

revista
Info

ciencia



vol.5. num. 1. 2011



E S P E

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA
EXTENSIÓN LATACUNGA

Revista
INFOCIENCIA 2011

Editor
Eddie Galarza Zambrano
Apoyo Investigación y Vinculación con la Colectividad
Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga
e-mail: egalarza@espe.edu.ec

COMITÉ EDITORIAL

Tern. Ing. Vicente Tinizaray Abad
Jefe de Investigación y Vinculación con la Colectividad
Presidente

Ing. Eddie Galarza
Apoyo Investigación y Vinculación con la Colectividad

Ing. Augusto Bourgeat Terán
Departamento de Ciencias Exactas

Ing. José Bucheli Andrade
Departamento de Eléctrica y Electrónica

Ing. Jorge Jácome Heredia
Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Dr. Jorge Vásquez Acosta
Departamento de Ciencias Económicas, Administrativas y del Comercio

Lcdo. Alfredo Albán Bautista
Departamento de Lenguas

Sra. Verónica Álvarez
Secretaria

Formato de Texto
Eddie Galarza Z.

Responsable Legal: ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA
Director: Tern. Ing. Marco Quintana Cifuentes Ph.D.
Subdirector: Tern. Ing. José Ramos Benalcázar
Quijano y Ordóñez y Hermanas Páez
Telf. (593) 32810206 / Fax: (593) 32810208
<http://webtga.espe.edu.ec>

ISSN 1390-339X
© 2011 ESPE, Latacunga – Ecuador

PRESENTACIÓN REVISTA INFOCIENCIA

La Escuela Politécnica del Ejército en su planificación estratégica, establece sus tres ejes agregadores de valor: La docencia, la investigación y la vinculación con la colectividad. En el marco de la investigación, promueve y auspicia la producción académica de los docentes, para lo cual se desarrollan proyectos que garantizan la participación y obtención de publicaciones en las diversas áreas de conocimiento, en especial en aquellas que tienen mayor impacto social, es decir, aquellas que contribuyan a mejorar la calidad de vida del ser humano.

Una de las metas planteadas en el Plan Nacional del Buen Vivir establece que para el año 2013 se incrementen las publicaciones indexadas en un 75%, lo que requiere una gran voluntad por parte de los investigadores y un gran esfuerzo del lado de la Universidad en brindar las condiciones necesarias para que esto se ejecute, redundando en la adquisición de mejores y mayores conocimientos.

Estamos, entonces, obligados como universidad ecuatoriana, a redoblar esfuerzos en la consecución de los recursos necesarios y enfocar esos recursos en la motivación y apoyo del investigador en todo el proceso investigativo, de tal forma que se concluya con la publicación de los resultados obtenidos en aras de una adecuada transferencia tecnológica.

La revista Infociencia, desde su creación en el año 2007, ha colaborado en el proceso de difusión de los resultados de la investigación así como en la búsqueda de conocimientos que generan docentes y estudiantes, con proyectos que en muchos casos han dado solución a requerimientos de la comunidad.

En este año 2011, la ESPE Extensión Latacunga, presenta la revista número 5, la cual incluye artículos con información que generan las diferentes áreas de conocimiento en las que incursiona esta universidad, mediante el apoyo de cada uno de los departamentos que la conforman. La electrónica, energía, mecánica, ciencias administrativas, economía, comercio, ciencias exactas y las lenguas conjugan el contenido que se expone en este medio de difusión.

Mediante esta presentación deseo agradecer a cada una de las personas que pusieron su contingente en el desarrollo de la misma, a los docentes y estudiantes que plasman sus artículos en la presente revista, al comité editorial de la misma y a todas las personas que con su aporte hicieron que esta revista sea una nueva realidad.

Marco Quintana Cifuentes, Ph.D.

Tcrn. De E.M.

Director de la ESPE Latacunga



E S P E
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA
EXTENSIÓN LATACUNGA

SENSADO DE TEMPERATURA CON PS_oC Y DISCUSIÓN DE SU APLICACIÓN EN PIELES ARTIFICIALES

Carlos Marcelo Silva Monteros¹

¹Departamento de Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Quijano y Ordoñez entre Hnas. Páez y Márquez de Maenza S/N, Latacunga, Ecuador.
email : cmsilva@espe.edu.ec

Dr. Fernando Vidal Verdú²

²Departamento de Electrónica, ETSI Informática, Campus de Teatinos, Universidad de Málaga, Málaga, España
email: vidal@ctima.uma.es

RESUMEN

Con el estudio realizado, se determinó que es factible el uso de termistores como sensores de temperatura para la piel de un robot compañero, en aquellas aplicaciones donde no se requiera de una gran cantidad de sensores, esto debido a sus características tales como alta sensibilidad, rango de operación, tamaño y relativo bajo costo. Para el respectivo análisis experimental se utilizó el equipo integrado Programable System on Chip (PSoC) Cypress CYC21434, realizándose en el laboratorio varias pruebas, una de ellas se explica en detalle en el presente trabajo.

I. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos inmemoriales el hombre ha creado herramientas de acuerdo a sus necesidades, las cuales a través de un largo proceso de perfeccionamiento se han ido modificando hasta obtener herramientas más adecuadas a sus continuos requerimientos, y a la vez eficaces.

En el pasado el hombre, ejecutaba las tareas, de motor, operario y controlador del sistema en sus actividades. Progresivamente ha ido creando máquinas-herramientas que se encargan de realizar las tareas indicadas anteriormente. El hombre ha pasado a trabajar como operario y a controlar el sistema, dejando a las

máquinas- herramientas las funciones de motor. En la actualidad ha creado sistemas automáticos. En el trabajo automático, el hombre ha pasado a supervisar el sistema. El resto de tareas se realizan casi sin la intervención humana.

Un robot es una máquina programable, capaz de manipular objetos y realizar operaciones antes reservadas solo a las personas. Por lo tanto los robots se han hecho indispensables en los procesos de automatización y de esta manera prescindir del hombre durante la producción. Es especialmente útil en lugares donde el ambiente de trabajo es perjudicial para las personas. Un ejemplo es un taller de pintura de autos.

La utilización de un robot, es muy común en un gran número de aplicaciones, en las cuales la intención es sustituir a las personas, por lo que el aspecto del robot es muy parecido al de un humano.

Para poder conocer el estado de las variables del entorno donde este se desenvuelve utiliza sensores, los cuales entregan información al computador, una vez procesada, realiza las acciones necesarias por medio de los actuadores. [1], [2] y [3].

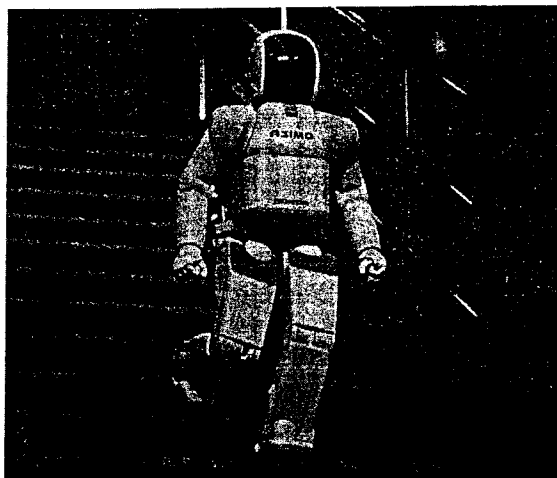
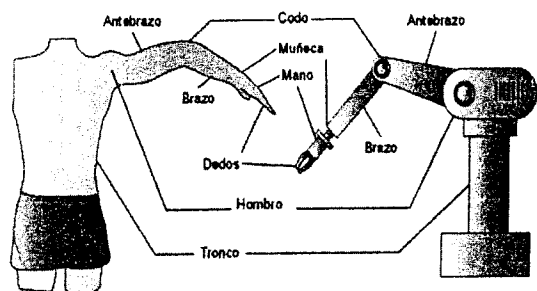


Fig. No. 1 El humano inspira para crear robots.

Sensores.

Muchas han sido las soluciones planteadas por los investigadores para dotar a los robots de la capacidad para medir sensaciones de temperatura, presión, fuerza, vibración, deslizamiento, posición, etc. Un dispositivo sensor que permita medir todos estos efectos de una forma eficaz, será aquél que emule, en mayor medida, el comportamiento del sistema receptor táctil humano.

El cuerpo humano, dispone de una serie de mecanismos nerviosos que se encargan de recolectar la información sensorial generada en los diferentes receptores del cuerpo. Estos mecanismos denominados *sentidos somáticos*, son capaces de detectar y estimar, entre otras, las sensaciones táctiles y de posición en el tejido corporal.

Para que el robot realice su tarea con la adecuada destreza es preciso que tenga conocimiento tanto de su propio estado, como del estado de su entorno.

Un sensor es un dispositivo eléctrico y/o mecánico que convierte magnitudes físicas (temperatura, luz, magnetismo, presión, etc.) en valores medibles de dicha magnitud. Las señales entregadas por los sensores antes de ser procesadas requieren de un acondicionamiento, y modificación de las mismas (continuas/discretas) dependiendo de su aplicación.

Los sensores internos están integrados en la propia estructura mecánica del robot, que dan información del estado del robot, fundamentalmente de la posición, velocidad y aceleración de las articulaciones.

Los sensores externos dan información del entorno del robot, temperatura, alcance, proximidad, contacto, fuerza, etc. Se utilizan para guiado de robots, para identificación y manipulación de objetos.

Los sensores constituyen el sistema de percepción del robot. Esto es, facilitan la información del mundo real para que los robots la interpreten. Los más utilizados son: [4], [5], [6] y [1]

Sensor de proximidad: Detecta la presencia de un objeto de tipo metálico o de otro tipo.

Hay dos tipos de detectores de proximidad muy utilizados en la industria: inductivos y capacitivos.

Los detectores de proximidad inductivos se basan en el fenómeno de amortiguamiento que se produce en un campo magnético a causa de las corrientes inducidas (corrientes de Foucault) en materiales situados en las cercanías, otros sensores inductivos se basan en la variación de la reluctancia, útiles especialmente para detectar

objetos metálicos. Los capacitivos funcionan detectando las variaciones de la capacidad parásita que se origina entre el detector propiamente dicho y el objeto cuya distancia se desea medir. Se emplean para medir distancias a objetos metálicos y no metálicos, como la madera, los líquidos y los materiales plásticos.

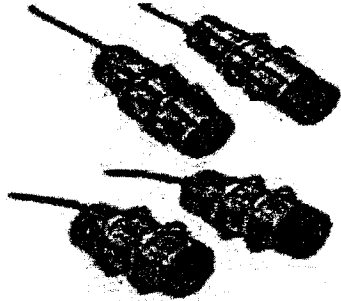


Fig. No. 2 Sensores de proximidad.

Sensor de Temperatura: Capta la temperatura del ambiente, de un objeto o de un punto determinado.

En la industria existen muchos tipos de sensores de temperatura, en este trabajo probaremos los termistores (usados en el PSoC) como sensores de temperatura para pieles de robots, razón por lo cual se realiza un breve resumen de los mismos.

Un termistor es una resistencia cuyo valor varía en función de la temperatura. Existen dos clases de termistores: NTC (Negative Temperature Coefficient, Coeficiente de Temperatura Negativo), que es una resistencia variable cuyo valor se decrementa a medida que aumenta la temperatura; y PTC (Positive Temperature Coefficient, Coeficiente de Temperatura Positivo), cuyo valor de resistencia eléctrica aumenta cuando aumenta la temperatura.

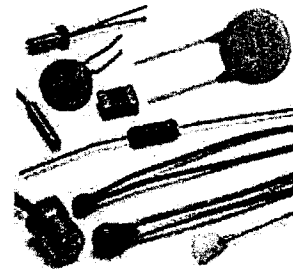


Fig. No. 3 Sensores de temperatura – Termistores.

Existe una amplia variedad de circuitos integrados sensores de temperatura. Estos sensores se agrupan en cuatro categorías principales: salida de voltaje, salida de corriente, salida de resistencia y salida digital. Con salida de voltaje podemos encontrar los muy comunes **LM35** (°C) y **LM34** (°K) de National Semiconductor. Con salida de corriente uno de los más conocidos es el **AD590**, de Analog Devices. Con salida digital son conocidos el **LM56** y **LM75** (también de National). Los de salida de resistencia son menos comunes, fabricados por Phillips y Siemens.

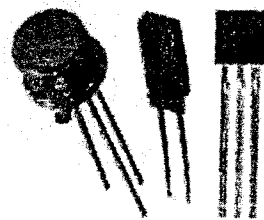


Fig. No. 4 Sensores de temperatura – C.I.

La lectura de temperaturas en un robot, tanto en su interior como en el exterior, puede ser algo extremadamente importante para proteger los circuitos, motores y estructura de la posibilidad de que, por fricción, esfuerzo, trabas o excesos mecánicos de cualquier tipo se alcancen niveles peligrosos de calentamiento.

Sensores magnéticos (brújula digital): Capta la variación de campos magnéticos.

En robótica, algunas situaciones de medición del entorno pueden requerir del uso de elementos de detección sensibles a los campos magnéticos. En principio, si el robot debe moverse en ambientes externos, una aplicación importante es una brújula que forme parte de un sistema de orientación para el robot. Otra aplicación es la medición directa de campos magnéticos presentes en las inmediaciones, que podrían volverse peligrosos para el "cerebro" del robot si su intensidad es importante. Otra aplicación es la medición de sobrecorrientes en la parte motriz (detectando la intensidad del campo magnético que genera un conductor en la fuente de alimentación). También se podrán encontrar sensores magnéticos en la medición de movimientos, como el uso de detectores de "cero movimiento" y tacómetros basados en sensores por efecto Hall o pickups magnéticos.

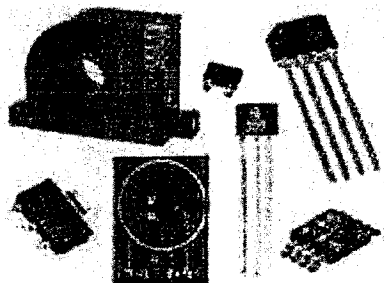


Fig. No. 5 Sensores magnético.

Sensores táctiles, piel robótica: Sirven para detectar la forma y el tamaño de los objetos que el robot manipula.

Los equipos de investigación han producido, en los últimos tiempos, sensores planos, flexibles y extendidos a los que han bautizado como "robotic skin", o **piel robótica**. Uno de estos productos es el creado por investigadores de la universidad de Tokio. Se trata de un conjunto de sensores de presión montados sobre una superficie flexible, diseñados con la

intención de aportar a los robots una de las capacidades de nuestra piel: la sensibilidad a la presión.



Fig. No. 6 Sensor de piel robótica.

Sensores de iluminación: Capta la intensidad luminosa, el color de los objetos, etc. Es muy útil para la identificación de objetos. Es parte de la visión artificial y en numerosas ocasiones son cámaras.

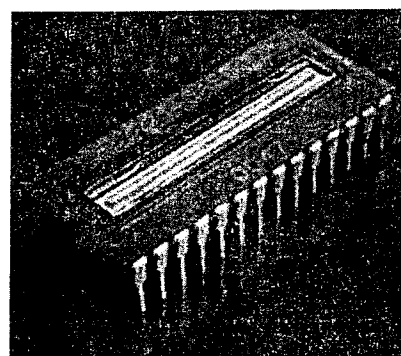


Figura No. 7 Sensor CCD.

Sensores de velocidad, de vibración (Acelerómetro) y de inclinación: Se emplean para determinar la velocidad de actuación de las distintas partes móviles del propio robot o cuando se

produce una vibración. También se detecta la inclinación a la que se encuentra con respecto a la gravedad el robot o una parte de él.

Un acelerómetro es un dispositivo que permite medir el movimiento y las vibraciones a las que está sometido un robot (o una parte de él), en su modo de medición dinámico, y la inclinación (con respecto a la gravedad), en su modo estático. De los antiguos acelerómetros mecánicos, de tamaño grande y dificultosos de construir, porque incluían imanes, resortes y bobinas (en algunos modelos), se ha pasado en esta época a dispositivos integrados, con los elementos sensibles creados sobre los propios microcircuitos. Estos sensores, disponibles en forma de circuito integrado, son los que se utilizan normalmente en robótica experimental. Uno de los acelerómetros integrados más conocidos es el **ADXL202**, muy pequeño, versátil y de costo accesible.

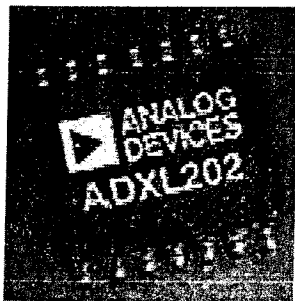


Fig. No. 8 Sensor acelerómetro.

Sensores de presión: Permiten controlar la presión que ejerce la mano del robot al coger un objeto.

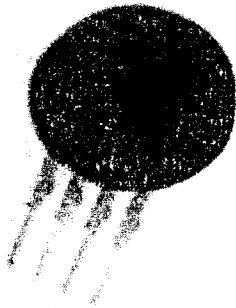


Fig. No. 9 Sensor de presión.

Sensores de sonido: Se trata de un micrófono con el que se puede oír los sonidos.

El uso de micrófonos en un robot se puede hallar en dos aplicaciones: primero, dentro de un sistema de medición de distancia, en el que el micrófono recibe sonidos emitidos desde el mismo robot luego de que éstos rebotan en los obstáculos que tiene enfrente, es decir, un sistema de sonar; y segundo, un micrófono para captar el sonido ambiente y utilizarlo en algún sentido, como recibir órdenes a través de palabras o tonos, y, un poco más avanzado, determinar la dirección de estos sonidos. Como es obvio, ahora que se habla tanto de robots para espionaje, también se incluyen micrófonos para tomar el sonido ambiente y transmitirlo a un sitio remoto.

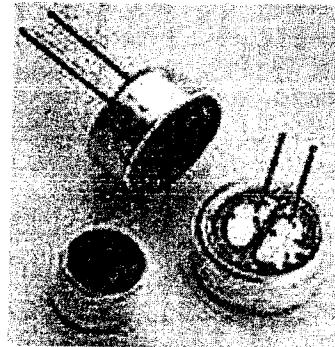


Fig. No. 10 Sensores de sonido.

Microinterruptores: Se trata de múltiples interruptores y finales de carrera muy utilizados.



Fig. No. 11 Microinterruptores.

En años recientes, se han realizado estudios tanto teóricos como prácticos de pieles sensibles para robots, como el de un sensor integrado táctil/ térmico para robot con un arreglo de capacitores táctiles [3], aquí el sensado

de la temperatura se lo realiza en las termoresistencias que están integradas en el arreglo del sensor táctil capacitivo, lo que hace posible determinar el gradiente de temperatura de un objeto y que permite además de sentir la temperatura dar la posibilidad de reconocer al objeto. Otro estudio es el de un sensor integrado táctil y térmico [2], el cual es muy parecido al estudio anterior, el sensor táctil en este caso es un arreglo de celdas de sensores de fuerza, que está basado en la variación de la distancia de dos placas paralelas, el sensor térmico está implementado en forma independiente del sensor táctil y está formado por un arreglo de termistores. Otro estudio es el un sensor táctil con funciones de contacto de fuerza y sensor térmico para los dedos de un robot inteligente[1], en este caso los sensores táctiles están implementados utilizando tecnologías de polímeros (en los cuales se introducen galgas extensiométricas), lo cual permite medir tanto la temperatura como la fuerza en tres ejes mediante la conductividad térmica.

Basado en el análisis de principalmente estos tres artículos, nació la idea de hacer el presente trabajo, para determinar si los termistores se pueden utilizar como sensores de temperatura en las pieles de los robots compañeros que son en la actualidad utilizados en diversas aplicaciones.

Para la parte experimental se usa un equipo PSoC, que en si no es un equipo para evaluar sensores para piel de robots, pero nos es útil para analizar la operación de los termistores a ser utilizados en pieles sensibles, tanto en software como en hardware.

II. CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO INTEGRADO PSoC.

Para analizar la posibilidad de que los termistores se puedan usar como sensores de temperatura en las pieles sensibles para robots, tomando en cuenta las características de estos

como son; su rango, alta sensibilidad, facilidad de implementación, en especial por su relativo bajo costo, para realizar prácticas experimentales, para ver su desempeño y simular que estos están trabajando en una piel sensible se utiliza el equipo PSoC.

Para realizar diferentes pruebas con este sensor, se utiliza un equipo integrado PSoC de la Cypress, que es un sistema programable integrado en un CHIP, diseñado específicamente para mediciones y trabajos con sensores: táctiles capacitivos, sensores de temperatura con termistores, sensores de luz con fotodiodos y sensores de proximidad capacitivos.

Programable System on Chip (PSoC) Cypress CYC21434

PSoC es la abreviación de (*Programable System on Chip*) la cual es una tecnología creada por Cypress en el 2002 y es aplicada al desarrollo de micro controladores, ya que nos permite seleccionar bloques análogos o digitales, al estilo de LEGO o LABVIEW (LEGO proporciona robots y LABVIEW es un entorno software, CYPRESS hace chips con un sistema integrado). Además es muy completo para sistemas embebidos y posee además SRAM y un micro procesador de 8 Bits.

Los microcontroladores PSoC™ tienen una interfaz única comparada con otros micro controladores, se puede programar en una **GUI (Interfaz gráfica de Usuario)**, en vez de programar exclusivamente en un simple compilador de líneas de código como en otros micro controladores.

Existe una aplicación de desarrollo netamente gráfica llamada **PSoC™ Express**, aunque existe otra aplicación denominada **PSoC™ Designer** que combina lenguaje C con programación gráfica.

Esta es una tecnología muy innovadora, ya que el microprocesador interiormente está dividido en bloques análogos y digitales, por lo cual es

muy versátil ya que nos permite seleccionar varios tipos de componentes.

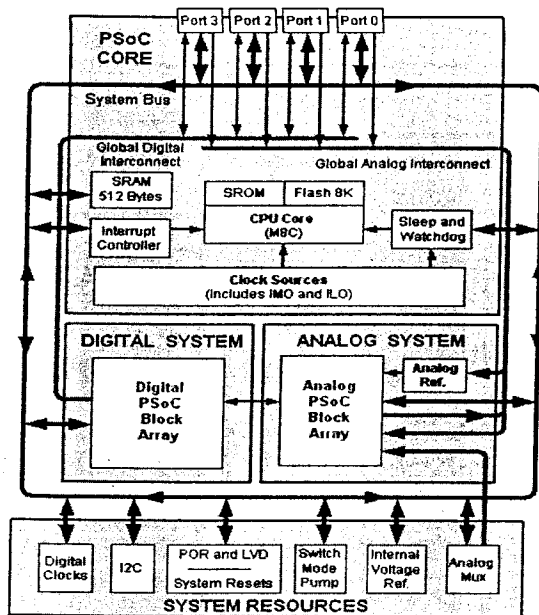


Fig. No. 12 Estructura interna de un PSoC.

Características Generales

La arquitectura del PSoC, se ilustra en la figura No. 12, está compuesta por cuatro aéreas principales: el microprocesador, los recursos del sistema, el sistema digital y el sistema analógico. Los recursos del bus global configurable, permiten que todos los recursos puedan ser combinados en una aplicación de usuario. Cada elemento CY8C21x34 PSoC incluyen cuatro bloques digitales y cuatro bloques analógicos. Dependiendo del paquete PSoC, hasta 28 Entradas/Salidas de propósito general (GPIO) están incluidas, Las GPIO incluyen accesos a las interconexiones tanto digitales como analógicas.

La familia del PSoC® se compone de muchas matrices de señales mixtas en un chip, controladas por dispositivos. Estos dispositivos están diseñados para reemplazar los componentes de múltiples sistemas tradicionales basados en MCU, con un componente programable de bajo costo en un solo

chip. Un dispositivo de PSoC incluye bloques analógicos y digitales configurables, así como una interconexión programable. Esta arquitectura permite al usuario crear sus propias configuraciones de periféricos, para satisfacer las necesidades de cada aplicación individual. Además, de un procesador rápido, un memoria de programa Flash, una memoria SRAM de datos y de E/S configurables que se incluyen en una serie de convenientes pines de salida.

El microprocesador del PSoC

El microprocesador del PSoC es un potente motor que soporta un amplio conjunto de instrucciones (las versiones 3 y especialmente la 5 tiene un microprocesador muy potente), una SRAM para el almacenamiento de datos, un controlador de interrupciones, temporizadores sleep y watchdog, un IMO (oscilador principal interno) y un ILO (oscilador de baja velocidad interno). El microprocesador de la CPU, llamado M8C, es un potente procesador con velocidades de hasta 24 MHz. El M8C ejecuta 4 mips (millones de operaciones por segundo con arquitectura Harvard de 8-bits).

Los recursos del sistema proporcionan capacidades adicionales, tal como relojes digitales para aumentar la flexibilidad de las matrices de las señales del PSoC, funcionalidad I2C para la implementación de un maestro I2C, esclavo, multimaestro, una referencia de tensión interna que proporciona un valor absoluto de 1.3V a una serie de subsistemas del PSoC y varios sistemas de reset que pueden ser soportados por el M8C.

El sistema digital se compone de una matriz de bloques digitales del PSoC, que se pueden configurar en cualquier número de periféricos digitales. Los bloques digitales se pueden conectar a las GPIO a través de una serie de buses globales lo que permite enrutar cualquier señal a cualquier pin.

Liberando a los diseños (aplicaciones) de las limitaciones de un controlador periférico fijo. El sistema analógico se compone de cuatro bloques analógicos del PSoC, con comparadores y conversores analógicos a digitales de hasta 8 bits de precisión (versiones más actuales de los PSoC, pueden implementar muchas cosas más, lo que da relevancia a estos chips, como por ejemplo implementar bloques de tiempo continuo y de condensadores en conmutación, que nos permiten realizar amplificadores de instrumentación unipolares y diferenciales, filtros, moduladores y demuladores, etc).

El Sistema Digital

El sistema digital se compone de 4 bloques digitales del PSoC. Cada bloque es un recurso de 8-bits que puede ser utilizado solo o combinado con otros bloques para formar periféricos de 8, 16, 24, y 32-bit, que se denominan referencias de módulo de usuario.

- PWMs (8 a 32 bits).
- PWMs con zona muerta (8 a 32 bits).
- Contadores (8 a 32 bits).
- Temporizadores (8 a 32 bits).
- UART de 8 bits con paridad seleccionables.
- SPI Maestro y esclavo.
- I2C esclavo y multiple maestro.
- Comprobador/ Generador de redundancia cíclica (8 a 32 bits).
- IrDA.
- Generadores de secuencia pseudo aleatoria (8 a 32 bits).

Los bloques digitales pueden ser conectados a cualquier GPIO a través de una serie de buses globales que pueden enrutar cualquier señal a cualquier pin. Los buses también permiten multiplexar las señales y realizar operaciones lógicas. Esto libera a los diseños (aplicaciones) de las restricciones de un controlador periférico fijo. Los bloques digitales se proporcionan en filas de cuatro, donde

el número de bloques varía según la familia del dispositivo PSoC. Esto le permite la selección óptima de los recursos del sistema para su aplicación.

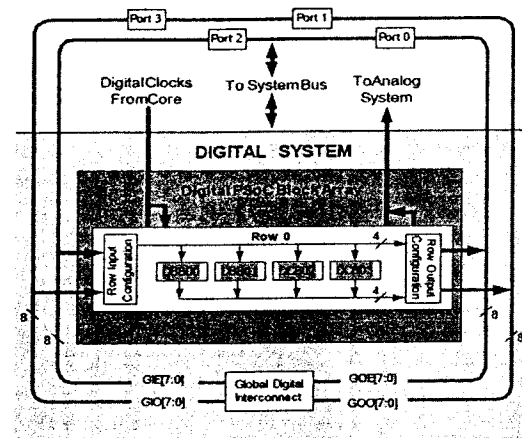


Fig. No. 13 Diagrama del Sistema de Bloque Digital.

El sistema analógico

El sistema analógico está compuesto por 4 bloques configurables, permitiendo la creación de complejos flujos de señal analógica. Los periféricos analógicos son muy flexibles y se pueden personalizar para satisfacer los requisitos específicos de una aplicación. Algunas de las funciones analógicas comunes del PSoC para este dispositivo (la mayoría disponibles como módulos de usuario) se enumeran a continuación.

- Convertidores analógico a digital (simple o doble, con una resolución de 8-bits).
- Comparador pin a pin.
- Comparadores (hasta 2) con referencia absoluta (1.3V) y referencia de 8-bit DAC.
- 1.3V de referencia (como un recurso del sistema).

En la mayoría de los dispositivos de PSoC, los bloques analógicos se proporcionan en columnas de tres, que incluye un CT (tiempo continuo) y dos bloques SC (Switched Capacitor). Los dispositivos CY8C21x34 proporcionan una funcionalidad limitada tipo "E" bloques analógicos. Cada columna

contiene un bloque CT tipo E y un bloque de tipo E SC.

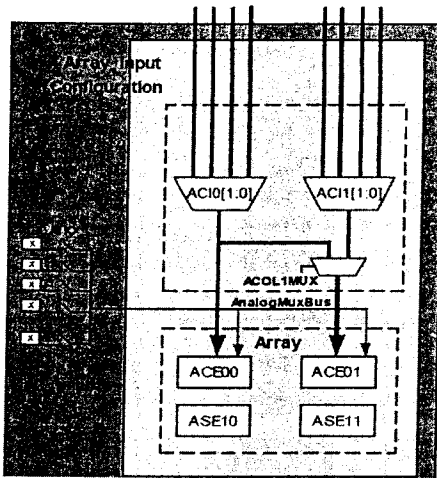


Fig. No. 14 Diagrama del Sistema de Bloque Analógico

Recursos adicionales del sistema

Los recursos del sistema, algunos de los cuales han sido mencionados anteriormente, proporcionan capacidad útil para la implementación de sistemas complejos. Recursos adicionales incluyen, detección de bajo voltaje, power on reset para gestionar la caída de tensión de alimentación sin necesidad de implementar una rutina por parte del usuario. Una breve descripción de los méritos de cada uno de los recursos del sistema se presentan a continuación.

- Divisores de reloj digital ofrecen tres frecuencias de reloj personalizables para su uso en las aplicaciones. Los relojes pueden ser enrutados tanto en sistemas analógicos como digitales.

Relojes adicionales se pueden generar mediante bloques digitales del PSoC como divisores del reloj.

- El módulo de I2C proporciona 100 y 400 kHz para comunicación en más de dos cables. Los modos esclavo, maestro, y multi-maestro son soportados.

- Interrupciones de detección de bajo voltaje (LVD) indican a la aplicación

los niveles de caída de voltaje, mientras que el circuito POR (Power On Reset) elimina la necesidad de un supervisor del sistema.

- Una tensión interna de referencia de 1,3V proporciona una referencia absoluta para el sistema analógico, incluyendo ADCs y DACs.

- Un módulo (SMP) genera voltajes de operación desde una batería de 1,2 V, con un convertor boost de bajo costo.

- Versátil sistema de multiplexado analógico.

PSoC Características del dispositivo

Dependiendo de las características del dispositivo PSoC, los sistemas digitales y analógicos pueden tener 16, 8, o 4 bloques digitales y 12, 6, o 4 bloques analógicos. La siguiente tabla muestra los recursos disponibles para grupos específicos de dispositivo de PSoC.

Tabla No. 1 Características del elemento PSoC

| PSoC Part Number | Digital I/O | Digital Rows | Digital Blocks | Analog Inputs | Analog Outputs | Analog Columns | Analog Blocks | SRAM Size | Flash Size |
|------------------|-------------|--------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-----------|------------|
| CY8C29x66 | up to 64 | 4 | 16 | 12 | 4 | 4 | 12 | 2K | 32K |
| CY8C27x43 | up to 44 | 2 | 8 | 12 | 4 | 4 | 12 | 256 Bytes | 16K |
| CY8C24x94 | 56 | 1 | 4 | 48 | 2 | 2 | 6 | 1K | 16K |
| CY8C24x23A | up to 24 | 1 | 4 | 12 | 2 | 2 | 6 | 256 Bytes | 4K |
| CY8C21x34 | up to 28 | 1 | 4 | 28 | 0 | 2 | 4 ^a | 512 Bytes | 8K |
| CY8C21x23 | 16 | 1 | 4 | 8 | 0 | 2 | 4 ^b | 256 Bytes | 4K |
| CY8C20x34 | up to 28 | 0 | 0 | 28 | 0 | 0 | 3 ^b | 512 Bytes | 8K |

a. Limited analog functionality.

b. Two analog blocks and one CapSense.

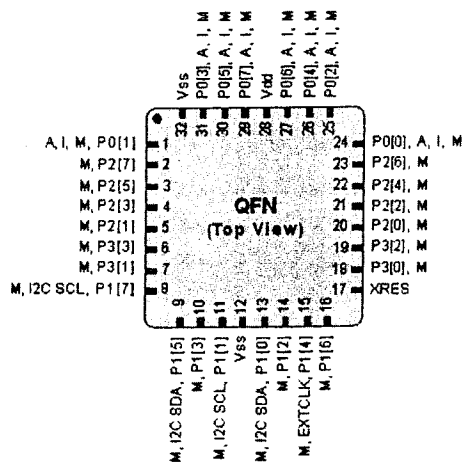


Fig. No. 15 Diagrama del chip
CY8C21434.

Programación del (PSoC) Cypress CYC21434

La programación como ya se explicó puede ser realizada con una aplicación de desarrollo netamente gráfica llamada **PSoC™ Express**, y con una aplicación denominada **PSoC™ Designer** que combina lenguaje C con programación gráfica, en este caso se utiliza el **PSoC™ Express**.

Se utiliza para las pruebas el paquete CY 3270 que consta de una tarjeta electrónica con cuatro sensores y el microprocesador CY8C21434. Los sensores son de: temperatura, proximidad, táctil e iluminación.

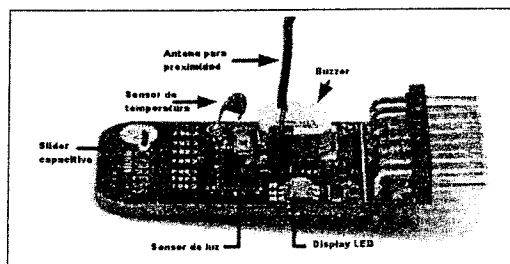


Fig. No. 16 Kit 3270.

Para nuestro propósito utilizaremos el sensor de temperatura, cabe destacar que si bien la tarjeta contiene a los cuatro sensores y estos están conectados al microprocesador, por la capacidad de memoria que tiene el microprocesador, solo se puede trabajar con un sensor a la vez.

La programación para el análisis de este trabajo se desarrollara en el siguiente ítem [7].

III. PROCEDIMIENTO

El ejercicio que se va a realizar en el presente trabajo es el siguiente:

Quando el termistor sense una temperatura inferior a 20°C, no se debe activar ningún elemento de salida.

Quando el termistor sense una temperatura entre 20°C y 25°C el led color verde se debe encender.

Quando el termistor sense una temperatura entre 25°C y 30°C el led color verde se debe apagar y el led color azul se debe encender.

Quando el termistor sense una temperatura entre 30°C y 35°C solo el led color rojo debe encenderse.

Quando el termistor sense una temperatura entre 35°C y 55°C solo el led color rojo debe encenderse y parpadear intermitentemente.

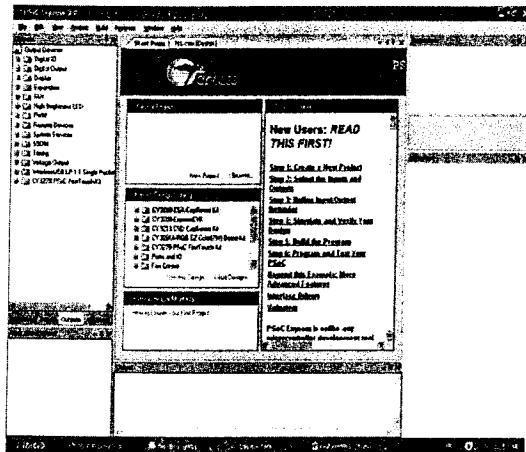
Quando el termistor sense una temperatura entre 40°C y 45°C solo el led color rojo debe encenderse y parpadear intermitentemente, adicionalmente el buzzer debe emitir un sonido acústico bajo.

Quando el termistor sensa una temperatura entre 45°C y 50°C solo el led color rojo debe encenderse y parpadear intermitentemente, adicionalmente el buzzer debe emitir un sonido acústico medio.

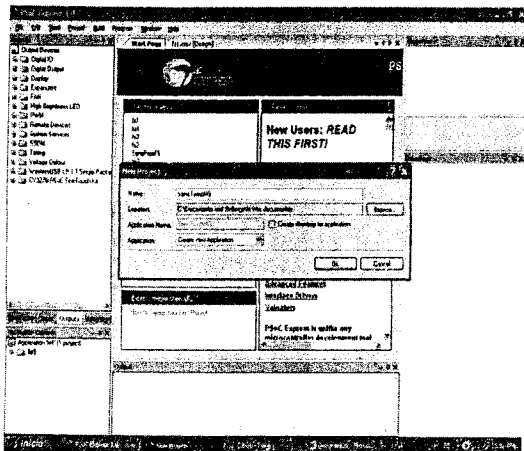
Quando el termistor sensa una temperatura entre 50°C y 55°C solo el led color rojo debe encenderse y parpadear intermitentemente, adicionalmente el buzzer debe emitir un sonido acústico alto.

A continuación se indica en detalle los pasos de programación del equipo para el ejercicio indicado anteriormente.

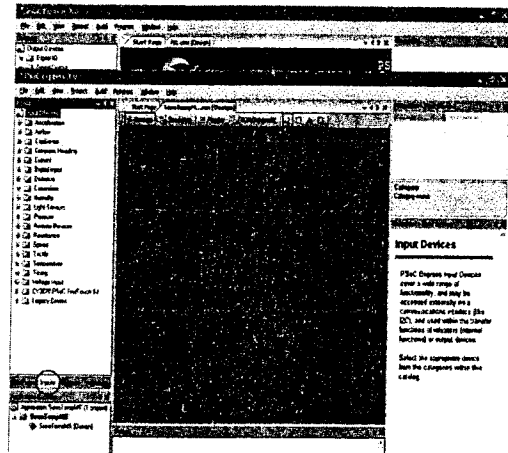
Ejecutar el programa PSoC Express 3.0, se obtiene la siguiente pantalla.



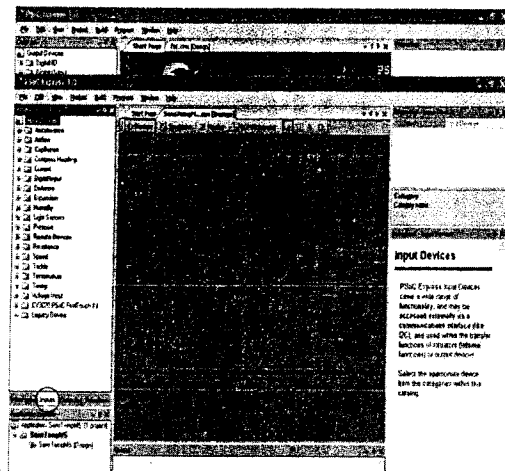
En el menú desplegable *file* seleccionamos *new Project*, y nombrarlo, en este caso *SensTempMS*, se obtiene la siguiente pantalla.



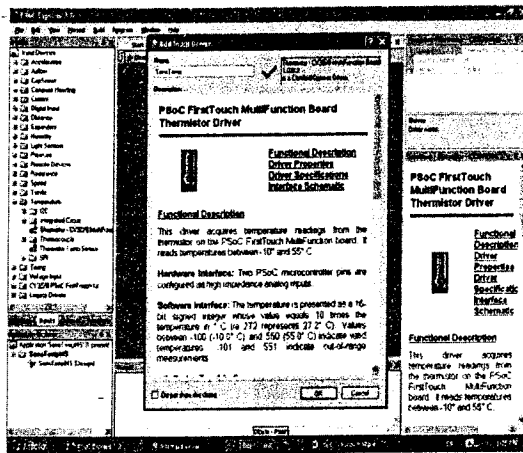
Luego de presionar *OK*, Se obtiene el espacio de trabajo vacío, donde se deben colocar los diferentes dispositivos a utilizarse, se obtiene la siguiente pantalla.



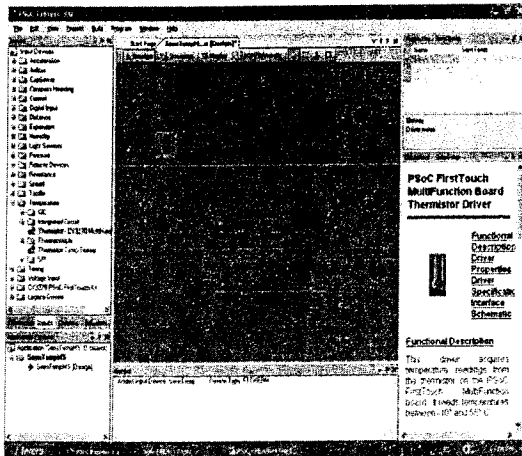
Seleccionamos del menú ubicado en la parte izquierda *inputs*, se obtiene la siguiente pantalla.



De este menú seleccionamos *Temperature, Thermistor CY 3270 FunctionBoard* y lo arrastramos al espacio de trabajo o damos doble clic, nombrarlo y presionar *OK*, se obtiene la siguiente pantalla.

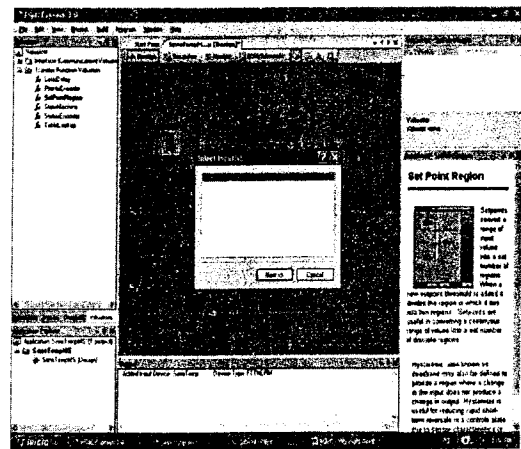


El sensor se ubica en el espacio de trabajo como se indica en la siguiente pantalla.

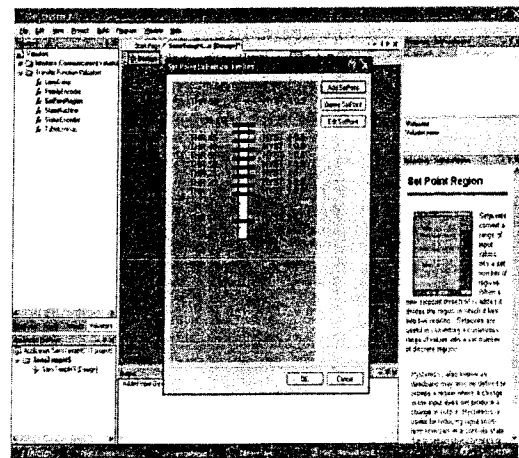


Los siguientes pasos son muy similares y los indicaremos textualmente:

Se requiere trabajar por intervalos para lo cual se selecciona de la parte izquierda *Valuators*, *Transfer Function Valuators*, *Set Points Regions*, dar doble clic y nombrarlo, en este caso lo nombraremos, límites presionamos *OK* y lo relacionamos con el sensor de temperatura *SensTemp*, se obtiene la siguiente pantalla.



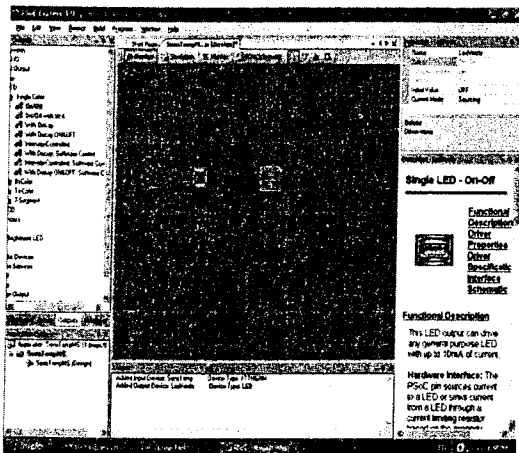
A continuación presionamos *next*, adicionamos varios valores en *Add Set Point* y presionamos *Ok*, y obtenemos la siguiente pantalla.



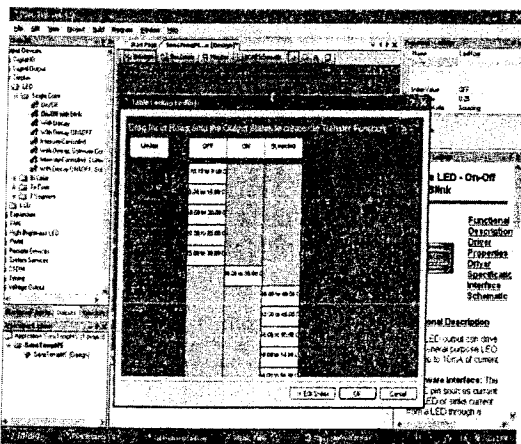
Luego seleccionamos de la parte izquierda el menú *Outputs*, *Display*, *LED*, *Single color*, *On/Off*, damos doble clic y le nombramos *LedVerde*.

Aparece el *LedVerde*, en el mismo damos clic derecho aparece una ventana donde se selecciona *Transfer function*, *TableLookup*, enlazar con límite y presionar *next*.

Arrastrar los rangos hacia encendido o apagado de acuerdo al ejercicio, en este caso se enciende de 20 a 25 grados centígrados, obtenemos la siguiente pantalla.

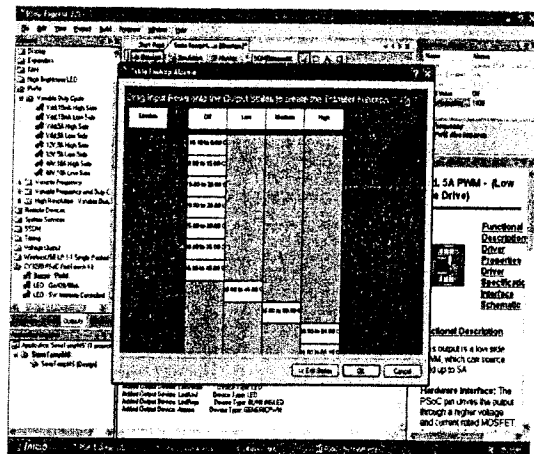


De igual manera se coloca el LedAzul para que se encienda en el rango de 25°C a 30°C, el LedRojo de 30°C a 35°C, el Led Rojo parpadeé de 35°C en adelante hasta 55°C grados. Para el Led rojo se debe seleccionar un led con parpadeo (*On/Off with blink*), escogemos el *blink rate* más pequeño posible, se obtiene la siguiente pantalla.

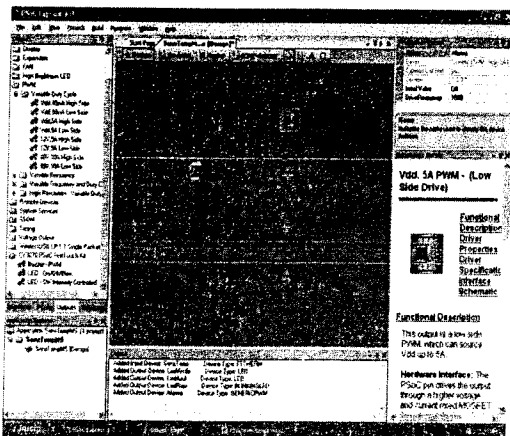


Luego utilizaremos una alarma sonora que tendrá un sonido bajo entre 40°C y 45°C, sonido medio entre 45 °C y 50 °C y sonido alto entre 50°C y 55°C. Para ello seleccionamos en *Outputs* un oscilador en *PWM, Variable duty cycle*, *Vdd, 5A low side* y la nombramos Alarma. Damos clic derecho escogemos el tipo de función de transferencia y antes de seleccionar los rangos debemos relacionarlo con límites. Editamos los estados en *Edit States* para que la relación de trabajo sea del 30, 60 y 90 %, para el sonido

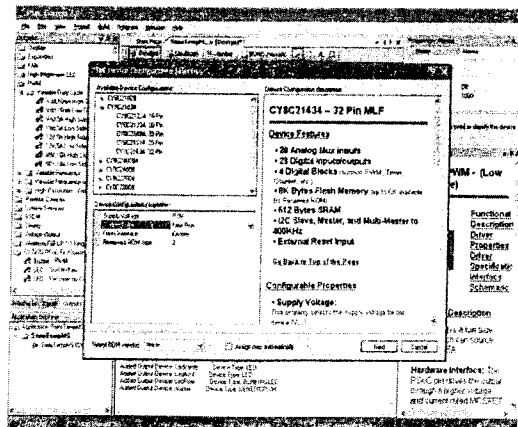
bajo, medio y alto respectivamente. Seleccionamos los rangos y obtenemos.



Una vez realizado los pasos anteriores, se ha concluido con el proyecto, el cual se indica en la siguiente pantalla.

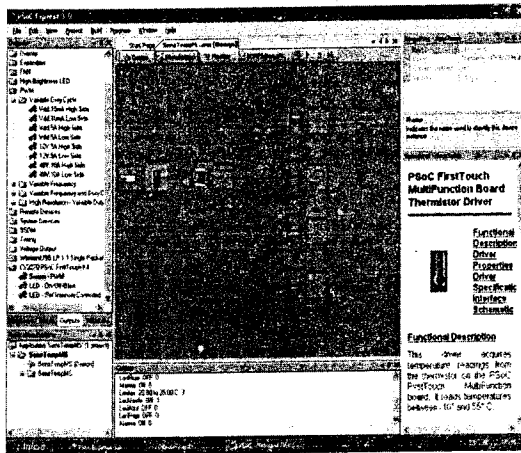


Ya en este punto podemos construir el proyecto, seleccionamos de la barra de menú *Build, Generate/Build 'SensTempMS' Project*, seleccionamos CY 21434, y aparece la siguiente pantalla.

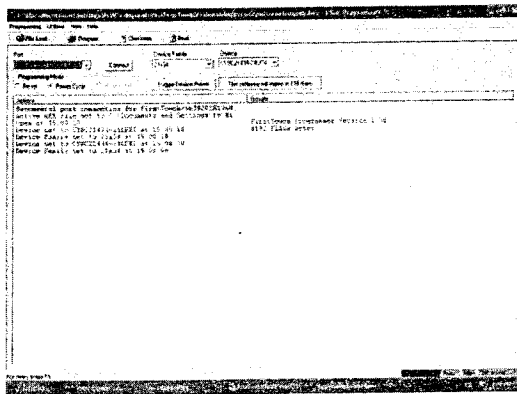


Al presionar *next*, aparece el chip donde se deben colocar cada elemento en su correcta entrada o salida, para ello se hace clic en un elemento y los pines cambian de color para indicar donde pueden ser colocados, en este caso al utilizarse un kit ya construido se lo hace de acuerdo al diagrama del kit para colocar cada elemento, como se indica en la siguiente pantalla.

Simular el programa antes de cargarlo, para lo cual seleccionamos pestaña *simulation* desde la región central, como se indica en la siguiente pantalla.



Una vez probado el correcto funcionamiento del programa se lo puede cargar al microprocesador, para ello, escoger de la barra de menú *Program, PSoC Programmer* y de esta manera se accede a la pantalla del programador, como se indica en la siguiente pantalla.



Aquí seleccionamos *reset* y por último ejecutamos *program*.

IV. RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSIÓN

Una vez programado el microprocesador, se procedió en forma experimental a verificar el correcto funcionamiento del ejercicio propuesto, para lo cual se utilizó un cautín y un elemento de medida de temperatura

Una vez conectado el equipo a la PC, procedemos a calentar al termistor con la ayuda de un cautín (de hielo al inicio) y obtuvimos lo siguiente:

Cuando el termistor sensa una temperatura inferior a 20°C, no se enciende ningún led ni se emite ningún sonido.

Cuando el termistor sensa una temperatura entre 20°C y 25°C el led color verde se enciende.

Cuando el termistor sensa una temperatura entre 25°C y 30°C el led color verde se apaga y el led color azul se enciende.

Cuando el termistor sensa una temperatura entre 30°C y 35°C solo el led color rojo se enciende.

Cuando el termistor sensa una temperatura entre 35°C y 55°C solo el led color rojo se enciende y parpadea intermitentemente.

Cuando el termistor sensa una temperatura entre 40°C y 45°C solo el led color rojo se enciende y parpadea intermitentemente, adicionalmente el buzzer emite un sonido acústico bajo.

Cuando el termistor sensa una temperatura entre 45°C y 50°C solo el led color rojo se enciende y parpadea intermitentemente, adicionalmente el buzzer emite un sonido acústico medio.

Cuando el termistor sensa una temperatura entre 50°C y 55°C solo el led color rojo se enciende y parpadea intermitentemente, adicionalmente el buzzer emite un sonido acústico alto.

Como resultado de este trabajo en el laboratorio y con el apoyo del equipo PSoC, podemos indicar que el sensor de temperatura en éste caso el termistor, simulando la operación de este en una piel sensible, responde adecuadamente dentro del rango experimentado y que dependiendo de los intervalos de temperatura utilizados las respuestas esperadas y programadas en el equipo, se cumplieron.

Del estudio de algunos artículos técnicos, especialmente de [8],[10], se puede notar que diferentes tipos de sensores de temperatura se pueden utilizar para pieles sensibles para robots, como por ejemplo las termoresistencias [10] y materiales con tecnología de polímeros [8], otros estudios como [9] utilizan como sensores de temperatura a los termistores, en todos los casos y dependiendo de su aplicación tienen ventajas y desventajas.

De nuestro trabajo podemos indicar que los termistores pueden ser utilizados en pieles sensibles para robots, en aplicaciones en donde no se requiera de un gran número de sensores ya que se tendrá problemas con el cableado y a pesar que éstos estén implementados en arreglos se complicaría adicionalmente el reconocimiento del lugar de sensado de la temperatura.

El termistor tiene en si dos limitaciones, una es su no linealidad, la linealización en este caso se la realiza en el microprocesador del PSoC, la otra es su envejecimiento, y por lo tanto su des calibración, esto se solucionaría con un mantenimiento periódico para su calibración, solucionado estas limitaciones el termistor se puede entonces utilizar como sensor de temperatura en pieles sensibles para robots.

VI. CONCLUSIONES

- En la actualidad existen muchos tipos de sensores que se pueden

aplicar a robots y en especial a su piel, en este trabajo de investigación se analizó particularmente el sensor de temperatura, el termistor, y de los resultados experimentales obtenidos al utilizar el equipo integrado (PSoC) Cypress CYC21434, se puede concluir que es factible utilizar este sensor en la piel de robots, cuando en ésta se requiera de pocos sensores de este tipo.

- Para todos los robots, en cualquier aplicación es de vital importancia sensar la temperatura de su entorno, de este trabajo podemos concluir que para la piel de los robots compañeros con limitados números de sensores, se puede utilizar los termistores debido a sus características tales como; rango, alta sensibilidad, tamaño y relativo bajo costo.
- Para pieles sensibles de robots, en las cuales y debido a su aplicación en particular, se deban usar una gran cantidad de sensores, como resultado de este trabajo se concluye que no se puede utilizar como sensor de temperatura un termistor, a pesar de su alta sensibilidad, debido a que se requerirían de abundante cableado, para este caso se recomienda usar sensores como los indicados en los artículos [8],[10] o de sensores de temperatura integrados como por ejemplo el DS18B20, el cual tiene una dirección propia y transmisión serie soportada a tres cables, a pesar de su baja sensibilidad.
- Existen en el mercado muchos equipos para simular la operación de un sensor, como si éste estuviera trabajando en una piel sensible para robots. La utilizada en este trabajo, cumplió con las expectativas, de acuerdo al ejercicio planteado para este

trabajo, para realizar análisis con más de un tipo de sensores y para aplicaciones complejas, se puede utilizar equipos más potentes, como por ejemplo el PSoC versión 5 o superior.

[10] Franco Castelli, "An Integrated Tactile-Thermal Robot Sensor With Capacitive Tactile Array", IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 38, No. 1, January/February 2002.

VII. REFERENCIAS

[1] Aníbal Ollero Baturone, "Robótica: Manipuladores y Robos Móviles".

[2] P. Dario, D. de Rossi, C. Domenici, R. francesconi, "Ferroelectric Polymer Tactile Sensor with Anthropomorphic Features", IEEE International Conference on Robotics, pp. 332 – 340, Atlanta, GA, March 1984.

[3] J. Engle, J. Chen, Z. Fan, and C. Lui, "Polymer Micromachined Multimodal Tactile Sensors", Sensors and Actuators A, Vol 117, pp. 50 – 61, 2005.

[4] Beebe, D., "A Silicon-Based Tactile Sensor for Finger-Mounted Applications", IEEE Transactions on Biomedical Engineering. Vol 45, N° 2, February 1998.

[5] Ramón PallásAreny, "Sensores y Actuadores", Cuarta Edición, Marcombo, España, 2003.

[6] Antonio Creus Solé, "Instrumentación Industrial", Séptima Edición, Marcombo, España, 2005.

[7] Cypress, "Manual de Operaciones de System on Chip (PSoC) Cypress CYC21434".

[8] Jong-Ho Kim, Woo-Chang Choi, Hyun-Joon Kwon, Dae-Im Kang, "Development of tactile sensor with functions of contact force and thermal sensing for attachment to intelligent robot finger tip ", IEEE SENSORS, pp. 1468 – 1472, 2006.

[9] David Siegel, Iliaki Garabieta, John M. Hollerbach, "An Integrated Tactile and Thermal Sensor", IEEE, pp. 1286 – 1291, 1986.

PARALELIZACIÓN DEL MODELO PARA DETECCIÓN DE BORDES CANNY PARA SISTEMAS MULTICORE MEDIANTE OPENMP

Carrillo Medina José Luis

Departamento de Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Latacunga, Ecuador

Email: jlcarrillo@espe.edu.ec

RESUMEN:

El objetivo de este trabajo es obtener el código paralelizado del modelo de detección de bordes CANNY para conocer con qué número de procesadores se obtendrá una mayor eficiencia, en tiempo de ejecución, según el tamaño del problema a resolver. El código original se presenta en forma secuencial, por lo que se realizará un estudio teórico del mismo que permita identificar las partes del código más susceptibles de ser paralelizadas y los parámetros que afectan al tiempo de ejecución. El incremento de la capacidad del hardware de procesamiento en los sistemas multicore, ha llevado a utilizar estos sistemas, además para administrar este tipo de sistemas se utiliza OpenMP[3], por ser el estándar *de facto*, para programación con memoria compartida.

I. INTRODUCCIÓN

En el área de procesamiento de imágenes, la detección de los bordes de una imagen es de vital importancia y utilidad, pues facilita muchas tareas, entre ellas, el reconocimiento de objetos, la segmentación de regiones, entre otras. Es por ello que se han desarrollado variedad de algoritmos que ayudan a solucionar este inconveniente. El algoritmo de Canny es uno de ellos y es utilizado para detectar todos los bordes existentes en una imagen, dicho algoritmo es considerado como uno de los mejores métodos de detección de contornos, mediante el empleo de máscaras de convolución y basado en la primera derivada, por cuanto algunos de los puntos del contorno son muy parecidos, en las zonas de píxeles, en las que existe un cambio brusco de niveles de grises. En el tratamiento de imágenes, se trabaja con píxeles en un ambiente discreto, por lo que, el algoritmo de Canny, se utilizan

máscaras las cuales representan aproximaciones con diferencias finitas.

1.1. Herramientas

Las herramientas utilizadas, para la consecución de los objetivos marcados en el punto anterior, se puede dividir en dos categorías:

Hardware: Se utilizará un entorno multicore para analizar el paralelismo independientemente de la plataforma. En particular se trabajará con:

- Ordenador portátil de doble núcleo. Éste solo ha sido usado en la fase de desarrollo.
- Multiprocesador de memoria compartida *Bambu* de la Universidad Málaga con 8 cores.

Software

- Sistema Operativo Ubuntu versión 9.04
- Modelo de detección de bordes CANNY
- Librerías OpenMP integradas en los compiladores icc versión 4.1 y gcc en su versión 4.4
- En la memoria compartida Bambú se ha usado el compilador icc versión 4.1

1.2. El modelo CANNY

En 1986, Canny propuso un método para la detección de bordes, el cual se basaba en tres criterios:

- Un criterio de detección, expresa el hecho de evitar la eliminación de bordes importantes y no suministrar falsos bordes.
- El criterio de localización, establece que la distancia entre la posición real y la localizada del borde se debe minimizar.

- El criterio de una respuesta, que integre las respuestas múltiples correspondientes a un único borde.

1.2.1. Algoritmo

Uno de los métodos relacionados con la detección de bordes es el uso de la primera derivada, la que es usada debido a que, toma el valor de cero en todas las regiones donde no varía la intensidad y tiene un valor constante en toda la transición de intensidad. Por tanto un cambio de intensidad se manifiesta como un cambio brusco en la primera derivada [1], característica que es usada para detectar un borde, y en la que se basa el algoritmo de Canny.

El algoritmo de Canny consiste en tres grandes pasos:

- Obtención del gradiente: en este paso se calcula la magnitud y orientación del vector gradiente en cada píxel.
- Supresión no máxima: en este paso se logra el adelgazamiento del ancho de los bordes, obtenidos con el gradiente, hasta lograr bordes de un píxel de ancho.
- Histéresis de umbral: en este paso se aplica una función de histéresis basada en dos umbrales; con este proceso se pretende reducir la posibilidad de aparición de contornos falsos.

1.2.2. Obtención del gradiente

Para la obtención del gradiente, lo primero que se realiza es la aplicación de un filtro gaussiano a la imagen original con el objetivo de suavizar la imagen y tratar de eliminar el posible ruido existente. Sin embargo, se debe tener cuidado de no realizar un suavizado excesivo, pues se podrían perder detalles de la imagen y provocar un pésimo resultado final. Este suavizado se obtiene promediando los valores de intensidad de los píxeles en el entorno de vecindad con una máscara de convolución de media cero y desviación estándar σ .

En la figura 1, se muestran dos ejemplos de máscaras que se pueden usar para realizar el filtrado gaussiano.

Una vez que se suaviza la imagen, para cada píxel se obtiene la magnitud y módulo (orientación) del gradiente, obteniendo así dos imágenes. El algoritmo para este primer paso se describe a continuación.

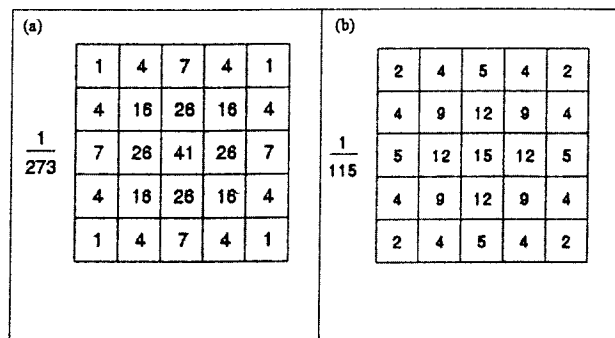


Figura 1. Máscaras de convolución recomendadas para el obtener el filtro gaussiano. La máscara (a) fue obtenida de [4], mientras que la máscara (b) fue obtenida de [5].

Algoritmo: Obtención de Gradiente

Entrada: imagen I máscara de convolución H, con media cero y desviación estándar σ imagen E_m de la magnitud del gradiente

Salida: imagen E_o de la orientación del gradiente

- Suavizar la imagen I con H mediante un filtro gaussiano y obtener J como imagen de salida.
- Para cada píxel (i, j) en J, obtener la magnitud y orientación del gradiente basándose en las siguientes expresiones:

El gradiente de una imagen $f(x,y)$ en un punto (x,y) se define como un vector bidimensional dado por la ecuación:

$$G[f(x,y)] = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial x} f(x,y) \\ \frac{\partial}{\partial y} f(x,y) \end{bmatrix}$$

Siendo un vector perpendicular al borde, donde el vector G apunta en la dirección de variación máxima de f en el punto (x,y) por unidad de distancia, con la magnitud y dirección dadas por:

$$|G| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} = |G_x| + |G_y|,$$

$$\phi(x, y) = \tan^{-1} \frac{G_y}{G_x}$$

- c. Obtener E_m a partir de la magnitud de gradiente y E_o a partir de la orientación, de acuerdo a las expresiones anteriores.

1.2.3. Supresión no máxima al resultado del gradiente

Las dos imágenes generadas en el paso anterior sirven de entrada para generar una imagen con los bordes adelgazados. El procedimiento es el siguiente: se consideran cuatro direcciones identificadas por las orientaciones de 0° , 45° , 90° y 135° con respecto al eje horizontal. Para cada píxel se encuentra la dirección que mejor se aproxime a la dirección del ángulo de gradiente.

Posteriormente se observa si el valor de la magnitud de gradiente es más pequeño que al menos uno de sus dos vecinos en la dirección del ángulo obtenida en el paso anterior. De ser así se asigna el valor 0 a dicho píxel, en caso contrario se asigna el valor que tenga la magnitud del gradiente.

La salida de este segundo paso es la imagen I_n con los bordes adelgazados, es decir, $E_m(i, j)$ después de la supresión no máxima de puntos de borde.

Algoritmo: Supresión no máxima

Entrada: imagen E_m de la magnitud del gradiente
imagen E_o de la orientación del gradiente

Salida: imagen I_n

Considerar: cuatro direcciones d_1, d_2, d_3, d_4 identificadas por las direcciones de $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ y 135° con respecto al eje horizontal

- a. Para cada píxel (i, j) :

a.1 Encontrar la dirección d_k que mejor se aproxima a la dirección $E_o(i, j)$, que viene a ser la perpendicular al borde.

- a.2 Si $E_m(i, j)$ es más pequeño que al menos uno de sus dos vecinos en la dirección d_k , al I_n se le asigna el valor 0, $I_n(i, j) = 0$ (supresión), de otro modo píxel (i, j) de $I_n(i, j) = E_m(i, j)$.

- b. Devolver I_n

1.2.4. Histéresis de umbral a la supresión no máxima

La imagen obtenida en el paso anterior suele contener máximos locales creados por el ruido. Una solución para eliminar dicho ruido es la histéresis del umbral.

El proceso consiste en tomar la imagen obtenida del paso anterior, obteniendo la orientación de los puntos de borde de la imagen y escoger dos umbrales, el primero más pequeño que el segundo. Para cada punto de la imagen se debe localizar el siguiente punto de borde no explorado que sea mayor al segundo umbral. A partir de dicho punto seguir las cadenas de máximos locales conectados en ambas direcciones perpendiculares a la normal del borde siempre que sean mayores al primer umbral. Así se marcan todos los puntos explorados y se almacena la lista de todos los puntos en el contorno conectado. Es así como en este paso se logra eliminar las uniones en forma de Y de los segmentos que confluyan en un punto

Algoritmo: Histéresis de umbral a la supresión no máxima

Entrada: imagen I_n obtenida del paso anterior
imagen E_o de la orientación del gradiente
umbral t_1
umbral t_2 , donde $t_1 < t_2$

Salida: imagen G con los bordes conectados de contornos

- a. Para todos los puntos de I_n y explorando I_n en orden fijo:

a.1. Localizar el siguiente punto de borde no explorado previamente, $I_n(i, j)$, tal que: $I_n(i, j) > t_2$

a.2. Comenzar a partir de $I_n(i, j)$, seguir las cadenas de máximos locales conectados.

En ambas direcciones perpendiculares a la normal de borde, siempre que $I_n > t_1$.

a.3. Marcar todos los puntos explorados y, salvar la lista de todos los puntos en el Entorno conectado encontrado. (OJO)

b. Devolver G formada por el conjunto de bordes conectados de contornos de la imagen, así como la magnitud y orientación, describiendo las propiedades de los puntos de borde.

1.2.5. Un cuarto paso

Frecuentemente, es común que un cuarto y último paso se realice en el algoritmo de Canny que consiste en cerrar los contornos que pudiesen haber quedado abiertos por problemas de ruido.

Un método muy utilizado es el algoritmo de Deriche y Cocquerez. Este algoritmo utiliza, como entrada, una imagen binarizada de contornos de un píxel de ancho. El algoritmo busca los extremos de los contornos abiertos y sigue la dirección del máximo gradiente hasta cerrarlos con otro extremo abierto.

El procedimiento consiste en buscar para cada píxel uno de los ocho patrones posibles que delimitan la continuación del contorno en tres direcciones posibles. Esto se logra con la convolución de cada píxel aplicando una máscara específica. Cuando alguno de los tres puntos es, ya un píxel de borde, se entiende que el borde se ha cerrado, de lo contrario se elige el píxel con el valor máximo de gradiente y se marca como nuevo píxel de borde y se aplica nuevamente la convolución. Estos pasos se repiten para todo extremo abierto hasta encontrar su cierre o hasta llegar a cierto número de iteraciones determinado.

II. ESTUDIO TEÓRICO

La paralelización con memoria compartida se debe a la gran difusión que los sistemas multicore tienen hoy en día, lo que permite acceder a un mayor número de plataformas sobre las cuales se realiza las diferentes pruebas de rendimiento, una vez paralelizado el software. Para la realización de este estudio se usará el modelo de detección de bordes CANNY el cual posee características como:

- Posee un código muy estructurado, lo que posibilita una mejor comprensión de su esquema de trabajo.
- Está desarrollado en C lo que permite el uso de librerías y compiladores ampliamente extendidos para la programación paralela.
- Existe la documentación del mismo, que facilita la tarea de conocer la función de cada una de las subrutinas que lo componen.
- Experiencia en su uso al haberse utilizado para la realización de estudios de detección de bordes.

Este estudio ha consistido en el cálculo del tiempo de ejecución del programa, `canny.c`[2]. No se pretende hallar el valor exacto de este, sino derivar un modelo de ese tiempo. Para ello se ha localizado los bucles con mayor tiempo de ejecución que se llevan a cabo en cada una de las funciones que componen el programa, ya que son estos bucles los que suponen un mayor coste en tiempo de cálculo, debido a que las operaciones aritméticas que se realizan con números son muchas y a veces complejas de realizar, muchos sistemas destinan procesadores especiales para la realización específica de este tipo de operaciones. En la Tabla 2 se puede ver el coste, en tiempo, de cada una de las funciones principales, calculándose en función de las variables $rows =$ número de filas de la imagen a procesar y $cols =$ número de columnas de la imagen a procesar.

La función principal CANNY, encargada de marcar los bordes de una imagen, está compuesta por varias subfunciones, algunas de las cuales tienen mayor coste computacional, como es la función `no_max_supp`. A continuación se detalla cada una de las subrutinas usadas dentro de la función `canny`:

canny → Función principal (Compuesta por subfunciones), realiza la detección de bordes

Subfunciones:

- gaussian_smooth → Aplica un filtro gaussiano a la imagen original con el objetivo de suavizar la imagen
- derrivative_x_y → Calcula la primera derivada en la direcciones x e y. Tome el dx y dy las primeras derivadas usando [-1,0,1] y [1,0,-1]
- radian_direction → Calcula la dirección de la pendiente, en radianes de acuerdo al movimiento de las agujas del reloj del eje positivo de las x.
- magnitude_x_y → Calcula la magnitud del gradiente, $\sqrt{dx^2+dy^2}$
- non_max_supp → Realiza la supresión no máxima, permitiendo obtener anchos de píxeles de 1 unidad.
- apply_hysteresis → Se implementa el uso de histéresis para marcar el borde de los píxeles, permite reducir la posibilidad de aparición de contornos falsos.

Existen otras funciones, que permiten leer y escribir datos, como son: lectura de datos y escritura de datos de una imagen hacia o desde un archivo.

PASOS PARA PARALELIZAR EL PROGRAMA CANNY.

1. **Optimizar.** Usar las opciones apropiadas para obtener el mejor desempeño en un solo procesador.
2. **Perfilado.** Identificar los ciclos más significativos que sean de más peso en el cómputo.
3. **Pruebas.** Determinar que los resultados sean los correctos en la ejecución secuencial.
4. **Elegir modelo.** Determinar que modelo de programación paralela se va a implementar (OpenMP, MPI, Directivas Sun).
5. **Paralelizar.** Usar una combinación de opciones para compilar y construir el ejecutable paralelizado tomando en cuenta el perfil obtenido del programa.
6. **Verificar.** Correr el programa paralelizado sobre un solo procesador y revisar que no existan errores de programación.
7. **Pruebas.** Medir el desempeño con varios procesadores y con diferentes tamaños del problema.
8. **Repetir los pasos 5, 6 y 7.** Hasta tener un rendimiento máximo con las opciones especificadas

El modelo de programación paralela que se va a implementar es OPENMP, ya que el programa de detección de bordes CANNY, está implementado en Lenguaje C, existiendo las librerías y compiladores que permiten aplicar el modelo.

Las imágenes tratadas en esta aplicación tiene la extensión pgm, Portable Graymap Format, que es un formato de gráficos simple en escala de grises. Utiliza 8 bits por píxel si el valor máximo de gris es de 255, utiliza 16 bits por píxel si el valor es mayor que 255 y menor que 65535. Un fichero **pgm** contiene texto plano y puede ser modificado con un simple procesador de texto, también existe la versión en binario, no legible por procesadores de texto normalmente.

| ORD | IMAGEN | TAMAÑO | CASO DE ESTUDIO |
|-----|------------|---------|-----------------|
| 1 | cube_left | 132x212 | 1 |
| 2 | Barche | 256x256 | 2 |
| 3 | peppers_bn | 256x256 | 2 |
| 4 | Fruits | 512x512 | 3 |
| 5 | Bridge | 512x512 | 3 |
| 6 | Zelda | 512x720 | 4 |
| 7 | Airoplane | 768x768 | 4 |
| 8 | Testpat | 768x768 | 4 |

Tab. 1: Tamaño de la imágenes tratadas con el programa CANNY

De acuerdo al tiempo de ejecución obtenido se decidió paralelizar las siguientes subfunciones de la función principal CANNY: `magnitud_x_y`, `derivative_x_y`, `gaussian_smooth`, `non_max_supp`, `apply_hysteresis`.

| Ord | Imagen | magnitud_x_y | derivative_x_y | gaussian_smoth | non_max_supp | apply_hysteresis |
|-----|------------|--------------|----------------|----------------|--------------|------------------|
| 1 | cube_left | 0.0006690 | 0.0000808 | 0.0019128 | 0.0007382 | 0.0004018 |
| 2 | barche | 0.0015680 | 0.0015680 | 0.0046010 | 0.0017280 | 0.0007926 |
| 3 | peppers_bn | 0.0015340 | 0.0014978 | 0.0046390 | 0.0016594 | 0.0007490 |
| 4 | fruits | 0.0037806 | 0.0032789 | 0.0183420 | 0.0050177 | 0.0023350 |
| 5 | bridge | 0.0036790 | 0.0032564 | 0.0182640 | 0.0052060 | 0.0022650 |
| 6 | zelda | 0.0100572 | 0.0050467 | 0.0320738 | 0.0105978 | 0.0044294 |
| 7 | airoplane | 0.0089789 | 0.0049578 | 0.0326700 | 0.0098753 | 0.0047602 |
| 8 | testpat | 0.0091810 | 0.0076450 | 0.0457820 | 0.0099878 | 0.0048482 |

Tab. 2: Tiempos de ejecución de los bucles de las subfunciones de la función principal CANNY

En lo que se refiere a la subfunción `radian_direction`, esta opción se ha añadido para obtener la dirección del gradiente de borde, con la finalidad de disponer de información necesaria para el cálculo de una figura de bordes de calidad.

Cabe destacar que no se va a paralelizar todas las funciones aplicando las directivas `OPENMP`, lo cual no se asegura la reducción del tiempo de ejecución.

III. PARALELIZACIÓN DEL CÓDIGO

El objetivo principal del presente trabajo no es la paralelización del código del modelo CANNY,

sino realizar un estudio del comportamiento de este, una vez paralelizado, frente a diferentes tamaños de problema; por lo cual sólo se ha realizado la paralelización en algunos de los bucles del código y no en todo el modelo, ya que, la paralelización de todo el código tendría un alto valor funcional pero no nos ayudaría a avanzar en los objetivos planteados. Para ilustrar cómo se llevo a cabo el proceso de paralelización, se ha seleccionado la porción de código mostrada en la figura 3.

| No. Línea | Porción de Código de la función gaussian_smooth |
|-----------|---|
| 1 | for(c=0;c<cols;c++){ |
| 2 | for(r=0;r<rows;r++){ |
| 3 | sum = 0.0; |
| 4 | dot = 0.0; |
| 5 | for(rr=(-center);rr<=center;rr++){ |
| 6 | if(((r+rr) >= 0) && ((r+rr) < rows)){ |
| 7 | dot += tempim[(r+rr)*cols+c] * kernel[center+rr]; |
| 8 | sum += kernel[center+rr]; |
| 9 | } |
| 10 | } |
| 11 | (*smoothedim)[r*cols+c] = (short int)(dot*BOOSTBLURFACTOR/sum |
| 12 | + 0.5); |
| 13 | } |
| | } |

Fig. 3: porción de código de la función gaussian_smooth: Aplica un filtro gaussiano a la imagen original con el objetivo de suavizar la imagen

El primer paso para la paralelización del código ha sido establecer cuáles de las variables que en él aparecen, son privadas de cada uno de los threads y cuáles han de ser compartidas para permitir el acceso de todos los threads a ellas. Si observamos el código mostrado en la figura 3, se puede notar que las matrices requieren el acceso al máximo número de columnas y filas de la imagen, por lo que cols y rows se debe asegurar que estas no sean privadas. Así mismo, una vez calculadas las diferentes variables, todos los threads han de poder escribir en la matriz de resultados smoothedim, debiendo ser esta variable compartida. OpenMP solo considera como privadas aquellas variables que se declaren como tales. En el caso que se está analizando, las variables r, c y pos deberán ser privadas, ya

que cada uno de los threads las utiliza de manera independiente.

En el caso de no declararlas como tales, cada thread intentaría acceder a una variable que está siendo usada por otro thread, debiendo esperar a que éste termine para su uso, perdiendo de esta manera la mejora de tiempos debido a la paralelización del código, así mismo el valor de una variable que no es privada, obtenido por un thread, podrían ser sustituido por el calculado de otro thread, antes de que el primer thread hubiera hecho uso de los valores calculados por él, llevando esto a errores en los resultados obtenidos. En la figura 4, se puede ver un esquema de la porción de código paralelizado con las variables declaradas privadas (negrita, cursiva y subrayada) y públicas (letra cursiva y negrita).

| No. Línea | Porción de Código de la función gaussian_smooth |
|-----------|--|
| 1 | #pragma omp parallel shared(<i>rows, cols, smoothedim</i>) private(<i>r, c, dot, sum</i>) |
| 2 | { |
| 3 | #pragma omp for schedule (dynamic,100) |
| 4 | for(c=0;c<cols;c++){ |
| 5 | for(r=0;r<rows;r++){ |
| 6 | sum = 0.0; |
| 7 | dot = 0.0; |
| 8 | for(rr=(-center);rr<=center;rr++){ |
| 9 | if(((r+rr) >= 0) && ((r+rr) < rows)){ |
| 10 | dot += tempim[(r+rr)*cols+c] * kernel[center+rr]; |
| 11 | sum += kernel[center+rr]; |
| 12 | } |
| 13 | } |
| 14 | (*smoothedim)[r*cols+c] = (short int)(dot*BOOSTBLURFACTOR/sum + |
| 15 | 0.5); |
| 16 | } |
| 17 | } |
| | } |

Fig. 4: Porción de código de la función gaussian_smooth paralelizado: Aplica un filtro gaussiano a la imagen original con el objetivo de suavizar la imagen

IV. PRUEBAS DE RENDIMIENTO Y ESCALABILIDAD EN DIFERENTES SISTEMAS MULTICORE

Se han seleccionado bucles de código de las subfunciones de la función principal *CANNY*, así como el número de procesadores utilizados en la paralelización del mismo, 1, 2, 4, 8 procesadores en la Memoria compartida *Bambu*, aplicándose las directivas *OPENMP*.

Lo que se pretende es comprobar que para diferentes tamaños de problema, el número de procesadores con el que se consigue la máxima eficiencia, para lo cual se tiene referencia de los

tiempos de ejecución del código secuencial, ver Tabla 2.

En cada uno de los bucles se incrustó, directivas *OPENMP*, ejecutándose diferentes configuraciones, con la finalidad de reducir los tiempos de ejecución.

Los tamaños de problemas, imágenes, usados han sido desde 132x212, 256x256, 512x512, 576x720, 768x768, el total de imágenes usadas son 8.

A continuación se muestra los bucles paralelizados de la función *gaussian_smooth*:

No. Porción de Código de la función *gaussian_smooth*

Línea

```
1 #pragma omp parallel shared(rows, cols, tempim, smoothedim) private(r,
2 c, dot, sum)
3 {
4 #pragma omp for schedule (dynamic,50)
5 for(r=0;r<rows;r++){
6 for(c=0;c<cols;c++){
7 dot = 0.0;
8 sum = 0.0;
9 for(cc=(-center);cc<=center;cc++){
10 if(((c+cc) >= 0) && ((c+cc) < cols)){
11 dot += (float)image[r*cols+(c+cc)] * kernel[center+cc];
12 sum += kernel[center+cc];
13 }
14 }
15 tempim[r*cols+c] = dot/sum;
16 }
17 }
18 #pragma omp for schedule (dynamic,100)
19 for(c=0;c<cols;c++){
20 for(r=0;r<rows;r++){
21 sum = 0.0;
22 dot = 0.0;
23 for(rr=(-center);rr<=center;rr++){
24 if(((r+rr) >= 0) && ((r+rr) < rows)){
25 dot += tempim[(r+rr)*cols+c] * kernel[center+rr];
26 sum += kernel[center+rr];
27 }
28 }
29 (*smoothedim)[r*cols+c] = (short int)(dot*BOOSTBLURFACTOR/sum +
30 0.5);
31 }
```

Fig. 5: Porción de código de la función *gaussian_smooth* paralelizado: Aplica un filtro gaussiano a la imagen original con el objetivo de suavizar la imagen,

Paralelizado

Para aplicar la directiva `schedule` se tomó en cuenta los parámetros: `static`, `dynamic`, `guided`, `runtime`, a los mismos que se les aplicó los siguientes chunk: 0, 1, 10, 50, 100, 200, 256, 512, de acuerdo al número de filas y columnas (pixels) que maneja cada uno de los problemas tratados (imágenes) en la detección de bordes (Programa *CANNY*).

Se aplicó la directiva `schedule (dynamic,50)` en el primer bucle y `schedule (dynamic,100)` en el segundo bucle, lo que permite que las iteraciones se dividan en 50 y 100 respectivamente y se asignen a los threads dinámicamente cuando van acabando su trabajo. Pudiéndose comprobar que con la asignación dinámica se reducen los tiempos de espera, ya que las iteraciones más largas se reparten por probabilidad entre las distintas threads.

NOMBRE: fruits.pgm
TAMAÑO: 512x512
FUNCIÓN: gaussian_smooth

| # MEDIC. | SIN PARAL. | # PROCESADORES | | | |
|----------|------------|----------------|-----------|-----------|-----------|
| | | 1 | 2 | 4 | 8 |
| 1 | 0.0183190 | 0.0235750 | 0.0236118 | 0.0159190 | 0.0199420 |
| 2 | 0.0183410 | 0.0236010 | 0.0236118 | 0.0155930 | 0.0188930 |
| 3 | 0.0183760 | 0.0236630 | 0.0236118 | 0.0165140 | 0.0189600 |
| 4 | 0.0183630 | 0.0235980 | 0.0236118 | 0.0164080 | 0.0192180 |
| 5 | 0.0183130 | 0.0236220 | 0.0236118 | 0.0158970 | 0.0197520 |
| PROMEDIO | 0.0183424 | 0.0236118 | 0.0236118 | 0.0160662 | 0.0193530 |

Tab. 3: Tiempos de ejecución medidos en la función `gaussian_smooth`, en la imagen `fruits.pgm`

En la Tabla 3 se muestra los tiempos de ejecución medidos, en la función `gaussian_smooth`, para la imagen `fruits.pgm`, con diferente número de procesadores.

Observando la Tabla 3 se puede ver que los tiempos de ejecución se ven un poco reducidos al incrementar el número de procesadores que se utilizan para el cálculo, pero la mejor forma de tener unas conclusiones más concretas, con respecto a estos resultados, es utilizando el Speed-up y la Eficiencia.

En la figura 5 se muestra gráficamente los tiempos de ejecución, medidos en la función `gaussian_smooth`, en la imagen `fruits.pgm`, con diferente número de procesadores.

SPEED-UP

| | 1 | 2 | 4 | 8 |
|--|------|------|------|------|
| | 1.00 | 1.63 | 1.47 | 1.22 |

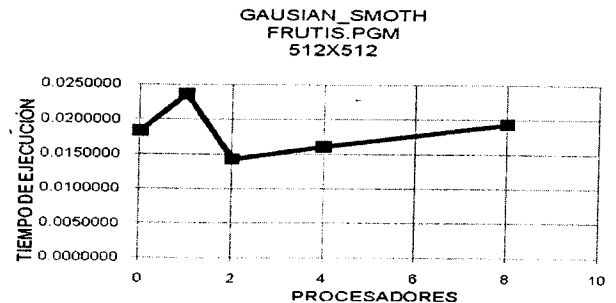


Fig. 5 Tiempos de Ejecución medidos en la función `gaussian_smooth`, en la imagen `fruitd.pgm`

El Speed-up [9] se muestra en la figura 6.

TIEMPO DE EJECUCIÓN

| SIN PARALELIZAR | 1 | 2 | 4 | 8 |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 0.0183424 | 0.0236118 | 0.0160662 | 0.0160662 | 0.0193530 |

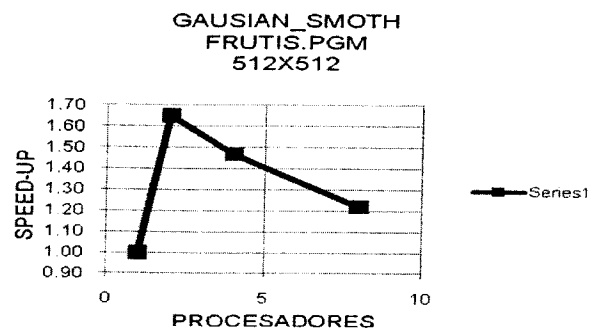


Fig. 6: Speed-up medidos en la función `gaussian_smooth`, en la imagen `fruits.pgm`

Al calcular el Speed-up, se puede concluir que, para el caso de 2 procesadores, se obtienen un Speed-up cercano al ideal, es decir, cercano a dos procesadores. En el caso de 4 y 8 procesadores la ganancia obtenida es reducida en respecto al ideal. El siguiente paso es el cálculo de la Eficiencia, reflejada en la Tabla 4, haciendo uso de los datos del Speed-up que se han mostrado anteriormente.

EFICIENCIA

| | | |
|--|------|------|
| | 4 | 8 |
| | 0.37 | 0.15 |

Tabla 4: Eficiencia en la función gaussian_smooth, en la imagen fruits.pgm

La eficiencia, que como ya se sabe tiene un valor ideal de 1, da una visión más clara de los datos obtenidos, pero no aporta nada nuevo, sino que viene a reforzar las conclusiones que se obtuvieron estudiando los datos del Speed-up.

De lo anterior se puede deducir que la metodología aplicada para reducir los tiempos de ejecución paralelizando, el código de detección de bordes CANNY, es el siguiente:

1. En cada uno de los bucles de las subfunciones de la función principal CANNY se aplicó las directivas OPENMP.
2. Se midió los tiempos de ejecución con diferentes configuraciones de la directivas, en cada uno de los bucles, así como la variación del número de procesadores, encontrando el mejor tiempo.
3. Se aplicó a distintos tamaños de problemas (imágenes), verificando 1 y 2.
4. Una vez establecidas las configuraciones de las directivas OPENMP, se realizó el cálculo de los tiempos de ejecución globales a través de la función principal CANNY.
5. Se calcula el Speed-up y la eficiencia lo que permite obtener conclusiones más concretas.

A continuación se indica los resultados obtenidos al paralelizar el código CANNY:

De las mediciones realizadas se asume que los casos de estudio que se han realizado teniendo en cuenta el tamaño del problema, se podrían considerar 4 casos: el caso de estudio uno tendría un tamaño de problema pequeño (132x212), el caso dos mediano (256x256), el tres mediano-grande (512x512) y el caso de estudio cuatro grande (768x768)

En la Tabla 5 se muestra los tiempos de ejecución medidos, en la función principal CANNY, para los cuatro casos de estudio, con diferente número de procesadores.

TIEMPO DE EJECUCIÓN

| CASOS | PROCESADORES | | |
|-------|--------------|-----------|-----------|
| | 1 | 4 | 8 |
| 1 | 0.0044758 | 0.0141738 | 0.0220486 |
| 2 | 0.0106346 | 0.0163358 | 0.1723344 |
| 3 | 0.0315997 | 0.0260582 | 0.0296350 |
| 4 | 0.0919420 | 0.0497902 | 0.0555314 |

Tabla 5: Tiempos de ejecución en la función CANNY, con diferente número de procesadores

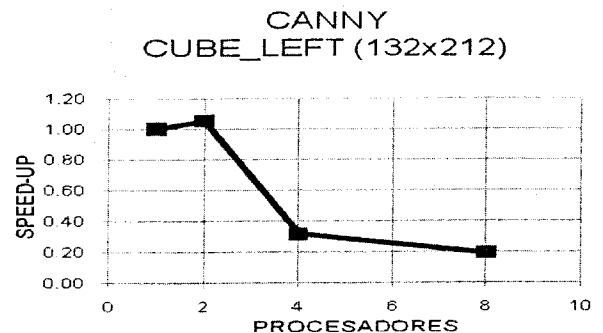
Observando la Tabla 5 se puede ver que los tiempos de ejecución se ven reducidos al incrementar el número de procesadores a 2 que se utilizan para el cálculo, pero la mejor forma de tener unas conclusiones más concretas, con respecto a estos resultados, es utilizando el Speed-up y la Eficiencia.

El Speed-up se muestra a continuación.

CASO 1:

SPEED-UP

| | | |
|------|------|------|
| 1 | 4 | 8 |
| 1.00 | 0.32 | 0.19 |

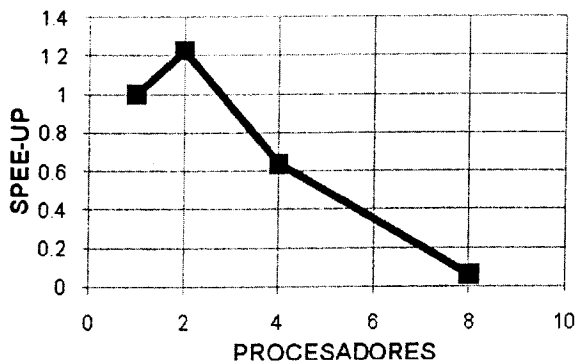


CASO 2:

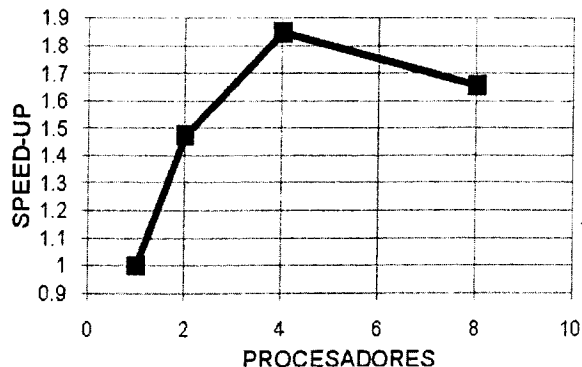
SPEED-UP

| | | |
|---|------|------|
| 1 | 4 | 8 |
| 1 | 0.64 | 0.06 |

CANNY
BARCHE (256X256)



CANNY
TESTPAD (768x768)

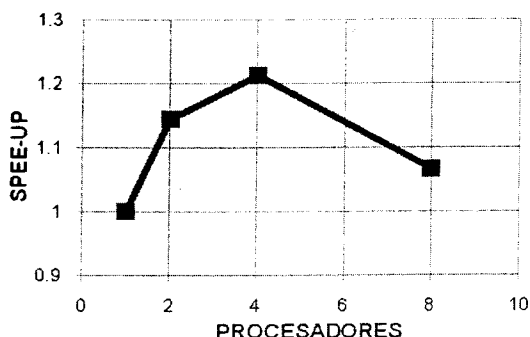


CASO 3:

SPEED-UP

| 1 | 2 | 4 | 8 |
|---|------|------|------|
| 1 | 1.14 | 1.21 | 1.07 |

CANNY
FRUITS (512x512)



CASO 4:

SPEED-UP

| 1 | 2 | 4 | 8 |
|---|------|------|------|
| 1 | 1.48 | 1.66 | 1.66 |

Al calcular el Speed-up, se puede concluir que, para el caso de 2 procesadores, cuando el tamaño del problema es pequeño, mediano, mediano-grande e incluso grande, se obtienen un Speed-up no ideal, es decir, no está cerca a dos.

En el caso de 4 procesadores la ganancia obtenida es reducida, quedando casi dos punto y medio más o menos por debajo del ideal tanto para tamaños de problemas grandes como problemas casi reales, aunque, cabe decir, que la tendencia que muestra es a aumentar conforme el tamaño de problema se aumenta.

En el caso de 8 procesadores la ganancia obtenida es muy reducida pero aun queda casi seis puntos y medio por debajo de su ideal para tamaños de problemas grandes como tamaños de problema casi reales, aunque, cabe decir, que la tendencia que muestra es a aumentar conforme el tamaño de problema aumenta.

Si se observa las figuras anteriores se puede observar, tal y como era de esperar, que conforme aumenta el tamaño del problema (imágenes) y el número de procesadores a resolver por los bucles, los speed up conseguidos son mejores, aunque en ningún caso superan el valor de 2.

El siguiente paso es el cálculo de la Eficiencia, reflejada en la Tabla 6, haciendo uso de los datos del Speed-up que se han mostrado anteriormente.

| CASOS | | 4 | 8 |
|-------|--|------|------|
| 1 | | 0.08 | 0.02 |
| 2 | | 0.16 | 0.01 |
| 3 | | 0.30 | 0.13 |
| 4 | | 0.46 | 0.21 |

Tab. 6: Eficiencia de los casos de estudio

La eficiencia, da una visión más clara de los datos obtenidos, pero no aporta nada nuevo, sino que viene a reforzar las conclusiones que se obtuvieron estudiando los datos del Speed-up. También se puede decir que la eficiencia, a medida que los tamaños de problemas son más grandes estos, se van acercando a uno, más rápidamente con 2 procesadores.

Los resultados obtenidos indican la importancia que tiene la realización de un estudio de

V. EXPERIMENTACIÓN CON DIFERENTES ESTRATEGIAS DE PARALELIZACIÓN [8]

Tal y como se vio en el apartado anterior, existe una necesidad de establecer una serie de estrategias previas a la hora de ejecutar un código paralelizado que asegure que se esté obteniendo tiempos de ejecución del código cercano al mejor posible en la máquina en la que se está trabajando. La estrategia planteada en el presente trabajo está basada en la capacidad que tiene OpenMP, mediante la orden `omp_set_num_threads`, de establecer un número de threads a usar distinto para cada parte del código. De tal forma que todo el código paralelo no se ejecute con el máximo número de procesadores disponible, sino que para cada bucle paralelizado se intenta usar el número de procesadores con el que se obtenga una mayor disminución del tiempo de cálculo. Las pruebas experimentales se han realizado en la memoria compartida *bambu*.

A partir de los datos obtenidos en las diversas pruebas, se ha podido determinar el número de cores con el que se obtiene una mayor disminución de tiempos para cada uno de los bucles tipo.

La primera de las estrategias a afrontar sería la realización, por parte de un usuario nuevo, de todas las pruebas que se han ejecutado en el presente estudio, llegando a obtener la tabla 7 para cada tipo de bucle, lo que le permitiría

escalabilidad y rendimiento del código paralelizado, ya que, tal y como se ha comprobado, no en todos los casos se obtienen mejores tiempos de ejecución usando el código paralelizado respecto al secuencial. Así mismo, el uso del máximo número de procesadores disponibles, tampoco nos asegura que la disminución del tiempo de cálculo sea mayor. También se pone de manifiesto el hecho de que según el tipo de bucle a paralelizar, el número de procesadores óptimo puede variar. Todos estos factores indican la necesidad de adoptar alguna estrategia de paralelización que permita usar un número de los procesadores variables según el tamaño del problema y el tipo de bucle que se paralelice, así como la conveniencia de la autooptimización, aplicando técnicas utilizadas con anterioridad en otros campos [6] y [7].

asignar el mejor número de procesadores para cada bucle según el tamaño de su problema.

| ORD. | CASO DE ESTUDIO | THREAD |
|------|-----------------|--------|
| 1 | 1 | 2 |
| 2 | 2 | 2 |
| 3 | 3 | 2 |
| 4 | 4 | 4 |

Tab. 7a: Número de threads por caso de estudio en la función `gaussian_smooth`

| ORD. | CASO DE ESTUDIO | THREAD |
|------|-----------------|--------|
| 1 | 1 | 2 |
| 2 | 2 | 2 |
| 3 | 3 | 4 |
| 4 | 4 | 4 |

Tab. 7b: Número de threads por caso de estudio en la función principal `CANNY`

La última estrategia a afrontar por el usuario, sería el uso del máximo de procesadores disponibles, por lo que también se ha tenido en cuenta esta opción a la hora de realizar los experimentos.

VI. CONCLUSIONES

OpenMP ofrece esquemas dinámicos que causando muy poca sobrecarga por equilibrado de carga, producen un descenso de tiempo de

procesamiento en esos bucles cuyas iteraciones requieren tiempos de ejecución dispares.

Hay que tener cuidado de que aún con los costes de sincronización del esquema dinámico no se supera el tiempo de procesamiento del esquema secuencial. En la medida de lo posible hay que favorecer la localidad. Con un sistema de planificación de tipo (dynamic,1), cada thread realizará grupos de una iteración. Tras cada uno de esos grupos se tendrá que sincronizar de nuevo. Las distintas iteraciones de un bucle que se desea paralelizar van a tomar tiempos distintos e indeterminados para ejecutarse, plantearse la posibilidad de utilizar un esquema de asignación dinámica de trabajo. Se pudo comprobar que con la asignación dinámica se reducen los tiempos de espera, ya que las iteraciones más largas se reparten por probabilidad entre las distintas threads, figura 5.

A priori, cabría pensar que a la hora de ejecutar un código paralelizado, el uso del máximo número de procesadores disponibles implicaría un menor tiempo de ejecución del código, pero esto no es así, como queda demostrado en el trabajo desarrollado. El análisis de la escalabilidad del código paralelizado ha puesto de manifiesto la existencia de un número de procesadores límite a partir del cual las reducciones de tiempo obtenidas son muy pequeñas, como se puede ver en la tabla 5, se necesitarían 2 procesadores para mejorar el tiempo de proceso de detección de bordes de una imagen.

También se ha comprobado como el uso de un código paralelizado, puede suponer, en vez de una disminución en los tiempos de cálculo, un aumento de este (figura), siendo a partir de un tamaño de problema de $r=256$ e $c=256$ elementos (píxeles), cuando la paralelización del código empieza a suponer una mejora, aunque leve, en los tiempos de ejecución y cuando mayor son el número de procesadores aumenta el tiempo de proceso. Sería conveniente haber realizado las pruebas no solo en una máquina, *bambu*, con la finalidad de comprobar con el mismo código, según dónde se ejecute, presente resultados diferentes pudiendo suponer un comportamiento similar, en general.

Para poder tener un mejor conocimiento de la respuesta del código a la paralelización, se han

seleccionado 4 casos de estudio para CANNY en función del número de píxeles (pequeño, mediano, mediano grande y grande). Esto ha permitido comprobar, que a la hora de hallar el número de procesadores a usar, no solo hay que tener en cuenta el tamaño del problema a resolver, sino también el tipo de bucle que se está ejecutando. Las pruebas realizadas han mostrado que el speed up conseguido es mayor en el caso de tamaños de problemas grandes.

Por último, se han probado diferentes estrategias que la persona encargada de ejecutar el código paralelizado podría usar para determinar el número óptimo de procesadores para cada tipo de bucle.

Para ello se han utilizado unos valores de referencia (tabla 7) extraídos de las diferentes pruebas realizadas. Los resultados obtenidos (tabla 5) muestran como la peor opción es el uso del máximo número de procesadores disponibles, ya que es con la que se obtienen menores reducciones de tiempo.

Por tanto, mediante este trabajo se ha demostrado la importancia que tiene la realización de un estudio previo del código paralelizado, descartando la idea de que a mayor número de procesadores mejores tiempos de ejecución. Así mismo se ha comprobado como el uso de algunas de las estrategias planteadas durante la instalación del código, permitirían obtener unos tiempos de cálculo cercanos a los óptimos para la máquina en que se esté ejecutando el código.

En el trabajo desarrollado, se ha trabajado con diferentes mallas, cuadradas y rectangulares, en el que el número de elementos en el eje X puede o no ser igual al del eje Y.

Los siguientes pasos que se podrían realizar serían enfocados en diferentes vías:

- Las estrategias de paralelización realizadas se han basado en estudiar cómo afecta el número de procesadores al tiempo de cálculo, sin embargo se podrían afrontar otras estrategias, como por ejemplo la policonpilación, mediante la que se pretende averiguar cuál sería el compilador con el que se obtendrían mejores tiempos para nuestro problema.

- Solamente se han utilizado, en el presente estudio, una máquina, por lo que sería conveniente repetir los experimentos realizados en diferentes máquinas, para intentar establecer un comportamiento general común a todas.

La Paralelización funciona mejor con tamaños de problemas más grandes, el algoritmo secuencial se las arregla para secuencias cortas.

VII. REFERENCIAS

- [1] Página web de tutorial CANNY. http://www.pages.drexel.edu/~weg22/can_tut.html.
- [2] Página web de código CANNY. <http://www-users.cs.york.ac.uk/~bernat/pwcet/canny.c>.
- [3] Página web de OpenMP. <http://openmp.org>.
- [4] Xiu-Bua, Liang-Sheng, and Hong-Sheng Zhang. Numerical simulation of summer circulation in the East China sea and its application in estimating the sources of red tides in the Yangtze river estuary and adjacent sea areas. *Journal of Hydrodynamics*, 19(3):272–281, 2007.
- [5] D. Marinova, J. Galbiatía, G. Giordanib, P. Viarolib, A.Ñorrod, S. Beneivellic, and J.M. Zaldivara. An integrated modelling approach for the management of clam farming in coastal lagoons. *Aquaculture*, 269(1-4):306, 2007.
- [6] J. Cuenca, D. Giménez, and J. González. Architecture of an automatic tuned linear algebra library. Elsevier Science, pages 187–220, 2004.
- [7] L.P. García, J. Cuenca, and D. Giménez. Auto-optimization of linear algebra parallel routines: the cholesky factorization. In PARCO 2005, 2005.
- [8] B Chapman, G Jost, and R. Van Der Pas. Using OpenMP, portable Shared memory Parallel Programming, pages 125–189, MIT 2008, 2008.
- [9] T. Braunl., Parallel Programming., Prentice Hall., 1993

COMPRESIÓN DE IMÁGENES EN MOVIMIENTO PARA TRANSMISIÓN EN REDES IP EN BASE A LA APLICACIÓN DE LA TRANSFORMADA DISCRETA COSENO CON DIFERENTES RELACIONES DE COMPRESIÓN

Ing. José Bucheli Andrade¹, Ing. Eddie Galarza Zambrano²

1. Departamento de Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Marqués de Maenza S/N Latacunga, Ecuador Jgbucheli@espe.edu.ec,
2. Departamento de Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Marqués de Maenza S/N Latacunga, Ecuador egalarza@espe.edu.ec

Resumen: Este artículo es una descripción de un método de la compresión de imágenes en movimiento, donde se explica el principio de la transformada discreta Coseno, la técnica utilizada para obtener diferentes relaciones de compresión de un video, el algoritmo utilizado para transmitir vía dirección IP y el proceso de decodificación del video transmitido.

I. INTRODUCCIÓN

La reproducción de imágenes en movimiento (video) en un ordenador, pese a su aparente sencillez, constituye una de las tareas que más recursos consume. Para que una sucesión de imágenes produzca el efecto óptico del movimiento, es necesario que se sucedan a una determinada velocidad, que suele girar en torno a los 30 fps, es decir, 30 imágenes o fotogramas por cada segundo. Si se reduce este valor, el vídeo se reproduce a saltos, disminuyendo la sensación de continuidad.

Las imágenes en movimiento contienen grandes cantidades de información que requieren mucho espacio de almacenamiento, ancho de banda considerable y tiempos largos de la transmisión. Por lo tanto es ventajoso comprimir la imagen almacenando solamente la información esencial necesaria para reconstruir la imagen. [1]

Para comprimir la imagen, las redundancias se deben explotar, por ejemplo, áreas donde hay poco o nada de cambio entre los valores del píxel.

Unas de las técnicas más comunes para lograr la compactación de una imagen es JPEG, que es un estándar para la compresión de imágenes. Así como JPEG representa un estándar para la compactación de imágenes el equivalente en transmisión de vídeo es el MPEG. [2] que utiliza la DCT

En este proyecto se desarrolló un método para realizar proceso de compresión y descompresión de imágenes en movimiento aplicando la técnica de la Transformada Discreta Coseno, como una alternativa para reducir la tasa de bits necesaria para la distribución o almacenamiento, sin detrimento significativo de la calidad de la señal.

El sistema elaborado permite comprimir imágenes a color en movimiento con cuatro relaciones de compresión para mejorar o reducir la compresión y la calidad de la imagen. Una interfaz gráfica de usuario elaborada en MATLAB permite observar la señal original, la señal comprimida, además permite seleccionar el número de tramas que se van a procesar, almacenar y enviar a través de una red IP.

II. TRANSFORMADA DISCRETA COSENO

La DCT es, sin ninguna duda, una de las transformadas más populares en el mundo de la compresión de imágenes y video. La DCT es utilizada en normas de codificación como JPEG, H.261, H.263, MPEG-1, MPEG-2 Y MPEG-4, entre otras.

Básicamente, la DCT cambia los valores originales que representan intensidades de color en valores que representan frecuencias del coseno. [3]

Las siguientes ecuaciones son las definiciones matemáticas idealizadas de la DCT 8x8 y de la IDCT 8x8 [4]

$$(1) \quad F(u, v) = \frac{C(u)}{2} \frac{C(v)}{2} \left[\sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 f(x, y) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{16} \right]$$

$$(2) \quad f(x, y) = \sum_{u=0}^7 \frac{C(u)}{2} \sum_{v=0}^7 \frac{C(v)}{2} F(u, v) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{16}$$

En la ecuación 1 y 2 F, f es el valor del coeficiente de la línea "u" y columna "v" (dominio de la frecuencia), u y v varían de 0 a 7.

x es el número de la columna de los píxeles y u es la frecuencia.
"y" es el número de la línea de los píxeles y "v" es la frecuencia.

La DCT toma cada bloque de 8x8 y lo descompone en 64 señales de una base ortogonal. Al coeficiente con frecuencia cero en las dos dimensiones se le llama coeficiente DC y a los otros 63 coeficientes, coeficientes AC. En la figura 1 se muestra los pasos típicos para el proceso de compresión basado en la DCT.

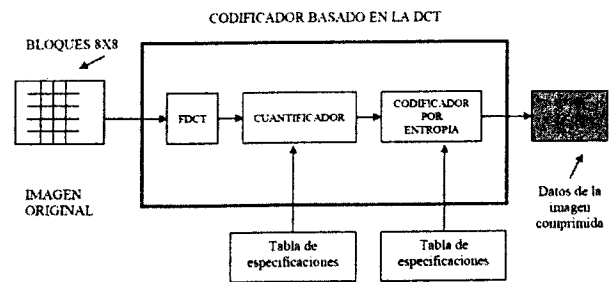


Figura 1. Pasos del proceso de codificación basado en la DCT.

En el decodificador, la IDCT realiza el proceso inverso. Toma 64 coeficientes DCT (que para entonces ya han sido cuantificados) y reconstruye una imagen de 64 puntos de salida.

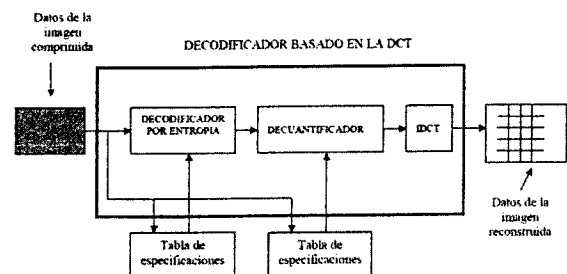


Figura 2. Pasos del proceso de decodificación basado en la IDCT

III. PROCEDIMIENTO

En este proyecto se aprovecha las características del sistema visual humano en el proceso de compresión. Se ha demostrado que el sistema visual humano es más insensible a las variaciones de alta frecuencia.

Después de que se selecciona un archivo de imágenes en movimiento a color, se selecciona cada una de los frames (tramas), la cual es representada por tres matrices, una para cada color (RGB). Esta matriz es dividida en submatrices (bloques) de 8x8 con la finalidad de que se efectúe con rapidez la DCT en cada uno de estos bloques.

Una vez que se tiene al archivo comprimido, se lo puede enviar a otra PC vía IP, para lo cual en Matlab existe la función "dos" que sirve para ejecutar comandos de MS-DOS (en este caso el comando copy). Desde Matlab, se puede utilizar de la siguiente forma

```
[s w] = dos(['copy ' "" origen "" "" destino """]);
```

Los comandos principales utilizados para transmitir vía IP en base a Matlab son: [5]

```
global IP
origen='d:\comprimi.mat';
ip1='\\';
ip2='\\D\comprimi.mat';
destino=strcat(ip1,IP);
destino=strcat(destino,ip2);
[s w] = dos(['copy ' "" origen "" "" destino """]);
set(handles.text9,'string',w);
```

DISEÑO DEL COMPRESOR DE IMÁGENES EN MOVIMIENTO

Procesamiento

- Archivo de imágenes en movimiento: Recibe un archivo en formato MPG y lo almacena en matrices para cada uno de los tres colores (RGB), donde cada coeficiente requiere de 24 bits para ser representado.
- División de la imagen en bloques de 8x8. Aquí se divide cada una de las tres matrices de la imagen en submatrices (bloques) de dimensiones 8x8, obteniéndose 64 valores para cada una.
- En caso de que las matrices no sean cuadradas se las rellena con valores "Cero" para conseguirlo.
- Transformación DCT. Se aplica la DCT a cada uno de los bloques 8x8. Los resultados obtenidos luego de aplicada la DCT, determinan que el primer coeficiente de cada bloque es siempre positivo y mayor que cualquiera de los otros elementos del bloque

A continuación se describe las instrucciones empleadas al aplicar la DCT luego de haber dividido el video en tramas y de haber seleccionado uno de los tres colores (RGB) en este caso R. Lo mismo se aplica para el resto de colores y tramas de un video.

```
I1 = b1;
I1 = double(I1);
nbloquesX = N/8;
nbloquesY = M/8;
%a=2;
T = dctmtx(8);
dct2 = @(block_struct) T *
block_struct.data * T';
B = blockproc(I1,[8 8],dct2);
```

- Eliminación de coeficientes. Elimina el número de coeficientes de cada uno de los bloques de acuerdo con la selección del usuario.

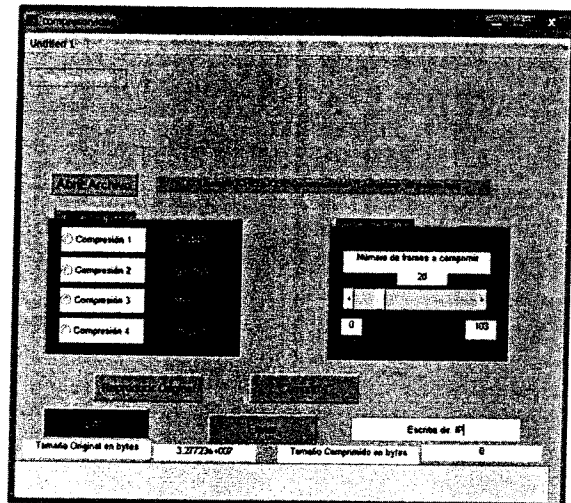


Figura 3 Panel virtual de interface de usuario para el compresor de imágenes en movimiento.

Por ejemplo al seleccionar la opción compresión 3, se selecciona una matriz de 3x3 de cada bloque de 8x8, los restantes coeficientes son eliminados. Es decir la imagen se forma con 9 de los 64 valores de cada bloque de 8x8.

DISEÑO DEL DESCOMPRESOR DE IMÁGENES EN MOVIMIENTO

Procesamiento

- Leer archivo comprimido: Lee un archivo comprimido en formato de MATLAB. extensión .mat en matrices para cada uno de los tres colores (RGB).
- Decodificación: Realiza el proceso inverso para leer los valores de DC y AC, los almacena en una matriz. Se rellena con ceros los valores que fueron eliminados según el grado de compresión seleccionado por el usuario en el proceso de compresión.
- Transformada inversa IDCT. Se aplica la DCT inversa a cada bloque de 8x8 y se forma la imagen aproximada a la imagen original antes del proceso de compresión.

```
T = dctmtx(8);  
invdct2 = @(block_struct) T' *  
block_struct.data * T;  
I_1 = blockproc(U1,[8 8],invdct2);  
I_1= uint8(I_1)
```

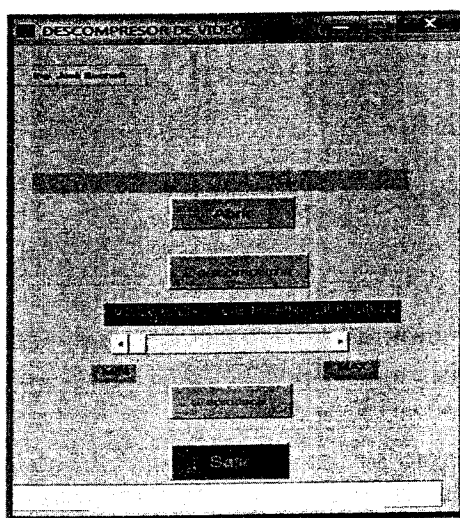


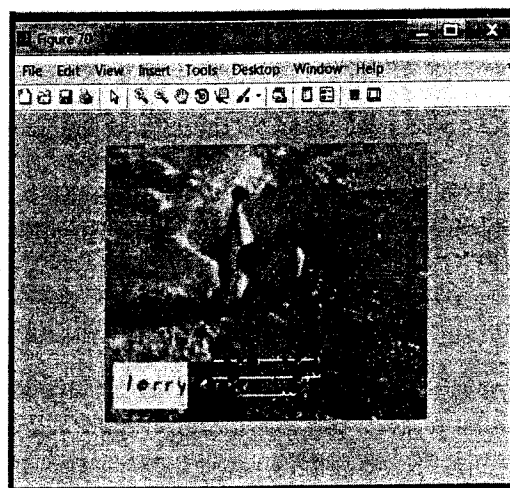
Figura 4 Panel virtual de interface de usuario para el Descompresor de imágenes en movimiento.

Se debe aclarar que el método utilizado consiste principalmente en reducir el número de píxeles de cada imagen, esto se lo hace escogiendo matrices de 4x4, 3x3, 2x2 y 1x1 de cada bloque de 8x8 en que previamente se dividió la imagen (es decir cada trama del video original se la divide en bloque de 8x8 antes de aplicar la DCT).

IV. RESULTADOS OBTENIDOS

El sistema descrito en este documento está implementado como un prototipo, desarrollado en MatLab. Concretamente, este proyecto está destinado al análisis, implementación de un algoritmo para el proceso de compresión, transmisión y descompresión de videos con limitado número de tramas.

En la figura 5 se muestra un ejemplo de imágenes en movimiento del compresor y descompresor para una relación de compresión del 75 %, en la cual se selecciona una matriz de 4x4 de cada bloque de 8x8, que luego son almacenados, los restantes coeficientes son eliminados. Es decir la imagen se forma con 16 de los 64 valores de cada bloque de 8x8.



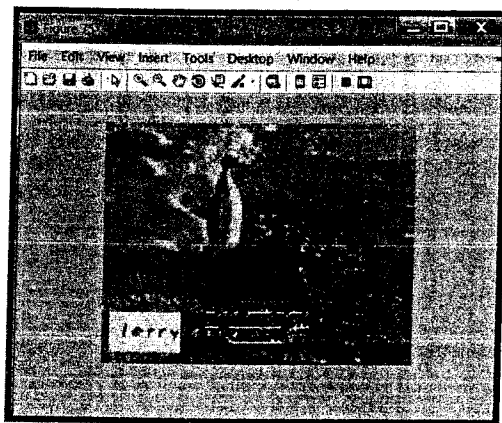


Figura 5. Ejemplo de una secuencia de imágenes obtenida luego del proceso de compresión y descompresión al 75%.

En la siguiente figura se muestra los resultados obtenidos de una de las encuestas realizadas a diferentes observadores cuando se comprime el 75%.

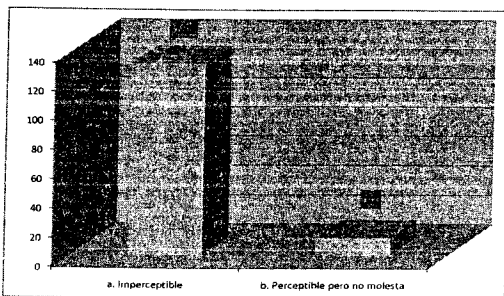


Figura No.6 Resultado cuando se comprime el 75%

La Hipótesis de la Investigación es aceptada para los eventos en los que se comprime al 75%, 86% y 93,75%, y no es aceptada cuando se realiza con un mayor grado de compresión aunque en este caso se reduce en mayor cantidad el número de bits, y por lo tanto se aumenta la velocidad de transmisión.

V. CONCLUSIONES

- El Vídeo no es nada más que la reproducción en forma secuencial de imágenes (cuadros, tramas o fotogramas por segundo), que al verse con una determinada velocidad y continuidad dan la sensación al ojo humano de apreciar el movimiento natural.
- El sistema desarrollado permitió ofrecer un compresor de imágenes tomando como referencia estándares de codificación existentes, con factores de calidad seleccionable es decir flexibilidad de poder seleccionar imágenes de alta calidad o baja calidad de imagen y mediante una interface gráfica realizada en MATLAB, permitir al operador un entorno visual de fácil accesibilidad y manejo para transmitirlo a la red vía el protocolo de internet (IP).
- Una imagen a color está compuesta de tres fotogramas, uno para cada componente de color (rojo, verde y azul) para ser interpretados por el ojo humano y que son cuantificados con una profundidad de pixel de 24 bits en total, 8 para cada color. El sistema de codificación usado en este proyecto es el RGB (Red, Green, Blue).
- En el presente proyecto se aprovecha el efecto de la información redundante entre pixeles cercanos, es decir el análisis se lo hace en el dominio espacial.
- En el proyecto desarrollado se utilizó la Transformada Discreta Coseno o DCT donde la imagen es transformada de su representación espacial a su frecuencia

espacial equivalente, cuyos valores son colocados en una matriz de M por N.

- Para obtener mejores resultados, a la matriz original de la imagen se la divide en bloques de 8x8 pixeles y entonces se aplica la DCT a cada bloque. Los resultados mostraron que al aplicar DCT a una imagen, las zonas con colores similares se representan con coeficientes de baja frecuencia y las imágenes con mucho detalle, con coeficientes de alta frecuencia.
- Una vez aplicada la DCT , el sistema de compresión se obtiene principalmente mediante la selección de los coeficientes de mayor valor que están colocados desde el extremo superior izquierdo de la matriz resultante, creando por lo tanto con los valores seleccionados una nueva matriz de menor número de datos.
- El proceso de descompresión de imágenes en movimiento utilizado en este proyecto es básicamente el inverso del proceso de codificación.
- El mayor problema que se encontró en este proyecto es el proceso matemático muy demorado y complejo, lo que determina un alto tiempo de ejecución de las pruebas.

VI. REFERENCIAS

[1] Ing. Rodolfo Quijada, Compresión de Imágenes Utilizando la Transformada Wavelet, 15 páginas

[2]http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/molina_d_ef/capitulo1.pdf

[3]<http://www.ciparequipa.org/TIDSPENI.pdf>

[4] http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/molina_d_ef/capitulo2.pdf

[5] Manual de MatLab. R2010a

APLICACIÓN DE UN PLAN DE MEJORA CON BASE EN UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL CÁLCULO Y CONTROL DE TOLERANCIAS Y AJUSTES EN EL LABORATORIO INDUSTRIAL DE LA ESPE - EXTENSIÓN LATACUNGA

Ing. M.Sc. Correa Jácome Juan Francisco. Autor.¹

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Márquez de Maenza S/N Latacunga, Ecuador.
email: jcorrejacome@yahoo.es

I. INTRODUCCIÓN

Resumen -- El artículo está orientado al desarrollo de un plan de mejora para la automatización del cálculo y control de tolerancias y ajustes en el Laboratorio Industrial de la ESPE - Extensión Latacunga, pudiéndose extender sus resultados a la industria metalmeccánica en general. A continuación se definen símbolos utilizados:

D = Dimensión nominal

d_{\max} = Diámetro máximo (eje)

d_{\min} = Diámetro mínimo (eje)

e_s = Límite superior (eje)

e_i = Límite inferior (eje)

IT_e = Intervalo tolerancia (eje)

D_{\max} = Diámetro máximo (agujero)

D_{\min} = Diámetro mínimo (agujero)

E_s = Límite superior (agujero)

E_i = Límite inferior (agujero)

IT_a = Intervalo tolerancia (agujero)

b = Estadístico Bartlett

G = Estadístico Cochran

En la mecanización de un eje o agujero es imposible respetar exactamente la medida indicada en el dibujo, por lo tanto ha de admitirse una cierta desviación o tolerancia. Esta desviación admisible está delimitada por una cota máxima y una cota mínima. El Sistema ISO de Tolerancias y Ajustes se refiere a tolerancias de magnitudes lineales rectas de partes y componentes y a los ajustes correspondientes a su ensamble. Para mayor conveniencia se asigna a la pieza una dimensión nominal y cada uno de los límites se definen como las desviaciones extremas de esta dimensión nominal. A continuación en la figura 1, se ilustra los conceptos utilizados en el análisis de tolerancias.

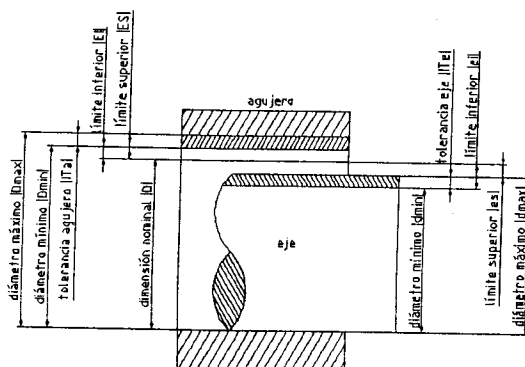


Figura 1: Designaciones en piezas con tolerancias

II. MARCO TEÓRICO

En la teoría de los ajustes el intervalo de tolerancia se dibuja en su posición respecto de la línea cero (cota nominal), para lo cual se escriben los límites en micrones ($1\mu=0,001$ mm). Los límites por encima de la línea cero son límites en más, los límites por debajo de la línea cero son límites en menos. De lo anterior se pueden deducir las siguientes expresiones:

Para el eje

$$d_{\max} = D + e_s \quad (1)$$

$$d_{\min} = D + e_i \quad (2)$$

Para el agujero

$$D_{\max} = D + E_s \quad (3)$$

$$D_{\min} = D + E_i \quad (4)$$

A. Designación de las posiciones de tolerancia

Se han fijado 28 posiciones fundamentales de los campos de tolerancia que se designan con las letras del alfabeto. Las letras mayúsculas designan la posición de los campos de tolerancia para dimensiones interiores (agujeros), las letras minúsculas designan la posición de los campos para dimensiones exteriores (ejes). Se excluyen las letras I, L, O, Q, W (i, l, o, q, w) y por otro lado se añaden las combinaciones de letras ZA, ZB y ZC (za, zb y zc). Se han incluido además campos intermedios con las designaciones CD, EF, FG Y JS (cd, ef, fg y js) para diámetros nominales de hasta 10 mm. [1].

B. Designación de grados de tolerancia

El término grado de tolerancia se refiere a un conjunto de tolerancias que

pueden obtenerse con una capacidad de producción aproximadamente igual. Se ha previsto 18 calidades de tolerancias, cada una de ellas correspondientes a una de las denominadas tolerancias fundamentales IT01, IT0, IT1, hasta IT16 [2].

C. Tipos de ajuste

Cuando dos partes van a ser acopladas una con otra, la relación resultante de la diferencia entre sus medidas, antes del ensamble, se llama ajuste. Dependiendo de las posiciones de las zonas de tolerancia en el agujero y en el eje, el ajuste puede ser:

- Ajuste móvil o ajuste con juego.
- Ajuste indeterminado o incierto.
- Ajuste fijo o ajuste con apriete.

D. Sistemas de ajuste

Es un conjunto sistemático de ajustes entre ejes y agujeros, perteneciente a un sistema de tolerancias. Se han establecido dos sistemas de ajustes:

- Sistema de ajustes de eje único. Conjunto sistemático de ajustes en el cual los diversos juegos y aprietos se obtienen asociando diversos agujeros con un eje único. En el Sistema ISO el eje único es aquel cuyo límite superior es cero. El eje o la pieza interior recibe el campo de tolerancia h.
- Sistema de ajustes de agujero único. Conjunto sistemático de ajustes en el cual los diversos juegos y aprietos se obtienen asociando diversos ejes con un agujero único. En el Sistema ISO el agujero único es aquel cuyo límite inferior es cero. El agujero o pieza exterior recibe el campo de tolerancia H.

El Sistema ISO de Tolerancias y Ajustes, proporciona los datos numéricos esenciales para la tolerancia de partes del sistema completo hasta

500 mm.. Los datos numéricos deberán tomarse como autorizados para la aplicación del sistema, sin necesidad de referirse a reglas o fórmulas a partir de las cuales fueron calculados [3].

III. PROCEDIMIENTO. CÁLCULO Y CONTROL DE TOLERANCIAS Y AJUSTES

A. Desviaciones fundamentales en ejes
 Las tolerancias ISO indican para cada rango de diámetros los valores de las desviaciones fundamentales de ejes, para un determinado límite superior o inferior. El otro límite se deriva del correspondiente a la desviación fundamental, mediante adición y sustracción, según el caso, y del valor de la tolerancia fundamental para el grado en cuestión, por medio de las siguientes relaciones:

$$e_i = e_s - IT_e \quad (5)$$

$$e_s = e_i + IT_e \quad (6)$$

B. Desviaciones fundamentales en agujeros

Las desviaciones fundamentales de agujeros se deducen directamente de las correspondientes al eje. Sin embargo, para mayor conveniencia, el Sistema ISO indica para cada símbolo de agujero y rango de diámetros, la desviación fundamental del agujero para las diversas calidades. El otro límite se deriva del correspondiente a la desviación fundamental, mediante sustracción o adición, según el caso, del valor de la tolerancia fundamental para el grado en cuestión, por medio de las siguientes relaciones:

$$E_s = E_i + IT_a \quad (7)$$

$$E_i = E_s - IT_a \quad (8)$$

Procesos para el cálculo y control de tolerancias

Todo diseño en ingeniería sea grande o pequeño, tiene como objetivo realizar en forma ordenada y eficiente sus tareas con un propósito determinado. Posee en su interior un conjunto de procesos que le permiten realizar sus actividades, y precisamente, la eficiencia de los mismos, hace que unas industrias entreguen sus productos o servicios, con un alto grado de calidad. La figura 2 muestra el mapa de procesos para el plan de estudio.

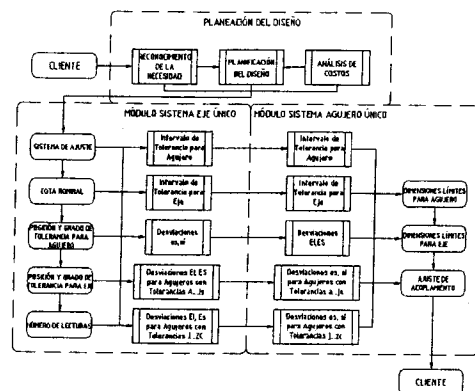


Figura 2: Mapa de procesos para cálculo y control de tolerancias y ajustes

Partiendo de esta perspectiva, el presente artículo tiene como meta fundamental elaborar un Plan de Mejora para el análisis y control de tolerancias y ajustes, por lo que es necesario conocer en forma integral los procesos para el cálculo de los distintos parámetros, previo a la programación de los mismos. El mapa antes presentado, servirá para cumplir los siguientes objetivos:

- Describir correctamente los procesos que están involucrados en el cálculo y control.
- Determinar el alcance y cobertura de los módulos de la aplicación a desarrollar.

D. Sistema de Automatización

Para la programación de una aplicación o una subrutina primero se debe tener un claro conocimiento de qué valores se van a utilizar, cuáles van a ser las entradas y cuáles las salidas, para así definir cómo se van a introducir y sacar estos valores. De esta manera se realiza un programa que consta básicamente de las siguientes partes fundamentales:

- Configuración del sistema de adquisición de datos.
- Selección del sensor.
- Desarrollo de la aplicación.

E. Configuración del sistema de adquisición de datos

Una de las partes que componen los sistemas de adquisición de datos modernos, es el software que controla y administra los recursos del computador, presenta los datos y participa en el análisis. Para definir el mejor software para el tratamiento de la información y control, se han establecido los siguientes criterios de evaluación desde el punto de vista técnico y económico:

- Interfaz gráfica muy amigable que facilita la operación y manejo de la aplicación.
- Emisión de reportes y control de instrumentos.
- Costo del software.
- Tipo de programación utilizada por el software.

De esta manera se desprende que el software que mejor cumple con los requisitos y necesidades para el proyecto, es el software de programación gráfica LabVIEW. El ambiente gráfico de LabVIEW permite mostrar datos en pantalla con una interfaz amigable hacia el usuario y de fácil construcción para el programador. Los subprogramas (VIs, del inglés

Virtual Instrument) con los que cuenta también permiten configurar los sistemas de adquisición de datos en forma sencilla y eficiente.

LabVIEW puede comunicarse con hardware tal como de adquisición de datos, visión y dispositivos de control de movimiento; con lo cual se puede crear aplicaciones de prueba y medición, adquisición de datos, control de instrumentos, registro de datos, análisis de medición y generación de reportes. En el presente artículo la comunicación se la va a realizar, utilizando los siguientes elementos: un cable conector, obtiene los datos del sensor, y un transmisor de datos tipo USB. Un proceso de lecturas se graba en un archivo de Microsoft Excel con extensión ".xls", para luego a su vez ser importadas y analizadas por el sistema.

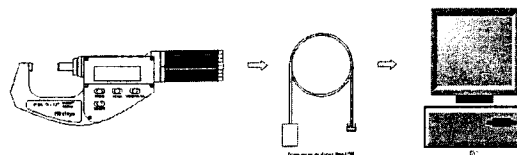


Figura 3: Transmisión de datos

F. Selección del sensor

En todo proceso de automatización es necesario captar las magnitudes de planta para poder así saber el estado del proceso que se está controlando. Para ello se emplean los sensores o transductores que son un componente crucial de un proceso. Los sensores entregan información sobre el proceso y el ambiente en el cual está interactuando al computador (cerebro) del proceso. El programa computacional del proceso decide qué hacer basándose en esta información y en sus propias instrucciones de tareas de alto nivel.

Los requerimientos del sensor basados en el Sistema ISO de tolerancias y ajustes necesita los siguientes parámetros:

- Sensor para magnitudes lineales rectas.
- Lectura de magnitudes exteriores e interiores.
- Campo de medida: 1-500 mm..
- Resolución: $1\mu=0,001$ mm..
- Tipo de señal de salida del sensor (analógicos o digitales); debe ser compatible con los requerimientos del software de desarrollo.

G. Desarrollo de la aplicación

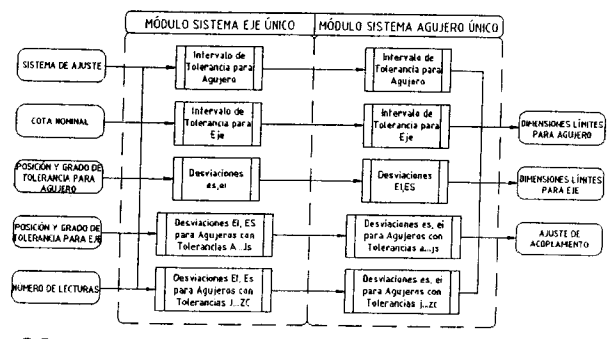
Los resultados expuestos en el análisis de los procesos de cálculo y control, revelan los problemas principales a los que el software tendrá que dar solución, de manera general orientada hacia la disminución del tiempo de desarrollo, eliminación de errores en los cálculos, la automatización y control del proceso. La aplicación incluirá las siguientes características fundamentales:

- La meta principal del sistema será establecer tolerancias dimensionales lineales.
- El sistema no incluye el análisis de tolerancias dimensionales del tipo: angulares, cónicas, etc.. Tampoco incluirá el análisis de tolerancias geométricas, tales como: rectitud, planitud, paralelismo, etc..
- El sistema tendrá una programación modular que se fundamenta en la naturaleza jerárquica del VI.
- No se tomarán en cuenta las fórmulas para tolerancias y desviaciones fundamentales, ya que como se determinó el Sistema ISO da los datos numéricos esenciales para determinar los elementos de acoplamiento.
- Las pruebas de desempeño se efectuarán utilizando trabajos provenientes del Laboratorio Industrial de la ESPE – Extensión Latacunga.

Diseño del sistema

En la programación modular cuando un VI se usa dentro de otro VI, se le llama subVI. Un subVI corresponde a una subrutina en lenguajes de programación basados en texto [4]. Con base a las características antes mencionadas el sistema tendrá dos grandes módulos, y dentro de estos módulos se tienen subrutinas. A continuación se indican los módulos principales:

- Módulo del Sistema eje único.
- Módulo del Sistema agujero único.
- Reportes. Cartas de Control para ejes y agujeros.



Se va a hacer uso de las técnicas de programación como son las estructuras gráficas de los ciclos y sentencias en los casos de los lenguajes de programación basados en texto. Se emplea las estructuras en el diagrama de bloques para repetir bloques de código y ejecutar códigos condicionalmente y en un orden específico [5]. LabVIEW incluye las siguientes estructuras: Ciclo While, Ciclo For, la estructura Case, la estructura de Eventos, entre otras.

Para la toma de los datos numéricos esenciales de tolerancias y desviaciones fundamentales, se utilizan arreglos (arrays), los mismos que agrupan elementos de datos del mismo

tipo. Se debe considerar emplear arreglos cuando se trabaje con un grupo de datos similares y cuando se ejecute cálculos repetitivos. Para la generación de reportes se utilizan mapas de forma de onda, gráficas de forma de onda y gráficas XY, los datos de mediciones serán exportados al Excel mediante la utilización de las operaciones de Entrada/Salida (E/S) de archivos, las mismas que pasan datos hacia y desde los archivos.

III. RESULTADOS OBTENIDOS. CALIBRACIÓN DEL SISTEMA

Una vez seleccionados los diferentes parámetros de diseño por parte del usuario y obtenida una secuencia de mediciones que representan magnitudes lineales rectas de un determinado acoplamiento (eje o agujero, continente o contenido), es decir espacios comprendidos entre dos caras (o planos tangentes) paralelas, de una pieza cualquiera; estos valores son grabados en un archivo de Microsoft Excel previamente creado. Las lecturas recopiladas son luego importadas por el sistema para su control y análisis.

Para que se pueda ejecutar la aplicación se requiere que todo el sistema se encuentre en estado estacionario; el acople del sensor mismo que debe estar encendido (en reset), se lo hace mediante dos cables blindados, uno de ellos adquiere los datos enviados por el sensor (cable conector), mientras que el segundo (transmisor de datos, tipo USB) transforma y transmite dichas lecturas para que puedan ser leídas por el PC. Los valores que se obtienen del instrumento son convertidos y salen hacia el software el mismo que los va a analizar, manipular y operar.

A. Eventos del sistema

El sistema desarrollado posee seis eventos los mismos que dan información de acuerdo a los requerimientos del usuario, los eventos que genera el sistema son:

- Control de desviaciones en ejes.
- Control de desviaciones en agujeros.
- Control total de desviaciones.
- Control de ajustes.
- Simulación.
- Stop (salida del sistema).

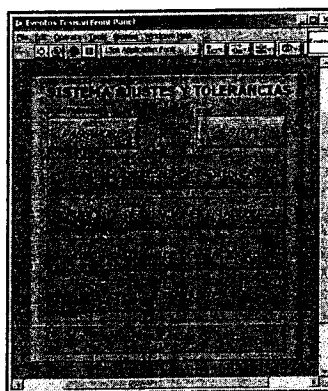


Figura 5: Caja de diálogo sistema ajustes y tolerancias

Estos subVIs proporcionan información de acuerdo a determinados parámetros de diseño del elemento a proyectarse. Por ejemplo: Si se desea solo efectuar el control de dimensiones en ejes, el diseñador deberá seleccionar el evento adecuado.

B. Reportes del sistema

Todos los eventos con excepción de **Control de Ajustes** poseen dos reportes: Reporte control de desviaciones en ejes y reporte carta de control para ejes. Se toma como patrón el evento Control de desviaciones en ejes para visualizar una secuencia de mediciones, la cual aparece en la figura 6.

C. Pruebas de Desempeño y Valoración

El objetivo de las pruebas es verificar y validar el sistema para que en este proceso se detecten posibles errores y posteriormente se depure la aplicación. El presente trabajo corresponde a una comparación de varias muestras, sacadas de una misma población con el propósito de comparar un parámetro denominado resolución del instrumento utilizado en las mediciones. Para el caso de análisis se va a comparar las lecturas de los elementos medidos (ejes y agujeros) en dos grupos diferentes, en este caso no es suficiente hacer la comparación por valores, es necesario comparar globalmente para lo cual se utilizan pruebas para la igualdad de muchas varianzas.

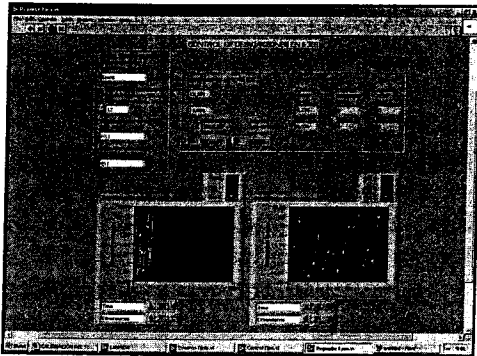


Figura 6: Reporte Carta de control para ejes

D. Métodos de prueba

Prueba de Bartlett. Está basada en un estadístico b cuya distribución muestral proporciona valores críticos exactos cuando los tamaños de muestra son iguales. Para este caso especial cuando las longitudes de muestra son similares, se rechaza la igualdad de varianzas al nivel de significancia α si

$$b < b_k(\alpha; n) \quad (9)$$

Donde $b_k(\alpha; n)$ es el valor crítico que deja un área de tamaño α en la cola izquierda de la distribución Bartlett.

Prueba de Cochran Proporciona un procedimiento con cálculos simples, pero está restringida a situaciones en las cuales los tamaños de muestra son iguales. El estadístico utilizado está dado por

$$G = \frac{\text{grande } S_i^2}{\sum_{i=1}^k S_i^2} \quad (10)$$

y la hipótesis acerca de la igualdad de varianzas es rechazada si $G > g_\alpha$, donde el valor de g_α es el valor crítico.

E. Caso de prueba

La fuente de datos para delinear el caso de prueba es la información proporcionada por trabajos de estudiantes realizados en el Laboratorio Industrial de la ESPE – Extensión Latacunga. Se va a tomar mediciones en forma de grupos; la primera columna corresponde a lecturas realizadas con el procedimiento original (método manual) y se denomina Grupo 1, mientras que la segunda columna corresponde a lecturas realizadas con el método propuesto y se denomina Grupo 2. El número de trabajos para cada grupo en el caso de prueba se ha unificado y es de 12.

| Carreras Ing. Automotriz e Ing. Electromecánica | |
|--|------------------------|
| Método Manual | Método Automatizado |
| 16,05 | 16,078 |
| 16,1 | 16,096 |
| 16,05 | 16,098 |
| 16,05 | 16,089 |
| 16,05 | 16,086 |
| 16 | 16,084 |
| 16,1 | 16,094 |
| 16,1 | 16,106 |
| 16,15 | 16,105 |
| 16,1 | 16,101 |
| 16,05 | 16,097 |
| 16,05 | 16,095 |

Tabla 1: Lecturas de grupos (métodos manual y automatizado)

Se realiza una comparación entre los resultados del análisis con los valores críticos utilizando dos niveles de significancia $\alpha = 0.01$ y $\alpha = 0.05$.

Para la prueba de Bartlett, se tiene:

$$0,408556(b_2(0.01;12)) = 0,7299$$

$$0,408556(b_2(0.05;12)) = 0,8332$$

Si se rechaza la hipótesis de igualdad de varianzas de los 2 grupos.

Para la prueba de Cochran, se tiene:

$$0,95636664(g_{0.01}) = 0,8539$$

$$0,95636664(g_{0.05}) = 0,788$$

Si se rechaza la hipótesis de igualdad de varianzas de los 2 grupos. La hipótesis de igualdad de las varianzas se rechaza utilizando las dos pruebas, por tanto existe influencia de la resolución del instrumento utilizado en las mediciones.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. Conclusiones

- El análisis de las actividades ejecutadas en el Laboratorio de Mecánica Industrial de la ESPE-Extensión Latacunga muestra que por la naturaleza poco automatizada de su actividad, sus procesos son básicamente manuales y por ende resultan laboriosos, costosos y susceptibles de cometer errores.
- Algunas de las ventajas del sistema diseñado para el Cálculo y Control de Tolerancias y Ajustes desarrollado son las siguientes:
- Opción de ingreso de datos para el cálculo y análisis no tiene restricción, siempre y cuando estén acordes con el Sistema ISO.
- Una característica importante y distintiva de este diseño respecto a la verificación de longitudes, resulta el hecho de tener tablas y procesos de cálculos integrados. Esto permite total interrelación y coherencia entre la verificación, análisis de tolerancias y determinación del tipo de ajuste.
- Mantenimiento de registro de mediciones en tiempo real y ejecución de cortes de reportes con datos actualizados.
- El tiempo utilizado para el cálculo de tolerancias y análisis de ajustes mediante el método mejorado es menor que el tiempo utilizado por el método manual.
- Interfaz gráfica muy amigable que facilita el aprendizaje del manejo de la aplicación.

B. Recomendaciones

Todo proceso en el área metalmeccánica puede ser automatizado; en el Ecuador dichas actividades de optimización se encuentran todavía en desarrollo. La utilización de equipos e instrumentos computacionales muy difundidos en otros países permiten la consecución de este objetivo. El presente trabajo se espera sirva de

base para futuros estudios relacionados con esta rama.

VII. REFERENCIAS

- [1] Appold Hans, Feiler Kart, Reinhard Alfred, Schmidt Paul. Tecnología de los Metales. Pág. 342. Editorial Reverté, S. A.. Barcelona.
- [2] Sistema ISO de Tolerancias y Ajustes, Definiciones, Tolerancias y Desviaciones Fundamentales. Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN 59. Pág. 10.
- [3] Sistema ISO de Tolerancias y Ajustes, Definiciones, Tolerancias y Desviaciones Fundamentales. Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN 59. Pág. 15.
- [4] National Instruments Corporation. LabVIEW Básico I-II, Introducción y Desarrollo. Pág. 2-2. 2003.
- [5] National Instruments Corporation. LabVIEW Básico I-II, Introducción y Desarrollo. Pág. 3-1. 2003.
- [6] Walpole Ronald E., Myers Raimond H.. Probabilidad y Estadística para Ingenieros. Pág. 511-535. Octava Edición. Editorial Pearson-Prentice Hall. México. 2007.



NUEVAS TENDENCIAS TECNOLÓGICAS Y FUTUROS DESAFÍOS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO CAMPUS DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO, EXTENSIÓN LATACUNGA

Autor: Mayor Ing. M.Sc. Oswaldo Mauricio González Mosquera.

Departamento de Construcciones, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Marqués de Maenza S/N Latacunga, Ecuador
email : mgonzalez@espe.edu.ec / toqui_goncho@hotmail.com

ABSTRACT

RESUMEN

El proyecto de construcción del nuevo Campus Politécnico ESPE Latacunga, dio inicio a su primera fase de ejecución, el día 22 de noviembre del 2010, luego de haber cumplido con los procedimientos pre-contractuales y contractuales para adjudicar la obra al Cuerpo de Ingenieros del Ejército, por un monto de 8'153.896,50 USD, entidad ésta a la que se le otorgó un plazo de 600 días para la culminación de los trabajos planificados (hasta el 22 de julio del 2012). [1]

Este mega proyecto fue concebido, proyectado y aprobado por la SENPLADES, para los próximos veinte años de vida de nuestra Universidad, por lo tanto la ejecución de sus diferentes fases se las irá plasmando en el tiempo, de acuerdo a las necesidades y a la disponibilidad de recursos; pero cabe la pena resaltar, que el diseño en los diferentes ámbitos, se los ha realizado tomando en cuenta las exigencias y demandas actuales y futuras, esto es, incluyendo equipamiento tecnológico de punta, ideando una concepción arquitectónica y paisajística completamente moderna y por demás atractiva, y desarrollando obras especiales que permitan una seguridad integral y una preservación íntegra del medio ambiente, tomando en cuenta un desarrollo sustentable para la zona, la misma que en los actuales momentos se ha convertido en un polo de desarrollo impresionante, que en un futuro mediano hará que sus pobladores puedan elevar considerablemente su estándar de vida, gracias a la construcción de la ESPE en aquel hermoso valle localizado a los pies del imponente Putzalahua.

The proposed construction of the new Polytechnic Campus ESPE Latacunga, began its first implementation phase, on November 22, 2010, after having complied with the pre-contractual and contractual procedures in awarding the building project to the Army Corps of Engineers, with an amount of 8'153.896,50 USD, entity to which it granted a period of 600 days for the completion of the planned works (until July 22th, 2012).

This mega project was conceived, designed and approved by the SENPLADES for the next twenty years of life of our university, therefore the implementation of its different phases will be shaping in time, according to the needs and the availability of resources, but it is worth to highlight that the design in different areas, they have been made taking into account the requirements and current and future demands. It is including top technological equipment, devising an architectural design and landscaping and other thoroughly modern attractive, and developing additional works to enable a comprehensive security and complete preservation of the environment, taking into account sustainable development for the area, the same as at the present time has become a development center impressive in the future mediate will make its villagers can substantially raise their standard of living, thanks to the construction of the ESPE in that beautiful valley located at the bottom of the imposing Putzalahua.

I. INTRODUCCIÓN

El proyecto de construcción del nuevo Campus Politécnico ESPE Latacunga, se encuentra localizado en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, parroquia Belisario Quevedo, específicamente en la hacienda San Martín, sector El Forastero, en coordenadas de latitud S1°1'50" y longitud W78° 37'5".

La adquisición del predio en el 2008, por un monto de 570.000 USD, fue el primer paso para luego de forma inmediata, concebir y planificar este proyecto, el mismo que se lo ideó atendiendo a una actividad de las estrategias de desarrollo de la planificación estratégica institucional, pero sobre todo por la necesidad imperante de dar solución a la demanda insatisfecha estudiantil; cabe señalar que en la actualidad la ESPEL acoge a 3466 estudiantes, sin embargo, la demanda es de 3870. La tasa anual de crecimiento promedio es del 6 % [2], y se lo puede verificar en la siguiente tabla.

TABLA 1: Número de estudiantes matriculados

| AÑO | ALUMNOS (PREGRADO) | ALUMNOS (POSGRADO) | TOTAL |
|------|--------------------|--------------------|-------|
| 2010 | 3.268 | 198 | 3.466 |
| 2011 | 3.660 | 210 | 3.870 |
| 2012 | 4.100 | 223 | 4.322 |
| 2013 | 4.592 | 236 | 4.828 |
| 2014 | 4.729 | 250 | 4.980 |
| 2015 | 4.871 | 265 | 5.136 |
| 2016 | 5.017 | 281 | 5.298 |
| 2017 | 5.168 | 298 | 5.466 |
| 2018 | 5.323 | 316 | 5.639 |
| 2019 | 5.483 | 335 | 5.817 |
| 2020 | 5.647 | 355 | 6.002 |
| 2021 | 5.816 | 376 | 6.193 |
| 2022 | 5.991 | 399 | 6.390 |
| 2023 | 6.171 | 423 | 6.593 |
| 2024 | 6.356 | 448 | 6.804 |
| 2025 | 6.546 | 475 | 7.022 |
| 2026 | 6.743 | 504 | 7.246 |
| 2027 | 6.945 | 534 | 7.479 |
| 2028 | 7.153 | 566 | 7.719 |
| 2029 | 7.368 | 600 | 7.968 |
| 2030 | 7.589 | 636 | 8.225 |

como población efectiva futura

Como se puede ver, para el año 2030, la nueva ESPE Latacunga deberá dar atención a aproximadamente 8.225 estudiantes, es por ello que en el Plan Masa (ver Figura 1) constan todas las facilidades de infraestructura, vialidad, comunicaciones, alimentación, atención médica, recreación, alojamiento, entre otras, que permitan un adecuado desarrollo de las actividades de nuestros estudiantes, quienes son el pilar fundamental y razón de ser de nuestra Universidad.

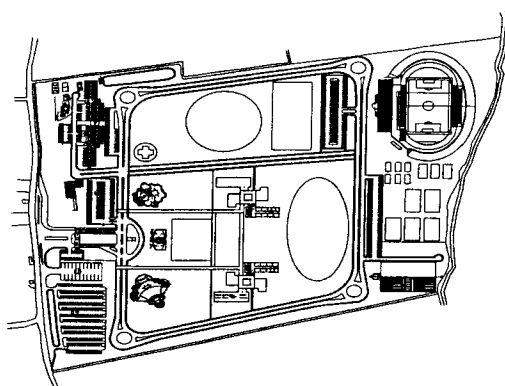


Figura 1: Plan Masa del Nuevo Campus Politécnico [3]

Las actividades de construcción dieron inicio en el año 2009, con la ejecución de obras preliminares como la adecuación de instalaciones para oficinas de fiscalización y el cerramiento total perimetral.

II. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

La actual fase de construcción contempla la ejecución de edificaciones donde se puedan desarrollar actividades de docencia, investigación y administrativas, y son las siguientes:

- Dos elementos de aulas más un núcleo central.
- Infraestructura vial.
- Infraestructura sanitaria.
- Infraestructura de agua potable.
- Infraestructura eléctrica.
- Garita de ingreso y centro de información.
- Planta de tratamiento de aguas servidas.

- Perforación de un pozo de agua.

En toda obra civil, los materiales y las técnicas utilizadas para la construcción de edificaciones han ido cambiando con el avance de la historia y la tecnología, pero siempre hay que diferenciar entre técnica y tecnología. La técnica hace referencia a labores realizadas manualmente, y la tecnología hace referencia a todas aquellas actividades que se ejecutan a través de maquinas y equipos, lo cual es un concepto amplio que abarca un conjunto de técnicas, conocimientos y procesos que sirven para satisfacer las necesidades humanas.

Precisamente, en éste nuestro proyecto, se están utilizando la combinación de técnicas y tecnologías que harán de la ESPE Latacunga, una Universidad con proyección a futuro, cuya infraestructura atienda a las demandas de la ciencia y tecnología de este milenio.

Por ejemplo, en la infraestructura sanitaria, se contempla la construcción de un sistema de tratamiento de aguas servidas [4], el mismo que funcionará a través de un proceso de fitodepuración, que permite la transformación de materia orgánica y la degrada en condiciones aeróbicas y anaeróbicas. Este sistema de depuración, totalmente natural, aprovecha la contribución de la capacidad depurativa de diferentes tipos de plantas, así como su elevada capacidad para transferir oxígeno al agua. Entre sus principales ventajas, cabe mencionar la ausencia de consumo de energía eléctrica, su óptima integración en el entorno natural, altos niveles depurativos en relación a bajos costos de implementación, operación y mantenimiento; evita la producción de olores y proliferación de vectores, y puede soportar fuertes variaciones de carga hidráulica y orgánica.

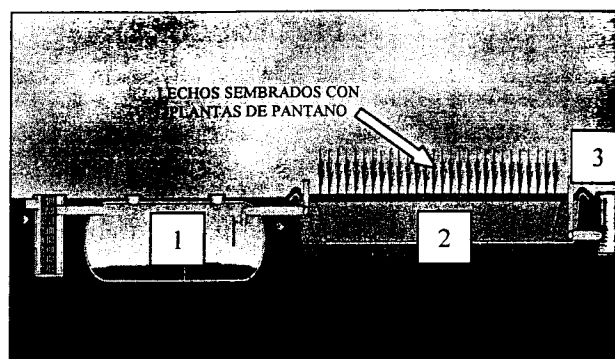


Figura 2:
SISTEMA COMPLETO DE FITODEPURACIÓN: fosas sépticas bicamerales o tanques IMHOFF para el tratamiento primario (1), balsas de fitodepuración y tanque de nivel (2), toma de muestras y vertido (3).

Ya en el caso específico de nuestra planta de tratamiento de aguas servidas, se realizaron los cálculos correspondientes para proceder al diseño respectivo, basados en el siguiente resultado:

(1)
$$Q_m = 420 \text{ m}^3/\text{día} \times 0,70 = 294 \text{ m}^3/\text{día}$$

En la ecuación 1, el caudal medio (Q_m) de aguas residuales es el 70 por ciento del consumo de agua potable (coeficiente de retorno); y este a su vez, es de 70 lt / persona x día (estimando una población de diseño de 6000 personas).

La planta en mención, estará constituida por dos tanques de hormigón armado de 120 m³ cada uno, para la sedimentación de sólidos gruesos y grasas, cuatro lechos sembrados con plantas de pantano, filtros verdes FV1, FV2, FV3 y FV4; dos lechos RB1 y RB2 (reed bed) para disposición de lodos, interconexiones y "by pass" para emergencias y cunetas revestidas para protección de la acción de escorrentías sobre los FVs.

Los criterios técnicos utilizados en el diseño de este proyecto se fundamentaron en lograr un máximo nivel de tratamiento y producir un efluente descontaminado (90% de remoción de DBO5 y sólidos totales, 99,9% de

remoción de patógenos) que puede ser directamente descargado al lecho de la quebrada El Forastero sin contaminarlo; o a su vez, también podrá ser reutilizada en ciertas actividades humanas sin riesgos de contaminación (riego de jardines y áreas verdes) o reusado (agua para inodoros).

Así mismo, se vio la necesidad de perforar un pozo para la provisión propia de agua, el mismo que debía abastecer a una futura demanda potencial poblacional de 6.000 habitantes, por lo que se lo diseñó con un caudal de servicio de $Q_d = 7$ lts/seg. Previa a la perforación, se efectuó el estudio de retrospectiva sísmica, el mismo que nos determinó el lugar y profundidad de perforación. Ya en la ejecución en sí de esta obra, se llegó a 129 m de profundidad, en la cual aportaron cinco mantos acuíferos con un caudal real $Q_r = 21$ lt/seg, lo que garantizará una provisión tres veces mayor a lo calculado y proyectado. Respecto a la calidad de agua obtenida de este pozo, se puede indicar que según los análisis químicos del agua, se desprende que la misma posee un porcentaje mínimo de excedente de hierro, cuyo tratamiento nada más amerita un proceso de aireación y una dilución de cal, que garantizará el consumo humano con total seguridad.

En cuanto respecta al diseño vial, se construirá un anillo vial de aproximadamente 3.75 km, con un ancho de vía de 12 m, cuyo trazado se lo ha pensado evitando al máximo los cortes y rellenos para no generar un impacto considerable al medio físico, debido a actividades de movimiento de tierras.

El diseño eléctrico ha sido concebido con toda su canalización subterránea, y con luminarias de primera generación, las mismas que darán un escenario imponente en áreas exteriores, y crearán ambientes internos acogedores y funcionales.

Actualmente se están fundiendo las columnas de hormigón armado del bloque de aulas y núcleo central, cuyos procesos de calidad QA/QC (quality assurance and quality control) y medidas de seguridad integral, son llevadas y controladas de manera permanente y con un altísimo grado de exigencia (ver Figura 3 y 4).



Figura 3: Toma de muestras para ensayos a la compresión simple del hormigón $f'_c = 140$ kg/cm²



Figura 4: Control de calidad de hormigones (QA / QC)

III. DETALLES ARQUITECTÓNICOS

El bloque de aulas está compuesto por siete elementos de cuatro pisos, emplazados en un área de 4.038,00 m² por cada planta. Estos se ubican de tal manera, que en planta asemejan a una cruz (ver Figura 5), el efecto que se consigue en fachada son volúmenes que permiten el juego de luz y sombra mientras transcurren las horas de luminosidad del día, condición que es aprovechada por la ubicación ecuatorial.

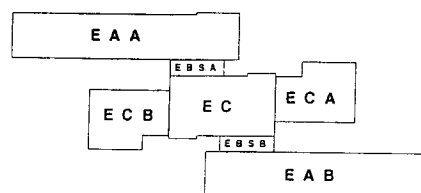


Figura 5: Implantación del bloque de aulas y núcleo central [5]

En el bloque central, los corredores permiten circulación en todo sentido e interconexión horizontal con el resto de elementos, y en su parte superior central se ubica un gran tragaluz compuesto por estéreo celosías y domos, que generan un ambiente natural decorativo de gran amplitud.

Cada edificio dispone de 10 aulas por piso con capacidades de 15, 25 y 35 alumnos, que da un total de 260 personas por planta. La capacidad total de los edificios de aulas es de 2080 alumnos. Además se cuenta con un área de control para voz y datos en cada piso, con un sistema de control de incendios, y se implementará la circulación vertical mecánica para el uso de personas con capacidades diferentes, mediante dos ascensores marca ESPE, que se complementarán con rampas en las áreas exteriores.

El emplazamiento de los edificios permitió jugar con la volumetría de cada uno, obteniendo una variedad de formas que invitan a la utilización de materiales de moda como fachaleta y piedras decorativas. Las condiciones de luminosidad natural que cada espacio requiere, fueron solucionadas para dotar de confort al usuario, mediante vanos de ventanas lo suficientemente amplios y esto se conjuga con el uso de quiebra soles. Grandes cortinas de vidrio y pórticos de ingreso se proyectan a las fachadas en entramados que permiten alivianar los volúmenes, y sobre todo, le dan un toque decorativo singular.

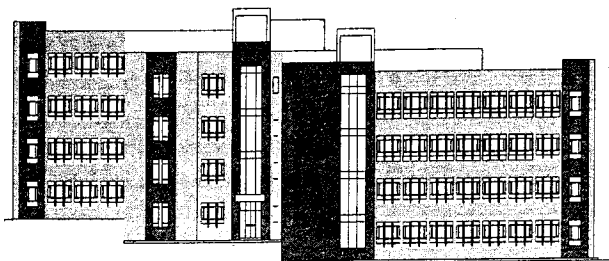


Figura 6: Diseño de fachadas del bloque de aulas. [5]

IV. CONSIDERACIONES AMBIENTALES DEL PROYECTO

En base al estudio de impacto ambiental, se determinó que durante la construcción del proyecto, los impactos negativos podrán ser BAJOS (60%) y MODERADOS (14%), es decir de baja o moderada importancia y poca magnitud, mientras que se evidencia un buen porcentaje de impactos positivos (26%), especialmente en lo referente a la posibilidad de generación de empleo local y posibilidades de educación y capacitación sobre temas relacionados a gestión ambiental, seguridad ocupacional y plan de manejo ambiental.

El apareamiento de impactos bajos y moderados, obedece al hecho de que las actividades de construcción y funcionamiento del nuevo Campus se desarrollan en un área urbana antropizada, alterada, en terreno cubierto por pastos y pocos cultivos. El componente atmosférico, especialmente por efectos sobre la calidad del aire y la generación de ruido, será el factor ambiental más afectado; sin embargo, por las características del componente atmosférico y los factores contaminantes, estos efectos serán reversibles a corto o mediano plazo y sin necesidad de medidas de remediación.

En cuanto a los efectos positivos, se observa que el componente socio-económico puede resultar el más beneficiado, debido a la posibilidad de mejoramiento de las condiciones de vida en el sector; posibilidad de empleo y mayores ingresos; acceso a capacitación y educación ambiental, así como posibilidad de acceder a programas educativos auspiciados por la ESPE; de igual forma se puede generar un efecto positivo al aumentar la autoestima de la población al tener cerca un centro educativo de prestigio, lo que posibilitará el incremento de negocios, una mejor visión del desarrollo local y por ende un ostensible mejoramiento en las condiciones de vida de la población adyacente.

Luego, se podrían manifestar algunos efectos positivos sobre el ambiente biológico, debido especialmente a que la concepción del campus, conlleva la adecuación de

importantes áreas verdes y programas de recuperación del ecosistema, lo que generará nuevos espacios y hábitats para el desarrollo de las poblaciones de especies animales que habitan en el sector; especialmente de las aves, que sin duda, ocuparán inmediatamente los nuevos espacios, generando poblaciones más abundantes y estables. Así mismo, se podrían manifestar efectos positivos al recuperar ambientalmente la quebrada El Forastero, que actualmente es el único refugio de vida silvestre en el área.

Ya en la etapa constructiva actual, se realiza un control diario del cronograma correspondiente al plan de manejo ambiental; y, se hace un seguimiento de los planes de manejo de desechos, prevención y mitigación de impactos, contingencias, salud ocupacional y seguridad industrial.

V. PROCEDIMIENTOS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL

Mediante la contratación de una consultoría, se definió la estructura del equipo de fiscalización y se establecieron los procedimientos para el seguimiento y control del proyecto. Esta fiscalización se desarrolla a través de un sistema que se fundamenta en la metodología PMBOK (Project Management Body of Knowledge), avalada por el PMI (Project Management Institute), el mismo que incluye una estructura desagregada del trabajo (WBS), cronograma, las curvas "S" de costos y de tiempos, la estructura organizativa propuesta y los procesos de tiempos, costos, calidad, comunicaciones, riesgos y cambios, permitiendo de forma diaria obtener información relevante de los procesos ejecutados por parte del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

La curva "S" hasta el 30 de mayo del 2011, demuestra una ejecución del 6,84% frente a lo programado que es del 6,42%, en la construcción de los rubros de preliminares, movimientos de tierra, cimentación y subestructura del bloque de aulas y el núcleo central [6].

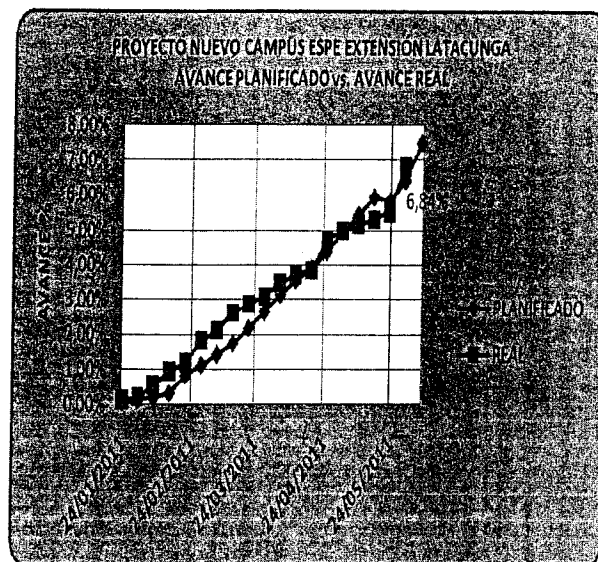


Figura 7: Curva de avance de obra. Planificado Vs. Ejecutado al 30 de mayo del 2011

La fiscalización obedece a una estructura proyectizada, que no es estable en el tiempo porque nace y termina con él, pero genera un KNOW HOW que le permite a la Institución un valor agregado importante. La cadena de comunicaciones es directa y bien definida, y el Gerente de Proyecto tiene la autoridad (conocimiento y experiencia) para tomar decisiones y guiar a su equipo hacia la consecución de los objetivos del proyecto.

En base a este tipo de metodología el proceso de fiscalización se desarrolla con un equipo de profesionales en el área técnica y administrativa, los cuales ejecutan procesos QA/QC, relacionados con la programación, planillaje, control y seguimiento técnico, empleando procesos que permiten generar información necesaria para la toma de decisiones.



Figura 8: Señor Director ESPEL y Oficiales Directivos, visitan constantemente la construcción, para verificar el avance de obra.

VI. CONCLUSIONES

- Las nuevas tendencias tecnológicas que han sido consideradas como parte fundamental del proyecto y todas aquellas obras innovadoras descritas en párrafos anteriores, simplemente convierten a la nueva ESPE Latacunga, en un desafío para los próximos veinte años, que día a día lo vamos superando, transformando un sueño en realidad, una obra de gran envergadura que constituirá la Universidad del futuro.
- El proyecto de construcción del nuevo Campus Politécnico ESPE Latacunga, marca un hito en el centro del país, ratificando el liderazgo que la ESPE mantiene como Institución de educación superior.
- A través de la ejecución de este gran proyecto, estamos construyendo y garantizando un mañana mejor y promisorio para nuestra comunidad politécnica, para nuestros hijos, para la Patria toda, y lo hacemos con el convencimiento de que **NO EXISTEN COSAS IMPOSIBLES** y con el comprometimiento de no desmayar jamás en lo que nos hemos propuesto: **"CAMINAR HACIA LA EXCELENCIA DEL ECUADOR DEL FUTURO"**.

VII. REFERENCIAS

- [1]. Contrato de Ejecución de Obra, entre el Cuerpo de Ingenieros del Ejército y la ESPE. Quito, Ecuador, noviembre del 2010.

- [2]. Proyecto de Construcción del nuevo Campus Politécnico ESPEL, presentado a la SENPLADES. Latacunga, Ecuador, enero del 2010.
- [3]. Plan masa del nuevo campus politécnico. Diseños, planos y registros fotográficos de la Unidad de Construcciones de la ESPE. Latacunga, Ecuador. 2011.
- [4]. Consultoría de diseño de la planta de tratamiento para el nuevo Campus Politécnico ESPEL. Latacunga, Ecuador, 2009.
- [5]. Planos y diseños arquitectónicos del nuevo Campus Politécnico ESPEL. Latacunga, Ecuador, 2010.
- [6]. Registro de seguimiento de avance semanal de del equipo de Fiscalización de la ESPEL. Latacunga, Ecuador, 2011.

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS ESTUDIANTES DE LA ESPE SEDE LATACUNGA, SEGÚN LOS ENFOQUES POR OBJETIVOS Y POR COMPETENCIAS

Carlos Rubio Mera¹ José Munzón Pin²

1. Departamento de Lenguas, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Marqués de Maenza S/N Latacunga, Ecuador. Email: carubio@espe.edu.ec, carlosrubio2t2@gmail.com
2. Departamento de Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Marqués de Maenza S/N Latacunga, Ecuador. Email: ingmunzon@hotmail.com

RESÚMEN: Este trabajo de investigación se realizó en la ESPE extensión Latacunga en el año 2010. El objetivo principal fue determinar si existe alguna diferencia entre el nivel de rendimiento producido por el enfoque educativo por competencias y el rendimiento académico producido por el enfoque por objetivos de los alumnos de las carreras de ingeniería de la ESPE sede Latacunga. Por otro lado, se quería conocer la práctica que sobre el modelo por competencias tienen los docentes de ingeniería para lo cual se les aplicó una encuesta. El rendimiento se determinó comparando los promedios de las materias de las carreras de ingeniería. Los resultados demostraron que los docentes no conocen y no aplican en su totalidad los aspectos básicos de las competencias. Además, se demostró que no existía diferencia en el rendimiento de los estudiantes bajo los dos enfoques.

PALABRAS CLAVES: currículo, competencias, rendimiento

ABSTRACT: The research was done at ESPE Extensión Latacunga during the year 2010. The main goal was to determine if there was a difference in the learning under the models by competences and by objectives in the engineering careers at ESPE campus Latacunga. On the other hand, the knowledge about competences that the professors had was investigated through a survey. The learning was studied comparing the

averages of the engineering subjects. The data showed that the professors do not know and apply all the basic tenets of competences. Also, no difference was found in the learning comparing the two models.

KEYWORDS: curriculum, competencies, learning

I. INTRODUCCIÓN

El vertiginoso avance de la ciencia y la tecnología, los nuevos modelos pedagógicos, los constantes procesos de cambio en la educación superior han hecho que la Escuela Politécnica del Ejército adopte un enfoque educativo basado en competencias para dirigir la enseñanza y el aprendizaje en todas las carreras que oferta.

Para Morales[1] el cambio educativo promovido en nuestros países apunta a un cambio estructural paradigmático. No se trata de construir un 'nuevo método' sino una nueva mentalidad que incluye: el paso de una educación modernizadora, que da énfasis a la especialización y el empleo, a una educación integradora que privilegia la formación, la vida y el espíritu emprendedor. El giro de una educación cuantificadora, centrada en programas y en contenidos académicos, a una educación cualitativa interesada en el desarrollo del potencial humano. La sustitución de una educación basada en normas por



una educación autónoma. El ocaso de la educación por objetivos y el surgimiento de la educación por procesos.

Según Tobón [2], la formación basada en competencias se está convirtiendo en una política educativa internacional de amplio alcance, que se muestra en los siguientes hechos: contribuciones conceptuales y metodológicas a las competencias por parte de investigadores de diferentes países desde la década de los años sesenta del siglo pasado, el concepto está presente en las políticas educativas de varias entidades internacionales tales como la UNESCO, la OEI y la OIT. La formación por competencias se ha propuesto como una política clave para la educación superior desde el Congreso Mundial de Educación Superior. Los procesos educativos de varios países latinoamericanos se están orientando bajo el enfoque de las competencias, tal como está sucediendo en Colombia, México, Chile y Argentina. Actualmente hay en marcha diversos proyectos internacionales de educación que tienen como base las competencias, tales como el Proyecto Tuning de la Unión Europea, el proyecto Alfa Tuning Latinoamérica y el Proyecto 6 x 4 en Latinoamérica.

La efectividad de todo modelo educativo se verá reflejada en el estudiante, pero también es necesario que el docente conozca del modelo educativo que dirige su enseñanza. Por tal motivo, fue de interés determinar también el nivel de conocimientos que sobre el enfoque por competencias tienen los docentes de ingeniería y contrastar los resultados con el nivel de rendimiento alcanzado por los alumnos.

Entre los trabajos consultados que tienen relación con el presente artículo están: Ruiz [3] que con su investigación 'Evaluación del Diseño de una asignatura por Competencias' permitió comprender los indicadores cercanos a

dicho modelo. Además, Gómez [4] en su tesis 'Dispositivos pedagógicos y competencias valiables. Un imaginario del tercer milenio' sostiene que, "Un cambio en la educación mediante la investigación - acción, la investigación constructivista. El tránsito de una pedagogía centrada en el control, "control de irresponsables", por una pedagogía centrada en competencias, en la autonomía, en la libertad responsable, formando personas capaces de autovalorarse, de valorar situaciones y asumir las consecuencias de sus actos, proceso con el cual se optimiza la persona día a día". Por otro lado, Torres et. al. [5] en su estudio 'Relación entre el autoconcepto de las competencias, las metas académicas y el rendimiento en alumnos universitarios' aclararon la metodología e instrumentos que se utilizaron en esta investigación. Finalmente, Olmos [6] en su investigación 'Evaluación formativa y sumativa de estudiantes universitarios: aplicación de las tecnologías a la evaluación educativa' establecen los procedimientos que ayudaron al análisis de datos.

II. LOS MODELOS EDUCATIVOS

Para Zubiría,[7] el problema esencial de la educación es determinar que tipo de hombre y de sociedad se quiere formar. Por lo tanto no existen teorías neutras ya que la práctica educativa presupone una determinada concepción del hombre y la sociedad. "Sin una teoría psicológica que explique el aprendizaje, la formación de intereses y la personalidad; sin una teoría que comprenda al individuo como ser social y que explique sus relaciones con la sociedad, y sin una teoría antropológica que perciba al hombre como ser cultural, no es posible elaborar una teoría pedagógica."

De esta manera Zubiría identifica tres grandes modelos pedagógicos: la pedagogía tradicional que se propone lograr el aprendizaje mediante la transmisión de informaciones; la

pedagogía activa para la cual la prioridad está dada a la acción, la manipulación y el contacto directo con los objetos; y finalmente, las pedagogías cognoscitivas que partiendo de los postulados de la psicología genética proponen el desarrollo del pensamiento y la creatividad como la finalidad de la educación.

EL CURRÍCULO POR OBJETIVOS

Para Nerbovig,[8] 'los objetivos de enseñanza son las conductas que se planea que los alumnos adquieran, nidifiquen o robustezcan. Se utilizará la tabla de contenidos para desarrollar las metas cognitivas junto con las actividades. El adelanto en los objetivos sociales y psicomotores, así como en los afectivos, se planeará mediante el estudio de actividades en la unidad por parte de los alumnos'.

El término currículo se refiere al conjunto de competencias básicas, objetivos, contenidos, criterios metodológicos y de evaluación que los estudiantes deben alcanzar en un determinado nivel educativo. De modo general, el currículo responde a las preguntas ¿qué enseñar?, ¿cómo enseñar?, ¿cuándo enseñar? y ¿qué, cómo y cuándo evaluar? El currículo, en el sentido educativo, es el diseño que permite planificar las actividades académicas. Mediante la construcción curricular la institución plasma su concepción de educación. De esta manera, el currículo permite la previsión de las cosas que hemos de hacer para posibilitar la formación de los educandos. El concepto currículo o curriculum en la actualidad ya no se refiere sólo a la estructura formal de los planes y programas de estudio; sino a todo aquello que está en juego tanto en el aula como en la escuela.

El currículo es una construcción desde el saber pedagógico, en cuyo proceso intervienen diferentes fuentes de saberes y conocimientos. Distinguimos entonces: fuente epistemológica disciplinaria, fuente

psicopedagógica, fuente sociocultural, fuente sociológica, fuente pedagógica

EL MODELO EDUCATIVO BASADO EN COMPETENCIAS

Según Mantilla[9], la noción de competencias se sitúa a mitad de camino entre los saberes y las habilidades concretas. Señala que la competencia es inseparable de la acción pero supone a la vez conocimientos razonados ya que considera que no hay competencia completa si los conocimientos teóricos no son acompañados por las cualidades y la capacidad que permite ejecutar decisiones que dicha competencia sugiere. Las competencias a desarrollar en la educación del siglo XXI serían:

Vinculadas con el pensar.- Lectura, escritura, matemáticas. Utilización del juicio

Para prevenir y resolver problemas y tomar decisiones.- Flexibilidad mental, pensamiento reflexivo, sentido de anticipación actitudes creativas, participación.

Relacionadas con la formación científica.- Cultivo de las actitudes científicas, conocimiento y uso de los elementos vinculados a la cultura tecnológica, especialmente la informática y las comunicaciones. Sentido de observación, procesos investigativos, capacidad para obtener y manejar información.

Inherentes al desempeño social.- Identidad, autoestima, convivencia ciudadana, participación democrática, diálogo con sentido social y político, búsqueda de desafíos, cultura ambiental. Habilidades para trabajar en equipos, para negociar, solucionar conflictos, escuchar y comunicarse.

Valorativas.- Aceptar diferencias, expresar autonomía, adquirir y respetar compromisos, valorar el esfuerzo, dimensionar el conocimiento.

Inherentes al desarrollo físico.- Expresión corporal, Desarrollo lúdico y estético, prácticas deportivas.

Estas competencias llevan entonces a los 'aprenderes' los cuales serían: aprender a ser, aprender a hacerse, aprende a aprender, aprender a comprender, aprender a crear, aprender a convivir, aprender a adaptarse, aprender a descubrir, aprender a pensar aprender a trabajar y aprender a producir.

De acuerdo con Tobón (2002), Las competencias son un enfoque para la educación y no un modelo pedagógico, pues no pretenden ser una representación ideal de todo el proceso educativo, determinando cómo debe ser el tipo de persona a formar, el proceso instructivo, el proceso desarrollador, la concepción curricular, la concepción didáctica, la concepción epistemológica y el tipo de estrategias didácticas a implementar. Al contrario, las competencias son un enfoque porque sólo se focalizan en determinados aspectos conceptuales y metodológicos de la educación y la gestión del talento humano, como por ejemplo los siguientes:

1) integración de saberes en el desempeño, como el saber ser, el saber hacer, el saber conocer y el saber convivir;

2) la construcción de los programas de formación acorde con la filosofía institucional y los requerimientos disciplinares, investigativos, laborales, profesionales, sociales y ambientales;

3) la orientación de la educación por medio de criterios de calidad en todos sus procesos;

4) el énfasis en la metacognición en la didáctica y la evaluación de las competencias; y 5) el empleo de estrategias e instrumentos de evaluación de las competencias mediante la articulación de lo cualitativo con lo cuantitativo.

Para Cortijo [10], El proceso de formación profesional basado en competencias es una estrategia metodológica para organizar el proceso de planificación, ejecución, evaluación y mejoramiento curricular: se estructura didácticamente respetando lo que la persona necesita saber, saber hacer, saber vivir juntos, y ser, considerando las exigencias del nivel educativo: posibilitando la formación de competencias a lo largo del programa académico.

Cortijo sostiene que es necesaria la adopción del modelo basado en competencias debido a que existen deficiencias en el proceso de enseñanza, tales como:

- Desde la perspectiva teleológica el proceso educativo es conducido dentro de una proyección 'funcionalista' dirigida a la formación técnica.

- Desde la dimensión epistemológica, el conocimiento se estructura de forma muy fraccionada, organizado por asignaturas y unidades que no guardan relación ya que no se integran en competencias integradoras de la profesión.

- Desde la dimensión axiológica, el currículo no integra el desarrollo de los valores humanos que demandan las competencias de actuación para la vida.

Según Tobón (2002), las competencias se abordan desde 1) el *proyecto ético de vida* de las personas, para afianzar la unidad e identidad de cada ser humano, y no su fragmentación; 2) las competencias buscan reforzar y contribuir a que las personas sean emprendedoras, primero como seres humanos y en la sociedad, y después en lo laboral-empresarial para mejorar y transformar la realidad; 3) las competencias se abordan en los procesos formativos desde fines claros, socializados, compartidos y asumidos en la institución educativa, que brinden un *PARA QUÉ* que oriente las actividades

de aprendizaje, enseñanza y evaluación; 4) la formación de competencias se da desde el desarrollo y fortalecimiento de habilidades de pensamiento complejo como clave para formar personas éticas, emprendedoras y competentes; y 5) desde el enfoque complejo la educación no se reduce exclusivamente a formar competencias, sino que apunta a formar personas integrales, con sentido de la vida, expresión artística, espiritualidad, y conciencia de sí.

EL MODELO PEDAGÓGICO DE LA ESPE

El modelo educativo de la ESPE[11] está articulado con la visión y misión institucional. El modelo pedagógico de la ESPE, se basa en competencias y se estructura de acuerdo al perfil de salida del profesional. El objetivo general del modelo Educativo es "orientar los procesos universitarios que generen el mejoramiento de la calidad educativa que oferta la ESPE, con la integración armónica de la investigación científica, la innovación tecnológica y la vinculación con el mundo empresarial y social en el proceso de formación de profesionales."

Para el proceso de rediseño curricular se establecieron los siguientes parámetros:

- La estandarización de los perfiles profesionales estableciendo el sistema de competencias a desarrollar;
- Mayor integración de los contenidos de estudios de las asignaturas, con incremento del tiempo que los estudiantes deben dedicar a las actividades práctico-investigativa;
- Fortalecimiento de la investigación a través de la sistematización de proyectos integradores, por etapas de formación curricular;
- Uniformidad en la estructura para la presentación de los diseños

curriculares, por parte de todas las carreras que se desarrollan en la ESPE.

En el diseño del mapa curricular de las carreras se integran: a) Competencias y unidades de competencias, b) Proyectos integradores por etapas de formación, c) Asignaturas y módulos de contenidos articulando una doble lógica: en función de las competencias y en función del rigor de la ciencia y la tecnología, d) Cursos de temáticas optativas para los estudiantes, e) Suficiencia de un idioma extranjero, f) Prácticas de pre-titulación: pasantías, g) Trabajo de grado expresado en proyecto de máxima integración en la carrera

III. METODOLOGÍA

POBLACIÓN Y MUESTRA

Para la presente investigación se consideró como universo: los primeros niveles de las carreras de Ingeniería de la ESPE extensión Latacunga. Fueron sujetos de investigación las materias dictadas en los primeros niveles utilizando tanto la malla antigua por objetivos como la malla actual por competencias.

Tabla1. Conformación de la población y muestra

| ESTRATO | POBLACIÓN | MUESTRA |
|---------------------------|-----------|---------|
| Carreras de Ingeniería | 5 | 3 |
| Materias primeros niveles | 7 | 5 |
| Docentes primeros niveles | 28 | 17 |

Para el muestreo del primer estrato carreras de ingeniería se tomaron en cuenta las carreras del Departamento de Eléctrica y Electrónica y del Departamento de Energía y Mecánica, quedando la muestra conformada por las carreras de ingeniería automotriz, ingeniería electrónica e ingeniería mecatrónica. Se consideraron todas las

materias dictadas en los primeros niveles y fueron muestreadas las siguientes.

Tabla 2. Conformación de la muestra, carreras y materias

| Carrera | Materia |
|------------------|-------------------------------------|
| Ing. Automotriz | Mecánica de Fluidos |
| | Motores de combustión Interna |
| | Matemáticas aplicadas |
| | Electrónica |
| Ing. Electrónica | Estadística |
| | Análisis Matemático I |
| | Análisis Matemático II |
| | Análisis Matemático III |
| | Circuitos Digitales |
| Ing. Mecatrónica | Circuitos Eléctricos |
| | Análisis Matemático I |
| | Matemáticas aplicadas |
| | Introducción Ingeniería Mecatrónica |
| | Metrología Mecatrónica I |

TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo se enmarcó dentro de las consideraciones de la Investigación Básica, según Sánchez [12] esta investigación tiene como propósito llegar al descubrimiento de amplias generalizaciones o principios con los cuales se pueda llegar al desarrollo de nuevas teorías. Esta clase de investigación da la oportunidad de descubrir la esencia del proceso pedagógico, las concepciones más generales de la pedagogía como ciencia de la educación.

El presente trabajo se enmarca también dentro de las consideraciones de la Investigación Descriptiva ya que de acuerdo con García [13] "este tipo de investigación describe el hecho, el

fenómeno durante el tiempo de su estudio". Por otro lado, este trabajo también se le considera como una Investigación Evaluativa ya que según García este tipo de investigación permite determinar el valor, el impacto y el mérito de una organización, un programa institucional, un servicio público, un producto o un método y estrategias.

En este caso, se trató de por un lado explorar la percepción que del modelo por competencias tienen los docentes de los primeros niveles de ingenierías; por otro lado, se realizó una evaluación de la efectividad de los modelos por competencias y por objetivos al comparar los rendimientos de los estudiantes.

Hipótesis y Variables

Para dirigir la investigación se planteó la siguiente hipótesis: **No existe ninguna diferencia entre el nivel de rendimiento producido por el enfoque educativo por competencias y el rendimiento académico producido por el enfoque por objetivos de los alumnos de primer nivel de las carreras de ingeniería de la ESPE extensión Latacunga.** Las variables se definieron, establecieron sus dimensiones y especificaron sus indicadores de la siguiente manera.

Tabla 3. Variables, dimensiones e indicadores

| VARIABLE | DIMENSIONES | INDICADORES |
|--|--|------------------------------------|
| Nivel de conocimientos y práctica sobre enfoque por competencias | Comunicación de competencias a los estudiantes | Siempre, a menudo, rara vez, nunca |
| | Participación en Proyectos integradores | Siempre, a menudo, rara vez, nunca |
| | Planificación de productos integradores | Siempre, a menudo, rara vez, nunca |
| | Comunicación de Estándares de evaluación | Siempre, a menudo, rara vez, nunca |

| | | |
|---------------------------------------|--|--|
| | Planificación de Competencias Genéricas | Si No |
| | Manejo Planificación micro | Fácil, alguna dificultad, no se maneja |
| Nivel de rendimiento por objetivos | Escala de calificación de los promedios de curso | Escala de 0 a 20 |
| Nivel de rendimiento por competencias | Escala de calificación de los promedios de curso | Escala de 0 a 20 |

MATERIALES Y MÉTODOS

Para recoger la información relativa al nivel de conocimientos que sobre los modelos de enseñanza tienen los docentes de primer nivel se aplicó una encuesta de diez preguntas cerradas de varias alternativas.

Los rendimientos de los estudiantes fueron tomados de los libros de calificaciones de los archivos del departamento de admisión y registro.

Los análisis de datos utilizados fueron: para la información relativa al nivel de conocimiento sobre los modelos de los docentes, se utilizaron cuadros de frecuencia y análisis de porcentajes; para la comparación del rendimiento de los estudiantes bajo los dos modelos, se utilizó el estadístico t de student.

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Luego de realizada la tabulación de los datos obtenidos de la encuesta dirigida a los docentes de primeros niveles de las carreras de ingeniería de la ESPE extensión Latacunga con el fin de determinar sus percepciones sobre los modelos educativos, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 4. Comunicación a los estudiantes de las competencias a lograrse

| | f | % |
|----------|---|-------|
| siempre | 9 | 52,94 |
| a menudo | 6 | 35,29 |
| rara vez | 2 | 11,76 |
| nunca | 0 | 0,00 |

Análisis: El 53% de los docentes manifiesta que siempre comunica a sus estudiantes las competencias a lograrse con ellos al iniciar el programa. Un 35% de docentes manifiesta que comunica a menudo. Por lo tanto se concluye que la gran mayoría de docentes (88%) comunica a sus estudiantes las competencias a lograrse.

Tabla 5. Participación en proyectos integradores.

| | f | % |
|----------|---|-------|
| siempre | 1 | 5,88 |
| a menudo | 4 | 23,53 |
| rara vez | 6 | 35,29 |
| nunca | 6 | 35,29 |

Análisis: Solamente un 6% de los docentes manifiesta que participa en los proyectos integradores de la carrera. La gran mayoría de docentes (alrededor de 70%) manifiesta que rara vez o nunca ha participado en dichos proyectos. Es decir, de alguna manera, no se cumple el requerimiento de la conformación de la malla curricular (ESPE, 2008).

Tabla 6. Planificación del producto integrador

| | f | % |
|----------|---|-------|
| siempre | 8 | 47,06 |
| a menudo | 3 | 17,65 |
| rara vez | 2 | 11,76 |
| nunca | 4 | 23,53 |

Análisis: El 47% de los docentes manifiesta que ha planificado el producto integrador. Existe un buen porcentaje de docentes (36%) que al parecer no ha planificado el producto integrador (rara vez y nunca). Por lo tanto, no todos los docentes planifican el producto integrador que es una parte de la malla curricular.

Tabla 7. Comunicación de los estándares de evaluación a los estudiantes

| | f | % |
|----------|----|-------|
| siempre | 14 | 82,35 |
| a menudo | 2 | 11,76 |
| rara vez | 1 | 5,88 |
| nunca | 0 | 0,00 |

Análisis: La gran mayoría de docentes comunica los estándares de evaluación a los estudiantes (94%, siempre y a menudo). Solamente un 6% de docentes no comunica los estándares de evaluación.

Tabla 8. Utilización del producto parcial para construir el producto de unidad

| | f | % |
|----------|---|-------|
| siempre | 7 | 41,18 |
| a menudo | 7 | 41,18 |
| rara vez | 2 | 11,76 |

| | | |
|-------|---|------|
| nunca | 1 | 5,88 |
|-------|---|------|

Análisis: La gran mayoría de docentes (82%) utiliza el producto parcial para construir el producto de unidad. Existe un (18%) de docentes que no trabaja con los productos parciales para construir el producto integrador.

Tabla 9. Aspectos de las competencias generales planificadas.

| | f | % |
|--|----|-------|
| formación ética | 15 | 88,24 |
| diversidad cultural | 7 | 41,18 |
| equidad de género | 10 | 58,82 |
| investigación científica | 16 | 94,12 |
| planificación y ejecución de proyectos | 15 | 88,24 |
| problemas ambientales | 6 | 35,29 |

Análisis: La mayoría de docentes planifica competencias genéricas en sus programas. La competencia genérica más utilizada por los docentes en sus programas es la investigación científica. La formación ética y la planificación y ejecución de proyectos (88%) son competencias genéricas bastante consideradas por los docentes. Solamente un 33% de docentes planifica competencias genéricas relacionadas con el medio ambiente. Por lo tanto, los docentes resaltan el trabajo del desarrollo de competencias genéricas, especialmente aquellas que no son muy comunes en las universidades ecuatorianas: investigación científica y planificación y ejecución de proyectos.

Tabla 10. Capacitación Recibida

| | f | % |
|------------|----|-------|
| Suficiente | 3 | 17,65 |
| Poca | 12 | 70,59 |
| Nula | 2 | 11,76 |

Análisis: La gran mayoría de docentes (70%) manifiesta que la capacitación recibida ha sido poca, inclusive un (12%) manifiesta que no ha recibido ninguna capacitación para aplicar el modelo por competencias.

Tabla 11. Manejo de herramientas de planificación curricular por competencias.

| | f | % |
|----------------|----|-------|
| Fácilmente | 1 | 5,88 |
| Con dificultad | 15 | 88,24 |
| No manejo | 1 | 5,88 |

Análisis: La gran mayoría de docentes (88%) manifiesta que maneja los instrumentos de planificación por competencias con dificultad, incluso un 6% manifiesta no manejarlos. Solamente un 6% sostiene que maneja los instrumentos curriculares fácilmente.

Tabla 12. Planificación curricular por objetivos comparada con por competencias.

| | f | % |
|-------------|---|-------|
| Más difícil | 3 | 17,65 |
| Igual | 9 | 52,94 |
| Más fácil | 5 | 29,41 |

Análisis: Un 53% de docentes sostiene que la dificultad en la planificación curricular por competencias es igual que la planificación por objetivos. Existe un 30% de docentes que encuentra la planificación por objetivos más fácil. Un 18% manifiesta que la planificación por objetivos es más difícil.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

La hipótesis de trabajo manifestaba que no existe diferencia en el rendimiento de los estudiantes al comparar los modelos por

competencias y por objetivos. Los datos obtenidos del rendimiento de los estudiantes se muestran a continuación.

Tabla 13. Rendimiento promedio de las materias de las carreras de ingeniería.

| Materia | Por Objetivos | Por competencias |
|-------------------------------------|---------------|------------------|
| Mecánica de Fluidos | 15,47 | 9,08 |
| Motores de combustión Interna | 15,29 | 14,55 |
| Matemáticas aplicadas | 9,87 | 14,17 |
| Electrónica | 15,71 | 14,77 |
| Estadística | 17,84 | 14,34 |
| Análisis Matemático I | 9,95 | 14,26 |
| Análisis Matemático II | 13,28 | 14,77 |
| Análisis Matemático III | 15,40 | 15,90 |
| Circuitos Digitales | 14,60 | 16,49 |
| Circuitos Eléctricos | 12,38 | 16,31 |
| Análisis Matemático I | 14,77 | 14,46 |
| Matemáticas aplicadas | 15,28 | 13,90 |
| Introducción Ingeniería Mecatrónica | 14,00 | 17,96 |
| Metrología Mecatrónica I | 14,72 | 16,72 |
| media | 14,18 | 14,83 |

Análisis: Los promedios de la mayoría de materias aumentaron al aplicarse el modelo por competencias excepto las materias de electrónica y estadística. Sin embargo se requiere

determinar si estas diferencias son significativas para lo cual se aplicó el estadístico *t de student* cuyos resultados se muestran a continuación.

Tabla 14. Comparación de medias para los modelos por objetivos y competencias

| t | df | Sig. (dos colas) |
|-------|----|------------------|
| -,774 | 13 | ,453 |

Análisis: La *t* calculada (0.77) es menor que el valor crítico de *t* para 13 grados de libertad (2.16) por lo que se acepta que no existe diferencia significativa entre los promedios de las materias bajo el modelo por objetivos y por competencias.

V. CONCLUSIONES

Luego del análisis de la información se llegó a las siguientes conclusiones:

- No existe una diferencia estadísticamente significativa entre el rendimiento de los estudiantes de primeros niveles bajo los modelos por objetivos y por competencias.
- La mayoría de docentes (70%) no ha participado en los proyectos integradores diseñados en la malla curricular de la carrera según el modelo por competencias.
- No todos los docentes (36%) han planificado el producto integrador de la materia, siendo este una parte de la malla curricular.
- La gran mayoría de docentes comunica los estándares de evaluación a los estudiantes (94%). Esta es una fortaleza para los requerimientos de la aplicación del modelo por competencias.
- Los docentes trabajan en su mayoría (88%) en el desarrollo de las competencias genéricas de

investigación científica y planificación de proyectos integradores.

- Los docentes (82%) manifiestan que la capacitación recibida no ha sido suficiente para poder aplicar el modelo por competencias y solamente un 6% de docentes manifiesta que puede manejar los instrumentos de planificación curricular con facilidad. La gran mayoría (88%) tiene dificultades en el manejo de instrumentos curriculares.

Es de esperarse que futuras investigaciones se realicen con el fin de ampliar el universo a toda la ESPE, considerando otras carreras y otros niveles.

VI. REFERENCIAS

- [1]. Morales Gómez, Gonzalo. El Giro Cualitativo de la Educación. Quito: Dimerino Editores, 2001.
- [2]. Tobón, Sergio. La Formación Basada en Competencias. Bogota: Corporación Lasallista, 2002.
- [3]. Evaluación del diseño de una asignatura por competencias, dentro del EEES, en la carrera de Pedagogía: estudio de un caso real. Ruíz Ruíz, José María. 2010, Educación, págs. 435-459.
- [4]. Gómez Ocampo, Martha Lucía. Dispositivos pedagógicos y competencias valiosas. Un imaginario del tercer milenio. Barcelona: Universitat de Barcelona, 2002.
- [5]. Relación entre el autoconcepto de las competencias, las metas académicas y el rendimiento en alumnos universitarios de la ciudad de Lima. Torres Valladares, Manuel, Morocho Seminario, José y Santos Islas, Julio. 2005, Revista de Investigación en Psicología, págs. 87-106.
- [6]. Olmos Miguelañez, Susana. Evaluación formativa y

sumativa de estudiantes universitarios: aplicación de las tecnologías a la evaluación educativa. Salamanca : Universidad de Salamanca, 2008. Tesis.

[7]. Zubiría, Julián. Los Modelos Pedagógicos. Quito : Susaeta, 1995.

[8]. Nerbovig, Marcella. Planeamiento de Unidades. Buenos Aires : Guadalupe, 1973.

[9]. Yolanda, Mantilla. Planificación Curricular Universitaria. Quito : ESPE, 2009.

[10]. Cortijo, René. Formación por Competencias. Quito : ESPE, 2008.

[11]. ESPE. Guía para la Gestión Docente Basada en Competencias. Sangolquí : espe, 2008.

[12]. Sánchez, V. Metodología de la Investigación. Quito : UCE, 1988.

[13]. García, M. Manual de Trabajos de Grado. Caracas : UPL, 1998.

“ANÁLISIS DE LOS GASES DE ESCAPE MEDIANTE LA OPTIMIZACIÓN DEL MOTOR ISUZU DEL LABORATORIO DE MOTORES DIESEL-GASOLINA”

Ing. Cruz Mauricio AUTOR¹
Ing. Bonilla William AUTOR²

¹Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica. Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga,

Quijano y Ordóñez y Marqués de Maenza S/N Latacunga, Ecuador,
email: cruz-mauricio@hotmail.com

²Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica. Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga,

Quijano y Ordóñez y Marqués de Maenza S/N Latacunga, Ecuador,
email: williamboni88@yahoo.es

Resumen.- El diseño e implementación de un módulo para el análisis de los gases de escape mediante la optimización del motor Isuzu disminuye la formación de óxidos de nitrógeno; ya que se disminuye la temperatura de combustión en determinadas fases del funcionamiento del motor a baja y media carga, mediante el sistema EGR, que introduce en los cilindros ciertas cantidades de gases de escape que ya han sido previamente quemados y que prácticamente no contienen oxígeno, por lo que apenas arderán.

I. INTRODUCCIÓN

Los rápidos y sustanciales avances tecnológicos en los automóviles a diesel han producido un gran impacto en la industria lo que se traduce especialmente en la necesidad de ampliar los conocimientos del Ingeniero Automotriz a fin de garantizar a la industria automotriz tecnología de punta.

La utilización de la sobrealimentación, se fundamenta en la mejora de la combustión del motor debido a un mayor llenado de aire en los cilindros, lo que provoca un aumento de potencia y un menor consumo específico, permitiendo que los vehículos tengan un mejor rendimiento.

Para bajar la temperatura del aire de admisión además se coloca un sistema de intercambiador de calor, lo que

permite tener un rendimiento más óptimo del sistema.

Además de poseer un control adecuado gracias a la gran variedad de sensores, lo que permite reducir costos y lo más importante que no produzca gases de contaminación.

II. MARCO TEÓRICO

ANÁLISIS DEL PROCESO DE ESCAPE EN LOS MOTORES DIESEL

En los motores de cuatro tiempos las válvulas de escape se abren en un instante elegido de tal manera que en el primer período del barrido permite que los gases quemados salgan con una velocidad crítica relativamente grande, igual a 600 – 700 m/s. En el período siguiente los gases quemados son empujados por el émbolo que se desplaza hacia el p. m. s.

En todos los casos el instante de la apertura de los órganos de escape se elige experimentalmente. Los gases quemados salen del cilindro del motor a gran velocidad, produciendo un ruido estridente. Para disminuir este ruido se montan silenciadores en el tubo de escape. Al pasar por estos dispositivos los gases de escape se expanden, pierden velocidad y salen al medio ambiente sin hacer ruido.

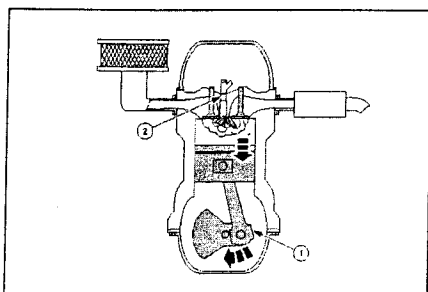
Los silenciadores aumentan algo la resistencia del sistema de escape, por lo que la presión en el cilindro se eleva en este período. En estas condiciones aumenta la cantidad de gases

residuales que quedan en el cilindro y el coeficiente de llenado disminuye. Por esta razón, el silenciador debe tener una estructura que permita amortiguar debidamente el ruido sin que aumente la resistencia en el sistema de escape. [1]

En el instante en que se abren los órganos de escape los gases quemados tienen una temperatura y una presión relativamente altas. Por consiguiente, con los gases de escape se pierde una cantidad considerable de calor. Una parte de la energía cinética de los gases de escape se puede aprovechar para alimentar el motor.

En el caso de los motores diesel el combustible es introducido a muy alta presión directamente dentro de la cámara de combustión. Hacia el final de la compresión y cuando el aire comprimido dentro de dicha cámara se ha calentado lo suficiente se inyecta el combustible, y este se inflama. En el motor diesel, a medida que el combustible va siendo inyectado se va quemando, generando el calor suficiente como para elevar aún más la temperatura dentro del cilindro y permitir que el motor entregue trabajo. Es decir que en el diesel la mezcla de aire y combustible se va produciendo en la medida que el segundo se quema.

El tiempo de escape no produce trabajo, pero gasta una cantidad de energía para empujar los gases de escape fuera del cilindro. [2]



Tiempo de explosión del motor Diesel

| Ref | Descripción |
|-----|--------------------------|
| 1 | Inyección de combustible |
| 2 | Escape |

Figura 1. Tiempo de explosión del motor diesel

COMPOSICIÓN DE LOS GASES DE ESCAPE

Las condiciones en que se quema el combustible en el cilindro del Diesel contribuyen a la formación de unos compuestos complejos; una parte considerable de éstos son sustancias tóxicas y algunos pertenecen a la categoría de sustancias cancerígenas (agentes de enfermedades cancerosas). Los gases de escape de los motores de combustión interna diesel contienen una cantidad considerable de componentes. [3]

Tabla I. Componentes principales de los gases de escape

| COMPONENTES | COMPOSICIÓN DE LOS GASES (EN %) SEGUN EL VOLUMEN | INFLUENCIA DEL COMPONENTE EN EL ORGANISMO HUMANO |
|---------------------|--|--|
| NITROGENO | 76 - 78 | NO ES TÓXICO |
| OXIGENO | 2 - 18 | NO ES TÓXICO |
| VAPORES DE AGUA | 0,5 - 4 | NO ES TÓXICO |
| ANHÍDRIDO CARBÓNICO | 1 - 10 | NO ES TÓXICO |
| MONÓXIDO CARBÓNICO | 0,002 - 0,5 | NO ES TÓXICO |
| ÓXIDOS DE NITRÓGENO | 0,009 - 0,5 | TÓXICO |
| HIDROCARBUR OS | 0,001 - 0,009 | TÓXICO |
| ALDEHÍDOS | 0,01 - 1,1 g/m3 | TÓXICO |
| HOLLÍN | HASTA 10 g/m3 | CANCERÍ GENO |
| BENZOPIRENO | | |

RECIRCULACIÓN DE GASES

Los motores diesel son típicamente característicos por el consumo bajo de combustible y muy bajas emisiones de CO. Sin embargo las emisiones de NOx de los motores diesel aún permanecen altas.

La formación de estos óxidos de nitrógeno se reduce bajando la temperatura de combustión en determinadas fases del funcionamiento del motor (a baja y media carga). Esto se consigue mediante el sistema EGR, que introduce en los cilindros ciertas cantidades de gases de escape que ya han sido previamente quemados y que prácticamente no contienen oxígeno, por lo que apenas arderán.

La recirculación de gases de escape tiene dos misiones fundamentales, una es reducir los gases contaminados procedentes de la combustión o explosión de la mezcla y que mediante el escape sale al exterior. Estos gases de escape son ricos en monóxido de carbono, carburos de hidrógeno y óxidos de nitrógeno.

La segunda misión de la recirculación de gases es bajar las temperaturas de la combustión o explosión dentro de los cilindros. La adición de gases de escape a la mezcla de aire y combustible hace más fluida a esta por lo que se produce la combustión o explosión a temperaturas más bajas. ^[4]

III. DISEÑO DEL SISTEMA

El diseño está basado en la implementación de los sistemas de control para la recirculación de gases de escape, tomando en cuenta todos los parámetros necesarios para su correcto funcionamiento.

A. Diseño del sistema de recirculación

Para el diseño electrónico del módulo de control, se consideran las distintas señales que este módulo va a controlar.

El módulo se encarga de captar e interpretar las distintas señales que recibe de los sensores así como también enviar las distintas señales para la activación del sistema de recirculación de gases.

Se analiza las señales de entrada y salida que va a tener el módulo, las señales de entrada son aquellas que procesan los distintos sensores instalados en el motor Isuzu hacia el controlador, mientras las señales de salida son las que salen hacia el motor a pasos el cual se encarga de activar la válvula de recirculación de gases de escape.

Los circuitos y elementos necesarios para realizar las distintas placas del módulo de control, son armados una vez que se tenga todos los componentes electrónicos y eléctricos seleccionados y debidamente probados.

Los elementos utilizados para el módulo son: un microcontrolador 16F877A, regulador de voltaje 78L05, resistencias, diodos, condensadores, osciladores, leds; los circuitos y elementos se instalaron y probaron en Proto-Board.

La simulación de los sensores en el proto-board se la realiza con la ayuda de potenciómetros para variar el valor de su funcionamiento

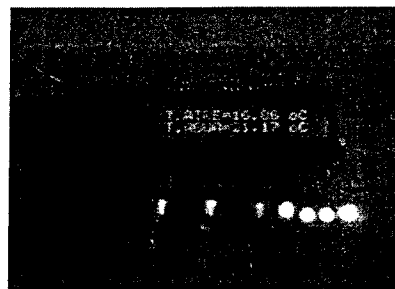


Figura 2. Pruebas de elementos y circuitos

Una vez comprobado el funcionamiento del circuito, se procede a diseñar las placas electrónicas, en donde se ubicarán cada uno de los componentes seleccionados para su posterior instalación en el vehículo.

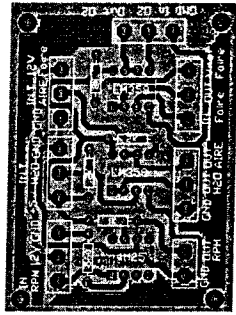


Figura 3. Placa de acoplamiento de señales

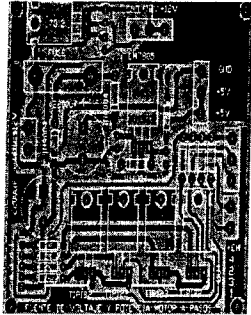


Figura 4. Placa de fuente de voltaje y potencia motor a pasos

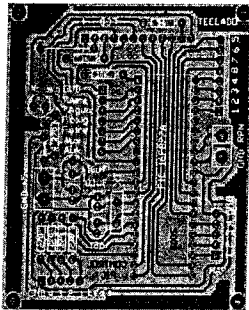


Figura 5. Placa de control de PIC.

B. Diseño del sistema de recirculación

Implementación de los sensores en el motor Isuzu

El WTS se encuentra en contacto directo con el refrigerante, para poder tomar con la máxima precisión la temperatura del medio.

El MAF va fijado a la caja del filtro de aire, por poseer 5 pines tiene en su interior el sensor IAT; este sensor nos captará la temperatura y el flujo de aire que necesita el módulo.

El sensor CKP es el que muestra información al módulo de control sobre

las r.p.m., El sensor opera a través de la variación de campo magnético generado por el paso de los dientes de una plega dentada del cigüeñal.

El Sensor de Oxígeno (EGO) se encuentra localizado en el múltiple de escape antes. Es un dispositivo capaz de medir la relación Lambda de los gases de escape en función de la cantidad de oxígeno que posean. La medida de la sonda Lambda es una señal de voltaje de entre 0 y 1 v.

El motor paso a paso en el sistema de recirculación de gases implementado en el motor Isuzu realizará el trabajo de la válvula EGR instalada en los vehículos modernos ya que este motor nos proporciona movimientos muy precisos para girar la válvula bypass.



Figura 6. Sistema de activación de la Válvula Bypass

C. Utilización del módulo

El manejo de este módulo de control es sencillo, ya que la pantalla Lcd presenta instrucciones que ayudan para su utilización.

El módulo de control presenta un menú principal el cual se subdivide en dos partes, una es la parte de calibración ya sea de los sensores como del motor a pasos; y la otra parte es la de activación en la que permite observar como varían los valores que captan los distintos sensores.

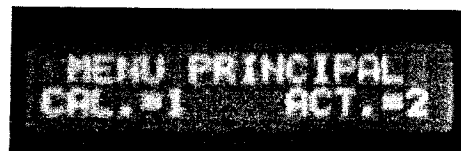


Figura 7. Menú principal

Una vez terminada la calibración de los sensores y del motor a pasos. Podemos proceder con la activación del sistema presionando la opción tal como se nos indica en la pantalla principal.



Figura 8. Pantalla de control de activación

Después de haber activado el sistema de control del módulo. Podemos presionamos la tecla para monitorear y observar el funcionamiento de los distintos sensores y de la variación que existen en los valores que estos están captando.

Para conocer el momento en el que el sensor se encuentra dentro del rango de calibración, se han colocado leds indicadores, estos se encenderán cuando un sensor entre en el rango de activación.

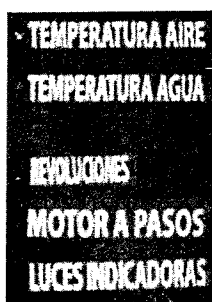


Figura 9. Leds indicadores

Para que el sistema funcione totalmente y el motor de pasos empiece a girar y abra la válvula bypass, necesita recibir las tres señales de activación que son la temperatura de aire, la temperatura de agua y el número de revoluciones. Al momento de recibir estas tres señales el sistema activará automáticamente el motor a pasos haciendo girar la válvula bypass para permitir el paso de los gases de escape hacia el múltiple de admisión.

IV. RESULTADOS

- El módulo de control del sistema es de fácil manejo por presentar versatilidad en su conexión, y fácil acceso a las conexiones.
- El control y funcionamiento de los sensores instalados en el motor Isuzu son controlados por él módulo.
- La válvula bypass instalada en el motor no se activa si las tres condiciones de funcionamiento no son las adecuadas.
- Las condiciones de activación del módulo se basa a las que se necesita para el funcionamiento de la válvula EGR.
- Variar los grados de apertura de la válvula bypass afecta el funcionamiento del motor diesel.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El uso de un turbocompresor es muy beneficioso para el rendimiento de un motor diesel debido a que el consumo específico de combustible baja con facilidad entre un 15 – 20% debido a que ingresa en los cilindros mayor cantidad de aire.
- La formación de óxidos de nitrógeno se reduce bajando la temperatura de combustión en determinadas fases de funcionamiento del motor (baja y media carga). Esto se consigue mediante el sistema de EGR que introduce en los cilindros cierta cantidad de gases de escape que ya ha sido previamente quemado y que prácticamente no contiene oxígeno por lo que apenas arderá.
- El diesel estándar es el que tiene peor comportamiento respecto a las emisiones de humos y partículas, la causa de estos resultados es el efecto conjunto el alto contenido de hidrocarburo aromáticos, densidad y viscosidad elevada, así como menor volatilidad y número de cetano

- No se debe realizar la introducción de los gases de escape a altas revoluciones ya que precisamente lo que necesita la mezcla es mayor densidad (aire frío) para lograr un mayor rendimiento del ciclo termodinámico del motor.
- El módulo de control está diseñado para un amplio rango de puntos de funcionamiento del motor y grados de apertura de la válvula, lo cual permitirá comprender el funcionamiento de un sistema de recirculación de gases de escape.
- El diseño del sistema de recirculación de gases instalado en el motor no impide su normal funcionamiento ya que este no interfiere directamente en ningún sistema.
- La rapidez y calidad del sistema de control depende de los componentes que utilice (sensores) debido a que hay muchos en el mercado con distinta tecnología, lo que podría variar en los resultados obtenidos.
- El módulo de control del sistema nos permite mantener una interacción entre el controlador del sistema y el motor, e incluso despliega las condiciones de funcionamiento del motor a las que está operando.

sobrealimentación de motores rápidos,
Grupo Editorial CEAC, Perú.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- [1] M.S.JOVAJ (1990), Motores de automóvil, Editorial Mir.
- [2] CEAC (1992), Motores Diesel, Grupo Editorial CEAC, Barcelona.
- [3] GIACOSA DANTE (1979), Motores endotérmicos de encendido por compresión, Editorial Dossat, Barcelona – España.
- [4] MIRALLES DE IMPERIAL JUAN, CEAC (1992), Turbo,

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE ENTRENAMIENTO, EN EL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA Y FRENOS ABS DEL VEHÍCULO CHEVROLET OPTRA 1.8 L”

Ing. Víctor D. Zambrano L.¹

Ing. Jorge S. Mena P.²

¹Departamento de Energía y Mecánica. Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Quijano y Ordóñez y Marqués de Maenza S/N Latacunga, Ecuador.
email: danilozi@hotmail.com

²Departamento de Energía y Mecánica. Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Quijano y Ordóñez y Marqués de Maenza S/N Latacunga, Ecuador.
email: stalin_m@hotmail.es

Resumen – El diseño e implementación del módulo de entrenamiento del vehículo CHEVROLET OPTRA optimizará el aprendizaje en los alumnos de la carrera de Ingeniería Automotriz en los diferentes sistemas electrónicos que posee el vehículo. Como son el de inyección, de encendido y frenos ABS. De tal manera que determinarán la reacción del vehículo cuando uno de estos falle, estableciendo el procedimiento correcto de diagnosticarlo, corrigiendo las averías de una manera eficiente optimizando los tiempos de trabajo.

I. INTRODUCCIÓN

La tecnología automotriz a generado un avance impresionante en base a las exigencias del medio, teniendo que satisfacerlas a estas en forma óptima.

La electrónica aplicada en la ingeniería automotriz reemplaza elementos mecánicos por elementos electrónicos, permitiendo la intervención de esta en el campo automotriz, principalmente en los sistemas de: inyección de combustible, frenos ABS, control de tracción de las ruedas, control de la potencia de frenado, control de la carrocería, control de accesorios, etc.

Consiguiendo que el vehículo tenga un mejor performance y lo más

importante que no produzca exageradas cantidades de contaminación, pero también logrando disminuir costos en la fabricación de los componentes, y haciéndolos a estos cada vez más seguros y fiables.

II. MARCO TEÓRICO

El sistema electrónico del automóvil ha evolucionado desde su surgimiento, son muchas las prestaciones que pueden aparecer en uno u otro tipo de vehículo, por tal motivo resulta muy difícil, establecer un sistema electrónico universal para todos.

La clave de la inyección de gasolina es el módulo de control electrónico (ECM), que es un miniordenador cuya señal de salida es un pulso eléctrico de determinada duración que da en el momento exacto (durante la carrera de admisión) al, o los inyectores. La señal principal para hacer la decisión del tiempo de apertura del inyector la recibe de una mariposa colocada en el conducto de admisión en cuyo eje hay montada una resistencia eléctrica variable, así la posición de la mariposa es interpretada por la ECM como más o menos aire al cilindro y por lo tanto más o menos necesidad de gasolina, regulada a través del tiempo de apertura del inyector. El momento exacto de comenzar la apertura del inyector viene de un sensor de posición montado en el árbol de levas o el distribuidor, que le indica a la ECM cuando están abiertas

las válvulas de admisión y por lo tanto se está aspirando el aire que arrastrará al interior del cilindro la gasolina inyectada en el conducto de admisión¹.

Para ajustar con exactitud el tiempo de apertura de los inyectores y obtener la máxima eficiencia y la mínima emisión de gases tóxicos, la ECM tiene en cuenta un grupo de otras entradas que llegan a él, procedentes de varios sensores, que vigilan el comportamiento de los factores que influyen en el proceso de combustión, estas entradas son procesadas electrónicamente y sirven para modificar el tiempo de apertura del inyector a la cantidad exacta.

Las ECM están preparadas para ignorar los sensores cuando hay una avería de algunos de ellos, o están dando señales fuera del rango normal, y continuar con el programa básico, para permitir el funcionamiento del motor hasta llegar al taller de reparaciones².

Los sensores son los "órganos sensoriales" del vehículo con los que puede captar recorrido, posición, rotaciones, velocidad, aceleración, vibraciones, presión, caudal, temperatura y otras magnitudes de influencia.

Entre tanto, sus señales han llegado a ser indispensables para las funciones de mando y regulación de los diferentes sistemas de gestión del motor, del tren de rodaje, de seguridad y de confort. El procesamiento de datos permite finalmente evaluar con rapidez los parámetros mencionados preparándolos para las funciones previstas en el vehículo

Los actuadores realizan los trabajos que les asigna la ECM, en base al control de tierra de voltajes de salida enviados por la misma. Entre los actuadores tenemos los siguientes: Inyectores, bobina de encendido, válvula solenoide para velocidad mínima del motor, válvula de ventilación eléctrica para recirculación

de gases de escape, electro bomba de combustible, válvulas vsv, válvulas de control de los circuitos de freno³.

III. DISEÑO E INSTALACIÓN DEL SISTEMA

En el presente trabajo se diseñó, construyó e instaló el módulo de entrenamiento en el sistema de inyección electrónica y frenos antibloqueo ABS del vehículo CHEVROLET OPTRA 1.8L. El mismo que se lo controla a través de una computadora personal, mediante una interfaz y un software amigable.

A. Diseño electrónico

Para el diseño electrónico del módulo de entrenamiento, se ha tomado en cuenta los diferentes circuitos que vamos a controlar, tanto de inyección electrónica y frenos ABS.

El módulo que se diseñó se encarga de controlar el sistema de inyección electrónica del motor así como el sistema de frenos antibloqueo ABS.

Se analiza las señales de entrada y salida que va a controlar el módulo, que son los siguientes sensores: WTS, IAT, TPS, CMP, MAP, CKP, O2, VSS, WSS, además los actuadores: INYECTOR 1 y 2, EGR, IAC, DIS, ABS, BOMBA DE COMBUSTIBLE, por medio del PC.

Los circuitos necesarios y elementos requeridos para realizar el módulo de control son armados una vez que se determinó cada uno de los componentes electrónicos y eléctricos que fueron debidamente seleccionados y probados.

En resumen los elementos utilizados para este módulo fueron un microcontrolador 16F877A⁴, Max 232, resistencias, reguladores, condensadores, relés, diodos, transistores, los circuitos y elementos

se instalaron y probaron en Proto-Board.

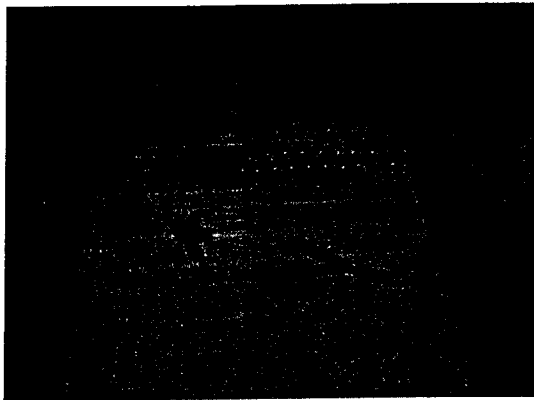


Figura 1. Pruebas de elementos y circuitos

Cuando funciona el circuito con todos sus componentes se procede a diseñar las placas electrónicas en donde se ubica cada uno de los elementos electrónicos, los cuales son nuevamente probados para su posterior instalación en el vehículo.

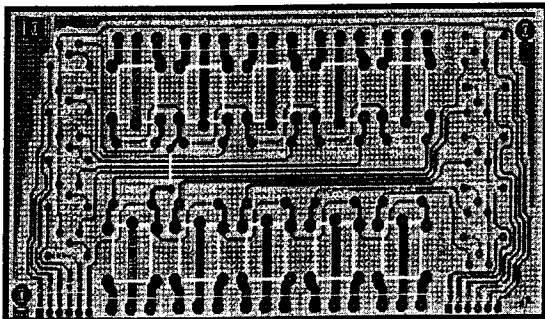


Figura 2. Diseño de la placa electrónica



Figura 3. Instalación de los elementos en la placa electrónica

B. Diseño y utilización del programa

Para el control de las placas hacia el vehículo se lo realizó mediante el programa que controla la computadora, la cual se comunica hacia las placas mediante un puerto serie (DB9). Para el diseño del software utilizamos el programa Visual Basic 6.0 que nos permite realizar una vinculación entre el operador y el módulo de fácil manejo.

Tomando en cuenta que el principal propósito del módulo es de proveer de suficiente información técnica sobre el vehículo para que el usuario pueda diagnosticar de una manera eficiente, se incluyó diagramas de flujo de pruebas de cada uno de los sensores y actuadores que controla el módulo mediante el software.

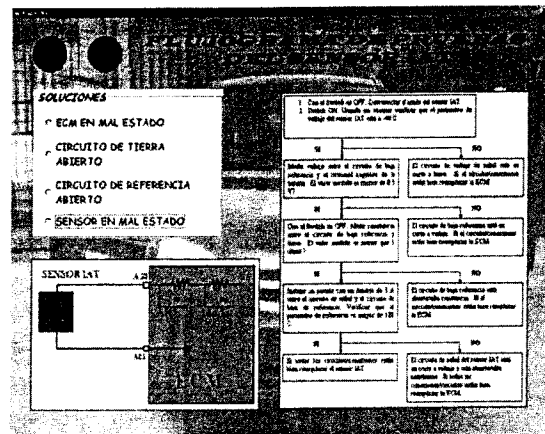


Figura 4. Pantalla del programa desarrollado en Visual Basic

La principal función del programa es de comunicarse mediante códigos con el módulo de control mediante el uso de pantallas de fácil utilización.

Terminado el programa de utilización del módulo de entrenamiento, se lo guarda como un archivo ejecutable para que pueda correr en cualquier computadora así no

tenga instalado el programa de Visual Basic, la computadora a utilizar debe poseer de un puerto serie para la comunicación.

C. Instalación

Una vez terminado las placas y software se realiza todos los cortes a los sensores y actuadores tanto del motor como del sistema de frenos ABS, que vamos a controlara para realizar las pruebas respectivas en el vehículo antes de su instalación final.

Verificado su correcto funcionamiento se conectan todos los cables de los cortes de sensores y actuadores del vehículo, se energizamos el módulo con la batería del auto, y realizamos todas las pruebas respectivas en cada uno de los circuitos que se controla, ya con una computadora conectada al módulo enviamos las fallas hacia el vehículo, realizamos las mediciones respectivas observando que tanto el programa como el módulo funcionan satisfactoriamente.



Figura 5. Instalación de las placas en el vehículo

IV. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.

Para realizar las pruebas de funcionamiento se enciende el vehículo, luego se enciende el módulo de control y se lo conecta a la PC personal, se abre el software en el cual se despliega la pantalla principal en la

cual se encuentra identificado las opciones de simulación de fallas, con ayuda del maus se ingresa la falla y se nota un cambio en el sonido del motor, además la luz "check engine" se enciende en el tablero, lo cual indica que existe algún anomalía en el mismo, con ayuda de un scanner podemos comprobar que elemento del vehículo se encuentra fallando, ahora con ayuda de un multímetro, seguimos el flujograma de fallas realizando todos las comprobaciones y mediciones en el auto y procedemos a identificar cual es el problema y escogemos una de las opciones de solución que nos presenta el software, una vez seleccionado dependiendo el sensor el vehículo apaga la luz indicadora del mal funcionamiento, o se enciende, o cambia el sonido, para verificar que la falla fue corregida se vuelve a ingresar el scanner para eliminar los DTC guardados y comprobar todos los circuitos.

El sistema de control fue probado ingresando cada una de las fallas para las cual fue diseñado, obteniendo resultados satisfactorios tanto en el ingreso de fallas así como en la corrección de cada una de las mismas.

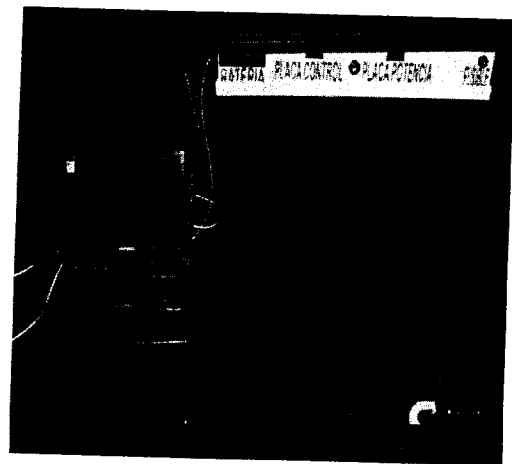


Figura 6. Funcionamiento final del sistema.

V. RESULTADOS

Una vez terminado el proyecto se observó que el mismo es de mucha utilidad debido a:

- El módulo posee suficiente información técnica del vehículo para diagnosticar el sistema de inyección y frenos ABS.
- Permite al usuario aprender de una forma práctica por medio de un software de fácil acceso los diferentes procesos para realizar un correcto diagnóstico electrónico en el vehículo.
- Permite a los usuarios involucrados en el medio automotriz familiarizarse, con instrumentos de diagnóstico como multímetro y scanner.
- El módulo ayuda a entrenarse en fallas comunes que presentan los vehículos con gestión electrónica.

VI. CONCLUSIONES

- Por medio de este módulo se introducen fallas en el sistema de inyección electrónica y en el sistema de frenos ABS, lo cual permite simular una falla real del vehículo.
- El módulo de entrenamiento cuando se encuentra apagado no impide el normal funcionamiento del vehículo, ya que no interfiere directamente en ningún sistema o subsistema del automóvil.
- El vehículo CHEVROLET OPTRA genera códigos de avería al encontrarse alguno de sus sensores o actuadores en mal funcionamiento.
- Al momento de introducir fallas en los sensores del sistema de frenos ABS, se enciende la luz de ABS en el tablero, y el sistema deja de funcionar.
- El vehículo se apaga y no enciende al momento de introducir la falla en el sensor CKP, o en la bomba de combustible.
- Luego de ingresar las fallas al sistema de inyección en el vehículo

se enciende la luz de check engine en el tablero, pero como tiene una retroalimentación de diagnóstico luego de un tiempo de solucionada la falla la luz se vuelve apagar.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] RUIZ/BERMUDEZ.(2005). *Prácticas de motores de combustión*. México: Serrano
- [2] DE CASTRO, M. (2005). *CEAC "Manual del automóvil"*. España: Ediciones Esparta.
- [3] BOSCH. (1999). *Manual de la técnica automotriz*. España: Ediciones Reverté.
- [4] CORRALES, S. (2006). *Electrónica práctica con microcontroladores PIC*, España: Edición Imprenta Gráfica.

EFFECTIVE INTEGRATED-SKILL APPROACH

Mayor Ing. M.Sc. Oswaldo Mauricio González and Lic. Alfredo Albán
Departamento de Lenguas, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Marqués de
Maenza S/N Latacunga, Ecuador.

E-mail : mgonzalez@espe.edu.ec / toqui_goncho@hotmail.com / homero54@live.com

SUMMARY

Learning for authentic communication has an essential importance, because this academic process is woven from four strands, which are: teacher, learner, setting and relevant languages. In addition, not only these strands are basic part of the process but also four primary skills of listening, reading, speaking, and writing are very important, and other related skills like vocabulary, spelling, pronunciation, syntax, meaning and usage. [1]

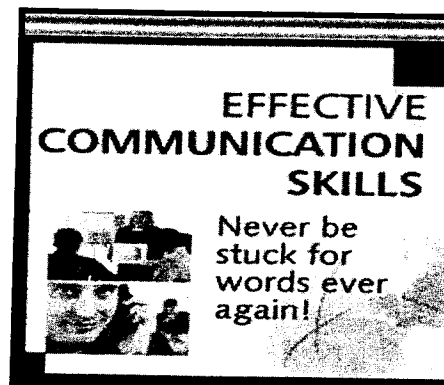
The meaningful learning came up from this opinion which consists on applying these concepts to our classes focusing objectives on developing all strands together to achieve a real communication. This is not impossible if the teacher is creative and the experience, talent and knowledge are keeping in mind to plan a class in which multiple and integrated skills are considered.

Unfortunately, traditional ESL/EFL programs offer classes focusing only on certain language skills. Teachers who are part of this kind of academic process, think that it is impossible to fully develop all skills on their students and that is why they apply some traditional methods like grammar-translation or audio-lingual. The result is the evidence which does not prepare students to use the language in everyday life. In fact, in Ecuador, English students have studied many years but they cannot establish a real communication because their language skills were not developed well enough, in other words, students were not able to achieve all the skills that the English

language requires to manage it properly.

Subsequently, there are two forms of integrated-skill instruction. The first one is related to content-based instruction and the second one is task-based instruction [2]. In content-based instruction, students practice all the language skills in a highly integrated, communicative fashion while learning content such as science, mathematics, and social studies; and, in task-based instruction, students participate in communicative tasks in English. Tasks are defined as activities that can stand alone as fundamental units and they require comprehension, production, manipulation, or interaction in authentic language.

Both of them are valuable at all levels of proficiency, and the application of one of them or some hybrid form, definitely will foster motivation to students who want to learn English as a foreign language.



Picture 1: Learning for EFFECTIVE communication has an essential importance!

I. INTRODUCTION

Specifically, this article wants to focus the real problem that students from the Languages Department of ESPE Latacunga have to face at the end of every academic period in which a great majority of students have some difficulties using the language in communication, especially when they want to express something orally, because they have not developed the speaking skill according to their necessities.

The Language Department offers two programs of proficiency either in English or French languages after eight levels of study, time in which learners need to develop the corresponding language skills (Listening, Reading, Writing and Speaking) in a properly way in order to communicate actively inside the community or in an environment where the two languages are spoken. In fact, students learn all the aspects related to effective and real communication and develop them systematically in every period in which the different levels are taught through a series of methods and strategies used by the teachers in turn.

However, there is an evident problem in which 90% of students who wants to get the Proficiency Certificate in English especially, because they have not developed the speaking competence appropriately. It is notorious that when students want to express their ideas or thoughts freely, they have troubles in fluency and in an interactive participation using English as a means for keeping going a conversation.

These problems have been detected at the end of every period in which learners of the different levels have to give a final oral assessment. It is based on the reports made by teachers who have taken the evaluation mentioned.

Your Employees' Public Speaking



Fearful!



Confident!

Picture 2: Students don't feel confident to speak fluent English

All of these discouraging results constitute a challenge for the Director of the Languages Department and teachers who are involved in the process. So, everybody is concerned to overcome this issue and change various elements which are part of the curricula and mainly to review the procedure and use of the most appropriate speaking strategies to get better results in the future.

In fact, a total revision of planning in the Languages Department must be done in order to improve the procedures and correct the wrong steps, strategies and methodologies used from the beginning, it means not only in the first levels in which the changes must be implemented but also during the whole process. For the fact, all the teachers need to be aware and agree about the great responsibility that each one has to assume to face and overcome the challenge successfully.

As a matter of fact, globalization requires a series of changes in all kinds of fields due to the fast advance of Science and Technology, in this way, teachers need to do their best and search other alternative ways of teaching English as a foreign language successfully. So, it becomes necessary the application of renewed methodologies, strategies and set aside the traditional ones to get the desired results and overcome the students' expectances.

All in all, the main objective of this topic is to strength the students' speaking skills by means of active strategies based on B1-CEF spoken interaction for improving their oral performance and communication.

II. THEORETICAL BACKGROUND

Foreign language learning strategies are specific actions, behaviours, steps, or techniques that teachers and students use to improve their progress in apprehending, internalizing, and using the foreign language. "Strategies are the tools for active, self-directed involvement needed for developing L2 communicative ability" (O'Malley & Chamot, 1990). Research has repeatedly shown that the conscious, tailored use of such strategies is related to language achievement and proficiency.[3]

The term strategies, in the foreign-language-learning sense, has come to be applied to the conscious moves made by foreign-language speakers intended to be useful in either learning or using the foreign language. Strategies can be very different in nature, ranging from planning the organization of one's learning through using mnemonic devices to learn vocabulary and rehearsing what one expects to say to bolster one's self-confidence for a language task by means of "self-talk".

Naiman (1990) synthesized existing research on how the following factors influence the choice of strategies used among students learning a foreign language.[4]

Motivation: more motivated students tended to use more strategies than less motivated students, and the particular reason for studying the language was important in the choice of strategies.

Cultural background: rote memorization and other forms of memorization were more prevalent among some students from other cultural backgrounds. Certain other cultures also appeared to

encourage this strategy among learners.

Attitudes and beliefs: these were reported to have a profound effect on the strategies learners choose, with negative attitudes and beliefs often causing poor strategy use or lack of orchestration of strategies.

Learning style: often determine the choice of L2 learning strategies. For example, analytic-style students preferred strategies such as contrastive analysis, rule-learning and dissecting words and phrases, while global students used strategies to find meaning and to converse without knowing all the words.

Keeping in mind all of these aspects related to the application of the different strategies and moreover by doing an analysis of those ones which could be the most useful and applicable, teachers who carry out the daily process and deal with each one of the students can give their points of view in relationship to the strategies that gave the most relevant and positive results in speaking activities before. So, after the analysis of the questionnaire applied to the teachers, the results show evidence in which it is necessary to reinforce the use of interactive strategies such as: talking about daily routines and talking about real situations emphasizing the work on Role Plays and Interviews for developing students' speaking skills according to our reality and our necessities.

III. THE PROPOSAL

We definitely suspect that there is a direct causal relationship between the inadequate speaking strategies applied by English teachers and the difficulty in the oral production by students in the upper-intermediate level (7th and 8th English levels at Languages Department in ESPEL).

If English teachers apply adequate and active speaking strategies during their classes from the first levels with interesting topics, motivation and applying updated strategies and methods, then students will break barriers in speaking English.

So, what is the proposal? Introduction in the new plan active speaking strategies in order to put in practice them for developing interactive speaking skills on the students to get an acceptable fluency in their performance based on a B1 – C.E.F (Common European Framework of Reference for Languages: learning, teaching, assessment) spoken standards which will allow to have a new product on oral production successfully.

We would like to carry out a general discussion with the staff of English teachers in order to socialize this proposal and extract the most relevant ideas exposed by them and agree about the great responsibility that it means to overcome the problem together in the Languages Department putting in practice the active strategies to develop speaking skills on the students to get an acceptable fluency in their performance based on a B1- CEF spoken interaction.

We planned to follow and measure this goal through the following activities:

| Ord | Activities | Date | Responsible | Remarks to measure |
|-----|---|-----------------|----------------------------|---|
| 1 | Students' speaking monitoring | Every two weeks | Teachers | A score chart will be used to grade students. This report will be sent to the Director of the Languages Department. |
| 2 | Teachers' speaking strategies application | Every two weeks | Full time English teachers | A score chart will be used to grade English teachers. This report will be sent to the Director of the Languages Department. |

| | | | | |
|---|--|--|----------------------------|---|
| 3 | Spelling Contest | June 8 th / 2011 | Alfredo Alban | There will be internal contest in each class where the best students will be selected to represent their partners in the English Spelling Contest. |
| 4 | Poetry Contest | July 17 th / 2011 | Francisco Bravo | There will be internal contest in each class where the best students will be selected to represent their partners in the English Poetry Contest. |
| 5 | A round of interviews with every student from VII-VIII level | From: July 4 th to July 8 th | Full time English teachers | Before the final test to achieve The English Proficiency, students will be evaluated by personal interviews. Minimum standard criteria will be 16/20 (Rubric) |

Chart 1: Languages Department activities to improve communication skills

Languages Department staff will monitor the correct application of the strategies through periodic visits in the classrooms and giving feedback immediately. A commission will be implemented in order to carry out the monitoring activity; this commission will have the duty to visit periodically each one of the levels to check the right development of the process, otherwise to give the correspondingsuggestions for a correct feedback.

The evaluation of this proposal will be made at the end of the academic period by means of interactive speaking assessments in each class in order to take the corresponding and necessary decisions. For the fact, a standardized instrument will be applied in each one of the levels.

IV. PROCEDURE

The experimental method is usually taken to be the most scientific of all methods. The main problem with all

the non-experimental methods is lack of control over the situation. The experimental method is a means of trying to overcome this problem. An experiment is a study of cause and effect. The aspect that we vary is called the independent variable and we change this in a very precise way. In this example the teaching method (interactive strategies) is the independent variable. We call the factor which we then measure, in our example it would be some measure of the students' speaking ability, the dependent variable, because, if our ideas are correct, it depends on the independent variable.

The variable which is being manipulated by the researcher is therefore called the independent variable and the dependent variable is the change in behaviour measured by the researcher.

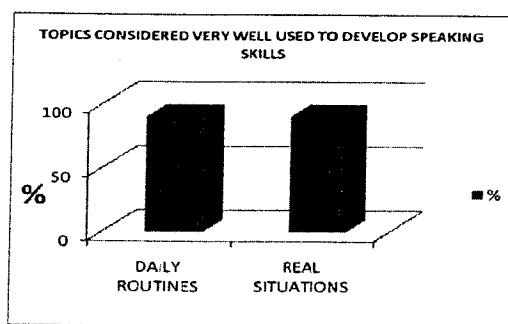
| DEPENDENT VARIABLES (Causes) | INDEPENDENT VARIABLES (Effects) |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Students speak Spanish as starters. • Not interesting topics used by teachers to develop speaking skills. • Inadequate speaking strategies applied by teachers. | <ul style="list-style-type: none"> • Difficulty in speaking English in the Upper-intermediate level. • Lack of motivation and interest. • Poor speakers. |

Chart 2: Research variables

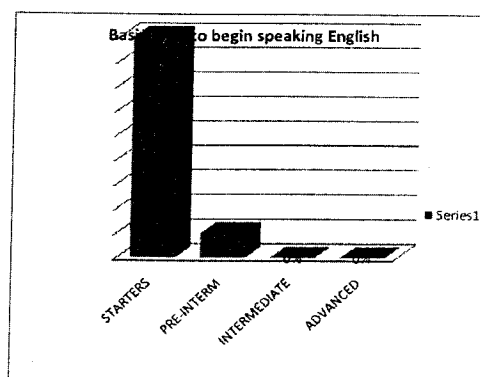
Based on the previous, a questionnaire was developed containing 35 questions and it was applied to 12 teachers and 45 students of the Languages Department in order to know the real situation expressed by each one of them in relationship to the speaking problem that students show in the different levels of study.

V. OBTAINED RESULTS

The data analysis tells us that the problem is the inappropriate use of strategies in the first levels that does not permit a satisfactory development of the speaking skills. So, the solution is applying two of the most useful Communication Methods: DIRECT METHOD and NATURAL APPROACH; and within these, applying suggested strategies such as: talking about daily routines and talking about real situations, emphasizing the work on Role Plays and Interviews.



Graph 1: Topics considered very well used to develop effective integrated-skill approach



Graph 2: Basic level to begin effective integrated-skill approach

VI. CONCLUSIONS

- All in all, this research topic has had a long trajectory in such way at the beginning the first impression was discouraging because some teachers wanted to express their thoughts through ideas that do not fit well with the real situation of the problem. But after the data analysis the results were the expected ones because there was a confirmation of the previous eliciting. However, there was a certain surprise because one of the teachers expressed directly a misunderstanding about the strategies for developing speaking skills.
- We would like to mention that this action research must be used as soon as possible like an imperative necessity for improving speaking skills on the students from the upper-intermediate level as an Institutional regulation by using Role Plays and Interviews as alternative ways of learning English as a foreign language.
- English teachers should reflect on their current approach in order to change traditional methods to teach English and strengthen their performance in multiple skills by applying the two forms of integrated-skill instruction mentioned above. This understanding is essential to carry out a well planned English program to achieve an accurate communication which involves not only the teaching and practice of the English language based on traditional methods, but also using new ones to reach a real integrated-skill approach.

VII. REFERENCES

- [1]. Brown, H. D. (1991). Breaking the language barrier. Yarmouth, ME: Intercultural Press.
- [2]. Bialystok, E. (1981). The role of conscious strategies in second language proficiency. Modern Language Journal, 65, 24-35.
- [3]. Chamot, A.U., & Kupper. L. (1989). Learning strategies in foreign language instruction. Foreign Language Annals, 22, 13-24.
- [4]. Naiman, N., Frohlich, M., & Todesco, A. (1990). The good second language learner. TESL Talk, 6, 58-75.

VI. CONCLUSIONS

- All in all, this research topic has had a long trajectory in such way at the beginning the first impression was discouraging because some teachers wanted to express their thoughts through ideas that do not fit well with the real situation of the problem. But after the data analysis the results were the expected ones because there was a confirmation of the previous eliciting. However, there was a certain surprise because one of the teachers expressed directly a misunderstanding about the strategies for developing speaking skills.
- We would like to mention that this action research must be used as soon as possible like an imperative necessity for improving speaking skills on the students from the upper-intermediate level as an Institutional regulation by using Role Plays and Interviews as alternative ways of learning English as a foreign language.
- English teachers should reflect on their current approach in order to change traditional methods to teach English and strengthen their performance in multiple skills by applying the two forms of integrated-skill instruction mentioned above. This understanding is essential to carry out a well planned English program to achieve an accurate communication which involves not only the teaching and practice of the English language based on traditional methods, but also using new ones to reach a real integrated-skill approach.

VII. REFERENCES

- [1]. Brown, H. D. (1991). Breaking the language barrier. Yarmouth, ME: Intercultural Press.
- [2]. Bialystok, E. (1981). The role of conscious strategies in second language proficiency. Modern Language Journal, 65, 24-35.
- [3]. Chamot, A.U., & Kupper. L. (1989). Learning strategies in foreign language instruction. Foreign Language Annals, 22, 13-24.
- [4]. Naiman, N., Frohlich, M., & Todesco, A. (1990). The good second language learner. TESL Talk, 6, 58-75.

FACTIBILIDAD DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DEL APROVECHAMIENTO DEL VIENTO EN EL SECTOR DE APAHUA, PROVINCIA DE COTOPAXI

Eddie Galarza Zambrano¹ Vicente Hallo Carrasco²

¹Departamento de Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Marqués de Maenza S/N Latacunga, Ecuador. email : egalarza@espe.edu.ec

²Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Marqués de Maenza S/N Latacunga, Ecuador. email: vdhallo@espe.edu.ec

RESUMEN

En el Ecuador, al igual que la mayor parte de naciones del mundo, el uso de energía para aplicaciones de la vida diaria, se vuelve cada día más importante, y al igual que en todos esos países la principal forma de entregar la energía para el uso en los domicilios es transportándola mediante la utilización de la energía eléctrica.

La energía eléctrica que se requiere, se genera principalmente a partir de la energía potencial con la que cuentan los ríos de nuestro país y que se caracterizan por sus elevados caudales debido a la característica geográfica privilegiada en la que se encuentra el Ecuador.

El interés en la generación de energía eléctrica a partir de energía eólica ha venido creciendo durante los últimos años debido a la madurez con la que se encuentra en la actualidad y que se expresa por su alto nivel de desarrollo tecnológico y los precios que cada vez se hacen más asequibles y que determinan un beneficio en su utilización.

En nuestro país se encuentran instalados y en proceso de instalación limitados sistemas de generación eléctrica a partir de energía eólica, y la Escuela Politécnica del Ejército, mediante la ESPE Extensión Latacunga ha creído conveniente incursionar en este campo con la intención de establecer soluciones en apoyo al desarrollo nacional.

Con la finalidad de llevar a efecto un desarrollo de tipo inicial y al mismo tiempo realizar los estudios correspondientes, la ESPE Latacunga presentó el proyecto "Factibilidad de Generación de Energía Eléctrica a partir de Energía Eólica en el sector de Apahua de la Provincia de Cotopaxi", el cual realizó un estudio llevando a efecto durante un año y cuyos resultados son los que se presentan en el presente artículo.

ABSTRACT

In Ecuador, like most nations of the world, the use of energy for daily life applications, it becomes increasingly important, and as in all these countries the main way to provide energy for use in households is transporting it through the use of electricity.

The required electrical energy, is generated from the use of potential energy which have rivers of our country and is characterized by high flows due to the privileged geographical feature found in Ecuador.

The interest of generating electricity from wind energy has been growing in recent years due to the maturity with which it is now and that is expressed by its high level of technological development and the prices that are increasing more affordable and determining an interest in their use.

In our country, there are installed and there are in installation process limited generation systems of this type of conversion, and the Escuela Politécnica

del Ejército Extensión Latacunga, has seen fit to enter in this field with the intention of establishing solutions to support the national development.

In order to carry out a initial study, and at the same time to develop the related studies, ESPE Latacunga presented the project "Feasibility of Electric Power Generation from Wind Power in the Apahua sector of the Province of Cotopaxi" which conducted a study being in effect for one year and whose results are presented in this article.

I. INTRODUCCIÓN

Los niveles de crecimiento económico del Ecuador, su desarrollo industrial y tecnológico así como el cambio del estilo de vida de los ecuatorianos orientado a un consumo mayoritario, son los que han determinado la necesidad de una planificación adecuada de la generación eléctrica que se requiere en la actualidad y que necesariamente debe ser planificada para el desarrollo y normal desenvolvimiento futuro del Ecuador.

1.1 Matriz Energética en el Ecuador y el Mundo

Los combustibles que se generan a partir de fósiles, la electricidad y las energías renovables deben ser tratadas de manera integral, estableciendo políticas que determinen su uso eficiente y que al mismo tiempo establezcan los niveles de ahorro de acuerdo a las condiciones de desempeño del país [1].

En la actualidad la producción de energía eléctrica se establece de acuerdo a lo que determina la figura 1., en la que se puede observar la obtención a partir de generación hídrica, seguida de la generación térmica que en la mayoría de los casos hace uso de combustibles fósiles. La producción de energía solar y eléctrica no llega al 1 % [2].

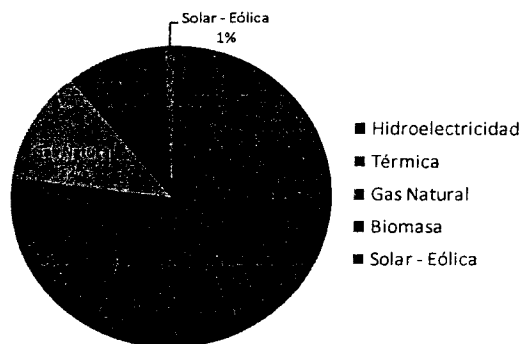


Figura 1. Producción de electricidad en el Ecuador.

La energía está disponible en diferentes formas, las cuales se convierten a otra forma de tal manera que sea más fácil su aplicación. En la actualidad, la forma común a partir de la cual se obtiene la energía, es mediante el uso de combustibles fósiles los cuales deben ser quemados para producir calor el cual se utiliza posteriormente para transferir desde un medio mecánico para realizar el trabajo que requiere el usuario.

Otras formas de energía disponibles la constituyen la solar, geotérmica, nuclear, biomasa, viento e hídrica, a la cuales, de manera común, se les denomina "energías alternativas", debido a que éstas no contribuyen con grandes cantidades de energía que puedan ser utilizables por las sociedades industriales. En la obtención de cualquiera de estos tipos de energía, se puede verificar que algunas de ellas son renovables mientras que otras no lo son[3].

La matriz energética a nivel mundial en los países industrializados no es similar a la que se presenta en nuestro país. La generación energética porcentual a partir de sistemas alternativos es muy superior a lo que sucede en nuestro país, lo cual es impuesto esencialmente por las organizaciones ecológicas que obligan a un mayor uso de la energía obtenida en forma alternativa. En el Ecuador, los bajos costos y disponibilidad de energía a partir de

petróleo y de origen hídrico determina la diferencia con respecto a lo que sucede a nivel mundial.

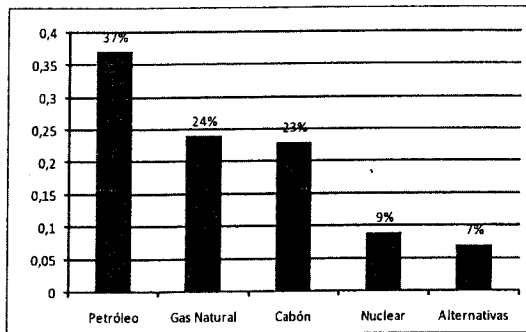


Figura 2. Matriz de energía para los países de grandes consumos

1.2 Ventajas y desventajas de la generación de energía eléctrica a partir del viento.

Generar energía eléctrica a partir del viento es una forma de obtener energía que presenta beneficios para el consumidor y el medio ambiente y cuyas ventajas se determinan por los tiempos cortos de instalación así como los de adquisición que en la actualidad resultan ser bastante competitivos comparados con los requeridos para la generación que considera a otros tipos.

Pero no todo es conveniente con la obtención de energía a partir de la energía eólica, ya que se destacan algunas características que hacen que muchas veces se limite en su aplicación, entre las que se puede considerar:

- El viento es una fuente de energía intermitente ya que se puede obtener durante tiempos muy cortos altas velocidades, mientras que en ciertos casos no puede existir viento.
- Los sitios en los que se encuentra disponible la energía eólica, generalmente son lugares no fácilmente accesibles, lo que conlleva a problemas de tipo constructivo relacionados con el transporte de la infraestructura requerida, así como también el llevar la energía hacia los lugares

en los que se la requiera.

- La mayoría de los generadores utilizados para obtener energía eléctrica a partir del viento son de tipo inductivo, los cuales consumen energía de tipo reactivo durante su operación. Esto puede provocar caídas en los sistemas a los que se debe interconectar, así como también se generan bajos factores de potencia.
- Es necesario establecer un estudio detallado de las condiciones en las que se instalará a los generadores. El estudio determinará las condiciones de construcción de los generadores definida por la velocidad, la estabilidad y variabilidad de la dirección del viento.
- Para la utilización directa de la energía obtenida, será necesario incluir sistemas de almacenamiento temporal que pueden significar costos significativos en su implementación [4].

1.3 Proyectos de generación eléctrica a partir de energía eólica en el Ecuador.

Uno de los primeros proyectos eólicos en el Ecuador es el de Santa Cruz-Baltra, orientado a satisfacer la demanda energética de la isla Santa Cruz en el Archipiélago de Galápagos, la cual es la Isla que tiene la mayor demanda. El proyecto tiene una capacidad de hasta 3 MW, con una generación de energía eólica aproximada de 5,000 MWh/año [5].

Otro de los proyectos relacionados con la energía eólica es el de Villonaco que está situado en las montañas cercanas a la ciudad de Loja al sur del Cerro Villonaco, con una orientación NNW-SSE, longitud aproximada de 3 km y altura media de 2635 metros sobre el nivel del mar. Las velocidades medias del viento que se obtuvieron están en el orden de 12.6 m/s con una

dirección continua ENE [6].

1.4 Potencia del viento

La potencia del viento P que se obtiene en una turbina aerogeneradora, está determinada por la relación:

$$(1) P = (1/2)\rho AU^3$$

En donde ρ es el flujo de la masa de aire, A es el área de cobertura del rotor y U es la velocidad del viento, lo cual corresponde a la energía cinética por unidad del tiempo que se produce en el rotor del aerogenerador. La ecuación 1 establece la relación de generación energética en función del cubo de la velocidad del viento [7].

II. DESARROLLO

Una predicción exacta de la velocidad del viento en un determinado sitio es muy importante para determinar las potencialidades de recursos de energía.

2.1 Condiciones de adquisición de la velocidad del tiempo y sus parámetros

Debido a razones de tipo aerodinámico, la salida de potencia de una turbina de viento es proporcional a la potencia cúbica de la velocidad del viento. Este es el hecho por el cual, especialmente en los terrenos de difícil acceso, el contenido energético del viento puede variar en forma significativa de una región a otra, lo cual determina la necesidad de realizar mediciones por largos periodos de tiempo con la finalidad de establecer las condiciones reales que determinan la factibilidad de instalar la turbinas que sirvan para generar energía eléctrica a partir de la energía eólica [8].

Para determinar la calidad del viento con la finalidad de establecer la factibilidad de instalar una turbina de aerogeneración, se requiere de una gran cantidad de datos que determinen esencialmente la velocidad y dirección

del viento.

Los datos del viento deben ser determinados por un tiempo no menor a un año, pero que sus resultados pueden ser no los comunes si estos son adquiridos en un año atípico, lo cual puede ocurrir con un bajo nivel de probabilidad. La adquisición debe establecer con precisión la ubicación en la cual se colocan los dispositivos sensores que realizarán la toma de los datos [9].

III. PROCEDIMIENTO

El proyecto "Mapeo Eólico para la Implementación del Sistema de Generación Eléctrica a partir de Energía Eólica en el Sector de Apahua de la Provincia de Cotopaxi", se inició en agosto de 2009, luego de que se obtuvo los recursos económicos necesarios para su ejecución.

El sector Apahua, se encuentra ubicado en la provincia de Cotopaxi a una altura de 4009 metros sobre el nivel del mar de coordenadas latitud $0^{\circ}58'16.2''$ S y longitud $78^{\circ}57'6.3''$. Su temperatura promedio es de 8°C .

Los equipos requeridos para la toma de datos se adquirieron de los Estados Unidos y fueron entregados en la Extensión Latacunga en diciembre de 2009, instalándose en la antena de repetición de las señales de comunicación que utiliza la Empresa Eléctrica Cotopaxi. (ELEPCO S.A.)

A partir de esta fecha, se instalaron los equipos y se desarrollaron las pruebas de operación, iniciándose la adquisición de datos válidos a partir del 29 de enero de 2010, fecha en la cual se logró poner en óptimo funcionamiento a los equipos. Los datos se continuaron recolectando hasta el 18 de septiembre de 2010, fecha a partir de la cual se presentaron problemas en la operación de los equipos. Los datos se recolectaron con un máximo intervalo de tiempo de 26 días.

Durante el tiempo de adquisición de datos, se registraron un total 21.135 muestras, adquiridas en intervalos de 15 minutos. Las muestras obtenidas corresponden a valores de velocidad promedio del viento, velocidad máxima, así como muestras de temperatura, presión atmosférica, humedad relativa y pluviosidad, todas ellas promediadas en intervalos de 15 minutos.

IV. RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos en los 9 meses de análisis con respecto a la velocidad del viento, son los que se indican en la figura 3.

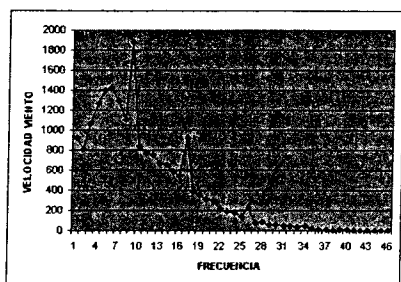


Fig. 3. Histograma de la velocidad del viento.

Para la elaboración del histograma presentado, se seleccionaron rangos de frecuencia de 0.5 m/s, obteniéndose una media de 4.23 m/s, un valor de media máxima de 22.4 m/s, y una velocidad máxima de 30 m/s. La distribución es tipo Raleigh.

Con respecto a la dirección del viento, se obtuvieron los resultados que se presentan en la figura 4, en la cual se muestra que la dirección del viento se presenta en la mayoría de los casos en la dirección ESE (Este Sur Este), con una velocidad promedio de 7,2 m/s.

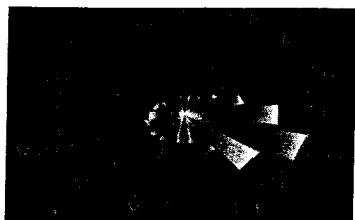


Figura 4. "Rosa de los vientos" del Sector Apahua

Las velocidades del viento por cada mes se presentan en la tabla 1, como se puede notar, el mes de agosto es el que presenta los resultados de mayores velocidades, mientras que el mes de abril es el que presenta los resultados menos favorables con una velocidad inferior a los 3 m/s.

| MES | VELOCIDAD (m/seg) |
|------------|-------------------|
| Enero | 3,06 |
| Febrero | 4,07 |
| Marzo | 4,09 |
| Abril | 2,41 |
| Mayo | 3,96 |
| Junio | 5,34 |
| Julio | 4,76 |
| Agosto | 6,32 |
| Septiembre | 4,10 |

Tabla 1: Promedios mensuales de velocidad del viento

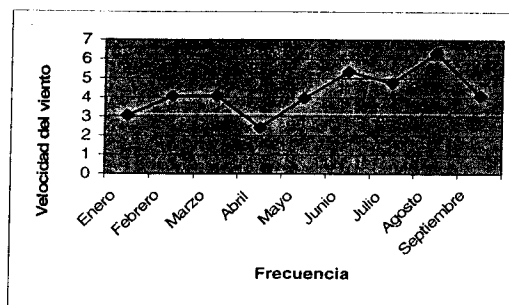


Figura 5. Promedios mensuales de velocidad del viento

Los resultados obtenidos, demuestran que el mes que presenta mayores velocidades del viento es el de agosto, en el que el promedio de la velocidad del viento supera los 6 m/s, y que justificarían de mejor manera la implementación de un sistema que permita la generación de energía eléctrica a partir de la energía eólica. Los meses adicionales tienen velocidades inferiores, que de implementarse un sistema de generación, será necesario construirlo mediante la construcción de turbinas para trabajo bajo estas condiciones especiales.

VI. CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos presentan la situación real de la condiciones del viento en la ubicación de Apahua provincia de Cotopaxi, determinándose velocidades que son un poco inferiores a los límites deseables para la implementación de un sistema de generación eléctrica a partir de la energía eólica. La dirección del viento es la adecuada para la implementación del sistema debido a la tendencia unidireccional de la dirección del viento.
- La implementación de un sistema de generación, puede darse siempre y cuando se establezcan sistemas de aerogeneración que consideren las condiciones de limitada velocidad de viento en ciertas épocas del año y que limitan las condiciones óptimas de generación de energía eléctrica a partir de energía eólica.
- La ubicación lejana a los centros urbanos del sitio Apahua, en la que deben ser instalados los generadores eólicos, determinan limitaciones en lo atractivo de implementar el sistema de generación eléctrica, ya que no se presentan condiciones ideales que significarían implementar el sistema requerido.

VII. REFERENCIAS

- [1]. Mosquera A., Políticas y estrategias para el cambio de la matriz energética del Ecuador. Ministerio de Electricidad y Energía Renovables, pag. 53, 2008.
- [2]. González V., Energía Renovable en Ecuador: Políticas, programas y expectativas, Vladimir González, Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, pag.6 , 2009.
- [3]. Deal W., Wind Power: An Emerging Energy Resource, Technology and Engineering Teacher, pag. 9-15, 2010.

- [4]. Castro M., Evaluación preliminar de la penetración eólica en el sistema eléctrico de la Isla de la Juventud, Energética Vol. XXXI, No. 3/2010, pag. 31-41, 2010.
- [5]. Parque Eólico Santa Cruz – Baltra, Proyecto Ergal, pag. 9 – 117, 2007.
- [6]. Normawind, Descripción de Villonaco, pag. 3-9, 2003.
- [7]. Manwell J., McGowan J., Rogers A., Wind Energy”, Wiley, pag. 31, 2008.
- [8]. Hocao F., Kurban M., Regional Wind Energy Resource Assessment, Energy Sources, Part B, 5:41–49, 2010.
- [9]. Hau E., Wind turbines: fundamentals, technologies, application, economics. Editorial Springer, pag. 532., 2006.
- [10]. Galarza E., informe técnico de resultados del proyecto de investigación “Mapeo eólico para la implementación del sistema de generación eléctrica a partir de energía eólica en el sector de Apahua de la provincia de Cotopaxi”, pag. 1-3, 2010.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE ALARMA E INMOVILIZACIÓN VEHICULAR CON RECONOCIMIENTO DE HUELLA DACTILAR Y CONFIGURACIÓN VÍA BLUETOOTH.

Ing. Juan Carlos Rocha Hoyos¹
Ing. Galo Raúl Ávila Rosero²

Departamento de Energía y Mecánica. Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, 1
Quijano y Ordóñez y Marqués de Maenza S/N Latacunga, Ecuador,
email : jhonroch23@yahoo.es.

Departamento de Eléctrica y Electrónica. Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, 2
Quijano y Ordóñez y Marqués de Maenza S/N Latacunga, Ecuador,
email : galoraular@yahoo.com.ar

Resumen – El presente proyecto precisa el diseño y construcción de un sistema electrónico de alarma e inmovilización vehicular con reconocimiento de huella dactilar y configuración vía bluetooth.

Este dispositivo es un sistema genuino digital de seguridad vehicular. Dentro del automóvil, sus funciones principales son alertar al usuario en caso de ingreso no autorizado al vehículo, e inmovilizar éste ante posibles intentos de robo.

Dentro del circuito de la alarma, es importante resaltar que existen dos fuentes de voltaje. La primera es usada para la alimentación constante de todo el sistema. La segunda soporta al lector biométrico y su encendido es controlado y temporizado por el microcontrolador.

El sistema de seguridad, está diseñado para adaptarse a las preferencias de sus usuarios. Se utiliza la comunicación bluetooth para acceder al sistema lo que nos ofrece una ventaja sobre otros tipos de alarmas, su control remoto diseñado en Visual Basic Embedded 3.0 se adapta perfectamente a una PDA desde la cual se envían las instrucciones. Sin duda, este sistema es una eficiente opción para personalizar una alarma vehicular.

I. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de autenticación biométrica hoy en día se han convertido en la principal solución para evitar la suplantación de identidad. Dentro de éstas, la lectura de la huella dactilar se consolida como un medio seguro, rápido y práctico para la acreditación de usuarios.

Dentro de las comunicaciones inalámbricas, BLUETOOTH es la más conveniente para aplicaciones personales debido a su gran difusión, estandarización, escalabilidad y seguridad. Teniendo en cuenta que existen en el mercado todo tipo de dispositivos de seguridad vehicular, el sistema desarrollado compilará las funciones básicas de una alarma e inmovilizador, adicionando la autenticación biométrica y el acceso a través de BLUETOOTH.

II. MARCO TEÓRICO

Se ha acoplado perfectamente diversos componentes electrónicos tales como:

FIM 30N.- Un lector de huella dactilar con excelentes prestaciones, como lo es un alto nivel de rendimiento, un bajo consumo de energía y una interfaz serial RS – 232 con varios comandos de fácil operación.



Figura 1: Lector de Huella Dactilar

BLUETOOTH RN-41. Módulo Bluetooth de bajo consumo clase 1, flexible y económico que cumple con el estándar 802.15.1. Soporta diferentes protocolos de comunicación. Es fácil de usar y está completamente certificado, lo que lo convierte en una solución embebida Bluetooth completa.

SOFTWARE DE DESARROLLO. La programación del microcontrolador se realizó en lenguaje ensamblador para que su funcionamiento sea más rápido y consuma menos recursos del sistema (memoria RAM y ROM). Para realizar el programa de la PDA se utilizó un lenguaje más avanzado y difundido como es Visual Basic Embedded 3.0.

III. PROCEDIMIENTO

En el diagrama esquemático general que se muestra en la figura 2, se visualiza la lógica de funcionamiento del sistema de alarma electrónica e inmovilizador vehicular:

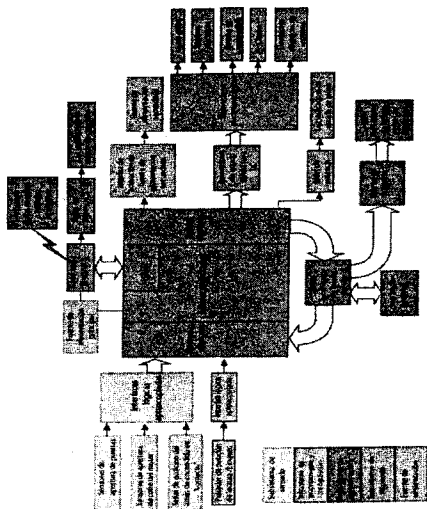


Figura 2: Diagrama esquemático general

Para acceder a la comunicación establecida por el bluetooth de la alarma y la PDA se utiliza un software de alto rendimiento denominado Hyperterminal, a través del uso de una PC externa.

La configuración de huellas dactilares se realiza por comunicación serial, entre una PC y el FIM 30N, con EvTools como software.

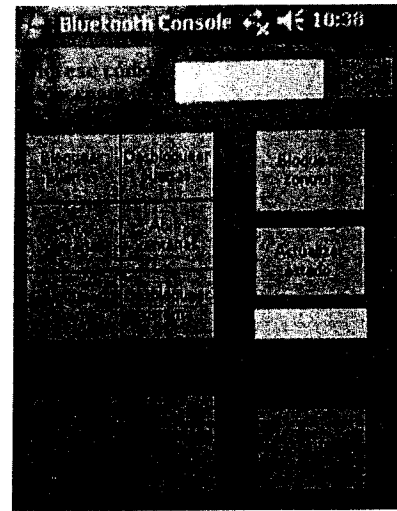


Figura 3: Control remoto en la PDA

Al realizar el montaje de la alarma, se prioriza la protección de los circuitos originales del vehículo, para producir el menor impacto posible, adecuando a la vez relés automotrices para conmutar altas corrientes en los circuitos.

Para evaluar el desempeño del sistema se realizaron diferentes pruebas, como medir la calidad de respuesta a diferentes condiciones de trabajo, extremas por supuesto, para obtener un alto rendimiento. Entre las pruebas más importantes se tiene la presencia de varios obturadores como son: comunicaciones de la misma clase, interferencias físicas (madera, paredes de concreto, alarmas similares, etc.).

En cada prueba se obtuvo una respuesta muy satisfactoria del sistema.

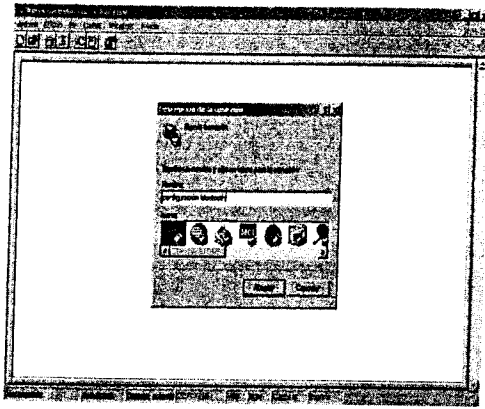


Figura 4: Pantalla de acceso principal

IV. RESULTADOS OBTENIDOS

Los diversos mecanismos implementados en el sistema permiten:

Sensar de manera precisa y con alta velocidad de muestreo, los parámetros implicados en la seguridad del vehículo.

Verificar la legitimidad de los usuarios mediante autenticación biométrica de su huella dactilar.

Activar la alarma sonora, el sistema inmovilizador del vehículo, subida automática de los vidrios (en caso de estar bajados) y activación de los seguros de las puertas en la situación de que el usuario presente no esté previamente registrado en el sistema con su huella dactilar.

Proveer alimentación de corriente suficiente para los diferentes sistemas eléctricos del vehículo tales como seguros, elevadores de ventanas, luces guías, bomba de combustible y claxon.

Establecer comunicación inalámbrica remota con un asistente digital personal (PDA), teléfono inteligente o computadora personal. De esta manera, se permite la manipulación de los dispositivos eléctricos del vehículo y la calibración de constantes de referencia mediante una interfaz amigable con el usuario.

V. CONCLUSIONES

Al finalizar el proyecto se puede concluir:

- Se desarrolló un sistema microprocesado para proteger e inmovilizar una camioneta Ford F150, mediante reconocimiento de huella dactilar del usuario y configuración inalámbrica a través de una red de área personal bluetooth.
- Se empleó el software CODEVISION AVR para la programación de microcontroladores ATMEL AVR en lenguaje C y ensamblador, el simulador PROTEUS para la depuración de errores, y el editor gráfico de capas EAGLE para el diseño de diagramas esquemáticos y placas de circuito impreso.
- Los elementos electrónicos que forman parte del sistema son dispositivos vigentes y de gama mejorada, características que incrementaron la respuesta eficiente del módulo pero provocaron su encarecimiento.
- El sistema cumple eficientemente los requerimientos planteados en su concepción: impacto exiguo de implementación, alta velocidad de procesamiento, indemnidad a condiciones de trabajo extremas (ruido, interferencia, vibración).
- Los resultados emitidos en las pruebas de funcionamiento indicaron que el módulo para el sistema de alarma e inmovilizador vehicular, es un sistema confiable, versátil y que justifica su costo.
- Una ventaja de este tipo de sistema se refleja en una comunicación total, entre emisor y receptor (full duplex), la cual permite recibir y enviar datos entre la alarma del vehículo y la PDA, a diferencia de otros

dispositivos con prestaciones similares.

- Este sistema funciona para todos los dispositivos palm, pocket pc, smart phone, para versiones de Windows mobile 6.0 o superior.

VI. REFERENCIAS

- [1] ATMEL CORPORATION, 8 – Bit AVR Microcontroller with 16 / 32 / 64Kbytes In – System Programmable Flash, Atmel Corporation, San Jose CA 95131 – USA, 2007.
- [2] ATMEL CORPORATION, Getting Started with the CodeVisionAVR C Compiler, Atmel Corporation, San Jose CA 95131 – USA, 2007.
- [3] FISH Peter, Electronic Noise and Low Noise Design, McGraw – Hill, 1994.
- [4] GADRE Dhananjay, Programming and Customizing the AVR Microcontroller, McGraw – Hill, USA, 2001.
- [5] MOMPIM, José, Electrónica y automática industriales, Marcombo Boixareu, Barcelona – España, 1979.
- [6] MUHAMMAD Rashid, Electrónica de Potencia: Circuitos, Dispositivos y Aplicaciones, Tercera Edición, Pearson Educación, México, 2004.
- [7] PARDUE Joe, C Programming for Microcontrollers, Smiley Micros, Knoxville TN 37909, USA, 2005.
- [8] RAMOS Guillermo, Electrónica Digital y Circuitos Integrados, CEKIT Compañía Editorial Tecnológica, Pereira – Colombia, 2000.
- [9] VALENCIA Ramiro, Aplicaciones Electrónicas con Microcontroladores, Microtel, Ibarra – Ecuador, 2008.

FILTRADO DE PAQUETES DE DATOS A TRAVÉS DE LISTAS DE CONTROL DE ACCESO (ACL)

Santiago Jácome¹

¹ Departamento de Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Quijano y Ordóñez y Marqués de Maenza S/N, Latacunga, Ecuador
e-mail: psjacome@espe.edu.ec

Mayra Salazar²

² Departamento de Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Quijano y Ordóñez y Marqués de Maenza S/N, Latacunga, Ecuador
mcsalazar@espe.edu.ec

RESUMEN: El presente artículo cubre el fundamento teórico de las ACL (Lista de Control de Acceso) que se implementan en los routers Cisco, se realiza una explicación detallada del cálculo de la máscara wildcard lo que muchas veces ocasiona confusión en el administrador de redes, así como también se plantea una serie de ejemplos prácticos implementados y probados en el simulador Packet Tracer versión 5.3

Las ACLs (Access Control Lists en inglés) son fundamentalmente un mecanismo de selección de tráfico, el cual nos permitirá bloquear o permitir el acceso de cierta parte de la red según las necesidades de la organización, otros usos son la definición de las direcciones que van a ser traducidas en un enrutador que usa NAT(Traducción de Direcciones de Red) para definir conjuntos de direcciones o flujos de tráfico. [1]

1. INTRODUCCIÓN

Una ACL es parte de una solución de seguridad (junto con otros componentes, como antivirus, firewall especializados, proxy, etc.) dentro de una red de datos. Las ACL constituyen listas de condiciones que se aplican al tráfico que viaja a través de una interface del router. Estas listas le indican al router que tipos de paquetes aceptar (permit) o denegar (deny), de acuerdo a las direcciones o protocolos de las capas superiores.

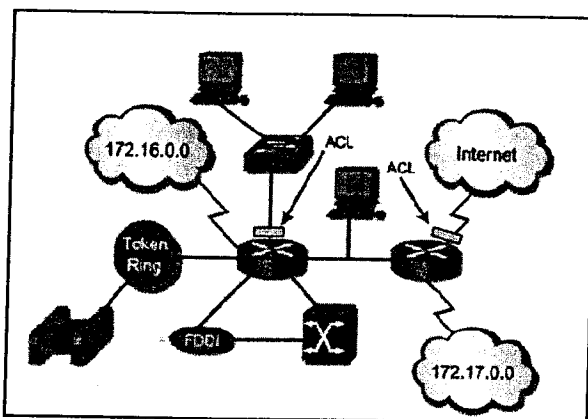


Figura 1: Las ACL controlan el tráfico de red a nivel de los routers.

2. FUNDAMENTOS DE LAS LISTAS DE CONTROL DE ACCESO

Principales razones para crear las ACL

Se tienen varias razones, entre las principales:

- Brindar control de flujo de tráfico.
- Limitar el tráfico no deseado en red y mejorar el rendimiento de la red.
- Proporcionar un nivel básico de seguridad para el acceso a la red.
- Se puede decidir qué tipos de tráfico se envían o bloquean en las interfaces del router.

Mediante una ACL se puede por ejemplo:

- Permitir al Host A, el acceso a la red de Recursos Humanos y al Host B se le niega el acceso a dicha red.

- Permitir que se enrute el tráfico de correo electrónico, pero bloquear todo el tráfico de telnet.

¿Cómo trabajan las ACLs?

Cada uno de los paquetes al ingresar al router es analizado para que en base a los valores de ciertos campos poder filtrarlos a través de las instrucciones de la ACL[2].

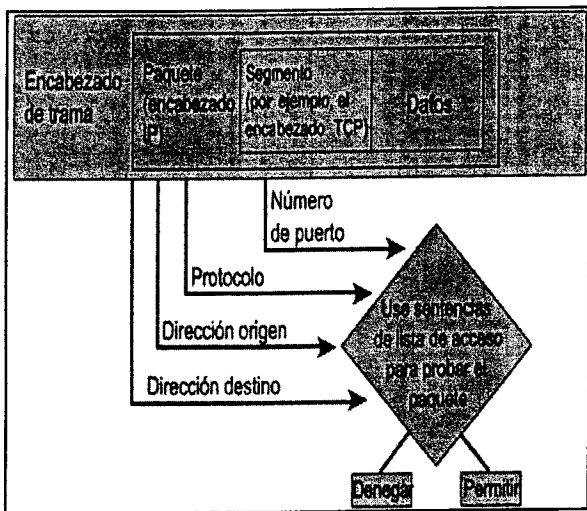


Figura 2: Las ACL del IOS de Cisco verifican el encabezado de cada paquete.

La Figura 3 muestra el flujo del paquete mientras es analizado por cada una de las instrucciones del ACL:

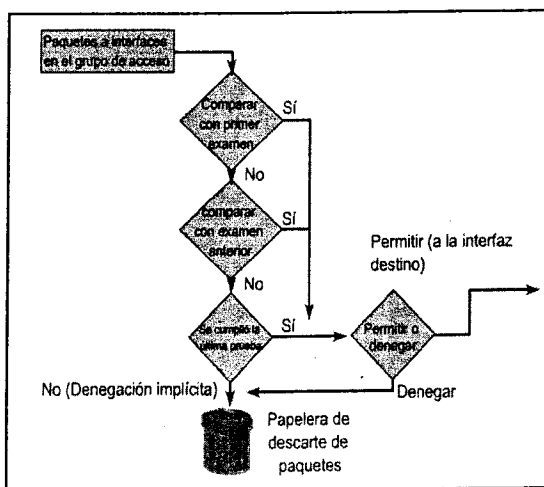


Figura 3: Diagrama de flujo del análisis que realiza el ACL sobre los paquetes.

- Si se cumple una condición, el paquete se permite (permit) o se rechaza (deny),

y el resto de las declaraciones ACL no se verifican.

- Si ninguna de las declaraciones ACL tiene coincidencia, se coloca una declaración implícita que indica "deny any" (rechazar cualquiera) en el extremo de la lista por defecto, que rechazará todos los paquetes que no coincidan con la ACL.

Lo que se debe conocer de las ACL

- El dispositivo, al analizar línea por línea el paquete, habrá que listar los comandos desde los casos más específicos, hasta los más generales. ¡Las excepciones tienen que estar antes de la regla general!
- Cualquier línea agregada a una ACL se agrega al final. Para cualquier otro tipo de modificación, se tiene que borrar toda la lista y escribirla de nuevo. Se recomienda copiar al Bloc de Notas y editar allí.
- Una ACL es una lista que consta de una o más instrucciones.
- Se asigna una lista a una o más interfaces.
- Cada instrucción permite o rechaza tráfico, usando uno o más de los siguientes criterios:

1. el origen del tráfico,
2. el destino del tráfico,
3. el protocolo usado.

- El router analiza cada paquete, comparándolo con la ACL correspondiente.

ACL Estándar y Extendidas

Existen dos tipos de ACL[3]:

- Las ACL ESTÁNDAR (1-99) sólo permiten controlar en base a la dirección de ORIGEN.
- Las ACL EXTENDIDAS (100-199) permiten controlar el tráfico en base a la dirección de ORIGEN, la dirección de DESTINO y el PROTOCOLO utilizado.

3. MÁSCARA DE WILDCARDS

"Wildcard" significa "comodín", una máscara de wildcard es lo contrario de una máscara de red[4] así se tiene que en una máscara de red:

"1" significa que la IP no cambia,
 "0" significa que la IP puede cambiar.

Mientras que en una máscara de wildcard:

"1" significa que la IP puede **cambiar**,
 "0" significa que la IP **no cambia**, es decir se queda "pinchado el valor".

Tanto en la dirección de origen, como en la dirección de destino, de una ACL se especifican las direcciones como dos grupos de números: un número IP y una máscara wildcard.

Sin embargo, las máscaras wildcard también permiten más; por ejemplo, se pueden denegar todas las máquinas con números IP impares, pares, seleccionar un rango determinado (IPs de la 1 a la 31), la mitad inferior o superior de un segmento de red. Ejemplos:

Ejemplo 1: Dada la red: 192.168.10.0/24, es decir, con máscara de red: 255.255.255.0, la máscara wildcard es: 0.0.0.255

Explicación:

Se toma el cuarto octeto de la dirección de red y de la máscara wildcard

| | | | | | | | | |
|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Red | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Wildcard | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Direcciones Disponibles | | | | | | | | |
| Dirección 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Dirección 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Dirección 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| . | | | | | | | | |
| . | | | | | | | | |
| . | | | | | | | | |

Ejemplo 2: Dada la red: 10.2.4.0/24, es decir, con máscara de red: 255.255.255.0, la máscara wildcard para IPs pares es: 0.0.0.254

Explicación:

Se toma el cuarto octeto de la dirección de red y de la máscara wildcard

| | | | | | | | | |
|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|-----------|
| Red | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Wildcard | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Direcciones Disponibles | | | | | | | | |
| Dirección 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Dirección 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Dirección 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Dirección 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| . | | | | | | | | No cambia |
| . | | | | | | | | |
| . | | | | | | | | |
| . | | | | | | | | |

Ejemplo 3: Dada la red: 10.2.4.0/24, es decir, con máscara de red: 255.255.255.0, la máscara wildcard para IPs impares es la misma 0.0.0.254, con la variación de que las IPs comienzan en 10.2.4.1

Ejemplo 4: Dada la red: 10.10.10.0/24, es decir, con máscara de red: 255.255.255.0, la máscara wildcard para las mitad inferior de todas las IPs, rango [0-127] es: 0.0.0.127

Ejemplo 5: Dada la red: 10.10.10.0/24, es decir, con máscara de red: 255.255.255.0, la máscara wildcard para las mitad superior de todas las IPs, rango [128-255] es: 0.0.0.127, con la variación de que las IPs comienzan en 10.10.10.128

Ejemplo 6: Segmentar la red 194.152.25.0/24 en 8 subredes y seleccionar la máscara wildcard del 3/4 de IPs de la 6ta. subred:

La 6ta. Subred es: 194.152.25.160/27, es decir, con máscara de red: 255.255.255.224, dentro de esta subred se quiere el rango de IPs [176-183] correspondiente al 3/4 de IPs de la 6ta. subred, entonces la wildcard sería:0.0.0.7

Especificación de direcciones con Wildcard

- Permitir o denegar una IP específica: 172.16.0.1 0.0.0.0, "equivale a" host 172.16.0.1
- Permitir o denegar una subred: 172.16.0.0 255.255.255.0, "equivale a" 172.16.0.0 0.0.0.255

- Permitir o denegar a todas las IPs:
0.0.0.0 255.255.255.255 "equivale a" any

4. UBICACIÓN DE LAS ACL

- Las ACL estándar (1-99) se colocan cerca del destino del tráfico. Esto se debe a sus limitaciones: no se puede distinguir el destino.
- Las ACL extendidas (100-199) se colocan cerca del origen del tráfico por eficiencia, es decir, para evitar tráfico innecesario en el resto de la red.

Las ACL estándar (1-99) se colocan cerca del destino del tráfico. Ejemplo:

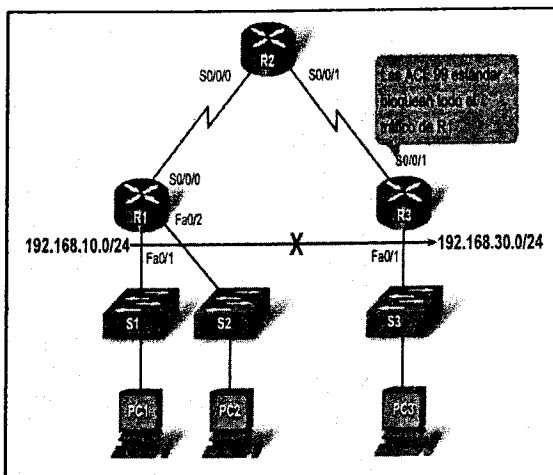


Figura 4: Ubicación de una ACL estándar

- El administrador desea que el tráfico que se origina en la red 192.168.10.0/24 no ingrese a la red 192.168.30.0/24.
- Una ACL en la interface de salida de R1 deniega a R1 la posibilidad de enviar tráfico a otros lugares.
- La solución es colocar una ACL estándar en la interface de entrada de R3 para detener todo el tráfico desde la dirección de origen 192.168.10.0/24.

Las ACL extendidas (100-199) se colocan cerca del origen del tráfico. Ejemplo:

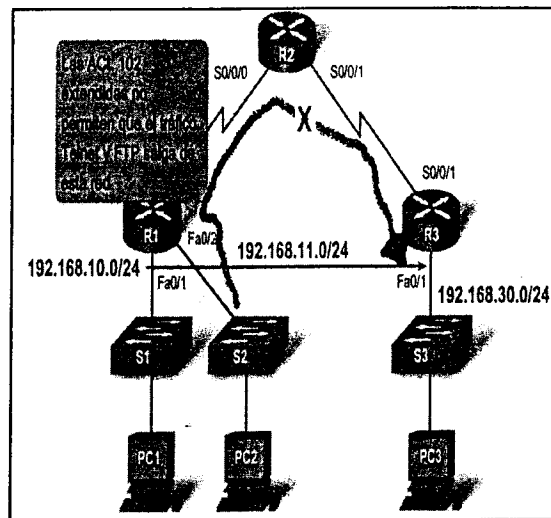


Figura 5: Ubicación de un ACL extendida

- El administrador de las redes 192.168.10.0/24 y 192.168.11.0/24 desea **denegar el tráfico Telnet y FTP desde la red 11.0 a la red 192.168.30.0/24**.
- Una ACL extendida en R3 que bloquea el tráfico Telnet y FTP desde 11.0 podría realizar la tarea, pero el administrador no controla R3.
- Esa solución sigue permitiendo, además, que el tráfico no deseado atravesase toda la red, sólo para bloquearlo en el destino. Esto afecta la eficacia general de la red.
- La mejor solución es acercarse al origen y colocar una ACL extendida en la interface de entrada Fa0/2 de R1. Esto garantiza que los paquetes desde 10.0 no ingresen a R1 y que luego no puedan atravesar hacia 11.0 ni siquiera ingresar a R2 o R3

5. DIRECCIÓN DEL TRÁFICO (in – out)

Hay que señalar que las ACL se las puede colocar en la interface de entrada del dispositivo de networking o en la interface de salida, el efecto es similar pero su funcionamiento se diferencia.[4]

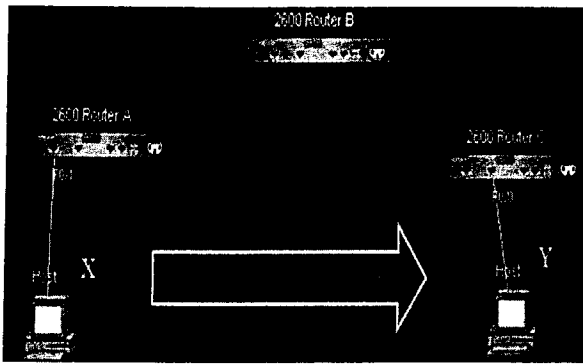


Figura 6: Ubicación de una ACL estándar

Las ACL, al colocar en una interface se debe especificar si es en la entrada (in) o salida de la interface (out)[3].

En la topología de la Figura 6 (A, B, C son routers; X y Y son hosts), se puede controlar el tráfico desde X hacia Y en las interfaces de entrada o salida de los routes A o B o C.

Si el tráfico va de X hacia Y, en router A se puede controlar el tráfico entrante (in) en la interface que está a su izquierda F0/1 o el tráfico saliente (out) en la interface que está a su derecha S0/0.

De la misma manera se puede controlar el tráfico en el router B: tráfico entrante en la interface de la izquierda, interface S0/0 o el tráfico saliente en la interface de la derecha, interface S0/1; o de igual manera en el router C.

Cantidad de ACL en un router

La cantidad de ACL que puede tener un router, se calcula en base al número de protocolos que maneja el router (IP, IPX o Apple Talk), al número de Interfaces y por 2 dependiendo la dirección (in o out)[5].

6. ¿CÓMO SE ESCRIBEN LAS ACL?

Sintaxis de una ACL estándar

access-list (número) (deny | permit) (ip origen) (wildcard origen)

Ejemplo 1: ACL estándar

Bloquear toda la subred 172.17.3.0/24, excepto la máquina 172.17.3.10 en la red 172.16.0.0/24

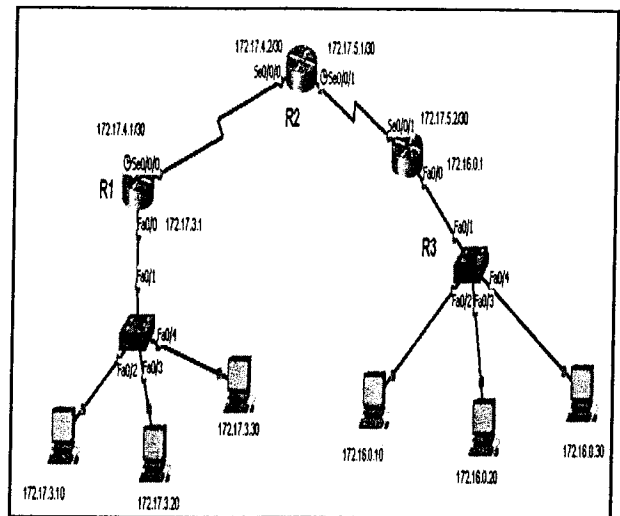


Figura 7: Topología base para ejemplos

Configuración en la entrada de R3

```
access-list 1 permit host 172.17.3.10
access-list 1 deny 172.17.3.0 0.0.0.255
access-list 1 permit any
interface Serial 0/0/1
ip address 172.17.5.2 255.255.255.252
ip access-group 1 in
```

Sintaxis de una ACL extendidas

Sintaxis para un renglón (se escribe en el modo de configuración global):

access-list (número) (deny | permit) (protocolo) (IP origen) (wildcard origen) (IP destino) (wildcard destino) [(operador) (operando)]

Donde:

- El "protocolo" puede ser (entre otros) **IP** (todo tráfico de tipo TCP/IP), **TCP**, **UDP**, **ICMP**.
- El "operador" puede ser: **eq** (igual), **neq** (desigual), **gt** (mayor a), **lt** (menor a)
- El "operando" puede ser un número de puerto o servicio TCP/IP (**TCP**: 21 ó ftp, 23 ó telnet, 25 ó smtp, www ó 80, pop3)

ó 110) (UDP: 53 ó dns, 69 ó tftp, 161 ó snmp, bootpc cliente ó 68, bootpc server ó 67), **otros** (irc ó 194, https ó 443, rip ó 520, VoIP ó 2000)

Ejemplo 2: ACL extendida

Ampliar el filtrado del ejemplo 1: Bloquear toda la subred 172.17.3.0/24, excepto la máquina 172.17.3.10 que debe permitir el tráfico **solo** al servidor 172.16.0.10

Configuración en la entrada de R1

```
access-list 102 permit ip host 172.17.3.10
host 172.16.0.10
access-list 102 deny ip
172.17.3.0.0.0.0.255 host 172.16.0.10
access-list 102 deny ip any any
```

```
interface FastEthernet0/0
ip address 172.17.3.1 255.255.255.0
ip access-group 102 in
```

Impacto en el cambio de una palabra en la ACL

Del ejemplo anterior, la configuración correcta es:

```
access-list 102 permit ip host 172.17.3.10
host 172.16.0.10
access-list 102 deny ip 172.17.3.0 0.0.0.255
host 172.16.0.10
access-list 102 deny ip any any
```

```
interface FastEthernet 0/0
ip address 172.17.3.1 255.255.255.0
ip access-group 102 in
```

Configuración incorrecta es:

```
access-list 102 permit ip host 172.17.3.10
host 172.16.0.10
access-list 102 deny ip 172.17.3.0 0.0.0.255
host 172.16.0.10
access-list 102 permit ip any any
```

```
interface FastEthernet 0/0
ip address 172.17.3.1 255.255.255.0
ip access-group 102 in
```

Esta versión de ACL permite, algo no deseado, entre otras cosas:

```
Permite tráfico de 172.17.3.10 a
172.16.0.20
Permite tráfico de 172.17.3.10 a
172.16.0.30
Permite tráfico de 172.17.3.20 a
172.16.0.20
Permite tráfico de 172.17.3.20 a
172.16.0.30
Permite tráfico de 172.17.3.30 a
172.16.0.20
Permite tráfico de 172.17.3.30 a
172.16.0.30
```

Ejemplo 3: ACL extendida

Permitir tráfico HTTP y "ping" (ICMP) al servidor 172.16.0.10, para todos. Denegar todo lo demás.

Configuración en la entrada de R1

```
access-list 101 permit icmp any host
172.16.0.10
access-list 101 permit tcp any host
172.16.0.10 eq www
```

```
interface FastEthernet0/0
ip address 172.17.3.1 255.255.255.0
ip access-group 101 in
```

Se encuentra por defecto la siguiente línea al final:

```
access-list 101 deny ip any any
```

7. CONCLUSIONES

- Una ACL es una secuencia de instrucciones que permiten (permit) o deniegan (deny) tráfico en la red, que se aplican a direcciones IP o protocolos de las capas superiores de TCP/IP.
- El orden en que se ubican las sentencias de la ACL es de vital importancia, que afectan el comportamiento del filtraje de paquetes.
- Las ACL estándar verifican la dirección origen de los paquetes IP enrutados.
- Las ACL extendidas verifican la dirección origen y destino expresadas con la máscara wildcard y el protocolo utilizado en cada paquete a ser enrutado.

- Las ACL hacen que el router funcione como un firewall dentro de una red de datos.

8. REFERENCIAS

- [1] <http://www.securityartwork.es/page/14/>
- [2] http://es.wikipedia.org/wiki/Lista_de_control_de_acceso.
- [3] ARIGANELLO Ernesto, "Técnicas de configuración de Routers Cisco", Alfaomega, México, 2008.
- [4] HILL Brian, "Manual de Referencia Cisco", McGraw-Hill, España 2002.
- [5] Libro de autoestudio CCNA, "Interconexión de dispositivos de Red Cisco", Pearson Educación, Madrid 2004.

ECUADOR Y SU CRECIMIENTO ECONÓMICO

Econ. Marco Veloz Jaramillo¹

Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga; Departamento de Ciencias Económicas,
Administrativas y del Comercio.

Quijano y Ordóñez y Marquéz de Maenza s/n Latacunga, Ecuador

Email: maveloz@espe.edu.ec

RESUMEN

Desde épocas primitivas los pueblos han buscado su desarrollo y crecimiento en todas sus esferas más aún en el aspecto económico, cada uno basado en diferentes pensamientos o paradigmas, pero todos enfocados en conseguir bienestar, mejorar el estilo de vida, o lo que hoy en el Ecuador se conoce como el "Buen Vivir".

Así, los mercantilistas sostenían que la acumulación de metales (oro y plata) sería el camino más eficiente para dicho crecimiento económico o desarrollo.

Más adelante los fisiócratas, luego el Libre Mercado y la planificación centralizada, han dado las pautas ideológicas en cuanto a qué políticas económicas (decisiones) deben ejecutar sus gobernantes para mejorar los niveles de bienestar de los habitantes de un pueblo.

El siguiente artículo se enfocará en tres parámetros que al final del mismo coadyuvará a los lectores a la mejor comprensión de los agentes económicos y su dinamismo en la economía nacional.

Estos aspectos a analizarse son:

- 1) El Producto Interno Bruto (PIB)
- 2) EL PIB Percápita
- 3) Crecimiento económico

Lo anterior permitirá que los lectores se motiven en el aprendizaje, no solo de la macroeconomía sino también, de la realidad nacional e internacional y de la importancia que tienen la economía en el convivir diario.

Palabras Claves: PIB, crecimiento económico, real, nominal, per cápita, políticas económicas, restrictivas, expansivas, entre otras.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día todas las personas están involucradas con las transacciones de bienes y servicios, nadie queda al margen de este ámbito, es por ello que todas las carreras profesionales, sean administrativas o técnicas, ven la necesidad de incorporar en sus planes de estudios asignaturas relacionadas con el ámbito económico, puesto que en la actualidad vivimos en un mundo globalizado siendo de vital importancia el conocimiento de los agentes económicos en forma conjunta.

Para poder determinar el crecimiento económico de un país o nación es necesario el estudio de una serie de indicadores entre los más relevantes: El Producto Interno Bruto (PIB), PIB Percápita, Desempleo, Inflación, entre otras.

DESARROLLO DEL ARTÍCULO

CONCEPTO:

La economía es una ciencia social que estudia la escasez y utilización de los factores productivos para satisfacer las necesidades de los individuos.

La economía estudia los agentes económicos (hogares, empresas, gobierno, sector financiero, resto del mundo) sea en forma individual como conjunta.

Por lo anterior podemos definir a la macroeconomía, como parte de la

economía que estudia los agentes económicos en forma conjunta o global.

Partiendo de esta consideración creo que es importante desglosar el este tema en tres aspectos que a continuación se detalla.

Producto Interno Bruto (PIB):

El PIB mide la producción de bienes y servicios de una determinada economía sean con factores de producción nacionales o extranjeros en un periodo determinado.

Se puede generalizar que el PIB es un indicador de *bienestar*, es decir, mientras mayor sea este indicador (producción nacional) mejores niveles de bienestar tendrá una determinada economía.

Existen algunas metodologías para determinar este valor nominal como:

- *Método del Gasto*
Que se refiere a la suma del consumo, la inversión, el gasto público, y el saldo neto de comercio exterior.
- *Método del Valor Añadido*
Corresponde al valor agregado en cada etapa del proceso de producción.
- *Método Ingresos*
Corresponde a los ingresos que contabiliza una determinada economía.

Este indicador (PIB) puede ser expresado de dos formas básicas:

PIB nominal.- Mide la producción a precios corrientes; es decir, precios actuales.

PIB real.- Mide la producción a precios constantes, es decir, precios anteriores de un Año Base.

Cabe señalar que en el mes de mayo del 2011 el Banco Central del Ecuador ha determinado como *Año Base* el 2007, para la elaboración y

presentación de los indicadores económicos.

Es importante señalar que el PIB nominal promedio del Ecuador entre los años 2007-2010, es de USD 50.6 mil millones.²

Según el Fondo Monetario Internacional (FMI) el País con mayor PIB en el 2010 fue Estados Unidos con UDS 14.624.184 millones anuales, el Ecuador con UDS 61.489 millones anuales está en el puesto 65 de 78 Países; por debajo de Brasil, Argentina, Venezuela, Colombia, Chile, Perú; y por arriba de Guatemala y Uruguay.

El estudio realizado por World Economic Forum a 139 países en el 2010-2001 el país que más aporta al PIB mundial es Estados Unidos con 20,46% del total de producción mundial, el Ecuador está en el puesto 61 y su producción representa el 0,16% del PIB mundial, como se aprecia en el cuadro a continuación:³

APORTE AL PIB MUNDIAL 2010

| Rank | País | % del PIB Mundial |
|-----------|----------------|-------------------|
| 1 | Estados Unidos | 20,46 |
| 9 | Brazil | 2,87 |
| 23 | Argentina | 0,81 |
| 28 | Colombia | 0,58 |
| 31 | Venezuela | 0,50 |
| 43 | Perú | 0,36 |
| 45 | Chile | 0,35 |
| 61 | ECUADOR | 0,16 |
| 82 | Bolivia | 0,07 |
| 83 | Uruguay | 0,06 |
| 96 | Paraguay | 0,04 |

Elaborado Por: Autor

En lo que tiene que ver con la producción mundial el país que más produce es Estados Unidos UDS 14,256.3 millones. El Ecuador en el 2010 se ubicó en el puesto 66 con 57.3 millones de dólares. Datos presentados

por la misma fuente anterior el World Economic Forum.

PIB POR PAÍSES 2010⁴

| Rank | País | Millones de UDS |
|-----------|----------------|-----------------|
| 1 | Estados Unidos | 14,256.3 |
| 8 | Brazil | 1,574.0 |
| 27 | Venezuela | 337.3 |
| 30 | Argentina | 310.1 |
| 36 | Colombia | 228.8 |
| 47 | Chile | 161.8 |
| 52 | Perú | 126.8 |
| 66 | ECUADOR | 57.3 |
| 82 | Uruguay | 31.5 |
| 95 | Bolivia | 17.6 |
| 99 | Paraguay | 14.7 |

Elaborado Por: Autor

El PIB per cápita:

El PIB per cápita es un indicador más real sobre las condiciones de vida que pueden presentar los pueblos en comparación unos a otros.

La forma más sencilla para calcular este indicador (PIB per cápita) es dividiendo el PIB sobre la población, aunque algunas organizaciones internacionales como la Organización de Naciones Unidas (ONU), establece que el cálculo sería si se divide el PIB sobre la Población Económicamente Activa (PEA).

La interpretación de este indicador puede darse de tres maneras:

1. Es el promedio de ingreso anual de cada individuo.
2. El promedio de gasto anual de cada persona.
3. Aporte al PIB por cada ciudadano.

En el caso del Ecuador el PIB per cápita al 2010 fue de USD 4.013,00⁷. Es decir que cada persona aporta al PIB con aproximadamente USD 334,42 dólares mensuales.

Según el estudio hecho por la World Economic Forum el PIB Percápita del Ecuador al 2010 fue de USD 4.059;

situándose en el puesto 80 solo por encima de Paraguay y Bolivia en lo que tiene que ver con los países sudamericanos. Así lo apreciamos en el siguiente gráfico:

PIB PERCÁPITA⁵

| Rank | País | US\$ |
|-----------|----------------|-------------|
| 1 | Luxemburgo | 104,512 |
| 9 | Estados Unidos | 46,381 |
| 47 | Venezuela | 11,789 |
| 52 | Chile | 9,525 |
| 83 | Uruguay | 9,426 |
| 57 | Brazil | 8220 |
| 59 | Argentina | 7,726 |
| 72 | Colombia | 5,087 |
| 78 | Perú | 4356 |
| 80 | ECUADOR | 4059 |
| 99 | Paraguay | 2,337 |
| 104 | Bolivia | 1724 |

Elaborado Por: Autor

II. CRECIMIENTO ECONÓMICO

Mide las variaciones de la producción nacional (PIB) en términos porcentuales con respecto a dos periodos de análisis.

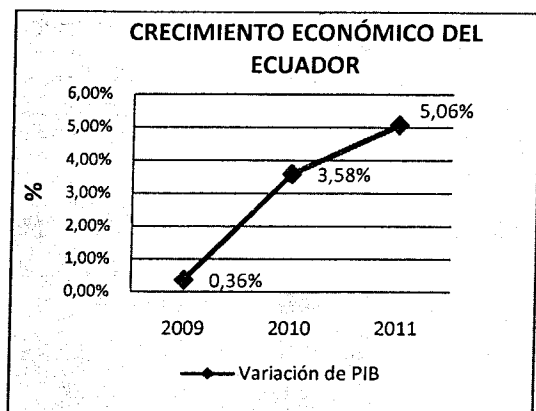
El porcentaje de crecimiento real para el Ecuador según el Banco Central es de 0,36% el 2009; 3,6% el 2010; y la proyección para el 2011 es de 5,06%.⁷

El FMI por su parte considera que el 2009 el Ecuador decreció el 1%; para el 2010 solo creció el 2,8% y que para el 2011 no crecerá más allá de 2,5%.

Cabe señalar que el indicador que mide el crecimiento, es decir, la mejora de la calidad de vida de los habitantes de una determinada nación es el PIB.

La sinergia de estos temas en común nos da como resultado el crecimiento económico de una determinada nación.

El siguiente gráfico muestra las variaciones del PIB en los dos últimos años y la proyección para el 2011.



Elaborado Por: Autor

Como podemos apreciar en el gráfico anterior el Ecuador tuvo un crecimiento de su economía en el 2009 del 0,36%, según el Banco Central de Ecuador, cabe señalar que este año fue de recesión económica mundial y que muchos países, sobre todo los desarrollados, presentaron decrecimiento en sus economías, muchos analistas económicos coinciden sus criterios que Ecuador aplico medidas económicas acertadas para evitar la crisis. El 2010 el crecimiento fue del 3,58%, aunque la proyección para ese año era mayor al 5%, es importante resaltar el aporte del sector no petrolero ya que fue el que más incidió en este crecimiento. Para el 2011 las autoridades de turno se han planteado un crecimiento del 5,06% esperando que el precio del petróleo se mantenga con una tendencia a la alza.

III. PROCEDIMIENTO

El tema propuesto está dentro de las Ciencias Sociales que se apoya en las Ciencias Exactas, como las matemáticas, para representar dichos comportamientos, por esa razón utilizaremos el método deductivo en sinergia con el método crítico y analítico.

La información estadística será recopilada de fuentes de entidades públicas como el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC) y el Banco Central del Ecuador (BCE), así también

de instituciones internacionales como el Fondo monetario Internacional (FMI) y World Economic Forum.

IV. CONCLUSIONES

El crecimiento de una economía dependerá de varios factores, entre ellas las políticas económicas implantadas por las autoridades de turno, así también obedecerá a factores externos como el tipo de cambio, el comercio exterior y las finanzas internacionales.

El indicador que usualmente se utiliza para establecer mejoras en la calidad de vida es el Producto Interno Bruto más conocido como PIB.

En el Ecuador se ha incorporado el "Buen Vivir" como termino que abarca no solo la producción nacional sino también la sinergia de varios indicadores que son de guía para la toma de decisiones socioeconómicas.

El PIB es un indicador que mide la producción de una determinada economía, mientras más alto sea este valor se generaliza que los habitantes de dicha economía mejoran su calidad de vida.

Es importante que la producción esté dada en términos reales, es decir, comparando la cantidad de bienes y servicios a precios de años anteriores, ya que en muchas de las veces no se incrementa la producción (bienestar de la población) en forma significativa, sino que han sido los precios los que se han incrementado encareciendo y deteriorando la calidad de vida de los habitantes de un País.

El Ecuador presenta niveles de crecimiento económico durante los tres últimos años, es así que el 2009, un año de crisis mundial donde en muchos de los casos los países tuvieron una contracción de su economía, nuestro país creció en 0,36%; para el 2010 el crecimiento fue de 3,58% aunque la proyección fue más del 5%; para el 2011 se prevé un crecimiento real del

5,06%, un pronóstico bastante optimista pero que habría que esperar algunos acontecimientos importantes que generan dinamismo en la economía como es: la Inversión Extranjera Directa, el saldo de Balanza Comercial, la estabilidad política y los precios del petróleo, entre otras.

El PIB per cápita es un indicador muy importante ya que considera el promedio de ingreso o gasto de cada individuo en un año.

En el caso específico del Ecuador el aporte de cada individuo a la producción nacional en el 2010 fue de UDS 4.013,00 al año, un dato levemente alentador ya que en el 2009 fue de UDS 3.592,00 y frente al promedio de los años 2007.2009 que fue de UDS 3.662,00.⁸

REFERENCIAS

[1] Autor

Bibliográficos:

[2] World Economic Forum, Revista "The Global Competitiveness Report 2010-2011" pág 363.

[3] World Economic Forum, Revista "The Global Competitiveness Report 2010-2011" pág 360.

[4] World Economic Forum, Revista "The Global Competitiveness Report 2010-2011" pág 362.

Páginas WED:

[5] Banco Central del Ecuador
<http://www.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorReal/Previsiones/IndCoyuntura/CifrasEconomicas/cie201104.pdf>

[6] Banco Central del Ecuador
<http://www.bce.fin.ec/contenido.php?CNT=ARB0000003>

[7] INEC Ecuador
www.inec.gob.ec

[8] Boletín gratuito de información estadística # 119, Semana del lunes 25 de abril de 2011 al viernes 29 de abril de 2011, Pág. 2.

[9] Banco Central del Ecuador
<http://www.bce.fin.ec/contenido.php?CNT=ARB0000003>

OPCIONES REALES EN LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS UTILIZANDO PYTHON

Ing. Augusto Bourgeat, MBA, M.Sc.

Departamento de Ciencias Exactas, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Marqués de Maenza S/N Latacunga, Ecuador.
email : abourgeat@ltga.espe.edu.ec

El presente artículo analiza las Opciones Reales, sus conceptos, modelos y tipología; presenta una aplicación para inversiones petroleras con aplicación computacional utilizando redes binomiales y el método de valoración Black and Scholes, sustentándose en Python como lenguaje de programación.

Los métodos basados en Opciones Reales son cada vez más utilizados para la evaluación de proyectos, dada su flexibilidad e inclusión de elementos intangibles, y cuya valoración depende en buena medida de los supuestos e información disponible para realizarla.

I. INTRODUCCIÓN

Una **Opción Real OR** representa *el derecho pero no la obligación de emprender una acción*, como postergar, expandir, contraer, o abandonar un proyecto a un costo determinado que se denomina *costo de ejercicio*, y durante un periodo, que corresponde a *la vida de la opción* [1].

Las Opciones Reales involucran cinco variables:

El valor del activo (valor del proyecto), corresponde al valor presente de los flujos de caja esperados del proyecto de inversión.

El precio de ejercicio, que se invierte para ejercer la opción (opción de compra), o que se recibe (opción de venta).

El tiempo durante el cual se puede decidir llevar a cabo un proyecto de inversión.

El riesgo del proyecto de inversión, y

La tasa de interés libre de riesgo sobre la vida de la opción.

Existen 2 tipos de Opciones Reales [2]:

1.-Opciones de compra (Call): Opciones para

retardar el inicio, expandir, o prolongar la vida de un proyecto.

2.-Opciones de venta (Put): Opción para abandonar y vender una fracción de un proyecto.

El método del **valor presente neto (VAN)**, se utiliza en situaciones de certidumbre durante el proceso de toma de decisiones y cuyo resultado es simplemente una decisión de viabilidad. El VAN indica si el proyecto es económicamente viable, el uso de las Opciones Reales proporcionan alternativas flexibles que no exigen la realización inmediata o la cancelación del proyecto como únicas respuestas.

Para el VAN, un alto nivel de incertidumbre conlleva a reducir el valor de los activos. El enfoque de las Opciones Reales muestra que un incremento de la incertidumbre conduce a un alto valor de los activos, siempre que los gerentes identifiquen y utilicen las opciones para responder flexiblemente a los eventos que surgen durante el proceso de ejecución del proyecto [3].

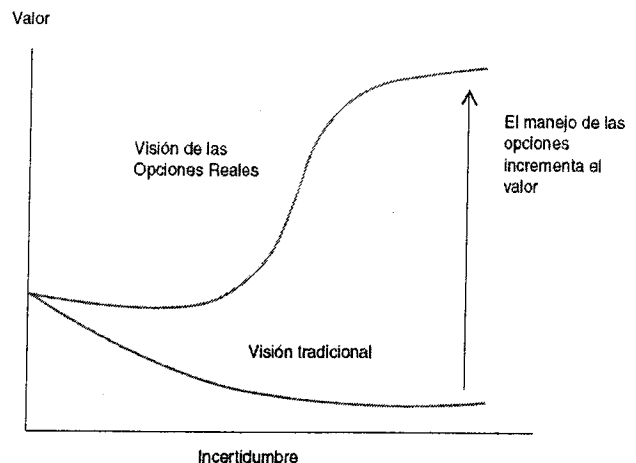


Figura 1: La incertidumbre crea valor

II. MODELOS DE VALORACIÓN DE OPCIONES

Las opciones y los futuros son las principales modalidades de los instrumentos financieros derivados utilizados para minimizar los riesgos en las operaciones comerciales financieras; aísla la actividad económica de la empresa de las fluctuaciones de los mercados financieros e incrementa la efectividad de las previsiones, facilitando la confianza en la gestión, al dotar de mayor seguridad a las inversiones.

Las opciones reales son métodos para valorar proyectos de inversión sustentados en la perspectiva de que los proyectos de inversión reales se asemejan a las opciones financieras (Call y Put) [4].

Los modelos de valoración de opciones emplean las siguientes variables: precio del activo subyacente, precio de ejercicio, tiempo de vencimiento, tipo de interés y volatilidad del mercado.

La analogía de parámetros entre una opción Financiera y una Real, se evidencian en la Tabla 1.

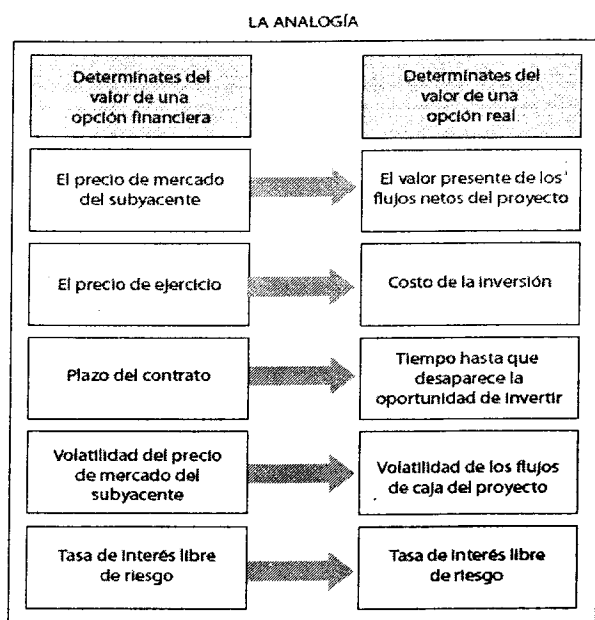


Tabla 1: Opción Financiera y Opción Real.

La existencia de opciones reales aumenta el valor de un proyecto de inversión, el cual puede determinarse como el valor del proyecto sin la

opción (VAN), más el valor de la opción.

$$\text{Valor del Proyecto} = \text{VAN} + \text{Valor de la Opción} \quad (1)$$

En la actualidad hay varios modelos para la determinación del valor teórico de una opción, entre los cuales están: Modelo binomial y Modelo Black/Scholes.

Modelo Binomial

Propuesto por Cox, Ross y Rubinstein. Es un método numérico discreto sustentado en la evolución del precio del activo el mismo que varía según el proceso binomial; indica que sólo puede tomar dos valores posibles, uno al alza y otro a la baja, con probabilidades asociadas p y $(1-p)$. De tal forma, que al extender la distribución de probabilidades a un número determinado de períodos se logra calcular el valor de una opción. [5]

Modelo Binomial para un periodo. En este modelo, el valor teórico de una opción Call viene dado por:

$$C = \frac{1}{r} \times [p \times C_u + (1-p) \times C_d] \quad (2)$$

Donde:

$$p = \frac{r - d}{u - d}$$

$$1 - p = \frac{u - r}{u - d}$$

$$C_u = \text{Max}[0, uS - E]$$

$$C_d = \text{Max}[0, dS - E]$$

El valor teórico de una opción Put viene dado por:

$$P = \frac{1}{r} \times [p \times P_u + (1-p) \times P_d] \quad (3)$$

Donde:

$$P_u = \text{Max}[0, E - uS]$$

$$P_d = \text{Max}[0, E - dS]$$

- u : Movimiento al alza del precio en un periodo.
 d : Movimiento a la baja del precio.

Modelo Binomial Multiperíodo. Cuando el tiempo de planificación se dividen en n períodos, como lo muestra el Figura 2, la valoración de una opción se realiza calculando los valores de la misma al final de los n períodos y por un procedimiento recursivo (retrocediendo en el tiempo) se calcula, aplicando las fórmulas indicadas anteriormente, su valor en cada nodo del diagrama o árbol. [3]

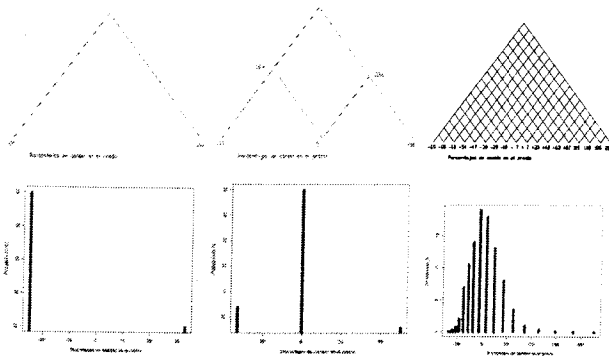


Figura 2: Distribución de la Opción multiperíodo

El valor de la opción **Put** se puede calcular a partir del valor **Call**, mediante la fórmula:

$$P = C - S + \frac{E}{r^n} \quad (4)$$

La extensión de este modelo a un número infinito de períodos da lugar a la formulación que presenta el modelo de Black/Scholes.

Modelo Black - Scholes

En este modelo, el valor de una opción de compra se determina por la fórmula (Black y Scholes): [5]

Valor de la opción de compra =
 (delta x precio de la acción) - (préstamo bancario)

$$C = S \times N(d_1) - E \times e^{-r \cdot t} \times N(d_2) \quad (5)$$

Donde:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

- C: Precio de la opción Call.
 S: Precio del activo subyacente.
 E: Precio de ejercicio de la opción.
 t: Tiempo de expiración de la opción (años).
 σ : Volatilidad del precio (desviación estándar anualizada)
 r: Tasa de interés en tiempo continuo:
 $r = \ln(1 + rf)$
 N(d): Función de densidad acumulada de una distribución normal.

El valor de una opción de venta (P), viene dado por la fórmula:

$$P = E \times e^{-r \cdot t} \times N(-d_2) - S \times N(-d_1) \quad (6)$$

Se han ido sumando métodos analíticos, estocásticos, estadísticos y econométricos sofisticados, como simulación, cálculos de sensibilidades de los diferentes parámetros y estimaciones de la incertidumbre, para trabajar opciones sobre escenarios más complejos.

Tipos de Opciones Reales

Los Administradores de Empresas en sus decisiones **posponen** inversiones, las **expanden**, **contraen**, **abandonan** un proyecto o le **cambian** por otro. También podrían crear opciones compuestas en base a las anteriores. [6]

Opción de posponer la inversión.-Una oportunidad de invertir a futuro puede ser más valiosa que una inversión inmediata. La opción de postergar ofrece al inversionista la posibilidad de esperar hasta que las condiciones mejoren o abandonar el proyecto si las condiciones desmejoran. Por ejemplo, una compañía petrolera puede esperar hasta que las incertidumbres existentes del precios del petróleo o de la tecnología se resuelvan. El precio de ejercicio de la opción es el dinero requerido para desarrollar la actividad.

Opción de expandir o contraer un proyecto.-

Una vez desarrollado un proyecto, la Administración de la Empresa podrá optar por acelerar el régimen de producción o cambiar la escala de producción. En un campo de petróleo, se puede disponer de la opción de aumentar la producción invirtiendo en un plan de recuperación o perforando más pozos.

Opción de abandonar un proyecto.-

Si los precios del petróleo tienen una tendencia de declinación prolongada, la Gerencia podría optar por abandonar el proyecto o vender cualquier equipo de capital acumulado en el mercado libre. Como alternativa, podría vender el proyecto o su participación, a otra compañía cuyos planes estratégicos consideren atractivo el proyecto. Vender por el valor de recuperación o de rescate es similar a ejercer una opción de venta americana. Si el valor del proyecto cae por debajo de su valor de liquidación, la compañía podrá ejercer su opción de venta.

Opción de cambio por otro plan.-

Una opción de cambio proporciona una cobertura si existiera la probabilidad de que se mejore la tecnología o el proyecto resulte más económico en el futuro.

Opciones secuenciales o compuestas.-

Las Opciones Reales pueden conducir a oportunidades de inversión adicionales cuando se ejercen. El proceso de exploración, desarrollo y producción descrito corresponde a una opción secuencial.

| Opciones Reales: CALL | Opciones Reales: PUT |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| Posponer para invertir | Abandonar |
| Expandir | Contraer |
| Reiniciar operaciones temporalmente | Cerrar operaciones temporalmente |
| paradas | |

Tabla 2. Tipos de Opciones Reales

Estos tipos de opciones no son los únicos existentes, existen otras clases de opciones (Opciones Exóticas) [7].

El valor de la opción combinada es igual a la suma de los valores de las opciones.

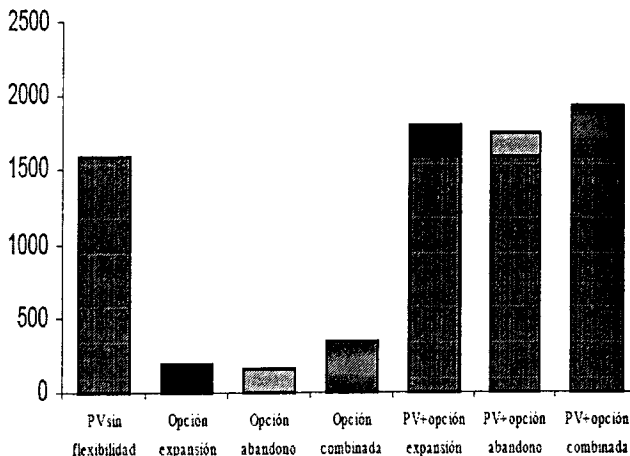


Figura 3: Valor de opciones combinadas.

III. PROCEDIMIENTO

OPCIONES REALES Y EL SECTOR PETROLERO

El modelo propuesto en esta investigación aplica Opciones Reales en inversiones petroleras con métodos computacional de redes binomiales y valoración Black/ Scholes, sustentado en *Python* como lenguaje de programación.

El propósito de este trabajo es construir modelos de simulación para analizar Opciones Reales en situaciones de riesgo proveniente de proyectos de inversiones. A fin de desarrollar una aplicación del modelo teórico consideramos proyecto de exploración y explotación de yacimientos petroleros ubicada en el Ecuador, el cuál es utilizado por analistas petroleros.

Antes de implementar y analizar los ejemplos vamos a enumerar un conjunto de características del lenguaje *Python* que lo hacen idóneo para algunas tareas en términos académicos y de investigación.

La elección del lenguaje esta basada sobre todo en la idea de que los proyectos de inversión deben ser valorados adecuadamente, considerando los escenarios cambiantes y el riesgo, mediante la discusión de casos, las formas de implementar soluciones y la visualización dinámicas de construir modelos y simularlos.

Se puede enlistar muchas características del lenguaje de programación **Python**, que permiten a los estudiantes comenzar a programar de manera inmediata y sencilla: [8] [9]

- Se trata de un lenguaje intérprete, que se puede aplicar de modo interactivo o bien a través de la construcción de un script.
- Cualquier script puede ser utilizado como un módulo, o función.
- El lenguaje está orientado a objetos, los cuales se implementan de manera muy sencilla.
- Cuenta con librerías o módulos para cálculo numérico (numeric, numpy) y aplicaciones científica (scipy) así como para aplicaciones interactivas, animaciones gráfica (Tkinter, VPython, wxPython) cuya sintaxis es simple, o para hacer gráfica de datos o funciones (visual.graph.matplotlib, matplotlib.pylab).
- No requiere declaración de variables, se declaran cuando se les asigna un valor que, puede cambiar durante la ejecución.
- Los apuntadores son algo natural en **Python** y están asociados a los datos que tienen estructura interna (listas o arreglos).
- Las listas, son objetos muy flexibles que pueden contener simultáneamente cualquier tipo de dato escalar, nombres de funciones (apuntadores), otras listas, cadenas de caracteres, etc.
- Se trata de software libre (freeware) y existe para todos los sistemas operativos.
- Existen en Internet una gran cantidad de módulos, librerías, aplicaciones, documentación, etc.

Caso I: Opción de abandono

El programa se ha desarrollado en el sistema operativo Windows, pero se le puede ejecutar en cualquier plataforma toda vez que el intérprete de Python tiene versiones para prácticamente cualquier plataforma en uso. Se necesita las librerías wxPython, pylab, Black_Scholes y zprob para su ejecución.[10]

Antes de aplicarlo, se recomienda que el usuario se familiarice inicialmente con los conceptos básicos de opciones para comprender los resultados logrados en un análisis.

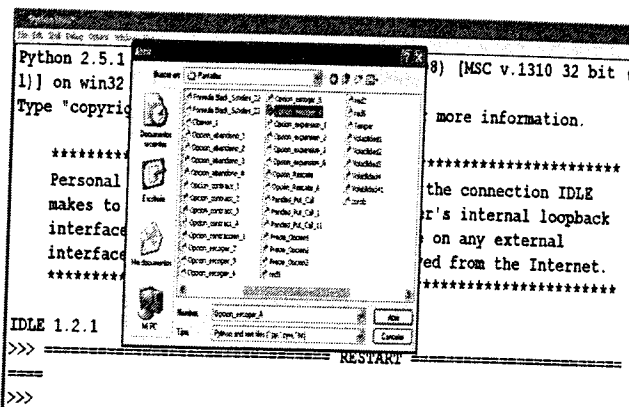


Figura 4: Shell de Python

En el Shell de Python buscamos el archivo de la aplicación de la opción que deseamos y ejecutamos:

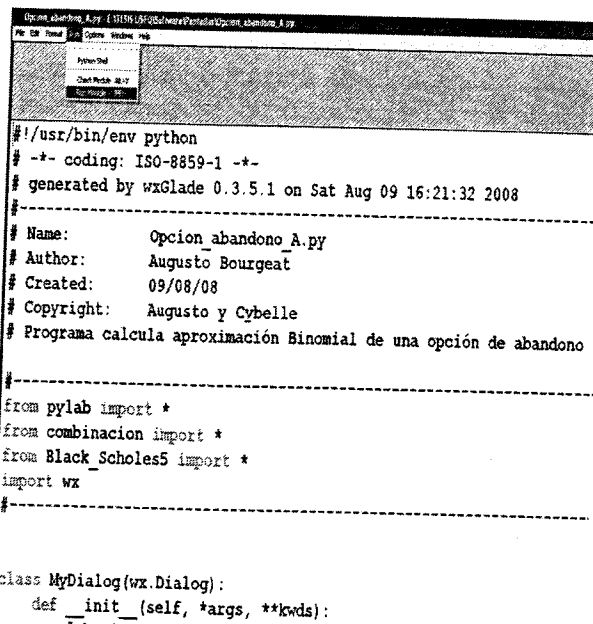


Figura 5: Carga del archivo para Opción de Abandono en Python.

Para valorar un proyecto Petrolero a través de la teoría de opciones, establecemos que el valor de mercado del activo subyacente corresponde al valor del proyecto sin flexibilidad de US\$ 120.000.000, estimado a través de los flujos de caja descontados (VAN). El modelo binomial de valoración, desarrolla el árbol binomial del subyacente y valora la opción con las condiciones conocidas de riesgo neutral. De esta forma, el valor total del proyecto será:

Valor del proyecto = Valor del proyecto sin flexibilidad + Valor de la opción de abandonar.

Consideremos que el proyecto tiene la opción de abandonar (vender) el negocio en el tercer año por un valor US\$ 90.000.000. En ese caso, tendríamos una opción de venta (Put) a tres años, con un precio de salvamento (strike) de US\$ 90.000.000.

Para establecer el árbol binomial se necesita conocer la volatilidad del activo subyacente, que se establece en el 25%; si los accionistas querrían ganar un 5% en este negocio, dado su riesgo operativo y financiero, la tasa libre de riesgo sería = 5%.

- El período de decisión = 3 años.
- Volatilidad = 25%.
- Valor presente de los futuros flujos de caja = US\$ 120 millones.
- Valor de salvamento = US\$ 90 millones.
- Tasa de interés libre de riesgo = 5%.

Al ingresar en el software de opciones reales en **Python**, los parámetros aparecerían en las celdas de la parte superior de la ventana de aplicación:[11]

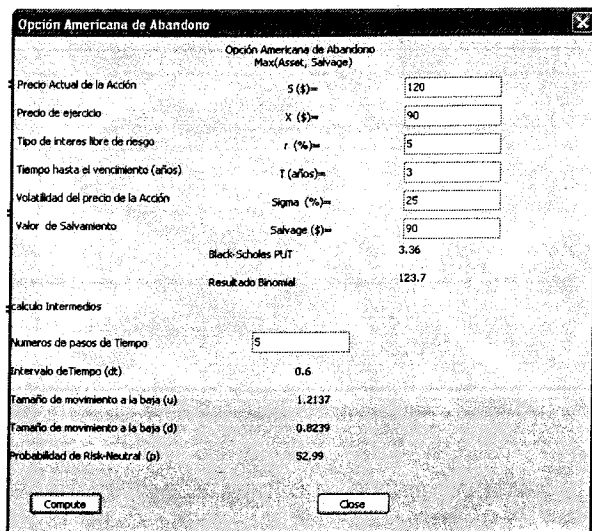


Figura 6: Ingreso de los parámetros Opción de Abandono.

La Figura 6, muestra en la parte inferior, los cálculos intermedios necesarios para la construcción de la red binomial: [12]

$$u = 1.2137$$

$$d = 0.8239$$

$$p = 52.99\%$$

$$dt = 0.6$$

Partiendo del árbol binomial del activo subyacente (valor del proyecto sin flexibilidad), valoramos la opción de abandono a través del método binomial y obtenemos el árbol que aparece en la tabla 3.

| |
|---|
| [316.03, 214.53, 145.63, 98.86, 90.00, 90.00] |
| [260.39, 176.76, 119.99, 91.89, 90.00] |
| [214.54, 145.63, 103.62, 90.00] |
| [176.76, 122.16, 94.34] |
| [146.63, 105.86] |
| [123.70] |

Tabla 3. Datos Árbol binomial de la Opción de abandono en Python.

La opción de abandono en este caso tendría un valor de \$ 123.702.936, que unidos al valor del proyecto sin flexibilidad, proporcionarían un valor económico positivo de 3.702.936 dólares. Por lo que el proyecto con esta opción generaría un valor positivo de 3.702.936 dólares. Este tipo de opciones protege al inversor de pérdidas mayores cuando la incertidumbre del proyecto resulta desfavorable.

Se puede construir la red de decisión, la misma que despliega los nodos de decisión individuales de la red de valoración, cuando el proyecto debe abandonarse o cuando el proyecto debe continuar, dejando abierto la opción de abandono para otro período de tiempo.

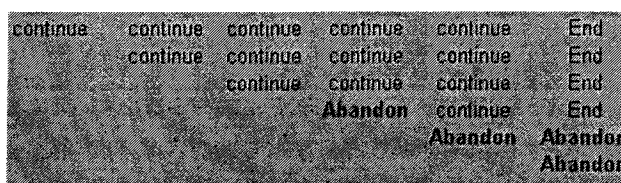


Figura 7: Red de decisión de una Opción de Abandono.

Caso II: Opción de Recuperación de la Inversión

La empresa IVANHOE ENERGY ECUADOR que tiene su centro de operación en el Bloque 20 del Oriente Ecuatoriano, se encuentra ubicado entre Sarayacu, Archidona y el Tena, junto al río Napo, proyecto al que se le aplicará

la técnica de **Valoración de Opciones Reales** (ROV, por sus siglas en inglés), para evaluar las decisiones y estrategias operativas y financieras de inversión.

Las compañías petroleras utilizan el método **Flujo de Caja Descontado** (VAN, por sus siglas en español), para valorar proyectos de inversión, pero al aplicar la técnica ROV como complemento del método VAN, se logra obtener un valor más verdadero del proyecto que si se aplicaría únicamente el método VAN, debido a que la ROV refleja variables de variabilidad que se presentan en los proyectos y la incertidumbre que caracteriza al mundo real.

La técnica ROV es una herramienta adicional que complementa en forma efectiva al método VAN. La valoración de las Opciones Reales utiliza el método VAN como una de sus herramientas; el ROV, combina e integra lo mejor de la planeación de escenarios, el manejo de carteras, el análisis de decisión y la fijación de precios de las opciones.

Cálculo del Valor Presente Neto

En el campo petrolero Pungarayacu, la empresa IVANHOE ENERGY ECUADOR, planea realizar perforaciones de pozos petroleros, para explotar 1.4 millones de m³/d (50 MMpc/D) de petróleo crudo. Los costos de desarrollo esperados ascenderán a 177.5 millones de dólares estadounidenses (US\$) distribuidos en tres años.

| Período | Tiempo (Años) | Costo de desarrollo total (millones de US\$) |
|---------|---------------|--|
| 1 | 0.6 | 50.0 |
| 2 | 1.2 | 75.0 |
| 3 | 1.8 | 107.5 |
| 4 | 2.4 | 150.0 |
| 5 | 3.0 | 177.5 |

Tabla 4. Plan de inversión campo petrolero Pungarayacu.

El plan de inversión para explorar y explotar petróleo abarca el tiempo de tres años, divididos en cinco períodos de tiempo de igual duración.

Factores como: porosidad y permeabilidad, del suelo se analizan en base a distribuciones de

probabilidades, desconociendo con precisión, el volumen probable del petróleo existente. Utilizando varias configuraciones geológicas, sustentadas en modelos de simulación, se puede establecer tres escenarios: bajo, medio y alto de existencias probables de petróleo.

La toma de decisiones se sustenta en los tres escenarios seleccionados. Para cada configuración se realizan predicciones de la producción de petróleo con software de simulación especiales.

La declinación de la producción de petróleo en el tiempo, determinan los flujos de fondos que se utilizan para determinar el VAN del proyecto. Se asume que el precio del petróleo es de US\$ 75 el barril al comienzo del proyecto, con un incremento del 1% anual, una tasa impositiva del 33% para los ingresos positivos netos y considerando no pago de impuestos para los ingresos negativos netos. En este escenario, el VAN correspondiente al escenario medio para el campo petrolero Pungarayacu es de US\$ 236.3 millones.

Recuperación de una inversión

La empresa IVANHOE ENERGY ECUADOR, operadora del campo petrolero Pungarayacu, desea protegerse frente a un resultado negativo, en la viabilidad del proyecto de inversión; por lo que resuelve negociar con PEDEVESA. PEDEVESA ofrece a IVANHOE ENERGY ECUADOR, por una prima inicial de US\$ 45 millones, conceder una garantía para adquirir el campo petrolero Pungarayacu y reintegrar a IVANHOE ENERGY ECUADOR todos los costos de desarrollo incurridos hasta la fecha de ejercicio de la opción, si IVANHOE ENERGY ECUADOR opta por ejercer la opción. El valor de rescate, en cualquier momento, corresponde a la cantidad invertida a la fecha.

IVANHOE ENERGY ECUADOR realiza una valoración de las Opciones Reales para determinar si la flexibilidad para recuperar los gastos de desarrollo vale el precio pedido por PEDEVESA.

La valoración de **Opciones Reales** aplica 4 etapas:

1. Identifica el activo subyacente,
2. Luego determina la volatilidad,
3. Construye las redes del activo y valoración de decisión, y
4. Finalmente, interpreta el valor de la opción.

Identifica el activo subyacente y determinación de la volatilidad

IVANHOE ENERGY ECUADOR identifica el activo subyacente como el VAN del proyecto petrolero Pungarayacu. El VAN tiene una distribución de probabilidades log-normal, por consiguiente la volatilidad del activo se basa en el logaritmo de los flujos de fondos futuros. La simulación aplicando Monte Carlo a los DCF muestra una volatilidad anual de 66.41%, que incluye incertidumbres tanto privadas como públicas. [11]

Parámetros de entrada

$$\sigma = 66.41\%$$

$$\Delta T = 0.6$$

$$u = \exp(\sigma\sqrt{\Delta T})$$

$$= \exp(0.6641\sqrt{0.6})$$

$$= 1.67265$$

$$d = \frac{1}{u} = \frac{1}{1.67265} = 0.59785$$

$$p = \frac{\exp(r_f * \Delta T) - d}{u - d}$$

$$= \frac{\exp(0.05 * 0.6) - 0.59785}{1.67265 - 0.59785}$$

$$= 0.40250$$

La tasa libre de riesgo, que se ha considerado para los tres años analizados es del 5% anual.

Construcción de las redes del activo y valoración de decisión

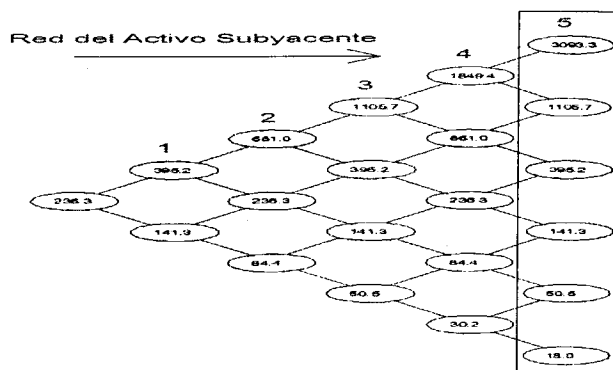


Figura 8: Construcción de la red del activo.

Se construyen las redes del activo subyacente con incrementos de tiempo de 0.6 años utilizando una red binomial de cinco incrementos. El valor del activo, S, o el VAN del proyecto petrolero Pungarayacu sin ninguna flexibilidad es de US\$ 236.3 millones.

Cálculo por inducción inversa

$$[3093.3 * p + (1105.7) * (1 - p)] * e^{-rt}$$

La red de decisión muestra el valor de la mejor opción.

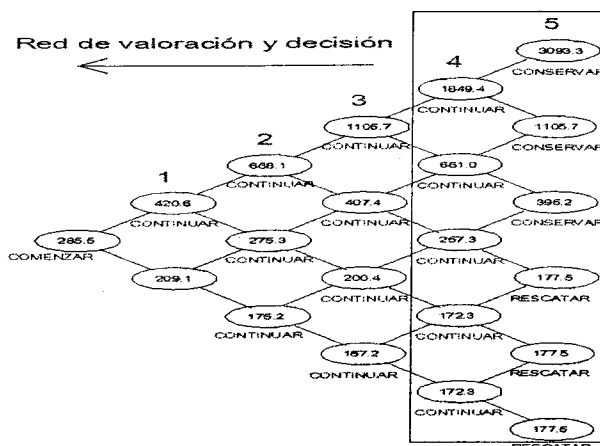


Figura 9: Red de valoración y de decisión.

La flexibilidad contemplada en el contrato de PEDEVESA, eleva el VAN de proyecto petrolero Pungarayacu a US\$ 285.5 millones, que corresponde a US\$ 49.3 millones más que el VAN sin flexibilidad.

Interpretación del valor de la opción

Los directores de IVANHOE ENERGY ECUADOR deberían aceptar la oferta por US\$ 45 millones ya que posiblemente PEDEVESA subvaluó la opción en US\$ 4.3 millones que corresponde a la diferencia entre el valor de la opción y el precio de la prima. Esta subvaloración indica que PEDEVESA tiene una percepción del riesgo y de la incertidumbre diferente a la de IVANHOE ENERGY ECUADOR.

Option American de opción de rescate
Custom Variables (Variables Modificadas)

Precio Actual de la Acción S = 236.3

Tipo de interés libre de riesgo r = 5

Tiempo hasta el vencimiento (años) T = 3

Volatilidad del precio de la Acción Sigma = 66.41

Black-Scholes Call 131.62

Resultado Binomial 285.57

Calculo Intermedios

Numero de pasos de Tiempo 5

Intervalo de Tiempo (dt) 0.6

Tamaño de movimiento al alza (u) 1.6727

Tamaño de movimiento a la baja (d) 0.5978

Probabilidad de Risk-Neutral (p) 40.25

Compute Close

Ingreso de valores de rescate por periodos

| | Tiempo | Costo |
|---|--------|-------|
| 3 | 1.8 | 107.5 |
| 4 | 2.4 | 150 |
| 5 | 3.0 | 177.5 |

Figura 10: Opción de rescate en Python.

[177.5, 150.0, 107.5, 75.0, 50.0, 0]
 [3094.24, 1105.83, 395.21, 177.5, 177.5, 177.5]
 [1849.83, 661.10, 257.29, 172.25, 172.25]
 [1105.88, 407.41, 200.37, 167.16]
 [668.20, 275.32, 175.19]
 [420.65, 209.13]
 [285.57]

Tabla 5. Red de valoración binomial obtenida en Python.

IV. RESULTADOS OBTENIDOS

Se ha demostrado que el software desarrollado para opciones reales en **Python** logra resultados iguales que los obtenidos mediante software comerciales.

Python tiene la ventaja de que es plataforma de libre utilización, que no requiere previamente adquirir licencias.

Por la facilidad de su aplicación y módulos

matemáticos de los que dispone, Python permite implementar aplicaciones en proyectos de inversión en cualquier campo de investigación que se requiera, como es el caso para aplicaciones financieras en el proceso de toma de decisión, facilitando a los gerentes su labor.

Al haber desarrollado la aplicación de Opciones Reales, se esta en capacidad de comprender la programación, con sus funciones y fórmulas, lo que nos permite mejorar y construir otros modelos, que sean dinámicos, obtener gráficos, y lograr simulaciones acordes a los requerimientos de los usuarios potenciales del sistema de Opciones Reales con Python.

V. CONCLUSIONES

Esta investigación se ha orientado a reconocer la importancia de las Opciones Reales en la implementación de estrategias aplicadas a proyectos de inversión.

En la evaluación de proyectos de inversión, con ambientes de flexibilidad futura y alta incertidumbre, es aconsejable emplear técnicas de valoración de Opciones Reales que son más efectivas que las técnicas del valor presente neto, toda vez que las Opciones Reales, complementan los métodos de valoración de los flujos de caja.

La técnica de valoración en base a las Opciones Reales, añade la flexibilidad en la toma de decisiones; debido a que incorpora variables de tiempo idóneo para ejecutar el proyecto, capacidad de incrementar la producción, posibilidad de reducir e incluso de abandonar el proyecto en plena ejecución, para eliminar pérdidas o aprovechar oportunidades que brinda el entorno.

Las Fuentes de incertidumbre que pueden considerarse en proyectos petroleros son la cantidad de recurso que poseen los yacimientos, la tasa de interés, el precio y la volatilidad.

La aplicación de Opciones Reales por medio de redes binomiales es factible de programar utilizando herramientas computacionales;

pudiendo ser aplicable a una variedad de casos de interés en la industria del petróleo.

En Ecuador aún no contamos con un mercado financiero formal en el que se negocien derivados. Creo que no está tan lejano el momento en que la teoría de Opciones Reales desarrollada en los últimos 30 años trascienda del ámbito académico y comience a ser aplicada por profesionales, no sólo en el área financiera sino también en el área de la evaluación de proyectos de inversión.

VI. REFERENCIAS

- [1]. Mascareñas, J. (1998) Las decisiones de inversión como opciones reales: Un enfoque conceptual. Capital Budgeting, España.
- [2]. Hull, J. (2003) Introducción a los Mercados de Futuros y Opciones. Prentice Hall, Madrid.
- [3]. Kulatilaka, N. y M. Amram (2000) Real Options. Managing Strategic Investment in an Uncertain World. Harvard Business School, USA.
- [4]. Figlewski, S., W. Silber y M. Subrahmanyam (1990) Financial options. From Theory to Practice. Irwin, USA.
- [5]. Lamothe, P. (1993) Opciones Financieras. Un Enfoque Fundamental. McGraw Hill, Madrid.
- [6]. Mun, J. (2006) Real Options Analysis. Tools and Techniques for Valuing. Wiley, USA.
- [7]. Nelken, E. (1996) The Handbook of Exotic options. Instruments, Analysis and Applications. Irwin, USA.
- [8]. Downey, A., J. Elkner y C. Meyers (2002) Aprende a Pensar como un Programador con Python. Massachusetts.
- [9]. Hetland, M. Practical Python. Apress, Berkeley.
- [10]. Rappin, N. y R. Dunn (2006) wxPython in Action. Manning, USA.
- [11]. Bourgeat, A. (2010) Análisis de Opciones Reales utilizando Python, Maestría en Matemática Aplicada, USFQ.
- [12]. Benninga, S. (2000) Financial Modeling. MIT Press, USA.

EL FOREIGN EXCHANGE CURRENCY (FOREX)

Capt. Int. Pedro Mosquera D. Msc.

Departamento Financiero, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Marqués de Maenza
S/N Latacunga, Ecuador. Email: iki888@hotmail.com

RESUMEN

Hace diez años, el FOREX estaba reservado únicamente para la banca central, privada y grandes accionistas de cuentas mínimas de USD. 1.000.000,00. Ahora, cualquier persona fácilmente y con un control total de inversión, puede realizar inversiones a montos moderados.

El FOREX es un mercado OTC (over the counter), es decir, que no existe un lugar físico a través del cual, compradores y vendedores intercambian sus mercancías. Opera seis días por semana y las 24 horas del día, es el mercado financiero más grande del mundo y negocia aproximadamente, tres trillones de dólares diarios, esto es, cuarenta veces lo que se negocia en las bolsas de valores de todo el mundo. El mercado FOREX se ha incrementado más rápido que ninguno otro en la historia, con un aumento de más de 700%, pasando de los USD. 5.000 millones en transacciones diarias en el año 1997 a más de USD. 3.500.000 millones diarios actualmente.¹

El presente trabajo presenta los resultados obtenidos luego de realizar un estudio estadístico en la ciudad de Latacunga a la Población económicamente activa, en donde se quiso determinar en una primera etapa, el grado de desconocimiento y adversión al riesgo que tienen las personas cuando no conocen el funcionamiento de un determinado negocio, para lo cual se elaboró una encuesta de nueve preguntas básicas para evaluar en este segmento de población seleccionado, el conocimiento de este mercado, el grado de confianza que tienen hacia este tipo

¹ Mundi, José Meli, Navegando en la tormenta de los mercados FOREX, Editorial BN Publishing, primera edición, octubre 2008.

de inversiones y lo principal, si conociéndolo perfectamente, estarían dispuestos a invertir en el mercado de divisas; posteriormente, en una segunda etapa de la investigación, se realizó una reunión con 150 personas pertenecientes al segmento de la PEA, en esta reunión se les expuso de una manera teórica y práctica lo que es el FOREX, su aplicación, ventajas, desventajas y sobre todo, técnicamente cómo utilizan el programa informático del mercado para ingresar en operaciones de compra/venta en donde comprobaron la efectividad del sistema y lo real de las ganancias obtenidas en cada operación, finalmente, se les efectuó la misma encuesta de nueve preguntas realizadas al primer segmento de mercado, obteniendo así interesantes conclusiones.

I. INTRODUCCIÓN

Alguna vez, usted amable lector, ¿se ha sentado a reflexionar sobre las opciones de inversiones que tiene a su alcance para generarle recursos pasivos sobre sus ingresos mensuales?; siempre ha querido saber de una opción financiera viable, donde usted sea el dueño de sus decisiones y así genere sus recursos financieros, pues ahora, mediante este corto artículo, me permitiré exponerles una opción de inversión que es desconocida por la mayoría de personas, ya sea por su adversión al riesgo, por el desconocimiento o porque simplemente, considera que esta opción le hará perder todo su dinero porque es una estafa generalizada.

Esta forma de inversión, es el **FOREIGN EXCHANGE CURRENCY**, en donde se realizan transacciones de compra y venta a nivel local utilizando simplemente la moneda oficial de su país. A nivel macro,

gracias a la apertura de los mercados y a su interconexión, firmas grandes y pequeñas transan sus bienes y servicios moviendo inmensas cantidades de dinero. Es justamente por esta necesidad del mercado, de facilitar el intercambio de unas monedas por otras, que nace el FOREX.

Los bancos centrales a través del sistema financiero de sus países, facilitan sus transacciones, ya que cuentan con una bolsa variada de monedas, la diversificación con la que cuentan permite que si una de ellas se devalúa, la otra se aprecie por lo que se compensa y protegen de los vaivenes del mercado. La información con la que cuentan los conectan y transparenta los precios. Su fin al tener este sistema es satisfacer las necesidades reales de dinero de la economía y hacer política monetaria en sus países.

Esta realidad de la banca central se convirtió en una oportunidad de negocio para los bancos privados, que especulan con las fluctuaciones de precios de las monedas. Y es que únicamente del 3% al 5% de las negociaciones que se realizan en el mercado, se destinan a cubrir necesidades reales, el 97% y el 95% restante de las operaciones son de carácter netamente especulativo.²

Para participar de ese negocio, la banca privada, debe inyectar cierta cantidad de dinero que lo obtiene de los brokers o corredores que los captan de los inversionistas que deciden participar. Con ese dinero la banca privada se apalanca y el banco central le extiende una línea de crédito.

La ventaja de este apalancamiento es evidente, ya que una pequeña cantidad de dinero en la cuenta respalda una negociación que puede ser hasta cuatrocientas veces más grande. Este dinamismo se da por la insuperable liquidez que brinda este mercado. No puede ser de otra manera cuando lo que

² Galarza, Lorena, Revista Ekos, Economía y Negocios, No. 174 octubre 2008, página 85.

se intercambia son divisas. La mercancía aquí es el dinero.

Contar con nuevas alternativas de inversión es siempre positivo y es responsabilidad de cada uno informarse y mantenerse alerta de todas las cosas que nos ofrece el mercado, saber manejar el riesgo y diversificarlo comprendiendo que los rendimientos son muy atractivos, en especial en un largo plazo.

II. DESARROLLO

La palabra FOREX viene dada de las primeras palabras **FOREING EXCHANGE CURRIENCE**, y es el mercado dedicado a la compra y venta de divisas (monedas), no es el nombre comercial de una empresa, por lo tanto no tiene razón social o pertenencia a ninguna persona, desconfíe totalmente de cualquier persona que se le acerque y le diga que representa al FOREX y que por ello le entregue dinero, eso es imposible, porque como le mencioné anteriormente, este mercado es virtual, no tiene personería jurídica y por lo tanto, ninguna persona le puede pedir dinero para invertir en este mercado.

Este es el principal factor negativo que ha influido en la percepción generalizada de todas las personas, ya que en el Ecuador, muchos han sido estafados por personas inescrupulosas que valiéndose de este desconocimiento, deslumbran con ganancias, porcentajes altos de retorno por la inversión y piden dinero para invertirlo en el FOREX, inclusive han formado empresas con este nombre y han engañado a muchos incautos, ya que lo único que han formado es una piramidación, en donde los últimos que ingresan, pagan los réditos o ganancias prometidas a los que entraron primero (método de estafa ideado por Carlo Ponzi)³. Este engaño ha ocasionado que

³ **Carlo Ponzi** (Lugo, Italia, 3 de marzo de 1882 – Río de Janeiro, 18 de enero de 1949) fue un famoso delincuente de origen italiano especializado en estafas. Es conocido por ser el creador de la estafa llamada esquema Ponzi.

la mayoría de personas asocie la palabra FOREX con estafa.

El FOREX es un mercado OTC (over the counter), es decir, que no existe un lugar físico, un edificio, instalación, etc., es un sistema virtual a través del cual, compradores y vendedores intercambian sus mercancías (monedas). Opera seis días por semana y las 24 horas del día y es el mercado financiero más grande del mundo y negocia aproximadamente, tres trillones de dólares diarios, esto es, cuarenta veces lo que se negocia en las bolsas de valores de todo el mundo. El FOREX es el mercado más rápido, más líquido y de mayor crecimiento en el mundo financiero moderno, es un mercado vibrante y emocionante que reúne al más diverso grupo de inversionistas de las esquinas más remotas del planeta, en este mercado se negocian básicamente las divisas más importantes y que tienen por eso, gran influencia en el resto de monedas del mundo, estas son: el Dólar de los EUA con su sigla USD, el Yen del Japón con su sigla JPY, la Libra Esterlina de Gran Bretaña con su sigla GBP, el Franco Suizo de Suiza con su sigla CHF y el Euro de la comunidad europea con su sigla EUR.

Para poder comprar y vender estas divisas, el mercado FOREX las agrupa en pares, es decir, si tratamos únicamente la moneda del dólar estadounidense, ésta se tiene que cotizar frente a otra moneda, pudiendo ser esta el euro, entonces el par de divisas quedará de esta manera USD/EUR; significa entonces, que la primera divisa (USD) es la moneda base y la otra divisa (EUR) es la complementaria, por lo que, si compro dólares, estoy vendiendo euros, y en el caso contrario, si vendo dólares, es porque estoy comprando euros. Utiliza para el efecto dos plataformas virtuales, la primera que es un simulador a tiempo real llamado METATRADER 4⁴ y que se lo descarga gratuitamente del internet y sirve básicamente para que el trader

(inversor) practique y analice el par de divisas que piensa vender o comprar, y la plataforma real, que la proporciona el BROKER una vez se haya aperturado la cuenta bancaria en el extranjero del Banco principal operador del FOREX, para eso le proporcionará su ID y su clave de ingreso.

El BROKER es el banco que sirve de intermediario entre el trader (inversor) y el banco principal, su misión es facilitar al inversor la realización de operaciones, que por su volumen, es de varios miles de dólares, para lo cual, el BROKER apalanca la operación de compra/venta que realiza el inversor, en un porcentaje de 1:200, es decir, por un dólar de inversión, el bróker le presta al trader 200 dólares adicionales, dentro del mercado FOREX existen varios BROKERS registrados y cada uno de ellos ofrece diferentes ventajas y promociones para que el trader se interese en invertir con ellos, esas ventajas van desde no cobrar por cada operación realizada (conocida dentro del mercado como spread) si ésta no es favorable o promociones como duplicar el valor que el trader haya depositado en el Banco principal. El inversor tiene la total libertad de tratar directamente con cada BROKER vía web a través del internet para así seleccionar al que le ofrezca las mejores condiciones, basta con ingresar al buscador y colocar las palabras: BROKERS DEL FOREX para que se le desplieguen todas las opciones del mercado, la comunicación con ellos es vía msm en el idioma nativo del inversor.

Cada BROKER trabaja con un Banco principal y para acceder al mercado de divisas, es necesario aperturar una cuenta en ese banco, a nombre del inversor, no de terceras personas, y depositar el valor acordado previamente con el BROKER, la transferencia internacional de fondos se la realiza en cualquier banco del país con solo llenar un formulario que le facilitan para el efecto. Esto significa, que el trader es el propietario de esa cuenta bancaria en el extranjero y por lo tanto, solo él podrá

⁴ www.metatrader4.com

retirar sus fondos cuando así lo estime necesario.

Entonces, hemos comprobado que el mercado de divisas FOREX no es un nombre comercial, empresarial o personal, es como cualquier otro mercado de inversiones financieras con las diferencias que en el cuadro 1 detallo a continuación:

| APALANCA MIENTO TÍPICO | 200:1 | 2:1 | 15:1 |
|------------------------|---------------------------------|---|---|
| LIQUIDEZ | Movimiento diario 1,5 trillones | Liquidez limitada | Liquidez limitada |
| COMISION ES | Ninguna | Comisiones a corredores y a bolsas | Comisiones a corredores y a bolsas |
| HORARIOS DE MERCADO | 24 horas al día | 7 horas/actividad limitada luego del cierre | 7 horas/actividad limitada luego del cierre |

Cuadro No. 1 "Diferentes tipos de mercado"

Una vez que el trader ha decidido invertir en el mercado de divisas FOREX, es necesario que conozca ciertos términos que generalmente se utilizan en cada operación de compra/venta que realice, siendo los principales, los siguientes:

- 1. Pips (Price interest point).-** Se denomina pips al movimiento mínimo que puede variar un tipo de cambio, por lo tanto el valor de un pip depende del PAR, un pip es equivalente a 0,0001, en términos sencillos, significa que, si el trader decide operar en la divisa USD/EUR, ingresa a una operación de compra de dólares en 1,5134 con una ganancia de un dólar por cada pip, entonces, por cada decimal (pip) que suba, el inversor está ganando un dólar, si la operación finaliza en 1,5160, entonces el inversor ganó 26 pips y cómo iba a un dólar por pip, entonces ganó 26 dólares.
- 2. Spreads.-** es el valor que gana el bróker, la empresa en donde se abre la cuenta de trading, por cada operación de compra/venta que realice.

- 3. Mercado de toros.-** es la tendencia alcista (de compra) que tiene una moneda.
- 4. Mercado de osos.-** es la tendencia bajista (de venta) que tiene una moneda.
- 5. Resistance line (línea de resistencia).-** término utilizado en análisis técnico que indica un nivel de precio específico al cual, según el análisis, la gente va a vender la moneda.
- 6. Support Levels (nivel de soporte).-** término utilizado en análisis técnico que indica un nivel de precio mínimo en donde el tipo de cambio automáticamente se corregirá, es lo contrario de nivel de resistencia.
- 7. Technical Analysis (análisis técnico).-** es la estrategia de pronosticar precios mediante el análisis de indicadores económicos, tales como tendencias y promedios de precios en el pasado, volúmenes, interés abierto, etc.

Como se indicó anteriormente, el mercado de divisas FOREX opera las 24 horas del día, desde los domingos a partir de las 17h00 hasta los días viernes a las 15h00, ya que los diferentes mercados financieros a nivel mundial se aperturan en diferentes horarios a lo largo del día, siendo los principales centros de transacción, Londres, Nueva York, Tokio, Singapur, Frankfurt, Ginebra, Zurich, París y Hong Kong, como se detalla a continuación:

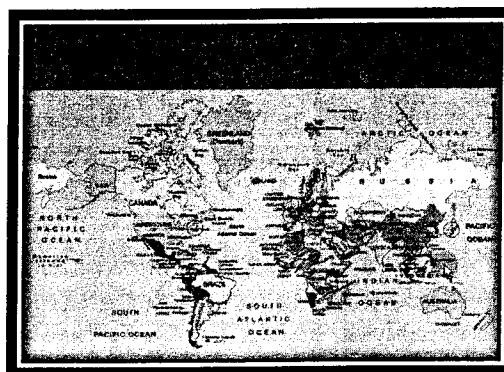


Figura No. 1 "Mapamundi de los mercados financieros"
Fuente: IFX Corp

MOVING AVERAGE DE 9 y 26.- como su nombre lo indica, son dos líneas que se basan en una proyección estadística de 200 días atrás configuradas en dos tiempos diferentes, para hacerlo, en la plataforma simulador (METATRADER 4) se busca la opción "Indicadores financieros" y dentro de la misma hacemos click en "moving average", de esta manera se nos despliega un cuadro de diálogo en donde configuramos la presentación de la moving, colocando en primera instancia, en la opción periodo:9 y en el método: exponencial y finalmente se escoge un color significativo para esta línea, posteriormente, se realiza el mismo procedimiento anterior solo que en esta ocasión, en periodo colocamos 26 y escogemos otro color para esta segunda línea, una vez realizado esto, en nuestra plataforma simulador aparecen las dos líneas y la señal técnica que emiten es demasíadamente simple, usted futuro trader, si observa que la línea del color del moving average 9 cruza hacia arriba la otra línea, es señal de compra, si sucede lo contrario, es señal de venta, tal como lo observaremos en el siguiente gráfico de ejemplo:

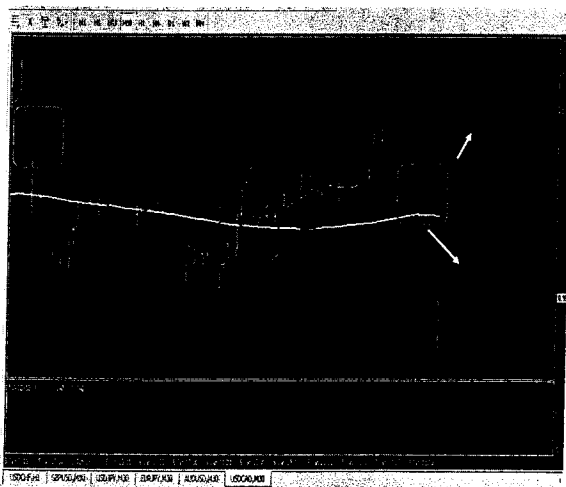


Figura No. 2 "Moving average de 9 y 26"
Fuente: Plataforma simulador METATRADER 4

Además, un aspecto importante para el trader es conocer los datos económicos de los países dueños de la moneda en estudio, para lo cual, generalmente los Bancos Centrales de cada país semanalmente emiten boletines

financieros sobre el estado de su producto interno bruto, sobre su índice de producción, de desempleo, etc., esta información se la encuentra de manera gratuita en el internet en la dirección: www.forexfactory.com; del conocimiento de esta información se afianza o varía el criterio técnico que tenía el trader para el inicio de su operación de compra/venta, es decir, si su análisis técnico coincide con la hora en la cual se emitirá el boletín financiero, es mejor esperar el resultado del mismo antes de tomar una decisión, a este tipo de análisis se lo denomina: ANÁLISIS FUNDAMENTAL.

Esto, estimados lectores, es el mercado de divisas FOREX, es una opción más de inversión financiera que no debe ser desconocida para ustedes, la información es totalmente gratuita, se la encuentra en el internet y si usted se interesa en el mismo como una opción de inversión, le recomiendo se descargue gratuitamente la plataforma simulador para que, aprenda, practique y luego de que esté totalmente seguro, decida definitivamente invertir en este apasionante mundo del mercado de divisas FOREX.

III. PROCEDIMIENTO

Como un método de demostrar que las personas, sin la debida información que les aclare su perspectiva financiera, simplemente dejan de invertir sus recursos ociosos, prefiriendo mantenerlos en el banco o bajo el colchón, se realizó en primera instancia un estudio en la PEA (población económicamente activa) de la ciudad de Latacunga, la misma que según el último censo realizado por el INEN en el año 2001, deja como resultado un total de 16.590 personas a quienes, realizando la fórmula estadística de la muestra en poblaciones infinitas, dio como resultado la realización de un estudio a 263 personas a quienes se les practicó una encuesta simple de 9 preguntas a fin de conocer su intención de inversión en el mercado de divisas FOREX, posteriormente, se aplicó el concepto estadístico de "nicho de

mercado⁵ para seleccionar una muestra más pequeña, la que se determinó en 150 personas, a ellos en cambio, se les reunió en un auditorio y se les explicó de una manera sencilla y práctica sobre lo que es el mercado de divisas FOREX, sus ventajas, desventajas, técnicas financieras y análisis fundamental, terminando la conferencia con una demostración práctica en una operación de compra realizado en la plataforma real a fin de que observen la realidad de este mercado, finalmente, se les aplicó la misma encuesta realizada en la población anterior.

Los objetivos que se plantearon al realizar esta investigación, fueron los siguientes:

1. Determinar cuál es la demanda de posibles inversores para el mercado de divisas en la población económicamente activa de la ciudad de Latacunga.
2. Determinar que las personas económicamente activas de la ciudad de Latacunga no invierten en mercados alternativos, en este caso, del mercado de divisas, por desconocimiento o por una idea errónea preconcebida en la sociedad en general.
3. Verificar que una vez explicadas las condiciones del mercado de divisas, sus beneficios, desventajas, usos y técnicas, determinar la probabilidad de influir en las personas para un cambio en su apreciación adversa frente al mercado de divisas FOREX.
4. Demostrar que invertir en el mercado de divisas es seguro y confiable, ya que directamente el inversor es responsable de su inversión y de los movimientos financieros que realice.
5. Demostrar que el mercado de divisas no es direccionado por segundas personas para que el inversor realice sus operaciones, como tampoco solicita dinero o asignaciones

especiales para que comience a operar.

6. Contribuir con una correcta interpretación de las diferentes herramientas financieras, indicadores técnicos, indicadores fundamentales, que son vitales para la toma de decisiones financieras en las operaciones del mercado FOREX.
7. Romper el paradigma existente en torno al mercado FOREX, eliminando la idea generalizada de que se trata de una estafa o fraude.
8. Crear una cultura de inversión en el mercado FOREX en toda la población económicamente activa objeto del presente estudio de investigación.

Las preguntas de la encuesta que fue aplicada para la realización de esta investigación, fueron las siguientes:

1. ¿Usted ha realizado cualquier tipo de inversión financiera anteriormente?

SI NO

2. ¿Si usted dispusiera de recursos propios ociosos, invertiría sus fondos con la idea de generar ganancias?

SI NO

3. ¿Conociendo las diferentes opciones de inversión existentes en el mercado, en qué tipo de negocio quisiera invertir sus fondos?

..... Bancarios (pólizas)

..... Mercado accionario
(compra venta de acciones)

..... Mercado de divisas
(compra venta de monedas)

..... Bonos del Estado

⁵ Un nicho de mercado corresponde a una parte o a un grupo más estrecho que del segmento de mercado constituido por un reducido número de consumidores con características y necesidades homogéneas y fácilmente identificables.

..... Aunque las conociera no invertiría mis fondos en ningún mercado.

..... No conozco ninguna opción de inversión

4. ¿Conoce usted qué comprando y vendiendo monedas de diferentes países puede ganar dinero en cada operación que realice?

SI NO

5. ¿Conoce usted qué es el mercado de divisas FOREX?

SI NO

6. ¿Qué opinión tiene usted del mercado de divisas FOREX?

..... Es un negocio que estafa a las personas

..... Es un negocio con grandes oportunidades de generar ganancias.

7. ¿Desearía usted que alguien le explique detalladamente y sin costo alguno qué mismo es el mercado de divisas FOREX?

SI NO

8. ¿Cuál es su mayor temor que le produce al pensar invertir en cualquier tipo de mercado financiero?

..... Perder todo su dinero por una mala apreciación del mercado

..... Que lo estafen

..... Al satisfacer todas las dudas e inquietudes no tendría temor de invertir en cualquier tipo de mercado

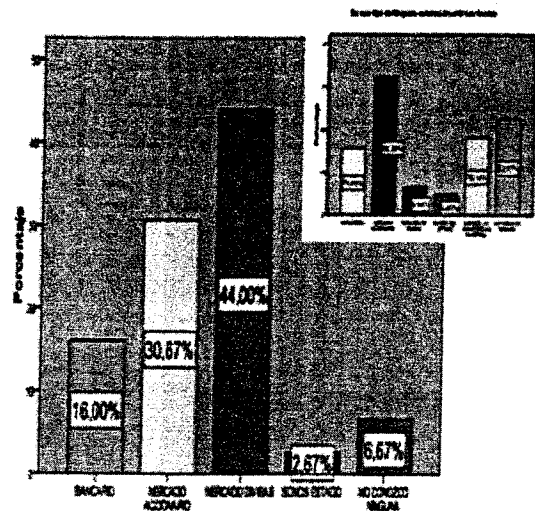
9. Una vez que usted conozca detalladamente las ventajas, desventajas, técnicas y procedimientos a seguir en el mercado de divisas FOREX y, siempre que cuente con recursos propios, ¿estaría dispuesto a invertir en este tipo de mercado?

SI NO

IV. RESULTADOS OBTENIDOS

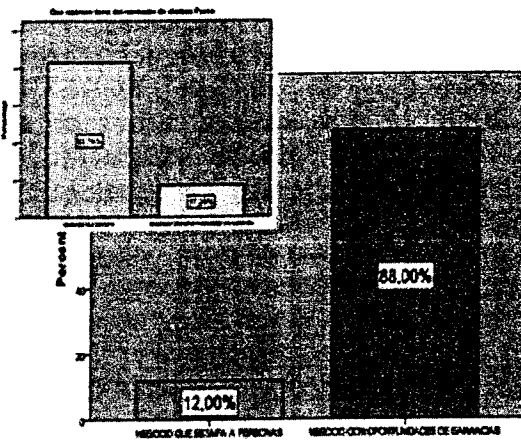
Con el fin de obtener una valoración clave que nos permita determinar el objetivo de esta investigación, se seleccionan tres preguntas de la encuesta realizada con las cuáles se tenga una apreciación clara y precisa sobre el interés de las personas en invertir en este tipo de mercados financieros, estableciéndose los siguientes resultados:

PREGUNTA No. 3.- ¿Conociendo las diferentes opciones de inversión existentes en el mercado, en que tipo de negocio quisiera invertir sus Fondos?



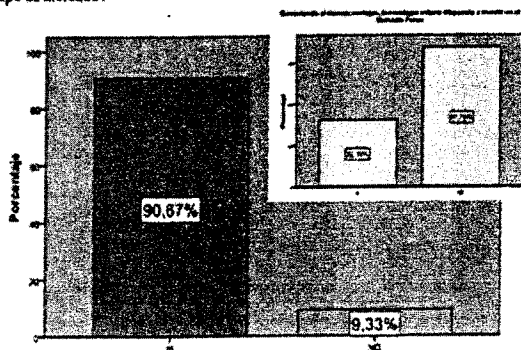
Como se puede observar, en el primer grupo en estudio (recuadro superior pequeño), la intención de invertir en el mercado de divisas FOREX era del 6,64%, luego de la información y demostración técnica, la idea de realizar inversiones en el FOREX subió a un 44%. Esto nos da una idea de la percepción personal que tienen las personas hacia la idea de invertir sus dineros.

PREGUNTA No. 6.- ¿Qué opinión tiene usted del Mercado de Divisas FOREX?



En esta pregunta en cambio, se demuestra la idea generalizada que tienen las personas cuando escuchan la palabra FOREX, a la que la relacionan con un negocio que estafa, esa percepción errónea se elimina cuando se explica e informa de lo que realmente es el mercado de divisas, ya que el resultado del nicho de mercado, manifiesta que en un 88% ahora piensa que el FOREX es un negocio con oportunidades de ganancias.

PREGUNTA No. 3.- ¿Una vez que usted conozca detalladamente las ventajas, desventajas, técnicas y procedimientos a seguir en el mercado de divisas FOREX y siempre que cuente con recursos propios ¿Estaría dispuesto a invertir en este tipo de mercado?



Finalmente, una vez que la información ha sido proporcionada a las personas de una manera práctica y sencilla, se demuestra que la población representada en el nicho de mercado, ya considera invertir sus recursos ociosos en esta opción de mercado financiero, dejando entrever, que solamente la información abrirá las puertas del conocimiento.

Finalmente, esta es una de las preguntas fundamentales y que en definitiva establece el objetivo de nuestro Proyecto de Investigación, la Población Económicamente Activa una vez que se les dio a conocer mediante una conferencia ilustrativa y práctica sobre qué es el mercado de divisas FOREX, sus ventajas, desventajas, análisis técnico, indicadores financieros, análisis fundamental, estrategias de mercado, entre otros aspectos, presentan el 90.67% de predisposición de realizar inversiones financieras en el FOREX.

En definitiva se concluye que una vez que las personas conocen y poseen todas las herramientas e indicadores necesarios para operar en el mercado de divisas su aversión al riesgo disminuye con respecto al primer grupo de PEA encuestados quienes corresponde al 67.70% que no hubiera invertido.

V. CONCLUSIONES

- El desconocimiento, el sentido adverso hacia las inversiones y sobre todo, los engaños en los cuales muchas personas han sido afectadas por empresas que tomándose el nombre de este mercado, han pedido dinero ofreciéndoles grandes ganancias, para luego, simplemente desaparecer llevándose consigo todo lo recaudado, han hecho que este mercado tenga una percepción negativa y hasta de aversión que le ha impedido ingresar con la misma fuerza que lo ha realizado en otros países del mundo.
- El presente estudio de investigación fue realizado en dos fases, una exploratoria o inicial en la cual se aplicó una encuesta a la población económicamente activa de la ciudad de Latacunga, la misma que determinó una muestra de 263 personas.
- De esta encuesta se obtuvo como resultado, que un 60,18% de las personas que representan a la población económicamente activa de la ciudad de Latacunga, tienen predisposición de realizar inversiones financieras pero en un 67,70% no

consideran al mercado de divisas FOREX como una alternativa viable, ya que tienen desconocimiento a lo que realmente es el mercado, como invertir, qué capital se requiere, y principalmente, debido a que sienten temor de ser engañados por empresas o personas que valiéndose de este nombre, lo han comercializado como un negocio financiero privado.

- En la segunda fase de la investigación, se seleccionó a un nicho de 150 estudiantes de sexto, séptimo, octavo y noveno de las carreras de Ingeniería Comercial e Ingeniería en Finanzas a quienes se les dio a conocer mediante una conferencia ilustrativa y práctica sobre qué es el mercado de divisas FOREX, sus ventajas, desventajas, análisis técnico, indicadores financieros, análisis fundamental, estrategias de mercado para ganar competitividad, entre otros aspectos, para luego de esto, proceder a aplicarles la misma encuesta.
- Como resultado de esta encuesta, se concluye que una vez que las personas conocen y poseen todas las herramientas e indicadores necesarios para operar en el mercado de divisas, tienen en un 90,67% la predisposición de realizar inversiones financieras en el FOREX.

[4] Steve Nison, Beyond Candlesticks, Págs. 155, 237. Editorial GESMOVASA, 1996

VI. REFERENCIAS

- [1] José Meli Mundi, Navegando en la Tormenta de los Mercados FOREX, Método Trading by Surfing, Págs. 1, 123. Asesoría integral en inversiones, Editorial BN Publishing, 2008.
- [2] John J. Murphy, Technical Analysis of the Financial Markets, Págs. 28,504, New York Institute of Finance, New York, 1999.
- [3] Alexander Elder, Trading for Living, Págs. 91, 198, Editorial Josmanpress, 2004.
Mark Douglas, Trading en la Zona, Págs. 3, 130.

- 1** **SENSADO DE TEMPERATURA CON PSOC Y DISCUSIÓN DE SU APLICACIÓN EN PIELES ARTIFICIALES.**
Ing. Carlos Silva, Dr. Fernando Vidal.
- 17** **PARALELIZACIÓN DEL MODELO PARA DETECCIÓN DE BORDES CANNY PARA SISTEMAS MULTICORE MEDIANTE OPENMP.**
Ing. José Luis Carrillo.
- 31** **COMPRESIÓN DE IMÁGENES EN MOVIMIENTO PARA TRANSMISIÓN EN REDES IP EN BASE A LA APLICACIÓN DE LA TRANSFORMADA DISCRETA COSENO CON DIFERENTES RELACIONES DE COMPRESIÓN.**
Ing. José Bucheli, Ing. Eddie Galarza.
- 37** **APLICACIÓN DE UN PLAN DE MEJORA CON BASE EN UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL CÁLCULO Y CONTROL DE TOLERANCIAS Y AJUSTES EN EL LABORATORIO INDUSTRIAL ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA.**
Ing. MSc. Juan Correa.
- 46** **NUEVAS TENDENCIAS TECNOLÓGICAS Y FUTUROS DESAFÍOS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO CAMPUS DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA.**
Mayo. Ing. MSc. Mauricio González.
- 53** **ANÁLISIS COMPARATIVO DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS ESTUDIANTES DE LA ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA, SEGÚN LOS ENFOQUES POR OBJETIVOS Y POR COMPETENCIAS.**
Ing. Carlos Rubio, Ing. José Munzón
- 64** **ANÁLISIS DE LOS GASES DE ESCAPE MEDIANTE LA OPTIMIZACIÓN DEL MOTOR ISUZU DEL LABORATORIO DE MOTORES DIESEL GASOLINA.**
Ing. Mauricio Cruz, Ing. William Bonilla.
- 70** **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE ENTRENAMIENTO, EN EL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA Y FRENOS ABS DEL VEHÍCULO CHEVROLET OPTRA 1,8 L.**
Ing. Víctor Zambrano, Ing. Jorge Mena.
- 75** **EFFECTIVE INTEGRATED -SKILL APPROACH**
Mayo. Ing. MSc. Mauricio González. Lic. Alfredo Albán.
- 81** **FACTIBILIDAD DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DEL APROVECHAMIENTO DEL VIENTO SECTOR APAHUA, PROVINCIA DE COTOPAXI.**
Ing. Eddie Galarza, Ing. Vicente Hallo.
- 87** **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE ALARMA E INMOVILIZACIÓN VEHICULAR CON RECONOCIMIENTO DE HUELLA DACTILAR Y CONFIGURACIÓN VÍA BLUETOOTH.**
Ing. Juan Carlos Rocha, Ing. Galo Ávila.
- 91** **FILTRADO DE PAQUETES DE DATOS A TRAVÉS DE LISTAS DE CONTROL DE ACCESO (ACL)**
Ing. Santiago Jácome, Ing. Mayra Salazar.
- 98** **ECUADOR Y SU CRECIMIENTO.**
Eco. Marco Veloz.
- 103** **OPCIONES REALES EN LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS UTILIZANDO PYTHON.**
Ing. Augusto Bourgeat, MBA, M.S.c.
- 112** **EL FOREIGN EXCHANGE CURRENCY (FOREX)**
Capt. de Int. Pedro Mosquera.