



E S P E

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA
EXTENSIÓN LATACUNGA

INFO CIENCIA 2012



ESPE

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA
EXTENSIÓN LATACUNGA

INFO CIENCIA 2012

INDICE

- 1** SCADA SOCIAL PARA MICRO-REDES BASADAS EN ENERGÍAS RENOVABLES – PROYECTO HUATACONDO –
Ing. Diego Ortiz, Ing. Rodrigo Palma, Ing. Guillermo Jiménez
- 12** DIAGNÓSTICO DE LA ELECTRÓNICA DE LA CAJA DE VELOCIDADES AUTOMÁTICA DEL VEHÍCULO HYUNDAI TUCSON 2.0 DOHC
Ing. Mauricio Cruz, Ing. Stalin Mena
- 18** MODELO DE GESTIÓN ENERGÉTICA PARA LOS LABORATORIOS DEL DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA DE LA ESPE - L
Ing. Katya Torres
- 25** LA GESTIÓN SOCIAL EN EL SECTOR COOPERATIVO DE AHORRO Y CRÉDITO LATACUNGA
Ing. Carla Acosta, Ing. Alexander Palacios
- 32** IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE OSCILOSCOPIO A BORDO PARA MONITOREO DE SENSORES DE UN VEHÍCULO FORD F-150 FLARESIDE
Ing. Washington Morales, Ing. Diego Campaña, Ing. Germán Erazo
- 40** ANÁLISIS DE LOS EFECTOS EN LA COMPRESIÓN DE IMÁGENES EN FORMATO JPEG AL UTILIZAR BLOQUES DE PÍXELES DIFERENTES AL DEL ESTÁNDAR ESTABLECIDOS DE 8x8
Ing. Eddie Galarza, Ing. José Bucheli
- 49** LA RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL EN EL SECTOR COOPERATIVISTA
Ing. Julio Tapia
- 54** LOS ÁMBITOS DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE Y SU IMPACTO EN LA INDUSTRIA DE DESARROLLO DE SOFTWARE DE ECUADOR
Ing. Patricio Jácome
- 64** DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE BRAZO ROBÓTICO PARA APLICACIONES DE CLASIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE FORMAS EN EL PROCESO DE PALETIZADO EMPLEANDO PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES
Ing. Marco Singaña, Ing. Patricia Constante
- 71** DIAGNÓSTICO DE ESTRÉS TÉRMICO DE UN AMBIENTE LABORAL MEDIANTE EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MEDIDOR DEL ÍNDICE TGBH – HR
Ing. Wilson Sánchez, Ing. Roberto Montaluisa

SCADA Social para Micro-redes basadas en Energías Renovables – Proyecto Huatacondo –

D. Ortiz Villalba¹ R. Palma-Behnke, IEEE Senior Member² G. Jiménez-Estévez, IEEE Senior Member²

¹ Departamento de Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Quijano y Ordóñez S/N y Hermanas Páez, Latacunga, Ecuador

² Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Av. Tupper 2007, Santiago de Chile, Chile.

Email: ddortiz5@espe.edu.ec, rodpalma@cec.uchile.cl, gjimenez@ing.uchile.cl

RESUMEN

Un sistema SCADA innovador basado en energías renovables es propuesto en este trabajo de investigación. El sistema posee un esquema de optimización, el que proporciona consignas (set points) on-line, para cada unidad de generación, modos de operación para el sistema de suministro de agua, y envía señales para los consumidores en función de la demanda.

Además se desarrollaron servicios para supervisión, mantenimiento de las unidades de generación. La participación de la comunidad está garantizada a través de la comunicación y procedimientos adecuados para el intercambio de la información.

El concepto es aplicado a una microred, compuesta por: paneles fotovoltaicos, un generador eólico, generador diesel, banco de baterías, y sistema de suministro de agua. El sistema de gestión de energía del SCADA minimiza los costos de operación de suministro de agua y energía eléctrica. El sistema está implementado y probado en la localidad de referencia y evaluado por la comunidad.

Los resultados muestran el sentido económico de la gestión del sistema de energía y el impacto de la participación de la comunidad.

Palabras Clave: Sistema Administrador de Energía, SCADA, Microgrid, Administración de la Demanda.

ABSTRACT

A novel SCADA approach for a renewable based microgrid is proposed. The optimization scheme provides online set points for each generation unit, operation modes for a water supply system, and signals for consumers based on a demand side management mechanism. Additionally, different services are developed for supervising, maintenance, and repair procedures. The participation of the community is ensured through appropriate communication and information exchange procedures. The whole scheme configures a Social SCADA solution. Three specific services are described in detail (battery bank maintenance,

photovoltaic system efficiency monitoring, and system restoration).

The concept is applied to a smart microgrid composed of photovoltaic panels, a wind turbine, a diesel generator, a battery bank, and a water supply system. The energy management system of the SCADA minimizes the operational costs while supplying the water and electric load demands. The system is implemented and tested using a real data set from a reference location and with an evaluation by the community.

Results show the economic sense of the energy management system and the impact of community participation.

I. INTRODUCCIÓN

Con una baja densidad poblacional y con la presencia de recursos naturales, la escasez de suministro de energía es una paradoja en Chile.

El desierto de Atacama, la cordillera de los Andes, y toda la costa, proveen al país de abundantes recursos energéticos distribuidos, que según recientes estimaciones podrían cubrir gran parte de la creciente demanda de energía eléctrica.

Además las condiciones geográficas de los puntos extremos en Chile, hace que existan muchas poblaciones aisladas del sistema eléctrico interconectado. En este contexto, las tecnologías renovables ofrecen una solución aprovechando los recursos energéticos distribuidos.

Hoy en día, una microred basada en energía renovable puede entenderse como un caso particular de un concepto general llamado "Smartgrid", el cual es un término interdisciplinario para soluciones tecnológicas en la gestión y administración de los sistemas eléctricos. Smartgrid es la clave para el desarrollo tecnológico de las energías renovables, vehículos eléctricos y mejoras en eficiencia energética [1]. Este concepto representa una visión para la digitalización de los sistemas de distribución y sistemas de transmisión, mejoramiento de la seguridad de la red, y la apertura para aprovechar las fuentes alternativas de energía.

Con el uso de internet y smartgrid, se podrían establecer enlaces de comunicación bidireccionales

entre las empresas de distribución de energía y los consumidores.

Los desafíos a nivel mundial con el afán de disminuir la contaminación y el creciente nivel de electrificación en el sector rural, para mejorar la calidad de vida de sus habitantes, hace que sea una opción emplear generación distribuida, con el uso de generadores renovables, para las poblaciones que se encuentran lejanas a las redes de suministro de energía.

Las comunidades que se electrifican con estos medios tienen ciertas características a nivel social que las diferencian de las ciudades, como el alto nivel de sociabilidad entre sus miembros, estas cualidades son las que permiten que la población se involucre con el proyecto y esto adquiere gran relevancia ya que la permanencia en el tiempo del mismo depende en gran medida de la comunidad. [2] Por otra parte, para que el uso de la energía sea óptimo se requiere de un administrador de las unidades de generación, por lo general este administrador se basa en un EMS (Energy Management System) [3]. Existen dos formas con las que se puede controlar una micro-red [4]. El control centralizado, en donde se envían las consignas a los controles locales de las unidades de generación desde el centro de control de la micro-red, y control descentralizado que se basa en aplicar la teoría del MAS (Multi-Agent System). Conceptualmente, el MAS es una forma evolucionada del sistema de control distribuido clásico con la capacidad de controlar grandes y complejas entidades.

Es importante destacar cómo las comunidades pueden desarrollar sus propios proyectos de energía renovable de pequeña escala, esto se consigue empleando el concepto:

Energía Renovable Comunitaria [5], el cual incluye el involucramiento o participación directa de la comunidad, más allá de la inversión o la tenencia de acciones, y también más allá del modelo comunitario. Energía Comunitaria significa que los miembros de la comunidad son propietarios del proyecto y ejercen cierto control sobre él, ya sea mediante una cooperativa o como grupo de propietarios de los terrenos en que se asienta un proyecto, como propietarios de una pequeña empresa o como residentes y dueños de los hogares que viven y trabajan con la instalación diariamente.

Hamidi y Robinson en el 2008 [6] proponen enviar señales a los consumos que se encuentran conectados a redes con importante presencia de generación intermitente, por ejemplo microredes con fuentes renovables. En estos sistemas se puede gestionar a la demanda para provocar el recorte de punta, es decir reducir la demanda máxima, esto conlleva a la mitigación de fluctuaciones de potencia, sin embargo para efectuar estas acciones se requiere la evaluación de la desconexión de carga orientada a los consumidores.

Cleveland [7] muestra la necesidad de monitorear y controlar los sistemas con alta penetración de generadores distribuidos, analizando los retos que tienen las empresas de distribución. Aquí se muestra una visión futura de todos los agentes que intervendrán en la operación, supervisión y mantenimiento de las redes, así como también los agentes que intervendrán en el mercado eléctrico.

Se plantea la necesidad de estandarizar las comunicaciones para que los nuevos generadores distribuidos que se incorporen a la red sean fácilmente agregados al sistema de comunicaciones para que sean monitoreados y supervisados por parte de la empresa de distribución y el operador de mercado.

El acrónimo SCADA (Sistema de Supervisión Control y Adquisición de Datos), es usado para conceptualizar un sistema computacional para la adquisición y análisis de datos en tiempo real. Los sistemas SCADA son empleados para monitorear y controlar una planta o equipos industriales. La supervisión y la gestión de una micro-red se muestra en [8], basado en un sistema SCADA a través de servicios web. Las interfaces (HMI) son desarrolladas con el objetivo de facilitar la interacción entre el usuario y el sistema.

Una vez descritos los desarrollos realizados en las microredes y luego de haber tratado los aspectos que conciernen a la comunidad, en esta investigación se presenta el concepto Social SCADA. Este desarrollo consiste de una herramienta computacional que tiene la capacidad de enlazar el mundo eléctrico con el mundo social, con el propósito de apoyar a la comunidad para su desarrollo.

En la Sección II se presenta una breve descripción del sistema de energía renovable basado en microredes y una descripción social de la población. En la sección III se detalla el sistema SCADA propuesto, con la finalidad que la comunidad participe activamente en la gestión del sistema de generación. En la sección IV se muestran los resultados y conclusiones.

II. DESCRIPCIÓN DE UNA MICRO-RED BASADA EN ENERGÍAS RENOVABLE

La micro-red propuesta está instalada en una pequeña comunidad en el Desierto de Atacama en Chile, (20° 55' 36.37" S 69° 3' 8.71" W). La red eléctrica se encuentra aislada del sistema interconectado y suministra energía únicamente durante 10 horas al día, a través de un generador diésel. Una micro-red, basada en fuentes renovables, aprovecha la presencia de los recursos energéticos distribuidos de la localidad, suministrando energía durante las 24 horas del día.

La comunidad también tiene problemas con el sistema de suministro de agua, se plantea como solución un sistema que administra este servicio.

Además para compensar las fluctuaciones de generación provocada por los recursos renovables, se considera un sistema para el control de la demanda. En la Figura 1 se resume la microrred propuesta, la que consta de: paneles fotovoltaicos, un generador eólico, un generador diesel, un banco de baterías, Un sistema de suministro de agua y un sistema administrador de la demanda eléctrica (cargas).

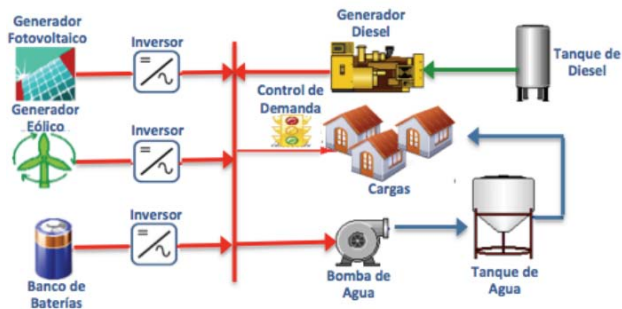


Fig. 1 Diagrama de la microrred basada en fuentes Renovables

Para la microrred propuesta, los principales objetivos del sistema de gestión de energía son:

- Minimizar el uso de combustible fósil.
- Suministrar potencia activa y reactiva, enviando consignas (set points), a los generadores incluyendo el banco de baterías.
- Enviar señales a los consumidores para lograr cambios en la demanda de energía.
- Controlar el encendido y apagado de la bomba de agua con el propósito de almacenar el líquido en un estanque elevado, considerando sus límites.

En cuanto al aspecto social en el pueblo se desarrollan actividades agropecuarias de subsistencia, existen cultivos de alfalfa, maíz, y plantaciones de naranjos y limones, adicionalmente se destaca la crianza de animales. No existen mayores diferencias sociales debido a los ingresos económicos en los hogares. En la comunidad existen organizaciones Sociales que ayudan a la gestión y desarrollo de sus habitantes. En la figura 2 se muestra un resumen de las mismas.



Fig. 2 Organizaciones Sociales existentes

III. SOCIAL SCADA

A continuación se presenta la propuesta sistemas SCADA para micro-redes con sistemas de generación con fuentes renovables, la cual sale del contexto tradicional, ya que pretende vincular a la comunidad con el sistema. En la Figura 3 aparece el concepto Social SCADA (S. SCADA) que intenta agrupar el mundo social con el mundo eléctrico.



Fig. 3 Partes que integran el Social SCADA

A. Caracterización Social

Para cumplir el objetivo de vincular a la comunidad con el sistema, se debe realizar un estudio social el que consiste en generar un primer acercamiento con la comunidad, con el propósito de lograr una caracterización social y territorial del pueblo, la identificación de los participantes locales relevantes, conocer la disposición de la población que participa en el proyecto y facilitar su participación en el proceso para la toma de decisiones [2].

Por lo tanto, este procedimiento permitirá la identificación de las características más relevantes, tales como:

- Estructura socio-económica
- Estructura organizacional
- Proceso de toma de decisiones
- Conflictos y alianzas
- Mapa de sueños

En la figura 4 se muestran los aspectos sociales que caracterizan a una comunidad.

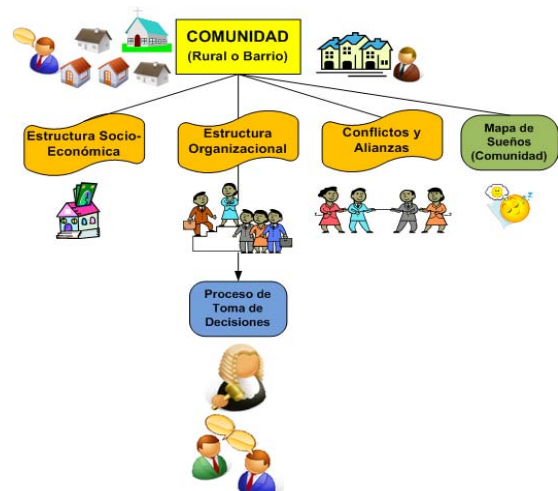


Fig. 4 Aspectos Sociales de una Comunidad

B. Características del Sistema Eléctrico

Una vez definidas las características de la comunidad se debe efectuar la caracterización del sistema eléctrico, la cual se detalla a continuación:

- Unidades de generación existentes o por instalar en función de la disponibilidad de recursos naturales como: radiación solar, viento, agua, etc.
- Instrumentación con la que cuenta el sistema.
- Topología de la red de distribución de energía.
- Sistemas de medición de energía.

En la figura 5 se muestran las características del sistema de suministro de energía eléctrica.

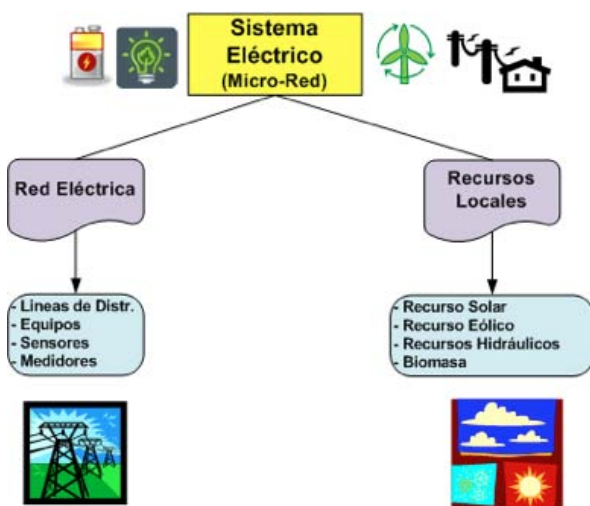


Fig. 5 Características del Sistema de Suministro de Energía Eléctrica

C. Social SCADA

El sistema Social SCADA (S. SCADA) fusiona el mundo social con el mundo eléctrico con el propósito que la gestión del sistema se produzca desde la comunidad, para que la población se involucre con el proyecto.

El sistema S. SCADA posee herramientas que apoyan a la comunidad en la gestión, manejo y operación del proyecto.

Estas herramientas contemplan los siguientes aspectos:

- Planificación en el mediano y largo plazo.
- Planificación de la operación del sistema.
- Operación en Tiempo Real.
- Mantenimiento de las unidades de generación.

En la figura 6 se muestra la vinculación de los mundos a través de este concepto S. SCADA.



Fig. 6 Social SCADA

Con el fin de cumplir con los aspectos mencionados anteriormente el S. SCADA está compuesto por 3 módulos que se detallan a continuación:

- Herramienta para la toma de decisiones.
- Optimizador
- Sistema de supervisión.

Herramienta para la Toma de Decisiones.-

Proporciona soporte a la población para la gestión del proyecto ya que a través de esta, los miembros de la comunidad podrán interpretar cambios en el sistema para tomar decisiones. Para el diseño de esta herramienta se toman en cuenta los siguientes aspectos:

- Estructura organizacional.
- Proceso de toma de decisiones
- Estructura socio-económica
- Mapa de sueños
- Disponibilidad de recursos (sol, viento, biomasa, etc.)

La herramienta para la toma de decisiones debe proporcionar las siguientes salidas:

- Alarmas en función de la estructura organizacional.
- Lineamientos en función de los recursos naturales.

Optimizador.- Envía consignas a los controladores de las unidades DER para aprovechar el uso de la disponibilidad de los recursos naturales. En [9] se describe en forma detallada el funcionamiento del optimizador propuesto para el funcionamiento de la micro-red.

Por lo tanto para el diseño de esta herramienta se toman en cuenta los siguientes aspectos:

- Sistema de supervisión
- Estimación de la demanda de energía
- Estimación de los recursos naturales (sol, viento, biomasa, agua, nivel de carga de las baterías)

Sistema de Supervisión.- Tiene la misión de monitorear y supervisar el funcionamiento del sistema en función de la instrumentación disponible vinculando a la comunidad. Los aspectos que se toman en cuenta para el diseño de esta herramienta son:

- Estructura organizacional.
- Proceso de toma de decisiones
- Comunidad
- Estructura socio-económica
- Unidades de generación

El mantenimiento de las unidades de generación se incluye en esta herramienta, es decir que el módulo de supervisión tiene la misión de alertar cuando se requiera realizar un mantenimiento preventivo, o correctivo en las unidades a través de los sistemas de alarma.

Las entradas que definen el diseño para el mantenimiento son:

- Estructura organizacional.
- Proceso de toma de decisiones
- Estructura socio-económica
- Procedimientos

Las salidas que entrega el módulo de supervisión son:

- Interfaces para el monitoreo del sistema
- Interfaces para que la comunidad proporcione información al sistema.
- Almacenamiento de información en base de datos
- Alarmas y eventos
- Gestión del mantenimiento de las unidades de generación.

El sistema de supervisión permite que la comunidad participe en forma activa ya que a través de esta se informa al sistema de eventos que pueden ocurrir en la operación.

D. Comunicaciones

El módulo de supervisión emplea los desarrollos realizados en el área de comunicaciones para los sistemas SCADA. Es decir los controles se conectan a una red a través de un protocolo de comunicaciones estándar y los valores de las variables son leídos a través de un servidor OPC [10]. La aplicación del S. SCADA se conecta como cliente del servidor OPC y de esta manera logra conectividad con las unidades de generación para conocer el estado y parámetros de las mismas. En la figura 7 se muestra la arquitectura de comunicación.



Fig. 7 Arquitectura de Comunicación

El S. SCADA también posee la capacidad de informar a los responsables de mantenimiento sobre las tareas pendientes. El propósito es generar alarmas para el mantenimiento de las unidades de generación a través de mensajes de texto, involucrando a la población, también la gente puede comunicarse con el sistema por ciertas eventualidades que pueden suceder. El esquema de comunicación diseñado se muestra en la figura 8.

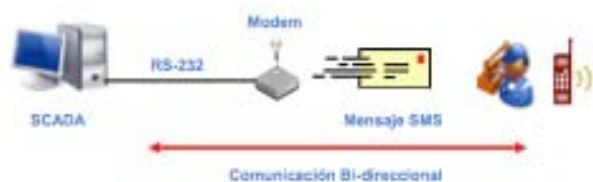


Fig. 8 Arquitectura de Comunicación para las tareas de mantenimiento

V. CASO DE ESTUDIO

Una vez establecidas las características sociales de la comunidad y conocido el sistema de generación a través de fuentes renovables, se puede definir la información relevante que requieren conocer los habitantes, con el afán de conseguir el involucramiento en el proyecto y que las personas interactúen con el sistema. [11-12]

Para el mantenimiento y supervisión del sistema de generación se desarrolló una herramienta computacional que permite a los habitantes conocer su realidad en el ámbito energético y proporciona información en la cual se basarán para la toma de decisiones.

Se consideran los siguientes aspectos relevantes para la comunidad:

1. Sistema de monitoreo de unidades de generación con fuentes renovables.
2. Indicadores sociales de sustentabilidad
3. Gestión del mantenimiento.
4. Consumo de energía por domicilio.
5. Energía suministrada por unidad de generación.

- 6. Control de demanda.
- 7. Sistema de alarmas.

A continuación se detalla en qué consisten los aspectos mencionados anteriormente y cuál es el propósito de los mismos.

1. Sistema de Monitoreo de Unidades de Generación con Fuentes Renovables.- Con el propósito de proporcionar información relevante sobre las unidades de generación, esta interfaz tiene la capacidad de monitorear la micro-red y entrega la siguiente información: estado de los generadores (encendido/apagado), potencia inyectada al sistema, etc. En la figura 9 se muestra la interfaz que monitorea la micro-red.

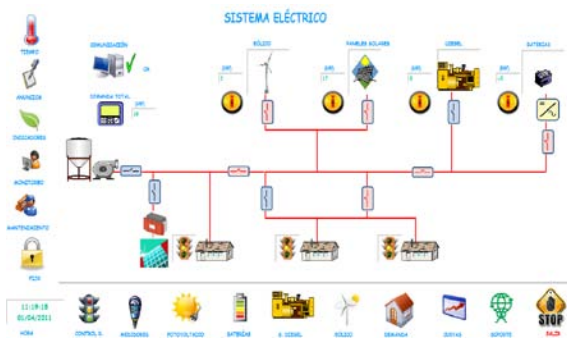


Fig. 9 Monitoreo de la micro-red

2. Indicadores Sociales de Sustentabilidad.- A través de estos la comunidad observa su desarrollo en el tiempo [13], estos indicadores contemplan datos como el consumo energético total de la comunidad, cantidad de CO₂ que se dejó de emitir a la atmósfera debido al uso de energías renovables, cantidad de combustible fósil que se ahorró, ingresos económicos promedio por familia. En la Figura 10 se muestra esta interfaz.



Fig. 10 Indicadores Sociales

3. Gestión del Mantenimiento.- La interfaz es capaz de comunicar a las personas las tareas correspondientes al mantenimiento predictivo de las unidades de generación en función de la planificación anual de mantenimiento, las tareas

fueron programadas en forma semanal. En la figura 11 se muestra esta interfaz.

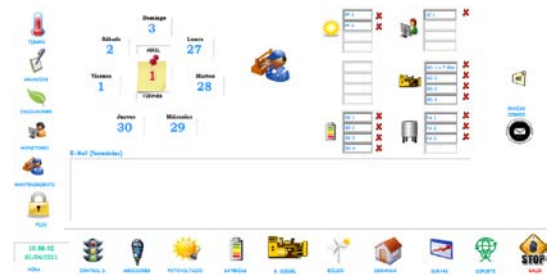


Fig. 11 Interfaz para la Gestión del Mantenimiento

4. Consumo de Energía por domicilio.- Muestra el consumo domiciliario de cada una de las familias que habitan la comunidad, esto permitirá que la estructura organizacional en función de los datos que se muestran tomen decisiones con el propósito de apoyar el desarrollo de la población. En la figura 12 se muestra la interfaz de los consumos.

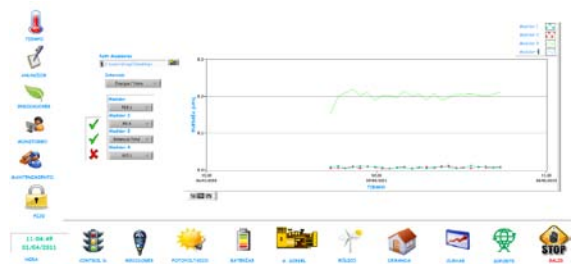


Fig. 12 Consumo por Domicilio

5. Energía suministrada por Unidad de Generación.- A través de esta interfaz se muestran los datos de inyección de las unidades de generación a través del tiempo, ya que esta interfaz se conecta con la base de datos del sistema. Esta se basó en el sistema desarrollado en [14]. En la figura 13 se muestra esta interfaz con los datos de energía producida por la planta fotovoltaica.



Fig. 13 Interfaz de la Energía suministrada por unidad de Generación

6. **Control de Demanda.-** Esta interfaz muestra la disponibilidad de generación en función de las estimaciones de los recursos (viento, radiación solar), y envía señales a la población para que la demanda reaccione y se adapte en función de la capacidad de suministro de energía, de esta manera se consigue disminuir los costos de operación (disminución en el consumo de combustible). En la figura 14 se muestra la interfaz control de demanda, donde se muestra un reloj que marca las 24 horas del día y en cada hora está asignado un color en función de la disponibilidad del recurso para generar.

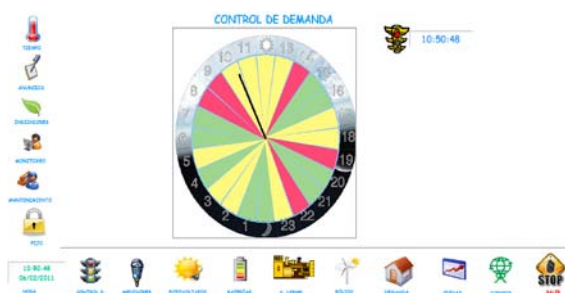


Fig. 14 Consumo por Domicilio

7. **Sistema de Alarmas.-** Esta interfaz indica a la comunidad cuando ha ocurrido una alarma en el sistema, y señala la acción correctiva para que se elimine la misma. En la figura 15 se muestra la interfaz cuando se despliega una alarma.



Fig. 15 Panel de Alarmas

Además se desarrollaron dos interfaces adicionales que proporcionan información útil para la comunidad, una consiste en mostrar el pronóstico del tiempo de la localidad, con un horizonte de 7 días, y la otra interfaz es una pizarra donde la comunidad puede hacer anuncios sobre las actividades que se desarrollarán durante la semana. Esta aplicación fue desarrollada empleando el software LabVIEW [15].

La arquitectura de comunicación empleada en Huatacondo es la que se muestra en la figura 16. En el PC-1 se encuentra el servidor OPC que hace la gestión de las comunicaciones entre los dispositivos de campo (controladores) y las aplicaciones. El protocolo de comunicación empleado es Modbus Serial y Modbus Ethernet, ya que los dispositivos que se encuentran instalados en su gran mayoría soportan este estándar de comunicación.

En cuanto a la red de campo es un bus serial RS-485. En el PC-1 se almacenan los valores de las variables en una base de datos, también se encuentra la aplicación del optimizador. PC-2 se comunica con PC-1 a través de Ethernet (Red LAN) y en este computador se ejecuta la aplicación de Supervisión.

Fig. 16 Arquitectura de Comunicación Social SCADA Huatacondo

VI. CONCLUSIONES

Esta investigación presenta una nueva manera de integrar a la comunidad con los proyectos de microredes basados en generadores con fuentes renovables, a través del sistema Social SCADA.

El S. SCADA es una herramienta computacional que considera aspectos sociales para su diseño, con el objetivo que la comunidad realice la gestión de la microred, realizando tareas de mantenimiento, monitoreando cambios en sus consumos, tomando decisiones para el bienestar de la comunidad, de esta manera la población se involucra con el proyecto y asegura su permanencia en el largo plazo.

La aplicación cuenta con indicadores sociales que indican la evolución en el tiempo de la comunidad, y este instrumento permite a la población tomar decisiones no sólo respecto al sistema eléctrico sino

también en aspectos como seguridad, ingresos económicos, etc.

El S. SCADA contiene varios módulos que permiten la operación óptima de la micro-red, entre estos módulos está el optimizador que envía consignas a las unidades de generación en función de la disponibilidad de los recursos, también proporciona señales a los consumos para que reaccionen en función de la capacidad de suministro de la unidades de generación.

Como trabajo futuro se propone desarrollar un módulo que apoye al proceso de toma de decisiones a la comunidad, considerando aspectos sociales como los anhelos y aspiraciones futuras de la población.

VII. REFERENCIAS

- [1] <http://www.oe.energy.gov/1165.htm>, (2010). The Smart Grid: An Introduction, Office of Electricity Delivery and Energy Reliability, U.S. Department of Energy.
- [2] A. Krishnaswamy "Participatory Research: Strategies and Tools". Practitioners. Newsletter of the National Network of Forest Practitioners, Volume 22.
- [3] D. Lu B. Francois (2009) Strategic Framework of an Energy Management of a Microgrid with a Photovoltaic-Based Active Generator, Advanced Electromechanical Motion Systems & Electric Drives Joint Symposium, 2009. ELECTROMOTION 2009. 8th International Symposium.
- [4] Farid Katiraei, Reza Iravani, Nikos Hatzigiorgiou, Aris Dimeas (2008). Microgrids Management Controls and Operation Aspects of Microgrids, IEEE Power and Energy Magazine Vol. 6, pp: 54 – 65.
- [5] Commission for Environmental Cooperation. Guide to Developing a Community Renewable Energy Project (2010)
- [6] Hamidi, V., Robinson F. (2008). Responsive Demand in Networks with High Penetration of Wind Power. 2008 IEEE Power and Energy Society General Meeting - Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century.
- [7] F. M. Cleveland. "IEC 61850-7-420 Communications Standard for Distributed Energy Resources (DER)". Power and Energy Society General Meeting - Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century. 2008 IEEE
- [8] E. Álvarez, A. M. Campos, R. García, S. González and C. Díez. Scalable and Usable Web Based Supervisory and Control System for Micro-grid Management. International Conference on Renewable Energies and Power Quality Granada (Spain), March, 2010.
- [9] Palma-Behnke, C. Benavides E. Aranda J. Llanos D Sáez (2011). Energy Management System for a Renewable based Microgrid with Demand Side Management Mechanism IEEE Symposium on Computational Intelligence Applications in Smartgrid.
- [10] OPC Foundation Website [Online]. <http://www.opcfoundation.org> , 2009
- [11] N. Garrido, M. Álvarez, and G. Jiménez-Estévez. A Methodological Proposal for Participation with a Community in the Development of Microgrid Projects. International Conference and Fair on Education, Research & Employment in the Renewable Energy Sector – ICERE2 2010. Santiago, 2010.
- [12] R. Raven, E. Jovilet, R. Mourik, and Y. Feenstra. ESTEEM: managing social acceptance in new energy projects. A toolbox method for project managers. Technological Forecasting & Social Change 76, Elsevier, pp 963-977. 2009.
- [13] Department of Economic and Social Affairs-UN. Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies. Third Edition. New York, 2007.
- [14] <http://buildingdashboard.com/clients/washu/seas/brauer/> Washington University in St. Louis School of Engineering & Applied Science.

BIOGRAFÍA

Diego Ortiz Villalba, nació en Ambato, Ecuador. Es ingeniero en electromecánica de la Escuela Politécnica del Ejército, 2005, Magister en ciencias de la ingeniería mención eléctrica de la Universidad de Chile, 2011, Chile. Actualmente es profesor del Departamento de Eléctrica Electrónica de la Escuela Politécnica del Ejército. Su campo de investigación está orientado a energías renovables, Smart-grid, sistemas SCADA y sistemas de Distribución de energía.

Rodrigo Palma-Behnke, (IEEE Senior Member) nació en Antofagasta, Chile. Es licenciado y Master en ciencias de la ingeniería eléctrica de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Doctor en ingeniería eléctrica de la Universidad de Dortmund Alemania. Actualmente es profesor en el Departamento de Ingeniería Eléctrica en la Universidad de Chile. El campo de su investigación está orientado a: planificación y operación de los sistemas eléctricos en mercados eléctricos competitivos y nuevas tecnologías. Es Senior Member de la IEEE desde el año 2004.

Guillermo A. Jiménez-Estévez, (IEEE Senior Member) nació en Bogotá, Colombia. Es licenciado e ingeniero eléctrico de la Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá, 1998, es Mater en ciencias de la ingeniería mención eléctrica, Doctor en ingeniería eléctrica de la Universidad de Chile, Santiago, año 2003 y 2010 respectivamente. Su campo de investigación se enfoca a generación distribuida y planificación de sistemas de distribución.

Diagnóstico de la electrónica de la caja de velocidades automática del vehículo Hyundai Tucson 2.0 DOHC

Ing. Cruz Mauricio¹, Ing. Mena Stalin²

^{1,2} Departamento de Energía y Mecánica, Escuela Politécnica del Ejército, Latacunga, Ecuador

email: gmcruz@espe.edu.ec; jsmena@espe.edu.ec

RESUMEN

A través de esta investigación se desarrolla un protocolo de pruebas para diagnosticar la electrónica de la caja de velocidades automática del Vehículo HYUNDAI TUCSON 2.0 DOHC, mediante la elaboración de una guía de detección de fallas y mantenimiento, que permita generar una propuesta de proceso a seguir para desarrollar el diagnóstico utilizando instrumentos de tecnología de avanzada para lograr el mantenimiento eficiente en el sistema de control electrónico de la transmisión automática.

Palabra Clave: Diagnóstico de la electrónica de la caja de velocidades automática

ABSTRACT

Through this research develops a protocol of tests to diagnose the electronics of the automatic transmission vehicle Hyundai Tucson 2.0 DOHC, through the development of a guide to fault detection and maintenance, that will create a proposal for a process to follow to develop a diagnosis using instruments of advanced technology to achieve the efficient maintenance in the electronic control system for the automatic transmission.

I. INTRODUCCIÓN

Los rápidos y sustanciales avances tecnológicos en los automóviles han producido un gran impacto en la industria lo que se traduce especialmente en la necesidad de ampliar los conocimientos, como en el caso del vehículo HYUNDAI TUCSON 2.0, el cual posee una computadora que da las mejores condiciones de funcionamiento del vehículo para un mejor desenvolvimiento de la transmisión automática.

Para estos nuevos sistemas es necesario dar un diagnóstico preciso y oportuno en base a parámetros medidos en los diferentes elementos del sistema de gestión electrónica del vehículo, para lo cual es necesario tener la documentación técnica que indique todo este proceso de diagnóstico y detección de fallas.

El objetivo es determinar el proceso de operación del sistema electrónico de la caja de velocidades automática del HYUNDAI TUCSON 2.0

DOHC y desarrollar una guía para el proceso de detección de fallas y mantenimiento.

II. DESARROLLO

A. Características del Vehículo HYUNDAI TUCSON 2.0 DOHC

Tabla 1: Características del Motor

MODELO	TUCSON 2.0 DOHC
Tipo	2.0 DOHC
Cilindrada (cc)	1975
Número de cilindros	4 en línea
Número de válvulas	16
Diámetro y carrera (mm)	82.0 x 93.5
Relación de compresión	10.1:1
Sistema de Inyección	Inyección Electrónica Multipunto
Transmisión	Automática de 4 velocidades

El cambio automático del vehículo Hyundai Tucson 2.0 DOHC es una combinación de un convertidor de par de 3 elementos de 2 fases 1 fase y una unidad de doble eje controlada electrónicamente que proporciona 4 velocidades adelante y 1 hacia atrás. La unidad completa está en línea con el motor.

B. Control Electrónico

El sistema de control electrónico está formado por el módulo de control del cambio (TCM), los sensores y las válvulas solenoides. El cambio se controla electrónicamente para lograr una conducción confortable bajo cualquier circunstancia. El TCM se encuentra debajo del tablero. Y en los vehículos con transmisión manual no hay TCM, sino PCM.

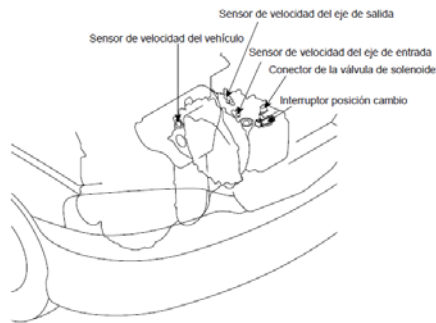


Fig. 1. Componentes del Control Electrónico

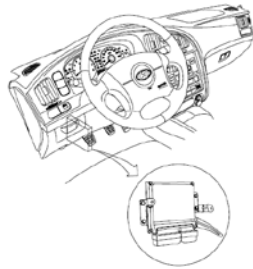


Fig. 2. Posición del Conector DLC

1. Sensor de la velocidad de entrada de la transmisión (TIS)

El sensor funciona de la misma forma que el sensor de velocidad del vehículo, sin embargo él envía información a la PCM relativa a la velocidad de entrada de la transmisión posterior al convertidor de par. El sensor está montado en la carcasa de la transmisión frente a un embrague que está en el eje de entrada de la transmisión. El TCM determina la velocidad del eje primario contando la frecuencia de los impulsos. El valor se utiliza para controlar la presión óptima del líquido durante el cambio. También la información del sensor de la velocidad de entrada de la transmisión con la de velocidad del motor, permite al PCM calcular el deslizamiento y la aplicación correcta del TCC.

2. Conjunto de interruptores de presión (PSA)

El conjunto de interruptores de presión le informa al PCM en que posición se encuentra la válvula manual. Esto se logra montando el PSA sobre el cuerpo de válvulas y dirigiendo el fluido de los diferentes circuitos de la válvula manual al PSA.

Los diferentes circuitos de fluido de la válvula manual actúan sobre los interruptores de presión que abren y cierran los contactos eléctricos. La combinación de abierto y cerrado de los interruptores le informa al PCM en que rango de velocidad está colocada.

3. Sensor de temperatura del fluido de la transmisión (TFT)

El sensor TFT es simplemente un termómetro. El sensor TFT está montado en la transmisión de tal forma que siempre este inmerso en el fluido de la transmisión (generalmente en el cuerpo de válvulas). El PCM usa esta información para el control de la calidad de los cambios, debido a que las características del fluido de la transmisión cambian dependiendo de su temperatura.

4. Sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECTS)

El PCM utiliza esta información del sensor ECTS para evitar la aplicación del TOC hasta que la temperatura del refrigerante del motor alcanza una temperatura mínima. Algunas funciones de la transmisión tales como la aplicación del TCC pueden ser indeseables si se realizan con el motor muy frío.

5. Sensor de flujo de masa de aire (MAFS)

El sensor MAFS mide los cambios relativos de masa en el flujo de aire al ingreso al múltiple de admisión que son el resultado de los cambios en la velocidad y carga del motor. Estos cambios son monitoreados por el PCM con el fin de ajustar la presión de línea y la secuencia de cambios.

6. Sensor de posición de la mariposa (TPS)

El sensor TPS mide el cambio de posición en la apertura de la mariposa de aceleración cuando presiona el conductor el pedal del acelerador. El PCM utiliza esta información para modificar la secuencia de cambios, la presión de línea, la sensación de los cambios y el control de TCC.

7. Sensor de velocidad del vehículo (VSS)

El sensor VSS le proporciona al PCM una señal que corresponde a la velocidad del vehículo. El VSS está montado en la carcasa de la transmisión. El rotor del sensor VSS está montado en el eje de salida. A medida que el rotor gira, los dientes del rotor pasan frente al imán del sensor. Esta acción genera un pulso de corriente alterna (AC) en el sensor, el cual es interpretado por el PCM como velocidad del vehículo. Conforme se incrementa la velocidad del vehículo, los dientes del rotor pasan más veces frente al imán en un determinado tiempo, generando más pulsos de corriente alterna. El PCM interpreta este incremento en frecuencia como un incremento en la velocidad del vehículo.

8. Interruptor del freno

El interruptor del freno le informa al PCM cuando el pedal del freno es presionado. Cuando el conductor presiona el pedal del freno el PCM comanda la

liberación del TCC, pueden ser indeseables si se realiza con el motor muy frío.

III. PROCEDIMIENTO

A. Pruebas en el Sistema

1. Sensor de rango de marchas

Poner en marcha el motor si es posible sólo en estacionamiento y punto muerto. La señal de la posición de la palanca selectora se transmite a TCM para controlar la posición del cambio.

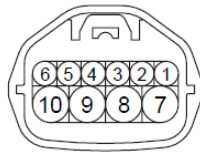


Fig. 3. Conector del sensor

Tabla 2: Terminales del sensor de rango de marchas

	BORNES				
PIN	1	2	3	4	5
COLOR DE CABLE	Amarillo	X	Azul	Rosado Claro	X
DESCRIPCIÓN	D	X	P	N	X
VOLTAJES	0.5 V - 4.5 V	0 V	0.5 V - 4.5 V	0.5 V - 4.5 V	0.5 V - 4.5 V

	BORNES				
PIN	6	7	8	9	10
COLOR DE CABLE	X	Café	Rojo	Blanco	Rosado Oscuro
DESCRIPCIÓN	X	R	BAT.	Arranque	Arranque
VOLTAJES	X	0 V	X	12 V	12 V



Fig. 4. Voltaje de señal del sensor

2. Sensor de temperatura del fluido de la transmisión

En el sensor de temperatura del fluido se debe realizar las siguientes comprobaciones:

- Comprobar las conexiones eléctricas de llegada y salida al sensor.
- Comprobar los valores en los pines de llegada.

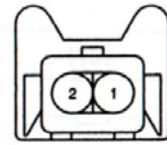


Fig. 5. Conector del sensor

Tabla 3: Terminales del sensor

	BORNES	
PIN	1	2
COLOR DE CABLE	Rojo	Negro
SEÑAL	Señal	Tierra
VOLTAJES	0.5 V - 4.5 V	0 V

3. Sensor de velocidad de entrada

Los impulsos-señales que envía el sensor de velocidad de entrada (turbina) están acorde con las revoluciones del eje primario del cambio. El TCM determina la velocidad del eje primario contando la frecuencia de los impulsos. El valor se utiliza principalmente para controlar la presión óptima del líquido durante el cambio.



Fig. 6. Conector del sensor

Tabla 4: Terminales del sensor

	BORNES		
PIN	1	2	3
COLOR DE CABLE	Plomo	Negro	Naranja
SEÑAL	Señal	Tierra	Alimentación
VOLTAJES	0.5 V - 4.5 V	0 V	12 V



Fig. 7. Voltaje de señal del sensor

4. Sensor de velocidad de salida

Los impulsos-señales que envía el sensor de velocidad de salida están acorde con las revoluciones del eje primario del cambio. El sensor de velocidad de salida se coloca delante del Piñón del arrastre del transfer para determinar la velocidad del piñón de arrastre del transfer contando la frecuencia de los impulsos. Este valor, junto con los datos de posición de la mariposa, se utiliza

principalmente para decidir la posición óptima del piñón.



Fig. 8. Conector del sensor

Tabla 5: Terminales del sensor

PIN	BORNES		
	1	2	3
COLOR DE CABLE	Plomo	Negro	Naranja
SEÑAL	Señal	Tierra	Alimentación
VOLTAJES	0.5 V - 4.5 V	0 V	12 V



Fig. 9. Voltaje del sensor

5. Conector de las válvulas solenoides

En el conector de las válvulas solenoides se debe realizar las siguientes comprobaciones:

- Comprobar las conexiones eléctricas de llegada y salida al sensor.
- Comprobar los valores en los pines de llegada.

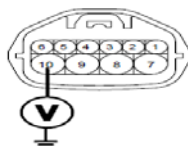


Fig. 10. Conector de las válvulas solenoides

Tabla 6: Terminales del conector

PIN	BORNES				
	1	2	3	4	5
COLOR DE CABLE	Plomo	Café	Verde	Blanco	Negro
SEÑAL	Señal	Tierra	Señal	Señal	Señal
VOLTAJES	12 V	0 V	0.5 V - 4.5 V	0.5 V - 4.5 V	0.5 V - 4.5 V
PIN	BORNES				
	6	7	8	9	10
COLOR DE CABLE	Azul	Rojo	X	Negro	Negro
SEÑAL	Señal	Tierra	X	Señal	Señal
VOLTAJES	12 V	0 V	X	12 V	12 V



Fig. 11. Voltaje del conector de las válvulas solenoides

IV. RESULTADOS

Una vez terminado el proyecto se pudo realizar un manual para el mantenimiento y la detección de fallas en la transmisión automática del vehículo HYUNDAI TUCSON 2.0 DOHC.

A la vez que se puede realizar distintos mantenimientos en cada uno de los elementos de control electrónico de la transmisión automática como:

- Comprobación del circuito de alimentación de corriente.
- Comprobación del circuito abierto de señal del sensor.
- Comprobación de cortocircuito de señal de sensor.
- Inspecciones de componentes.
- Comprobar PCM/TCM.

V. CONCLUSIONES

- Se realizó el análisis de las distintas señales que envían los dispositivos de la transmisión automática hacia la computadora del vehículo HYUNDAI TUCSON 2.0 DOHC, permitiendo determinar su funcionamiento en varias condiciones de operación del vehículo.
- Se identificó los diferentes sensores que actúan en el funcionamiento de la transmisión automática y la comunicación que tienen con la PCM.
- Se obtuvo valores de voltaje y resistencia para el mantenimiento y la comprobación de los sensores que actúan en la transmisión automática del vehículo HYUNDAI TUCSON 2.0 DOHC.
- Los malos contactos existentes provocan que la computadora (PCM) reciba voltajes erróneos y los reconozca como fallas del sistema de transmisión automática.

- Tener en cuenta que la señal del sensor debe ser correcta en los pines de la computadora y en el socket del sensor.
- Utilizar los instrumentos correctos de medición para evitar la lectura de valores erróneos dentro del funcionamiento de la transmisión automática.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- BOSCH, (1999), Manual de la técnica automotriz. España. Ediciones Reverté.
- DE CASTRO, M. (2005), CEAC "Manual del automóvil". España. Ediciones Esparta.
- HYUNDAI TUCSON 2.0. (2006). "TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA", Korea.
- BREJCHA, M. Cajas de Cambio Automáticas Madrid, Paraninfo, 2000. 758p
- CROUSE, W. Transmisión y Caja de Cambios. Barcelona, Marcombo, 1982
- http://www.mecanicavirtual.org/transmisi3n_automatica.htm
- <http://gruposargentina.emagister.com/documento/transmisiones/1068-616789>
- http://gruposargentina.emagister.com/documento/sistemas_transmisiones/1802-532509

BIOGRAFIA.



Mauricio Cruz, nació en Latacunga, Ecuador. Es ingeniero Automotriz, dispone de estudios de Posgrado en Autotrónica, Docente Tiempo Parcial en la Escuela Politécnica del Ejército desde 2009. Imparte servicios de asesoramiento y capacitación en mecánica.



Stalin Mena, nació en Ambato, Ecuador. Es ingeniero Automotriz, dispone de estudios de Posgrado en Autotrónica, Docente Tiempo Parcial en la Escuela Politécnica del Ejército desde 2008. Imparte servicios de asesoramiento y capacitación en mecánica.

Modelo de Gestión Energética para los Laboratorios del Departamento de Eléctrica y Electrónica de la ESPE - L

Torres Vásquez Katya Mercedes.

Departamento de Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Quijano y Ordóñez S/N y Hermanas Páez, Latacunga, Ecuador.
Email: kmtorres@espe.edu.ec

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo principal establecer un Modelo de Gestión energética en los Laboratorios del Departamento de Eléctrica de la Escuela Politécnica del Ejército extensión Latacunga. Con lo que se pretende lograr una reducción del uso de la energía eléctrica, conseguir una cultura energética de sus usuarios evidenciándose en su productividad y calidad de sus servicios.

Palabras claves—Modelo, Gestión, Energía, Calidad, Eficiencia

ABSTRACT

This is aimed to set an Electricity Gestion Role at the Polytechnical School of the Army-Latacunga labs to reduce the consumption of electrical energy, create a saving culture among its users. In order to evidentiante a large productivity, efficiency and great quality on its services.

Key words: Model, Gestion, Energy, Quality, Efficiency

I. INTRODUCCIÓN

La Gestión Energética puede concebirse como un proceso organizado y sistemático que tiene como objetivo conseguir la máxima eficiencia en el uso energético, para lograr una reducción del consumo de la energía sin que esto afecte a la comodidad, productividad y calidad de los servicios de una organización. La situación energética mundial está atravesando una crisis por lo que es necesario, la toma de acciones para reducir el consumo de energía eléctrica en las empresas y hogares por el impacto social, económico, ambiental que su uso irracional conlleva al agotamiento de los recursos naturales y el cambio climático. La Escuela Politécnica de Ejército, consciente de esta problemática mundial en su misión contempla “Generar, aplicar y difundir el conocimiento, proporcionar e implantar alternativas de solución de los problemas de la colectividad, para promover el desarrollo integral del Ecuador.”, razón por la cual el presente artículo propone un modelo de Gestión Energética para los laboratorios, tomando como referencia la norma internacional ISO 50001 que brinda los requisitos para la implementación de Sistemas de gestión Energética a las Organizaciones .

A. ISO 50001

ISO 50001:2011, *Sistemas de gestión de la energía - Requisitos con orientación para su uso*, es una Norma Internacional voluntaria desarrollada por ISO (Organización Internacional de Normalización).

ISO 50001 brinda a las organizaciones los requisitos para los sistemas de gestión de energía (SGEn). ISO 50001 proporciona beneficios para las organizaciones grandes y pequeñas, en los sectores público y privado, en la manufactura y los servicios, en todas las regiones del mundo. Se estima que la norma, dirigida a una amplia aplicabilidad a través de los sectores económicos nacionales, podría influir hasta en un 60% del consumo de energía del mundo.

ISO 50001 proporciona un marco de requisitos que permite a las organizaciones:

- Fijar metas y objetivos para cumplir con la política energética.
- Utilizar los datos para entender mejor y tomar decisiones sobre el uso y consumo de energía.
- Medir los resultados
- Revisar la eficacia de la política
- Mejorar continuamente la gestión de la energía.
- ISO 50001 puede ser implementada de forma individual o integrada con otras normas de sistemas de gestión.

El enfoque de esta norma se describe brevemente:

Planificar: realizar la revisión y establecer la línea base de la energía, indicadores de rendimiento energético de la organización, establecer objetivos, metas y planes de acción necesarios para conseguir resultados para mejorar la eficiencia energética y la política de energía de la organización.

Hacer: poner en práctica los planes de acción de la gestión de la energía.

Verificar: monitorear y medir los procesos y las características claves de sus operaciones que determinan el rendimiento de la energía con respecto a la política energética y los objetivos e informar los resultados.

Actuar: tomar acciones para mejorar continuamente la eficiencia energética y el SGE

La base de este enfoque se muestra en la Figura 1.

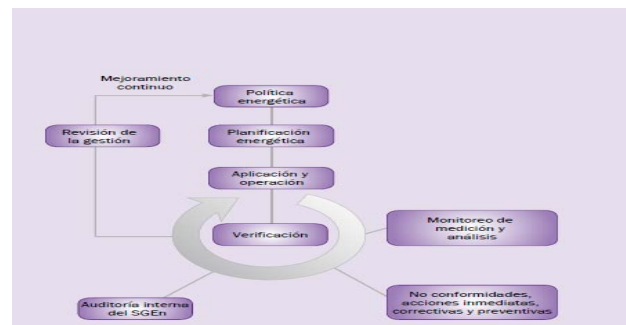


Fig. 1. Modelo del sistema de gestión Energética.

II. LA AUDITORÍA ENERGÉTICA COMO HERRAMIENTA VITAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA

La Auditoría Energética es el punto de partida para el desarrollo de un Sistema de Gestión Energética.

Una auditoría energética consiste en una evaluación objetiva de una empresa o institución con objeto de:

- Determinar el consumo energético y su coste asociado
- Identificar y caracterizar los factores que afectan al consumo de energía
- Detectar y evaluar las distintas oportunidades de ahorro, mejora de la eficiencia y diversificación de energía y su repercusión en coste energético

III. LABORATORIOS DEL DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO SEDE LATACUNGA

El Departamento de Eléctrica y Electrónica dispone de una completa infraestructura para que los alumnos pongan en práctica los conocimientos teóricos y los aprovechen en los siguientes laboratorios:

- Laboratorio de Circuitos Eléctricos
- Laboratorio de Electrónica.
- Laboratorio de Electrónica Digital
- Laboratorio de Robótica y Servos
- Laboratorio de Comunicaciones Básicas y Avanzadas, y Tecnología de Software para Electrónica.
- Laboratorio de Sensores y Control de Procesos, y Redes Digitales Industriales e Instrumentación.
- Laboratorio de Máquinas Eléctricas y Transformadores
- Laboratorio de Accionamientos eléctricos
- Laboratorio de Instalaciones Eléctricas Industriales y Domótica
- Laboratorio de Control Industrial y PLC'S
- Laboratorio de Hidrónica y Neutrónica
- Laboratorio de Bombas Electrohidráulicas
- Laboratorio de Sistemas Operativos
- Laboratorio de Lenguajes de Programación
- Laboratorio de Inteligencia Artificial
- Laboratorio de Redes de Datos
- Laboratorio de Computación I
- Laboratorio de Computación II
- Laboratorio de Ingeniería de Software

IV. GUÍA DE GESTIÓN ENERGÉTICA PARA EL LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS Y TRANSFORMADORES

A continuación se presenta una guía de para la implementación de un Sistema de gestión Energética para el laboratorio de Máquinas Eléctricas y Transformadores como referencia para los demás laboratorios.

A. CARACTERIZACIÓN

El Laboratorio de Máquinas Eléctricas, del Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga (ESPE), viene funcionando en el campus actual, aproximadamente unos 25 años dando soporte a docencia, investigación y extensión en su área de conocimiento, a todas las carreras técnicas que oferta la universidad. En sus instalaciones se realizan prácticas de las materias Máquinas Eléctricas y Circuitos Eléctricos, elaboración de trabajos de tesis y pasantías a estudiantes de colegios de la localidad. La ESPE es una de las pocas universidades del país acreditadas a nivel nacional, y uno de los factores que contribuyeron fueron sus laboratorios de alta tecnología. En el futuro se aspira que este Laboratorio tenga una certificación de calidad de acuerdo a normas y estándares internacionales, facultándole legalmente para ofertar servicios a la industria y comunidad del país, y próximamente en el nuevo campus Politécnico General Guillermo Rodríguez Lara, que será implementado con la mejor infraestructura física y tecnológica de tal forma que continúe apoyando en la práctica de la docencia, investigación y vinculación con la comunidad.

B. DIAGNÓSTICO INICIAL

- Proceso que se utiliza en el Laboratorio se observa en la figura 2:

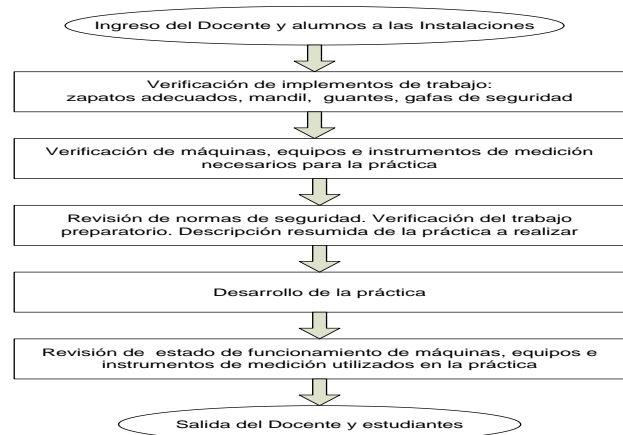


Fig. 2.: Proceso del uso del laboratorio.

- Procesos actualmente desarrollados por la Organización

Actualmente no existen procesos estandarizados para uso de Laboratorios en Educación Superior.

- Productos fabricados y/o servicios prestados Prácticas de Laboratorio de las materias Circuitos Eléctricos, Máquinas Eléctricas I y Máquinas Eléctricas II de las carreras de Ingeniería: Electrónica,

Mecatrónica, Automotriz, Electromecánica; de las carreras de tecnología: Electrónica y Electromecánica. Tesis de grado vinculadas con la línea de Investigación de Sistemas eléctricos. Pasantías de estudiantes de colegios de la localidad. Cursos de vinculación con la colectividad.

- Legislación aplicable, en su caso. Reglamento de uso de Laboratorios de la ESPE.
- Tipología de Proveedores
Existe un proveedor único de energía eléctrica denominado ELEPCO S.A.
- Tipología de Clientes indicadas en la tabla 1.

TABLA 1. Tipología de clientes

CARRERAS	EXTENSIÓN
Ingeniería Electrónica e Instrumentación	ESPE LATACUNGA
Ingeniería Mecatrónica	ESPE LATACUNGA
Ingeniería Electromecánica	ESPE LATACUNGA
Ingeniería Automotriz	ESPE LATACUNGA
Tecnología Electrónica en	ESPE LATACUNGA
Tecnología Electromecánica	ESPE LATACUNGA

- Otra información específica de cada sistema se muestra en la tabla 2, una estadística de uso del laboratorio de los últimos 5 años.

TABLA 2. Estadística de uso de los Laboratorios

AÑO	Número de alumnos	Tiempos de uso (horas/semana)
2008	70	20
2009	80	22
2010	100	22
2011	110	26

C. DESARROLLO DE LA DOCUMENTACIÓN

Políticas.

Las políticas que se llevarán a cabo para implementar este Sistema de Gestión Energética, se indican en la tabla 3.

TABLA 3. Políticas a implementarse

Ord.	POLÍTICA
1	Establecer objetivos y metas de mejora en las actividades relacionadas con el uso significativo de la energía aplicando normas de protección ambiental.
2	Actualizar periódicamente los objetivos y metas del Sistema de Gestión Energética y tomar acciones correctivas en base a leyes y reglamentos.
3	Generar una base de datos de los equipos, manuales de operación, mantenimiento y libros de vida.
4	Adoptar leyes y reglamentos de uso sostenible de la energía eléctrica a nivel nacional e internacional vigentes.
5	Adquirir con el presupuesto asignado a los laboratorios equipos más eficientes y realizar el diseño e instalación de equipos de iluminación doméstica.
6	Documentar y difundir los resultados de la gestión energética a fin de concientizar a toda la comunidad politécnica
7	Realizar un proceso de control y verificación para mejorar el sistema de gestión energética implementado.

Objetivos.

- Mejorar el desempeño energético en las instalaciones y procesos del Laboratorio, con un adecuado uso y mantenimiento eléctrico para reducir el uso indebido de la energía eléctrica.
- Capacitar a alumnos y docentes en el tema de ahorro de la energía, con el fin de racionalizar el consumo de energía.
- Generar un manual de uso racional y eficiente de la energía para los usuarios del Laboratorio de Máquinas Eléctricas.

Metas.

- Reemplazar por lo menos un sistema de entrenamiento de máquinas eléctricas más eficiente anualmente hasta el año 2020
- Elaborar planes de mantenimiento preventivo a los equipos eléctricos y al sistema de iluminación del Laboratorio cada semestre.

- Reducir el consumo de energía eléctrica en por lo menos un 2% anual.
- Fomentar la implementación de sistemas de gestión energética similares en todos los laboratorios de la ESPE hasta el año 2020
- Elaborar un documento de uso racional y eficiente de la energía para el Laboratorio de Máquinas Eléctricas en el plazo de un año.

B. ETAPAS Y ACTIVIDADES

Los planes de operación a llevarse a cabo se muestran en la tabla 4.

TABLA 4. Etapas y actividades

ETAPAS	PLAN DE ACCIÓN	PROCEDIMIENTOS
1	Decisión estratégica	<ul style="list-style-type: none"> • Caracterización energética del laboratorio. • Compromiso de las autoridades de la institución • Definición y conformación de la estructura técnica y organizacional
2	Instalación del Sistema de Gestión energética	<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de los indicadores del sistema de gestión • Identificación de las variables de control • Definición de los sistemas de monitoreo • Diagnostico energético • Plan de medidas del uso eficiente de energía • Preparación a usuarios del laboratorio • Elaboración de la documentación del SGE. (Registros, procedimientos y manuales) • Auditoria interna al SGE
3	Operación de SGE en el laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento y divulgación de indicadores • Seguimiento y evaluación de buenas prácticas de operación • Implementación de planes de mejora • Ajustes del sistema de gestión • Divulgación de resultados

Cada etapa se desarrollará en un tiempo estipulado por el jefe de laboratorio.

V. EJEMPLO DE FORMATO DE PROCEDIMIENTO SEGÚN ISO 10013

Los procedimientos a llevarse a cabo en el SGE se elaborarán según la norma ISO 10013, como el ejemplo indicado a continuación.

• Título

Procedimiento para utilizar y conservar equipos eléctricos y de iluminación

• Propósito

Capacitar y concientizar a los usuarios del Laboratorio de Máquinas Eléctricas en el tema ahorro de la energía, con el fin de racionalizar su consumo, generar cultura y hábitos de uso racional y eficiente de la energía.

• Alcance

Este procedimiento aplica a todos los procesos y prácticas de laboratorio de Laboratorio de Máquinas Eléctricas de la ESPE Extensión Latacunga

Responsabilidad y Autoridad

El Director del Departamento de Eléctrica y Electrónica es el responsable de garantizar los recursos necesarios para la implementación de este procedimiento. El Jefe de Laboratorio es el responsable de realizar el seguimiento y control de las acciones para lograr los objetivos del procedimiento

La ESPE Extensión Latacunga garantizará el cumplimiento de este procedimiento por medio del Vicerrectorado Académico, Jefatura Administrativa y Financiera y el Departamento de Mantenimiento y Construcciones representados en sus respectivos jefes.

Descripción de Actividades

Se efectuará campañas de toma de conciencia a los usuarios del Laboratorios sobre el ahorro del recurso energético, a través de programa de capacitación y entrenamiento. Como actividades complementarias se realizarán en forma rutinaria y posteriormente como una cultura del uso racional de energía, según se describe a continuación:

- a) Apagar luces en horas no laborables (6:00 PM a 7:00 AM).
- b) Se deberá verificar que en horas laborables los equipos que no estén siendo utilizados se encuentren apagados.
- c) Aprovechamiento de la luz diurna.
- d) Se deberá procurar que el Laboratorio tenga un nivel de iluminación adecuado a su función de acuerdo a normalización estandarizada. Tanto el exceso, como

la falta de iluminación son perjudiciales para la salud visual.

- e) Mantener limpias las luminarias. La iluminación producida por las luminarias disminuye cuando están cubiertas de suciedad, pues no sólo se pierde luz al tener que atravesar la capa de polvo, sino que en muchos tipos de luminarias la instalación pierde eficacia al cambiar las características de distribución de la luz.
- f) Los equipos de cómputo del Laboratorio deben configurarse con el fin de ahorrar energía en modo de hibernación; o apagar los equipos en caso de ausentarse por largo tiempo.
- g) Mantener en buen estado las instalaciones eléctricas y equipos para realizar las prácticas de laboratorio y seguir las recomendaciones de utilización vigentes.
- h) Ejecutar los planes de mantenimiento del Laboratorio según el cronograma, aprobado por la dirección del departamento.
- i) Verificar el buen estado de paredes y cielorrasos los cuales deben estar pintados de colores claros mate. Cuando estos están en mal estado los índices de reflectancia bajan, haciendo que los niveles de iluminación desciendan en forma considerable.

Toma de conciencia del personal y cambio cultural.

- a) Coordinar una campaña de ahorro de energía. Para lo cual se colocará en el Laboratorio carteles educativos o informativos para promover en los usuarios la cultura de apagar la luz después de usarla.
- b) Se evalúa mensualmente los consumos de energía para tomar las acciones correctivas en caso de ser necesario.

VI. RESULTADOS ESPERADOS

- Reducir el consumo total de energía eléctrica en los laboratorios del Departamento de Eléctrica y Electrónica de la ESPE extensión Latacunga.
- Cambiar los hábitos del personal involucrado.
- Aportar en la reducción e impacto ambiental por el uso de la energía.

VII. CONCLUSIONES

- La Gestión Energética, busca la optimización de los recursos energéticos a mediano y corto plazo, así como establecer medida para reducir el impacto ambiental y la reducción del consumo energético.
- La aplicación de un modelo de Gestión Energética, mejora la imagen Institucional, distinguiéndose por ser socialmente responsable, que se traduce en una ventaja competitiva en su entorno.

- El éxito de un Modelo de Gestión Energética está en el comprometimiento de todos los miembros de la institución.
- La propuesta de este Modelo de gestión energética puede ser implementado en otras dependencias de la Institución.

REFERENCIAS

- [1] Norma Internacional ISO/FDIS 10013, Directrices para la documentación de sistemas de gestión de la calidad. 2003
- [2] Campos J, Carmona c y López D. Caracterización Energética de empresas industriales .Memorias del I Congreso Internacional sobre el uso racional y eficiente de la energía CIUREE, 2004
- [3] Posada E. Guía de buenas prácticas en el uso de energía para el sector de la pequeña y mediana empresa. 2002

BIOGRAFÍA



Katya Mercedes Torres Vásquez, nació en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi. Se graduó como Ingeniera Electrónica e Instrumentación en la Escuela Politécnica del Ejército. Actualmente es docente tiempo completo de la ESPE extensión Latacunga, del Departamento de Eléctrica y Electrónica en el área de Sistemas Eléctricos

La gestión social en el sector cooperativo de ahorro y crédito Latacunga

C. Acosta Padilla, A. Palacios Zurita

Departamento de Ciencias Económicas, Administrativas y del Comercio, Escuela Politécnica del Ejército
Extensión Latacunga,
Quijano y Ordóñez S/N y Hermanas Páez, Latacunga, Ecuador

Email : cpacosta@espe.edu.ec, alexanderpalacioszurita@hotmail.com

RESUMEN

En este artículo se analiza la realidad de las 35 cooperativas de ahorro y crédito del cantón Latacunga en cuanto a su desempeño social en función de los principios universales del cooperativismo. Se describe la evolución que han tenido estas instituciones de economía popular y solidaria. Los resultados logrados a través de encuestas aplicadas a socios, empleados y miembros del directorio de dichas evidencian el accionar social cooperativo desde la óptica de los clientes así como de quienes prestan el servicio.

PALABRAS CLAVES.- Cooperación, Voluntad, Democracia, Autonomía, Social.

ABSTRACT

This article discusses the reality of credit unions in Latacunga in their social performance based on the universal principles of cooperation. It describes the evolution of these institutions have been popular and solidarity economy. The results obtained through surveys of members, employees and board members of such evidence the cooperative social action from the perspective of customers and those providing the service.

I. INTRODUCCIÓN

La conceptualización del cooperativismo inicia en el siglo XV, así como su inclusión en las actividades de la economía mundial. A mediados de siglo XVIII, la revolución industrial, robusteció al capitalismo y puso de manifiesto las contradicciones que este modelo traía consigo.

En los años 80 del siglo XX, el cooperativismo es considerado dentro del sector de la Economía Social o Solidaria, donde las familias a través del trabajo cooperado pueden satisfacer sus necesidades, e incluso desarrollarse en lo económico, productivo y social.

Friedrich W. Raiffeisen (1818-1888) constituyó cooperativas de créditos rurales que a través bajas tasas de interés dinamizaron el acceso a créditos en

ámbito agropecuario a la vez que se propició su desarrollo. En consecuencia se originó una sociedad de crédito que operaba bajo el principio de la responsabilidad solidaria, la cual se multiplicó rápidamente hasta nuestros días por su éxito.[1]

Términos como Economía Asociativa, Economía Solidaria, Nonprofit Sector, o Economía de Interés General, han sido empleados desde 1830 para referirse a una Economía Social que retoma fuerza en este siglo y se la define como: "... Toda actividad económica, basada en la asociación de personas en entidades de tipo democrático y participativo (un hombre un voto), con la primacía de las aportaciones personales y de trabajo sobre el capital..." [2].

El movimiento cooperativo ecuatoriano ha evolucionado a través de cuatro etapas: a) la primera ocurre en la última década del siglo XIX, cuando en las ciudades de Quito y Guayaquil se crean varias organizaciones artesanales y de ayuda mutua; b) la segunda es a raíz de la promulgación de la primera Ley de Cooperativas en el año de 1937, cuya finalidad era la de organizar a los movimientos campesinos, en cuanto al modo de producir y administrarse, mediante la aplicación del modelo cooperativista; c) la tercera etapa sucede a mediados de los años sesenta puesto que se expide en 1964 la Ley de Reforma Agraria y en 1966 la nueva Ley de Cooperativas, el crecimiento del sector de ahorro y crédito es evidente a nivel nacional, [3] d) la última etapa se vive desde el 10 de Mayo de 2011 en que se publicó en el Registro Oficial No. 444, la Ley de Economía Popular y Solidaria y del sector Financiero Popular y Solidario [4], dicho cuerpo legal regula temas como: mínimos de liquidez, solvencia patrimonial, indicadores de gestión, prudencia financiera, administrativa y financiera, la transparencia y el desempeño social de todas las Cooperativas de Ahorro y Crédito. [5]

Lo social hace referencia al conjunto de motivos e intenciones, de un grupo de personas u organización realizadas voluntariamente en lo cooperativo para colocar lo económico al servicio de la complacencia de las necesidades de sus asociados que priman sobre la racionalidad económica. [6] Las cooperativas tanto a nivel internacional y nacional se

basan en siete principios universales: 1. Asociación voluntaria y abierta. 2. Control democrático por los asociados. 3. Participación económica de los asociados. 4. Autonomía e Independencia. 5. Educación, capacitación e información. 6. Cooperación entre cooperativas. 7. Preocupación por la comunidad. [7]

La proliferación de Cooperativa de Ahorro y Crédito (CAC) localmente es tan evidente como su crecimiento económico, su visión social reflejada en el cumplimiento de los principios universales a los que deben regirse están en cuestionamiento, la legislación por muchos años les ha permitido operar como elementales entidades de intermediación financiera. La presente investigación tuvo como objetivo el analizar la realidad de la Gestión Social del sector cooperativo de ahorro crédito en el cantón Latacunga en la Provincia de Cotopaxi.

II. DESARROLLO

2.1 Fundamentación Teórica del Balance Social

La teoría básica, se afianza en las formulaciones de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), organismo generador de modelos ya implementados en empresas de capital. Posteriormente la ACI, organismo auxiliar de la ONU que comparte acciones con la OIT, a instancias del movimiento cooperativo de Mondragón, desde 1995 viene desarrollando un balance social, analizado en variados escenarios, ampliado, experimentado y enriquecido entre los movimientos cooperativos del País Vasco, de Argentina y Centro América, resultando una amplia conceptualización y un modelo propio adaptado a la Identidad Cooperativa. [8]

2.1.1. Definiciones de Balance Social

La teoría del balance social es de reciente inserción en las ciencias económicas y de la administración, viene de la necesidad de conocer y evaluar las acciones empresariales que denotan preocupación por los sujetos intervinientes en el proceso productivo: trabajadores, propietarios, clientes, proveedores, comunidad y Estado. [9]

El primer modelo de balance social cristalizó propósitos altruistas de las empresas y sus gestores, entendiéndose como la medición de la bondad de las instituciones respecto a cómo la gente y los observadores (externos o internos) consideraban su desempeño social. Desde la perspectiva administrativa, es el establecimiento de relaciones simbólicas entre indicadores de eficiencia y de desempeño, a la manera como se establece el balance financiero.

El Balance Social es el instrumento que mide y evalúa sistemáticamente, la situación de la

organización en cuanto a su gestión social en un período determinado, cumpliendo con los siguientes objetivos [10]:

- Evaluar el desempeño social de las organizaciones en un momento determinado.
- Ser la base para planificar las actividades de la organización en beneficio de todos los interesados, conforme la política social de la institución.
- Responder a las exigencias de información de todos sus públicos.
- Evaluar los resultados de la acción social de la organización empresarial.
- Lograr proyección social de la organización empresarial.
- Medir y controlar las consecuencias, los costos y los beneficios sociales de sus actos.
- Corregir el manejo y dirección de los recursos involucrados en las acciones sociales.

El logro de estos objetivos, la producción del Balance Social, el registro de información social, facilita las siguientes acciones administrativas:

- La planificación.
- La participación.
- La descentralización.
- El autocontrol.
- Integración psicológica y funcional.

III. PROCEDIMIENTO

Se aplicaron los métodos: científico, histórico y descriptivo. El método científico para realizar una recopilación bibliográfica (internet, libros, leyes, reglamentos y revistas) relacionados con la temática a investigar con el fin de fundamentar el marco teórico y conocer de manera específica la importancia de la gestión social en el sector cooperativo. El método histórico permitió analizar e incorporar en la investigación la información acerca de la evolución del cooperativismo en los últimos años y el método descriptivo para exponer al detalle las situaciones, eventos, personas, interpretaciones y comportamientos del movimiento cooperativo de ahorro y crédito.

En el proceso investigativo se estudió la información contenida en cuerpos legales vigentes, artículos de revistas científicas, experiencias previas de gestión social, documentos digitales alojados en páginas de internet, material bibliográfico de organizaciones nacionales e internacionales, libros, ponencias de congresos, seminarios, simposios,

vinculados al movimiento cooperativo, procurando aportar un legítimo valor documental a este trabajo.

Adicionalmente se aplicaron encuestas a socios, personal administrativo y directivo de las Cooperativas de Ahorro y crédito del cantón.

En Latacunga existen 35 Cooperativas de Ahorro y Crédito (CAC) identificadas por el Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES) como activas dentro del Sistema Financiero Popular y Solidario.

Tabla 1 CAC de Latacunga

No.	COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO	PARROQUIA
1	ALIANZA FINANCIERA	Eloy Alfaro
2	ANDINA	La Matriz
3	COOPINDIGENA	Eloy Alfaro
4	COOPTOPAXI	Eloy Alfaro
5	COORCOTOPAXI LTDA	Eloy Alfaro
6	COTOPAXI LTDA	Pastocalle
7	DE LA CÁMARA DE COMERCIO LATACUNGA	La Matriz
8	EBENEZER LTDA	La Matriz
9	EDUCADORES PRIMARIOS DE COTOPAXI	La Matriz
10	EXITO	La Matriz
11	ILINIZA	Toacaso
12	INDÍGENA SAC LATACUNGA	La Matriz
13	INNOVACIÓN ANDINA	La Matriz
14	JATUN MACA	Poaló
15	LIBERTAD 3	Pastocalle
16	LOS ANDES DEL COTOPAXI	Pastocalle
17	LOS CHASQUIS DE PASTOCALLE	Pastocalle
18	MOSEÑOR LEONIDAS PROAÑO	La Matriz
19	MUSHUK MUYU LTDA	Eloy Alfaro
20	NUEVA ESPERANZA	Tanicuchí
21	PANAMERICANA	Juan Montalvo
22	SALUD DE COTOPAXI	La Matriz
23	SAN ANTONIO DE LASSO	Lasso
24	SAN ANTONIO DE TOACASO	Toacaso
25	SAN FERNANDO	Guaytacama
26	SEÑOR DEL ÁRBOL	Toacaso
27	SIERRA CENTRO	Eloy Alfaro
28	SUMAK KAWSAY	Eloy Alfaro
29	TAWANTINSUYO	Poaló
30	UNIBLOCK	Eloy Alfaro
31	UNIÓN MERCEDARIA	La Matriz
32	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	Eloy Alfaro
33	VIRGEN DEL CARMEN	Cuicuno
34	VIRGEN DEL CISNE	Eloy Alfaro
35	15 DE AGOSTO LTDA	Toacaso

El personal administrativo en estas instituciones es de 2271 (gerentes, miembros de consejos administrativos, de consejos de vigilancia, y empleados en general), el número de socios de estas cooperativas hasta abril del 2012 ascienden a

455.021, según datos de la Dirección Nacional de Cooperativas y del MIES.

Aplicando la técnica estadística se determinó siguiente muestra poblacional:

Tabla 2. Muestra Poblacional – CAC Latacunga

Muestra	Número	Porcentaje
Socios	288	69%
Gerentes y Empleados	130	31%
	418	100%

IV. ANALISIS DE RESULTADOS

PRINCIPALES RESULTADOS DE LA ENCUESTA REALIZADA A SOCIOS DE LAS COOPERATIVAS DE AHORRO Y CRÉDITO (CAC)

PREGUNTA A:

Tabla 3. Opinión sobre la actuación de las CAC de Latacunga en el ámbito de la responsabilidad social

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
SI	77	27%
NO	211	73%
	288	100%

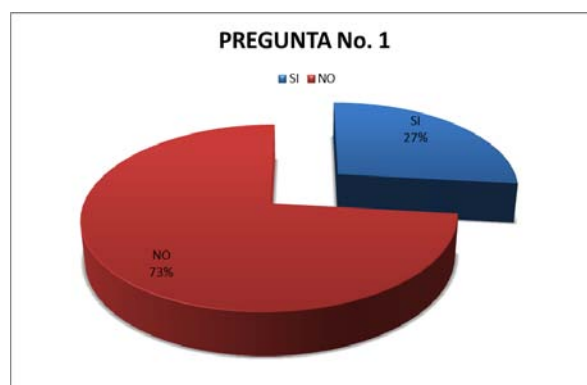


Fig. 1. Representación de la Pregunta No. 1 del Cuestionario dirigido a socios – CAC

Análisis: De esta pregunta se ha obtenido que la opinión en el 73% de los encuestados afirman que las cooperativas no actúan con responsabilidad social ya que no se visualizan acciones concretas que vayan en beneficio del área de influencia de cada una de las distintas cooperativas existentes.

PREGUNTA B:

Tabla 4 Opinión sobre creación de sanciones para las CAC que no presenten balance social

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
SI	286	99%
NO	2	1%
	288	100%

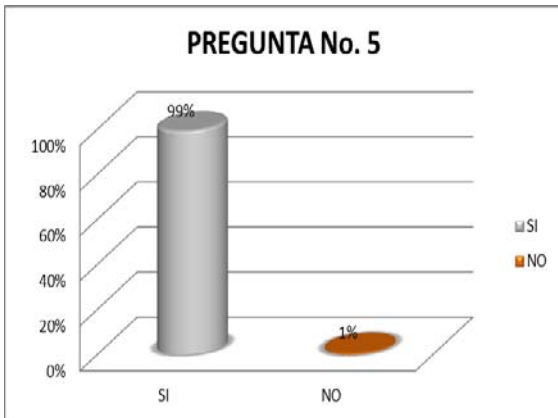


Fig. 2. Representación de la Pregunta No. 5 del Cuestionario dirigido a socios – CAC

Análisis: El 99% de socios están a favor de que sancionen a CAC que no justifiquen al cabo de un período su accionar social. La diferencia entre los Bancos y las Cooperativas no es sólo el interés que cobran en los créditos, sino en la forma en que a través de estos y de las utilidades generadas, aportan al mejoramiento de la calidad de vida de sus asociados.

PREGUNTA C:

Tabla 5 Opinión de la contribución de la CAC en el desarrollo de la comunidad

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
MB	3	1%
B	84	29%
R	5	2%
M	0	0%
NHC	196	68%
	288	100%

(MB) Muy bueno (B) Bueno (R) Regular (M) Malo (NHC) No hacen contribuciones.

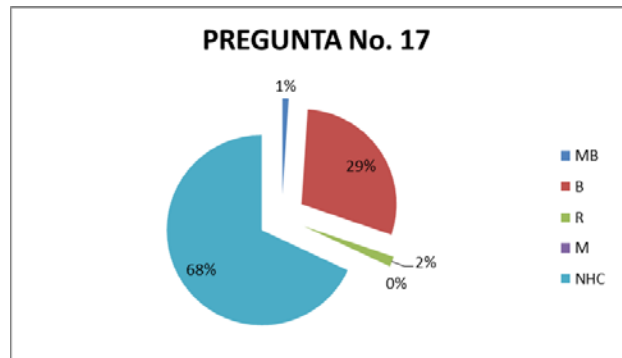


Fig. 3. Representación de la Pregunta No. 17 del Cuestionario dirigido a socios - CAC

Análisis: Son bastante preocupantes los resultados obtenidos en esta pregunta, los socios no identifican un aporte para el desarrollo de la comunidad donde está asentada la cooperativa, ya que para el 68% ésta no hace ningún tipo de contribución al área de influencia, el 29% manifiesta que es bueno el aporte, de este grupo de personas que afirmaron identificar un buen aporte se pudo identificar que pertenecían a las personas que habían recibido formación en cooperativismo.

RESULTADOS DE LA ENCUESTA REALIZADA A EMPLEADOS Y DIRECTIVOS DE LAS COOPERATIVAS DE AHORRO Y CRÉDITO (CAC)

PREGUNTA D:

Tabla 6 Opinión sobre la actuación de las CAC de Latacunga en el ámbito de la responsabilidad social

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
SI	99	76%
NO	31	24%
	130	100%

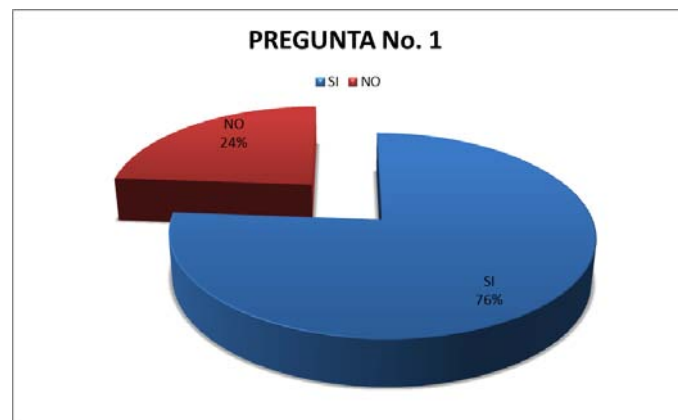


Fig. 4. Representación de la Pregunta No. 1 del Cuestionario dirigido a empleados - CAC

Análisis: El 76% de encuestados entre empleados y directivos afirman que las Cooperativas en el Ecuador actúan en el ámbito de la responsabilidad social, en contraste con el 73% de los socios encuestados afirman que las cooperativas no lo hacen, se concluye que hay una desunión de criterios pues lo que para las cooperativas es responder socialmente, para sus usuarios no lo es. O muy seguramente las cooperativas consideran que otorgar créditos abarca todo el concepto de responder socialmente ante su entorno.

PREGUNTA E:

Tabla 7 Aporte de la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria con modelos y formatos tipo para elaborar el balance social

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
SI	5	4%
NO	125	96%
	130	100%

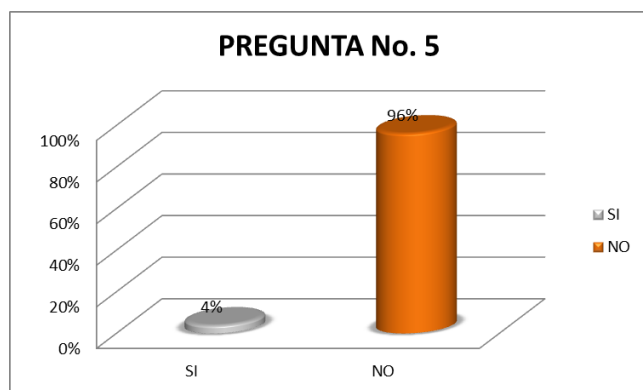


Fig. No. 5 Representación de la Pregunta No. 5 del Cuestionario dirigido a empleados - CAC

Análisis: El 99% de las CAC aseguran que la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria hasta el presente año en que se tabularon los datos de la encuesta no ha emitido modelos ni formatos tipo para elaborar el balance social de la Cooperativa.

VI. REFERENCIAS

[1]. Izquierdo Albert, Consuelo E (2005), El cooperativismo, una alternativa de desarrollo a la globalización neoliberal para América Latina: una visión desde la identidad cooperativa. Cuba.
 [2]. CEPES (1992), I Congreso de la Economía, Madrid.

[3]. Da Ros, Giuseppina (2004), El cooperativismo en el Ecuador: antecedentes históricos, situación actual y perspectivas, www.neticoop.org.uy/article173.html
 [4]. ACI (Alianza Cooperativa Internacional para las Américas) (2011), Ecuador: Ley de Economía Popular y Solidaria publicada en el Registro Oficial <http://www.aciamericas.coop/LEY-DE-ECONOMIA-POPULAR-Y>
 [5]. Presidencia de la República. (2012). Reglamento General de la Ley Orgánica de la Economía Popular y Solidaria y del Sector Financiero Popular y Solidario.: <http://www.sigob.gob.ec/decretos/>
 [6]. Zabala Salazar, Hernando (2010), La construcción del Balance Social Cooperativo. Antioquia. CEDECOOP.
 [7]. Fernández Lorenzo, L., Geba, N., Montes, V., & Schapostnik, R. (2002). Balance social cooperativo integral. Un modelo argentino basado en la identidad cooperativa. Buenos Aires. Universidad Nacional de La Plata
 [8]. OIT, E. T. (2001). *Manual de balance social*. Lima : OIT
 [9]. Mugarra Elorriaga, A. (1995). *El balance social aplicado a las cooperativas*. Bilbao: Universidad Deusto.
 [10]. Fernández Villa, M. I. (1995). Balance social, función del cooperativismo. *Revista UCC No. 23*.

BIOGRAFÍA



Carla Acosta. Nació en Ambato provincia de Tungurahua en Ecuador. Es graduada de la Universidad Técnica de Ambato. Ambato – Ecuador en Gestión de Empresas y Contabilidad - Auditoría en el año 2002 cuenta con un masterado en Gestión de Empresas de la Escuela Politécnica del Ejército de Quito Ecuador. Actualmente docente del Departamento de Ciencias Económicas, Administrativas y del Comercio de la Escuela Politécnica del Ejército en la ciudad de Latacunga Ecuador, donde se desempeña como docente. Trabaja en el área de contabilidad y auditoría. Email: cpacosta@espe.edu.ec.



Alexander Palacios. Nació en Ambato provincia de Tungurahua en Ecuador. Es graduado de la Escuela Politécnica Nacional, Quito – Ecuador en Ingeniería Agroindustrial en el año 2009 y cuenta con un masterado en Gestión de Empresas de la Escuela Politécnica del Ejército de Quito Ecuador. Actualmente docente del Departamento de Ciencias Administrativas de la Escuela Politécnica Agropecuaria de Manabí en la ciudad de Portoviejo Ecuador, donde se desempeña como docente. Trabaja en el área de administración de producción y operaciones. Email: alexanderpalacioszurita@hotmail.com.

Implementación de un sistema de osciloscopio a bordo para monitoreo de sensores de un vehículo Ford F-150 Flareside

Washington Morales¹Diego Campaña²Germán Erazo³

^{1,2,3}Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica , Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Márquez de Maenza S/N Latacunga, Ecuador.
email :downfall_angel316@hotmail.com, diego_atecapsa@yahoo.com, wgerazo@espe.edu.ec.

RESUMEN

Se diseña y construye un osciloscopio a bordo de un vehículo FORD F-150 FLARESIDE para el monitoreo gráfico en tiempo real de las señales que emiten cada uno de los sensores y actuadores que intervienen en el sistema de inyección electrónica de combustible con el propósito de diagnosticar posibles fallas y proponer soluciones específicas.

Para su puesta en operación fue necesario obtener las señales en paralelo de la entrada de la ECM del vehículo. Basándose en el esquema de la disposición de pines y el diagrama eléctrico general propuesto en el manual del taller del vehículo, se tomaron señales de los sensores CMP, TPS, MAF y de los inyectores 5, 6, 7 y 8; todos ellos ubicados en el ala izquierda del block del motor, de manera que se constituyó un nuevo arnés el cual irá directamente conectado al osciloscopio permitiéndole así monitorear las diferentes señales.

Dentro de lo que significó el desarrollo del osciloscopio intervinieron elementos eléctricos y electrónicos, así como también diferentes configuraciones en el hardware y la disposición de una programación para el control de cada uno de los elementos tales como la GLCD, el panel táctil, el microcontrolador, etc.

El sistema en sí es una herramienta multipropósito de fácil acceso, además de ser aplicable para distintos tipos de vehículos de cualquier marca que cuenten con sistema de inyección electrónica de combustible o que a su vez cuenten con los sensores y actuadores que están en análisis en este trabajo de investigación.

Palabra Clave: Osciloscopio a bordo para monitoreo de sensores

ABSTRACT

The project aims to design and build an oscilloscope on board a vehicle FORD F-150 Flareside for monitoring real-time graph of the signals from each of the sensors and actuators involved in the injection system electronic fuel in order to diagnose potential system failures and propose specific solutions.

For the implementation of the project was necessary to obtain parallel signals the entrance to the vehicle ECM. Based on the pinout of the ECM and the proposed general wiring diagram in the shop manual the vehicle, were taken the sensors signals: CMP, TPS and MAF, also were taken injectors signals: 5, 6, 7 and 8, all located in the left wing of the engine block, that led to form a new wiring harness which would be directly connected to the oscilloscope, who is in charge to monitor the various signals.

In what marked the development of the project were involved a lot of electrical and electronic items, as well as different hardware configurations, create a new programming to control individual elements such as the GLCD, touch panel, the microcontroller etc.

The system itself is an easy access multipurpose tool, which could be applicable to many different types of vehicles of any brand long as they have electronic fuel injection system, or they count with the appropriate sensors and actuators that are being analyzed in this project.

By understanding how the device works, the technicians will reach a better training in the field of automotive diagnostics, with which they could ensure a better determination as to criteria for flaws in the vehicle, taking into account that nowadays all vehicles manufactured come equipped with electronic systems.

I. INTRODUCCIÓN

Conforme avanza el tiempo, se ha ido fusionando la electrónica de aplicación con la ingeniería automotriz para desarrollar vehículos con mejores características. Es esta la razón principal por la cual los fabricantes de vehículos buscan siempre innovaciones en su campo para estar al día en lo que se refiere a la tecnología.

En lo relacionado a la gestión del automóvil, los tableros de instrumentos de los vehículos serie disponen funciones elementales que permiten verificar y controlar parámetros básicos de funcionamiento; mientras que sistemas de monitoreo avanzado solo poseen vehículos de gama alta.

La falta de funciones en el sistema de monitoreo, genera dudas en los usuarios ya que no pueden verificar si las variables principales del vehículo están trabajando dentro de los rangos seguros de funcionamiento.

En base a esta problemática, se determinó necesario el diseño e implementación de un osciloscopio a bordo para el monitoreo de sensores en el automóvil, haciendo de éste un dispositivo que brinde confianza y seguridad al usuario.

Hay disponibles soluciones que tienen aplicación funcional con costos de adquisición e implementación elevados. Además de ser intransferibles, están elaborados para cierta gama de vehículos.

A. Descripción del sistema

El dispositivo es un sistema de monitoreo gráfico en tiempo real de varios componentes del sistema digital de inyección entre los que se encuentran sensores y actuadores. Dentro del automóvil, sus funciones principales son la de monitorear las señales emitidas por dichos componentes a través de una pantalla gráfica, para determinar el funcionamiento de cualquiera de estos elementos.

Los diversos mecanismos implementados en el sistema permiten:

- Monitorear de manera precisa y en tiempo real las señales que emiten diversos elementos implicados en el sistema de inyección del vehículo.
- Analizar la configuración de las curvas y de los parámetros a ser obtenidos bajo cualquier condición de funcionamiento del motor.
- Determinar y comparar las curvas obtenidas con las ideales bajo determinados parámetros y condiciones de trabajo.

- Diagnosticar posibles fallas o errores que se estén suscitando en el sistema de inyección de combustible para luego proponer soluciones.

B. Requisitos del sistema

Los requisitos se detallan teniendo en cuenta las condiciones del ambiente de trabajo, las especificaciones del vehículo y las características de funcionamiento del sistema

C. Requisitos en base al ambiente de trabajo

- Inmunidad al ruido e interferencia eléctrica provenientes de elementos del motor o subsistemas anexos a éste.
- Protección ante vibraciones provenientes del trabajo del motor o como consecuencia de la rodadura sobre superficies irregulares.
- Capacidad de procesamiento y visualización bajo severas temperaturas de trabajo.
- Impacto moderado en los sistemas de sensado y diagnóstico del vehículo.

D. Requisitos en base a especificaciones vehiculares

- Protección ante la presencia de contra tensiones generadas por ciertos elementos del sistema de inyección.
 - Colocación de sistema de seguridad contra conexión invertida y sobre voltajes, para así evitar daños prematuros y permanentes en el subsistema de procesamiento y diagnóstico o de visualización.
 - Manejo de filtros para la lectura nítida de las señales obtenidas y su correcto procesamiento en los sistemas subsiguientes

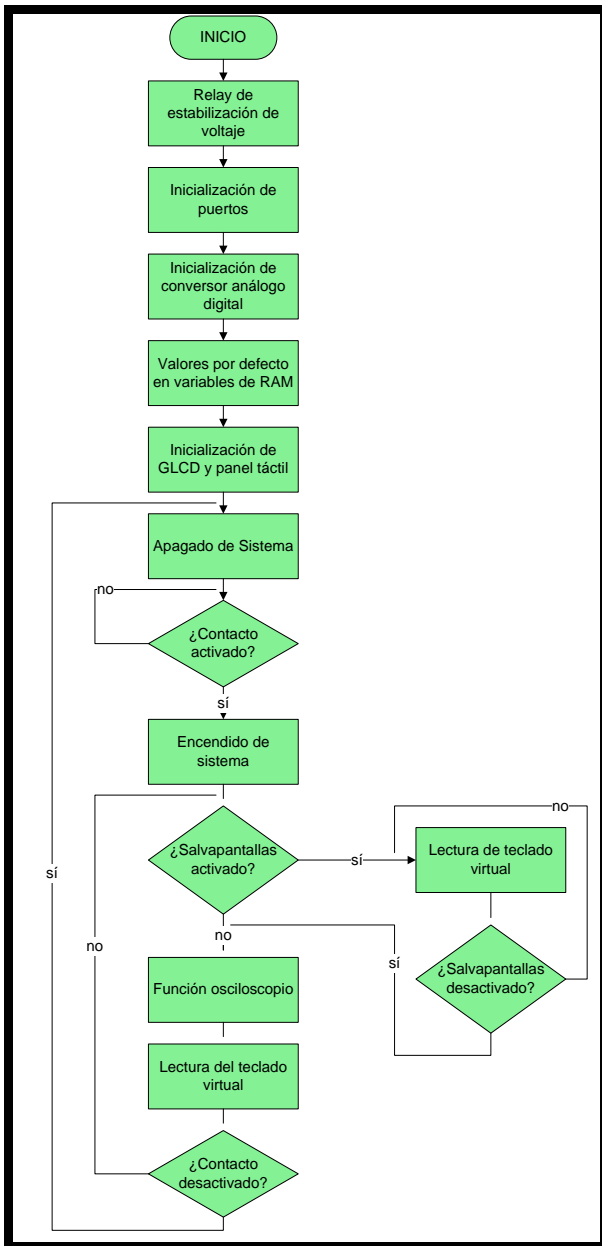
II. DESARROLLO

Mediante los diagramas de flujo se aprecia el funcionamiento del sistema paso a paso, como complemento se ha empleado mapas de bits acerca de cada una de las pantallas que se despliegan en la GLCD a medida que el operario hace uso de los diferentes comandos virtuales presentes en cada una.

A. Programa Principal

El programa empieza con la inicialización de los puertos, con el conversor análogo digital y además con el establecimiento de ciertos valores por defecto

en las distintas variables de la memoria RAM del sistema.



Fuente: Campaña D. – Morales W.- Erazo
Fig. 1: Diagrama de flujo del programa principal.

Una vez inicializado el programa se procede con la verificación de la posición de contacto en el switch de ignición creando un bucle infinito en caso de no detectarse dicha posición, el programa se encargará de siempre estar preguntando si la posición de contacto fue adquirida o no, y una vez que dicha condición ha sido cumplida se da inicio con el sistema en sí.

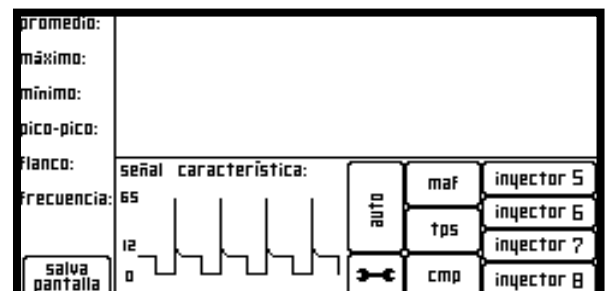
El primer punto de visualización es un mensaje de bienvenida que se despliega en la pantalla el cual nos índice que el sistema ha iniciado su trabajo en lo

que se refiere a la adquisición de señales bajo un proceso que se detalla en la figura 2.



Fuente: Campaña D. – Morales W. Erazo G
Fig. 2: Mensaje de bienvenida despegado en la pantalla de la GLCD.

Después de unos segundos el mensaje de bienvenida va a desaparecer y en su lugar aparecerá la imagen de la pantalla principal del sistema, sobre la cual se despliegan los menús de comandos virtuales, parámetros de medición, mapas de bits con las curvas características de cada señal y el plano cartesiano sobre el cual se gráfica la señal deseada.

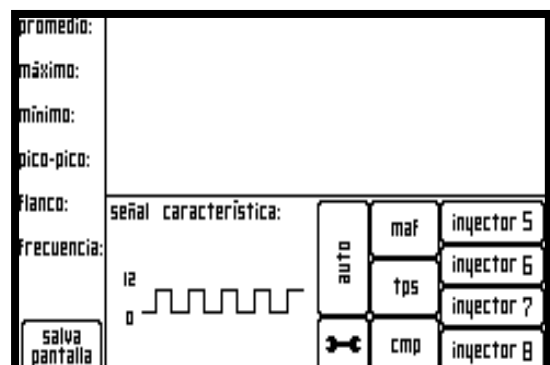


Fuente: Campaña D. – Morales W. Erazo G

Fig. 3: Mapa de bits de la pantalla principal del sistema.

La pantalla que se visualiza por default es la del inyector 5 para el encendido del osciloscopio.

Mediante la activación de los diferentes comandos virtuales de las señales podemos ingresar a nuevas pantallas en las cuales se logra monitorear las señales adquiridas a través de la ECM del vehículo.



Fuente: Campaña D. – Morales W. Erazo G
Fig.4. Mapa de bits para la activación del TPS, MAF y CMP.

El sistema también ofrece una opción de salva pantallas en caso de inactividad mediante el cual el sistema se coloca en stand by y despliega una pantalla en la que se visualiza el logotipo de Ford F-150 con un único comando virtual que sirve para abandonar el salva pantalla y volver al modo de osciloscopio.



Fuente: Campaña D. – Morales W. Erazo G.
 Figura 5: Mapa de bits para la activación del salva pantallas.

III. PROCEDIMIENTO

A. Comandos de Monitoreo.

MAF

Permite monitorear la señal del sensor de flujo de aire y sus respectivos parámetros de funcionamiento.



Fig.6. Comando MAF

El sensor MAF mide el flujo de aire que ingresa al vehículo a través del colector de admisión.



Fig. 7. Monitoreo del sensor MAF.

TPS

Permite monitorear la señal del sensor de posición de la mariposa de aceleración y sus respectivos parámetros de funcionamiento.



Fig.8. Comando TPS

Su función radica en registrar la posición de la mariposa enviando la información hacia la unidad de control.



Fig 9. Monitoreo del sensor MAF.

CMP

Permite monitorear la señal con respecto a la posición angular del motor y sus respectivos parámetros de funcionamiento.



Fig. 10. Comando CMP

El CMP tiene como objetivo conocer la posición del árbol de levas enviando esta señal a la ECM.



Fig.11. Monitoreo del sensor MAF.

INYECTORES

Permite monitorear la señal de los diferentes actuadores del motor y sus respectivos parámetros de funcionamiento.

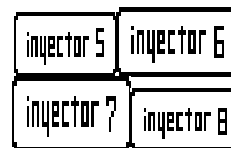


Fig.12. Comando Inyectores

Los inyectores son diseñados para entregar cantidades pequeñas y precisas de combustible hacia el múltiple de admisión



Fig.13. Monitoreo del sensor MAF.

3.2. PUESTA A PUNTO DEL SISTEMA

Para configurar el sistema, debemos encender el vehículo, y presionar el comando ajustes ubicado en la parte inferior de la pantalla principal.

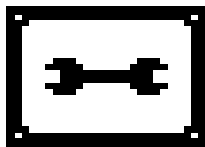


Fig.14. Comando de Ajustes

Una vez activado el comando de ajustes, aparecerá una nueva pantalla con determinadas instrucciones a seguir con el fin de llevar a cabo las respectivas calibraciones.

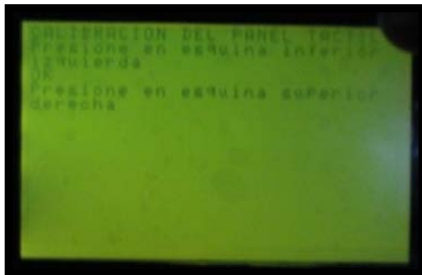


Fig. 15. Calibración del panel táctil esquina superior derecha

Después de llevar a cabo las instrucciones de manera exitosa, nos volverá a aparecer la pantalla principal con sus respectivos comandos.

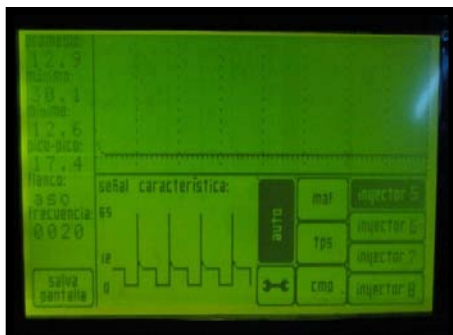


Fig. 16. Pantalla Principal

IV. RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos d la presente investigación

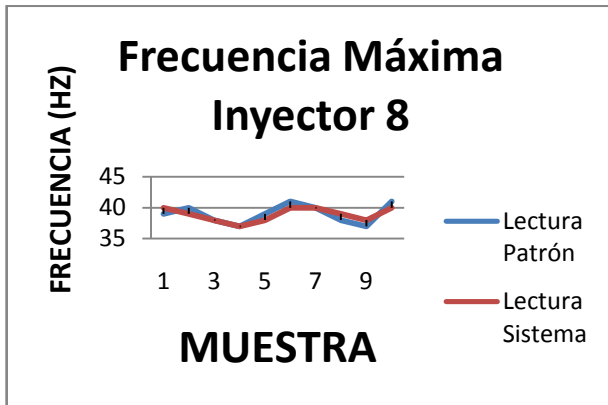
son:

- Nitidez en la lectura de las señales emitidas por los diversos elementos y su posterior procesamiento y visualización en referencia a la frecuencia de muestreo.
- Alta velocidad de captura y comparación, conversión, procesamiento y visualización de los datos.
- Exactitud en la configuración de ajuste de los parámetros inmersos en el funcionamiento del sistema para su correcta visualización.
- Calibración adecuada de los ejes de voltaje y tiempo, y así mismo de sus canales y elementos ajustables.
- Correcto funcionamiento de las interfaces utilizadas, así como la interacción adecuada y pertinente de estas con los microcontroladores.
- Apropiada actualización de datos en tiempo real en la GLCD de acuerdo a las frecuencias de muestreo establecidas para cada elemento a ser analizado.
- Correspondencia lógica entre los valores medidos de cada uno de los elementos interventores y los valores calculados mediante las funciones de transferencia.
- Entrega exacta de voltaje desde los reguladores lineales hacia los dispositivos electrónicos que intervienen en el sistema.

Tabla 1: Medición de la frecuencia de la señal del inyector número 8.

M U E S T R A	LECTURA PATRON (Hz)		LECTURA SISTEMA (Hz)		ERROR (%)	
	Mínimo	Máxim o	Mínimo	Máxim o	Mínimo	Máximo
	1	22	39	24	40	4,545
2	23	40	22	38	4,348	2,500
3	24	38	21	37	0,000	0,000
4	21	37	20	38	4,762	0,000
5	20	39	23	40	5,000	2,564
6	23	41	24	39	0,000	2,439
7	22	40	22	39	0,000	0,000
8	24	38	24	40	4,167	2,632
9	21	37	20	41	4,762	2,703
10	20	41	21	3	0,000	2,439

Por motivos de accesibilidad en el motor, se tomaron los inyectores 5, 6, 7 y 8 del vehículo para su análisis y monitoreo, todos ellos están ubicados en el ala izquierda de la "V" del block del lado del conductor.



Fuente: Campaña D. – Morales W.

Fig. 17. Curva de dispersión de la frecuencia máxima del inyector 8.

Tabla 2: Error máximo para cada prueba ejecutada

VARIABLE MEDIDA	ERROR MÁXIMO (%)
Frecuencia Mínima del CMP	2,222
Frecuencia Máxima del CMP	0,707
Voltaje Mínimo del TPS	2,857
Voltaje Máximo del TPS	0,822
Voltaje Mínimo del MAF	6,061
Voltaje Máximo del MAF	0,811
Frecuencia Mínima del Inyector 5	5,000
Frecuencia Máxima del Inyector 5	5,128
Frecuencia Mínima del Inyector 6	10,000
Frecuencia Máxima del Inyector 6	5,263
Frecuencia Mínima del Inyector 7	8,696
Frecuencia Máxima del Inyector 7	2,703
Frecuencia Mínima del Inyector 8	5,000
Frecuencia Máxima del Inyector 8	2,703

Fuente: Campaña D. – Morales W.

VI. CONCLUSIONES.

- Se diseñó, construyó e implementó un osciloscopio a bordo de un vehículo Ford F-150 Flareside para el monitoreo gráfico en tiempo real de las señales emitidas por sensores y actuadores escogidos previamente.
- Se desarrolló una programación apta para el manejo exacto de cada uno de los controladores en cuanto a señales analógicas y pulsantes se refiere, mediante lo cual fue posible intervenir parámetros de referencia tales como la regulación de variables en los ejes, el encendido y alimentación del sistema, la posición de contacto y el escogitamiento de los canales a ser analizados y muestreados.

- Se elaboró un hardware basado en micro electrónica automatizada para el monitoreo de señales emitidas correspondientes al sistema de inyección electrónica de combustible del vehículo.
- El sistema presenta un desarrollo eficiente, debido a la calidad de herramientas que se utilizaron durante su construcción.
- El compilador MIKRO C DSPIC permitió la programación del firmware del microcontrolador con relativa facilidad mientras que el PROTEUS realizar ciertas simulaciones del hardware y firmware.
- El software EAGLE facilita el diseño de los diagramas electrónicos.
- Se desarrollaron pruebas determinantes en el vehículo mediante el uso del sistema.
- Las pruebas realizadas arrojaron resultados exactos y positivos que nos indican que el prototipo del sistema de monitoreo es sumamente confiable, versátil y su desempeño es alto.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- [1] BATES Martin (2006), Interfacing PIC Microcontrollers: Embedded Design by Interactive Simulation, Burlington MA 01803, USA: Elsevier.
- [2] CROUSE William (1992), Equipo eléctrico y electrónico del automóvil, México: Alfaomega.
- [3] IBRAHIM Dogan (2008), Advanced PIC Microcontroller Projects in C, Burlington MA 01803, USA: Elsevier.
- [4] IBRAHIM Dogan (2006), Microcontroller Based Applied Digital Control, England: John Wiley & Sons.



BIOGRAFIA.

Washington Morales, nació en Ambato, Ecuador. Es ingeniero Automotriz, presta sus servicios profesionales en asesoramiento de sistemas automotrices.

Diego Campaña, nació en Ambato Ecuador. Es ingeniero Automotriz, presta sus servicios profesionales en asesoramiento de sistemas automotrices.



Germán Erazo nació en Latacunga, Ecuador. Es ingeniero Automotriz, ingeniero Industrial dispone estudios de Posgrado en Autotrónica, Gerencia de Marketing, Gerencia de Proyectos, Diseño Curricular, Energías Renovables y Administración de Empresas, Docente Tiempo completo en la Escuela Politécnica del Ejército desde 1993. Imparte servicios de asesoramiento y capacitación en mecánica y electrónica automotriz.

Análisis de los efectos en la compresión de imágenes en formato JPEG al utilizar bloques de píxeles diferentes al del estándar establecidos de 8x8

E. Galarza Zambrano, J. Bucheli Andrade

Departamento de Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga,
Quijano y Ordóñez S/N y Hermanas Páez, Latacunga, Ecuador
Email: eegalarza@espe.edu.ec, jgbucheli@espe.edu.ec

RESUMEN

El procesamiento de las imágenes es un campo de investigación de alto interés en la actualidad en el que se destacan diferentes aspectos sobre los que se actúan con la finalidad de obtener un desempeño adecuado de las imágenes que se utilizan en forma fija o en movimiento.

El procesamiento de imágenes incluye aspectos relacionados esencialmente con la factibilidad de determinar elementos que son parte de las imágenes, o en otros casos, se trata de establecer la forma más conveniente de almacenar y transmitir la información de tal manera que se lo haga en la menor cantidad de tiempo utilizando mínimos recursos.

Uno de los formatos más utilizados para la compresión de imágenes es el denominado JPEG, el cual se lo utiliza debido a su alta funcionalidad en lo que se refiere a resultados de compresión - calidad y a las disponibilidades con respecto a las técnicas que se utilizan para su procesamiento, basándose en la formación de bloques de píxeles de tamaño 8x8.

El presente trabajo describe los efectos de la compresión de imágenes cuando se utiliza bloques de tamaño diferente al que establece el formato de estándar JPEG, pero que utiliza el mismo elemento fundamental de compresión basado en las variaciones espectrales de la información que se presenta utilizando la transformada coseno y cuyos resultados son lo que se incluyen en el presente artículo.

Palabras claves— Compresión, imágenes, jpeg, procesamiento, transformada coseno.

ABSTRACT

The image processing is an investigation field of high interest in which there are highlighted different aspects that act in order to obtain adequate performance of the images used in a fixed or moving form.

The Image processing includes aspects that essentially determine the feasibility of elements that are part of the images, or in other cases, it involves setting the most convenient way to store and transmit information in a way that uses the lower amount of time using minimal

resources. One of the most common formats for image compression is JPEG, which is used due to its high functionality regarding the compression - quality results and the availability with respect to the techniques used for processing the images, based on the formation of blocks of 8x8 pixels in size.

This paper describes the effects of image compression when using different sized blocks from those that sets the standard JPEG format, but uses the same compression fundamental spectral variations based on the information presented using the Cosine Transform. The results are those that are included in this article.

I. INTRODUCCIÓN

Las fotografías son la forma más común y el medio más conveniente de llevar o transmitir la información, una fotografía puede expresar muchos más que varias palabras describiendo aspectos tales como la posición, el tamaño e interrelaciones entre los objetos. Estas figuras incluyen información espacial que puede determinar el reconocimiento de los objetos.

El ser humano, debido a sus capacidades intelectuales adquiridas a través de miles de años de evolución, cuenta con la capacidad de establecer características adecuadas de la información que se presenta en una imagen. Alrededor del 75 % de la información que recibe el ser humano es de tipo imagen [1].

II. DESARROLLO

A. Imágenes Digitales

Las imágenes digitales son elementos obtenidos a partir de adquisición de información mediante el sensado en el que se involucra la electrónica y que se obtiene a partir de documentos tales como fotografías, escritos, textos impresos y fotograbados especiales.

Las imágenes digitales son muestreadas y mapeadas considerando unas "rejillas" (del inglés grids) en las que se incluyen puntos a los que se les conoce como "picture elements" (píxeles o pels). A cada uno de los píxeles se le asigna un valor de tono o nivel en el que valores bajos corresponde a intensidades oscuras y valores altos a luminosidades claras.

Los dígitos binarios para cada uno de los píxeles se almacenan en una secuencia que es definida por un dispositivo de procesamiento digital y que se reduce de alguna manera a una representación matemática. La información es posteriormente leída por otro dispositivo de procesamiento digital para producir una versión análoga para presentación en una pantalla o para su impresión [2].

B. Formación de la Imagen

Una de las formas más comunes para la obtención de las imágenes es mediante el uso de cámaras fotográficas que hacen uso de sensores especiales sensibles a la intensidad de la luz que reciben. Estos sensores determinan la calidad de las imágenes que se crean y que también se relacionan con el número de sensores individuales y de los píxeles que se registran. Las cámaras fotográficas que se utilizan se caracterizan por una baja resolución, rango dinámico limitado y baja velocidad de películas ISO equivalentes y que significa no producir imágenes de alta calidad [3].

La forma más común para la obtención de las imágenes en la actualidad es mediante el uso de cámaras que utilizan sensores CCD (Coupled Charge Devices) los cuales corresponden a un arreglo rectangular de filas y columnas constituidas de celdas fotosensitivas, las cuales producen una corriente eléctrica que es dependiente de la luz que reflejada el cuerpo que la recibe.

Todos los elementos sensores se encuentran ubicados sobre un circuito integrado, en el cual también se forma un arreglo rectangular y cuya disposición presenta la mínima distorsión posible y que al mismo tiempo produce una salida lineal con respecto a la luz emitida.

Toda la información adquirida constituye una trama, la cual es transferida a un sistema de almacenamiento de memoria en un computador [4].

Cada pixel en una imagen corresponde a una parte de un objeto físico en el mundo real tridimensional. Este objeto físico está iluminado por algún tipo de luz, de la cual, una parte es absorbida por el cuerpo, mientras que la otra parte es reflejada. Parte de la luz que se refleja llega al arreglo de sensores y registran unos niveles de acuerdo a la intensidad que reciben. Los valores que registran cada uno de los sensores dependen de la curva de sensibilidad del sensor.

Cuando uno de los fotones de una cierta longitud de onda llega al sensor, su energía es multiplicada con el valor establecido en la curva de sensibilidad del sensor para esa longitud de onda. La energía total que es adquirida por el sensor se utiliza para determinar el nivel de gris del píxel relacionado con ese sensor [5].

Las cámaras cuentan con tres sensores que son sensibles a los colores que forman la imagen, rojo (R), verde (G) y azul (B), los cuales se encuentran desplazados cada uno respecto al otro y que permiten

formar las matrices que se incluyen en el almacenamiento de las imágenes.

R	G	B	R	G	B	R	G	B
G	B	R	G	B	R	G	B	R
B	R	G	B	R	G	B	R	G
R	G	B	R	G	B	R	G	B
G	B	R	G	B	R	G	B	R
B	R	G	B	R	G	B	R	G

Fig. 1. Arreglo de sensores en la cámara fotográfica

C. Transformada Coseno Bidimensional

La transformada coseno bidimensional convierte una matriz de tamaño $n \times n$ en otra matriz del mismo tamaño que se caracteriza por que todos sus elementos son reales. La transformada coseno bidimensional se calcula mediante la ecuación 1 [6].

$$B_{pq} = \alpha_p \alpha_q \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} A_{mn} \cos \frac{\pi(2m+1)p}{2M} \cos \frac{\pi(2n+1)q}{2N}$$

$$\begin{aligned} 0 \leq p \leq M-1 \\ 0 \leq q \leq N-1 \end{aligned} \quad (1)$$

En donde

$$\alpha_p = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{M}}, p = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{M}}, 1 \leq p \leq M-1 \end{cases}$$

$$\alpha_q = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{N}}, q = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{N}}, 1 \leq q \leq N-1 \end{cases}$$

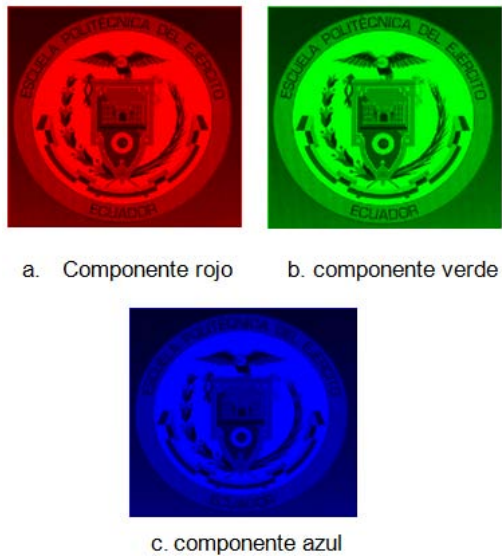


Fig. 2. Componentes de una imagen a color

M y N corresponden al número de filas y columnas de A , respectivamente. Si se aplica la DCT a datos reales, el resultado es también real [7].

D. Formato JPEG

La norma UISO/IEC 10918-1 de 1993 de la CCITT (Comité Consultivo Internacional de Telefonía Y Telegrafía) [8] establece normas que son aplicables a imágenes de tonos con variaciones continuas o fijas. Se considera un amplio rango de aplicaciones en las que se requiere de compresión de las imágenes.

En forma general la recomendación T81 que se incluye en esta norma establece lineamientos para convertir la imagen fuente en datos comprimidos, procedimientos para la recuperación de los datos, guías para la implementación de los procedimientos anteriores así como también códigos especiales para representar los datos de las imágenes comprimidas.

El estándar JPEG que se propuso en 1991 de manera inicial se establecía para que trabajara de forma genérica y que se incluya en varias aplicaciones [9]. El estándar que se creó en la época de su aparición, consideraba dos formas de aplicación, en una de ellas se utilizaba la técnica de la transformada coseno, en la que se perdía información. La otra forma establecía el uso del método de la línea base y que no incluía pérdidas. Este último método se utilizó en muchas aplicaciones.

La figura 3 presenta el diagrama de bloques del codificador JPEG basado en la transformada discreta coseno. En la misma se puede visualizar una imagen con un solo componente que considera al nivel de gris. Se puede observar que se opera con bloques de píxeles de tamaño 8×8 [10]. Para el caso de trabajar con imágenes a color, la diferencia es que se establecen

tres matrices de características similares, las cuales son las componentes de color.

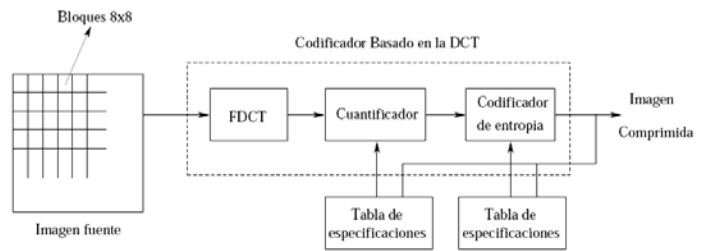


Fig. 3. Diagrama de bloques del sistema de compresión de imágenes JPEG.

En marzo de 2003, se estableció el estándar JPEG 2000, considerando las especificaciones de la recomendación T.800 de la ITU-T Rec. T.800 (2000 FCDV1.0 [11], en el que se describe un sistema de compresión de gran flexibilidad y que se aplica no solamente para imágenes sino para compresión de datos en forma general.

En este formato, los datos codificados, presentan características que permiten la localización y extracción de datos para que puedan ser transmitidos, almacenados y recuperados para las diferentes aplicaciones sin la necesidad de realizar una decodificación. Este sistema se caracteriza por reconstruir las imágenes con menores resoluciones de la velocidad de los bits, estableciendo una forma en la que se puede adecuar la información de acuerdo al canal por la que se transmite a la misma.

III. PROCEDIMIENTO

Para elaborar el presente trabajo, se utilizó como base la técnica que se utiliza en la actualidad para la compresión de imágenes y tomando como referencia las bibliotecas que se encuentran a disposición en el programa Matlab.

Para poder establecer los resultados objetivos del presente trabajo, se elaboraron dos programas, el primero de ellos, que es la interface de ingreso para el usuario, se utiliza para especificar datos de procesamiento tales como el nombre del archivo de entrada, nombre del archivo de salida, tamaño de los bloques de procesamiento en las direcciones tanto horizontal como vertical así como los niveles de reducción a los que se va a someter a la imagen que se encuentra en análisis.

A. Programa para el establecimiento de la compresión de la imagen de acuerdo a los requerimientos del usuario.

Debido a que el usuario puede establecer cualquier

tamaño de bloques en las direcciones tanto vertical como horizontal, es necesario hacer el procesamiento en diferentes bloques que permitan al sistema operar de manera correcta, determinando en cada uno de estos bloques su transformada coseno correspondiente.

Inicialmente se procesan los bloques que pueden ser tratados en forma completa, es decir que tienen la posibilidad de incluir el tamaño en filas y columnas solicitados por el usuario, para posteriormente procesar a aquellos que resultan del residuo del procesamiento tanto en las filas como en las columnas. El análisis se realiza considerando el orden que se indica a continuación: bloque central, últimas filas, últimas columnas y se finaliza con el bloque formado por las últimas filas y columnas.

Para proceder a la compresión de la imagen y eliminar a aquellos coeficientes que no tienen mayor importancia y que son establecidos de acuerdo a los requerimientos del usuario, se procede a crear una nueva matriz que elimina aquellos coeficientes que están fuera de los requerimientos. Para esto se establece un orden de procesamiento similar al caso de obtención de la transformada coseno en la que también se procesa considerando el orden anterior, es decir inicialmente el bloque central, últimas filas, últimas columnas y finalmente últimas filas y columnas. A partir de esto la matriz obtenida es de un tamaño muy inferior a la de la original, obteniendo el resultado de la compresión de la imagen con el tamaño de acuerdo a los requerimientos del usuario. La matriz contiene los coeficientes de la transformada coseno incluyendo a aquello de mayor importancia que se seleccionan en el proceso.

El programa finaliza generando el archivo de los coeficientes con la compresión correspondiente. Es necesario destacar que la imagen seleccionada por el usuario puede estar codificada en cualquier formato y que el programa resultante genera coeficientes que se establecen usando el tipo de datos flotantes, a pesar de que el procesamiento inicial de los datos se encuentra establecido utilizando datos de tipo entero de 8 bits. El programa incluye como encabezado la información correspondiente al tamaño de la imagen, el tamaño de los bloques procesados, así como el tamaño reducido de los bloques, todos ellos diferenciados con respecto a la información horizontal y vertical.

B. Programa para la recuperación de la imagen a partir del archivo de resultante de la imagen comprimida.

Con el archivo generado por el programa inicial en el que se incluye la matriz obtenida en el procesamiento, se procede a realizar el segundo programa que muestra la imagen reconstruida después de haber eliminado los coeficientes no requeridos de acuerdo a lo solicitado por el usuario.

Este segundo programa, inicialmente recupera la información correspondiente a los datos de la imagen comprimida, los cuales son necesarios para el

procesamiento requerido y recuperar la imagen original. El procesamiento esencialmente consiste en recuperar las matrices iniciales con las que estableció el proceso, expandiendo cada bloque al tamaño original y llenando con valor "0" a cada uno de los coeficientes eliminados y obteniendo la transformada coseno inversa de cada uno de los bloques.

El procesamiento es similar al caso del primer programa, estableciendo el mismo orden de recuperación en el cual se incluye inicialmente al bloque central, luego últimas filas, últimas columnas y últimas filas y columnas. El programa finaliza presentando en la pantalla del computador a la imagen reconstruida.

C. Ejemplo de código desarrollado en el programa de compresión de la imagen.

A manera de ejemplo se presenta el código desarrollado en Matlab para la generación de la matriz central del programa de compresión, eliminando los coeficientes que no son de interés de acuerdo a las especificaciones del usuario.

```
for i=1:num_bly-1
    for k=1:num_blx-1
        for j=1:tam_redy
            for l=1:tam_redx
                lgen((i-1) * tam_redy + j , k-1)* tam_redx + l ) =
lcos((i - 1) * tam_bly + j,(k-1) * tam_blx+l);
            end
        end
    end
end
```

En este segmento de programa se puede determinar la forma en la que se eliminan los coeficientes no deseados de acuerdo a las características establecidas en los requerimientos del usuario.

D. Imagen utilizada y procedimiento de aplicación para el análisis de resultados.

La imagen que se utilizó, es aquella que se presenta a la figura 4.

IV. RESULTADOS OBTENIDOS

Para la evaluación de los resultados se aplicó los resultados obtenidos para las 17 imágenes procesadas las cuales se analizaron de acuerdo a lo que se expresa en la tabla I.



Fig. 4. Imagen utilizada (Gaby) para establecer los resultados de la compresión



Fig. 6. Imagen resultante para el análisis de bloques de 24x32 y compresión al 1.39%.

TABLA I
TAMAÑOS DE LOS BLOQUES Y PORCENTAJES DE COMPRESIÓN APLICADOS

No. De Imagen	Tamaño de los bloques	Tamaño porcentual de la imagen comprimida (%)
1, 2	4x4	25.0, 6.25
3, 4, 5	8x8	25.0, 6.25, 1.56
6, 7, 8	16x16	25.0, 6.25, 1.56
9, 10, 11	32x32	25.0, 6.25, 1.56
12, 13, 14	64x64	25.0, 6.25, 1.56
15, 16, 17	24x36	25.0, 6.25, 1.39

En las figuras 5 y 6 se presentan a manera de ejemplos, los resultados obtenidos en el procesamiento para el caso de la imagen analizada con bloques de 16x16 y una compresión al 25 % y los resultados para el caso de bloques de 24x36 y compresión al 1.39%



Fig. 5. Imagen resultante para el análisis de bloques de 16x16 y compresión al 25%.

La evaluación fue aplicada a 19 personas, las cuales realizaron una comparación con respecto a la imagen original de cada una de las imágenes que se obtuvieron como resultado, expresando su evaluación en base al criterio personal y subjetivo. Cabe indicar que los evaluadores no son expertos en el análisis de imágenes, y son docentes de la Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga en el Ecuador.

Los resultados obtenidos se presentan a partir de la figura 7 hasta la figura 10. Como puede observarse en cada una de las figuras, los resultados son bastante similares y la información presentada puede incluir errores debido a los criterios de subjetividad de quienes participaron en la evaluación.

Las compresiones realizadas, se las hicieron considerando relaciones de octavas (1 a 2), lo que significa que para el caso de una compresión con bloques de 32 x 32, al utilizar una reducción a bloques de 4 x 4, se obtenía un porcentaje de utilización de 1.56 %, correspondiendo a una reducción de la información del 98.44 %, para cuyo caso se obtienen los peores resultados.

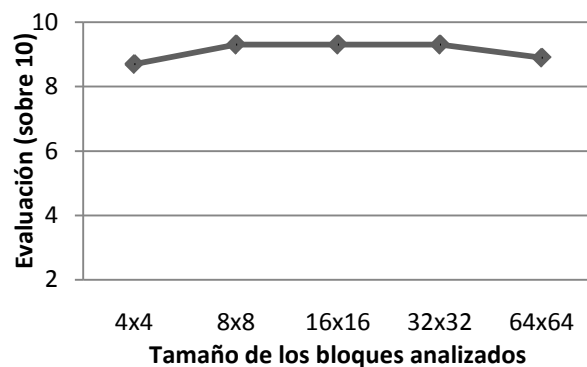


Fig.7. Evaluación de resultados para tamaños de los bloques analizados con una compresión al 25 %.

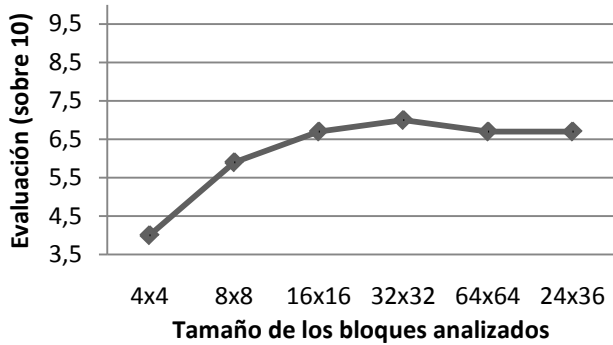


Fig. 8. Evaluación de resultados para tamaños de los bloques analizados con una compresión al 6.25 %.

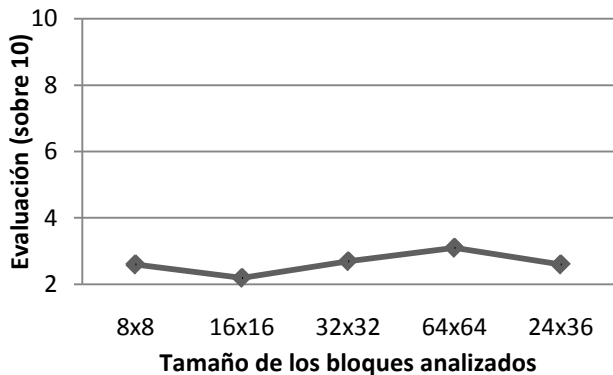


Fig. 9: Evaluación de resultados para tamaños de los bloques analizados con una compresión al 1.56%

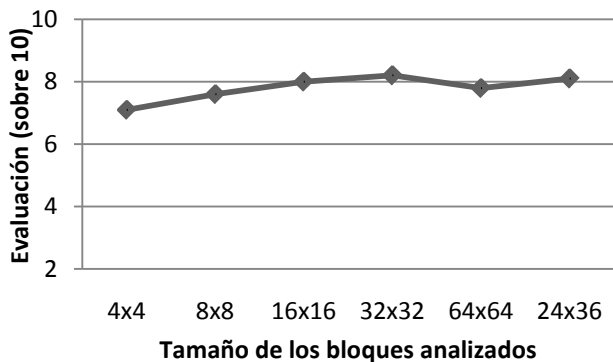


Fig. 10: Evaluación promedio de los resultados para tamaños de los bloques analizados para diferentes niveles de compresión.

De acuerdo a la evaluación obtenida, y de acuerdo a lo presentado en cada una de las figuras, se puede determinar que los mejores resultados se obtienen

cuando se utilizan bloques de tamaño 32 x 32, lo que significaría la conveniencia de utilizar bloques de un tamaño mayor a los que utiliza el formato JPEG.

Es necesario indicar que a más del criterio subjetivo de la evaluación que realizan las personas, también debe tomarse en cuenta aspectos tales como la velocidad de procesamiento así como la dificultad que representa el utilizar bloques de mayor tamaño, cuyo tiempo y complejidad de ejecución se incrementan en forma exponencial.

V. CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos y en relación al trabajo desarrollado determinan la conveniencia de utilizar bloques de mayor tamaño (32 x 32) que los que utiliza el formato JPEG de 8 x 8. De los resultados obtenidos se puede verificar que la diferencia en evaluación no es muy significativa salvo para el caso de bloques de 4x4, en los que se presentan los resultados menos convenientes.
- Escoger tamaños de bloques de mayor tamaño al que se utiliza en el formato JPEG, significa mayores tiempos de ejecución así como mayor trabajo que debe ser desarrollado por el procesador que debe realizar la compresión.
- Trabajos relacionados en esta área deberían determinar las características en cuanto a tiempos de ejecución como en la complejidad de ejecución del trabajo que debe ser desarrollado por el procesador, encargado de realizar el procesamiento requerido.

RECONOCIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a la Escuela Politécnica del Ejército y a sus directivos por el apoyo brindado en el desarrollo del presente proyecto.

REFERENCIAS

- [1] K. Minakshi, "Digital image processing, Photogrammetry and Remote Sensing Division," Indian Institute of Remote Sensing, Dehra Dun, 2003, pp. 91-102.
- [2] A. Kenney, Y. Reiger, *Moving theory into practice: Digital image Tutorial*. New York, NY, 2003, pp. 6-17.
- [3] J. Sachs, *Digital Image Basics*, 1999, pp. 1-14.
- [4] A. Daves, R. Martin, *Computer Vision, Models and Inspection*. University of Wales Cardiff, 2002, pp. 15.
- [5] M. Petrou, C. Petrou, *Image Processing: The fundamentals*. Wiley 2010, pp. 3.
- [6] CCITT Recommendation T81: Information technology – *Digital compression and Coding of continuous-tone still images* – Requirements And Guidelines, 1992, pp. 5.
- [7] Matlab R2010a Help. DCT2 - Discrete Cosine Transform.

- [8] G. Wallace. *The JPEG Still Picture Compression Standard. Multimedia Engineering*. Digital Equipment Corporation. Maynard, Massachusetts. 1991. IEEE Transactions on Consumer Electronics, pp. 1–17.
- [9] M. Martín, *Estándar JPEG*, 2004 pp. 1-20
- [10] ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 1. (ITU-T SG8). *Coding of Still Pictures*. 2000, pp. 23-28
- [11] R. Blahut, *Fast Algorithms for Signal Processing*, Addison Wesley, 1985, pp.18- 27.

BIOGRAFÍA



Galarza Eddie. Nació en Portoviejo provincia de Manabí en Ecuador. Es graduado de la Escuela Politécnica Nacional, Quito – Ecuador en Electrónica y Control en el año 1989 y cuenta con un masterado en Ciencias de la Ingeniería Electrónica de la Escuela Politécnica del Ejército de Quito

Ecuador y actualmente se encuentra finalizando sus estudios de doctorado en Mecatrónica en la Universidad de Málaga España.

Actualmente docente del Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica del Ejército en la ciudad de Latacunga Ecuador, donde se desempeña como docente. Trabaja en el área de procesamiento de señales digitales específicamente en el campo de imágenes fijas y en movimiento. Eddie Galarza es miembro de la IEEE. Email: eealarza@espe.edu.ec.



José Bucheli. Nació en Canoa provincia de Manabí en Ecuador. Es graduado de la Escuela Politécnica del Ejército Latacunga – Ecuador en Electrónica e Instrumentación en el año 1998 y cuenta con un masterado en Redes de Telecomunicaciones de la Universidad Técnica de Ambato.

Actualmente es docente del Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica del Ejército en la ciudad de Latacunga Ecuador, donde se desempeña como docente. Trabaja en el área de procesamiento de señales digitales. Email: jgbucheli@espe.edu.ec.

La responsabilidad social empresarial en el sector cooperativista

J. Tapia León

Departamento de Ciencias Económicas, Administrativas y del Comercio, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga,
Quijano y Ordóñez S/N y Hermanas Páez, Latacunga, Ecuador.
Email: jctapia3@espe.edu.ec

RESUMEN

Algunos países del mundo se encuentran en una economía globalizada dentro del sistema capitalista, el cual se basa en la desigualdad, la pobreza y explotación de millones de personas para generar riquezas de unos pocos.

Ante este escenario negativo se vislumbran algunos cambios que intentan modificar la situación actual, aparecen algunas herramientas que respetan los principios de un desarrollo sustentable, aunque los países aun no logran desarrollarlo en forma completa.

La Responsabilidad Social Empresarial (RSE) es un modelo de gestión empresarial que se sustenta en una triple línea base: Social, Medio Ambiente y Financiero, sobre todo en el sistema cooperativo cuyos principios principales son la solidaridad y la cooperación entre sus integrantes.

Para que una empresa se desarrolle en forma exitosa requiere además de variables económicas, de un entorno social favorable, de una imagen positiva que genere la lealtad de sus clientes y el orgullo de sus empleados, por esta razón surge la RSE como un nuevo paradigma que va sustituyendo al que solo funciona a partir de la generación de utilidades a cualquier precio.

Al considerarse a la Responsabilidad Social Empresarial, como el camino para generar el bienestar integral de los actores de cualquier empresa, es propicia la vinculación con el sector cooperativista, al ser éste quien represente a la unión de personas y más no de capitales, su naturaleza da lugar a la adhesión de buenas prácticas empresariales que juntas mejoren la calidad de vida de sus socios, clientes, proveedores, directivos, talento humano y sus familias, la comunidad, entre otros.

Palabras claves -- RSE, Stakeholders, Buenas Prácticas, Gestión Sustentable, Plan de Acción, Voluntariado, Cooperativismo.

ABSTRACT

Some countries in the world are involved in a global economy within the capitalist system, which is based upon an inequality, poverty and exploitation of millions of people to generate wealth for the few people. Given this negative scenario looming changes attempting to change the current situation, so some tools emerge to show respect to the principles of sustainable development, but countries still fail developing completely. Corporate Social Responsibility (CSR) is a business management model that is based on a triple bottom line: Social, Environmental and Financial, particularly in the cooperative system whose main principles are solidarity and cooperation among its members.

For a company to successfully develop also requires economic variables of a social environment, a positive image to generate customer loyalty and employee pride, therefore CSR emerges as a new paradigm which is replacing the one working from generating profits at any cost.

Considering the Corporate Social Responsibility, as a way to generate the well-being of the actors of any company, is an appropriate relationship with the cooperative sector, as this is which represents the union of people and not of capital nature adherence leads to good business practices that together improve the quality of life of its partners, customers, suppliers, managers, human talent and their families, the community, among others.

I. INTRODUCCIÓN

La Responsabilidad Social Empresarial se la debe concebir como una decisión voluntaria de las organizaciones para contribuir en acciones para con la sociedad de quien también se sirve.

La intención de este artículo es describir la conceptualización y la importancia que tiene la RSE en las empresas y de sobremanera en el sector del cooperativismo, como una alternativa de la aplicación de las Buenas Prácticas Sociales, entendiéndose a este como la responsabilidad ética entre los agentes para el buen relacionamiento comercial o interinstitucional. [1]

La profunda discusión que se ha mantenido en los últimos años es precisamente determinar si el fin último de las empresas es el lucro y la generación de riqueza económica, o más bien, a la contribución de un desarrollo sostenible y sustentable de la sociedad en donde la empresa actúa; este análisis o debate nace de la misma sociedad como un enfoque de las nuevas tendencias agresivas que un mundo globalizado y cada vez más competitivo conlleva a la aplicación de malas prácticas comerciales como: Competencia desleal, publicidades engañosas, corrupción, contaminación del medio ambiente, la explotación laboral incluso contratando a menores de edad así como pagando salarios.

En base a estas prácticas la sociedad y otros grupos de interés reaccionan y hacen público su malestar, buscando soluciones de largo plazo como cambios en el hábito de consumo, buscan empresas que cuiden el medio ambiente, que sean responsables con sus trabajadores, que mantengan códigos de ética, certificaciones de calidad y más acciones que conlleve a la aplicación de buenas prácticas comerciales y laborables.

II. DESARROLLO

A. Concepto RSE

La Responsabilidad Social Empresarial RSE es un conjunto de acciones que propenden mantener una sana armonía entre la intervención humana para con su entorno en el que se desarrolla.

Esta misma conceptualización llevada al campo empresarial nos diría que la RSE es la implementación de políticas y programas que permitan mantener una relación de beneficio de la empresa, para con su entorno, el social y el medio ambiente. La Responsabilidad Social Empresarial renueva la concepción de la empresa con una visión más holística e integradora que su horizonte es más que una actividad económica, en la RSE se aplica la triple faceta de la sostenibilidad: Económica, Social y Medioambiental. El desarrollo sostenible es un objetivo primordial de las empresas a través de la implementación de una filosofía socialmente responsable, en el que los distintos grupos de interés llamados también stakeholders, son el eje central de atención y gestión.



Fig. 1. Stakeholders

Otras definiciones de RSE son:

“La RSE es el conjunto de prácticas empresariales abiertas y transparentes basadas en valores éticos y en el respeto hacia los empleados, las comunidades y el ambiente”, (PWBLF, Prince of Wales Business Leaders Forum).

“La RSE se define como la administración de un negocio de forma que cumpla o sobrepase las expectativas éticas, legales, comerciales y públicas que tiene la sociedad frente a una empresa”, (BSR, Business for Social Responsibility). [2]

En resumen la Responsabilidad Social Empresarial, presenta varios beneficios:

- Minimiza los daños de sus operaciones.
- Aumenta los beneficios a la sociedad.
- Desarrolla relaciones de confianza con sus stakeholders.
- Demuestra responsabilidad, comprensión y transparencia.
- Apoya la estrategia del negocio.

III. PROCEDIMIENTO DEL SISTEMA

El sistema de gestión sustentable de RSE basa en el liderazgo y el compromiso de apoyo de la alta dirección es esencial, pues permite delimitar claramente la ruta a seguir, si no existe este convencimiento no será posible implantar el sistema, es imprescindible formar a la alta dirección de la empresa sobre las implicaciones de iniciar este camino, así también capacitar a las personas que puedan liderar el proceso y dejarlo implantado en la organización.

La metodología que se propone consta de los siguientes pasos:

A. Diagnóstico

Es determinar los ámbitos en que la cooperativas muestran fortalezas y debilidades en RSE, para este

estudio se tratan tres aspectos: autoevaluación, cuantitativo y expectativas, una vez que se cuenta con estos tres diagnósticos se obtiene el final a través de un contraste.

Son varios los puntos para evaluar tales como: Talento humano, medioambiente, clientes políticas de mercadeo, valores de la cooperativa, política.

A través del siguiente gráfico se presenta la situación actual de la cooperativa así como la meta a llegar en RSE.

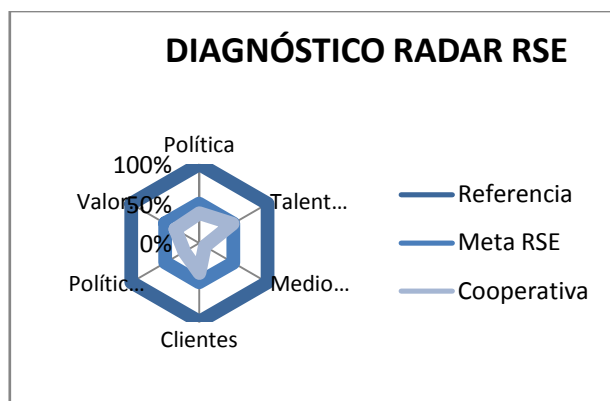


Fig. 2. Diagnóstico radar RSE [4]

B. Plan de Acción.

Es el conjunto de acciones que se efectuarán en base a las debilidades encontradas en el diagnóstico.

C. Mapeo de Stakeholders

Es una herramienta que permite establecer una relación adecuada para conocer y analizar la importancia de las necesidades de todos aquellos individuos o grupos de individuos que afectan o son afectados por la actividad de una organización, para ello se realizan los siguientes sub pasos:

- Identificación.
- Identificación de los stakeholders claves.

D. Intereses y Expectativas

La identificación de los intereses y expectativas, constituye un importante componente, para ello se utilizará la herramienta “diálogos estructurados” que consiste obtener información directamente de sus grupos de interés

¿Qué es lo que valoran?, ¿Qué los mueve?, ¿Cuáles son sus necesidades?, ¿Cuál es el grado de relacionamiento actual con los mismos?, ¿Cuál es nuestro plan de relacionamiento con ellos?.

Evaluación de la influencia de los stakeholders.

Evaluación de la importancia de los stakeholders.

E. Planeación Estratégica

La ruta de la Responsabilidad Social Empresarial debe estar alineada a la estrategia institucional, razón por la que este proceso tiene trascendental importancia en la sustentabilidad del negocio.

Para el desarrollo de esta fase se aplicará el siguiente esquema:

- Involucrar a los stakeholders.
- Crear una misión y visión que contengan las tres dimensiones de la RSE.
- Conducir un diagnóstico interno y externo.
- Análisis FODA.
- Objetivos Estratégicos.
- Cuadro de Mando Integral.

F. Comunicar la gestión

Varias son las formas en las que se debe transparentar el quehacer cooperativo, más se propone una herramienta que está alineada a un organismo norteamericano denominado Global Reporting Initiative con sus siglas GRI, que establece varios indicadores para las organizaciones o empresas que trabajen con RSE, direccionados a cumplir con las buenas prácticas organizacionales en cuanto a: gobierno corporativo, sistemas laborales, ambientales, financieros, sociales, derechos humanos.

G. Grupo de mejora

Los grupos de mejora estarán dirigidos a alcanzar los siguientes propósitos:

Detectar e investigar posibles oportunidades de mejora, que pueden ser de calidad, productividad y responsabilidad social.

- Plantear alternativas de solución a problemas identificados.
- Considerar las ideas de cada uno de los miembros del grupo.

Para alcanzar la efectividad de los grupos de mejora se caracterizarán por:

- Metas claras.
- Los integrantes de los grupos de mejora deberán tener las competencias técnicas necesarias para el logro de las metas planteadas.

- Confianza mutua entre sus integrantes.

H. Voluntariado

El Voluntariado es un puente de colaboración entre el personal de una organización y la comunidad, su participación no tendrá más límites que los de la imaginación humana, pues muchas serán las necesidades de grupos vulnerables y diversas las soluciones a sus realidades.

- Desarrollar el Plan del Voluntariado Corporativo a partir de la estrategia institucional de RSE.
- Crear una comunidad virtual de empleados interesados en formar parte del Programa de Voluntariado Corporativo.
- Contactar con entidades seleccionadas para identificar proyectos de interés común.
- Analizar, seleccionar y desarrollar propuestas de proyectos y tareas de voluntariado.
- Registrar, visibilizar y reconocer el impacto causado.

IV. CONCLUSIÓN

Para toda clase de organización es posible un alineamiento a la Responsabilidad Social Empresarial, cuando exista la declaratoria voluntaria de sus principales, este manejo permite a quienes están vinculados o relacionados con la empresa alcanzar altos estándares de calidad, productividad y eficiencia dentro de un marco de normas internacionales que apoyadas en los grandes retos mundiales como las Metas del Milenio y los Principios del Pacto Global se constituyen en los actores de grandes cambios para los países donde operan. Su adopción es ventajosa y, sin dejar de ser una iniciativa que aún está en sus inicios, puede ser muy útil para hacer realidad el triple resultado económico, social y ambiental.

La propuesta de la implementación del sistema de gestión sustentable abarca una diversidad de herramientas metodológicas, que aplicadas en forma eficaz, constituyen la base para que la RSE tenga éxito en el futuro mediato, logrando la lealtad y menor rotación de los grupos de relación (*stakeholders*); el mejoramiento de las relaciones con vecinos y autoridades; la contribución al desarrollo de las comunidades y al bien común.

RECONOCIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a la Escuela Politécnica del Ejército y a sus directivos por el apoyo brindado en el desarrollo de la presente publicación, así

como a mis compañeras de maestría Soraya Peñaherrera y Paulina Salazar.

REFERENCIAS

Bibliográficas:

- [1] Apuntes, *Conferencia sobre Responsabilidad Social Empresarial*, 2012
- [2] Material del Programa Internacional de RSE. Tecnológico de Monterrey, 2010
- [3] Ley Orgánica de la Economía Popular y Solidaria y del Sector Financiero Popular y Solidario.
- [4] S. Peñaherrera, J. Tapia, P. Salazar *Maestría PYMES*, pp. 58

BIOGRAFÍA



Tapia Julio. Nació en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi en Ecuador. Es graduado de la Universidad Técnica de Ambato en la Facultad de Administración Privada y cuenta con un masterado en Gestión de Empresas mención PyMEs de la Escuela Politécnica del Ejército. Actualmente es docente del Departamento de Ciencias Económicas,

Administrativas y del Comercio de la Escuela Politécnica del Ejército en la ciudad de Latacunga Ecuador, también es docente agregado del Instituto de Altos Estudios Nacionales IAEN: Email: jctapia3@espe.edu.ec.

Los ámbitos de la calidad del software y su impacto en la industria de desarrollo de software de Ecuador.

Jácome Guerrero Patricio Santiago

Departamento de Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga,
Quijano y Ordóñez S/N y Hermanas Páez, Latacunga, Ecuador
Email: psjacome@espe.edu.ec

RESUMEN

Como corroboran varias fuentes de información se puede determinar que en los últimos años la industria de desarrollo de software del Ecuador a "pisado el acelerador", al presentarse montos considerables en su facturación y con claras proyecciones de crecimiento de hasta un 20% anual.

Sin embargo, las empresas de desarrollo, 500 aproximadamente a nivel nacional, distribuidas principalmente en los polos de desarrollo del país, esto es Quito, Guayaquil y Cuenca, deben mejorar la calidad del software, mediante la adopción de modelos y estándares internacionales con la finalidad de poder ser competitivas en la industria nacional e internacional. En la actualidad cada uno de los modelos y estándares de calidad del software propone una infinidad de conceptos y lineamientos que guían el proceso de desarrollo para obtener como resultado un producto de calidad. El problema en este momento no es la falta de estándares, modelos o técnicas, sino la abundancia de ellos, dando lugar a un panorama confuso para que una empresa de desarrollo pueda adoptar uno de ellos.

El presente trabajo permite determinar cuáles son los ámbitos de calidad del software donde se enmarcan los principales modelos de referencias de calidad de la industria, se realiza un análisis breve de los modelos más utilizados determinando su estructura y lineamientos generales. De igual manera se analiza el estado del arte de las empresas de desarrollo de software del Ecuador, sus logros y esfuerzos por adoptar uno de los modelos de calidad y poder ser más competitivas en el contexto mundial.

Palabras claves:

ISO/IEC: Organización Internacional de Estandarización/ Comisión Electrotécnica Internacional
AESOF: Asociación Ecuatoriana de Software
EUMC: Centro Europeo de Gestión
EFQM: Modelo de la Fundación Europea de Gestión de Calidad

ABSTRACT

As corroborate several sources of information can determine that in recent years the development of software industry in Ecuador to "stepping on the accelerator", to appear in significant amounts and clear billing growth projections up to 20% annually.

However, development companies, about 500 nationwide, distributed mainly in the development centers of the country, this is Quito, Guayaquil and Cuenca, should improve software quality through the adoption of international standards and practices in order they can be competitive in the national and international industry. Currently each of the models and software quality standards offers a myriad of concepts and guidelines that guide the development process to result in a quality product. The problem right now is the lack of standards, models and techniques, but plenty of them, leading to a confusing picture for a development company can adopt one of them.

This paper can identify the areas of software quality, defined within the main models of quality benchmarks in the industry, a brief analysis is made of the most used models determining its structure and general guidelines. Similarly, analyzes the state of the art of software development companies in Ecuador, their achievements and efforts to adopt one of quality models and to be more competitive in the global context.

I. INTRODUCCIÓN

La calidad no es uno de los requisitos esenciales del producto, sino que en la actualidad es un factor estratégico clave del que dependen la mayor parte de las organizaciones, no sólo para mantener su posición en el mercado sino inclusive para asegurar su supervivencia.

La calidad es un atributo intangible, que puede ser discutido, juzgado y sentido, pero no puede ser medida exactamente, a no ser por ciertos parámetros ideados por las personas. Términos como buena calidad, mala calidad y calidad de vida, son ejemplos de cómo las

personas hablan de algo vago sin intención de definirlo, lo que señala las distintas formas que se percibe e interpreta el concepto de calidad.

"Calidad es la medida en que un producto específico se ajusta a un diseño o especificación". [1]

Para Deming, "La calidad se define como el conjunto de características que le confieren su aptitud para satisfacer las necesidades establecidas y las implícitas".

II. LA CALIDAD DEL SOFTWARE

"Crear software no es una tarea simple, es una tarea compleja debido a que la materia prima que se maneja es algo intangible: datos y procesos". [2] Los sistemas de software han crecido en cuanto a su tamaño y por tanto en su complejidad. Crear una aplicación de mediana complejidad involucra embarcarse en un proyecto desarrollado por varias personas que utiliza muchas tecnologías de información y comunicaciones, así como también cubren muchos procesos.

Es conocido las grandes dificultades que presentan los proyectos de software:

- Los proyectos no terminan en el plazo establecido
- Los proyectos no se ajustaban al presupuesto inicial
- Software que no cumple las especificaciones
- Código inmantenible que dificulta la gestión y evolución del proyecto
- Los sistemas se descartan porque son demasiado difíciles de operar

Dado que el software es inmaterial, la calidad de software será intangible, pero a pesar de esto se tienen ciertas pautas para determinar su calidad, entre estas pautas se tiene que:

- El software en cuestión, se acerque a tener cero defectos
- Se cumpla con todos los requisitos funcionales y no funcionales
- Se logre alcanzar la satisfacción del cliente

Por tanto se puede decir que la calidad del Software es el grado en el que el producto software incorpora un conjunto de características, definidas por el cliente y la industria, de tal manera que se garantiza su eficiencia de uso respecto a los requerimientos de los clientes".

La calidad del software puede describirse desde diferentes perspectivas: la calidad del producto en sí y la calidad del proceso para obtenerlo (conjunto de actividades para desarrollarlo y mantenerlo). En este sentido la industria se ha centrado casi por completo en la aplicación de los modelos de calidad del proceso

(Chrissis et al., 2006; INTECO, 2008; ISO, 2006) dejando en un menor plano a los modelos del producto.

Deming afirma que todo proceso para crear algún producto es variable y cuanto menor sea la variabilidad del mismo mayor será la calidad del producto resultante. En cada proceso pueden generarse dos tipos de variaciones o desviaciones con relación al objetivo marcado inicialmente: variaciones comunes y variaciones especiales. Solo efectuando esta distinción es posible alcanzar la calidad. Las variaciones comunes están permanentemente presentes en cualquier proceso como consecuencia de su diseño y de sus condiciones de funcionamiento, generando un patrón homogéneo de variabilidad que puede predecirse y, por tanto, controlarse. Las variaciones especiales tienen, por su parte, un carácter esporádico y puntual provocando anomalías y defectos en la fabricación perfectamente definida, en cuanto se conoce la causa que origina ese tipo de defecto se puede eliminar corrigiendo la causa que lo genera.

Las ideas de Deming se recogen en su obra "Los Catorce Puntos y Siete Enfermedades de la Gerencia.", el tercer punto señala: "Desistir de la dependencia en la inspección en masa para lograr calidad. En lugar de esto, mejorar el proceso e incluir calidad en el producto desde el comienzo".

Desde ya hace varios años se ha hablado de la "calidad" en prácticamente todas las actividades del quehacer humano. Por lo que se debe pasar de una consideración subjetiva de la calidad a algo que se pueda medir, y es por este motivo, que se tienen a las denominadas "métricas" de calidad.

Algunos autores se refieren a las métricas, de diferente manera: "Cuando puedes medir lo que estás diciendo y expresarlo en números, sabrás algo acerca de eso; pero cuando no puedes medirlo, cuando no puedas expresarlo en números, tus conocimientos serán escasos y no satisfactorios". (Lord Kelvin).

Las métricas ayudan a entender tanto el proceso técnico que se utiliza para desarrollar un producto, como el propio producto. El proceso para intentar mejorarlo y el producto en sí, se miden para intentar aumentar su calidad.

III. LOS ÁMBITOS DE CALIDAD DEL SOFTWARE

La calidad debe ser medida, la excepción no es el software, su calidad debe ser medida, lo que implica evaluar dos ámbitos: los procesos y el producto final. Estos ámbitos del control de calidad están estandarizados, estos estándares se llaman Modelos de Referencia, así se cuenta con Modelos de Referencia

para evaluar la Calidad del Producto y los Modelos de Referencia para evaluar la Calidad de los Procesos.

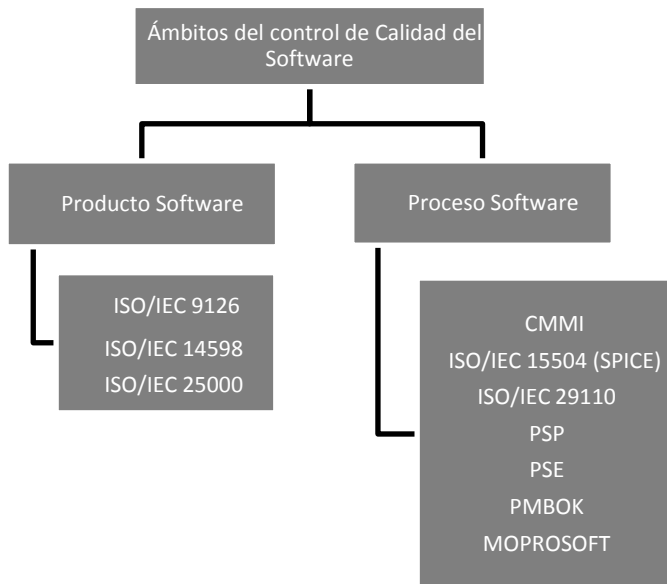


Fig. 1. Ámbitos del control de Calidad del Software y sus Modelos de Referencia.

La interrelación entre los dos ámbitos de la evaluación de la calidad de software se puede apreciar en la Fig.2, donde la calidad del proceso influye en la calidad del producto (calidad interna: tamaño, adopción adecuada del paradigma de programación, complejidad algorítmica; y, calidad extrema: comportamiento del software en producción, rendimiento del software en una máquina determinada, uso de memoria de un programa, tiempo de funcionamiento entre fallos) y ésta tendrá un efecto directo en la calidad de uso del software, principalmente en lo que se refiere a la productividad y efectividad del usuario final al utilizar el software.

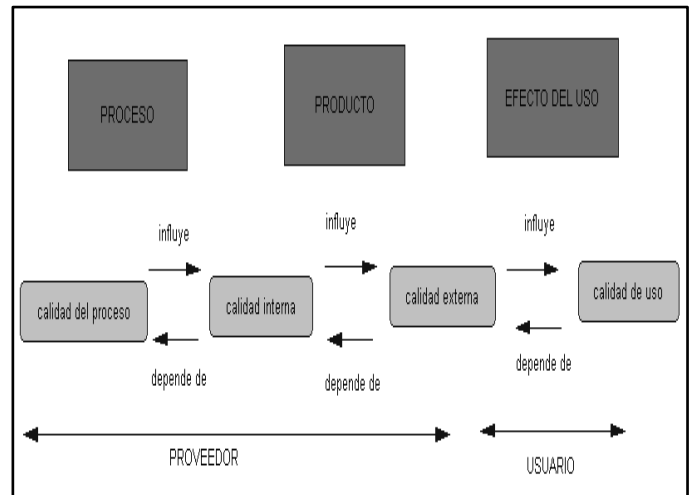


Fig. 2. Influencia de los ámbitos de evaluación de la calidad del software

IV. LA CALIDAD DEL PRODUCTO SOFTWARE

Dentro de los Modelos de Referencia de Calidad del Producto Software se tienen entre los principales:

- Norma ISO/IEC 9126: Modelo de calidad del producto software.[3]
- Norma ISO/IEC 14598: Calidad de la evaluación del producto software.
- Norma ISO/IEC 25000 (SQuaRE): Requisitos y Evaluación de Calidad de Productos Software, recién aparecida en la industria.

A. LA NORMA ISO/IEC 9126: MODELO DE CALIDAD DEL PRODUCTO SOFTWARE

La norma ISO/IEC 9126 es un estándar internacional para la evaluación de la calidad del software. El estándar está dividido en cuatro partes: modelo de calidad (ISO/IEC 9126-1), métricas externas (ISO/IEC 9126-2), métricas internas (ISO/IEC 9126-3) y calidad en las métricas de uso (ISO/IEC 9126-4).

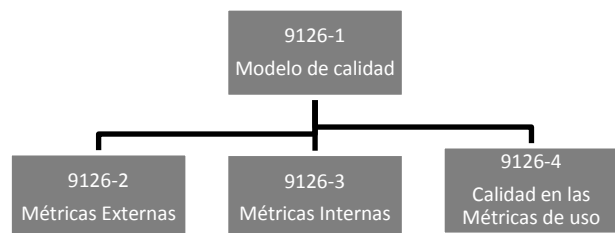


Fig. 3. Norma ISO/IEC 9126: Modelo de calidad del producto software.

La primera parte de la ISO 9126 llamada ISO 9126-1 es una extensión del trabajo previo hecho por McCall (1977), Boehm (1978) y otros, en la parte que se refiere a las especificaciones de las características de la calidad de software, esta parte establece que la ISO/IEC 9126-2 define métricas externas, la ISO/IEC 9126-3 define métricas internas y la ISO/IEC 9126-4 define métricas para la calidad en uso.

Las métricas internas pueden ser aplicadas a un producto de software no-ejecutable (como una especificación o código fuente) durante el diseño y la codificación; las métricas externas usan medidas de un producto de software, derivadas del comportamiento del mismo, a través de la prueba, operación y observación del software. La evaluación de la calidad en el uso valida la calidad del producto de software en los escenarios específicos de tareas de usuario.

Este modelo clasifica la calidad del software en un conjunto estructurado de características y subcaracterísticas, dentro de las características se tiene:

Funcionalidad: Un conjunto de atributos que se relacionan con la existencia de un conjunto de funciones y sus propiedades específicas. Las funciones son aquellas que satisfacen las necesidades implícitas o explícitas.

Fiabilidad: Un conjunto de atributos relacionados con la capacidad del software de mantener su nivel de prestación bajo condiciones establecidas durante un período establecido.

Usabilidad: Un conjunto de atributos relacionados con el esfuerzo necesario para su uso, y en la valoración individual de tal uso, por un establecido o implicado conjunto de usuarios.

Eficiencia: Conjunto de atributos relacionados con la relación entre el nivel de desempeño del software y la cantidad de recursos necesitados bajo condiciones establecidas.

Mantenibilidad: Conjunto de atributos relacionados con la facilidad de extender, modificar o corregir errores en un sistema software.

Portabilidad: Conjunto de atributos relacionados con la capacidad de un sistema software para ser transferido desde una plataforma a otra.

V. LA CALIDAD DEL PROCESO SOFTWARE

Desde el momento en que una organización expresa una necesidad en materia de tecnologías de información, se inicia un proceso complejo que involucra a un conjunto de personas con funciones heterogéneas que deben coordinarse para satisfacer una necesidad.

Cuando se tienen que desarrollar muchas tareas en un proyecto de software, se genera incertidumbre en aspectos clave como el costo, la fecha de entrega o la calidad del resultado. En gran medida esta incertidumbre surge de la no aplicación de técnicas formales de ingeniería de software. Las empresas de tecnología apuntan a mejorar su rendimiento a través de la calidad y a lograr ser competitivas en el mercado internacional. La calidad de un producto de software se rige por la calidad de los procesos usados para desarrollarlo. La evaluación de procesos supone realizar un examen disciplinado de los procesos usados en una organización junto a un conjunto de criterios que determinan si éstos están cumpliendo con los objetivos de la misma.

Tomando en cuenta lo anterior, las empresas involucradas en el desarrollo de software, buscan que el desarrollo de sus aplicaciones y productos se realicen bajo modelos y estándares internacionales, que les permitan establecer márgenes de competencia basado en la mejora de los procesos y el aumento de la productividad en un marco de eficiencia y calidad. El concepto de calidad de procesos de software ha madurado mucho en los últimos años, surgiendo así la necesidad de contar con algún modelo que permita evaluar la capacidad de las empresas de desarrollo para realizar con éxito un proyecto y generar productos de calidad.

Definir un proceso de software implica precisar los objetivos (qué producto deseo obtener...?), las actividades (qué hacer...?), los métodos (cómo hacerlo...?), las personas involucradas (quién lo hace...?), los tiempos de ejecución (cuándo lo hace...?), las herramientas que se utilizarán (qué se necesita para hacerlo...?), la manera como se medirán los elementos dentro del proceso que permitan verificar resultados (cómo evaluar los artefactos o productos que se van generando...?), acciones de corrección (qué hacer cuándo hay problemas...?), de tal manera que se obtenga un producto de calidad (qué grado de calidad deberá tener el producto...?), en este caso, un producto de software.

Los modelos y estándares de procesos de software definen un conjunto de criterios de desarrollo que guían la forma en que se aplica la Ingeniería del Software; si no se sigue ninguna metodología sin duda habrá falta de calidad. Para ello existe una gran variedad de modelos y estándares que permiten evaluar y mejorar la calidad de

los procesos de software, entre los que se puede mencionar al modelo CMMI propuesto por el Software Engineering Institute, el estándar ISO/IEC 15504 generado por el Internacional Software Institute, normas internacionales como la ISO 9001, PSP, PSE, PMBOK, MOPROSOFT, entre otros.

A. Beneficios del mejoramiento de los Procesos

Un mejoramiento de la calidad de los procesos no solamente conlleva un aumento de la calidad del producto, sino también a conseguir lo siguiente:

- Eficiencia de costos y tiempo
- Aumenta la posibilidad de reproducir éxitos en otros proyectos
- El manejo adecuado de los riesgos
- Obtener confianza y satisfacción del cliente
- Mejorar los procesos, estándares y procedimientos para el desarrollo de productos y servicios que brinda la organización
- Establecer y mantener los procesos necesarios para el desarrollo de las capacidades y habilidades individuales del personal.
- Fomentar una cultura organizacional de mejora continua.

B. INTEGRACIÓN DE MODELOS DE MADUREZ DE CAPACIDADES- (CMMI)

CMMI es un modelo para la mejora y evaluación de procesos para el desarrollo, mantenimiento y operación de sistemas de software. CMMI se asienta en el principio de que "la calidad de un producto o de un sistema es en su mayor parte consecuencia de la calidad de los procesos empleados en su desarrollo y mantenimiento".

Madurez: es el atributo de las organizaciones que desarrollan o mantienen los sistemas de software. En la medida que éstas llevan a cabo su trabajo siguiendo procesos, y en la que éstos se encuentran homogéneamente implantados, definidos con mayor o menor rigor; conocidos y ejecutados por todos los equipos de la empresa; y medidos y mejorados de forma constante, las organizaciones serán más o menos "maduras".

Capacidad: es el atributo de los procesos. El nivel de capacidad de un proceso indica si sólo se ejecuta, o si también se planifica y se encuentra organizativa y formalmente definido, se mide y se mejora de forma sistemática.

Niveles de capacidad

Los 6 niveles definidos en CMMI para medir la capacidad de los procesos son:

Incompleto (0): el proceso no se realiza, o no se consiguen sus objetivos.

Realizado (1): el proceso se ejecuta y se logra su objetivo.

Gestionado (2): Además de ejecutarse, el proceso se planifica, se revisa y se evalúa para comprobar que cumple los requisitos.

Establecido (3): Además de ser un proceso "gestionado" se ajusta a la política de procesos que existe en la organización, alineada con las directivas de la empresa.

Predecible (4): Además de ser un proceso definido se controla utilizando técnicas cuantitativas.

Optimizado (5): Además de ser un proceso cuantitativamente gestionado, de forma sistemática se revisa y modifica para adaptarlo a los objetivos del negocio.

Niveles de madurez

Nivel 1 (Inicial): La organización en este nivel no dispone de un ambiente estable para el desarrollo y mantenimiento de productos y servicios

Nivel 2 (Administrado/Gestionado): En la organización que se encuentra en este nivel algunas áreas organizacionales y/o proyectos han alcanzado las metas genéricas y específicas establecidas en sus áreas de proceso, es decir planean sus procesos, los ejecutan, los miden y los controlan.

Nivel 3 (Definido): Tienen los procesos caracterizados, entendidos por los ejecutores, descritos mediante estándares, procedimientos, métodos y herramientas.

Nivel 4 (Administrado cuantitativamente): La organización selecciona y administra las actividades que contribuyen perceptiblemente al funcionamiento de proceso total. Estas actividades seleccionadas son controladas con técnicas estadísticas y otras técnicas cuantitativas.

Nivel 5 (Optimizado): Los procesos de la organización son mejorados continuamente basados en una comprensión cuantitativa de las causas comunes de variación inherentes a los procesos. El nivel 5 está centrado en mejorar continuamente el desempeño de los procesos con mejoras tecnológicas incrementales e innovadoras.

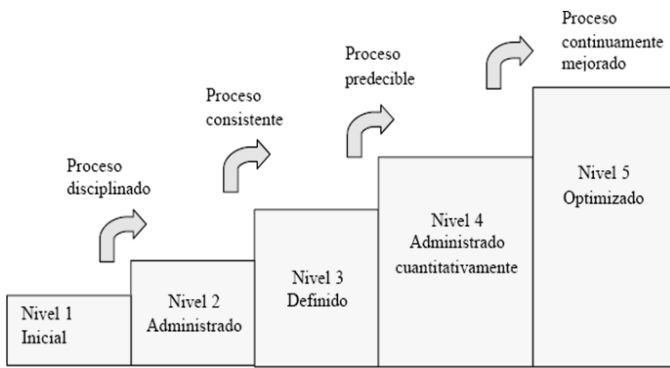


Fig. 4. Niveles de Madurez de CMMI

El modelo de evaluación de procesos tiene dos dimensiones:

La dimensión del proceso: Define un conjunto estándar de procesos, los mismos que se agrupan en diferentes categorías. Cada proceso contiene indicadores de realización: Prácticas básicas (BP), Productos resultantes o entregables (WP).

La dimensión de la capacidad: Hay 6 niveles de capacidad. Se sustenta en un conjunto de atributos del proceso (PA) que determina el nivel de capacidad. Un atributo de proceso representa una característica medible de cualquier proceso.

Cada atributo de proceso contiene indicadores de capacidad: Prácticas genéricas (GP), Recursos genéricos (GR): herramientas, recursos, metodologías, infraestructura.

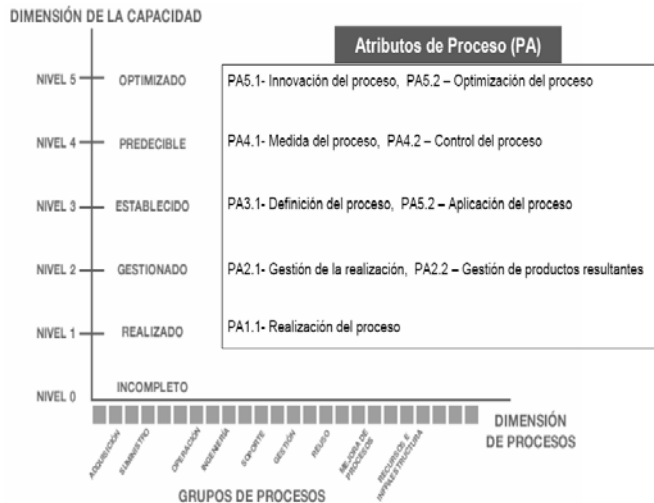


Fig. 5. Estructura del modelo de evaluación de procesos de CMMI

VI. ESTADO DEL ARTE DE LAS EMPRESAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE DEL ECUADOR

Para analizar este sector primero se hace referencia a datos estadísticos de la Asociación Ecuatoriana de Software (AESOFT), según esta fuente, se tiene:

Empresas de desarrollo de software registradas en Ecuador

AÑO	NÚMERO DE EMPRESAS
2007	265
2011	500

Registradas en AESOFT

AÑO	NÚMERO DE EMPRESAS
2007	77
2011	150

Facturación total de la industria

AÑO	MILLONES DE DÓLARES
2005	62
2006	99
2007	130
2011	250

Nota: Se estima un crecimiento anual en ventas del 20%
Exportaciones registradas

AÑO	MILLONES DE DÓLARES
2005	10.1
2006	19
2007	24
2011	30
2015	150 *

(*) Proyecciones

Distribución de la Empresas de desarrollo de software por región

LUGAR	PORCENTAJE
Quito	85 %
Guayaquil	11 %
Cuenca	2 %
Resto del país	2 %

De acuerdo a estos datos, la industria del software tiene un futuro prometedor, tomando también en consideración que una de las áreas estratégicas del gobierno actual es impulsar la industria del software, la cual no requiere una relativa gran inversión debido principalmente a que la tarea de crear software, es una tarea eminentemente intelectual.

“Según, Ricardo Zambrano, subsecretario de MIPYMES y Artesanías del Ministerio de Industrias y Productividad, señala que el modelo de desarrollo del país es impensable sin la innovación y la adopción de tecnología como uno de los puntales estratégicos. El

sector de software es un segmento clave. Es un pilar del Gobierno y ya es considerado como uno de los sectores priorizados por la agenda de transformación productiva”. [4]

Guadalupe Durán de Ponce, Gerenta General de Microsoft Ecuador, cita datos del Banco Central y del Servicio de Rentas Internas (SRI): “Entre el 2004 y el 2009, el sector de software ha crecido tres veces su tamaño”. La ejecutiva agrega que en el país las empresas tecnológicas se están nivelando frente a los estándares mundiales. Según Durán de Ponce, es una industria con alto potencial de exportación”.

En el país, según AESOFT, existen alrededor de 500 empresas de software y 150 son miembros de la Asociación. De esas 500, unas 40 exportan de una u otra manera, señala que las exportaciones se dirigen principalmente a Latinoamérica, EE.UU. y Europa. No obstante, el sector enfrenta dificultades. Una de las principales es la falta de especialización, tanto de los profesionales, así como de las empresas. Como criterio fundamental se considera que se debe trabajar en certificaciones de calidad de la industria para ser considerado competitivo a nivel nacional y sobre todo a nivel internacional.

En el año 2008 la Corporación Andina de Fomento-CAF, el Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización y Pesca-MICIP, la Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones-CORPEI firmaron un convenio con la AESOFT, para la ejecución del “Proyecto de Mejoramiento de la Competitividad de la cadena de empresas de desarrollo software del Ecuador (CMMI: Capability Maturity Model Integration)”, lográndose con esto certificar como CMMI ML2, hasta abril de 2009 a las primeras 8 empresas nacionales, pretendiéndose en una segunda fase del proyecto contar en el Ecuador con al menos 18 empresas con dicha certificación. Sin duda el objetivo de toda gran empresa de desarrollo es obtener una certificación CMMI cada vez más alta, la cual le permitiría estar en el “top” de las empresas de desarrollo a nivel mundial. Este tipo de certificación puede llegar a ser excesivamente detalladas para algunas organizaciones las cuales se definen como pequeñas y medianas empresas, las cuales no cuentan con los recursos suficientes para embarcarse en este proceso.

Actualmente este ‘sello de calidad’ es promovido por el Ministerio de Industrias (MIPRO), con el apoyo de la AESOFT y el EUMC (Centro Europeo de Gestión); a través del EFQM (Modelo de la Fundación Europea de Gestión de Calidad), el cual se enfoca en mejorar la productividad en ventas, recursos humanos, finanzas, administrativo, desarrollo del producto de empresas de ‘software’. El EFQM se basa en la siguiente premisa: “Los resultados excelentes con respecto al rendimiento de la organización, a los clientes, a las personas y a la sociedad se logran mediante un Liderazgo que dirija e

impulse la política y estrategia, las personas de la organización, las alianzas y recursos, y los procesos”

Estas certificaciones permitirán que las empresas del sector se preparen para exportar y, en el futuro, generar, una marca país de ‘software’. Las empresas que participen de esta certificación, marcarán el camino para que otras pequeñas y medianas empresas ecuatorianas emprendan en la adopción de estándares de calidad a su interior.

VII. CONCLUSIONES

La calidad de un producto, la excepción no es un producto software se logra teniendo bien definido y estructura el proceso para su construcción. A nivel mundial las empresas de desarrollo de software deben adoptar uno de los tantos modelos de referencia de calidad para ser considerada “buena”, la certificación CMMI es una de las más reconocidas por la industria, por tanto, las empresas de desarrollo de software del Ecuador que en los últimos años han presentado un gran impulso y desarrollo deben adoptar uno de estos estándares para no perder su protagonismo y poder ser competitivas en el contexto internacional.

REFERENCIAS

- [1] Harold L. Gilmore, “Teorías de calidad: Orígenes y tendencias de la calidad total”, Disponible: <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/teocalidad.htm>
- [2] Garvin, “La calidad del producto”, 1984, Disponible: <http://iso25000.com/index.php/calidad-producto.html>
- [3] “Software engineering - Product quality”, Disponible: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=22749
- [4] Revista Líderes, Quito-Ecuador, (2012, Enero 07) , Disponible: <http://www.revistalideres.ec/2012-01-02/Informe/LD120102P10INFORME1.aspx>

BIOGRAFÍA



Patricio Santiago Jácome Guerrero

Nace en Atuntaqui, Provincia de Imbabura, Ecuador. Se graduó como Ingeniero de Sistemas de Computación e Informática en la Escuela Politécnica Nacional en Quito, Ecuador. Obtuvo los títulos de Master Executive/Especialista en Gestión de las Tecnologías de la

Información y Comunicaciones por la EOI de España y la EPN de Quito, Magíster en Docencia Universitaria y Administración Educativa en la UTI de Ambato, Magíster en Ingeniería de Software por la ESPE, Instructor Internacional Certificado CCNA (Cisco Certified Network Associate), CCAI (Cisco Certified Academy Instructor). Actualmente se encuentra cursando estudios de Doctorado en la Universidad Autónoma de Madrid - España. Su campo de investigación se centra en Ingeniería de Software y Redes de Datos.

Diseño e implementación de un prototipo de brazo robótico para aplicaciones de clasificación y reconocimiento de formas en el proceso de paletizado empleando procesamiento digital de imágenes.

M. Singaña, P. Constante
Ingeniería Mecatrónica. Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga,
Quijano y Ordóñez S/N y Hermanas Páez, Latacunga, Ecuador
Email: masingania@espe.edu.ec, patny_cons@yahoo.es

RESUMEN.

El presente artículo presenta el diseño e implementación de un brazo robótico didáctico Lynxmotion AL5D de 5 grados de libertad cuyo elemento terminal es un gripper, capaz de tomar y mover objetos dentro de su área de trabajo y en base a un sistema de procesamiento digital de imágenes, puede discriminar entre tres formas de piezas para su clasificación.

El instrumento virtual creado en LabVIEW 11.0 resuelve el modelo cinemático directo e inverso del manipulador, y permite el control del mismo a través de la PC y una tarjeta SSC-32.

Palabras clave: Manipulador de 5 GDL, Cinemática directa e inversa, Procesamiento Digital de Imágenes.

ABSTRACT.

This paper presents the design and implementation of a training robotic arm Lynxmotion AL5D of 5 degrees of freedom with a gripper as end-effector, that is able to take and move objects in its work area, it is based on digital image processing, and it is able to discriminate among three patterns for classification.

The virtual instrument created in LabVIEW 11.0 solves the forward and inverse kinematics for the manipulator, and allows its control through the PC and SSC-32 servo controller.

I. INTRODUCCIÓN.

Los avances tecnológicos permiten mejorar la eficiencia y eficacia en los procesos, y actualmente se basan en una herramienta valiosa, el procesamiento digital de imágenes, gracias al cual

se puede discriminar entre formas y colores para la clasificación y ordenamiento de productos.

El sistema de visión artificial permite la extracción de información del mundo real a partir de imágenes, utilizando como herramienta un computador; en este sistema se deben considerar parámetros como: la iluminación, el objeto dentro de un fondo adecuado, la correcta adquisición y el procesamiento de la imagen para lograr un mejor desempeño del sistema de reconocimiento.

El sistema de visión permite al manipulador robótico conocer la posición en la que se encuentran los objetos; y para lograr que el robot se desplace a dicha posición se ha creado un instrumento virtual (VI, del inglés Virtual Instrument) que resuelve su cinemática. El modelo Cinemático Directo obtiene la posición y orientación de su efector final al variar los valores de las coordenadas articulares, con respecto a un sistema de referencia. Mientras que el modelo Cinemático Inverso resuelve la configuración que debe adoptar el robot para una posición y orientación del extremo conocidas. Siendo, en ambos casos de interés la posición.

LabVIEW es la herramienta seleccionada para la implementación del prototipo ya que ha permitido a ingenieros y científicos desarrollar sofisticados sistemas autónomos. Incluye algoritmos de robótica, interfaces de sensores y actuadores, protocolos de comunicación, y herramientas para visión, movimiento, diseño de control y simulación. Lo que en parte simplifica la implementación de sistemas mecatrónicos como son los sistemas robóticos sofisticados.

II. MANIPULADOR

Es un mecanismo formado generalmente por elementos en serie, articulados entre sí, destinado al agarre y desplazamiento de objetos. Es multifuncional y puede ser gobernado directamente por un operador humano o mediante un dispositivo lógico.

El brazo robótico usado en el presente proyecto es un manipulador antropomórfico con articulaciones angulares, de la marca Lynxmotion AL5D de 5 GDL (grados de libertad) con un gripper como elemento terminal.

Cada articulación del manipulador posee un servomotor HITEC que permite mover cada eje en un rango de 180°, sin embargo mecánicamente no todas las articulaciones pueden alcanzar este rango de giro.

El manipulador puede alcanzar una altura máxima de 515 mm y levantar una carga máxima con el brazo extendido de 13 oz. La pinza o gripper, es capaz de abrirse 31,75mm.

A. CINEMÁTICA DIRECTA

Se usa el algoritmo de Denavit-Hartenberg [1], para obtener la Matriz de Transformación Homogénea T que resuelva el modelo cinemático directo, para ello se asigna un sistema de coordenadas a cada articulación de la cadena cinemática del brazo robótico: base, hombro, codo, muñeca, rotación de la muñeca (el gripper no se considera como parte de la cadena cinemática del manipulador). La Figura 1 muestra los sistemas de referencia usados.

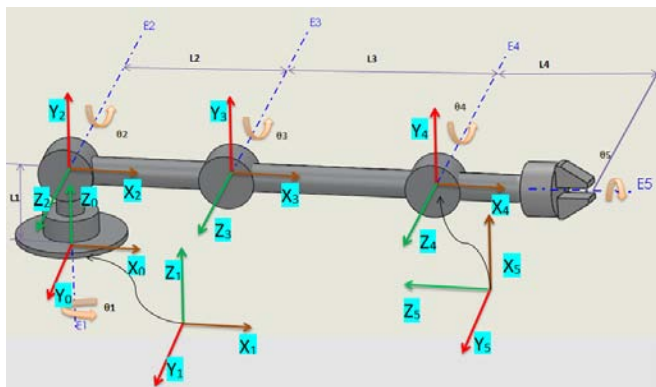


Fig. 1. Sistemas de referencia en la cadena cinemática del robot

Los parámetros de Denavit-Hartenberg obtenidos para la representación geométrica de la cadena cinemática del brazo robótico se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Parámetros de Denavit-Hartenberg

ARTICULACIÓN	θ_i	d_i	a_i	α_i
1	θ_1	L1	0	90
2	θ_2	0	L2	0
3	θ_3	0	L3	0
4	θ_4	0	0	-90
5	θ_5	-L4	0	0

Para el manipulador, la matriz de transformación homogénea se expresa en la Ecuación 1.

$$T = {}^0A_1 {}^1A_2 {}^2A_3 {}^3A_4 {}^4A_5 \quad \text{Ec. 1}$$

T contiene la información referente a la posición y orientación del manipulador expresada como la Ecuación 2:

$$T = \begin{bmatrix} n_x & o_x & a_x & p_x \\ n_y & o_y & a_y & p_y \\ n_z & o_z & a_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{Ec. 2}$$

La submatriz ${}^{i-1}A_i$ se expresa en la Ecuación 3.

$${}^{i-1}A_i = \begin{bmatrix} C\theta_i & -C\alpha_i S\theta_i & S\alpha_i S\theta_i & a_i C\theta_i \\ S\theta_i & C\alpha_i C\theta_i & -S\alpha_i C\theta_i & a_i S\theta_i \\ 0 & S\alpha_i & C\alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{Ec. 3}$$

Desarrollando los términos de la matriz T , se obtiene como resultado el siguiente bloque de ecuaciones:

$$\begin{aligned} n_x &= C1C5 \quad (C423) \\ n_y &= S1C5 \quad (C423) \\ n_z &= C5 \quad (S423) \\ o_x &= -C1S5 \quad (C423) \\ o_y &= -S5S1 \quad (C423) \\ o_z &= -S5 \quad (S423) \\ a_x &= a_y = a_z = 0 \\ p_x &= C1L4 \quad (S423+L3C23+L2C2) \\ p_y &= S1L4 \quad (S423+L3C23+L2C2) \\ p_z &= -L4 \quad (C423) + L3 \quad (S239) + L2S2 + L1 \end{aligned} \quad \text{Ec. 4}$$

Donde:

$$\begin{aligned} C423 &= \cos(\theta_4 + (\theta_2 + \theta_3)) = C4C23 - S4S23 \\ S423 &= \sin(\theta_4 + (\theta_2 + \theta_3)) = C4S23 + S4C23 \\ C23 &= \cos(\theta_2 + \theta_3) = C2C3 - S2S3 \\ S23 &= \sin(\theta_2 + \theta_3) = C2S3 + S2C3 \end{aligned}$$

Se debe reemplazar los valores de las longitudes de los eslabones del brazo robótico que son los siguientes:

$$\begin{aligned} L1 &= 60\text{mm}, \\ L2 &= 146\text{mm} \\ L3 &= 187\text{mm} \\ L4 &= 110\text{mm} \end{aligned}$$

La cinemática directa nos permite tener un control específico a los ejes del manipulador.

B. CINEMÁTICA INVERSA

Consiste en determinar la configuración angular del manipulador, conocidas la posición y orientación final.

Esta matriz final se representa por K y se muestra en la Ecuación 5.

$$K = \begin{bmatrix} n_{x1} & o_{x1} & a_{x1} & p_{x1} \\ n_{y1} & o_{y1} & a_{y1} & p_{y1} \\ n_{z1} & o_{z1} & a_{z1} & p_{z1} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{Ec. 5}$$

El bloque de Ecuaciones 4, es un sistema de 12 ecuaciones con 5 variables; que se resolverá empleando el método para sistema de ecuaciones no lineales de Newton-Raphson [2].

El algoritmo de Newton-Raphson [3] es:

$$x_{k+1} = x_k - h \quad \text{Ec. 6}$$

$$h = [J_k(x_k)]^{-1} f(x_k) \quad \text{Ec. 7}$$

Siendo h el error de aproximación.

Como es un método basado en iteraciones, se forma una matriz similar a la Ecuación 8.

$$f = \begin{bmatrix} f1 & f1 & f1 & f1 & f1 \\ f2 & f2 & f2 & f2 & f2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f12 & f12 & f12 & f12 & f12 \end{bmatrix} \quad \text{Ec. 8}$$

Donde fn es la diferencia de cada término de la Ecuación 3 con su correspondiente coordenada de la matriz K (Ecuación 5). Por ejemplo: f1=nx-nx1 y f12=pz-pz1.

Se encuentra el Jacobiano de f (Ecuación 9).

$$J_f = \begin{pmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial \theta_1} & \frac{\partial f_1}{\partial \theta_2} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial \theta_n} \\ \frac{\partial f_2}{\partial \theta_1} & \frac{\partial f_2}{\partial \theta_2} & \dots & \frac{\partial f_2}{\partial \theta_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial f_{12}}{\partial \theta_1} & \frac{\partial f_{12}}{\partial \theta_2} & \dots & \frac{\partial f_{12}}{\partial \theta_n} \end{pmatrix} \quad \text{Ec. 9}$$

Considerando a Q₀ como el valor de arranque:

$$Q_0 = [q_1, q_2, q_3, q_4, q_5] \quad \text{Ec. 10}$$

Con estos datos se puede implementar el algoritmo (Ecuaciones 5 y 6), el cual se debe repetir hasta que se obtenga un error en el valor angular aproximado de 1×10^{-9} .

III. ELEMENTOS DEL SISTEMA

La Figura 2 muestra los dispositivos y/o elementos necesarios para implementar el sistema de reconocimiento, clasificación y paletizado de piezas; geométricas básicas en 2D. Se requiere de dos etapas fundamentales; la etapa de adquisición y procesamiento de imágenes y la etapa correspondiente al control de posición del brazo robótico.

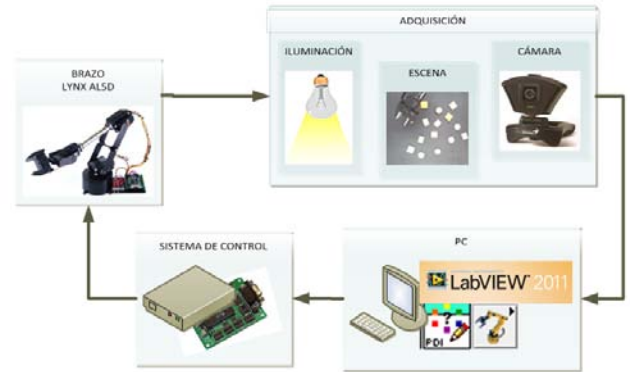


Fig. 2. Estructura general del sistema

Las etapas del procesamiento de imágenes [4] tienen como objetivo producir un resultado a través de la aplicación adecuada de diferentes técnicas de tratamiento de imágenes.

La iluminación es un factor de gran importancia dentro de un sistema de visión artificial, un adecuado sistema de iluminación busca contrastar el objeto a detectarse del fondo; lo que facilita su posterior procesamiento.

En el presente proyecto la iluminación es de tipo frontal, proveniente de dos lámparas fluorescentes con las que se logra una iluminación difusa en el área de trabajo minimizando la generación de sombras en la escena.

Para la adquisición de imágenes, por su bajo costo y asequibilidad se emplean cámaras web; al adquirir una imagen, la posición de la cámara respecto a la escena genera aberraciones en el lente que crea una imagen distorsionada, en la cual se oculta información pero no necesariamente se destruye; se puede compensar estos errores de perspectiva y falta de linealidad al calibrar adecuadamente la cámara del sistema de adquisición.

Para ello se requiere identificar el tipo de distorsión, y usando una plantilla de calibración [3], (Figura 3) seleccionar dos puntos, conocer la distancia entre sus centros para obtener el factor de conversión de unidades reales de mm a pixeles de la imagen; además de definir un nuevo sistema de coordenadas si se requiere.

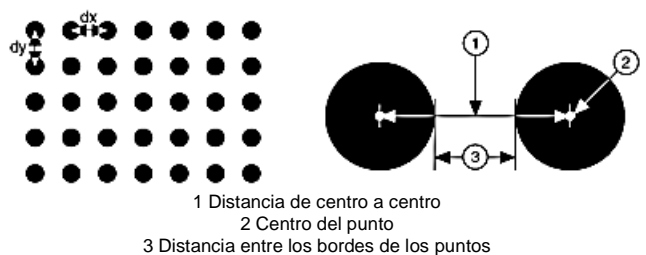


Fig. 3. Parámetros de plantilla de calibración de cámara

Debido a la facilidad de programación (código gráfico y textual) y potentes herramientas para el procesamiento digital de imágenes y sistemas robóticos, se emplea el software LabVIEW 11.0 [5].

La etapa denominada como preprocesamiento de la imagen, permite mejorar la imagen adquirida; incluye técnicas de tratamiento digital de imágenes, como la reducción de ruido, eliminación de partículas y realce de detalles, que permitan segmentar, es decir distinguir los objetos del fondo, separarlos entre ellos de tal manera que cada objeto pueda ser identificado y caracterizado.

La clasificación de figuras se realiza mediante correlación cruzada.

El sistema de reconocimiento debe asignar a cada objeto su categoría o clase; se etiqueta objetos en una imagen cuya forma coincide con la del objeto especificado por una plantilla, la cual se denomina patrón, obteniendo la información referente a la posición en la que el robot debe realizar la tarea de paletizado.

Para ello el origen del sistema de control de posicionamiento del brazo robótico con el origen del sistema de procesamiento de imágenes deben ser coincidentes.

IV. CASO DE ESTUDIO

El sistema de reconocimiento es invariante a la escala y a la rotación de las piezas [6]; la carrera del efector final (31,75mm), limita la dimensión de los objetos.

Al ejecutarse el VI se adquiere y procesa la imagen, la Figura 4 permite observar la escena y el resultado de realizar el procesamiento sobre dicha imagen.

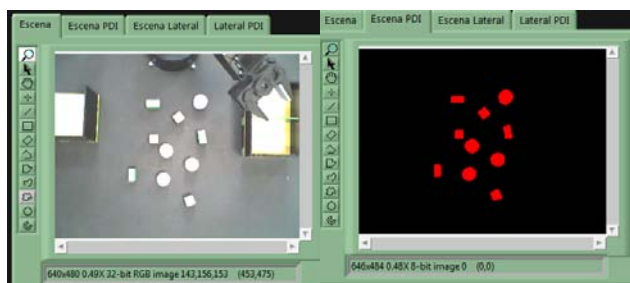


Fig. 4. Imagen de la escena e imagen procesada

Se debe seleccionar una imagen como patrón de búsqueda; el VI diseñado permite realizar búsqueda de tres figuras, las cuales pueden ser modificadas si se requiere.

A continuación se muestra la imagen resultante de la búsqueda de un círculo, un cuadrado y un rectángulo (Figura 5).

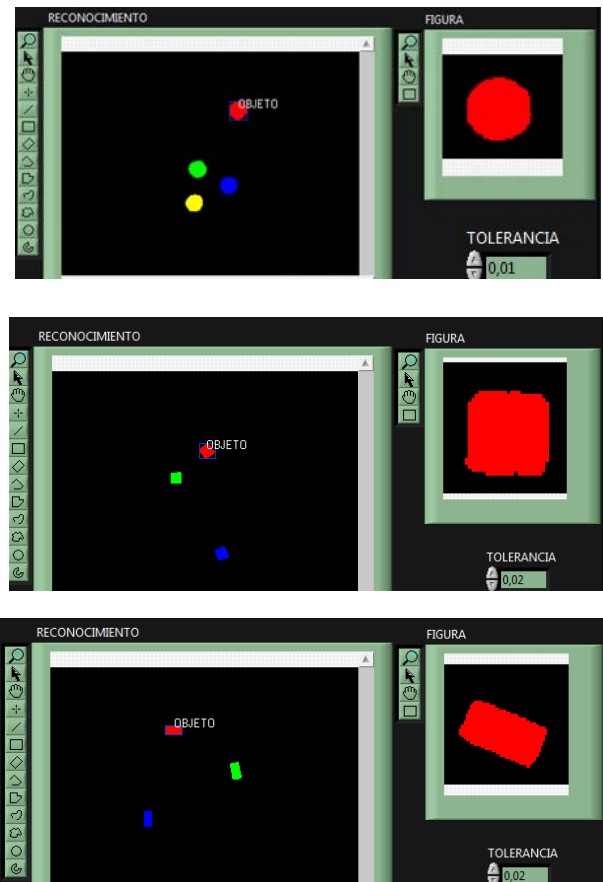


Fig. 5. Imagen de la búsqueda de los patrones

En cuanto a la Cinemática Directa se verifica la variación de la posición al cambio de los valores articulares, empleando métodos geométricos.



Fig.6. Cinemática directa del brazo robótico

Mientras que para la comprobación de la Cinemática Inversa se usa las ecuaciones de la Cinemática Directa.

Fue necesario trasladar el sistema de coordenadas desde el centro de la base al extremo de la misma, para que coincida con el sistema de coordenadas de las imágenes. Para dicha traslación se incrementa a la coordenada Y el valor de 45mm. La Figura 7

muestra la configuración angular para la posición(100,-152.5,50) con respecto al extremo de la base.

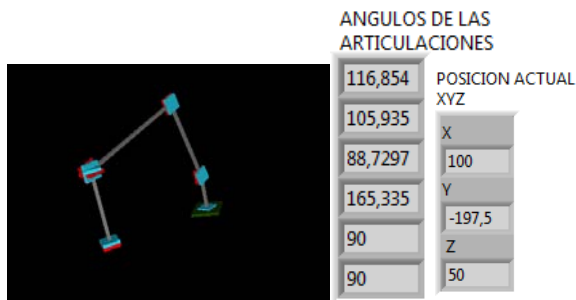


Fig. 7 Cinemática Inversa del brazo robótico

Los valores de las coordenadas se convierten en ancho de pulsos en microsegundos para ser enviados mediante instrucciones a la tarjeta SSC-32 que controla al brazo. Pese a que el error en la resolución del modelo es ínfimo, no se consigue posicionar con exactitud la pinza en la coordenada deseada, ya que errores de redondeo y falta de precisión en los servos aumentan el error del sistema.

Una cámara lateral adquiere la imagen que permite apilar las piezas, La Figura 8 presenta el resultado del apilamiento de círculos.

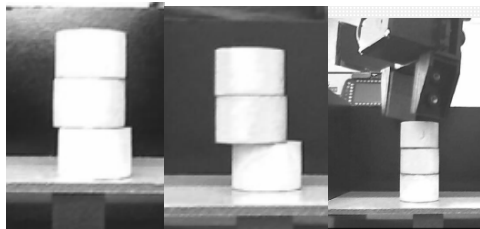


Fig. 8. Apilamiento de círculos

Los cuadrados y rectángulos se colocan en palés contenedores como lo evidencia la Figura 9.



Fig. 9: Palé contenedor

La Figura 10 presenta el brazo robótico Lynxmotion AL5D, usado para el reconocimiento, clasificación y paletizado de piezas.

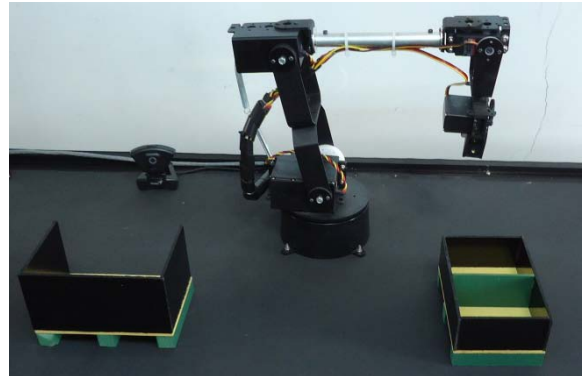


Fig. 10: Brazo robótico Lynxmotion AL5D

V. CONCLUSIONES

- Al ser un proyecto escalable a nivel industrial, su implementación libera al ser humano de actividades monótonas y repetitivas que pueden desencadenar en la mala calidad del trabajo, obteniendo pérdidas en la pequeña y gran industria.
- El VI implementado permite reconocer un patrón, clasificarlo dentro de una clase; para posteriormente tomarlo y situarlo de manera ordenada en el palé destinado para su almacenamiento, esto gracias a un adecuado sistema de control de posición del brazo robótico usado.
- La adquisición de imágenes se realiza mediante una cámara web, su bajo costo y compatibilidad con el software que se emplea hacen factible la implementación del sistema de visión, pese a la baja calidad de imágenes que ésta entrega.
- Se puede afirmar que al menos el 96% de las piezas pueden ser clasificadas y paletizadas por el prototipo de brazo robótico diseñado e implementado.

VI. REFERENCIAS

- [1] Barrientos, P., Penín, L.F., Balaguer C. y Aracil R. (2007). Fundamentos de Robótica, McGraw Hill (Ed). Segunda Edición. Herramientas matemáticas para la localización espacial y cinemática del robot (pp76-81,119-146)
- [2] Guerrero, O. Cinética Del Cuerpo Rígido. Extraído el 4 de abril del 2012

desde <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/cinetica-cuerpo-rigido/cinetica-cuerpo-rigido.pdf>

[3] Comer, B. E. (2009). Métodos Numéricos: Una exploración basada en Scheme. Instituto Tecnológico de Tijuana. Extraído el 9 de marzo del 2012 desde <http://matikai.com/scheme/textos/MNbS/mnbs023.pdf>

[4] Mejía, J., (2005), Apuntes de Procesamiento Digital de Imágenes. Extraído el 20 de noviembre del 2012 desde http://hotfile.com/dl/116992885/b48a7ee/Apunt.Proce.Digi._Ima.-Vilet.rar.html

[5] Reyes, L., (2011), Inicio de la programación gráfica con LabVIEW. Extraído el 12 de septiembre del 2011 desde http://fisica.udea.edu.co/~labgicm/Curso%20de%20Instrumentacion/2011_Introduccion%20LabVIEW.pdf

[6] NI, (s.f.). Machine Vision and Image Processing Software. Extraído el 29 de abril del 2012 desde <http://www.ni.com/pdf/manuals/322916b.pdf>

BIOGRAFÍA



Marco Singaña. Nació el 15 de abril de 1968 en Latacunga provincia de Cotopaxi en Ecuador. Es graduado de la Escuela Politécnica Nacional en Electrónica y Control en el año 1996 además cuenta con un masterado en Redes y Telecomunicaciones de la Universidad Técnica de Ambato, está cursando una masterado en Diseño, Producción y Automatización

Industrial en la Escuela Politécnica Nacional. Actualmente docente de la Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga. Trabaja en Robótica Industrial.
Email: masingania@espe.edu.ec



Patricia Constante. Nació el 29 de septiembre del 1988 en Salcedo provincia de Cotopaxi en Ecuador. Es graduada de Mecatrónica de la Escuela Politécnica del Ejército en el año 2012. Áreas de Interés: Robótica Industrial y Procesamiento Digital de Imágenes.

Email: patny_cons@yahoo.es

Diagnóstico de estrés térmico de un ambiente laboral mediante el diseño y construcción de un medidor del índice TGBH – HR

W. Sánchez Ocaña
R. Montaluiza Benítez

Departamento de Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga,
Quijano y Ordóñez S/N y Hermanas Páez, Latacunga, Ecuador
Email: wesanchez@espe.edu.ec; fast_jm@hotmail.com

RESUMEN

Con la Revolución Industrial, se ha producido riesgos asociados con las actividades diarias de las personas, los mismos que cuando no se controlan, dan lugar a enfermedades que en última instancia afectan el desarrollo óptimo de un trabajador, en puestos de trabajo industriales ejecutados en lugares cerrados, medio cerrados y abiertos.

Los trabajadores de las industrias: metalúrgica, floricultura, artesanal, etc., están expuestos a condiciones térmicas agresivas, que puede dañar su salud, siendo necesario cuantificar la exposición a altas temperaturas, la misma que se valora mediante el Índice de Estrés Térmico (TGBH-WBGT).

Con el diseño e implementación de este equipo se evalúa el entorno y se controla el medio ambiente durante la jornada de trabajo, para predecir los posibles cambios en la salud de los trabajadores, seleccionar el EPP apropiado y definir técnicamente los tiempos de exposición y descanso de un trabajador expuesto al calor.

ABSTRACT

With the Industrial Revolution, there have been risks associated with the daily activities of individuals, the same as when not controlled resulting in diseases that ultimately affect a worker's optimal development. Industrial jobs are executed in closed, half closed and open.

They even generate climatic conditions influenced by the external environment, this usually differ. Workers in the metallurgical industry, floriculture, handicrafts, are exposed to aggressive thermal environment can damage your health, being necessary to quantify the exposure to high temperatures; **valuation** can be made through the Heat Stress Index (TGBH-WBGT).

With the design and implementation of this team is to define the working environment, monitor the environment during the workday, to predict possible changes in the health of workers, select the appropriate PPE, technically defined times of exposure heat stress conditions.

I. INTRODUCCIÓN

Un nuevo giro en la economía mundial, marca la segunda posguerra; donde se establece como eje principal el desarrollo de la gran industria. A partir de este momento, empiezan a crearse industrias cada vez más grandes que irían a cubrir varias ramas de la producción.

Es conocido por administradores, expertos y personas involucradas al ámbito industrial, que el ambiente incómodo es el principal o quizás el mayor causante de efectos negativos (disminución de la productividad, aumento de errores, mayor índice de accidentes, mayor rotación del personal), razón por la cual cuando se mejora el ambiente laboral haciéndolo más cómodo y agradable, la productividad se mejora.

El proyecto que se presenta a continuación brinda una posibilidad que mediante el diseño y construcción de un equipo portátil, permita el monitoreo de un ambiente laboral, análisis estadístico y adquisición de la información de una manera versátil y completamente amigable para el usuario.

La *contradicción fundamental* que se presenta es que por un lado existe la presencia de lugares de trabajo con deficiente ventilación - climatización, temperaturas ambientales elevadas, velocidades del aire deficientes, exaltadas humedades relativas; que están afectando a la salud del personal, por otro lado existen altas exigencias en relación al logro de un buen desempeño del personal que trabaja en estos medios, su efectividad laboral no debe disminuir producto de la incidencia y trastornos producidos por el calor.

El **Objeto de estudio** se considera a los ambientes artesanales, comerciales e industriales, determinando el Consumo Metabólico Energético de los trabajadores en relación con las actividades laborales

El **Campo de Acción** se logra mediante el diseño y construcción de un Medidor de Estrés Térmico diagnosticar las condiciones de trabajo de un Ambiente Laboral.

El presente trabajo investigativo contribuirá como aporte teórico - práctico, por su abundante información científica, relacionada al diagnóstico del ambiente laboral mediante la Valoración del Riesgo de Estrés Térmico y a la preservación de la salud de quienes

están en continua incidencia a los trastornos producidos por el calor.

II. CONTENIDO

2.1.- Estrés Térmico

Un ambiente térmico inadecuado causa reducciones de los rendimientos físico y mental, y por lo tanto de la productividad; provoca irritabilidad, incremento de la agresividad, de las distracciones, de los errores, incomodidad al sudar o temblar, aumento o disminución de la frecuencia cardíaca, etc., lo que repercute negativamente en la salud e incluso, en situaciones límite puede desembocar en la muerte. [1]

“El estrés térmico es la presión que provoca determinados efectos en un trabajador expuesto a temperaturas extremas, tanto en el frío como en el calor”. [2]

2.2.- Influencia de la temperatura sobre el organismo

La temperatura se trata sin lugar a dudas de la magnitud física más importante de trabajo en áreas laborales calurosas, como lo es de aquellos trabajos que tienen una dependencia directa de las condiciones meteorológicas. Tanto para altas temperaturas como por las bajas que suelen ser difíciles, se producen alteraciones en la salud que deben ser conocidos y analizados para evitar los efectos perniciosos que a consecuencia de las mismas pudieran producirse. A continuación se hace una presentación esquematizada de tales circunstancias de manera que podamos conocer e identificar los síntomas de la exposición a altas o bajas temperaturas y las consecuencias de las mismas.

2.3.- Efectos perniciosos producidos por el calor

2.3.1.- Calambres

Se caracteriza por espasmos localizados en los brazos, las piernas o el abdomen, y producido por el agotamiento del contenido de agua y sal del organismo. Entre las causas debe citar la realización de un ejercicio físico energético en un ambiente cálido.

2.3.2.- Síncope

Puede identificarse como un desfallecimiento que normalmente se corrige por si solo al llevar al trabajador a un lugar fresco y acostarlo en el suelo, siendo conveniente suministrar un poco de agua al trabajador afectado

2.3.3.- Golpe de calor (Insolación o Hiperpirexia del calor)

Es un trastorno que debido a su importancia debe ser bien conocido. Se trata de un cuadro grave que se produce cuando el cuerpo es incapaz de regular su propia temperatura y se produce una situación de desajuste térmico. Su forma más habitual ocurre por exceso de exposición al sol y se denomina insolación.

2.4.- Métodos de evaluación del estrés térmico

La proporción de trabajadores que desarrollan su actividad en el sector de servicios es cada vez más numerosa y son frecuentes los problemas creados por la falta de confort térmico. Por lo que es de gran interés disponer de criterios de valoración y métodos de control para estas situaciones.

A continuación se detallan los índices de estrés térmico en la Tabla 1 más importantes que han aparecido históricamente, así como los autores y los años de publicación. [3]

Tabla 1 Índices de estrés más importantes

AÑO	MÉTODO	AUTOR
1945	Índice de viento frío	Siple & Passel
1946	Temperatura efectiva corregida	Bedford
1947/60	Predicción de la sudoración para 4 horas	McArdle & McPhurson
1955	Índice de sobrecarga calórica	Belding & Hatch
1957	Temperatura de globo y bulbo húmedo	Yaglou & Minard
1957	Índice Oxford	Lind
1960	Predicción de los latidos del corazón	Fuller & Brouha
1963/76	Índice de estrés térmico	Givoni
1971	Índice de temperatura de globo húmedo	Bostford
1974/77	Límite de exposición termofisiológica	Dasler
1981	Tasa de sudoración requerida	Vogt
1984	Índice del aislamiento del vestido requerido	Holmér

2.5.- Índice de temperatura de globo y bulbo húmedo

El índice TGBH (ó WBGT por sus siglas en inglés Wet Bulb Globe Temperature) fue establecido por Yaglou & Minard, en los años 50 para la US NAVY, como un método rápido y fácil para determinar la severidad del ambiente térmico durante la ejecución de ejercicios y entrenamientos militares. Para el cálculo del TGBH se utilizan las siguientes expresiones, según sea, la ecuación 1 es sin radiación solar, o la ecuación 2 es con presencia de radiación solar.

$$TGBH = 0,7 t_{bh} + 0,3 t_g \quad (1)$$

$$TGBH = 0,7 t_{bh} + 0,2 t_g + 0,1 t_a \quad (2)$$

Siendo:

TGBH: Índice de temperatura de globo y bulbo húmedo, (°C)

t_{bh} : Temperatura de bulbo húmedo natural, (°C)

t_g : Temperatura de globo, (°C)

t_a : Temperatura del aire, (°C)

Este índice es aplicable en la evaluación del estrés térmico en exposiciones continuas, pero en períodos de tiempos de exposición cortos; en situaciones de estrés próximas al confort no es representativo, por lo que no es recomendable su utilización. En el caso de situaciones de agresión muy intensa y duración muy corta es mucho más fiable y correcto el empleo del índice ISC o el de la sudoración requerida. [4]

III. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

El diseño consta de la etapa de amplificación y acondicionamiento de señales de los sensores, por ser la más delicada del sistema, luego a las etapa de comunicación con la memoria y el RTC, se acondicionó para que las corrientes que se manipulan en el Microcontrolador sean las adecuadas y no dañen las entradas y salidas de este elemento. La comunicación entre el evaluador de estrés térmico y el computador es serial RS232, y un software elaborado para este propósito.

El esquema general para la implementación del instrumento se ilustra en la Figura 2

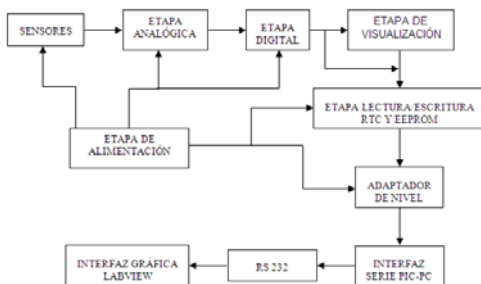


Fig. 2. Esquema general del instrumento

A continuación se muestra en la Figura 3, la descripción del dispositivo evaluador a implementarse, los diferentes elementos a utilizarse. Luego se detalla lo referente al diseño e implementación de hardware y de software.

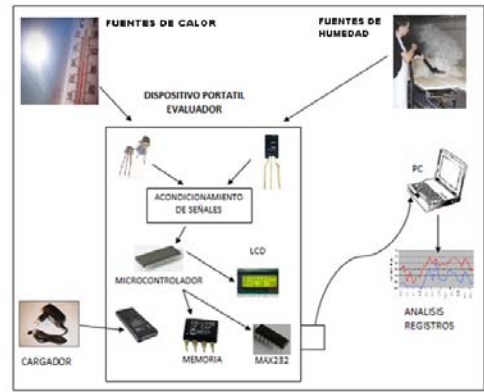


Fig. 3. Diagrama de bloques del evaluador de Estrés Térmico

3.1 Selección de elementos

- PIC 18F452
- Sensor de temperatura LM35AH
- Sensor de Humedad relativa HIH-4000
- Amplificadores LM358
- Reloj en tiempo real DS1307
- Memoria externa 24LC04
- MAX 232
- LCD

3.2.- Desarrollo del algoritmo de monitoreo y control

Para controlar cada una de las tareas para las cuales fue diseñado este dispositivo, se crea un programa el mismo que se almacenará en el microcontrolador.

Para gestionar y visualizar los datos almacenados en el instrumento se elaboró un algoritmo que permite llevar los datos desde el medidor hasta una computadora, analizar gráficamente el comportamiento de las diferentes temperaturas y humedad relativa durante la jornada de labores y además generar un archivo en formato *.xls (Excel) que contenga los datos para su posterior análisis.

3.3.- Diseño de la interfaz grafica

En la primera ventana del panel frontal figura 4 se ingresan los valores máximos y mínimos de estrés térmico obtenidos como referencia de la tabla de períodos de actividad de conformidad al Índice TGBH del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores. La segunda ventana figura 5 muestra una tabla con los valores de las 18 lecturas que se han tomado durante la jornada de labores. En la primera y segunda columna se encuentra los valores que corresponden a la hora y la fecha en la cual se registró la lectura, de la tercera a la quinta columna se tiene los valores de temperatura de globo, de bulbo húmedo, temperatura ambiental, en este orden, en la sexta columna se tiene el valor de la humedad relativa, luego el índice de estrés térmico (TGBH) con carga solar o

sin ella, así como la determinación de si está o no dentro de los TLV's, de acuerdo al sitio en el cual se realizó las mediciones.

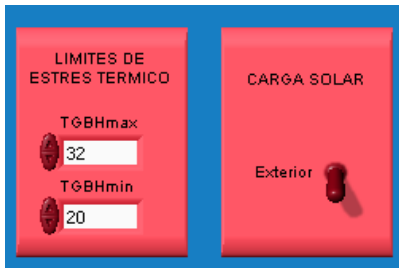


Fig. 4. Panel frontal: Parámetros de cálculo

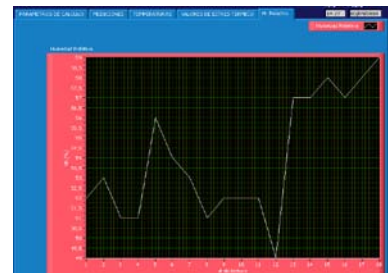


Fig.8. Panel Frontal: Humedad Relativa

Tiempo	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Velocidad del Viento (m/s)	Índice de Estrés Térmico
10:00	28.00	65.00	1.00	1.00
10:05	28.50	65.00	1.00	1.00
10:10	29.00	65.00	1.00	1.00
10:15	29.50	65.00	1.00	1.00
10:20	30.00	65.00	1.00	1.00
10:25	30.50	65.00	1.00	1.00
10:30	31.00	65.00	1.00	1.00
10:35	31.50	65.00	1.00	1.00
10:40	32.00	65.00	1.00	1.00
10:45	32.50	65.00	1.00	1.00
10:50	33.00	65.00	1.00	1.00
10:55	33.50	65.00	1.00	1.00
11:00	34.00	65.00	1.00	1.00
11:05	34.50	65.00	1.00	1.00
11:10	35.00	65.00	1.00	1.00
11:15	35.50	65.00	1.00	1.00
11:20	36.00	65.00	1.00	1.00
11:25	36.50	65.00	1.00	1.00
11:30	37.00	65.00	1.00	1.00
11:35	37.50	65.00	1.00	1.00
11:40	38.00	65.00	1.00	1.00
11:45	38.50	65.00	1.00	1.00
11:50	39.00	65.00	1.00	1.00
11:55	39.50	65.00	1.00	1.00
12:00	40.00	65.00	1.00	1.00
12:05	40.50	65.00	1.00	1.00
12:10	41.00	65.00	1.00	1.00
12:15	41.50	65.00	1.00	1.00
12:20	42.00	65.00	1.00	1.00
12:25	42.50	65.00	1.00	1.00
12:30	43.00	65.00	1.00	1.00
12:35	43.50	65.00	1.00	1.00
12:40	44.00	65.00	1.00	1.00
12:45	44.50	65.00	1.00	1.00
12:50	45.00	65.00	1.00	1.00
12:55	45.50	65.00	1.00	1.00
13:00	46.00	65.00	1.00	1.00
13:05	46.50	65.00	1.00	1.00
13:10	47.00	65.00	1.00	1.00
13:15	47.50	65.00	1.00	1.00
13:20	48.00	65.00	1.00	1.00
13:25	48.50	65.00	1.00	1.00
13:30	49.00	65.00	1.00	1.00
13:35	49.50	65.00	1.00	1.00
13:40	50.00	65.00	1.00	1.00
13:45	50.50	65.00	1.00	1.00
13:50	51.00	65.00	1.00	1.00
13:55	51.50	65.00	1.00	1.00
14:00	52.00	65.00	1.00	1.00
14:05	52.50	65.00	1.00	1.00
14:10	53.00	65.00	1.00	1.00
14:15	53.50	65.00	1.00	1.00
14:20	54.00	65.00	1.00	1.00
14:25	54.50	65.00	1.00	1.00
14:30	55.00	65.00	1.00	1.00
14:35	55.50	65.00	1.00	1.00
14:40	56.00	65.00	1.00	1.00
14:45	56.50	65.00	1.00	1.00
14:50	57.00	65.00	1.00	1.00
14:55	57.50	65.00	1.00	1.00
15:00	58.00	65.00	1.00	1.00
15:05	58.50	65.00	1.00	1.00
15:10	59.00	65.00	1.00	1.00
15:15	59.50	65.00	1.00	1.00
15:20	60.00	65.00	1.00	1.00
15:25	60.50	65.00	1.00	1.00
15:30	61.00	65.00	1.00	1.00
15:35	61.50	65.00	1.00	1.00
15:40	62.00	65.00	1.00	1.00
15:45	62.50	65.00	1.00	1.00
15:50	63.00	65.00	1.00	1.00
15:55	63.50	65.00	1.00	1.00
16:00	64.00	65.00	1.00	1.00
16:05	64.50	65.00	1.00	1.00
16:10	65.00	65.00	1.00	1.00
16:15	65.50	65.00	1.00	1.00
16:20	66.00	65.00	1.00	1.00
16:25	66.50	65.00	1.00	1.00
16:30	67.00	65.00	1.00	1.00
16:35	67.50	65.00	1.00	1.00
16:40	68.00	65.00	1.00	1.00
16:45	68.50	65.00	1.00	1.00
16:50	69.00	65.00	1.00	1.00
16:55	69.50	65.00	1.00	1.00
17:00	70.00	65.00	1.00	1.00
17:05	70.50	65.00	1.00	1.00
17:10	71.00	65.00	1.00	1.00
17:15	71.50	65.00	1.00	1.00
17:20	72.00	65.00	1.00	1.00
17:25	72.50	65.00	1.00	1.00
17:30	73.00	65.00	1.00	1.00
17:35	73.50	65.00	1.00	1.00
17:40	74.00	65.00	1.00	1.00
17:45	74.50	65.00	1.00	1.00
17:50	75.00	65.00	1.00	1.00
17:55	75.50	65.00	1.00	1.00
18:00	76.00	65.00	1.00	1.00
18:05	76.50	65.00	1.00	1.00
18:10	77.00	65.00	1.00	1.00
18:15	77.50	65.00	1.00	1.00
18:20	78.00	65.00	1.00	1.00
18:25	78.50	65.00	1.00	1.00
18:30	79.00	65.00	1.00	1.00
18:35	79.50	65.00	1.00	1.00
18:40	80.00	65.00	1.00	1.00
18:45	80.50	65.00	1.00	1.00
18:50	81.00	65.00	1.00	1.00
18:55	81.50	65.00	1.00	1.00
19:00	82.00	65.00	1.00	1.00
19:05	82.50	65.00	1.00	1.00
19:10	83.00	65.00	1.00	1.00
19:15	83.50	65.00	1.00	1.00
19:20	84.00	65.00	1.00	1.00
19:25	84.50	65.00	1.00	1.00
19:30	85.00	65.00	1.00	1.00
19:35	85.50	65.00	1.00	1.00
19:40	86.00	65.00	1.00	1.00
19:45	86.50	65.00	1.00	1.00
19:50	87.00	65.00	1.00	1.00
19:55	87.50	65.00	1.00	1.00
20:00	88.00	65.00	1.00	1.00
20:05	88.50	65.00	1.00	1.00
20:10	89.00	65.00	1.00	1.00
20:15	89.50	65.00	1.00	1.00
20:20	90.00	65.00	1.00	1.00
20:25	90.50	65.00	1.00	1.00
20:30	91.00	65.00	1.00	1.00
20:35	91.50	65.00	1.00	1.00
20:40	92.00	65.00	1.00	1.00
20:45	92.50	65.00	1.00	1.00
20:50	93.00	65.00	1.00	1.00
20:55	93.50	65.00	1.00	1.00
21:00	94.00	65.00	1.00	1.00
21:05	94.50	65.00	1.00	1.00
21:10	95.00	65.00	1.00	1.00
21:15	95.50	65.00	1.00	1.00
21:20	96.00	65.00	1.00	1.00
21:25	96.50	65.00	1.00	1.00
21:30	97.00	65.00	1.00	1.00
21:35	97.50	65.00	1.00	1.00
21:40	98.00	65.00	1.00	1.00
21:45	98.50	65.00	1.00	1.00
21:50	99.00	65.00	1.00	1.00
21:55	99.50	65.00	1.00	1.00
22:00	100.00	65.00	1.00	1.00

Fig. 5. Panel Frontal: Mediciones

En la tercera ventana (figura 6) se muestra las curvas que indican el comportamiento de las temperaturas: de globo, de bulbo húmedo y de bulbo seco o ambiental, durante el periodo de mediciones.

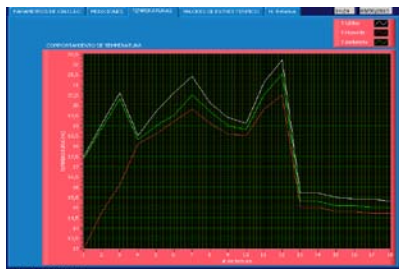


Fig.6. Panel Frontal: Temperaturas

En la cuarta ventana (figura 7), se muestra la gráfica de la curva del índice de estrés térmico; por medio de la se puede emitir un criterio sobre la exposición al calor de la persona que se encuentra en el puesto de trabajo en el que se realizó la medición.

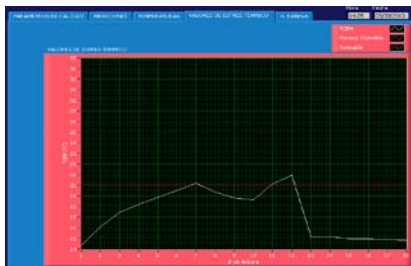


Fig.7. Panel Frontal: Valores de Estrés Térmico

Y en la última ventana (figura 8) se muestra los valores correspondientes a la Humedad Relativa (de 0 a 100%) en función del tiempo.

IV. PRUEBAS Y RESULTADOS

Las pruebas que se desarrollan son con la finalidad de comprobar el óptimo funcionamiento de cada uno de los elementos y el instrumento en su totalidad, sobre todo realizar el diagnóstico del sitio de trabajo expuesto o no a estrés térmico.

4.1.- Caso de Estudio

Se contrastó los elementos primarios de temperatura y humedad relativa con dispositivos patrones para su respectiva calibración, al igual que el Dispositivo Medidor (figura 9) que se lo realizó con el medidor de Estrés Térmico del Laboratorio de Higiene Industrial de la oficina de Riesgos de Trabajo de la ciudad de Quito.



Fig. 9.- Dispositivo Medidor de Estrés Térmico

4.2.- Diagnóstico de un ambiente laboral

Una persona que se encuentra en un puesto de trabajo, expuesta a variaciones ambientales de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento, tiene que ser constantemente monitoreada, pues se debe cuidar que esta se encuentre libre de exposiciones severas y que pongan en riesgo su salud e integridad personal.

En la Legislación Ecuatoriana, específicamente en el *Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo*,

artículo 54, literal e, se regula los períodos de actividad de conformidad al TGBH (Índice de Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo). [5].

En este reglamento se establece valores del índice TGBH en función de los períodos trabajo-descanso que tiene un trabajador en una hora y del tipo de trabajo que desempeña. O si es el caso de acuerdo al consumo de calorías que se produce como consecuencia de desarrollar una actividad. Los valores que se han normalizado en el reglamento mencionado anteriormente se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2 Períodos de actividad de conformidad al índice TGBH

TIPO DE TRABAJO	CARGA DE TRABAJO		
	LIVIANA	MODERADA	PESADA
	Inferior a 200 Kcal/hora	De 200 a 350 Kcal/hora	Igual o mayor a 350 Kcal/hora
Trabajo continuo	TGBH=30.0	TGBH=26.7	TGBH=25.0
75% trabajo, 25% descanso cada hora	TGBH=30.6	TGBH=28.8	TGBH=25.9
50% trabajo, 50% descanso cada hora	TGBH=31.4	TGBH=29.4	TGBH=27.9
25% trabajo, 75% descanso cada hora	TGBH=32.2	TGBH=31.1	TGBH=30.0

4.3.- Cálculo de la carga térmica metabólica

La carga térmica metabólica es la cantidad de gasto energético durante una actividad, para el cálculo de la carga térmica metabólica se usa la siguiente ecuación:

$$CTM = PMC + TT + MB + MD \quad (3)$$

Donde:

CTM: Carga térmica metabólica

PMC: Posición y movimiento del cuerpo

TT: Tipo de trabajo

MB: Metabolismo basal

MD: Metabolismo por desplazamiento

Los parámetros que se describen en la Ecuación 3, se encuentran en las tablas de la NTP 323, INSHT, y de acuerdo a la actividad se tomará el valor para ingresar a la ecuación, haciendo referencia al tiempo de exposición.

4.4.- Factores de corrección el índice tgbh (wbgt)

Según: OSHA Technical Manual, Section III: Chapter 4, Heat Stress “Los TLV’s (valores límites tolerables) aplicados, se ajustan a individuos aclimatados y con ropa de verano, si la ropa no es la apropiada o tiene un nivel de aislamiento mayor que el necesario”, por lo tanto es importante considerar estos factores de corrección y sumarlos al valor de TGBH que muestre el dispositivo medidor. [6]

4.5.-Propiedades térmicas del vestido

La unidad del aislamiento térmico de la ropa (Iclo) en el sistema internacional es el m² °C/W, pero una unidad más práctica y usual es el clo (1 clo = 0,155 m² °C/W). La valoración del aislamiento térmico del vestido es de acuerdo con la norma ISO 7730.

4.6.- Medición de la velocidad del aire y humedad relativa

El movimiento del aire es directamente perceptible por el hombre a partir de los 0,25 y hasta el 1,25 m/seg, así como la humedad relativa debe estar comprendida entre 30% y 70%, excepto en locales con riesgo de electricidad estática, en los que el límite inferior es del 50%, como valores de clasificación para el análisis de confort y estrés térmico. [7]

4.7.- Adecuación de regímenes de trabajo – descanso

Se determina mediante la fracción de tiempo (trabajo-descanso) necesaria para el trabajador, según la Ecuación 4.

$$ft = \frac{(A - B)}{(C - D) + (A - B)} \times 60 \text{ (minutos /hora)} \quad (4)$$

Siendo:

- ft= Fracción de tiempo de trabajo respecto al total (indica los minutos a trabajar por cada hora)
- A = TGBH (WBGT) Límite en el descanso (M <100 Kcal/h.)
- B = TGBH (WBGT) en la zona de descanso
- C = TGBH (WBGT) en la zona de trabajo
- D = TGBH (WBGT) Límite en el trabajo

Si se trata de una persona aclimatada al calor, que permanece en el lugar de trabajo durante la pausa, la expresión se simplifica a la Ecuación 5.

$$ft = \frac{(33 - B)}{(33 - D)} \times 60 \text{ (minutos /hora)} \quad (5)$$

Cuando B > A, las ecuaciones Ecuación 4 y 5, no son aplicables. [8]

4.8.- Análisis práctico "cálculo de la carga térmica metabólica"

Se calcula mediante la Estimación del Consumo Metabólico. Para el ensayo se seleccionó una Industria Florícola "XYZ".

4.8.1.- Industria florícola "xyz"

De los diferentes puestos de trabajo analizados, se detalla el cálculo de Consumo Metabólico del Fumigador Auxiliar, tabla 3.2

Tabla 3 Estimación del consumo metabólico

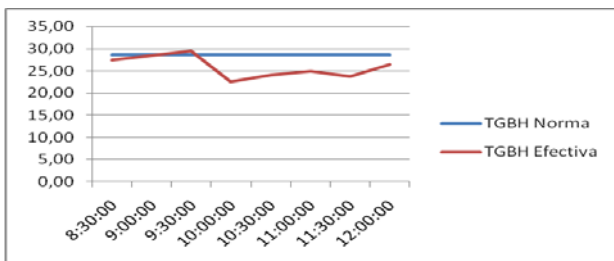
FUMIGAD. AUX.

PUESTO DE TRABAJO TIPO 1: FUMIGADOR AUXILIAR	ESTIMACION DEL METABOLISMO ENERGETICO (w/m2)										METABOLICO	
	M. BASAL		M. POSTURAL		DEL TIPO DE TR.		DE DESPLAZA		TOTAL		PROMEDIO	kcal/Hora
	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN		
PUESTO 1: TRANSPORTA LA MANGUERA PARA LA FUMIGACION	45,70	40,40	0,00	0,00	280,00	190,00	210,00	125,00	535,70	355,40	445,55	690,60
PUESTO 2: APLICACION DE LA FUMIGACION	45,70	40,40	30,00	25,00	125,00	85,00	0,00	0,00	200,70	150,40	175,55	272,10
PUESTO 3: ENVOLVER LA MANGUERA EN EL CARRETE	45,70	40,40	30,00	20,00	125,00	85,00	0,00	0,00	200,70	145,40	173,05	268,23
									234,28	162,80		

4.9.- Análisis práctico de "diagnóstico y de estrés térmico"

Con los datos generados con este dispositivo, con en el archivo *.xls, se elaboró la tabla 4. Puesto de trabajo "Fumigador Auxiliar"

Tabla 4 Comparación del TGBH Según la norma y el efectivo



En función del Cálculo de Consumo Metabólico, el tiempo teórico de exposición y descanso, y los resultados obtenidos con el dispositivo medidor de estrés térmico, se obtuvo los siguientes resultados. Tabla 5

Tabla 5 Cálculo de consumo y tiempo de exposición y descanso

PARAMETROS:	
Consumo Met.:	272,10 Kcal/h
Trabajo :	75% de trabajo / 25% de descanso
TGBH Máx:	28,7 °C
Carga Solar	Externa
clo:	1,00 Aisla. Térmico, vestido ISO 7730
CALCULO DE REGIMENES DE TRABAJO - DESCANSO	
NOTA: AREA DE DESCANSO ES LA MISMA QUE LA DE TRABAJO	
B=	29,39 °C
D=	28 °C
Tiempo de Trabajo=	43,32 min/h
Tiempo de Descanso=	16,68 min/h

* La gráfica que muestra el Medidor, establece que el trabajador en bajo estrés térmico a las 9h30, debido a condiciones ambientales laborales e incluso se le valora con un factor de corrección de 6,9 porque la ropa que usa es un overol y chompa impermeable, botas de caucho, guantes de caucho y mascarilla plástica, lo que da como resultado que su exposición sea más crítica.

* De acuerdo al cálculo de consumo metabólico, el TGBH Máx. Debería ser 28,7°C, pero el trabajador está expuesto a las 9h30 a 31.5°C, por lo tanto se establece que este es un punto crítico, ya que el valor de exposición supera el normal.

* Como es una persona aclimatada y el descanso lo realiza en la misma área de trabajo, mediante la ecuación 5, se establece que su tiempo de exposición es de 43,32 min/h y el de descanso es 16,68 min/h.

V. CONCLUSIONES

- El monitoreo y diagnóstico de la información se la realizó en empresas artesanales, comerciales e industriales de la provincia de Cotopaxi, tales como: La Panadería "Pan Nuestro", Industria de la Construcción "Hormi 2 - Panecons" y en la Florícola "EQR C.A".
- El diagnóstico de las áreas de trabajo monitoreadas con mayor concentración de calor fueron los hornos, calderos y la etapa de fumigación en los invernaderos cuyos valores de estrés térmico llegaron hasta 35,83 °C con estimación de consumo metabólico energético entre moderada y pesada, permitió reestructurar los tiempos de exposición y descanso del trabajador, incrementar la ventilación del medio a 1,5 m/seg y lograr que la humedad relativa del medio esté entre 30 y 70%.
- Los ambientes térmicos resultan agresivos para la salud del trabajador, dependiendo de la intensidad de la actividad que desarrolla, y mediante la valoración de las variables físicas poder actuar sobre la fuente o sobre el trabajador.
- Al exponer a los trabajadores a niveles de estrés térmico elevados, se puede disminuir su rendimiento intelectual, aumentar fallos en el trabajo, perturbar el metabolismo hidro-salino, provocar fatiga y riesgos de agotamiento, con lo cual se incrementaría la probabilidad de producirse accidentes y ocasionar daños personales así como materiales.

VI. REFERENCIAS

[1] CANADAS PAREJO, Vanesa, MARTINEZ Rubi Belén, "Estudio sobre Estrés Térmico en invernaderos y otros parámetros ambientales" Editorial Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas De Almería, Julio 2006

- [2] MANERO R. "Indicadores prácticos para la evaluación de la capacidad física de trabajo" La Habana: Academia de Ciencias de Cuba; 1985, pag. 211
- [3] PEDRO MÓNDELO, Diseño de puestos y espacios de trabajo, Tercera Edición, 2004, Pág. 37
- [4] CONSEJO INTERAMERICANO DE SEGURIDAD - CIAS. Manual de Fundamentos de Higiene Industrial. Primera Edición en español. Inglewood, N.J., USA. 1981.
- [5] IESS, Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.
- [6] PADILLA C. Aplicabilidad de la norma ISO 7243 en la normalización de ambientes térmicos. La Habana: INSAT; 2000. Pag. 114
- [7] SECRETARIA DE SALUD LABORAL Y MEDIO AMBIENTE, "Condiciones Ambientales de los Lugares de Trabajo", Editorial Unión Sindical de Comisiones Obreras de Aragón, Zaragoza
- [8] UNE-EN 27243:1995. Ambientes cálidos – Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice WBGT.

BIOGRAFÍA



Wilson Edmundo Sánchez Ocaña. Nació en Quito el 14 de febrero de 1971. Realizó sus estudios Universitarios en la Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, obteniendo el título de Ingeniero en Electromecánica en el 2005.

Trabajó como Técnico de Mantenimiento en las Empresa Maxus Ecuador Inc., Nabisco Royal, Oleoducto de Crudos Pesados del Ecuador y como Docente Tiempo Completo en la Escuela Politécnica del Ejército. Participó en el Proyecto de Investigación del Diseño y Construcción de una Máquina Taladradora CNC para la Espe Latacunga y en el Análisis Térmico de Clima Laboral en diversas industrias de la Provincia de Cotopaxi. En la actualidad es Director de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la ESPE Extensión Latacunga.



Montaluisa B. Roberto J. Nació en Latacunga, Provincia de Cotopaxi el 3 de abril de 1984. Realizó sus estudios Universitarios en la Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, obteniendo el título de Ingeniero en Electromecánica en el 2009.

Trabajó como Auxiliar de Seguridad Industrial en Novacero Planta Lasso; Técnico de Montaje en Electroecuatoriana; Control de Proyecto de Conduto Ecuador. En la actualidad es Analista de Procesos y proyectos en Operaciones Rio Napo.