositivos móviles Android, el cual actualmente se desarrolla y distribuye tomando como base las licencias de código abierto Apache 2.0 y GPLv2. A la fecha Android Open Source Project (liderada por Google), es la organización encargada del mantenimiento y desarrollo de Android.

(1)Ingeniero Electricista. Director Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. ITCA-FEPADE Santa Tecla. email: rguadron@itca.edu.sv
(2)Técnico de Ingeniería Electrónica. Docente Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. ITCA-FEPADE Santa Tecla. email: juan.guevara@itca.edu.sv

A mediados del 2011, Android se convirtió en el tercer sistema operativo para dispositivos móviles en el mundo, sólo por debajo de Symbian OS (Nokia) e IOS (Apple). El continuo auge de los smartphones y tablets propició a inicios del 2012 la caída de Symbian, dejando solamente a Android e IOS en competencia. A mediados del 2012, Android finalmente superó a IOS como el sistema operativo para dispositivos móviles más utilizado a nivel mundial.

Según estimaciones de IDC, al segundo trimestre de 2013, Android tiene la mayor cuota de mercado con el 79.3%, muy por encima de su principal rival IOS de Apple, que tiene un 13.2%. Esta tendencia es una muestra clara del auge de las ventas de smartphones que utilizan Android como su sistema operativo.

Una de las principales razones para el éxito de Android radica en el hecho de ser Open Source, lo cual permite a diversas empresas como Samsung, Nokia, LG, Sony y otras, tomar el código fuente y efectuar modificaciones con el fin de personalizarlo a partir de la estrategia de mercado del smartphone en donde el sistema operativo funcionará.

Desde su lanzamiento en 2007, Android ha evolucionado incorporando nuevas prestaciones de software y adaptándose a nuevos modelos de smartphones y tablets.

Versión	Nombre clave	API	Distribución
2.2	Froyo	8	2.4%
2.3.3 2.3.7	Gingerbread	10	30.7%
3.2	Honeycomb	13	0.1%
4.0.3 - 4.0.4	Ice Cream Sandwich	15	21.7%
4.1.x	Jelly Bean	16	36.6%
4.2.x		17	8.5%

Tabla. 1. Cuota de mercado de versiones de Android

Vale la pena mencionar que las versiones 3.xx (Honeycomb) fueron desarrolladas para ejecutarse en tablets. Esto propició que las versiones 2.xx (Froyo y Gingerbread) fuesen las últimas disponibles para ejecutarse en smartphones, lo cual las convirtió en las más difundidas. Actualmente, las versiones 4.xx (Ice Cream Sandwich y Jelly Bean) pueden instalarse tanto en tablets como en smartphones.

III. ESTRUCTURA DE SOFTWARE DE LA PLATAFORMA ANDROID

A. Estructura de las aplicaciones

Fig. 1. Capas de la estructura de software de Android

• Aplicaciones: esta es la capa superior en la cual se ejecutan todas las aplicaciones instaladas en el sistema operativo tales como contactos, navegadores de internet, juegos, herramientas de administración del smartphone, etc. Las aplicaciones que se ejecutan en esta capa son desarrolladas con el lenguaje de programación Java.

• Framework de las aplicaciones: las aplicaciones requieren de un marco o plataforma de trabajo estandarizado haciendo que todas sean compatibles y puedan comunicarse entre sí. El framework de aplicaciones tiene como función proveer este marco de trabajo a través de las Interfaces de Programación de Aplicaciones (APIs), de manera que tanto las aplicaciones por defecto del sistema operativo y las desarrolladas por terceros no tengan problemas al hacer uso de los recursos del Smartphone y se desarrollen siguiendo los mismos estándares de diseño. La AOSP provee constantes actualizaciones en sus APIs. Actualmente Android 4.1 se distribuye con la versión API 16, la cual es compatible retrospectivamente hasta la versión API 8 (Android 2.2). Los desarrolladores de aplicaciones tienen acceso a las APIs por medio del Android SDK.

• Librerías y Darvik Virtual Machine: Android incorpora una serie de librerías escritas en C/C++ que son utilizadas por varios de los componentes del sistema operativo. Algunas de las librerías son: librerías de medios para la reproducción de archivos; SGL para generación de gráficos 2D; SQLite un motor muy liviano para bases de datos relacionales; OpenGL ES 1.0 API; librerías para generar

gráficos 3D. El Darvik Virtual Machine (DVM) es la máquina virtual (similar al JVM) creada especialmente para Android con el objetivo de ejecutar las clases creadas con Java.

• Kernel de Linux: basado en la versión 2.6, provee acceso a los recursos de hardware y servicios importantes del sistema, tales como el manejo de memoria, seguridad, red y modelo de drivers.

B. Estructura de seguridad de las aplicaciones

Todas las aplicaciones de Android son escritas utilizando el lenguaje de programación Java. Por medio del Android SDK se compila el código generando un paquete Android con extensión apk. Esto significa que todo archivo con extensión apk será considerado como una aplicación por el sistema operativo. El archivo apk debe ser instalado en el dispositivo (smartphone o tablet) para que pueda ser ejecutado. Cuando esto sucede la aplicación es encapsulada dentro de su propia caja de seguridad.

Los siguientes son algunos de los aspectos de seguridad más importantes:

• Dado que Android es un sistema operativo basado en Linux, y este a su vez es un sistema operativo multiusuario, cada aplicación es considerada un usuario diferente.

• El sistema operativo asigna una UID (Identificación única) a cada una de las aplicaciones y a todos los archivos que pertenecen a ésta. De manera que solamente la aplicación con el UID correcto puede acceder a dichos archivos protegiendo información sensible como: contactos, contraseñas, fotografías, etc.

• Cada proceso posee su propia DVM, de manera que éste se ejecuta aislándose de las demás.

• Por defecto, toda aplicación se ejecuta en su propio proceso de Linux. De esta manera, Android inicia un nuevo proceso cuando la aplicación se ejecuta y lo cierra cuando la aplicación deja de utilizarse; esto libera memoria RAM haciendo más eficiente el rendimiento del dispositivo.

Los aspectos anteriores garantizan la aplicación del "principio de privilegios mínimos", en donde cada aplicación tiene acceso únicamente a los componentes que necesita para realizar su trabajo, implementando un sistema muy seguro.

C. Componentes de una aplicación

Una aplicación posee componentes; estos son los bloques de construcción inicial de dicha aplicación. Hay cuatro tipos de componentes:

• Activities: representa una sola pantalla con un interfaz de usuario. Una aplicación posee, por lo general, varias actividades.

• **Activities:** representa una sola pantalla con un interfaz de usuario. Una aplicación posee, por lo general, varias actividades.

• **Services:** es un componente que se ejecuta en background (el usuario no se da cuenta que éste se está ejecutando). Los servicios no poseen UID y se utilizan para ejecutar procesos de larga duración. Ejemplo: reproducir una canción o remotos.

• **Content providers:** se utilizan para administrar un conjunto de información compartida. A través de ellos es posible visualizar y modificar información de bases de datos.

• **Broadcast receivers:** son componentes que se utilizan para responder los anuncios de difusión del sistema operativo. Ejemplo: batería baja, aviso de finalización de descarga de archivos, actualizaciones, etc.

En Android, las aplicaciones pueden activar los componentes de otras aplicaciones, cuando el sistema inicia un componente, se inicializa el proceso para esa aplicación e instancia todas las clases necesarias para que el componente funcione; ésta es una de las razones por las cuales las aplicaciones Android no tienen un punto de entrada (no existe el método main).

Los componentes Activities, Services y Broadcast Receivers pueden ser activados por medio de un mensaje asincrónico denominado intent. Un intent se encarga de enlazar en tiempo real los componentes de las aplicaciones que son necesarios para desarrollar una tarea. También es indispensable que un intent tenga definido el

tipo de acción que el componente debe realizar (Ejemplo: ver, enviar, recibir, etc.) y el URI de los datos requeridos por el componente.

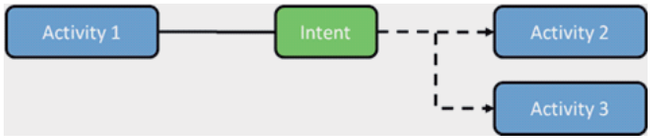


Fig. 2. Los intent se utilizan para enlazar varias actividades en las aplicaciones

D. Archivo Manifest

El archivo Manifest está escrito en lenguaje XML. Forma parte de todas las aplicaciones Android bajo el nombre AndroidManifest.xml. Su función es registrar todos los componentes que forman parte de una aplicación para que al momento de iniciar dicha aplicación el sistema sepa que en realidad existen.

• Definir los permisos de las aplicaciones, como acceso a internet, unidades de almacenamiento (SD).

• Definir el nivel de API mínimo necesario para ejecutar la aplicación.

• Definir los componentes de hardware que la aplicación utilizará, como la cámara, GPS, acelerómetro, etc.

• Definir librerías de API que la aplicación necesite para enlazar otras plataformas, como Google Maps.

IV. CARACTERÍSTICAS DE HARDWARE DE UN DISPOSITIVO MÓVIL ANDROID TÍPICO

Con el objetivo de garantizar que el sistema operativo Android y sus aplicaciones puedan funcionar correctamente en dispositivos móviles, la AOSP posee un programa denominado "Android Compatibility Program". Este programa proporciona información y especificaciones técnicas a los desarrolladores de hardware para facilitar la compatibilidad con el software. Los principales objetivos de este programa son:

• Proporcionar un entorno de aplicación y hardware coherente para los desarrolladores de aplicaciones Android.

• Dar al usuario una experiencia consistente en cuanto al funcionamiento de aplicaciones en diversos dispositivos móviles.

• Permitir a los fabricantes de dispositivos móviles crear aparatos diferentes pero compatibles.

• Minimizar los costos y gastos asociados con la compatibilidad.

El programa de compatibilidad de Android está formado por tres componentes:

• **Código fuente:** la pila de software de Android.

• **CDD:** un documento que representa las políticas respecto a la compatibilidad del hardware.

• **CTS:** conjunto de aplicaciones que representan el mecanismo de comprobación de la compatibilidad.

Prestación	Especificación mínima
Chipset	ARM
Memoria	128 MB RAM; 256 MB Flash Externa
Almacenamiento	Mini o Micro SD
Pantalla principal	QVGA TFT LCD o mejor, 16-bit de color o mejor
Teclas de navegación	Navegación de 5 vías con 5 aplicaciones, encendido, cámara y controles de volumen
Cámara	2MP CMOS, no indispensable
USB	Interface estándar mini-B USB
Bluetooth	1.2 o 2.0, no indispensable
Sensores	Acelerómetro, Magnetómetro, GPS, Giroscopio, Barómetro, Termómetro, Sensor de proximidad. No son indispensables

Tabla. 2. Especificaciones técnicas de un dispositivo Android

V. HERRAMIENTAS PARA IMPLEMENTAR UN ENTORNO DE DESARROLLO

El proceso de creación de aplicaciones Android consta de cuatro fases: configuración, desarrollo, depuración y comprobación, publicación:

A. Configuración

En esta fase se instala y configura el entorno de desarrollo y se crean los dispositivos virtuales AVD. Las principales actividades son:

• Obtener el software de desarrollo: JDK de Java, Eclipse IDE y Android SDK.
• Instalar y configurar el entorno de desarrollo: Instalar JDK, descomprimir Eclipse, definir el espacio de trabajo de Eclipse, instalar ADT en Eclipse, instalar Android SDK y descargar las APIs y documentación.
• Configurar dispositivos virtuales y reales: crear dispositivos virtuales por medio del AVD manager, conectar los dispositivos físicos (smartphones o tablets) y verificar conexión.

B. Desarrollo

En esta fase se crea y desarrolla el proyecto de Android con el código fuente, recursos y el archivo AndroidManifest.xml.

C. Depuración y comprobación

En esta fase se construye el proyecto en un paquete .apk depurable, el cual puede instalarse en un emulador o smartphone.

• Construcción y ejecución de la aplicación: este se ejecuta en modo depuración.
• Depurar la aplicación: utiliza las herramientas de depuración de Android.
• Comprobación de funcionamiento: utiliza emuladores y comprueba el funcionamiento por medio del framework de comprobación.

D. Publicación

En esta fase se construye y prepara la aplicación para su publicación y distribución a los usuarios. Deben tomarse en cuenta las siguientes actividades:

• Preparar aplicación para liberación: configurar, construir y comprobar el funcionamiento de la aplicación en modo release.

• Liberar aplicación: publicar, vender y distribuir la aplicación a los usuarios.

• Mantenimiento: proporcionar soporte técnico a los usuarios, producir actualizaciones y mejoras y proporcionarlas a los usuarios.

V. CONCLUSIÓN

Google utiliza Google Play como plataforma para la publicación, distribución y comercialización de aplicaciones Android; lamentablemente el acceso a esta plataforma como vendedores no está disponible para ningún país centroamericano, de manera que hoy en día aún no es posible comercializar aplicaciones Android por medio de Google Play.

Sin embargo, existen otras plataformas que permiten comercializar aplicaciones desde El Salvador. Una de ellas es AndroidPIT.

VI. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

ANDROID Application Development : Programming with the Google SDK by Rick Rogers [et al.]. Estados Unidos : O'Reilly, 2009. 334 p. ISBN: 9780596521479.

HASEMAN, Chris. Android Essentials. Berkeley, C. A. Apress, 2008. 111 p. ISBN: 9781430210641.

MURPHY, Mark L. Beginning Android 2. Berkeley, C.A. : Apress, 2010. 416 p. ISBN: 9781430226291.

El Salvador ante el reto del desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles que usan plataforma Android

Mario Quintanilla.(1)

Resumen. La industria del desarrollo de software en El Salvador está en su infancia. A pesar de ser un mercado competitivo y con una creciente demanda son pocas las empresas constituidas legalmente que se dedican a ello. Lo que implica que la demanda de software de las organizaciones en su mayoría es cubierta por empresas extranjeras y en algunos casos por programadores independientes.

En el país existe en su mayoría trabajadores tipo "freelance", es decir, programadores independientes que desarrollan software a la medida. Sus productos en un alto porcentaje son aplicaciones para escritorio bajo ambiente del sistema operativo Windows y con un porcentaje muy bajo se desarrollan aplicaciones web. Con la llegada de dispositivos móviles llamados "inteligentes", se abre un nuevo mercado para los desarrolladores de software, ya que dichos dispositivos tienen dentro de sus características la capacidad de ejecutar múltiples aplicaciones para diversos usos, que en gran medida están orientados hacia tareas de la vida diaria como ocio y diversión, dejando a un lado las aplicaciones para usos empresariales.

Dentro del mercado de dispositivos móviles existe una serie de sistemas operativos o plataformas, siendo el líder mundial Android, propiedad de Google Inc. y que actualmente cuenta con una cuota del mercado mundial que supera el 50%. Esto implica que desarrollar aplicaciones para dispositivos móviles que usen Android, representaría la posibilidad que millones de usuarios alrededor del mundo usen dicho software.

Palabras clave. Dispositivos móviles, Android, smartphone, El Salvador.

DESARROLLO

El Salvador cuenta con 22 instituciones de educación superior, que ofrecen diversas carreras y especialidades, entre ellas se encuentran las carreras orientadas a las Tecnologías de la Información TIC, que según la profesional Gabriela Araujo, como lo menciona en su blog, se estima que existen 19,585 estudiantes inscritos al 2012 en carreras relacionadas a las TIC en todas las universidades que ofertan dichas carreras. Este número de estudiantes representa un 23% del total nacional de estudiantes de educación superior.(2)

Los profesionales de estas áreas ocupan el cuarto lugar en profesiones requeridas por las empresas para ser contratados, solo por debajo de profesionales contables, industriales, publicistas y administradores de empresas.(3)

De lo anterior, no existen datos precisos de cuántos se dedican al desarrollo de software, por lo que es muy difícil tener una visión concreta acerca de la distribución de puestos de profesionales graduados en carreras afines a las TIC, esto debido a que todas las universidades que ofrecen dichas carreras no especializan a estos estudiantes en un área específica, centrando en sus planes de estudios todas las grandes áreas de conocimiento de la informática, tales como: mantenimiento de computadoras, diseño de redes de datos, desarrollo web y el desarrollo de software, implicando que todos los estudiantes conocen todas las áreas pero no se vuelven especialistas en ninguna de ellas.

Al no contar en El Salvador con datos estadísticos del número de programadores que existen, ni mucho menos los lenguajes de programación que dominan o bajo los cuales más cantidad de aplicaciones desarrollan, es imposible determinar si el país está preparado ante el ingreso

(1)Licenciado en Computación. Maestría en Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Educación. Docente, Escuela de Computación, Centro Regional San Miguel.
email: mario.quintanilla@itca.edu.sv; marioequintanilla@gmail.com,

(2)http://www.tecoloco.com.sv/blog/profesiones-mas-demandadas-por-las-empresas-.asp visitada el 19-08-2013, actualizada el 5-11-2012 por Gabriela Araujo.

de nuevas tecnologías, tanto en hardware como en software. Especialmente en los últimos años, con la aparición de nuevas tecnologías en el ámbito de las comunicaciones, como los llamados "Smartphone" o dispositivos inteligentes, los cuales prácticamente cumplen con todos los servicios que puede prestar una computadora, con la ventaja de ser móviles y de brindar servicios de comunicación telefónica, transferencia de datos, voz y video.

Estos dispositivos que actualmente representan el 26% del total de teléfonos en el mundo (aproximadamente 35 millones de dispositivos tomando en cuenta los siete países con mayor cantidad de móviles, tal como lo muestra la figura1, han logrado complacer en el menor tiempo posible los gustos de los consumidores y satisfacer la necesidad imperante de contar en un solo dispositivo con muchas herramientas que faciliten el quehacer diario. Obviamente esto implica que cada vez existen nuevas necesidades y nuevos requerimientos en cuanto al software que se dispone en dichos dispositivos, debido a que las necesidades y requerimientos son muy distintos para cada persona.

Figura 1 (4)

Lo anterior ha implicado un reto muy grande para los desarrolladores, ya que deben desarrollar en el menor tiempo posible más y mejores aplicaciones para el deleite de estos usuarios cada vez más exigentes. A su vez es también una gran oportunidad de incursionar en el mundo de los dispositivos móviles, considerando que el mercado crece a niveles vertiginosos y que existe una gran cantidad de clientes potenciales a los cuales se puede llegar mediante una aplicación desarrollada en Android.

Dado el caso que Android, es por demás, el sistema operativo más utilizado en dispositivos móviles alrededor del mundo, tal como se refleja en la figura 2, donde se comparan las ventas del segundo trimestre del 2012 (Q2´12) con el mismo periodo en el 2013 (Q2´13) y se observan los competidores más cercanos como los dispositivos que ejecutan sistemas operativos de Apple (IOS), dispositivos que usan Windows Phone y otros.

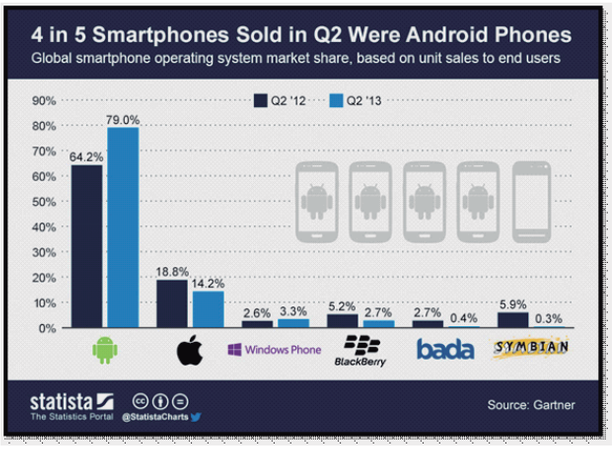


Figura 2 (5)

El Salvador de acuerdo a estos retos y ante la necesidad de estar al nivel de otros países latinoamericanos, debe realizar una serie de acciones que encaminen hacia la ruta de poder contar con una cantidad considerable de programadores para dispositivos móviles, pero más aún, el poder promover la formación de empresas que se dediquen a este rubro. Para ello, se pueden realizar las siguientes acciones:

1. Que las instituciones de educación superior incluyan dentro de sus planes de estudio para las carreras relacionadas con informática, la enseñanza de lenguajes de programación como Java, que sirvan de base para el posterior aprendizaje de la estructura de Android.

2. Que se incluyan además de Java, los lenguajes necesarios para desarrollarse en ambiente Android.

3. Que se formen centros de desarrollo de software en las diferentes zonas geográficas del país con el objetivo de contar en estos lugares con una cantidad considerable de programadores. Estos podrán encargarse de desarrollar aplicaciones para empresas y aplicaciones que puedan estar disponibles en tiendas virtuales relacionadas a las aplicaciones para Android.

(4)Fuente: http://www.handsetdetection.com,

(5)Fuente: http://ticsyformacion.com/2013/08/15/4-de-cada-5-smartphones-vendidos-son-android-2t2013-infografia-infographic/

4. Realizar estudios acerca del consumo de aplicaciones móviles de dispositivos que se encuentran en El Salvador, para potenciar el desarrollo en las áreas con mayor demanda, así como el poder descubrir nuevas necesidades de aplicaciones.

Cabe mencionar que en los últimos 2 años, algunas instituciones de educación superior, han venido realizando esfuerzos con el objetivo de contar dentro de sus planes de estudio asignaturas relacionadas con este tema, sin embargo, la poca disponibilidad de profesionales con la experiencia y la capacitación requerida, ha obligado a invertir en capacitaciones en otros países o traer capacitadores extranjeros. Si bien es cierto esto es bueno, pareciera que en la mayoría de los casos, queda en la recepción de capacitaciones, ya que no existen planes de reforzamiento y puesta en marcha de proyectos que posibiliten implementar el conocimiento adquirido y que a la vez induzcan a la investigación aplicada.

El facilitar la preparación de desarrolladores de software para dispositivos móviles en el país sería tomar ventaja ante los demás países de Latinoamérica, ya que actualmente como se puede apreciar en la figura 3, la gran mayoría de desarrolladores proceden de los países tales como Estados Unidos, India y China, siendo estos los que concentran la mayor cantidad de desarrolladores y donde no aparece ningún país latinoamericano dentro de los primeros doce.

- La figura 4 nos da una idea de cómo se encuentran repartidos los desarrolladores de aplicaciones para móviles en el mundo.

Figura 3(6)

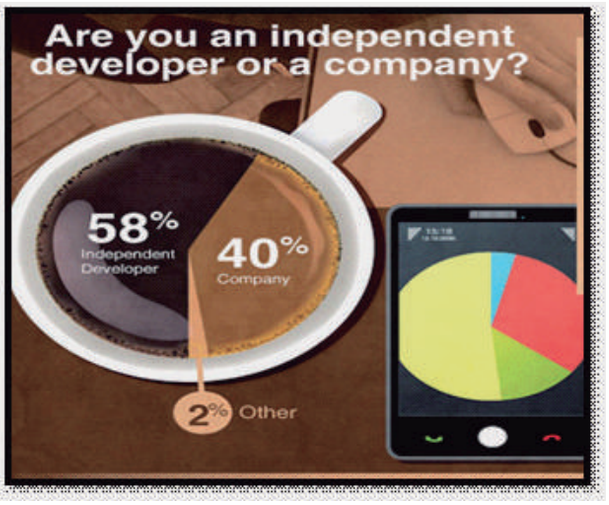


Figura 4(7)

CONCLUSIÓN

Sobre la base de lo planteado se puede concluir que el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles que utilizan la plataforma Android ofrece oportunidades en diferentes escenarios, como se plantea a continuación:

- Oportunidades para la academia. Se puede desarrollar carreras especializadas que tengan mucha demanda en el corto y mediano plazo. Aquellas instituciones de educación superior que se adelanten a crear las carreras o a adecuar sus planes de estudio, tomarán ventaja sobre el resto de instituciones.

- Oportunidades para los estudiantes que se gradúen con competencias para el desarrollo de este tipo de aplicaciones. Podrán encontrar opciones para establecer sus propias empresas desarrolladoras o emplearse en las mismas con salarios superiores al promedio de la industria del software.

- Preparar desarrolladores para hacer trabajo de "freelance" o fundar su propia compañía, ya que, de acuerdo a lo que se hace en otros países, se tienen evidencias que es mayor el porcentaje de desarrolladores independientes que aquellos que trabajan para una compañía de desarrollo de software, considerando además, que en estos países existen compañías bien establecidas.

(6)Fuente: http://blog.startapp.com//android-developer-infographic/
(7)Fuente: http://blog.startapp.com//android-developer-infographic/

Diseño de un sistema electrónico para la administración y suministro de materia prima para la producción

Wilfredo Antonio Santamaría.(1)

Resumen. El Controlador Lógico Programable (Programmable Logic Controller – PLC) nació ante la necesidad de las industrias de reemplazar los dispositivos eléctricos que se utilizan para conmutar señales por un sistema electrónico centralizado. Con el tiempo, estos dispositivos se fueron mejorando hasta facilitar acciones de sólo conmutar señales que permiten realizar funciones con operaciones aritméticas y procedimientos de control. El PLC se fundamenta en el desarrollo de aplicaciones programadas en base a un micro-controlador, al cual se le acopla una fuente de alimentación diseñada para ambientes industriales y una interfaz de entrada y salida de potencia, así como una interface para la comunicación de red; es decir, un PLC es un micro-controlador.

Cuando el desarrollo de una solución industrial se basa en un micro–controlador, se debe tener en cuenta que, además de la programación, se deben realizar varios diseños y el desarrollo de hardware específico. El hardware en su fabricación consume recursos, los cuales deben ser justificados, si es que el proyecto a realizar es replicable varias veces. A diferencia, el Controlador Lógico Programable ya viene en sistema modular, lo que facilita el manejo de los datos. Cuando el proyecto es concebido para futuras expansiones, se debe optar por dispositivos modulares y, en este punto, el Controlador Lógico Programable le lleva ventaja al micro-controlador.

Palabras Clave. Administración de la producción, automatización, controladores lógicos programables, controlador de interfaz periférico, diseño lógico, microcontroladores, productividad.

I. INTRODUCCIÓN

Es necesario acercar la academia universitaria con la empresa privada, en términos del desarrollo de soluciones técnicas, partiendo de una necesidad del sector productivo nacional. Es por ello que ITCA-FEPADE en el Centro Regional MEGATEC Zacatecoluca desarrolló en el 2012 un proyecto de investigación aplicada con la empresa privada, con el propósito de solventar una necesidad en el área de producción. Para ello se creó un prototipo que permite establecer un sistema electrónico-telemático, que contribuye a mejorar el rendimiento productivo, mediante la disminución de los tiempos muertos.

Este proyecto de diseño del sistema electrónico para la administración y suministro de materia prima en el área de producción, es la integración de la electrónica, la micro-programación y la informática, aplicada al desarrollo de soluciones en la industria, lo cual permite agilizar los procesos de producción y con ello buscar la disminución de los tiempos muertos durante dicho proceso.

El proyecto tenía como propósito mejorar la eficiencia del proceso de abastecimiento de materia prima a los módulos de producción, el cual consistía en que cada operario mostraba señales de colores en su lugar de trabajo para indicar que requería de algún material; el supervisor de línea estaba pendiente de las señales y tomaba nota del requerimiento; luego se dirigía al almacén y realizaba el llenado del formulario de materiales. El encargado del despacho tomaba el requerimiento, lo preparaba y luego lo enviaba con un pasa materiales, quien es el responsable de llevar el material al puesto de trabajo.

Con el proyecto se desarrolló un sistema de acceso y comunicación de datos basados en:

- Tecnología de micro controlador con PWM.
- Pantallas LCD.
- Teclados hexadecimales.
- DAQ U2351A.
- Sistema Operativo de Windows y Microchip tales como: Visual Studio 2010, Microco de Studio Plus e Isis Proteus.

(1) Ingeniero en Electrónica. Docente Investigador. Coordinador de la carrera de Técnico Superior en Electrónica, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE, MEGATEC ZACATECOLUCA. Email: wilfredo.santamaria@itca.edu.sv. Tel. 2334-0768.

El sistema de acceso y comunicación desarrolla una serie de envío de datos (pedidos) que serán monitoreados por fecha y hora en el sistema de despachos. Se ha utilizado la tecnología de micro controladores con una captura de datos desde un teclado hexadecimal, mostrando lo solicitado en una pantalla LCD (16 pines), para luego realizar un envío de pedidos hacia un sistema de despachos.

Por medio del sistema se puede monitorear:

- Los datos que la terminal captura y envía a bodega. Estos son los requerimientos de materiales que se necesitan en un puesto determinado de la planta de producción.
- La persona responsable de realizar la solicitud de pedido a almacén.
- El tiempo de pedido y el tiempo de despacho.
- La cantidad de pedidos realizados y despachados en tiempo real.

En el sistema de acceso y comunicación desarrollado en este proyecto, se aplica un dispositivo para la adquisición de datos "Data AcQuisition – DAQ", por medio del cual se establece una estructura de telecomunicación. En este dispositivo se diseñó y elaboró de manera específica un nodo de interface o terminal de telecomunicación, por medio del cual se capturan y transfieren hacia el sistema central las diferentes necesidades de recursos que los usuarios de la planta requieren.

La integración de los elementos se logra a través de un protocolo de comunicación, que también ha sido diseñado particularmente para acoplar la terminal de telecomunicación y acceder a la red de adquisición de datos que ha sido configurada para lograr la correcta transmisión de la información.

Para la fabricación del nodo se ha utilizando un micro-controlador como elemento central para la captura, tratamiento y transmisión de los datos. Cada terminal es identificada en la red mediante un parámetro de hardware, lo que determina seguridad de la ubicación del punto de solicitud; así, cada usuario se identifica en el sistema, registra la información sobre el material solicitado y acciona el envío. Cuando la información entra a la red de telecomunicación, llega hasta una terminal (pantalla LCD) en la bodega para la preparación y despacho de lo solicitado.

II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

• **Creación del programa en Microcode Plus:** se dispuso del Software de Microcode Plus para dar los lineamientos a procesar dentro del micro controlador.

• **Simulación en Proteus:** Para el ensayo de la función del micro controlador, se utilizó el Software de simulación de ISIS PROTEUS evaluando la conversión de datos que el sistema empezó a desarrollar a partir de un programa hecho en Microcode Plus. De esta manera se pueden evaluar las funciones del envío de datos desde el teclado hacia el PIC. Además, se puede observar el límite en la capacidad de memoria posible de almacenar en el PIC para cada uno de los datos que se estarán enviando y los datos de salida hacia el dispositivo de adquisición de datos DAQ.

• **Construcción de la Interfaz HMI.** Esta interface recibe los datos del circuito utilizando el Software de Agilent Vee, en la que el usuario va a interactuar con todos los envíos que se desarrollarán durante las actividades que el sistema controlará. La DAQ será la que comunique el circuito electrónico con el software elaborado, realizará las conversiones a forma digital para que sean procesados por el sistema Agilent Vee, ya que éste constituye una base fundamental para la selección de los datos que viajan desde cualquier punto terminal y que generan una solicitud.

• **Grabado del Código.** Luego de verificar la simulación y definir la función a desarrollar por el micro controlador dentro del sistema, se procedió al grabado del código por medio de un Software llamado PIC 600; éste cargará el programa (código) previamente simulado en ISIS Proteus a través de su programador de conector USB, verificando la comunicación del mismo con la computadora.

• **Armado del Circuito de Ensayo.** Se utilizó una tabla Breadboard para montar los componentes de la simulación del proyecto que fue hecho en el Software de ISIS PROTEUS; luego, se conectaron y energizaron para poder introducir los datos respectivos de los pedidos que llevan una codificación especial guardada en el PIC.

• **Conexión de la Tarjeta de Adquisición de Datos DAQ.** Luego de las pruebas efectuadas con el PIC, se procedió a la instalación de la DAQ en la computadora y se conectaron las líneas respectivas para verificar la comunicación entre la parte del Hardware y el Software que se elaboró en Agilent Vee.

• **Creación de la Base de Datos.** Se utilizó el programa Microsoft Access, en el cual se usaron aplicativos para poder efectuar un enlace de los resultados que se muestran en Agilent Vee, directamente para una base de datos. A la vez se generó un programa en Visual Studio para que interactúe, tanto con Access, como con Agilent Vee. De esta manera cuando el circuito electrónico envía los datos a la DAQ, la variedad de software utilizado refleja los identificadores del terminal junto a los pedidos con sus respectivas fechas y horas.

• **Quemado del Circuito Impreso.** Se diseñó el circuito electrónico en el Software PCB Wizard para obtener un diagrama en acetato; éste se estampó por temperatura en la placa del circuito definiendo el tamaño del mismo y dándole espacio a cada elemento para no tener ninguna interrupción. El sistema tecnológico para el abastecimiento de insumo se desarrolló a través de las siguientes etapas de la investigación:

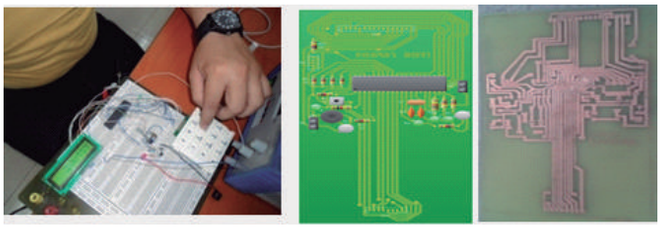


Figura 1

• **Creación del programa en Microcode Plus:** se dispuso del Software de Microcode Plus para dar los lineamientos a procesar dentro del micro controlador.

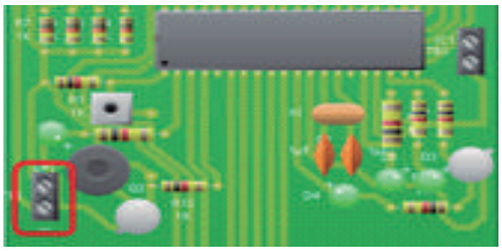


Figura 2

• **Circuito.** El circuito es la principal fuente de envío de datos para que la DAQ pueda recibirlos e ilustrarlos en el de datos que muestra los envíos recibidos y los despachados; esta base de datos fue creada en Microsoft Access que es llamada desde el Software Visual Studio 2010. El circuito mide 3.00 cm. de alto, 19 cm. largo por 9 cm. de ancho. A continuación se describen los componentes del circuito.

En la sección mostrada en el rectángulo rojo se muestran las terminales para la alimentación de energía del circuito electrónico. El circuito estará activo para desarrollar las funciones que el usuario desee trabajar.

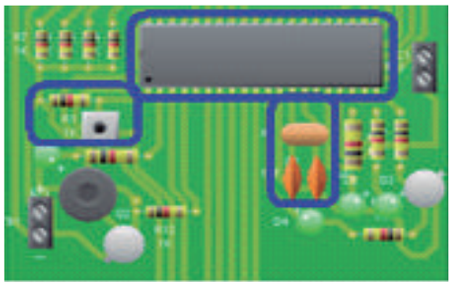


Figura 3

La parte central mostrada en los rectángulos azules, consta del micro controlador y la resistencia que energiza al PIC, junto con un push botton que da los pulsos de reset.

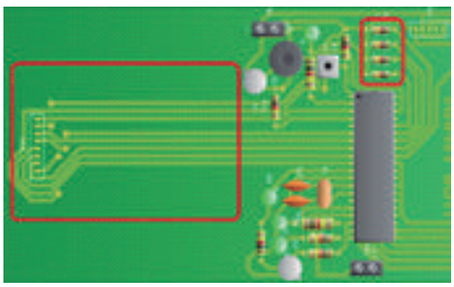


Figura 4

Los pulsos de entrada ingresan por medio del teclado hexadecimal 4*4, que está conectado en la sección roja inferior, la cual toma esos pulsos desde +V hacia el PIC, por medio de las resistencias mostradas en el rectángulo rojo pequeño; de esta forma se utiliza la lógica negativa al presionar las teclas de este elemento.

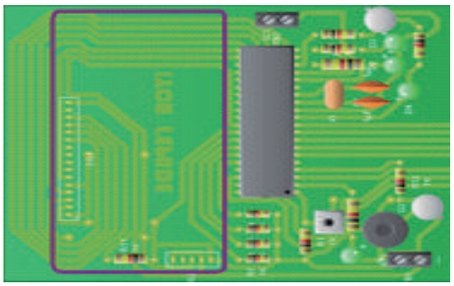


Figura 5

La pantalla LCD, conectada en la zona del rectángulo

blanco horizontal, consta de un controlador para la intensidad del brillo, que permite al usuario observar los datos que estará enviando y llegando a la tarjeta de adquisición de datos DAQ. En el rectángulo blanco vertical está conectado el potenciómetro que ajustará el brillo de la pantalla.

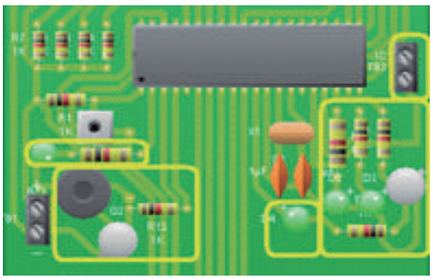


Figura 6

Los indicadores como los diodos Led son visuales para el usuario y el auditivo es el Buzzer. Los diodos LED indican el PWM, uno enciende cada vez que se presiona una tecla, otro indica que hay un espacio habilitado para hacer un envío y el Buzzer indica los pulsos enviados al circuito y al sistema.

El Software de este sistema es la combinación de los programas Microsoft Access, Visual Studio 2010 y Agilent Vee, los cuales son los principales en desempeñar el registro de las actividades que se desarrollan entre los usuarios del sistema de abastecimiento y los encargados de suministrar los materiales necesarios.

El sistema principalmente conformado por el programa Agilent Vee guarda todos los envíos realizados por los usuarios, del mismo modo, respalda en una Base de Datos de Microsoft Access, la cual está en constante comunicación de los cambios por medio del Software de Visual Studio. En esta etapa se almacenan todos los datos necesarios del sistema. Si el usuario del sistema decide guardar esta información de forma física, puede hacerlo a través de la opción que el sistema tiene para imprimirla.

III. CONCLUSIONES

• El sistema desarrollado es un sistema que promueve la automatización de este tipo de actividades para las empresas del área de industria textil de El Salvador.

• Se le dio una aplicación integrada de sistema Agilent Vee, de Visual Studio, para la adquisición y el manejo de la información de una empresa textil.

• Las empresas deben de invertir más en el desarrollo de tecnología, a través de un presupuesto destinado para la investigación aplicada; dicha acción generaría un desarrollo de conocimiento y capacitación en profesionales salvadoreños, que vendría a apoyar el desarrollo del país.

IV. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

BALCELLS, Josep y ROMERAL, José Luis. Autómatas programables. México D.F. : Alfaomega. 1998. ISBBN 9701502477.

CASTRO Bazua, Aarón. C# para la automatización electrónica e industrial [en línea]. México, D.F.: [s.n.] 2012. [fecha de consulta: 18 octubre 2012]. Disponible en: http://multitecnologia.com/muestralibro.pdf ISBN 139786070052170.

DOGAN, Ibrahim. Programación de microcontroladores PIC : desarrollo de 30 proyectos con PICBASIC y PICBASIC profesional. Barcelona: Marcombo. 2007. 327 p. ISBN 97884266704282.

KUO, Benjamin C. Sistemas de control automático. 7ª ed. México, D.F. : Prentice Hall, 1996. 897 p. ISBN 9688807230.

LAUDON, Kenneth C. y LAUDON, Jane P. Sistemas de información gerencial: organización y tecnología de empresa conectada en red. 6ª. ed. México, D.F.: Pearson Educación, 2002. 600 p. ISBN 9684444877.

RAMÍREZ Ramírez, José Felipe. Aprenda practicando Visual Basic 2005 usando visual Studio 2005. México, D.F. Pearson, 2007. 622 p. ISBN 9789702609124.

Sistema de costeo de producción en web para las MIPYMES de la Zona Oriental, innovación tecnológica de ITCA-FEPADE

Edgardo Antonio Claros (1)

Resumen. En este artículo se describe el desarrollo de un proyecto de investigación aplicada orientado a la implementación de nuevas tecnologías y uso de "la nube" por parte de las MIPYMES. El desarrollo del software con la participación de actores locales, dio como resultado una herramienta con aplicaciones para el costeo de procesos de producción de micro, pequeñas y medianas empresas de la Zona Oriental. Con el diseño de este software ITCA-FEPADE aporta para El Salvador una herramienta colocada en la nube, gratuita, que fortalece al sector empresarial antes mencionado, permitiéndoles la gestión y aplicación de tecnologías a través de la web.

Este proyecto está vinculado con la proyección social de ITCA-FEPADE y el desarrollo local de diferentes asociaciones y pequeñas empresas; por tanto se desarrolló el proyecto piloto con la participación de la Asociación de Desarrollo Integral de la Mujer, ADIM, de Morazán y contó con la asesoría técnica de CONAMYPE. Esta herramienta será gestionada por CONAMYPE y podrá estar disponible para las MIPYMES de El Salvador.

Palabras clave. Costos de producción, innovación tecnológica, MIPYMES, El Salvador.

I. INTRODUCCIÓN

La "computación en la nube" surge cuando se empezaron a correr tareas en una red de computadores en lugar de dejar que un sólo gran computador hiciera todo el trabajo. De esta manera, la tarea se reparte entre varios, exigiendo menos del sistema para entregar un servicio a los usuarios.

Actualmente con la "computación en la nube" de Internet, podemos hacer uso de una amplia variedad de aplicaciones para diferentes usos (imagen 1).

Imagen 1. Representación gráfica de la nube en la Internet y los dispositivos que intervienen

En el desarrollo de las tecnologías, es preciso destacar que la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEDADE, centra su política de investigación institucional y la dinamiza mediante investigaciones aplicadas, las cuales buscan apoyar procesos o necesidades de instituciones y comunidades más sentidas por la sociedad salvadoreña. Siendo este un punto de partida, se ejecutó el proyecto **"Sistema informático para estimación de costos de procesos de producción de las micro y pequeñas empresas de la Zona Oriental de El Salvador"**, el cual se desarrolló en alianza con La Comisión Nacional de la Micro y Pequeña Empresa (CONAMYPE). Se construyó una herramienta aplicativa para la Web, que involucra la automatización de procesos en la MIPYMES de la Zona Oriental.

II. EL DESAFÍO TECNOLÓGICO DE LAS MIPYMES EN EL SALVADOR

Estratégicamente, y en términos generales, todas las MIPYMES impulsan sus esfuerzos en el fortalecimiento de la capacidad del recurso humano, solidificación de los procesos internos, satisfacción al cliente y maximización de utilidades; sin embargo se ha identificado, en las empresas de productos artesanales de la Zona Oriental, la ausencia

(1)Docente Investigador Escuela de Ingeniería en Computación, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE, MEGATEC La Unión.
Email: edgardo.claros@itca.edu.sv

de herramientas técnicas científicas (software) orientadas a resolver problemas determinantes para el éxito de los negocios. El esfuerzo de las personas que emprenden dichas empresas, se orienta principalmente a la producción, la cual generalmente se hace de forma empírica y atendiendo a la demanda del sector. No se controla el proceso de costeo durante la producción, lo que resulta en que la oportunidad de crecimiento de una forma sostenida en estas empresas sea muy escasa.

III. LA INVESTIGACIÓN DE SISTEMAS DE COSTEOS PARA PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE LAS MIPYMES

ITCA-FEPADE Centro Regional MEGATEC La Unión con la cooperación de CONAMYPE tomó como caso de estudio a la Asociación de Desarrollo Integral de la Mujer, ADIM, ubicada en el municipio de Jocoaitique, departamento de Morazán. ADIM gestiona una pequeña empresa que produce prendas de vestir teñidas artesanalmente con añil y otros productos como jabones, carteras y artesanías.

Con este proyecto, ITCA FEPADE desarrolló un software orientado a la web, que permite automatizar la estimación de costos de producción de las MIPYMES, en este caso ADIM-Morazán (imagen 2).

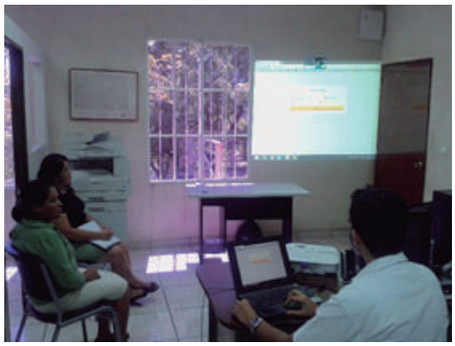


Imagen 2. Reunión con micro empresarias y discusión de software con personal de ADIM Morazán.

IV. DISEÑO DE SOFTWARE PARA PROCESOS DE PRODUCCIÓN Y COSTEO EN MIPYMES

Muchas son las empresas que actualmente utilizan aplicaciones en la nube para realizar procesos corporativos, pero es en los usuarios finales donde este nuevo concepto ha tenido mayor impacto.

El proyecto desarrollado por ITCA-FEPADE, está dirigido directamente a la automatización de procesos relacionados con la estimación de costeo de los productos que ofrecen las micro y pequeñas empresas; indirectamente contribuirá a los aspectos estratégicos antes mencionados tiene marcada importancia al proveer de nuevas formas que propician un escenario de negocios más dinámico y acorde a las exigencias del mercado actual, tanto en términos económicos, como en tiempos de respuesta para atender los pedidos de los clientes.

De esta manera, las micro y pequeñas empresas contarán con una herramienta tecnológica estandarizada por CONAMYPE, la cual es el ente rector que le compete la asistencia técnica de las Micro y Pequeñas Empresas, facilitando el desarrollo operativo y estimación de costeo de procesos de producción en productos terminados que ofrecen. La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE del Centro Regional MEGATEC La Unión, contará además con una herramienta tecnológica que incida en el mejoramiento de los indicadores de ciencia y tecnología.

Con este proyecto se alcanzó el objetivo de conformar un equipo de trabajo que vincula la institución-empresa, lo cual se ha logrado con la participación de CONAMYPE y ADIM.

El software se trabajó con la participación de estudiantes sobresalientes de ITCA-FEPADE, específicamente de la carrera de Técnico en Sistemas Informáticos.

El proyecto incluyó capacitar a los estudiantes participantes en la gestión de proyectos de desarrollo de software mediante un enfoque ágil, específicamente utilizando el Modelo Scrum, lo cual ha sido un valor agregado en su formación profesional. De igual forma participaron en un programa intensivo de capacitación en el desarrollo de aplicaciones web, utilizando el patrón de desarrollo

Modelo-Vista-Controlador (MVC), el cual es un estándar ampliamente utilizado para crear aplicaciones web profesionales, seguras y de mantenimiento eficiente (imagen 3).

Imagen 3. Equipo de estudiantes en capacitación.

Así mismo, se utilizaron tecnologías de libre distribución para el desarrollo del software, tales como los lenguajes de programación del lado del servidor, entre ellos el PHP trabajando con tecnologías Less, AJAX, JQuery, gestores de bases de datos como MySQL y otras herramientas de desarrollo Framework Symfony. Todos los anteriores de licencia GNU, es decir, de libre distribución.

Con estas herramientas se elaboró una aplicación de software, con el cual las MIPYMES que lo utilicen no incurrirán en costos de licenciamiento. La aplicación será regulada por CONAMYPE para su distribución y promoción en el sector empresarial.

V. LOS RESULTADOS DEL PROYECTO Y SU IMPACTO EN LAS MIPYMES

El costeo es indispensable para que la organización pueda tener control en diversas áreas, tomar decisiones estratégicas y conocer realmente su rentabilidad. El estudio de la técnica de costeo, los procesos de automatización y el entorno que incide en las empresas objetivo, ha sido importante para elaborar una solución a la medida y adaptada a la realidad empresarial local.

Se logró además en la parte técnica de este proyecto, incorporar un elemento innovador para ITCA-FEPADE, al hacer uso de metodologías y patrones de desarrollo de software e inculcar en sus participantes una forma organizada de trabajo orientada a resultados profesionales con estándares internacionales.

El software desarrollado permite el control de materias primas, perfiles de productos, tipos de mano de obra, registros de costos indirectos, perfiles de costeo y principalmente la proyección de costos de producción para una orden específica. El software permite al empresario estimar y proyectar cuáles serán los costos que tendrá al empresario estimar y proyectar cuáles serán los costos que tendrá elaborar una orden de producción, cuanto tiempo necesita para terminarla, la cantidad y costo de materia prima, entre otros. Con esto la empresa tendrá un mayor control sobre su producción, volviéndose así más rentable y competitiva (imagen 4).

Imagen 4. Pantalla principal de software de costeo para MIPYMES y pantalla de registro de datos para estimación de costos.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

• Con la investigación de campo se logró documentar una técnica innovadora para programar la estimación de costos de producción en el sector objeto de estudio.

• Durante el desarrollo de la investigación se elaboró el prototipo de un sistema informático para calcular los costos de forma automática, previo a ingresar la información necesaria y actualizada para su procesamiento (imagen 5).

• El sistema es software de libre licencia, por tanto las instituciones que lo utilicen no desembolsarán recursos económicos para su implementación.

• Con la investigación se contribuirá con la tecnificación del sector en el área de costeo.

• El desarrollo de la investigación generó los siguientes productos: software de costeo, manual de usuario y micro empresarios capacitados.

• Es un factor determinante que las micro y pequeñas empresas se modernicen con conexión a internet y que adquieran equipo informático para automatizar el registro de sus actividades, a fin de utilizar la solución planteada en este proyecto.

• CONAMYPE debe fortalecer en las MIPYMES el aprendizaje de herramientas técnicas, tales como la computadora y aplicaciones de software para utilizarlos como un recurso de apoyo empresarial.

• La tecnificación que las micro y pequeñas empresas podrán tener en el área de estimación de costos de producción, se verá fortalecida en la medida que se aplique y se utilice la herramienta propuesta en este proyecto. No bastará con tener un acceso a la aplicación, sino utilizarla y ajustarla a las políticas de cada empresa.

• Es importante que las Instituciones de Educación Superior realicen proyectos de investigación aplicada vinculados con la proyección social, a fin de fortalecer las MIPYMES para contribuir al desarrollo local.

VII. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

CÁMARA de Comercio e Industria de El Salvador. camarasal.com 24 de febrero 2010 http://camarasal.com/index.php?option=com_content&-view=article&id=22&Itemid=32.

COMER Douglas. El libro de Internet. 2ª. ed. México, D.F.: Prentice-Hall, 1998. 319 p.
ISBN: 9701702328.

HISTORIA del Internet en El Salvador. Blog Listasal. 2009 Disponible en: http://blog.listasal.info/2009/04/historia-del-internet-en-el-salvador.html.

REVA, Basch. Investigación en internet. Bogotá: Grupo Norma, 2000. 350 p.ISBN: 9580448728.

Ecodiseño: una herramienta para reducir el impacto medioambiental, provocado durante el ciclo de vida de productos y servicios

Claudia Ivette Hernández de García.(1)

Resumen. El Ecodiseño es un tema nuevo en muchos países del mundo. En este artículo se informa sobre los aspectos relevantes que comprende el Ecodiseño, los objetivos, los beneficios y las aplicaciones que se están haciendo con esta herramienta, incluso en Centro América. El Salvador es uno de los países que ya lo implementa.

Existen diferentes problemas ambientales tales como la veloz deforestación, pérdida de la diversidad biológica, escasez de agua, excesiva erosión del suelo y contaminación del aire, las cuales son algunas causas de la degradación del medio ambiente; muchos de estos problemas provienen de la producción, consumo y desecho de productos y servicios. El Ecodiseño contribuye a reducir la degradación del medio ambiente, diseñando y elaborando productos "amables con el ambiente" en todo su ciclo de vida. El conocimiento de esta herramienta se hace indispensable para todas las industrias que tienen como objetivo ser competitivas en el mercado. En las siguientes líneas encontrará más información sobre los beneficios de su implementación.

Palabras Clave. Ecodiseño - El Salvador, desarrollo sostenible, degradación del medio ambiente, contaminación - control industrial, educación ambiental.

I. INTRODUCCIÓN

El Ecodiseño se postula como una de las prácticas de Ingeniería de producto fundamentales para contribuir al desarrollo sostenible, con el objetivo de reducir el impacto ambiental de los productos y servicios a lo largo del ciclo de vida. Esto significa que se tomará en cuenta cada una de las etapas del ciclo para identificar los impactos ambientales que pueden surgir.

El desarrollo sostenible implica "satisfacer las necesidades actuales, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras".(2) Lo que significa que todos los recursos que se utilizan deben ser renovados para asegurar que las futuras generaciones puedan contar con dichos recursos.

Si se observan los recursos de El Salvador, Centro América o incluso el mundo entero, cada país tiene necesidades diferentes de recursos y usualmente aquellos que más utiliza son los que menos tiene. Esto hace pensar que utilizan algunos recursos sin importarle si en el mañana dispondrán de ellos. Si no renovamos recursos, no tenemos desarrollo sostenible.

El Ecodiseño "es un proceso de diseño que a través de la distribución inteligente de los recursos disponibles, aborda la tecnología del diseño y la organización de manera que asegura el beneficio máximo de todos los actores involucrados y la satisfacción del consumidor; considerando los impactos medioambientales en todas las etapas del proceso de diseño y desarrollo de productos, logrando el mínimo impacto ambiental posible a lo largo de todo el ciclo de vida."(3) Las exigencias ambientales que hagan clientes o consumidores finales, son el punto de partida de muchas empresas que hoy en día optan por producir bajo la herramienta de Ecodiseño.

(1) Ingeniero Industrial, Docente de la Escuela de Ingeniería Mecánica e Industrial. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Santa Tecla.
Email: claudia.ramos@itca.edu.sv, cih.ivette@gmail.com.

(2)Definición de desarrollo sostenible: Capuz Rizo, Salvador; Gómez Navarro, Tomás. Ecodiseño, Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles.

(3)Definición de Ecodiseño: fue creada a partir de otras definiciones que se muestran en el libro que se menciona en la referencia1 y en el sitio: http://www.ecolaningenieria.com/ingenieria-ambiental/ecodiseno

II. PROBLEMAS AMBIENTALES Y BENEFICIOS DE LA APLICACIÓN DE ECODISEÑO

Diferentes problemas ambientales surgen de la mala manipulación o tratamiento de procesos o productos que a diario se hacen a nivel mundial. No importa la cultura o los diversos niveles de desarrollo siempre existe degradación del ambiente.

Se pueden enunciar diferentes problemas ambientales:

• Degradación de la atmosfera.
Uno de los beneficios que trae la aplicación de Ecodiseño, es que puede ayudar a reducir la degradación de la atmósfera, adaptando el diseño de productos a sistemas de reciclaje.

• Impacto directo en la salud humana.
La salud humana se deteriora a causa de elementos tóxicos y el agujero en la capa de ozono, entre otros.

El Ecodiseño puede ayudar a reducir el impacto en la salud humana, mediante la selección adecuada de los materiales. Muchos productos producen sustancias toxicas luego de ser desechados.

Imagen1. El mundo se está terminando

Imagen 2. Este podría ser el futuro de nuestros hijos

• Disminución de los recursos naturales.
Existe disminución de recursos naturales tales como minerales, combustibles, recursos renovables y no renovables.

El Ecodiseño puede ayudar a evitar la reducción de recursos mediante el uso de materiales secundarios (reciclados o reutilizados).

Pasos del Ecodiseño.

1. Organización y estrategia empresarial
   1.1. Definir el equipo de trabajo. Se necesita de un equipo multidisciplinario y eficiente.
   1.2. Definir las estrategias empresariales de Ecodiseño.

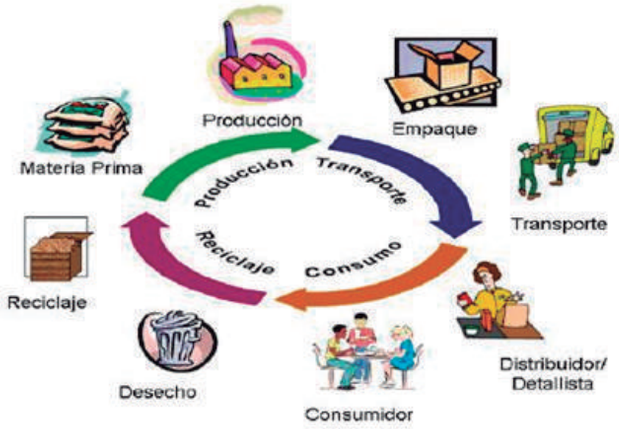
2. Elegir el producto.

3. Análisis del producto. Se requiere analizar el perfil ambiental del producto, identificando impactos ambientales durante toda su vida útil.

4. Creación de nuevas ideas. Estudiar la factibilidad de opciones de mejora.

5. Detallar el concepto. Estructurar el desarrollo del producto.

6. Evaluar resultados del producto. Integrar el Ecodiseño a la gestión empresarial.



Ciclo de vida del producto(4)

(4)Ciclo de vida del producto. Imagen tomada del sitio: http://www.cegesti.org/ecodiseno/ciclo.htm

Un análisis completo del ciclo de vida, es un método que ayuda a estimar el impacto ambiental de un producto durante toda su vida; desde la extracción de las materias primas hasta la finalización de la vida útil y la disposición final o reutilización del mismo.

Ciclo de vida del producto:

• El ciclo empieza con la obtención de las materias primas y los procesos que se requieren para hacer de éstas un material aprovechable, incluyendo la utilización de materiales reutilizados o reciclados.

• La siguiente etapa es la fabricación del producto y las tecnologías asociadas. Su empaque y transporte, incluyendo los materiales, equipo y recursos energéticos involucrados.

• La tercera etapa muestra el uso del producto por el consumidor, incluyendo el impacto ambiental asociado y los materiales y energía requerida.

• La cuarta etapa define la disposición del producto una vez concluida su vida útil, o la reincorporación de algunas de sus partes o materiales como materia prima al inicio del ciclo de vida del mismo u otro producto.

¿Qué hace la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE con relación a este tema?

Con el fin de contribuir a los enfoque medioambientales y dar a conocer un poco más sobre el tema, en ITCA-FEPADE se desarrolla la asignatura de Ecodiseño en la carrera de Técnico en Ingeniería Industrial, la cual tiene como propósito concientizar a los estudiantes sobre su necesidad y proveerles de una herramienta con la que pueden contribuir desde sus lugares de trabajo en la industria, con el desarrollo sostenible.

• Objetivo de la asignatura.
Que el estudiante aplique los criterios del Ecodiseño al diseño industrial de productos y servicios integrándolos sistemáticamente a los procesos convencionales.

• Descripción del contenido programático.
Esta asignatura comprende la identificación de los componentes más importantes del enfoque de Ecodiseño, el uso eficiente de la energía, reciclado de materiales, la perspectiva ambiental y el ciclo de vida del producto y considerar posteriormente las etapas por las que pasa un proyecto de Ecodiseño, desde su conceptualización, hasta la evaluación del impacto de su ejecución. Es conveniente destacar que tanto en la formulación de las diferentes etapas como en la organización y ejecución de las actividades, se considera de manera medular el uso de las herramientas de calidad y la congruencia con los sistemas internacionales de normalización.

• Competencias que adquieren los estudiantes.

Los estudiantes de Ingeniería Industrial serán capaces de:

Investigar impactos ambientales de los productos actuales y de los nuevos productos.

Evaluar beneficios a corto y a largo plazo sobre la implementación de la metodología de Ecodiseño.

Concientizar a los demás sobre los efectos negativos en el ambiente que ocasionan muchos productos o servicios durante el ciclo de vida.

• Impacto de la asignatura en los estudiantes.
Los estudiantes aprenderán a ser más cuidadosos con el ambiente, siendo conscientes del daño ocasionado por muchos productos y servicios y de la disminución de los recursos para las nuevas generaciones.

• Áreas de desarrollo y aplicación para los técnicos.

- Los Técnicos en Ingeniería Industrial podrán desarrollarse tanto en la industria manufacturera como empresas de servicios. Evaluarán productos y servicios ya existentes, y propondrán mejoras que al implementarlas ayudarán en gran medida al medioambiente.

- Los Técnicos en Ingeniería Industrial podrán diseñar nuevos productos en los que se puedan aplicar las herramientas de Ecodiseño, desde la concepción de las materias primas, hasta la disponibilidad de los materiales al final de la vida útil de los mismos.

APLICACIÓN DEL ECODISEÑO EN EMPRESAS DE EL SALVADOR.

Hay empresas salvadoreñas que están aplicando Ecodiseño en la fabricación de sus productos, y están obteniendo ventajas considerables.

De manera general se pueden mencionar diferentes ventajas que se pueden obtener a partir de su aplicación:

• Optimización de recursos utilizados.
• Satisfacción de cliente-usuario-consumidor.
• Minimizar costes y aumentar rentabilidad.
• Mejorar el conocimiento, control y organización de los procesos, sus proveedores y gestión de residuos.
• Eliminación de toxicidad, cuidado de la salud y la seguridad.
• Responsabilidad social corporativa.
• Marketing ambiental.
• Ventaja competitiva, diferenciación y valor añadido.
• Apertura a nuevos mercados.
• Cumplir con exigencias de la legislación medioambiental presente y futura.
• Mejorar la imagen de la empresa.
• Aumentar la calidad del producto, entre otros.

III. CONCLUSIONES

La aplicación del Ecodiseño trae beneficios importantes, no sólo para el medio ambiente sino también para las empresas. Las empresas que tienen una visión de sostenibilidad son las que tomarán ventaja respecto a sus competidores, ya que operarán en un ciclo de beneficio mutuo con la tierra, y por tanto sobrevivirán a largo plazo.

El medio ambiente será el más favorecido; los productos estarán diseñados de tal forma que en todas las etapas del ciclo de vida haya un mínimo de impacto ambiental negativo.

La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE incluye dentro de la formación académica de los Técnicos en Ingeniería Industrial, la asignatura de Ecodiseño, con el fin de concienciar y generar competencias que le permitan a los nuevos técnicos aplicar esta herramienta desde la industria, las empresas en general, o por qué no, desde sus propios negocios.

IV. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

CIENIAS y formación ambiental [en línea]. [fecha de consulta: 20 Diciembre 2012] Disponible en: http://www.jordandesajonia.edu.co/blogger/ciencias/.

ECODISEÑO: ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles por Salvador Capuz Rizo [et al.]. España: Alfaomega, 2004. 268 p.ISBN: 9701509625.

LUNGO, Mario, OPORTO, Francisco, CHINCHILLA, Roberto. La Evolución de la Red Urbana y el Desarrollo Sostenible en El Salvador. San Salvador, SV. Programa Salvadoreño de Investigación Sobre Desarrollo y Medio Ambiente, PRISMA. 1996. 40 p.

MANUAL para la implementación de ecodiseño en Centroamérica. Marcel Crul y Jan Carel Diehl. San José, C.R. : CEGESTI, 1999. 183 p. ISBN:9968982121, Disponible en: http://www.cegesti.org/manuales/download_manual_ecodiseno/manual_ecodiseno.pdf.

PANAYOTOU. Theodore. Ecología, medio ambiente y desarrollo: debate crecimiento versus conservación. México, D.F.: Ediciones Gernika, 1994. 217. ISBN:9686599622.

Actores-Agentes del Desarrollo Local en el Modelo del Programa Institucional de Proyección Social de ITCA-FEPADE

Ernesto José Andrade Medina. (1)

Resumen. El Programa Institucional de Proyección Social en ITCA-FEPADE promueve una vinculación entre el sector académico y la sociedad, la cual fomenta acciones concretas dirigidas con énfasis al género femenino, al adulto mayor, a personas con discapacidad, a centros escolares públicos y al desarrollo local. Este artículo tiene como objetivo motivar y sensibilizar a docentes y estudiantes de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE y al sector académico en general, a fin de generar y fomentar procesos de desarrollo local en las áreas de influencia de las Instituciones de Educación Superior IES, las cuales deben asumir el rol de Actores-Agentes del desarrollo local, a través del Programa de Proyección Social.

En este sentido, se desarrolla el primer apartado haciendo una descripción del surgimiento de la Extensión o Proyección Social en América Latina, mostrando ideas principales de autores especialistas en el área.

Como segundo apartado se realiza un esbozo acerca del surgimiento del enfoque de Desarrollo Local, principalmente desde la concepción de Fernando Barreiro, así como los conceptos de Actor, Agente y Actor/Agente del desarrollo local propuesto por José Arocena.

El tercer apartado muestra la relación de los conceptos anteriores y el esfuerzo que realizan las Instituciones de Educación Superior, en donde el Actor/Agente aparece como una nueva figura que posee el potencial para identificar, formular y desarrollar proyectos sociales que promuevan el desarrollo local desde la academia.

En el cuarto apartado se hace una descripción de los actores/agentes del desarrollo local en la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. El quinto presenta y se describe el modelo del Programa Institucional de Proyección Social de ITCA-FEPADE.

Palabras clave. Desarrollo Local, participación comunitaria, proyección social, proyectos cooperativos, proyectos de desarrollo, proyectos educativos

I. INTRODUCCIÓN

I. Perspectiva de la Proyección Social o Extensión en América Latina

De acuerdo a Díaz & Herrera (2004), quienes mencionan en el artículo Extensión Universitaria que, la Extensión o la Proyección Social en las IES surge en Cambridge, Inglaterra, en 1872 y reconocen que ha estado influenciada por los cambios nacionales y las características de las regiones en las que las instituciones están inmersas. Resaltan dos principios generales de esta nueva función sustantiva:

1. Es integradora y un proceso pedagógico que se gestiona a partir de metodologías de promoción cultural.

2. Desempeña un papel importante en el rescate de saberes populares y en la construcción de identidad nacional.

Para el caso de las IES latinoamericanas, el concepto de Extensión o Proyección Social, de acuerdo a Tünnermann (2000), aparece en 1918 en lo que se denominó el Movimiento o la Reforma de Córdova. La reforma incluyó una serie de planteamientos políticos y sociales, dentro de los cuales aparece el fortalecimiento de la función social de las IES.

(1)Maestro en Desarrollo Local y Economista, Coordinador Institucional del Programa de Proyección Social, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Santa Tecla. Email eandrade@itca.edu.sv, Tel. 2132 -7429.

En este mismo contexto, Serna (2007) menciona en su artículo **"La enseñanza universitaria y su extensión en comunidades de frontera",** que el concepto de extensión a inicios del siglo XX tenía como principio rector la justicia social, por cuanto se entendía como la obligación de compartir la cultura y los conocimientos con los menos favorecidos. Esta concepción marca una diferencia entre la universidad europea y la latinoamericana, ya que el cambio social no es el criterio central de las universidades anglosajonas.

En este sentido, Malagón (2006) en su ensayo **"La vinculación universidad – sociedad desde una perspectiva social"**, hace una reflexión sobre la vinculación de la IES con la sociedad y plantea que la importancia del carácter social de esta relación radica en que, paralelo a una sólida formación técnica y científica de los estudiantes, se debe apuntar a una formación integral que le permita a la institución intervenir en el entorno con la fuerza necesaria para generar dinámicas de cambio hacia una sociedad más justa.

La Extensión o Proyección Social surgió con el fin de acercar el que hacer académico a la sociedad. Es por ello que las IES formulan y ejecutan diferentes estrategias para la generación de acciones sociales, proceso que incorpora a docentes y estudiantes, quienes intervienen para contribuir a resolver necesidades o problemas a sectores sociales menos favorecidos y así propiciarles mejores condiciones de equidad, de igualdad y de inserción socio-laboral.

En este marco, es importante destacar la relación que hay entre el quehacer social de las IES a través del Enfoque de Desarrollo Local, en donde se vinculan y se potencia la relación docente – estudiante.

II. DESARROLLO LOCAL: MODELO ALTERNATIVO DE DESARROLLO

A finales de la década de los años 80 se da un debilitamiento del modelo interventor en lo económico y lo social, el cual venía dado por el Estado. En este sentido, como lo menciona Carvajal (2005), surge el modelo Neoliberal en donde se minimiza el rol del Estado; sin embargo, ninguno de los dos modelos ha logrado dar resultados positivos en términos de desarrollo y bienestar para los países en vías de desarrollo.

Dentro de la búsqueda de modelos "alternativos de desarrollo", surge una serie de corrientes que buscan superar las debilidades y vacíos de los diferentes enfoques, entre ellos cabe destacar: "Desarrollo Local Participativo" (PNUD), que pretende centrarse en la población local; "Desarrollo Sostenible" (PNUD), que busca articular la satisfacción de las necesidades actuales con la población local; "Desarrollo Sostenible" (PNUD), que busca articular la satisfacción de las necesidades actuales con la preservación del medio ambiente; "Desarrollo a Escala Humana", de Manfred Max-Neef, en donde se visualizan las necesidades humanas fundamentales, sus diferentes tipos culturales de satisfactores y articula orgánicamente los seres humanos con la naturaleza y la tecnología, lo local con lo global, la sociedad civil con el Estado. Amartya Sen promueve el desarrollo como expansión de las capacidades humanas (Conde, 2009).

A consecuencia de lo anterior, surge la noción de Desarrollo Local a partir de la evolución del concepto de "desarrollo", y más específicamente a partir de las falencias que mostraban los anteriores modelos. Este artículo se centra a partir del enfoque de Desarrollo Local que esboza Fernando Barreiro (2000), quien lo define como **"un proceso orientado",** es decir, **"es el resultado de una acción de los actores o agentes que inciden con sus decisiones en el desarrollo de un territorio determinado".** A partir de lo expuesto, es importante definir lo que es un Actor y un Agente, a partir del enfoque de Desarrollo Local.

Según Arocena (1995), **"el Actor local es aquél cuyo sistema de acción coincide con el sistema de acción local, cuya actividad contribuye a desplegar las potencialidades existentes en la sociedad local".** Estos actores son todas las personas, organismos y organizaciones cuya acción tiene lugar o afecta a todas las relaciones e intercambios locales.

Sin embargo menciona el autor, **"el Agente del desarrollo local es un sujeto o colectivo ligado al sentido de la acción, en función de determinados objetivos, y se presenta como el profesional que describe, evalúa, propone y ejecuta planes que permiten el desarrollo de una comunidad".** En este sentido, los principales actores locales en un territorio se muestran en la figura 1:

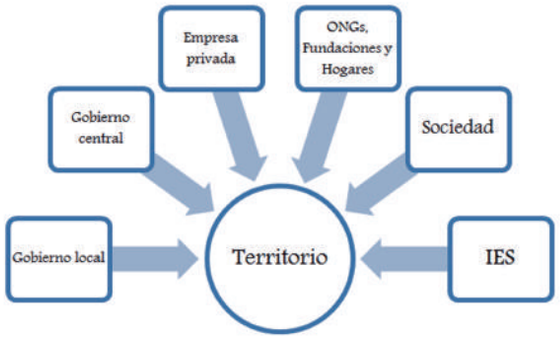


Figura 1: Actores locales en el territorio. Fuente: elaboración propia en base a los conceptos de Actor de José Arocena.

Como resultado de lo anterior surge la necesidad de articular los esfuerzos que desarrollan las IES en el marco de las diferentes estrategias de desarrollo local en los espacios definidos.

Por excelencia, el gobierno central, los gobiernos locales, la empresa privada, fundaciones y hogares son actores en el territorio, dadas sus características de empoderamiento.

Sin embargo, como se muestra en la figura 1, otro actor que se encuentra en un territorio es la misma sociedad vista como individuo y como colectivo. Este colectivo tiene diversidad en sí mismo, por ejemplo: niños, jóvenes, mujeres, adultos, personas con discapacidad, personas de escasos recursos, empleados y desempleados, entre otros. Es por ello que la sociedad es vista dentro del entramado de Actores y Agentes como un todo y como la suma de sus partes.

En este entramado de Actores en un mismo territorio hay que resaltar a las IES, las que tienen la oportunidad de ser Actores, Agentes y Actores-Agentes del Desarrollo Local, aportando desde el quehacer académico a diferentes individuos de la sociedad.

III. LAS IES: ACTORES-AGENTES DEL DESARROLLO LOCAL

De acuerdo a Arocena (1995), las IES son Actores locales en tanto son organismos instalados o con influencia en el espacio local; por ello son potencialmente promotores de iniciativas a favor de mejorar la calidad de vida.

Bajo esta lógica, las IES representan una oportunidad significativa para contribuir con sus productos de docencia, investigación y proyección social en la agregación de valor social. Además ofrecen la figura de Agente a través de un profesional o un estudiante como guía de acción al servicio de la comunidad.

Por otro lado, comenta el mismo autor que un Agente del desarrollo local hace planteamientos sobre la naturaleza del desarrollo del territorio, sea en su rol de dirigente político, emprendedor, funcionario de la administración pública, profesor-investigador o estudiante-investigador. De ahí que deba tener ciertas competencias para detectar y promover iniciativas para el desarrollo local; es una persona externa a la localidad, pero también puede ser parte de la misma. Desde la segunda opción, el agente se concibe como Actor-Agente implicado en la acción sobre su territorio donde asume la gestión del proceso desde una perspectiva profesional.

La relación docente—estudiante bajo la figura de Actor-Agente del desarrollo local es un sujeto que posee conocimientos y destrezas apropiados desde la academia, y además cuenta con el conocimiento de necesidades y problemas en su espacio local, ya sea comunidad, colonia, cantón o barrio, entre otros.

IV. LOS ACTORES-AGENTES DEL DESARROLLO LOCAL DE LA ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE

La función social que desarrolla ITCA-FEPADE se define en el **Normativo Institucional del Programa de Proyección Social** como "la función institucional que tiene como objetivo primordial vincular el quehacer académico de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE con la realidad social, cultural y natural del país". "La proyección social institucional hace partícipes activos e integra a las instituciones y comunidades en la solución de sus problemas y necesidades; contribuye a mejorar la calidad de vida de los participantes o beneficiarios".

De acuerdo a Claudia Aponte (2007), la Proyección Social es la parte sustantiva del quehacer académico y tiene por objetivo establecer procesos continuos de interacción e integración con las comunidades, a fin de aportar a la solución de sus principales problemas.

El Programa Institucional de Proyección Social se enfoca principalmente en cinco líneas estratégicas: adulto mayor, personas con discapacidad, género femenino, centros escolares públicos de escasos recursos y el desarrollo local.

Este Programa es ejecutado por docentes permanentes y estudiantes de las diferentes carreras. Así, ITCA-FEPADE contribuye a fortalecer el Desarrollo Local como un Actor local debido a que está ubicado en espacios específicos, vale decir Santa Tecla, Santa Ana, San Miguel y los MEGA-TEC(2) de La Unión y Zacatecoluca, en donde se promueven acciones sociales concretas bajo las líneas estratégicas establecidas, impulsando como ejes transversales la equidad de género, la inclusión social, la participación comunitaria y la generación de oportunidades.

El modelo establece e identifica en un primer momento sectores de la sociedad que requieren o solicitan acciones concretas a ITCA-FEPADE, éstas son evaluadas de acuerdo a las líneas estratégicas del Programa. En un segundo momento son las mismas organizaciones, comunidades e instituciones junto a ITCA-FEPADE las que, a través de los docentes permanentes y estudiantes de las escuelas académicas de la Sede Central y de los cuatro centros regionales, desarrollan dichas acciones. Se promueven los ejes transversales de inclusión social, equidad de género y participación comunitaria. En un tercer momento se encuentran los resultados y los logros, por ejemplo: contribuir al empleo y al autoempleo, promover la inserción socio-laboral, mejorar el nivel de autoestima, contribuir a mejorar el proceso enseñanza – aprendizaje, entre otros.

V. MODELO DEL PROGRAMA INSTITUCIONAL DE PROYECCIÓN SOCIAL DE ITCA-FEPADE

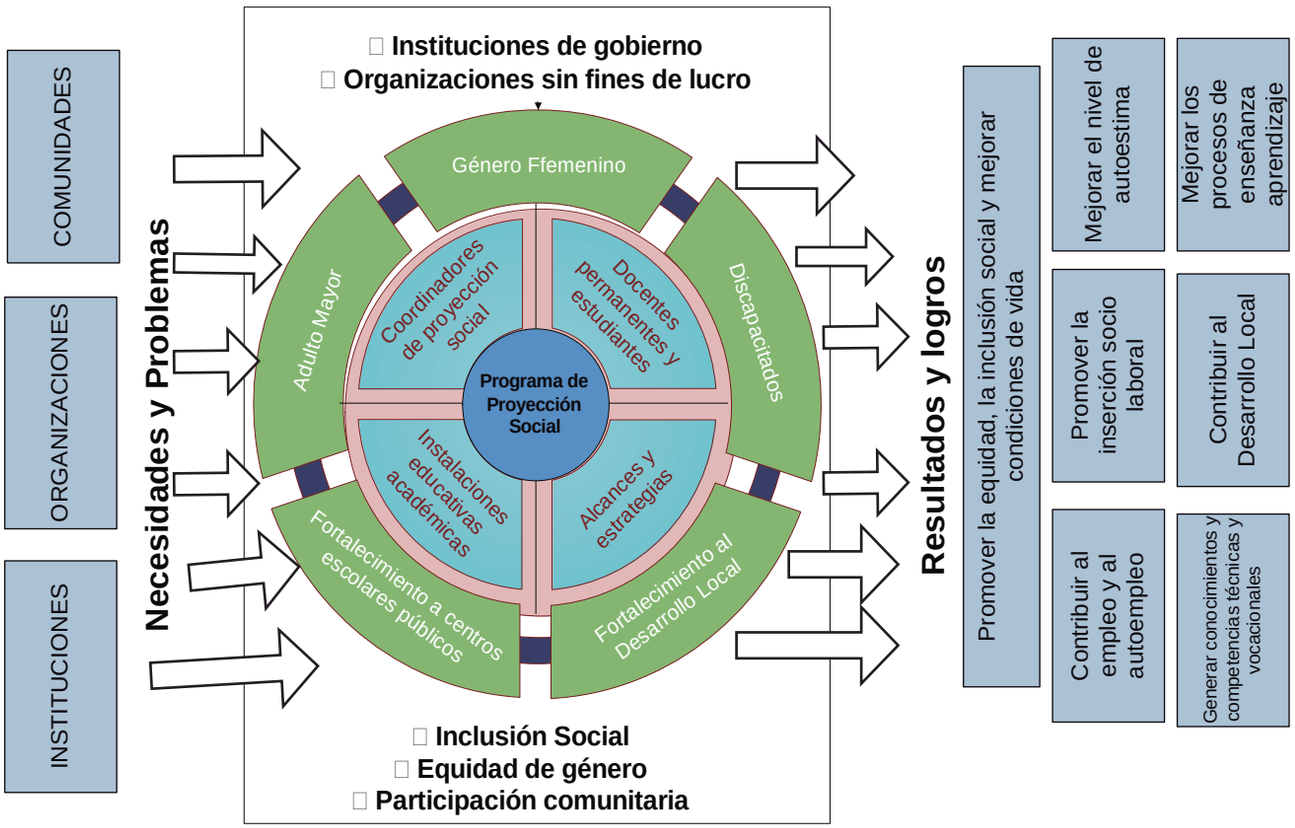


Figura 2: Modelo del Programa Institucional de Proyección Social, Fuente: tomado del Normativo Institucional del Programa de Proyección Social. Julio 2012.

(2)Modelo Educativo Gradual de Aprendizaje Técnico Tecnológico.

Todo este esfuerzo es documentado a través de memorias de labores y notas de divulgación de actividades las cuales se colocan en diferentes medios escritos y redes sociales a nivel nacional e internacional.

El Programa de Proyección Social de ITCA-FEPADE define los objetivos de las líneas estratégicas de la manera siguiente:

1.Equidad de género. Objetivo: potenciar y promover la equidad de género y la inclusión socio-laboral de la mujer de las zonas rural y urbana. Tiene la finalidad de contribuir a que las mujeres, al igual que los hombres, adquieran una formación técnica vocacional que les permita desarrollarse mejor en su entorno laboral y social.

2. Inclusión del adulto mayor. Objetivo: contribuir a que el adulto mayor explore nuevas competencias que le generen oportunidades de reinserción laboral, ser más productivo, elevar el nivel de autoestima y propiciar la inclusión social.

3. Inclusión y equidad a personas con discapacidad. Objetivo: capacitar, mejorar y desarrollar las competencias técnico-vocacionales para facilitarles la inserción socio-laboral, fortalecer la equidad y mejorar sus condiciones de vida.

4. Fortalecimiento a centros escolares públicos. Objetivo: contribuir a mejorar el entorno educativo para fortalecer el proceso de enseñanza – aprendizaje, así como contribuir al desempeño y la formación docente orientada al desarrollo profesional y su actualización didáctica.

5. Fortalecimiento al desarrollo local y a la formación para el trabajo. Objetivo: contribuir a mejorar las condiciones de vida de las comunidades mediante la acción decidida y concertada entre los diferentes Actores y Agentes locales, públicos y privados.

El Programa de Proyección Social establece enlaces de cooperación con gobiernos locales, ministerios públicos, instituciones sin fines de lucro y comunidades organizadas, con quienes se ejecutan proyectos colaborativos y participativos que contribuyen a la estrategia de desarrollo local y comunitario en las zonas de influencia de las sedes de ITCA-FEPADE.

VI. REFLEXIONES FINALES

• De acuerdo a Morales y Ortiz (2013), la proyección social, junto a la docencia y a la investigación forma parte de la tríada que compone la misión educativa de las IES. Las tres funciones deben estar presentes en las políticas y estrategias de estas instituciones, interrelacionándose y enriqueciéndose a través de canales de comunicación y de apoyo mutuo.

• La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE es un referente de la educación técnica a nivel nacional. Es por ello que la proyección social que desarrolla, se vuelve cada vez más necesaria y estratégica en los territorios donde la institución tiene presencia.

• ITCA-FEPADE, a través del Programa Institucional de Proyección Social contribuye a generar procesos de Desarrollo Local que se implementan en y desde los territorios. La función de Proyección Social es el eslabón entre el quehacer académico y el espacio localmente definido.

• La relación docente–estudiante–territorio sensibiliza a todos los actores que intervienen en cualquier proceso de Desarrollo Local, fomentando el voluntariado y acercando la academia a espacios y sectores donde todos los involucrados son beneficiados.

• ITCA-FEPADE a través de los docentes y estudiantes como Actores y Agentes desarrolla estrategias exitosas y dinámicas de cara a las necesidades y problemas que los territorios presentan.

• Las IES deben promover la Proyección Social desde el aula, a fin de conocer las múltiples necesidades y problemas que perciben los actores/agentes del desarrollo local a fin de buscar soluciones desde la academia.

VII. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

APONTE, Claudia. Propuesta de indicadores de evaluación de la función de proyección social / extensión en la educación superior. Colombia: Asociación Colombiana de Universidades ASCUM, 2007 [fecha de consulta: 18 septiembre 2012]. Disponible en: http://www.biblioteca-virtual.info/wp- content/uploads/2011/12/propuesta _indicadores_evaluacion_proyeccion_social_universitaria.pdf.

AROCENA, José. Desarrollo Local: un desafío contemporáneo, Caracas: Nueva Sociedad. CLAEH, 1995 [fecha de consulta: 24 septiembre 2012].Disponible en: http://municipios.unq.edu.ar/modules/mislibros/archivos/AROCENA-DesarrolloLocal.pdf.

BARREIRO, Fernando. Desarrollo desde el territorio: a propósito del desarrollo local. [en línea] 2000. [fecha de consulta: 14 octubre 2012].Disponible en: http://municipios.unq.edu.ar/modules/mislibros/archivos/Barreiro.pdf.

CONDE, Claudia Carolina. Estudio descriptivo sobre la situación del municipio de San Pedro Nonualco, en materia de equidad de género y desarrollo económico local a partir de la intervención de GTZ. Periodo 2005-2008. Tesis (Maestría en Desarrollo Local). El Salvador: Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas", 2013. 158 p.

ESCUELA Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. Dirección de Investigación y Proyección Social. Normativo del Programa Institucional de Proyección Social. El Salvador : ITCA-FEPADE, 2012. 36 p.

ORTIZ-RIAGA, María Carolina, Y MORALES-Rubiano, María Eugenia. La extensión universitaria en América Latina: concepciones y tendencias. Educación y Educadores [en línea]. Mayo-agosto 2011, vol. 14 no.12. [fecha de consulta: 21 octubre 2012]. Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83421404008 ISSN: 0123-1294

Estudio de los desechos sólidos urbanos generados en la Zona Oriental de El Salvador

Lic. Luis Ángel Ramírez Benítez. (1)
Ing. David Arnoldo Chávez Saravia. (2)

Resumen. Este artículo se refiere a una investigación de campo llevada a cabo en los 87 municipios de la Zona Oriental de El Salvador. Con esta investigación se trata de explicar si los recursos humanos destinados a la recolección de los desechos sólidos urbanos, depende de la cantidad de desechos generados; si los ingresos por las tasas cobradas, compensan el costo por la recolección y disposición final de los desechos sólidos y si los medios de transporte utilizados para la recolección de los desechos sólidos, son suficientes para recolectar los volúmenes generados en la Zona Oriental. La generación de grandes volúmenes de desechos sólidos es resultado de una forma de producir en exceso y sin controlar los desechos, a su vez también el consumo desmedido; se suma la poca educación y sensibilización ambiental de la población. Estos factores generan un problema de dimensiones considerables que pone en peligro la salud de la población.

Palabras Clave. Residuos sólidos, El Salvador, recolección de basura, análisis de costos.

I. METODOLOGÍA

La investigación desarrollada fue de tipo descriptivo cuantitativo correlacional, mediante la cual se trata de predecir con mayor precisión la relación entre los desechos sólidos urbanos en la Zona Oriental de El Salvador. Para sistematizar la investigación en cada uno de los municipios se tomó como base el estudio de tipología elaborado por PROMUDE/GTZ (2007), el cual ubica a los 87 municipios de la Zona Oriental en 5 tipos, tomando en cuenta las siguientes 4 variables:

a) Población por municipio,
b) Grado de urbanización,
c) Índice de necesidades básicas insatisfechas,
d) Número de contribuyente de IVA por cada 10,000 habitantes del municipio.

De acuerdo a las variables establecidas, los municipios quedan distribuidos de la siguiente manera:

Tipo 1: San Miguel; **Tipo 2:** Usulután; **Tipo 3:** California, Jucuapa, Santa María, Santiago de María, Nueva Guadalupe, San Francisco Gotera, La Unión, Santa Rosa de Lima; Tipo 4: Berlín, El Triunfo, Gotera, La Unión, Santa Rosa de Lima; **Tipo 4:** Berlín, El Triunfo, Ereguayquín, Estanzuelas, Jiquilísco, Ozatlán, Puerto El Triunfo, San Agustín, Santa Elena, Tecapán, El Tránsito, Lolotique, Moncagua, Quelepa, San Rafael Oriente, Uluazapa, Delicias de Concepción, Jocoro, Conchagua, Pasaquina; **Tipo 5:** Alegría, Concepción Batres, Jucuarán, Mercedes Umaña, Nueva Granada, San Buena Ventura, San Dionisio, San Francisco Javier, Carolina, Ciudad Barrios, Comacarán, Chapeltique, Chinameca, Chirilagua, Nuevo Edén de San Juan, San Antonio, San Gerardo, San Jorge, San Luis de la Reina, Sesori, Arambala, Cacaopera, Corinto, El Rosario, Chilanga, El Divisadero, Gualococti, Guatajiagua, Joateca, Jocoaitique, Lolotiquillo, Meanguera, Osicala, Perquín, San Carlos, San Isidro, San Simón, San Fernando, Sensembra, Sociedad, Torola, Yamabal, Yoloaiquin, Anamorós, Bolívar, El Carmen, Concepción de Oriente, El Sauce, Intipucá, Lislique, Meanguera del Golfo, Nueva Esparta, Polorós, San Alejo, San José, Yayantique y Yucuayquín.

El tamaño de la muestra fue obtenida mediante la fórmula $n= (NZ^2PQ) / \{(N-1)e^2 + Z^2PQ\}$; donde: n= Tamaño de muestra; N= Tamaño de la población (87 municipios); Z= nivel de confianza 95%= 1.96; P= variabilidad negativa 20; Q= variabilidad positiva 80; e = error muestral. Aplicando esta fórmula se determinó una muestra de 79 municipios, pero considerando que el número de municipios restantes eran solamente 8, se tomó el 100% del universo de la Zona Oriental.

(1)Maestría en Gestión Ambiental. Coordinador del Departamento de Acuicultura y Pesquería, ITCA FEPADE, Centro Regional MEGATEC La Unión.
email: lramirez@itca.edu.sv
(2)IMaestría en Gestión Ambiental, docente Ingeniería, Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria de Oriente.

Para la interpretación de los datos se realizó un Análisis de Varianza de Correlación de Pearson utilizando el paquete estadístico SPSS **(Stadistical Package for the Social Sciences)**. Además, se tomaron como parámetros valores críticos de "r" de Pearson para una prueba unilateral según N-2 grados de libertad, con un valor de significancia de 0.05.

II. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para el caso de los tipos 1 y 2 solamente tienen un municipio cada uno, siendo estos San Miguel y Usulután respectivamente, por lo cual no se efectúa análisis estadístico; solamente se resaltan algunas características importantes encontradas en el levantamiento de la información de campo (Tabla 1).

Tipología	Cantidad generada(ton/mes)	Recursos Humano	Ingreso mensual/tasas $	Costo de recolección y disposición $	Medios de recolección
Tipo 1	3,720	53	200,000	153,012	21
Tipo 2	1,000	123	36,135	66,017	8
Tipo 3	1,512.33	234	40,622.64	92,684.86	23
Tipo 4	1,602.04	199	23,620.34	120,426.298	27
Tipo 5	1,962.12	372	37,497.04	158,261.32	50
Total	**9,796**	**981**	**337,875**	**590,402**	**129**

Tabla 1. Características de las variables en los municipios de tipología 1 y 2.

En las municipalidades de tipología 3, se determinó que los recursos humanos destinados para la actividad de saneamiento ambiental de cada uno de estos municipios no corresponde a la cantidad de desechos generados en cada una de estas municipalidades (Tabla 2).

Variables		Cantidad generada(ton/mes)	Recurso Humano
Cantidad generada(ton/mes)	Correlación de Pearson	1	0.067
	Significancia. (bilateral)		0.875
	N	8	8
Recurso Humano	Correlación de Pearson	0.067	1
	Significancia. (bilateral)	0.875	
	N	8	8

Tabla 2. Análisis de Varianza de Correlación entre cantidad de desechos sólidos y cantidad de recursos humanos en los municipios de tipología 3.

No se encontró correlación entre el costo de la recolección y disposición de los desechos sólidos y los ingresos en concepto de tasas municipales por las actividades de saneamiento ambiental, lo cual indica que las municipalidades no disponen de un mecanismo que les permita realizar cobros de acuerdo a sus costos (Tabla 3).

Variables		Ingreso mensual/tasas	Costo de recolección y disposición
Ingreso mensual/tasas	Correlación de Pearson	1	-0.075
	Significancia. (bilateral)		0.859
	N		8
Costo de recolección y disposición	Correlación de Pearson	-0.075	1
	Significancia. (bilateral)	0.859	
	N	8	8

Tabla 3. Análisis de Varianza de Correlación entre costo de recolección y disposición e ingresos por las tasas municipales en los municipios de tipología 3.

Otro elemento importante en la gestión de los desechos sólidos es la cantidad de medios de transporte destinados para la recolección; estadísticamente se encontró que no existe relación entre los medios y la cantidad de desechos que se generan en las municipalidades de tipo 3 (Tabla 4).

Variables		Cantidad generada(ton/mes)	Medio de recolección
Cantidad generada(ton/mes)	Correlación de Pearson	1	0.077
	Significancia. (bilateral)		0.856
	N	8	8
Medio de recolección	Correlación de Pearson	0.077	1
	Significancia. (bilateral)	0.856	
	N	8	8

Tabla 4. Análisis de Varianza de Correlación entre cantidad de desechos sólidos y medio de transportes empleados para la recolección en las municipalidades en los municipios de tipología 3.

En los municipios de tipología 4 se encontró que sí existe correlación estadística entre los recursos humanos destinados a la actividad de saneamiento ambiental y la cantidad de desechos sólidos generados (Tabla 5).

Variables		Cantidad generada(ton/mes)	Recurso Humano
Cantidad generada(ton/mes)	Correlación de Pearson	1	0.514*
	Significancia. (bilateral)		0.024
	N	19	19
Recurso Humano	Correlación de Pearson	0.514*	1
	Significancia. (bilateral)	0.024	
	N	19	19

* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 5. Análisis de Varianza de Correlación entre cantidad de desechos sólidos y cantidad de recursos humanos en los municipios de tipología 4.

En relación al costo por la recolección y disposición de los desechos sólidos y los ingresos mensuales en concepto de saneamiento ambiental, no existe correlación en los municipios de tipología 4, lo cual genera pérdidas a la mayaría de estas por el desarrollo de dicha actividad (Tabla 6).

Variables		Costo de recolección y disposición	Ingreso mensual/tasas
Costo de recolección y disposición	Correlación de Pearson	1	0.060
	Significancia. (bilateral)		0.809
		19	19
Ingreso mensual/tasas	Correlación de Pearson	0.060	1
	Significancia. (bilateral)	0.809	
	N	19	19

Tabla 6. Análisis de Varianza de Correlación entre costo de recolección y disposición de los desechos sólidos y los ingresos por las tasas municipales en los municipios de tipología 4.

Entre la cantidad generada de desechos sólidos (Ton/mes) y los medios de transporte empleados para su recolección, se encontró correlación con una significancia de 95% para las municipalidades de tipología 4, por lo que se establece que los medios de transporte utilizados para la recolección de los desechos sólidos son suficientes en los municipios de tipología 4 (Tabla 7).

Variables		Cantidad generada(ton/mes)	Medio de Recolección
Cantidad generada(ton/mes)	Correlación de Pearson	1	0.479*
	Significancia. (bilateral)		0.038
	N	19	19
medio de recolección	Correlación de Pearson	0.479*	1
	Significancia. (bilateral)	0.038	
	N	19	19

* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla7. Análisis de Varianza de Correlación entre cantidad de desechos sólidos y medio de transportes empleados para la recolección en las municipalidades en los municipios de tipología 4.

Se encontró que existe correlación en un 99% entre la cantidad de desechos sólidos y la cantidad de recursos humanos en las municipalidades de tipología 5, por lo cual se determina que existe relación entre el número de personas asignadas para la recolección de los desechos sólidos y la cantidad generada (Tabla 8).

Variables		Cantidad generada(ton/mes)	Recurso Humano
Cantidad generada(ton/mes)	Correlación de Pearson	1	0.661**
	Significancia. (bilateral)		0.000
	N	56	56
Recurso Humano	Correlación de Pearson	0.661**	1
	Significancia. (bilateral)	0.000	
	N	56	56

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 8. Análisis de Varianza de Correlación entre cantidad de desechos sólidos y cantidad de recursos humanos en los municipios de tipología 5

En relación al costo por la recolección y disposición de los desechos sólidos y los ingresos mensuales en concepto de las tasas por el saneamiento ambiental, se encontró que existe correlación con una significancia de 99 % en las municipalidades de tipología 5, por lo que se determina que sí existe relación entre los ingresos mensuales y los costos por la recolección y disposición de los desechos sólidos (Tabla 9).

Variables		Costo de recolección y disposición	Ingreso mensual/tasas
Costo de recolección y disposición	Correlación de Pearson	1	0.401**
	Significancia. (bilateral)		0.002
	N	56	56
Ingreso mensual/tasas	Correlación de Pearson	0.401**	1
	Significancia. (bilateral)	0.002	
	N	56	56

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 9. Análisis de Varianza de Correlación entre costo de recolección y disposición de los desechos sólidos y los ingresos por las tasas municipales en los municipios de tipología 5.

En cuanto a la cantidad generada de desechos sólidos (Ton/mes) y los medio de transporte empleados para su recolección, se encontró correlación con una significancia de 95% para las municipalidades de tipología 5, por lo cual se determina que sí existe relación entre los medios de transporte utilizados para la recolección de los desechos sólidos y los volúmenes generados (Tabla 10).

Variables		Cantidad generada(ton/mes)	Medio de recolección
Cantidad generada(ton/mes)	Correlación de Pearson	1	0.264*
	Significancia. (bilateral)		0.049
	N	56	56
Medio de recolección	Correlación de Pearson	0.264*	1
	Significancia. (bilateral)	0.049	
	N	56	56

*. La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 10. Análisis de varianza de correlación entre cantidad de desechos sólidos y medio de transportes empleados para la recolección en las municipalidades en los municipios de tipología 5.

III. CONCLUSIONES

1. De los 87 municipios de la Zona Oriental, 85 de éstos generan 9,796 Ton/mes de desechos sólidos. Las dos municipalidades restantes: Delicias de Concepción en el departamento de Morazán y San Buenaventura en el departamento de Usulután; no proporcionaron la información.

2. Del 100% de las municipalidades estudiadas, se encontró que solamente en tres municipios la actividad de recolección y disposición de los desechos sólidos les genera un excedente económico mensual, tal es el caso de San Miguel, Puerto el Triunfo y Guatajiagua. De acuerdo a la información recopilada, en las municipalidades no se incrementan las tasas municipales por las repercusiones políticas que pudiera tener una decisión de este tipo.

IV. RECOMENDACIONES

1. En el caso de las municipalidades que la actividades de recolección y disposición de los desechos sólidos les represente perdidas, es importante que se establezcan estrategias que les permita reducir los costos, tales como: a) diseñar campañas para reducir los niveles de generación de los desechos; b) separar los desechos sólidos y reciclar; c) elaborar compostaje a partir de la materia orgánica del municipio, entre otras.

2. Revisar la cantidad de personal empleado en el área de saneamiento ambiental, pues estos deben ser acorde a los volúmenes de desechos producidos y recolectados.

3. Facilitar la integración de municipios geográficamente cercanos para desarrollar en conjunto obras para disposición de los desechos sólidos, tales como plantas de compostaje y rellenos sanitarios, entre otros para disminuir el costo de transporte.

4. Desarrollar y ejecutar ordenanzas municipales en esta área, con el fin de potenciar la educación de la población, de tal manera que permita reducir, separar y reciclar los desechos.

5. Promover una revisión de las tasas municipales relacionadas a las actividades de saneamiento ambiental, que permita reducir la brecha entre los ingresos y los costos que esta actividad representa.

6. Fortalecer el Departamento de Saneamiento Ambiental en las municipalidades, de tal manera que permita recolectar y sistematizar la información referente a la gestión de los desechos sólidos en cada uno de los municipios.

V. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

CHÁVEZ Saravia, David Arnoldo, RAMÍREZ Benítez, Luis Ángel. Estudio de los desechos sólidos urbanos generados en la zona oriental de El Salvador. Tesis (Maestro en Gestión Ambiental). San Miguel: Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria de Oriente, 2013. 90 p.

ESTRATEGIA Nacional de Saneamiento Ambiental en línea]. San Salvador : Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales [fecha de consulta : 20 octubre 2012]. Disponible en : http://www.marn.gob.sv/descarga/documentos/ENSA_separata.pdf.

EVALUACIÓN regional de los servicios de manejo de residuos sólidos Municipales : informe analítico de El Salvador. San Salvador : Organización Panamericana de la Salud, 2003. 37 p.

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, FERNÁNDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, Pilar. Metodología de la Investigación. 2º. ed. México, D. F. : McGraw-Hill, 1998. 501 p.

PROGRAMA Nacional para el Manejo Integral de los Desechos Sólidos [en línea]. San Salvador : Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales [fecha de consulta: 18 octubre 2012]. Disponible en : http://www.marn.gob.sv/phocadownload/mids_plan_mejoramiento.pdf

SEGUNDO Censo Nacional de Desechos Sólidos Municipales [en línea]. San Salvador : Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales / Banco Interamericano de Desarrollo, 2006. [fecha de consulta : 15 agosto 2012]. Disponible en : http://www.marn.gob.sv/phocadownload/segundo_censo_nac_des_solidos.pdf.

TIPOLOGÍA de municipios de El Salvador 2007 : Herramienta de desarrollo para la planificación del desarrollo local y la descentralización. San Salvador : Programa de Asesoramiento en el Fomento Municipal y la Descentralización /GTZ, 2007. 55 p.

GLOSARIO

Compostaje: Proceso de transformación de la materia orgánicaobtener abono natural.

Desechos sólidos: Residuos generados por los seres humanos a partir de su vida diaria y que tienen forma o estado sólido.

Saneamiento ambiental: Conjunto de acciones técnicas y socioeconómicas de salud pública que tienen por objetivo alcanzar niveles crecientes de salubridad ambiental.

Reciclar: Es un proceso cuyo objetivo es convertir materiales de desecho en nuevos productos para prevenir el desuso de materiales potencialmente útiles.

PROMUDE: Programa de Asesoramiento en el Fomento Municipal y la Descentralización

GIZ: Agencia Alemana de Cooperación.

MEGATEC Zacatecoluca

MEGATEC La Unión

Santa Tecla

Santa Ana

San Miguel

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

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

SEDE CENTRAL SANTA TECLA
Km. 11 ½ carretera a Santa Tecla,
La Libertad, El Salvador.
Tel.: (503) 2132-7400.
Fax: (503) 2132-7599.
www.itca.edu.sv

CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL
Km. 140 carretera Ruta Militar, salida
Santa Rosa de Lima, San Miguel.
Tels.: (503) 2669-2292 y
(503) 2669-2298.
Fax: (503) 2669-0061.

CENTRO REGIONAL SANTA ANA
Final 10ª. Ave. Sur
Finca Procavia, Santa Ana.
Tels.: (503) 2440-4348 y
(503) 2440-2007.
Fax: (503) 2440-3183.

MEGATEC ZACATECOLUCA
Km. 64 ½, desvío a Hacienda El Nilo,
Autopista a Zacatecoluca.
Tels.: (503) 2334-0763,
(503) 2334-0768 y
(503) 2334-0462.

MEGATEC LA UNIÓN
Calle Santa María, Colonia Belén,
atrás del Instituto Nacional de La
Unión.
Tel.: (503) 2668-4700.
Fax: (503) 2668-4755.