

revista **Info**

Vol. 4. Num 2. 2010

Ciencia



E S P E

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA
EXTENSIÓN LATAGUNCA



Editor

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

COMITÉ EDITORIAL

Mayo. Ing. Vicente Tinizaray
Jefe de Investigación y Vinculación con la Colectividad

Ing. Eddie Galarza
Coordinador de Investigación y Vinculación con la Colectividad

Ing. Marco Acurio
Departamento de Ciencias Exactas

Ing. José Buchelli
Departamento de Eléctrica y Electrónica

Ing. José Quilroz
Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Eco. Alisva Cárdenas
Departamento de Ciencias Económicas, Administrativas y del Comercio

Lcdo. Alfredo Albán
Departamento de Lenguas

Sra. Rosa María Cepeda
Secretaría

Formato de Texto
Eddie Galarza Z.

**Responsable Legal: ESPE EXTENSIÓN
LATACUNGA**

Quijano y Ordóñez y Hermanas Páez
Telf. (03)2810206/ Fax: (03) 2810208
<http://webltga.espe.edu.ec>

DISEÑO, IMPRESIÓN
Tinta Roja

ISSN 1390-339X
© 2010 ESPE, Latacunga - Ecuador

Índice

1	<p>APLICACIÓN DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN LOS PROCESOS DE SOLDADURA <i>José Luis Mullo C.</i></p>
5	<p>CAMPO ELECTROMAGNÉTICO DE BAJA FRECUENCIA AL INTERIOR DE EDIFICACIONES <i>Vicente Hallo C.</i></p>
11	<p>UML [Unified Modeling Language] PARA LA ESPECIFICACIÓN Y DISEÑO DE SISTEMAS EMBEBIDOS <i>Amparo Meythaler N., Amparito Navas P.</i></p>
13	<p>APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE REQUERIMIENTOS EN LAS EMPRESAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN LA REGIÓN CENTRAL DEL ECUADOR <i>Santiago Jácome Guerrero</i></p>
19	<p>"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN COFRE INTELIGENTE PARA PROTECCIÓN A LOS PEATONES DE UN IMPACTO POR UN VEHÍCULO AUTOMOTOR" <i>Juan Castro C., Paúl Ernesto Navarrete Navarro</i></p>
22	<p>PROTOTIPO PARA EL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL DE TRÁFICO VEHICULAR EN LA CIUDAD DE LATACUNGA <i>Eddie Galarza Zambrano, Amparo Meythaler Naranjo</i></p>
28	<p>ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL ELECTROENCEFALOGRAMA EEG <i>Nancy E. Guerrón P.</i></p>
37	<p>SISTEMA LINEAL INDETERMINADO PARA GPS <i>Augusto Bourgeat</i></p>
42	<p>DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA DOSIFICADORA AUTOMÁTICA DE BEBIDAS. CONTROLADA BAJO UN SISTEMA HMI PARA LA EMPRESA PROALIM <i>Héctor Terán, Wilson Trávez, Sandra Rivera, Miguel Rodríguez</i></p>
47	<p>DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ACELERACIÓN ELECTRÓNICA. <i>Bolaños P. Vinicio R. Utreras G. Edwin H., Germán Erazo L.</i></p>
50	<p>ECUADOR: ANÁLISIS DE LA CRISIS ECONÓMICA EN LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS <i>Alisva Cárdenas Pérez</i></p>
54	<p>IMPORTANCIA DE LAS VIGAS TRANSVERSALES EN PUENTES ANÁLISIS DEL PUENTE LLACOLEN - SISMO DE CHILE <i>Roberto Aguiar Falconi</i></p>
59	<p>PERSPECTIVA DE LA TECNOLOGÍA DE LOS FPGA <i>Ernesto Pablo Lana</i></p>
63	<p>SISTEMAS INTELIGENTES EN TRANSPORTE <i>Euro Rodrigo Mena</i></p>
66	<p>USA LATEX PARA CREAR TUS ARTÍCULOS CIENTÍFICOS! <i>José Carrillo M.</i></p>

Presentación



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

La Constitución de la República establece en su artículo 350 que la universidad tiene como finalidad la formación académica y profesional en la que se incluyan aspectos relacionados con una visión científica y humanística, la investigación científica y tecnológica, la innovación, promoción, desarrollo y difusión de los saberes y culturas que orienten a la construcción de soluciones para desarrollo del país.

En la actualidad, la difusión de saberes en la mayoría de las universidades ecuatorianas, se las realiza en el aula, no utilizando medios adicionales que permitan hacer conocer lo que los docentes y estudiantes proponen como conocimientos adquiridos y desarrollados esencialmente mediante los procesos de docencia e investigación.

La investigación aborda la resolución de problemas que se presentan en fenómeno objeto de estudio, para lo cual será necesario detectar un problema existente, formular la hipótesis, recolectar datos que permitan rechazar o aceptar la hipótesis propuesta y que se asocian con la generación de un nuevo conocimiento que normalmente, determina un mejoramiento de las condiciones de vida de la sociedad. La ESPE Extensión Latacunga, consciente de la responsabilidad que tiene como una institución de educación superior orientada a la generación y difusión del conocimiento, así como al cumplimiento de las funciones asignadas por la sociedad y la constitución ecuatoriana, orienta sus esfuerzos a la transformación de la sociedad actual en la búsqueda de un mejor futuro.

Los investigadores requieren de que los conocimientos que han generado o que las experiencias que han conseguido, sean socializados, lo cual requiere del esfuerzo de la tarea de escribir, considerando que en la actualidad el vocabulario científico incluye nuevas palabras técnicas que son el resultado del mismo desarrollo científico.

Los docentes de la Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga desean plasmar en un documento el resultado de sus actividades diarias, en las se contactan con el nuevo conocimiento, en el que se que presenta como el fruto del desarrollo del quehacer universitario en respuesta a las inquietudes de lo desconocido y al esfuerzo por intentar explicarlo.

La ESPE Extensión Latacunga, presenta a la sociedad de la región central y al país, la revista "INFOCIENCIA No. 4, en la que se exhiben los artículos de los docentes de sus diferentes departamentos y que quieren difundirlos para dar a conocer lo que realizan en la actualidad.

Al finalizar esta presentación, quiero expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que colaboraron para que esta impresión llegue a ser una realidad.

APLICACIÓN DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN LOS PROCESOS DE SOLDADURA

Ing. José Luis Mollo C.

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

Resumen.- Los ensayos no destructivos permiten detectar grietas internas o superficiales en materiales de soldadura y partes fabricadas, son realizados bajo procedimientos escritos que atienden a los requisitos de las principales normas o códigos de fabricación tales como: ASME, API, AWS, entre otras, además ayudan a determinar la calidad de los materiales, y consisten en aplicar principios de física para detectar defectos y discontinuidades en los materiales sin afectar su utilidad; en la actualidad existen 5 métodos: Tintas Penetrantes, Tintas Penetrantes Fluorescentes, Partículas Magnéticas, Radiografía y Ultrasonido, cada una de estas técnicas tiene sus ventajas específicas así como limitaciones.

I. INTRODUCCIÓN.

La presente investigación se realizó en la Provincia de Cotopaxi, ciudad de Latacunga en el Laboratorio de Soldadura de la Escuela Politécnica del Ejército; la finalidad es demostrar el uso práctico de los ensayos no destructivos que son utilizados a nivel profesional en empresas relacionadas al campo de la soldadura de puentes. Los procedimientos descritos serán de utilidad para que los Ingenieros Mecánicos, los utilicen con eficiencia a fin de diagnosticar adecuadamente un procedimiento de soldadura.

II. ENSAYOS APLICADOS EN SOLDADURA

Las soldaduras y el metal de soldadura probablemente están sujetos a más tipos de pruebas que cualquier otro metal conocido, el metal de soldadura se puede probar del mismo modo que los metales comunes; las pruebas no destructivas aseguran la calidad en los procedimientos de soldadura, los trabajos soldados, los procesos de soldadura y los electrodos utilizados [1], éstas determinan la resistencia y tenacidad de la soldadura, su principal ventaja es su bajo costo frente a los ensayos destructivos.

En nuestro país existe la norma INEN 1625, la cual establece los lineamientos para la calificación y certificación del personal para ensayos destructivos (END), en donde el aspirante a calificarse y certificarse como personal de END, debe aprobar niveles 1, 2 y 3 en cada prueba o ensayo no destructivo y de esta manera se pueda certificar el estado de una probeta de soldadura.

III. PROCEDIMIENTO.

a) Ensayo con penetrante.

El ensayo con penetrante (PT) líquido en spray es un método muy sensible que utiliza la capilaridad para descubrir pequeñas discontinuidades superficiales [2], es el método más simple y práctico; a continuación se describen los pasos para su utilización en la probeta perteneciente a un puente metálico.



Figura 1:
Limpiaador

Aplicar el limpiador en aerosol para eliminar residuos de aceite, espere 5 minutos luego de la aplicación para su secado.



Figura 2:
Penetrante

Aplicar uniformemente el spray penetrante a lo largo del cordón de soldadura, este líquido revelará posteriormente los defectos; espere 10 minutos.



Figura 3:
Limpieza

Limpiar la tinta penetrante con papel absorbente y evite que queden residuos, no utilizar franelas o guaype.



Figura 4:
Revelador

Aplicar el revelador en aerosol y dejar actuar 10 minutos, se revelan las discontinuidades al aparecer puntos rojos que diagnostican fallas en el cordón de soldadura.

En la Figura 5 se observa la forma como actúan las tintas penetrantes cuando descubren una discontinuidad en un cordón de soldadura.



Figura 5: Procedente de ensayo con penetrante

Una vez ya seco el revelador nos indicará donde se encuentran las fallas en la probeta, entonces procedemos a verificar visualmente la posición, número y distancia de las fallas para su análisis según la norma AWS D1.1 la cual nos explica los lineamientos para END.



Figura 6: Verificación de fallas

Luego que anotamos los datos necesarios en la probeta, limpiamos los residuos de las tintas penetrantes con tiñer y con guaípe, además para preservar la probeta en un perfecto estado la untamos con un aceite liviano.

b) Ensayo con penetrante fluorescente.

La técnica con el ensayo penetrante fluorescente (PT) es idéntica a la técnica con color penetrante. Sin embargo hay dos diferencias básicas: el penetrante es fluorescente cuando se expone a la luz negra, y la otra el contraste es mayor que los penetrantes de color visible [3]. El ensayo con penetrante fluorescente es para descubrir fugas en las construcciones soldadas, también se utiliza mucho para revisar el paso de raíz de las soldaduras muy críticas.



Figura 7: Ensayo con tintas fluorescentes

c) Ensayo con partículas magnéticas.

El ensayo con partículas magnéticas (MT) consiste en la detección de campos de fugas magnéticas, vale decir, flujos dispersos provocados por la formación de los polos magnéticos a ambos lados de aquellas discontinuidades que interrumpen el camino de las fuerzas magnéticas [3]. La prueba de partículas magnéticas es un método extremadamente eficiente y fácil de detectar visualmente los defectos finos no identificables en o cerca de la superficie del acero. Los pasos son los siguientes.

Aplicar el limpiador en aerosol sobre la probeta para eliminar residuos de aceite en su totalidad y esperar 10 minutos para su secado, esparcir las partículas magnéticas secas sobre el cordón de soldadura utilizando un recipiente especial y al mismo tiempo realizar el ensayo colocando el electroimán (yunque) en el centro en el cordón de soldadura, apoyar el yunque contra la placa, encender el electroimán por 5 segundos. Las partículas magnéticas por efecto del electroimán se irán agrupándose en las posibles fallas de soldadura, verificar visualmente el número, cantidad y distancia de fallas utilizando una regla.



Figura 8: Ensayo de partículas magnéticas

Una vez tomados los datos necesarios en la probeta procedemos a limpiar la misma con tiñer y con guaípe. Para preservar la probeta en un perfecto estado y evitar los efectos dañinos del medio ambiente la colocamos con un aceite liviano y la almacenamos en un lugar seco.

Existen otros dos tipos de partículas magnéticas: Tipo húmedas fluorescentes y tipo húmedas no fluorescente. La selección apropiada de tipo de partículas magnéticas es importante, ya que la detección exitosa de defectos depende del tipo de partícula magnética usada, así como el método del método de magnetización.



Figura 9: Ensayo con partículas magnéticas húmedas fluorescentes y no fluorescente

d) Exámen radiográfico.

El ensayo radiográfico (RT) utiliza rayos X o gamma invisibles para examinar el interior de los materiales, da un registro permanente de fotografía, determina porosidad, fracturas, y vacíos en el interior de las piezas vaciadas en las soldaduras.

La radiografía es uno de los métodos de ensayo no destructivo más populares para localizar defectos por debajo de las superficies [4], sin embargo es un método costoso y requiere especial entrenamiento de los inspectores.



Figura 10: Ensayo por radiografía

Los rayos X, generados por bombardeo electrónico de tungsteno y los rayos gamma, emitidos por los elementos radioactivos son radiación penetrante cuya intensidad se modifica al pasar a través de un material distinto y de diferente espesor, por lo tanto en los lugares de un cordón de soldadura donde cambia el espesor del material debido a discontinuidades tales como porosidad o fisuras aparecerán contornos oscuros en la fotografía [1], a continuación se muestra un ejemplo de discontinuidad ubicado en la parte inferior de la imagen.



Figura 11: Resultado de ensayo por rayos X

e) Ensayo ultrasónico.

La examinación por Ultrasonido Industrial (UT) se define como un procedimiento de inspección no destructiva

que se basa en la impedancia acústica, la que se manifiesta como el producto de la velocidad máxima de propagación sonido entre la densidad de un material.



Figura 12: Ensayo por ultrasonido

En muchos aspectos la onda de ultrasonido es similar a las ondas de luz; ambas son ondas y obedecen a una ecuación general de onda. En la inspección por ultrasonido se utiliza por lo general ondas longitudinales (haz recto) u ondas transversales (haz angular).

El equipo de ultrasonido de la Figura 13 consta de una pantalla en el cual se observan las discontinuidades que son captadas por un palpador colocado sobre la probeta de soldadura, se utiliza aceite como medio de contacto entre el palpador y probeta, el equipo funciona con 110 voltios.



Figura 13: Equipo de ultrasonido

Este equipo nos va a permitir detectar fallas al interior de piezas que se encuentren fisuradas o con poros que no son visibles para el ojo humano [4], El instrumento trabaja enviando y recibiendo sonidos de alta frecuencia.

Estos equipos miden en distintos tipos de medida de sonido como son:

- 2 MGH.
- 5 MGH.
- 10 MGH.
- 15 MGH.

En la búsqueda de fallas se desplaza el palpador sobre la probeta a inspeccionar y se observa la gráfica

en el osciloscopio. En el eje "x" se lee la profundidad a la que están ubicadas las fallas y en el eje "y" se indica la dimensión de la falla. El diagnóstico se lo realiza minuciosamente. Los defectos más comunes son inclusiones de escorias y faltas de fusión asociadas al proceso de soldadura utilizado.

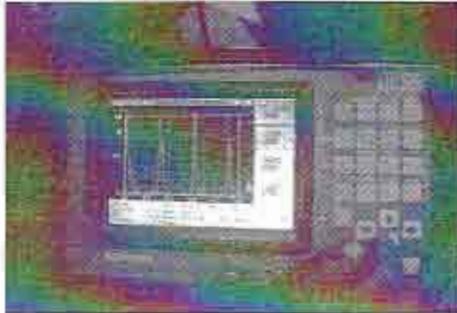


Figura 14: Análisis por ultrasonido

Para diagnósticos especiales existen palpadores con haces de sonido o ángulos de 0°, 45°, 60° y 70°, las frecuencias más comúnmente utilizadas son de 1 a 5 MHz.

Cuando no se logra una limpieza adecuada entre pasadas o la intensidad de corriente no es la requerida, la escoria queda atrapada en el metal aportado. Las faltas de fusión se observan generalmente en la pasada de raíz y se producen generalmente cuando la preparación de la junta es incorrecta o el ángulo del aporte en la llegada a la junta no es el adecuado.

El personal de END será calificado por algún organismo legalmente reconocido o acreditado, pudiendo demostrarlo con un certificado vigente verificable de ser calificado para la actividad correspondiente. En el caso de no existir en el País algún organismo legalmente reconocido o acreditado para dicha calificación, serán válidas las calificaciones realizadas por organismos de reconocido prestigio en el área de los END correspondientes dentro del Ecuador.

IV. CONCLUSIONES

- Los ensayos no destructivos permiten detectar discontinuidades en un cordón de soldadura garantizando la confiabilidad de las estructuras unidas bajo este proceso.
- Los ensayos no destructivos son métodos rápidos, prácticos y eficientes de comprobación de la calidad en los procedimientos de soldadura.
- Los ensayos no destructivos son pruebas complementarias a los ensayos destructivos para el análisis de los procesos de manufactura aplicados.

- El inspector de soldadura debe realizar un estudio minucioso de las ventajas y desventajas de cada ensayo a fin de utilizar apropiadamente los cada uno y emitir un diagnóstico acertado.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- [1] Cary H, Manual de soldadura moderna, Segunda edición, Páginas 694-750, Editorial Hispanoamericana, México, 1980.
- [2] Horwitz N., Soldadura, aplicaciones y prácticas, Segunda Edición, Páginas 310-330, Editorial Paraninfo, México, 1993.
- [3] ASME, Norma de Calificación para procedimientos de soldadura, Doceava edición, Páginas 310-330, New York, 1995
- [4] AWS, Norma de Calificación para procedimientos de soldadura, Doceava edición, Páginas 310-330, Washington D. C, 1995.

CAMPO ELECTROMAGNÉTICO DE BAJA FRECUENCIA AL INTERIOR DE EDIFICACIONES

Vicente Halló C.¹

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

RESUMEN

Durante muchos años se han realizado estudios en varios países sobre la influencia de los campos electromagnéticos, producidos por equipos eléctricos y electrónicos, los que se han ido incrementando vertiginosamente conforme se desarrolla y se expande la utilización de equipos eléctricos.

El presente trabajo presenta los resultados obtenidos en la ciudad de Latacunga, de mediciones de campos magnéticos al interior de residencias producidos exclusivamente por redes de distribución eléctrica que se encuentran al exterior de las viviendas pero cercanas a las fachadas de las edificaciones.

Los estudios sobre campos electromagnéticos de baja frecuencia usualmente se basan en las líneas de alta tensión las que por su magnitud son consideradas en los estudios de impacto ambiental en las zonas por donde pasan éstas redes.

Si bien no existe un estudio determinante que indique la influencia de los campos electromagnéticos en la salud, sin embargo existen indicios que pueden ser determinantes en la aparición y desarrollo de ciertas enfermedades.

El trabajo presenta en forma estadística las mediciones realizadas en varios puntos al interior de las edificaciones con respecto a la fachada más cercana a las redes de distribución externa y concluye en recomendaciones sobre la utilización de los diferentes ambientes de estar al interior de los domicilios como precaución para evitar afectaciones por el efecto de los campos electromagnéticos.

I. INTRODUCCIÓN

El mundo a través de los tiempos ha requerido de muchos descubrimientos que le permitieron ejecutar trabajos útiles para el progreso industrial y que se han concretado en el mejoramiento continuo del nivel de vida de la población.

Las fuentes de energía que se están utilizando han evolucionado a través de los tiempos en sus procesos de obtención y transformación permitiendo disminuir el impacto ambiental que inicialmente fue considerable.

La producción de energía eléctrica, su transporte, distribución y consumo final han requerido de importantes avances tecnológicos así como de la proliferación de una serie de equipos eléctricos diseñados para satisfacer las necesidades de la población y que permitan dar confort y bienestar.

El rápido crecimiento industrial ha requerido optimizar la generación y el transporte de energía. Desarrollar técnicas que permitan el transporte de grandes cantidades de energía es uno de los retos que los investigadores han tenido que solucionar especialmente con la construcción de torres de muy alto voltaje, centros de transformación y distribución.

Los equipos accionados por electricidad han crecido vertiginosamente tanto en calidad, y cantidad así como se han diversificado en su aplicación para ser utilizados en cualquier actividad tanto industrial como doméstica.

Uno de los aspectos importantes que se ha considerado en su diseño es la de reducir los posibles accidentes ocasionados por contactos directos con los elementos energizados. Igual criterio se utilizó en la elaboración de las diferentes normas eléctricas destinadas a la construcción de sistemas eléctricos, así como en las indicaciones y precauciones de montaje y operación explicadas en los diferentes textos y manuales de seguridad industrial.

La influencia que los campos magnéticos y eléctricos puedan tener en los seres vivos no son considerados, posiblemente porque no se los ve o sus efectos no son inmediatos como los que ocurren en un contacto directo con cables energizados. Actualmente el estudio del impacto ambiental y la influencia de la radiación electromagnética es uno de los requisitos que se exige en los países desarrollados para proceder a la construcción de redes eléctricas.

Los procesos de demanda en contra de las empresas eléctricas por parte de los posibles afectados por vivir cerca a líneas de muy elevados voltajes, han sido ya favorables para las personas perjudicadas por su influencia.

Hoy día las diferentes Empresas Eléctricas tienen como políticas de construcción de redes de distribución en las zonas urbanas, instalar tendido subterráneo el mismo que ha reducido los problemas estéticos de

calles y avenidas así como los accidentes por contacto directo. Esta práctica de construcción en conductos subterráneos es común en los países desarrollados.

En la Región amazónica se ha establecido que los tendidos eléctricos en las instalaciones petroleras sean subterráneos para evitar posibles incidencias en el medio ambiente por donde pasan las líneas, reducir el área de desbroce que requeriría un tendido aéreo y evitar la introducción de un elemento extraño a la naturaleza de la zona.

El presente trabajo presenta el estudio sobre la intensidad de los campos electromagnéticos que se tiene al interior de las edificaciones, en especial en domicilios que se encuentran frente a redes de distribución de energía eléctrica y sobre la base de estas mediciones realiza recomendaciones para reducir su impacto.

II. DESARROLLO

Los sistemas de distribución eléctrica en las zonas urbanas y rurales del país, generalmente se los realiza mediante tendidos eléctricos sobre postes, con voltajes de 34,5KV; 22,6KV y 13,8KV, los que alimentan transformadores eléctricos para obtener de los mismos voltajes de 127 V, 208V, etc. que son utilizados comúnmente por los usuarios finales sean residenciales o comerciales.

Los tendidos eléctricos en las zonas urbanas, pasan a poca distancia de las fachadas, Figura 1, siendo en ciertos casos un peligro, ya que la proximidad a las edificaciones puede provocar contactos accidentales con graves consecuencias para la persona que sufre la lesión, situaciones que son de dominio público por las noticias periódicas de este tipo de accidentes.

Los campos eléctricos de baja frecuencia se producen por la circulación de corriente alterna por un conductor a una frecuencia de 60 Hz. El campo producido alrededor del conductor es de carácter eléctrico y magnético.



Figura 1. Redes de distribución eléctrica cercana a las fachadas.

Campo Eléctrico. Maxwell define el campo eléctrico como "la porción del espacio en la vecindad de los cuerpos electrificados en los que se manifiestan

fenómenos eléctricos". [1]

La unidad de medida del campo eléctrico es el V/m (voltio/metro) y está en proporción directa al voltaje y decrece a medida que aumenta la distancia.

Campos magnéticos. Se produce por la circulación de corriente por un conductor. Las líneas de flujo magnético forman anillos cerrados alrededor del conductor y su número varía en función de la magnitud de la corriente.

El campo magnético está dado en gauss (G), o en Teslas (T), (1Tesla=10000 Gauss).

El campo magnético depende directamente de la magnitud de la corriente y su intensidad decrece con la distancia al conductor.

Los voltajes de las redes del presente estudio son bajas por lo que su efecto eléctrico es mínimo, los campos magnéticos que son producto de la circulación de corriente pueden ser significativos en función de su magnitud.

Ciertos estudios sobre los campos electromagnéticos, indican la posible asociación de los mismos con ciertas enfermedades, por ejemplo:

En 1982 la Organización Mundial de la Salud (OMS) indica en un informe los niveles permitidos de exposición de los campos electromagnéticos y establece que: "Los estudios experimentales muestran que los campos eléctricos de intensidad no superior a los 20V/m y los campos magnéticos de intensidad no superiores a los 240Amp/m, ya sea individual o combinados no son peligrosos para la salud." [2]

En 1985 la OMS en la publicación "Criterios Ambientales sobre salud" expresa lo siguiente en lo referente a los campos de baja frecuencia: "Varios informes epidemiológicos recientes han presentado datos preliminares que sugieren un incremento de la incidencia del cáncer entre niños y adultos expuestos a campos magnéticos por vivir cerca de diferentes tipos de líneas o dispositivos de energía eléctrica al igual que entre quienes tienen ocupaciones electrotécnicas". El estudio identificó leves aumentos de los defectos genéticos o de embarazos anormales. [2]

En 1998 La Comisión Internacional para la Protección contra la Radiación no Ionizante (ICNIRP) manifiesta "algunos estudios epidemiológicos indican un posible ligero incremento del riesgo de leucemia en los niños, asociados a niveles de campos magnéticos de frecuencia industrial de (50/60 Hz) promediados en el tiempo iguales o mayores de 0,4 μ T".

La Agencia Internacional para la investigación del Cáncer (IARC) agencia de la OMS, en junio del 2001

indicó que los ELF se los clasificó como posiblemente cancerígenos para los seres humanos. [3]

Luego de un estudio realizado por el Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología sobre los campos electromagnéticos de baja frecuencia y leucemia infantil en ciudad La Habana Cuba, se determinó en el 2005, una incidencia de los campos electromagnéticos del 16% en viviendas de niños enfermos frente a la de los sanos [4]

Frente a los diferentes estudios realizados, muchos países, especialmente europeos, y varias Instituciones Internacionales han determinado normativas de exposición máxima a los campos electromagnéticos, cuadro 1.

ENTIDAD	PAIS- PROCEDENCIA	CAMPO ELÉCTRICO V/m	CAMPO MAGNÉTICO mG
GENELEC	Comité Europeo de Normalización Electrotécnico	5300	10
IRPA	International Radiation Protection Association	1000	5
NRPB - UK	National Radiation Protection Board	13300	10
ICNIRP 1990	International Commission on Non Ionizing Radiation Protection	840	4.2

Cuadro 1. Normativas sobre límites de radiación electromagnética [5]

Como las redes eléctricas pasan a pocos centímetros de las fachadas, es pertinente realizar mediciones de campos electromagnéticos al interior de las viviendas para precautelar mediante recomendaciones de permanencia, la salud de la población.

En el análisis del estudio efectuado se consideró los valores que ciertos países europeos como son los Países Bajos que consideran para los nuevos proyectos eléctricos y basados en una **Medida Cautelar** el valor de 0,4 μT al interior de viviendas. [6] De igual forma lo establecido en Suecia e Italia como **Principio de Precaución** que se aplica cuando no se ha demostrado una relación de causalidad, pero existen sospechas de su existencia, el valor que consideran en dichos países son de 0,25 μT . [7]

III PROCEDIMIENTO

Para la determinación de las mediciones de campos electromagnéticos se elaboró un protocolo de pruebas en las que se consideró los siguientes aspectos:

- Identificación de las fuentes y frecuencia de radiación electromagnética.
- Selección del equipo de medición.
- Hora de medición.
- Localización de los puntos de medición.
- Duración de las mediciones.
- Aislamiento de otras fuentes de radiación electromagnética.
- Consideraciones teóricas sobre la medición.
- Información de la red de distribución eléctrica.
- Información sobre la cercanía al transformador de distribución.

Para la medición de campos electromagnéticos se utilizó un miligaussímetro digital marca Safe Technologies, que mide campos electromagnéticos de baja frecuencia en el rango de 0 a 199.9 mG y en alta frecuencia de 0 a 19.99 mG.

Se procedió a realizar mediciones al interior de las viviendas, en diferentes pisos y a varias distancias desde la pared más cercana a las líneas eléctricas.

Las mediciones se realizaron en un lapso de tiempo que permite considerar las variaciones de corriente en la línea en función de la demanda de energía de la población. Figura. 2

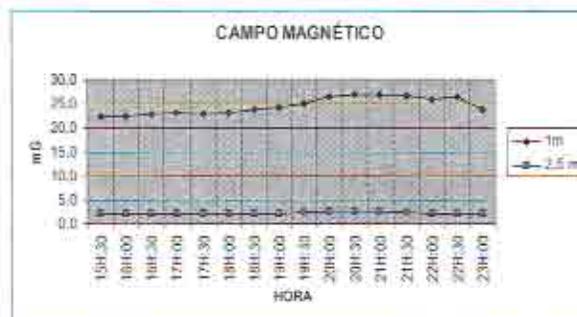


Figura 2. Perfil de campo magnético obtenido de mediciones al interior de una vivienda en diferentes horas a 1 m y a 2,5 m de la pared

IV RESULTADOS.

Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente siendo los siguientes:

La figura 3 expone gráficamente lo que sucede con las mediciones tomadas a 1 m de la pared, se aprecia que los valores máximos están entre 20 mG y 35 mG y que se generan alrededor de los intervalos de tiempo de mayor intensidad de corriente ya sea en la mañana o en la tarde.

La mediana se mantiene alrededor de los 2,5 mG, y la media alrededor de los 4mG, ciertos valores picos se detectaron en las mediciones en forma súbita, en el tiempo para la misma distancia, y que tiene como explicación la variabilidad de la carga que puede tener un circuito eléctrico.

Con respecto a los valores mínimos, éstos se encuentran en valores alrededor de 1 mG aproximadamente.

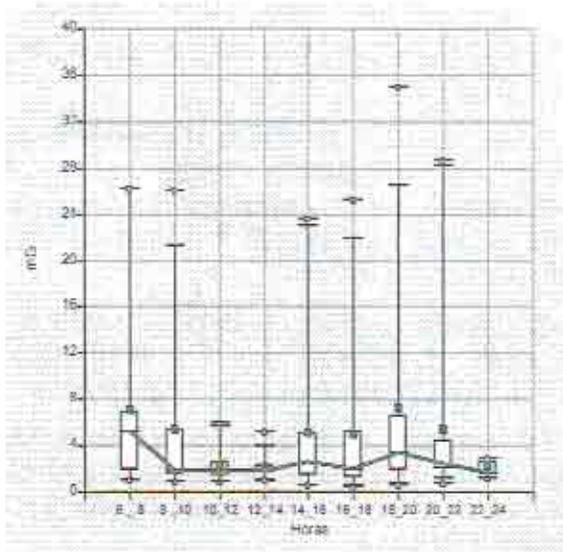


Figura. 3 Diagrama de caja de los valores obtenidos de mediciones de campos magnéticos a un metro de la pared al interior de edificaciones en el transcurso del día.

La tendencia también es evidente en las lecturas tomadas a 2 m de separación, se aprecia en la Fig. 4 que los valores máximos están entre 9 y 15 mG y la media alrededor de los 3 mG,

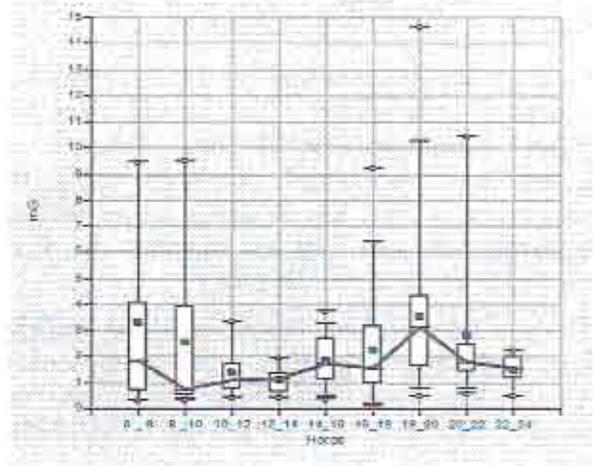


Figura 4 Diagrama de caja de los valores obtenidos de mediciones de campos magnéticos a dos metros de la pared al interior de edificaciones en el transcurso del día.

La mediana de las mediciones se encuentra entre 1 y 3 mG y la media entre 1 y 3,5 mG. Los valores mínimos están entre 0,2 y 0,8 mG.

La figura 5 representa el comportamiento del campo a tres metros de la pared durante el día, se aprecia que los valores de la mediana fluctúan entre 0,8 y 3,5 mG.

A una separación de tres metros, los valores máximos de campos están alrededor de los 6 mG, mientras más se aleja de la pared puede iniciar la influencia de otras fuentes como son televisores y computadores

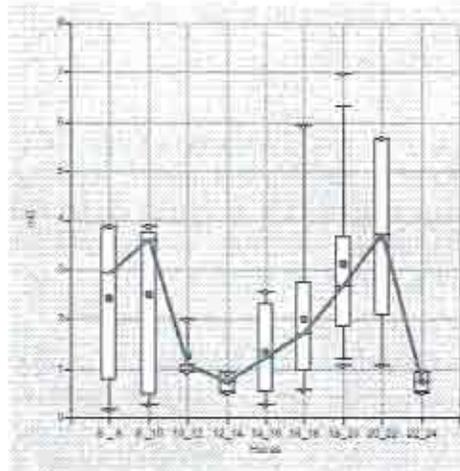


Figura 5. Diagrama de caja de los valores obtenidos de mediciones de campos magnéticos a tres metros de la pared al interior de edificaciones en el transcurso del día

Un resumen de las mediciones promedio medidas en relación a la separación son presenta a continuación:

En la Figura 6 se puede apreciar que para cero metros se tiene una mediana en las mediciones de 6 mG y una media de 9 mG, el valor máximo es de 32 mG y el mínimo de 1 mG. Se presenta también un valor extremo de 105mG, estos valores son superiores al recomendado como medida precautelar de 2,5 mG.

Para una separación de un metro, el valor de la mediana se reduce a 2,5 mG, el valor de la media a 7mG y se tiene 27 mG como valor máximo y de 35 mG como valor extremo, el valor mínimo es menor a 1 mG, por lo tanto a esta distancia también se tiene en forma general un valor de campo magnético superior al recomendado como máximo de 2,5 mG.

A la distancia de dos metros, se tiene una mediana de 2 mG y una media de 3mG, un valor máximo de 10 mG y un valor extremo de 15mG, el valor mínimo es de 1 mG.

El valor máximo y extremo a tres metros no supera los 8 mG, los valores de la media y mediana no superan los tres mG, a medida que se aleja más de la fuente de campos magnéticos los valores se reducen considerablemente, sin embargo existen viviendas que tienen valores superiores al recomendado como medida precautelatoria

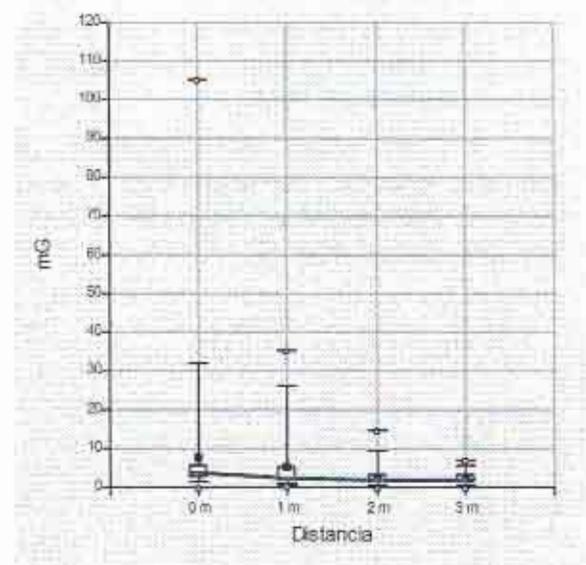


Figura 6. Gráfico de caja de las mediciones de campo efectuados a diferentes distancias de la pared más cercana a las redes de distribución eléctrica

V. CONCLUSIONES.

- Del estudio bibliográfico realizado se desprende que no existe hasta la presente fecha, una reglamentación que sea de amplia aceptación por todos los países sobre la exposición de la población a campos eléctricos y magnéticos de baja frecuencia o frecuencia industrial, ya que los resultados de los estudios son cuestionados técnica y clínicamente por las diferentes variables que puede tener la generación de una enfermedad.
- En nuestro país la reglamentación eléctrica no contempla normativa para los campos magnéticos y eléctricos de baja frecuencia.
- Los diferentes países tienen recomendaciones de exposición de campos magnéticos los mismos que difieren en gran magnitud entre unos y otros.
- En función de la aceptación de que los niños son más propensos a desarrollar cáncer al estar expuestos a campos magnéticos, y considerando la **medida cautelar o principio de precaución** que es la expresión que organismos de salud pública utilizan frente a una duda sobre los riesgos que pueden ocasionar los campos magnéticos, se ha utilizado como referencia en el presente trabajo la magnitud considerada en ciertos países europeos de 2,5 mG.
- Para campos eléctricos, muchos países aplican la recomendación de no exponerse a 5Kv/m, los mismos que son apantallados fácilmente por las construcciones y que no ameritaron su estudio por los bajos voltajes que se utilizan en las redes eléctricas urbanas.
- El presente trabajo ha permitido determinar que la intensidad de los campos magnéticos al interior de las viviendas, son superiores al máximo de 2,5 mG considerados como medida precautelar, y que es muy inferior a los 820 mG, considerado por Comisión Internacional para la Protección Contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP), y utilizado por muchos países europeos.
- Los campos electromagnéticos generados por redes de distribución no han sido analizados por los organismos especializados por cuanto el esquema aéreo para su construcción ya no se utiliza en los países desarrollados, los estudios generalmente están relacionadas con torres de transmisión de energía eléctrica de alto y muy alto voltaje, superiores a los 90000 voltios.

- Se determinó en el presente trabajo que al interior de la viviendas se tienen campos magnéticos que van de valores muy bajos inferiores a 1 mG, hasta valores altos 170 mG, dependiendo de la cercanía de la red eléctrica al sitio de medición así como de la configuración de la red de distribución eléctrica.
- Se estableció que a partir de los tres metros al interior de una vivienda los campos son en la mayoría de las viviendas menor a 2,5mG, también se determinó que el primer piso se tiene lecturas inferiores a 1 mG, constituyéndose en el área menos expuesta a los campos magnéticos.
- Si bien se estableció como propósito del trabajo obtener y normalizar las distancias mínimas de separación de las redes de distribución con respecto a las fachadas, el estudio permitió determinar que para las redes de distribución eléctrica las distancias no pueden ser estandarizadas en función de los campos magnéticos y tampoco aplicables a la normativa de construcción de redes de distribución de las empresas eléctricas por la imposibilidad física de tener una línea eléctrica separada algunos metros de la edificación.
- El presente estudio permitió determinar recomendaciones para que la población y las empresas eléctricas apliquen con el fin de minimizar la exposición y generación de campos magnéticos.

VI. RECOMENDACIONES

- Separación de áreas de juego infantil a una distancia mayor a 2 m. de la pared más cercana a la red eléctrica.
- Las zonas de estar, ubicarlas a distancias superiores a los dos metros de la pared más cercana, sobre todo si la misma se utiliza en las horas de mayor demanda eléctrica, entre las 18horas y las 22 horas.
- Utilizar cables preensamblados por lo menos en redes eléctricas cercanas a escuelas.
- Exigir el cambio a estructuras en volado en todas las áreas residenciales.
- Realizar un equilibrio de cargas eléctricas por parte de la empresa eléctrica en las redes de distribución eléctrica.

- Evitar dormitorios o áreas de permanencia, cercana a ventanales por donde pasen redes de baja tensión. Rediseñar los espacios habitacionales alejándolos lo más que se pueda de la pared más cercana a las redes eléctricas. No olvidemos que la magnitud del campo magnético se reduce en forma cuadrática con la reducción de la distancia.
- Considerar como zonas de mayor exposición a campos magnéticos y que pueden rebasar los 2,5 mG los tres primeros metros cercanos a la fachada.
- Utilizar el primer piso para las áreas de estar, ya que presentan valores muy bajos de campos magnéticos en comparación con los medidos en el segundo y tercer piso.

VII. REFERENCIAS

- [1] Harper Enríquez. (1980). Técnicas de la Alta Tensión. Segunda Preedición. México. Limusa.
- [2] ICEF. (1991). Riesgos en la distribución de Energía Eléctrica. Primera Edición.
- [3] <http://www.ecoportall.net>
- [4] Epidemiología y Microbiología sobre los campos electromagnéticos de baja frecuencia y leucemia infantil en ciudad La Habana Cuba. Instituto Nacional de Higiene, 2006, Cuba
- [5] www.nodo50.org.
- [6] IARC, Campos electromagnéticos y salud pública. 2001 IARC. Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer. www.iarc.fr.
- [7] Díaz R. Los campos electromagnéticos de frecuencia industrial y los riesgos para la salud. Congreso Internacional de Distribución Eléctrica, Nov. 2006. Buenos Aires. [7]

UML [Unified Modeling Language] para la especificación y diseño de Sistemas Embebidos

Amparo Meythaler N.¹, Amparito Navas P.¹

¹ Departamento de Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Marqués de Maenza s/n Latacunga, Ecuador.
Email: ammeythaler@espe.edu.ec, arriavas@espe.edu.ec

Resumen – En la actualidad los sistemas integrados requieren nuevos métodos de diseño y herramientas para enfrentar los problemas de diseño, análisis, integración y validación de sistemas complejos.

Se presenta una propuesta para el diseño de sistemas embebidos en tiempo real, usando UML (Lenguaje Unificado de Modelado) a fin de integrarla conceptualmente con las representaciones funcional, de despliegue y realización, para sistemas orientados a objetos que tienen este lenguaje como estándar de representación, y así mismo, ser soportada por herramientas comunes.

Con la creciente complejidad del hardware, el diseño es un gran desafío para quienes se dedican a ello; incluso hay quienes piensan que es prácticamente imposible diseñar un sistema digital desde el principio y asegurar su calidad en un tiempo razonable.

Utilizar un lenguaje de modelado puede ser un factor importante, pues con éste se podría hacer el sistema más comprensible para el usuario, así él no comprenda en detalle lo que está pasando al nivel del sistema, ni sería necesario que fuera un experto en descripción de hardware.

I. INTRODUCCIÓN

Los sistemas actuales son complejos y heterogéneos, los diseñadores de sistemas digitales usan una colección de herramientas que no están conectadas entre sí; como consecuencia, pueden surgir errores difíciles de identificar y eliminar.

Una de las soluciones sería buscar la representación formal y unificada en varios niveles de abstracción, y en los dominios comportamental y estructural del sistema digital, que permita a la colección de herramientas involucradas en un proceso general de diseño leer y escribir al mismo modelo de representación.

El desarrollo de un sistema empotrado es más que el desarrollo de un sistema software. Hay que manejar el mundo físico, pues es necesario:

- Identificar los dispositivos y nodos propios del sistema.
- Proporcionar señales visuales, sobre todo para los dispositivos poco usuales.

- Modelar las relaciones entre esos procesadores y dispositivos

El factor común de los sistemas de tiempo real, al menos de los de tamaño medio para arriba, es su elevada complejidad.

El diseño de sistemas embebidos en tiempo real hace frente a problemas de complejidad cada vez mayor, la integración y validación de los sistemas complejos se convierte en un cuello de botella en el flujo de diseño tradicional. La total separación del hardware [hw] y software [sw], en el diseño de sistemas embebidos dificulta el mantenimiento y reutilización.

En el mercado actual, altamente competitivo, los equipos de desarrollo de sistemas embebidos (este término viene del inglés embebed) o empotrados se organizan para realizar "más con menos": reducir el tiempo de desarrollo, los costes y el riesgo, mientras se mejora la calidad y la previsión; además, existe una necesidad creciente de demostrar conformidad con las normas y las regulaciones. Para seguir siendo competitivas, las organizaciones deben mejorar la exactitud y la precisión de sus procesos de desarrollo sw y hw.

II. BENEFICIOS DEL USO DE UML

Los beneficios del uso de UML aplicado a sistemas embebidos están en el resolver estos desafíos para crear sistemas embebidos de mayor calidad, mediante:

- El aumento de la comunicación y la colaboración entre las diferentes disciplinas del proyecto.
- La automatización de las mejores prácticas en todo el ciclo de vida del desarrollo del dispositivo.
- La seguridad de que el producto entregado corresponde a las especificaciones, requisitos y conceptos del proyecto a través de un enfoque iterativo desde las premisas de arriba hacia abajo.
- La posibilidad de desarrollar varios productos y variantes de productos mediante la compatibilidad para la reutilización de los componentes y sistemas claves.

III. ACERCAMIENTO A LA METODOLOGÍA DE DISEÑO

UML se puede usar para modelar distintos tipos de sistemas: sistemas de software, sistemas de hardware, y organizaciones del mundo real.

UML ofrece nueve diagramas en los cuales modelar sistemas:

- Diagramas de Casos de Uso para modelar los procesos 'business'.
- Diagramas de Secuencia para modelar el paso de mensajes entre objetos.
- Diagramas de Colaboración para modelar interacciones entre objetos.
- Diagramas de Estado para modelar el comportamiento de los objetos en el sistema.
- Diagramas de Actividad para modelar el comportamiento de los Casos de Uso, objetos u operaciones.
- Diagramas de Clases para modelar la estructura estática de las clases en el sistema.
- Diagramas de Objetos para modelar la estructura estática de los objetos en el sistema.
- Diagramas de Componentes para modelar componentes.
- Diagramas de Implementación para modelar la distribución del sistema.

IV. NIVELES DE DISEÑO DEL SISTEMA

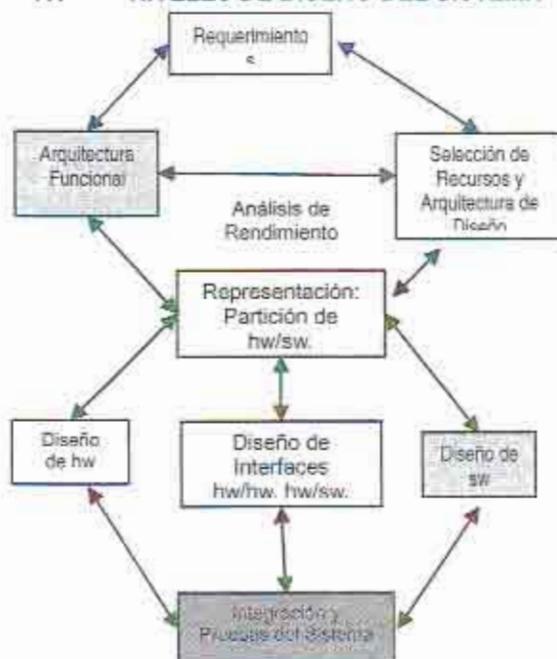


Figura 1: Niveles de diseño del sistema.

V. CONCLUSIONES

- Los diseñadores de sistemas digitales deberían usar herramientas que estén conectadas entre sí; para minimizar la aparición de errores e identificarlos con facilidad a través de las diferentes etapas del diseño.
- La representación formal y unificada [UML] en varios niveles de abstracción, y en los dominios comportamental y estructural del sistema digital, permite a la colección de herramientas involucradas en un proceso general de diseño leer y escribir el mismo modelo de representación.
- El uso del UML en el diseño de una aplicación mejora la comunicación entre el diseñador y el usuario, así él no comprenda en detalle lo que está pasando al nivel del sistema.

VI. REFERENCIAS

- [1]. Selic Bran, Turning Clockwise: Using UML in the Real-Time Domain., Communications Of The Acm, Vol.42, No.10, Octubre 1999.
- [2]. Mellor, Stephen J, Embedded Systems in UML, http://bpmn.omg.org/news/whitepapers/050307_Embedded_Systems_in_UML_by_S_Mellor.pdf
- [3]. UML – The New Language for Real-Time Embedded, <http://bezons.stessy.com/cnam/Projet%20informatique/Uml-Temps%20reel/doc/Douglass.pdf>

APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE REQUERIMIENTOS EN LAS EMPRESAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN LA REGIÓN CENTRAL DEL ECUADOR

Santiago Jácome Guerrero

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

Resumen

De acuerdo a estudio realizado por la asociación ecuatoriana de software aesoft en el año 2005, en el Ecuador existen aproximadamente 265 empresas de software registradas, las mismas que en el año 2007 facturaron us\$130 millones, de los cuales us\$ 24 millones corresponden a software exportado.

Estas empresas están concentradas principalmente en los polos de desarrollo económico y tecnológico del país, así se tiene que en Quito está el 85%, en Guayaquil el 11%, en Cuenca el 2% y el resto del país 2%.

El presente trabajo se centra en determinar si las empresas de desarrollo de software de la región central del país, esto es en las ciudades de Ambato, Riobamba y Latacunga utilizan formalmente los criterios de Ingeniería de Requerimientos en el desarrollo de su software.

Con el objetivo de conocer si se emplea formalmente los procesos de la Ingeniería de Requerimientos en las empresas se administró un cuestionario de 9 preguntas.

PALABRAS CLAVES

IEEE, Ingeniería de Software, Ingeniería de Requerimientos, Técnicas de Levantamiento de Requerimientos, Stakeholders.

I. INTRODUCCIÓN

La Ingeniería de Software ha tomado gran fuerza con el paso de los años y con el desarrollo de nuevas metodologías para llevar a cabo un proyecto exitoso de software. Dependiendo del modelo de desarrollo escogido para un proyecto determinado, un área o fase de gran relevancia es

la Ingeniería de Requerimientos, ya que ésta es la base para el buen desarrollo de un sistema de software que se quiera realizar de manera exitosa.

La Ingeniería de Requerimientos se define como un "conjunto de actividades en las cuales, utilizando técnicas y herramientas, se analiza un problema y se concluye con la especificación de una solución (a veces más de una)" [1].

La Ingeniería de Requerimientos es parte fundamental del proceso de desarrollo en cualquier proyecto de software. Dentro de ésta, existe un proceso más crítico aún que es la selección y aplicación de la o las técnicas de levantamiento de requerimientos adecuada según el problema que se esté tratando y el tipo de proyecto que esto involucra.

En el medio existen técnicas bien conocidas y probadas en la industria a lo largo de los años que permiten realizar el proceso de levantamiento de manera organizada y metodológica.

II. INGENIERÍA DE REQUERIMIENTOS

El Levantamiento de Requerimientos como la actividad más crítica de la Ingeniería de Requerimientos

El levantamiento de requerimientos es la actividad de mayor reto, la más crítica y la que requiere mayor conocimiento, ya que requiere la colaboración de diferentes stakeholders¹ que pueden estar distribuidos geográficamente y que no necesariamente son de la misma área de conocimiento.

Se encarga de encontrar el origen de los requerimientos y de cómo los analistas pueden recolectarlos. Esta es la primera etapa de construcción del entendimiento del problema que el software debe resolver.

¹ quienes pueden afectar o son afectados por las actividades de un sistema de software

Es fundamentalmente una actividad humana en la cual se identifican los stakeholders y se establecen las relaciones que éstos van a tener a lo largo del proceso de desarrollo, recordando que éstos incluyen tanto clientes y usuarios como equipo de desarrollo.

Asociado a la importancia del levantamiento y a todos los beneficios que su buena realización trae, existen diversos factores por los cuales este proceso se hace más complejo y demanda de mayor cuidado y gestión.

A continuación se listan algunas de estas dificultades

- Problemas de Alcance:** Muchas veces la complejidad del sistema analizado es de un tamaño tal que no se tiene claridad acerca de lo que el sistema hará y lo que no hará.
- Problemas de Entendimiento:** Los requerimientos generalmente provienen de alguna fuente, pero en ciertas ocasiones dicha fuente no es capaz de expresarlos como el ingeniero desearía.
- Problemas de Volatilidad:** Generalmente cuando un proyecto de desarrollo de software lleva un tiempo muy extenso en su desarrollo, los requerimientos tienden a cambiar.

Procesos de la Ingeniería de Requerimientos

La Ingeniería de Requerimientos tiene como INSUMOS (entradas) las necesidades de los stakeholders, estas necesidades son reconocidas en la etapa de educación (elicitación o adquisición) mediante la utilización de varias técnicas de levantamiento de requerimientos, luego se procede al análisis y negociación donde se detecta y corrige las falencias comunicativas, transformando los requisitos obtenidos en condiciones apropiadas para ser tratados en el diseño.

El análisis de requerimientos se puede formalizar mediante los estándares IEEE Std 1320.1 para modelado funcional, IEEE Std 1320.2 para modelado de información, IEEE Std 1471-2000 para arquitectura, mientras que en la negociación que es el proceso de discusión de los conflictos encontrados y llegar a algún compromiso que satisfaga a todos los usuarios se puede utilizar el IEEE Std 1362 para la definición del sistema, IEEE Std 830 para especificación de requerimientos de software, luego se puede utilizar el IEEE Std 1233 para la validación de requerimientos de software donde se comprueba que los requisitos implementados se corresponden con lo que inicialmente se pretendía, si estos son validados por los stakeholders constituirán el PRODUCTO (salida).

Los requerimientos aceptados constituyen un documento formal para continuar con la siguiente etapa del desarrollo de software, el diseño.

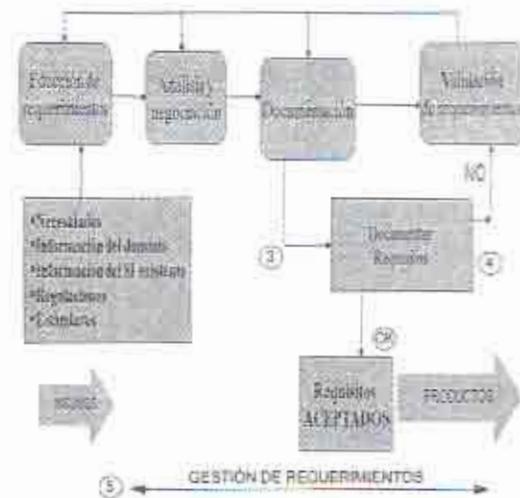


Figura 1: Procesos de la Ingeniería de Requerimientos

Los proyectos de software son altamente vulnerables y se afectan de manera crítica cuando alguna de estas actividades se desarrolla con ligereza [2] lo que conduce a darle una mayor importancia a los requerimientos dentro del proceso completo [3].

Además de esto, los procesos de Ingeniería de Requerimientos se relacionan de manera muy cercana con los procesos de diseño, pruebas, mantenimiento, administración de la configuración, gerencia y gestión y calidad del software [2] (trazabilidad en el proceso de desarrollo de software) y se verán afectados o beneficiados al ser estos su base fundamental [4]. Fallar en la descripción o en el entendimiento de un requerimiento, puede llevar a gasto extra de esfuerzos, dinero y tiempo [4].

III. TÉCNICAS DE LEVANTAMIENTO DE REQUERIMIENTOS

Importancia de la selección de una buena Técnica de Levantamiento de Requerimientos

Una técnica, es una serie de pasos documentados que van de la mano con unas reglas para su uso y criterios para verificar su corrección. Una técnica usualmente aplica a un proceso en el modelo de procesos. Algunas veces, dicha técnica incluye una notación y/o una herramienta asociada.

El levantamiento de requerimientos generalmente se realiza usando una metodología o varias técnicas. Muchas de esas metodologías y técnicas ya existen y tienen como objetivo asistir a los analistas en la tarea de entender las necesidades del cliente. A pesar de que algunos analistas consideran que la selección de una

única técnica se puede aplicar para todas las situaciones, una metodología o técnica no puede ser suficiente para todas las condiciones del proyecto.

Por esto, la selección de las técnicas apropiadas para el levantamiento de requerimientos entre las técnicas disponibles, afecta enormemente el éxito o fracaso de todo el proceso de levantamiento.

A continuación se presenta las técnicas más relevantes:

Entrevista

Las entrevistas son un método común. Por lo general no se entrevista a toda la gente que se relacionará con el sistema, sino a una selección de personas que represente a todos los sectores críticos de la organización, con el énfasis puesto en los sectores más afectados o que harán un uso más frecuente del nuevo sistema. Los requisitos que surgen de las entrevistas a menudo se contradicen unos a otros o se formulan desde la ignorancia de los detalles del funcionamiento del sistema, sus potencialidades, interdependencias o limitaciones; por lo que se debe trabajar con los mismos para corregir sus fallas.

Las entrevistas pueden ser personales o grupales.

Joint Application Development (JAD)

La técnica denominada JAD (Joint Application Development, Desarrollo Conjunto de Aplicaciones), desarrollada por IBM en 1977, es una alternativa a las entrevistas individuales que se desarrolla a lo largo de un conjunto de reuniones en grupo durante un periodo de 2 a 4 días. En estas reuniones se ayuda a los clientes y usuarios a formular problemas y explorar posibles soluciones, involucrándolos y haciéndolos sentirse partícipes del desarrollo.

Esta técnica se base en cuatro principios: dinámica de grupo, el uso de ayudas visuales para mejorar la comunicación (diagramas, transparencias, multimedia, herramientas CASE, etc.), mantener un proceso organizado y racional y una filosofía de documentación WYSIWYG (What You See Is What You Get, lo que se ve es lo que se obtiene), por la que durante las reuniones se trabaja directamente sobre los documentos a generar.

En comparación con las entrevistas individuales, presenta las siguientes ventajas:

- Ahorra tiempo al evitar que las opiniones de los clientes se contrasten por separado.

- Todo el grupo, incluyendo los clientes y los futuros usuarios, revisa la documentación generada, no sólo los ingenieros de requisitos.
- Implica más a los clientes y usuarios en el desarrollo.

Brainstorming

El brainstorming o tormenta de ideas es una técnica de reuniones en grupo cuyo objetivo es la generación de ideas en un ambiente libre de críticas o juicios. Las sesiones de brainstorming suelen estar formadas por un número de cuatro a diez participantes, uno de los cuales es el jefe de la sesión, encargado más de comenzar la sesión que de controlarla.

Como técnica de elicitación de requisitos, el brainstorming puede ayudar a generar una gran variedad de vistas del problema y a formularlo de diferentes formas, sobre todo al comienzo del proceso de elicitación, cuando los requisitos son todavía muy difusos.

Frente al JAD, el brainstorming tiene la ventaja de que es muy fácil de aprender y requiere poca organización, de hecho, hay propuestas de realización de brainstorming por vídeo-conferencia a través de Internet [Raghavan et al. 1994]. Por otro lado, al ser un proceso poco estructurado, puede no producir resultados con la misma calidad o nivel de detalle que otras técnicas.[4]

Prototipos

Un prototipo es una pequeña muestra de funcionalidad limitada, de cómo sería el producto final una vez terminado. Ayudan a conocer la opinión de los usuarios y rectificar algunos aspectos antes de llegar al producto terminado.

Casos de uso

Los casos de uso son una técnica para la especificación de requisitos funcionales propuesta inicialmente por Jacobson en 1993 y que actualmente forma parte de la propuesta de UML.

Un caso de uso es la descripción de una secuencia de interacciones entre el sistema y uno o más actores en la que se considera al sistema como una caja negra y en la que la que los actores obtienen resultados observables.

Los actores son personas u otros sistemas que interactúan con el sistema cuyos requisitos se están describiendo. Los casos de uso presentan ciertas ventajas sobre la descripción meramente textual de los requisitos funcionales, ya que facilitan la elicitación de requisitos y son fácilmente comprensibles por los clientes y usuarios. Además, pueden servir de base a las pruebas del sistema y a la documentación para los usuarios.

A pesar de ser una técnica ampliamente aceptada, existen múltiples propuestas para su utilización concreta. En esta metodología se propone la utilización de los casos de uso como técnica tanto de elicitación como de especificación de los requisitos funcionales del sistema.

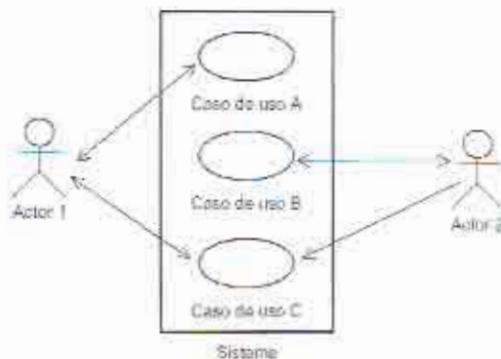


Figura 2: Diagrama de Caso de Uso

IV. ENCUESTA A LAS EMPRESAS DE LA REGIÓN CENTRAL DEL PAÍS

Las preguntas formuladas a cinco empresas de desarrollo de software de la región central del país son:

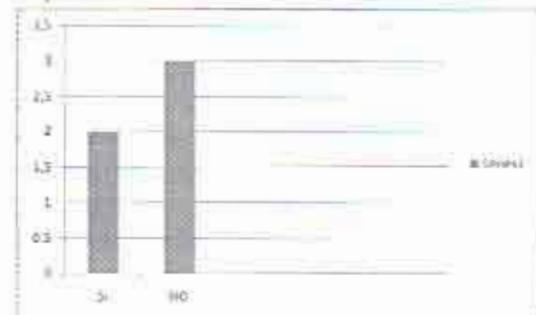
1. ¿Conoce los procesos de la Ingeniería de Requerimientos?
2. ¿Utiliza alguna técnica formal de levantamiento de requisitos?
3. En el caso de que su respuesta anterior sea afirmativa, ¿qué técnica utiliza?
4. ¿Realiza algún proceso de análisis y filtrado de información (check list-matrices de interacción-otro)?
5. ¿Qué acción adopta en el caso de que se generen conflictos entre los usuarios del sistema?
6. ¿Utiliza algún estándar para la especificación de requerimientos?

7. ¿Se realiza el levantamiento de requerimientos no funcionales o se los da por entendido?
8. ¿Realiza un proceso de validación de requisitos con el usuario?
9. ¿Genera un documento legal de compromiso entre el cliente y Ud. (desarrollador) previo al desarrollo del sistema?

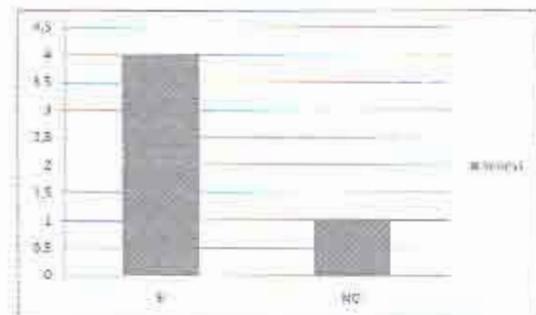
V. RESULTADOS

A continuación se detallan los resultados obtenidos en las encuestas:

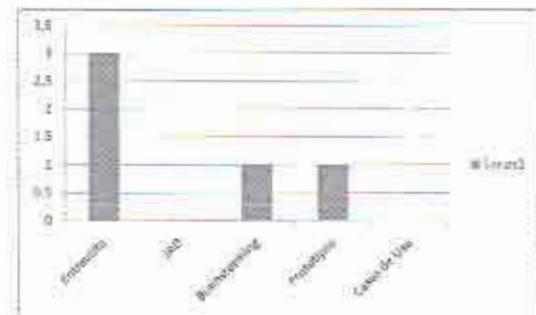
1. ¿Conoce los procesos de la Ingeniería de Requerimientos?



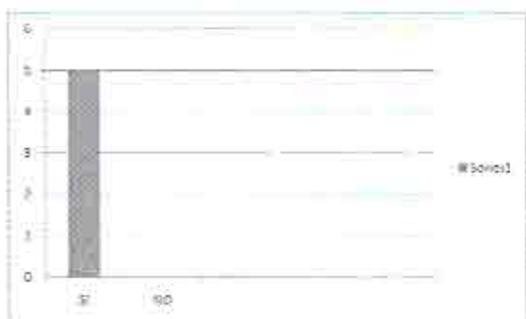
2. ¿Utiliza alguna técnica formal de levantamiento de requisitos?



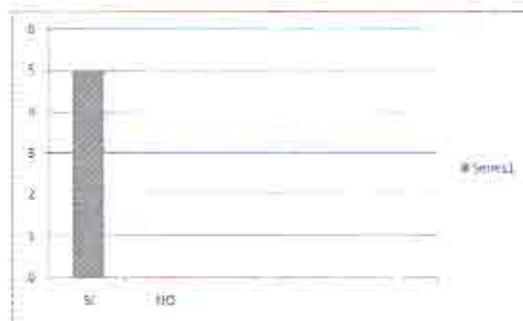
3. En el caso de que su respuesta anterior sea afirmativa, ¿qué técnica utiliza?



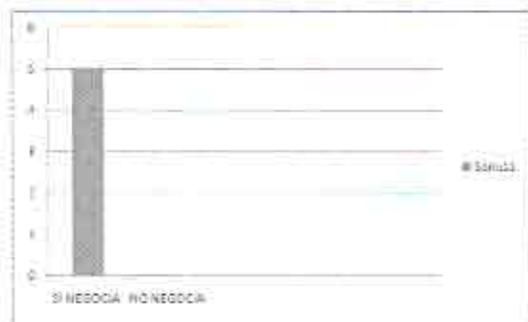
4. ¿Realiza algún proceso de análisis y filtrado de información (check list-matrices de interacción u-otro)?



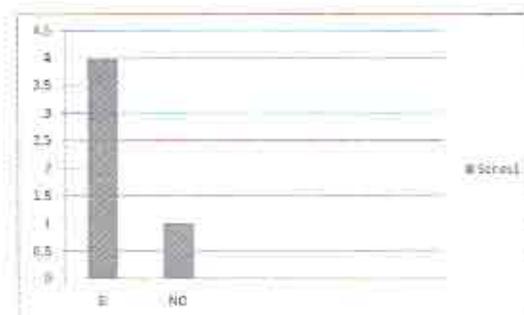
8. ¿Realiza un proceso de validación de requisitos con el usuario?



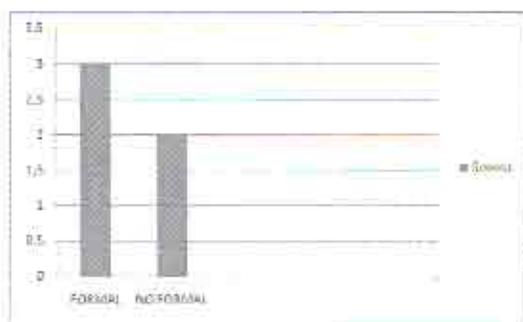
5. ¿Qué acción adopta en el caso de que se generen conflictos entre los usuarios del sistema?



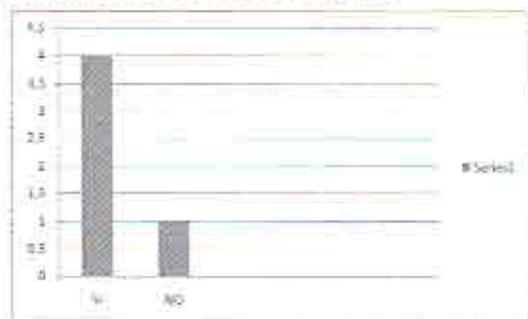
9. ¿Genera un documento legal de compromiso entre el cliente y Ud. (desarrollador) previo al desarrollo del sistema?



6. ¿Utiliza algún estándar para la especificación de requerimientos?



7. ¿Se realiza el levantamiento de requerimientos no funcionales o se los da por entendido?



VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Debido a que se formularon preguntas cerradas en la encuesta, el análisis de los resultados se lo realizó de forma general.

Se puede establecer que en la mayoría de empresas de desarrollo de software que a pesar de no conocer formalmente los procesos de ingeniería de requerimientos (60%), la mayoría de las empresas utilizan técnicas formales para la recolección de requisitos (80%), principalmente la entrevista directa con los stakeholders (60%), todas las empresas realizan el análisis y filtrado de información (100%), negociación en el caso de que surjan conflictos entre los usuarios (100%), validación de requisitos (100%), pero únicamente el (60%) de las empresas generan documentación utilizando estándares de la industria.

Lo que resulta notorio resaltar es que una de las empresas considera que no se justifica tratar el tema de los requisitos no funcionales con el usuario debido a que se los considera como implícitos, mientras que el 80% sí justifica su levantamiento para evitar futuras "malos entendidos".

Otro caso a resaltar es que el 80% de las empresas consideran conveniente dar validez jurídica al documento de requerimientos una vez validados por las dos partes ante un notario público para ser tratado como un instrumento legal ante posibles controversias e inconformidad del software construido por parte del usuario.

VII CONCLUSIONES

- La mayoría de empresas no tiene conocimientos formales de Ingeniería de Requerimientos debido a que en su formación académica como Analistas o Ingenieros de Sistemas, estos temas se cubrieron brevemente y sin mayor detalle.
- Es evidente que la buena selección de una técnica de levantamiento de requerimientos es fundamental en el proceso completo de Ingeniería de Software. Sin embargo, en determinadas situaciones se realiza dicha selección sin tomar en cuenta el tipo de proyecto.

VII REFERENCIAS

- [1] Ortas, Aproximación a la Ingeniería de Requerimientos. Universidad ORT, Uruguay, 2001
- [2] A. Abran and J.W. Moore, Guide to the Software Engineering Body of Knowledge, IEEE Computer Society, pp.34-39, 2004.
- [3] I. Sommerville, Software Engineering, Pearson, Addison Wesley, pp. 106-144, 2005.
- [4] Durán Amador, Bernárdez Beatriz, Metodología para la Elicitación de Requisitos de Sistemas Software, Universidad de Sevilla, pp.20-24, 2000.

"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN COFRE INTELIGENTE PARA PROTECCIÓN A LOS PEATONES DE UN IMPACTO POR UN VEHÍCULO AUTOMOTOR"

Ing. Juan Castro C. AUTOR¹,

Paúl Ernesto Navarrete Navarro AUTOR²

¹Departamento de Energía y Mecánica, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Marqués de Maenza S/N Latacunga, Ecuador.
Email: jtcastro@espe.edu.ec,

²Departamento de Energía y Mecánica, Escuela Politécnica del Ejército sede Latacunga, Marqués de Maenza S/N Latacunga, Ecuador.

RESUMEN

Debido a que en el Ecuador según estadísticas, los accidentes de tránsito se han incrementado considerablemente en los últimos años dejando a personas heridas y en ocasiones muertas; conociendo que los accidentes de tránsito son la segunda causa de muerte en el Ecuador. Solo en Quito de enero a septiembre del 2008, se registraron 7.329 accidentes. Por esa razón fallecieron 870 personas y 4.620 resultaron heridas, según datos de la Policía Nacional del Ecuador.

Por tal razón se ha visto la necesidad de crear un sistema que ayude a disminuir lesiones a las víctimas de colisión, mediante la creación de un cofre inteligente que permita en el caso desafortunado de atropello a un peatón, que éste se "eleve" automáticamente unos centímetros para crear un efecto amortiguador entre el motor y el cofre. Esto mantiene al peatón alejado de las zonas más rígidas del compartimiento del motor como son el bloque, carburador, rieles, etc.; y esto se realiza en milésimas de segundo. Todo esto se logra mediante un complejo sistema electromecánico que ha sido instalado en un vehículo Mazda 323 NX, que es controlado por un circuito electrónico por medio de un microchip y consta de actuadores y sensores.

ABSTRACT

Due to the statistics, car accidents have increased considerably in Ecuador in the last years and knowing that this is the second cause of death in this country; only in Quito there were 7329 car accidents from January to September 2008.

For this reason 870 died and other 4620 were injured, according to the data from the Police.

This is why as future engineers of Ecuador and main actors of the vial environment; we are considering the creation of a system to help decrease the number of victims of collisions. This would be done with the creation of a smart chest that allows the victim to raise

some inches automatically to create a shock absorber effect between the motor and the chest.

This will keep the person far from the most rigid zones of the motor such as the block, carburettor, etc; and all this in less than a second.

This will be achieved through a complex electro mechanic system which has been installed in a vehicle Mazda 323NX, that is controlled by an electric circuit that works with a microchip with sensors.

I. INTRODUCCIÓN

El circuito electrónico o la computadora a bordo es el cerebro del sistema, analiza la información que mandan los sensores y realiza la ejecución de los actuadores si el caso lo amerita.

Un sensor es un aparato capaz de transformar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas. Las variables de instrumentación dependen del tipo de sensor y pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad luminica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, etc.

Los actuadores son aquellos elementos que pueden provocar un efecto sobre un proceso automatizado. Los actuadores son dispositivos capaces de generar una fuerza a partir de líquidos, de energía eléctrica y gaseosa. El actuador recibe la orden de un regulador o controlador y da una salida necesaria para activar a un elemento final de control como lo son las válvulas.

Existen tres tipos de actuadores:

- Hidráulicos
- Neumáticos
- Eléctricos

La sociedad se vuelve cada vez más dependiente del vehículo automotor ya que buscan caminar lo menos posible y esperan que su carro quede lo más cercano posible al lugar donde pretenden ir. En la ciudad de Quito están registrados 350.000 vehículos de los cuales más de un 50% circulan en la urbe. Este número

muestra que los ciudadanos dependen demasiado de su automóvil, sabiendo que en el distrito Metropolitano de Quito, de 1862 accidentes de tránsito, más del 66%, según las hojas de registro, de la Dirección Nacional de Tránsito de La Policía Nacional, tienen como primera causa la impericia e imprudencia del conductor, la imprudencia de los peatones y si a esto se suma que casi el 8% del total de accidentes fue por causa del estado de embriaguez de los conductores, podemos concluir que en 74% de los accidentes, la responsabilidad debe ser atribuida a los conductores y peatones.

El análisis por regiones muestra que en la ciudad de Quito se pasó de 15.132 casos a 23.008 en los últimos nueve años; no sólo ocurren más siniestros de tránsito sino que también resultan mucho más graves; un estudio elaborado por la cruz roja ecuatoriana, en el tratamiento y rehabilitación de personas con discapacidades, estima que los accidentes viales originan 10.000 nuevos discapacitados por año. Según el estudio, por cada muerte en un accidente de tránsito, dos personas quedan con secuelas graves, que no les permiten continuar con su vida laboral y social, en tanto cuatro sufren secuelas moderadas.

Es por eso que en base a estos problemas se ha visto en la necesidad de implementar un sistema, que permita disminuir lesiones al peatón cuando éste sea impactado contra un vehículo, esto genera más garantías al peatón, este sistema crea un mayor amortiguamiento en el vehículo ayudando a disminuir lesiones en el cuello, la espalda, etc.

II. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

El sistema de capó inteligente consta de tres etapas fundamentales.

- Generación de señales o datos.
- Procesamiento de las señales o datos.
- Ejecución de actuadores.

Generación de señales o datos:

En este sistema se implementó señales base como son las emitidas por el sensor de velocidad y el sensor de presión.

Estas señales base son las que generan las condiciones para que el sistema se active o no; en el sensor de presión son emitidas de acuerdo al voltaje y en el sensor de velocidad o VSS son emitidas por pulsos.

Procesamiento de las señales o datos

Para el ingreso de las señales se utilizó varios sensores, pulsadores, por medio de los cuales el programa calibra los datos para activación de los electroimanes.

Estas señales serán comparadas para verificar si se encuentran dentro de los rangos establecidos previamente, con esto se procesan y llegan al PIC, para que este se encargue de enviar la señal para la activación del sistema de seguridad.

Cuando las señales llegan al PIC este las procesa y envía los datos que captan los diferentes sensores instalados en el vehículo, para luego ser desplegados en la pantalla LCD.



Figura 1. Pantalla LCD.

Ejecución de actuadores.

Si la computadora después de verificar los datos enviados por los sensores comprueba que están en los rangos preestablecidos, activa los actuadores que en este caso son unos solenoides para que cree un colchón de aire y que con esto permita una mayor amortiguación del golpe.

III. PROCEDIMIENTO

Es un novedoso sistema, se diseñó con el fin de ayudar a disminuir las lesiones en el cuello y la espalda, cuando se produzca un impacto contra un peatón.

A través de sensores de presión que están situados en el parachoques del vehículo, cuando estos sensan un impacto, mandan la señal al micro chip o computadora y ésta analiza las condiciones preestablecidas, esto es la velocidad, que no supere 40 Km./h, y que el sensor de presión establezca que fue un impacto se activa el sistema, mediante unos solenoides o electroimanes que permiten que el capó se eleve unos centímetros para crear un efecto amortiguador entre el motor y el cofre, permitiendo que la persona impactada no se golpee con las partes duras del motor.

En el caso de impactar contra un transeúnte, el nuevo sistema automáticamente levanta el capó unos centímetros, para crear un efecto de amortiguación

entre el motor y el capó, ayudando a aislar al transeúnte de las partes duras del motor. Todo este proceso se completa en menos de un segundo.



Figura 2. Funcionamiento.

En realidad se trata de dos mini cargas que funcionan como electroimanes situadas en la base del parabrisas, cargas que al recibir la orden del PIC accionarán y levantarán el capó para suavizar el golpe contra el coche, de tal modo que el aterrizaje de la víctima no sea tan brutal, creando más espacio entre el peatón y el motor, permitiendo una deformación más grande del capó o la capucha sobre el impacto. El sistema es activado por sensores que se encuentran en el parachoques, y la acción de los electroimanes para alzar unos 5 centímetros toma solamente 30 milésimas de segundo.

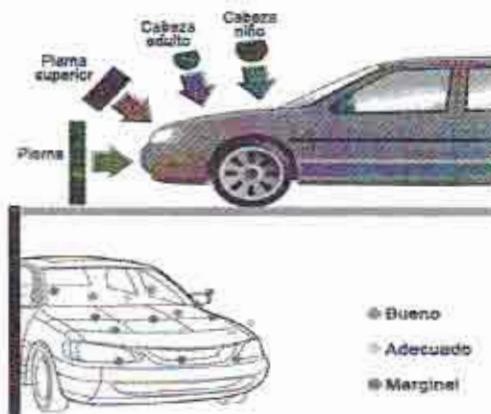


Figura 3. Análisis del Impacto.

IV. RESULTADOS OBTENIDOS

Los componentes utilizados se consiguieron fácilmente en el mercado nacional. Este sistema se puede implementar en cualquier vehículo.

De acuerdo a las pruebas realizadas con un maniquí se pudo determinar que disminuye las lesiones en el caso de un impacto contra un vehículo automotor.

V. CONCLUSIONES

- El diseño y la implementación del programa de seguridad activa es un área donde se tiene diversas aplicaciones de electrónica y mecánica, en donde es muy importante tener claro conocimientos de estas ciencias.
- El uso y la selección de los elementos eléctricos y electrónicos, idóneos para el desarrollo del proyecto, como fue el PIC 16F877A se utilizó por sus capacidades de: memoria de programación, precio y facilidad de uso. Todo esto en función de los requerimientos necesarios, conforme al diseño realizado.
- El velocímetro digital, es fundamental para el desarrollo de este proyecto ya que da las condiciones para la activación del sistema de seguridad peatonal.
- El sistema de seguridad peatonal no interrumpe el normal funcionamiento del motor y sus componentes, haciéndolo así un sistema confiable.

VI. REFERENCIAS

- [1] CORRALES SANTIAGO, Electrónica práctica con microcontroladores PIC, Ed. Imprenta grafica 2006.
- [2] REYES CARLOS, Microcontroladores PIC, 1ra Edición, Ayerve C.A, Ecuador, 2005
- [3] www.terra_tecnica+seguridad.com
- [4] www.wikipedia.com
- [5] www.fisica.net
- [6] www.productosdemicrochip.com

PROTOTIPO PARA EL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL DE TRÁFICO VEHICULAR EN LA CIUDAD DE LATACUNGA

Eddie Galarza Zambrano¹ Amparo Meythaler Naranjo²

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

² Departamento de Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Márquez de Maenza S/N Latacunga, Ecuador. email: ammeythaler@espe.edu.ec

RESUMEN

En las principales ciudades de mundo en las que se vuelve crítica la circulación de los vehículos, se hace necesario contar con sistemas que optimicen la circulación de los mismos, de tal manera que los medios que determinan la circulación especialmente los semáforos, habiliten el movimiento en determinado sentido permitiendo que las personas conductoras puedan circular de la manera más conveniente.

Ciudades pequeñas como Latacunga, que inicialmente no consideraban problemas relacionados con el tráfico vehicular, presentan en la actualidad graves dificultades en la circulación vehicular, lo cual se traduce en problemas de embotellamiento especialmente a ciertas horas del día, lo que determina conflictos en la utilización eficiente en el tiempo de las personas que tienen que circular con sus automotores por las calles de la ciudad.

El objetivo del presente artículo es el de exponer la situación de la circulación vehicular de la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi en la república del Ecuador en la que en la actualidad se presentan problemas de este tipo, y que la municipalidad ha emprendido acciones para solucionar este problema, soluciones que no están determinadas por un verdadero estudio utilizando un método que tenga el adecuado respaldo, sino mediante el empirismo que por lo menos en ciertos casos presenta acciones con los que se han obtenido resultados que han significado mejoras relativas.

ABSTRACT: The main cities in the World, where there is a lot of problems due to the vehicle traffic, there is necessary that this cities includes a system specially designed to control the traffic of vehicles, so this systems can optimize the flow of the vehicles, and at the same time, they can make a better functioning avoiding problems.

The main elements that are used to control this flow are the semaphores; this equipment can improve the pass

of vehicles in a special way for letting the drivers to guide their cars to get the adequate results.

Small cities like Latacunga, that some years ago do not have problems related with the vehicular traffic, now have big problems related with this situation. This has the evidence of the bottleneck that is produced in the main streets of the city. This problem means the time loss of those who have to travel to their work or to travel to take their children every day to their schools.

The objective of this article is to make a description of this problem in Latacunga City and at the same time, to explain and indicate the work related with the investigation for trying to get a better system for the vehicular traffic in this city.

1 INTRODUCCIÓN

El desarrollo de sistemas que operen eficientemente requiere que se realice la correspondiente investigación, en la cual se consideren todos los aspectos involucrados y relacionados con la operación de los medios en los cuales se aplican.

En la actualidad, las ciudades de nuestro país presentan problemas en la circulación vehicular, puesto que no se cuenta con un sistema de control adecuado que permita habilitar la circulación en los momentos precisos, de acuerdo a las condiciones que se presenten.

En ciertas ciudades del país, se han implementado los que se denominan "semáforos inteligentes", los cuales han sido aplicados sin un verdadero estudio de la forma de operación y sincronización de tal manera que se determine una operación eficiente considerando las limitaciones de las vías de circulación. Problemas de su aplicación, se deben esencialmente a que no se han desarrollado los estudios necesarios y la aplicación de las técnicas de análisis estadístico, las cuales determinen la forma eficiente de operación de los semáforos.

Las universidades del país cuentan con los recursos relacionados con el conocimiento, personal capacitado y laboratorios que permiten realizar investigaciones cuyos resultados pueden ser aplicados a la solución de

problemas reales de la sociedad. La deficiencia de la universidad se refiere a la carencia de los recursos económicos necesarios para la complementación de estas actividades.

La movilidad, tanto en América Latina como en el resto del planeta, es una necesidad básica. La supervivencia de los seres humanos y la interacción en sociedad dependen en gran manera de la capacidad para trasladar personas y bienes. Los sistemas de movilidad eficaces son elementos esenciales que facilitan el desarrollo económico; las ciudades no podrían existir sin sistemas que permitiesen el transporte de personas y bienes de forma económica y eficaz.

La congestión en la región parece ir en aumento. Aunque es difícil encontrar datos fiables, existen indicios de que el público en general considera que el nivel de congestión constituye un mal cada vez mayor (World Business Council for Sustainable Development, 2001). Así son diversas las opiniones que consideran el tráfico de ciudades como Bogotá de "caótico" y "agresivo".

Ante esta situación debe pensarse en una nueva serie de estrategias para compensar los impactos negativos de los vehículos a motor. Entre dichas estrategias sobresalen aquellas destinadas a la gestión del tráfico mediante el uso de sistemas de transporte inteligente destinados a aumentar la capacidad de la infraestructura existente de autopistas y los costos en tiempo real de los servicios de transporte.

II DESARROLLO

La tarea de control del tráfico vehicular, ya sea en el casco urbano o interurbano, constituye una de las actividades principales para el ordenamiento del tráfico con diversas finalidades que benefician a los residentes de grandes comunidades. La implementación de los sistemas de control comienzan a ser utilizados, principalmente, como medida preventiva en la prevención de accidentes viales, empleando los sistemas de control como elemento del tráfico de una ciudad, capaz de condicionar [1] de la mejor manera posible a fin de evitar que estos sean protagonistas de un accidente.

Dentro del campo del control de tránsito urbano, la creación de un sistema capaz de realizar un reparto óptimo de las fases de los semáforos que gobiernan el tráfico de una red vial, ha sido tema de investigación desde la década del 60 del siglo pasado, constituyendo además este tópico, una de las tareas principales de estudio dentro de lo que se conoce como "Ingeniería del Tráfico".

Si bien es cierto que existen en la actualidad sofisticados diseños de sistemas de control del tráfico a los que se recurren para la solución del problema planteado, como lo es la utilización de redes neuronales, existen dos cuestiones fundamentales a tener en cuenta al momento del diseño de un sistema de control adaptativo. La primera de ellas tiene que ver con una realidad física; teniendo en cuenta que las redes viales, cuales quiera sea su diseño y/o constitución soportan un flujo vehicular máximo y una densidad máxima definida por sus dimensiones, cantidades de carril y condiciones del tráfico. En este último aspecto quedan incluidos los tipos de virajes, sentidos de circulación, las paradas restringidas, estacionamientos, etc. es decir todas aquellas pautas o normativas aplicadas que definen fundamentalmente el sentido y tipo de las direcciones del flujo. Todo nos indica que por más óptimo que resulte el sistema, no es posible mejorar el rendimiento del flujo vehicular más allá de las limitaciones físicas impuestas por el diseño de la vía y sus normativas de circulación, salvo que estas se modifiquen.

El segundo aspecto a considerar al momento de realizar un diseño de control del tráfico, está vinculado con la naturaleza del fenómeno vehicular el cual está lejos de poder ser enfocado desde la perspectiva de un modelo determinista y a pesar de que otros autores han intentado modelarlo, siempre tuvieron presente las limitaciones de los modelos que explican la conducta vehicular y el grado de utilidad de estos modelos. Y todo esto porque siempre está presente el factor humano el cual presenta siempre un alto grado de incertidumbre. Luego podemos decir que existe un tercer factor a tener en cuenta en función de los dos anteriores, el cual está relacionado con el costo de inversión y la disponibilidad de recursos económicos por parte de las autoridades oficiales responsables de la implementación del sistema. Por todo ello, es que no descartamos aún, la utilización de autómatas programables como herramienta principal para el diseño de un sistema de control, pues es posible encontrar con estos dispositivos, el diseño de un sistema con filosofía adaptativa según la demanda del tráfico en cada arteria de la red, capaz de realizar un reparto óptimo y "justo" de las fases del ciclo de los semáforos en una red vial.

Ante la situación descrita, lo que parece innegable es que actualmente el uso de las nuevas tecnologías en materia de transporte se ha convertido en una de las principales esperanzas en lo que a cuestiones tan vitales como el control de rutas o la gestión del transporte público se refiere. Un uso adecuado y coordinado de las nuevas tecnologías puede, sin duda, reducir los tiempos de desplazamiento y las distancias recorridas, a la vez que se incrementa la seguridad, el

confort y el conjunto de servicios que pueden ser ofrecidos a los usuarios y clientes.

En referencia a la gestión moderna del transporte público resulta fundamental destacar que gran parte de los esfuerzos de las autoridades urbanas se centra en incentivar el uso del transporte público por sobre los vehículos particulares. Para ello se requiere garantizar la movilidad mediante un sistema de transporte público de calidad, con un modelo tarifario económicamente atractivo, conseguir un equilibrio entre los diferentes medios de transporte público; garantizando transbordos sencillos y con sistemas integrados de pago, asegurar un horario preestablecido o al menos una frecuencia regular adaptando la flota a la demanda de transporte existente en cada periodo.

Todo esto puede lograrse a través de aplicaciones diversas de Sistemas Inteligentes de Transporte. Si bien todas estas soluciones tecnológicas son de gran utilidad por sí solas es importante que su funcionamiento esté coordinado y reglamentado para aprovechar todas sus potencialidades.

Los avances en la región latinoamericana hasta el momento han sido escasos pero muy significativos teniendo en cuenta que suponen un principio de confianza en las posibilidades de las nuevas tecnologías como mecanismos para tratar de hallar soluciones a problemas que, de otro modo, siguen camino de perpetuarse agravando aún más los efectos que se han producido hasta el momento [2].

Cuando se usan apropiadamente las señalizaciones de intersecciones, éstos son valiosos dispositivos de control al influir en forma importante en el tráfico vehicular y de peatones, logrando alcanzar las siguientes ventajas: asignan el derecho a vía, de acuerdo a las reglas. Permiten el cruce de otros vehículos y peatones con respecto a una vía de tráfico intenso. Permiten la coordinación con otras intersecciones para tender a un movimiento continuo de los vehículos en el sistema vial [3].

Los módulos de RF se emplean principalmente para aplicaciones OEM (Owners Equipment Manufacturers) como en controles remotos, sistemas de seguridad, identificación y transmisión periódica de datos [2]. Estos sistemas están conformados por un par de módulos: uno transmisor y otro receptor (para comunicaciones en un solo sentido) o por pares de transceptores (que permiten comunicación de doble vía), generalmente fabricados por la misma empresa, con lo que ofrecen confiabilidad y buenas distancias de alcance. La mayoría de estos pares emplean tecnologías de modulación de ASK (conmutador de desplazamiento de amplitud) y FSK (conmutador de desplazamiento de frecuencia), y sólo necesitan una antena como elemento

externo (inclusive permiten trabajar sin antena para distancias cortas) [4].

Estos pares de módulos presentan sintonía fija a una frecuencia determinada, como por ejemplo, 315MHz, 418MHz, 433.92MHz [3] en UHF. En algunos casos presentan algún elemento de ajuste de sintonía, como un condensador (o bobina) variable, que le permite al diseñador obtener la mejor respuesta del sistema. También se permite la comunicación de señales de tipo digital o analógico, dependiendo del modelo que se emplee; inclusive algunos permiten la transmisión de ambos tipos de señal. La utilización de estos dispositivos es sencilla y cada elemento (transmisor y receptor) se puede considerar como un sistema de un puerto, y en conjunto como un sistema de dos puertos o cuadripolo.

Los microcontroladores son dispositivos programables. Un programa es una secuencia de instrucciones que le indican al microcontrolador lo que debe realizar. Tradicionalmente, los microcontroladores se programan utilizando el lenguaje ensamblador de bajo nivel, del procesador en cuestión. Este consta de una serie de instrucciones en forma de nemónicos. La mayor desventaja del lenguaje ensamblador radica en que los microcontroladores de diferentes fabricantes tienen lenguajes ensambladores diferentes lo que conlleva a que el usuario se vea obligado a aprender un nuevo lenguaje cada vez que escoja a un nuevo procesador. El lenguaje ensamblador, también, es difícil de trabajar, sobre todo durante el desarrollo, verificación, y mantenimiento de proyectos complejos. La solución a este problema ha sido usar lenguajes de alto nivel para programar a los microcontroladores. Un lenguaje de alto nivel es muy fácil de entender, y tiene un repertorio de instrucciones más relevante. Esta alternativa permite que los programas sean más legibles y portables. El mismo lenguaje de alto nivel se puede usar normalmente para programar diversos tipos de microcontroladores. La verificación y el mantenimiento de proyectos con microcontroladores es, también, más fácil empleando lenguajes de alto nivel [5].

3. 1 Tráfico en la ciudad de Latacunga

Para desarrollar este trabajo y el sistema pueda calibrarse adecuadamente, se realizó la toma de datos del tráfico vehicular en las principales de calles de la ciudad de Latacunga. Se consideraron las intersecciones de las calles Quito y Guayaquil, Sánchez de Orellana y Manuel Maldonado, Sánchez de Orellana y Guayaquil, Sánchez de Orellana y Juan Abel Echeverría, Quito y Tarqui, y Quito y Manuel Maldonado. Datos que se tomaron durante una semana

completa en horarios desde las 6h00 hasta las 20h00.

En la recolección de los datos participaron un total de 120 estudiantes de los últimos niveles de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Escuela Politécnica del Ejército quienes colaboraron con el proyecto: Prototipo para el sistema de control electrónico para el control de tráfico vehicular de la ciudad de Latacunga, y cuyos resultados son los que se presentan en el artículo aquí descrito.

Algunos de los resultados se muestran a continuación.



Figura 1. Tráfico vehicular diario total en la calle Quito, en horarios de 6h00 a 22h00 (datos tomados el 8 de junio del 2007)

En la calle Quito, según expresan los resultados de la figura 1, se puede determinar que el tráfico vehicular es de aproximadamente 3900 vehículos por día, considerando los horarios anteriormente especificados determinándose que la mayor circulación se presenta durante los días martes y jueves.

Si se considera únicamente el tráfico de un día para la calle Quito en forma específica para el día jueves, los resultados de acuerdo a las horas, son los que se indican en la figura 2.



Figura 2. Tráfico vehicular el día jueves para la calle Quito (datos tomados el 8 de junio del 2007)

III. DESARROLLO

Según se presenta en la figura 2, se puede notar que el tráfico se mantiene aproximadamente constante y que

el promedio de circulación es de aproximadamente 220 vehículos por hora, presentándose horas pico a las 12h00 y 19h00 aproximadamente



Figura 3. Tráfico semanal en las calles analizadas

El tráfico vehicular semanal para las diferentes calles analizadas son las que se expresan en la figura 3.

3.2 Elementos del sistema

Para el desarrollo del proyecto vehicular en mención, se considera un sistema de coordinación entre los diferentes semáforos en los que se incluya la comunicación inalámbrica. Este tipo de comunicación se presenta cuando los medios de unión entre sistemas no son con cables. Sus principales ventajas son que permiten una facilidad de emplazamiento y reubicación, evitando la necesidad de establecer un cableado y rapidez en la instalación.

Las técnicas utilizadas son: por Infrarrojos (IR), y por radiofrecuencia (RF) [6]. En el caso de sistemas utilizando infrarrojos, sólo permiten comunicaciones para pequeñas distancias, los puntos de conexión deben ser siempre visibles, el campo de aplicación es limitado y su uso aún no es muy extendido.

IV. RESULTADOS OBTENIDOS

El diagrama general del sistema implementado se muestra en la figura 4 en el cual se puede observar que se utiliza circuitos electrónicos programables, los cuales esencialmente constan de puertos que permiten manejar señales para el activado de las luces de los semáforos, indicadores para visualizar el día de la semana en la que se encuentra operando el mismo, así como también las señales para la sincronización ya sea de entrada como de salida con los semáforos adyacentes. La información de los módulos cercanos se la envía o la recibe mediante la utilización de módulos de radiofrecuencia que permiten operar hasta una distancia de 1000 metros, considerando línea de vista directa.

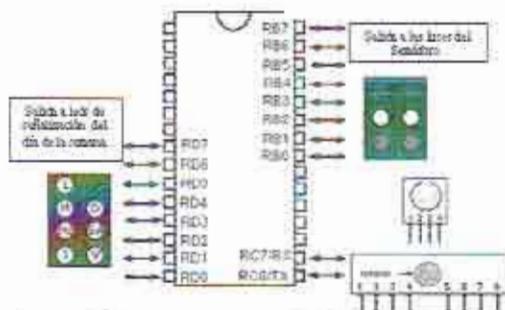


Figura 4. Diagrama general del sistema implementado

Cada uno de los circuitos microcontroladores se ha programado de tal manera que las acciones de activación que realizan dependen de las condiciones externas o de las que se determinan de acuerdo a la situación u hora del día en la que se encuentran. El sistema incluye un único reloj de tiempo real que permite el control y sincronización de todos los semáforos que operan dentro del sistema.

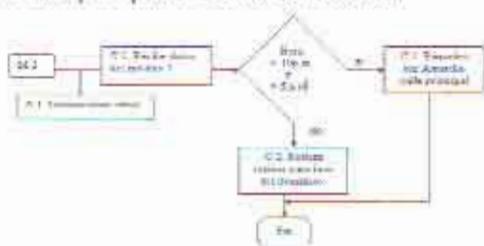


Figura 5. Diagrama de flujo del sistema principal

El diagrama de bloques de la figura 5, muestra la estructura general de una parte del programa que se incluye en los microcontroladores. Como se observa, la información recibida en comunicación serial vía radio frecuencia y de acuerdo a la hora del día determina en que momento cada uno de los semáforos ejecuta su acción. Por ejemplo, para el caso de que la hora de operación sea entre las 10 de la noche y 5 de la mañana, la operación será independiente del estado de los otros semáforos, y únicamente se presentará las luces amarillas del semáforo prendiéndose y apagándose en intervalos de tiempo predeterminado. En caso de que la hora se encuentre en un intervalo diferente al antes mencionado, la operación dependerá de las condiciones de la hora del día así como también de la situación de los semáforos que se encuentran cercanos y que dependen al mismo tiempo del sentido de circulación de la vía.



Figura 6. Circuitos de prueba del sistema antes de su implementación

En la figura 6, se observa el sistema de prueba implementado antes de ser implementado en su presentación final. Como se puede observar, cada uno de los sistemas electrónicos cuenta con elementos similares, microcontroladores programados de acuerdo a las condiciones de operación, así como los módulos de comunicación de radiofrecuencia.

V CONCLUSIONES

- Es necesario determinar las condiciones en las que operan los sistemas de control de tráfico. Se debe realizar un análisis estadístico que permita determinar esas condiciones.
- La tecnología electrónica de la actualidad permite mejorar las condiciones de operación de los sistemas. La tecnología RF requiere de módulos de transmisión recepción que son difíciles de conseguir en nuestro medio.
- Proyectos como el implementado permiten mejorar las condiciones de desarrollo de las actividades diarias de las personas que se encuentran inmersas en el tráfico vehicular.
- Se recomienda la implementación de este tipo de proyectos que apoyan al mejoramiento de las condiciones de la calidad de vida de todas las personas.
- Es necesario implementar estos proyectos en condiciones reales para determinar problemas que deben ser corregidos.

VI REFERENCIAS

- [1] www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt/2001/7-Tecnologicas/T-037.
- [2] Fernández R. 2005. Gestión ambiental de tránsito: cómo la ingeniería de transporte puede contribuir a la mejora del ambiente urbano. Editorial: Red Eure
- [3] Campos J. 2006- Enfoque de evaluación multicriterial para la selección de tipos de señalización en intersecciones. Editorial: Red Revista Facultad de Ingeniería, Chile
- [4] Jiménez A. 2006. Análisis de sistemas de comunicación digital en bandas de

radioaficionados en UHF con modulación ASK.
Red Umbral Científico, 2006. p 14.

- [5] Ibrahim D. 2008. Programación de microcontroladores PIC. España: Marcombo.
- [6] www.domoticaviva.com/X-10/X-10.htm

Nancy E. Guerrón P.

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

ABSTRACT: The quantitative analysis of EEG is the determination of parameters that characterize the EEG signal in order to produce repeatable interpretations of the phenomena involved in their generation. To identify differential behaviours in the EEG, which are related to normal and / or disease specific situations. There are different methods for the enhancement, analysis and visualization of information from the EEG signal.

I. INTRODUCCIÓN

La electroencefalografía mide la actividad eléctrica espontánea de la corteza cerebral, es decir, de la capa superficial del cerebro llamada córtex. Este fenómeno es el resultado de la adición de los potenciales de membrana de las 10^{11} neuronas que integran el cerebro. Tal cantidad de neuronas justificarían, de asumir un comportamiento aleatorio independiente entre las neuronas; sin embargo la presencia de variaciones rítmicas en el EEG reflejan fenómenos de sincronización y coherencia entre un gran colectivo de neuronas.

La forma de la señal EEG depende de múltiples factores: edad, el estado de alerta del individuo, la realización de tareas cognitivas o motoras, etc.

El EEG, se caracteriza porque su espectro de energía localizado en 4 o 5 *bandas de frecuencia* que van desde 0.5 hasta 50Hz, con amplitudes muy pequeñas que van de los 10 a los 100 μ V, tienen una apariencia caótica. (Fig.1)

Banda delta: Hasta 4 Hz, son ondas de baja frecuencia y alta intensidad (50 μ V). Tienen lugar en niños de corta edad y en adultos sólo en estado de sueño profundo, inconsciencia o situaciones que aumenten la presión intracraneal como tumores cerebrales.

Banda theta. 4-8 Hz, son ondas de amplitud inferior a 20 μ V, se dan durante el proceso de maduración en toda la corteza cerebral, aunque predomina en la región occipital y temporal y es

más rápida en la zona frontal. Es dominante en niños entre 5 y 7 años y quedan rastros de ella hasta la juventud. En adultos y adolescentes se asocia a situaciones emocionales y pensamientos de tipo creativo, a estrés o a desordenes psíquicos.

Banda alfa. 8-13 Hz, son ráfagas de 20-100 μ V de amplitud y gran periodicidad; estas frecuencias predominan en la región occipital, pero aparecen en todo el córtex. Se asocian a estados de relajación, de inactividad y son muy patentes en ausencia de estímulos visuales.

Banda beta. 13-30 Hz Estas señales de pequeña amplitud, por debajo de 20 μ V, son bastante comunes y predominan durante la edad adulta. Suele dividirse en beta baja, beta media y beta alta. El ritmo beta bajo se suele localizar en los lóbulos frontal y occipital y los otros dos están menos localizados. Más irregular que el ritmo alfa, se asocia a actividad psicofísica, estados de agitación, alerta o la actividad mental que se realiza en la resolución de problemas.

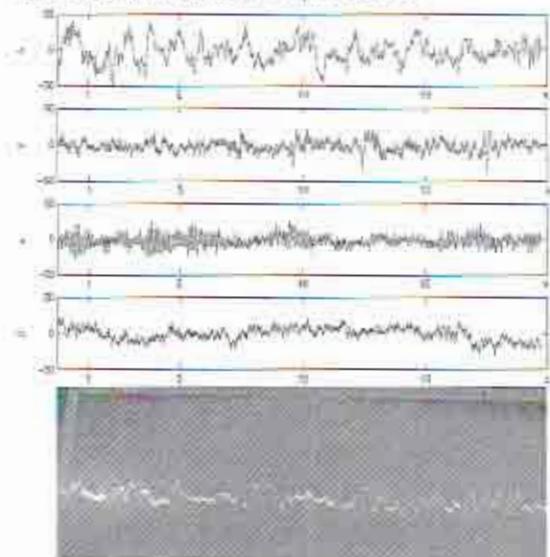


Fig.1 Ritmos característicos del EEG δ (0.5-4 Hz), θ (4-8 Hz), α (8-13 Hz), β (13-30 Hz), EEG con rotación de cabeza.

Banda gamma. 30 a 50 Hz, tiene un pico de resonancia, similar a los ritmos alfa, cercano a 40Hz al que se da el nombre de épsilon que se asocia a actividad mental abstracta.

Actualmente se habla de ondas de frecuencias de hasta 100 Hz llamada hipergamma y de hasta 200 Hz llamada lambda, que se dice aparecen en los monjes tibetanos en estados de meditación profunda.

II. LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE CAPTURA DE LA SEÑAL EEG

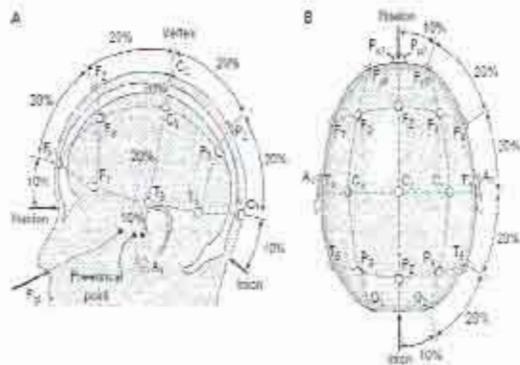


Fig.2 Sistema internacional 10-20, para la colocación de los electrodos en el cuero cabelludo

La norma para colocar los electrodos y capturar las señales del electroencefalograma, se denomina 10-20, ver Fig.2; y consiste en colocar los electrodos con números impares en el lado izquierdo y los pares en el lado derecho; las letras que están delante del número guardan relación con los lóbulos: F frontal, Fp prefrontal, C central, T temporal, P parietal, O occipital, A auricular Pg, faríngeo nasal.

La colocación de los electrodos puede ser bipolar donde cada canal tiene su propia referencia o monopolar, donde la referencia es la misma para cada electrodo.

III. ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL EEG

El análisis cuantitativo y automático del EEG, consiste en elaborar métodos para ayudar al electroencefalografista o al investigador a analizar e interpretar un EEG. Típicamente, para

un solo paciente, un registro capturado con un sistema de 16 canales y de 10 a 20 minutos de duración puede llegar a medir en papel, unos 36 m de longitud; si se trata de un registro digital, son aproximadamente unos 30 Mega bytes, lo que da una idea del volumen de información con la se que trabaja. El análisis cuantitativo y cualitativo facilita la labor del especialista, por un lado, como complemento a sus habilidades y por otro, aumenta sus posibilidades por encima de los límites de su percepción.

Si se observa el espectro del EEG de la Fig.1; se puede determinar lo siguiente:

Por un lado, el espectro de potencia del EEG varía de manera significativa con el tiempo, por tanto se trata de un proceso claramente no estacionario, es decir, en términos estadísticos, no mantiene constantes sus propiedades; por otro lado, si se emplean intervalos suficientemente cortos de tiempo se puede considerar que ese espectro se mantiene, razonadamente constante; es decir que posee una estacionariedad local; por tanto se puede analizar un EEG en estos intervalos, que vamos a denominarlos "segmentos", donde las propiedades del proceso estocástico se mantienen constantes. Si dichas propiedades se definen a partir del espectro de potencia de la señal, un *segmento* será aquel intervalo de tiempo en el que se pueda asumir que dichas propiedades espectrales se mantienen razonablemente invariables.

Una vez definidos los segmentos, se puede proceder a su caracterización estadística, y, posteriormente, a su clasificación para poder identificar estados diferenciales que puedan asociarse a situaciones funcionales específicas o patologías determinadas.

Otro aspecto a considerar sobre la actividad cerebral, es que se observan recurrentemente formas de onda repetibles que, en muchos casos están asociadas a actividades del cerebro o a condiciones patológicas concretas; por tanto es posible considerar que al proceso estocástico del EEG se le añaden esporádicamente formas de onda de múltiples morfologías que se denominan transitorios.

Con la información anterior, se postulan los siguientes supuestos:

- I. El EEG es un proceso estocástico que puede

ser analizado por sus propiedades probabilísticas.

• II: El EEG consiste en segmentos que se supondrán localmente estacionarios sobre los cuales se superponen transitorios.

Se puede deducir que, para realizar un correcto análisis de la señal de EEG, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Extracción de los transitorios para su caracterización temporal y morfológica
2. Segmentación para extraer los intervalos temporales en los que la señal de EEG se puede considerar localmente estacionaria.
3. Caracterización de dichos segmentos o extracción de las propiedades características de los mismos.
4. Clasificación de los segmentos.

IV. MÉTODOS DE SEGMENTACIÓN

La segmentación consiste en la fragmentación de la señal de EEG en tramos pequeños, en los cuales se pueden asumir propiedades probabilísticas estables. A continuación se muestran los métodos de segmentación más empleados.

4.1 Segmentación con Intervalos-Fijos:

En este método, la señal de EEG se divide en tramos de 2 a 10 segundos de duración, en los que, se supone que la señal es localmente estacionaria. Luego, se obtiene de cada segmento una descripción de la señal, mediante el método de estimación espectral elegido, que podría ser empleando la transformada discreta de Fourier (FFT). Una vez obtenida la estimación espectral de cada uno de los segmentos, se procede al cálculo de las características descriptoras del proceso, normalmente derivados de los contenidos de energía en los ritmos delta, theta, alfa y beta.

Para evitar errores en la búsqueda de la estacionariedad, es necesario desarrollar procesos de segmentación que incluyan la aplicación sucesiva de distintos convenios de detección de límites entre los distintos segmentos.

4.2 Segmentación Adaptativa Paramétrica:

Se basan en la estimación de la similitud entre una porción inicial fija del EEG, con fragmentos de EEG de la misma duración vista a través de una ventana deslizante a lo largo del registro de EEG; si esta similitud desciende indica la transición hacia un segmento nuevo. Existen varias formas de hacer segmentación adaptativa, a continuación, se analiza la *Segmentación Paramétrica basada en Modelos Autorregresivos*:

La Segmentación Paramétrica basada en Modelos Autorregresivos, es un método basado en la suposición de que su carácter estocástico, contiene ciertas regularidades dinámicas. Si fuera posible modelar matemáticamente estas regularidades, se podría predecir con exactitud la serie temporal, y sus propiedades probabilísticas. Conforme se aleja de un segmento estacionario con los parámetros del método correspondientes a ese segmento, el error puede aumentar de manera significativa, señalando la terminación de un segmento y el comienzo de otro nuevo. Los parámetros del modelo matemático se convierten en el elemento clave en la búsqueda de los límites de los segmentos.

Partiendo de la señal definida en tiempo discreto, como una serie, se tiene:

$$S_n = \{ \dots, S_{-1}, S_0, S_1, \dots \} \quad (1)$$

Y se quiere predecir el siguiente valor de la señal, mediante la combinación lineal de valores anteriores de la señal. Definimos \hat{S}_n como el valor de S_n estimado a partir de S_{n-1}, \dots, S_{n-p} empleando la ecuación:

$$\hat{S}_n = \sum_{k=1}^p a_k S_{n-k} \quad (2)$$

Donde los a_k se denominan "coeficientes de predicción", que caracterizan la secuencia, y p es la "longitud del filtro". El error cometido en la estimación, o "error de predicción" (EP) es:

$$EP = S_n - \hat{S}_n = S_n - \sum_{k=1}^p a_k S_{n-k} \quad (3)$$

Donde $a_0=1$ por definición y representa el grado de incertidumbre del valor S_n . El empleo del método de auto correlación, permite minimizar el valor cuadrático medio del error de predicción sobre un intervalo de longitud finita N ,

las ecuaciones normales para obtener los coeficientes de predicción son:

$$\sum_{k=1}^p a_k R(i-k) = -R(i) \quad (4)$$

$$i = 1, \dots, p$$

Donde la auto correlación se define como:

$$R(i) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{N-i} S_n \cdot S_{n+i} \quad (5)$$

Al conjunto de coeficientes $\{1, a_1, \dots, a_p\}$ se les denomina "filtro LP" o "predicador lineal", cuyo inverso se denota como "filtro inverso". Pese a que los filtros LP se usan más en el suavizado espectral y en las aproximaciones, aquí se lo define en el dominio temporal, porque los primeros $(p+1)$ coeficientes de la función de autocorrelación del filtro inverso son iguales a los primeros $(p+1)$ de la función de autocorrelación de la señal.

$$(i) = R(i) \quad 1 \leq i \leq p \quad (6)$$

Por tanto el espectro del filtro inverso converge al espectro de la señal conforme el orden del filtro tiende a infinito. La predicción del error (EP), es cada vez más incorrelada y su límite es el ruido blanco. La diferencia entre este tipo de método de estimación espectral y el convencional (FFT), es que en el análisis convencional, también se inicia con una función de autocorrelación estimada de orden p ; los valores correspondientes a lapsos superiores a p son cero o periódicos. Esto significa que se debe conocer la función de autocorrelación estimada para p relativamente grande; de otro lado, el suavizado es efectuado utilizando una ventana apropiada. Sin embargo, en el LP, los coeficientes de la función de autocorrelación desconocidos se estiman a partir de la porción conocida del filtro inverso, eliminando así las dificultades de truncamiento.

Las propiedades más importantes del filtro son: El filtro de predicción lineal trata de transformar la señal de entrada en ruido blanco; esto lo hace adaptando el filtro al espectro de la señal de entrada. La propiedad básica del filtro

LP se expresa de las siguientes formas:

- Dominio temporal: el valor del error de predicción en un determinado momento indica el grado de incertidumbre instantáneo en la señal.
- Dominio espectral: considerando el error de predicción como ruido blanco, el filtro inverso LP da una representación de los polos del espectro de la señal que es en particular conveniente para el modelado de resonancias.

Cambios Espectrales y Segmentación

Teniendo como objetivo principal, la detección de transiciones en el espectro de la señal; se tiene que encontrar una medida para los cambios espectrales. Sea $P_0(W)$ el estado de señal en el tiempo cero y $P_t(W)$ en el instante t , todos los espectros son estimaciones en una ventana temporal. El error espectral de $P_t(W)$ con respecto a $P_0(W)$ depende sólo de la diferencia del correspondiente algoritmo espectral, o es equivalentemente al cociente:

$$P(w) = P_t(w) / P_0(w) \quad (7)$$

Esta suposición establece inmediatamente la conexión con el LP. Si se adapta el filtro LP al espectro $P_0(W)$ y, posteriormente, se pasa la misma señal por este filtro, la correspondiente predicción de error tendrá un espectro en la ventana temporal $P(W) = P_t(W) / P_0(W)$. Se puede aproximar $P_0(W)$ por $\hat{P}_0(W)$ y de la misma manera P por \hat{P} tan preciso como se quiera eligiendo el orden del filtro lo suficientemente alto. Se puede transformar el problema de comparar dos espectros arbitrarios en uno canónico, a saber, probando el espectro de cociente $P(W)$ para la desviación de uno fijo.

La base para ello, es la integral:

$$E(P) = \int (1 - P(\omega))^2 d\omega \quad (8)$$

Su facilidad de obtención se da, si se pasa al dominio de la autocorrelación.

$$P(\omega) = r(0) + 2 \sum_{k=1}^{\infty} r(k) \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot \omega \cdot k) \quad (9)$$

Sin embargo

$$E(P) = \int \left(1 - r(0) - 2 \sum_{k=1}^{\infty} r(k) \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot \omega \cdot k) \right)^2 d\omega \quad (10)$$

En donde la ortogonalidad de las funciones trigonométricas es:

$$E(P) = (1 - r(0))^2 + 2 \sum_{k=1}^{\infty} r^2(k) \quad (11)$$

En la práctica, la sumatoria se debe truncar a un orden M , el cual no sólo es, matemáticamente, necesario sino que supone una ventaja reduciendo las fluctuaciones aleatorias.

Desafortunadamente, con la definición dada, $E(P)$ es asimétrica: mientras que, se debería mantener $E(P) = E(P^{-1})$, esta medida es mucho más sensible a incrementos en la energía que a decrementos. Pero se puede salvar este inconveniente normalizando con la función de la energía total $P(W)=r(0)$. La normalización con $r(0)$ adelanta la simetría con respecto al espectro plano, pero para aplicación con EEG, la mayor dificultad es la aparición y consecuente desaparición de simples picos espectrales. En este caso, es más apropiada la normalización mediante $r^2(0)$. Así, la expresión final para la Medida del Error Espectral (SEM), es:

$$SEM = \left(\frac{1}{r(0)} - 1 \right)^2 + 2 \sum_{k=1}^M \left(\frac{r(k)}{r(0)} \right)^2 \quad (12)$$

En donde el primer término, representa el cambio en la energía total del PE, mientras que el segundo términos depende de los cambios en la forma del espectro.

La idea para la aplicación de este método en la segmentación es la siguiente.

Se toma el espectro de la señal en un instante arbitrario de tiempo, entonces se desplaza la ventana a lo largo de la señal obteniendo los correspondientes cambios espectrales a través del SEM. Entonces, la señal

es definida estacionaria para el periodo durante el cual el valor del SEM permanezca por debajo de cierto umbral predefinido.

Metodología

Los pasos a seguir son los siguientes:

1.- A partir de $S_N \dots S_N$ se calcula la señal de autocorrelación de orden p de acuerdo con la ecuación:

$$R(i) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{N-|i|} S_n S_{n+|i|} \quad (13)$$

2.- Utilizando el algoritmo de la autocorrelación, se calcula el correspondiente filtro LP de orden p .

3.- A partir de los valores de la señal $S_{-N} \dots S_{N}$ se obtiene el PE $e_{-N} \dots e_{N}$ de acuerdo con la ecuación:

$$e_n = S_n - \hat{S}_n = \sum_{k=0}^p a_k S_{n-k} \quad (14)$$

De acuerdo con la ecuación (14), se obtiene la función de autocorrelación estimada en la ventana temporal (del error de predicción dado por):

$$r(n, m) = \frac{1}{2N+1} \sum_{k=-N}^{N-m} e_{n+k} e_{n+k+m} \quad (15)$$

4.- Se calcula $r(0; m)$ para $m=0, \dots, M$ (ventana fija). Los siguientes tres pasos tienen que ser ejecutados para cada punto.

5.- Se obtiene $r(n; m)$ de acuerdo con la recursividad (moviendo la ventana)

$$r(n, m) = r(n-1, m) + e_{n+N} e_{n+N-m} - e_{n-N-1} e_{n+m-N-1} \quad (16)$$

Se define el SEM en el instante n de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$SEM = \left(\frac{r(0;0)}{r(n;0)} - 1 \right)^2 + 2 \sum_{k=1}^M \left(\frac{r(n;k)}{r(n;0)} \right)^2 \quad (17)$$

Donde $r(0;0)$ tiene en cuenta que la señal puede ser de energía arbitraria.

6.- Se obtiene SEM $_n$ (Medida del Error Espectral)

7.-Se comprueba si:

$$SEM_n > \Theta$$

Si no, se incrementa en 1 y se vuelve al paso 5.

Si el límite de un segmento ha sido detectado en el instante n . Ahora se debe resetear el proceso de la siguiente manera:

8.- Cambiar el eje de tiempo sustituyendo $(n+k) \rightarrow (k-N)$ y empezar otra vez desde el paso 1.

ALGORITMO EN MATLAB'

```
% "x_filt" señal original tras pasar por el filtro
pasa banda
vtotal=x_filt_1(1,1:end); % Ventana inicial
v=vtotal(1,1:longitud_ventana);
a=lpc(v,8); % Obtención de los coeficientes del
filtro de predicción lineal
est_vtotal = filter([0 -a(2:end)],1,vtotal); %
Estimación de la señal
e = vtotal - est_vtotal; % Cálculo de la señal de
error
%*** CÁLCULO DE LA CORRELACIÓN ***
p=0;
for j=1:4
for i=1:(512-p)
sumatorna_cero(i)= e(i)*e(i+p);
end
r_ref(j)=(1/longitud_ventana)*sum(sumatoria_c
ero);
p=p+1;
end
r_n_anterior=r_ref;
for m=0:3
```

```
r_nm=r_n_anterior(m+1)+((e(N+n)*e(N+n-m))-
e(n-N-1)*e(n+m-N-1));
r_n(m+1)=r_nm;
end
%***** CÁLCULO DEL SEM *****
eq_1=((r_ref(1)/r_n(1))-1)^2;
for k=2:4
eq_2n(k)=(r_n(k)/r_n(1))^2;
end
eq_2=2*sum(eq_2n)
SEM_local= eq_1+eq_2
SEM(numero_muestra)=SEM_local;
% Esto se realiza para toda la señal
incrementando en uno la muestra
[1] Algoritmo desarrollado por el ETSI de la
UPM, 2008
```

4.3 Segmentación Adaptativa No Paramétrica

La base de este método se sustenta en la teoría del análisis de los cambios de forma o heterogeneidades en series temporales, con corte en los fragmentos de estructura estacionaria. Los cambios de forma determinados son las marcas de los límites entre tramos localmente estacionarios.

La medida del error espectral se calcula, directamente, aplicando la función de autocorrelación a la señal de EEG dentro de la ventana de referencia fija y de la ventana móvil, en lugar de aplicarla a la salida del filtro. Las diferencias en la energía total se determinan a partir de la muestra cero de las dos funciones de autocorrelación, y las diferencias en la forma del espectro se obtienen a partir de la diferencia de las dos funciones de autocorrelación, una para cada ventana, después de la normalización. De esta manera, el umbral para la segmentación, se puede especificar como un porcentaje de cambio en la amplitud, la frecuencia o ambos.

La medida de diferencia es simétrica respecto a un incremento versus un decremento, en cualquiera de las medidas de amplitud o frecuencia. Esta simetría es equivalente a una simetría con respecto a un intercambio de la ventana de referencia fija y la ventana móvil del EEG.

La ubicación del límite de los segmentos se determina por una extrapolación lineal retrasada en el tiempo desde el punto en el cual el umbral se supera, y se basa en el índice de cambio de área entre la función de autocorrelación original

(sin normalizar) para las dos ventanas del EEG. Tras la detección de un límite de segmento, la duración y la función de autocorrelación del segmento completo se guardan, y la ventana de referencia se redefine al principio del nuevo segmento y se repite proceso completo.

4.4 Segmentación Adaptativa: Función de Autocorrelación

En este método, no se aplica el filtro predictivo para obtener la señal de error (e_n), debido a que es más sensible a incrementos que a decrementos en amplitud.

Al igual que en el método anterior, los cambios en el carácter espectral de la señal se controlan con el cálculo del SEM. Para ello, aquí también se definen una "ventana móvil", que se desplaza a lo largo de la señal de EEG y se va comparando con otra "ventana fija", definida al inicio de cada segmento (o de la señal). La comparación se realiza en términos de diferencia de medida. Esta diferencia de medida está basada en una descripción de la ventana en términos de energía espectral (SEM). La energía espectral de una ventana se describe por los coeficientes de autocorrelación, y el SEM se obtiene como un cuadrado y normalización de la distancia Euclídea entre los espectros relacionados.

La porción de señal pertenece al mismo segmento localmente estacionario siempre que el SEM permanezca por debajo de cierto umbral establecido. Se determina un nuevo límite de segmento cuando el SEM supera el umbral.

En este caso, como SEM se elige el cuadrado de la distancia Euclídea, de la integral del cuadrado de la diferencia entre la potencia espectral en las dos ventanas, normalizada por el producto de las respectivas energías totales. El cálculo del SEM puede ser simplificado, haciendo que la integral sobre el cuadrado de los módulos de una función y sobre la transformada de Fourier sean iguales, y que la transformada de Fourier de la energía espectral sea igual a la función de autocorrelación. De acuerdo con esto, el SEM se puede calcular como:

$$SEM(x, y) = \frac{(x_0 - y_0)^2 + 2 \sum_{i=1}^k (x_i - y_i)^2}{x_0 y_0}$$

(18)

Donde x e y son la función de autocorrelación discreta de las señales comparadas, x_0 e y_0 la energía total de la señal.

ALGORITMO EN MATLAB²

```
% "x1" es un vector que contiene la señal original tras pasar por el filtro pasa banda
ventana_fija=x1(1:256); % se define una ventana fija de 256 muestras=1seg
[acs_f,lags_f] = xcorr(ventana_fija,orden); % se aplica la función de autocorrelación
acf_f=(acs_f(6:end)); %nos quedamos con los coeficientes positivos
p_fija=acs_f(5); % en la muestra cero se tiene la energía total de la ventana
for i=1:fin
    ventana_movil=x1(i:i+255); %se define una ventana móvil, la desplazamos una muestra cada vez que pase por este punto, lo que significa que no ha superado el umbral
    [acs_m,lags_m] = xcorr(ventana_movil,orden);
    %se aplica la autocorrelación
    acf_m=(acs_m(6:end));
    p_movil=acs_m(5);
    for i=1:4
        suma(i)=(acf_f(i)-acf_m(i))^2;
    end
    SEM_local=((p_fija-p_movil)^2+(2*sum(suma)))/(p_fija*p_movil);
    SEM(i)=((p_fija-p_movil)^2+(2*sum(suma)))/(p_fija*p_movil);
    long_max=long_max+1;
    if (SEM_local>=umbral) % si el SEM calculado para esta ventana supera el umbral, se tiene un nuevo segmento. Se guarda el umbral, el indice de la muestra, se redefinan los parámetros, y se vuelve a empezar
        ventana_fija=x1(i+1:i+257); %ventana fija
        [acs_f,lags_f] = xcorr(ventana_fija,orden);
        %autocorrelación
        acf_f=(acs_f(6:end));
        p_fija=acs_f(5);
        long_max=0;
        posicion_vector_segmento=posicion_vector_segmento+1;
        vector_segmentos(posicion_vector_segmento)=i;
    end
    if (long_max==limite) % si después de 20 seg no se ha detectado un nuevo segmento, se fuerza:
```

```

ventana_fija=x1(l+1:l+257);
[acs_f,lags_f] = xcorr(ventana_fija,orden);
%autocorrelación
acf_f=(acs_f(6:end));
p_fija=acs_f(5);
posicion_vector_segmento=posicion_vector_seg-
mento+1;
vector_segmentos(posicion_vector_segmento)=l;
;
posicion_vector_largo=posicion_vector_largo+1;
vectores_largos(posicion_vector_largo)=l;
long_max=0;
end
[2] Algoritmo desarrollado por el ETSI de la
UPM, 2008

```

V. RESULTADOS OBTENIDOS:

Una vez determinados los segmentos es necesario realizar el análisis espectral.

Empleando el primer algoritmo se obtuvo

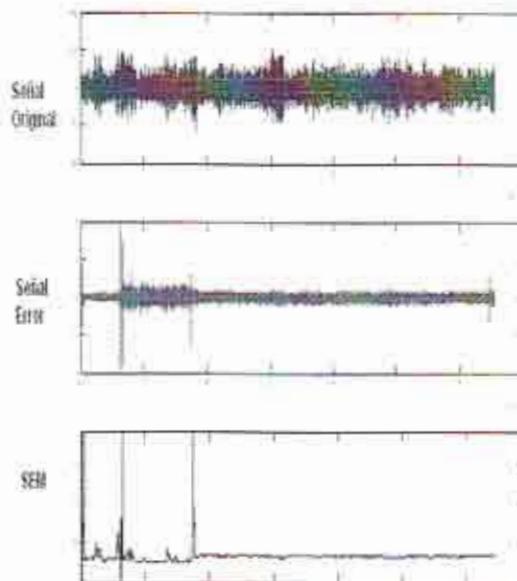


Fig. 3 Segmentación, de una señal basal registrada en el hemisferio derecho, tras la estimulación. a) Señal original b) Error obtenida como la diferencia entre la señal original y la estimada mediante el filtro de predicción lineal; c) SEM obtenido para un umbral fijado. El tiempo de duración establecido fue de 6.5 segundos.

Aplicando el segundo algoritmo, se obtuvo:

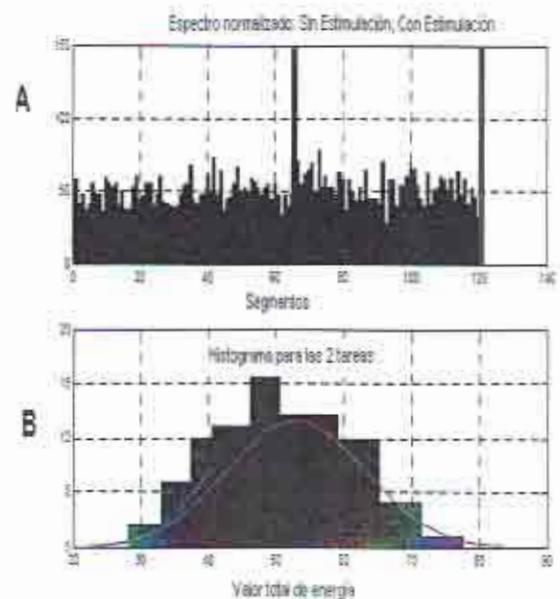


Fig. 4 Segmentación, de una señal basal registrada en el hemisferio derecho, tras la estimulación. A) Señal original B) Error obtenida como la diferencia entre las dos señales.

VI. CONCLUSIONES

- La duración de un segmento localmente estacionario varía, desde 1-2 segundos hasta 20 segundos.
- A pesar del cuidadoso desarrollo del primer algoritmo, los métodos de segmentación basados en el análisis de autorregresivos, operan con un umbral elegido de manera empírica. Esta condición restringe la capacidad de comparación, no sólo entre distintos individuos, sino dentro del mismo individuo.
- Dados los resultados que se obtienen con las técnicas de segmentación, parece que estos métodos, son los más adecuados a seguir para el análisis de la señal de EEG.
- Una vez obtenidos los segmentos, se realizó el análisis espectral de los mismos mediante el método propuesto de modelos de Autorregresivos. Para esto, se utiliza un orden 16 ya que se busca una buena definición

espectral, y después de varias pruebas se determinó que era la mejor opción.

- Con un orden de análisis del modelo de autorregresivos menor a 16, no se caracteriza bien las frecuencias más bajas, y con un orden superior, no se obtiene mejor resolución pero sí se incrementa el tiempo de cálculo.
- En general, los diferentes patrones del EEG se distinguen por el ritmo dominante presente en la señal; con estas técnicas, se encontró que, reduciendo las ventanas con las que se obtiene, se generaban algunos falsos límites de segmentos redundantes, debido a los transitorios de la propia señal de EEG. El número de estos falsos límites puede ser reducido si se aplica un umbral al criterio de segmentación.

VII. REFERENCIAS

[1] ANALISIS CUANTITATIVO Y AUTOMÁTICO DEL ELECTROENCEFALOGRAMA EEG: Grupo de Bioingeniería y Telemedicina TFO-ETSIT-Universidad Politécnica de Madrid, 2008.

[2] D. Michael y J. Houchin. "Automatic EEG analysis: a segmentation procedure based on the autocorrelation function". *Electroencephalography and clinical neurophysiology*. 1979. N° 46. pp: 232-235.

[3] MODELADO MATEMÁTICO DE LA ACTIVIDAD NEURONAL: Grupo de Bioingeniería y Telemedicina TFO-ETSIT- Universidad Politécnica de Madrid, 2008.

[4] MSc. Ing. Martínez Ignacio et al "Periodograma de un EEG", 2008

[5] D. Francisco del Pozo. "INTRODUCCIÓN A LOS PROCESOS ESTOCÁSTICOS", 2006 UPM

SISTEMA LINEAL INDETERMINADO PARA GPS

Ing. Augusto Bourgeat, MBA - M.Sc.

Departamento de Ciencias Exactas, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga,
Marqués de Maenza: 5/N Latacunga, Ecuador.
email : abourgeat@ltga.espe.edu.ec

RESUMEN. Encontrar la solución general del sistema lineal indeterminado es un asunto habitual en álgebra lineal. Contribuye a un análisis completo de los comportamientos de sistemas lineales, así como el fundamento para entender asuntos más abstractos, incluyendo transformaciones lineales, espacio nulo, y la dimensión. Se presenta un ejemplo pertinente con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para determinar localizaciones geográficas.

I. INTRODUCCIÓN

El sistema GPS (Global Positioning System) o Sistema de Posicionamiento Global es un sistema constituido por un lado por una red de 24 satélites denominada NAVSTAR, situados en una órbita a unos 20.200 km. de la Tierra, y por otro lado por unos receptores GPS, que permiten determinar nuestra posición en cualquier lugar del planeta, bajo cualquier condición meteorológica. La red de satélites es propiedad del Gobierno de los Estados Unidos de América y está administrada por su Departamento de Defensa.



Figura 1: Red de satélites alrededor del planeta.

Cuando nosotros encendemos nuestro receptor GPS portátil y apuntamos la antena hacia el cielo, empezamos a captar y recibir las señales de los satélites, empezando por la más fuerte, de manera que puede empezar a calcular la distancia exacta hasta ese satélite, así como saber dónde buscar los demás satélites en el espacio.

Una vez que el receptor GPS ha captado la señal de al menos, tres satélites, entonces puede conocer la

distancia a cada uno de ellos y puede calcular su propia posición en la Tierra mediante la triangulación de la posición de los satélites captados, y nos la presenta en pantalla como Longitud y Latitud. Si un cuarto satélite es captado, esto proporciona más precisión a los cálculos y muestra también la Altitud calculada en pantalla.



Figura 2: GPS captando la señal de satélites.

Teniendo en cuenta que el Sistema GPS fue diseñado y desarrollado para aplicaciones militares, debemos señalar que los receptores que podemos encontrar en el mercado son para uso civil, por lo que el Departamento de Defensa de los EEUU delimita esa exactitud para prevenir que esta tecnología sea usada de una manera no pacífica.

Para limitar su exactitud se incorporaron errores aleatorios a la señal, es decir, que los receptores civiles (no los militares) están sujetos a una degradación de la precisión, en función de las circunstancias geoestratégicas y geopolíticas del momento, que queda regulada por el Programa de Disponibilidad Selectiva. De todo ello se deduce que, habitualmente, los receptores GPS tienen un error nominal en el cálculo de la posición de aprox. 15 m. que pueden aumentar hasta los 100 m. cuando el D.D. lo estime oportuno.

II. SISTEMA LINEAL PARA GPS

La idea básica del GPS es una variante en la triangulación tridimensional: un punto en la superficie de la tierra es determinado por sus distancias a partir de otros tres puntos. Aquí, el punto que deseamos determinar es la localización del receptor del GPS, los

otros puntos son satélites, y se calculan las distancias usando los tiempos del recorrido de las señales de radio. Esto requiere guardar el tiempo, añadiendo una modificación leve del problema espacial puro de la triangulación. En la versión modificada, necesitamos cuatro satélites, más bien que tres, y podemos entonces calcular ambos la localización, y el tiempo correcto, en el receptor del GPS.

Los cálculos que siguen no son iguales que los métodos usados realmente por GPS. El ejemplo asume conocimientos geométricos exactos, mientras que el GPS tiene que ocuparse de errores de medida verdaderos del mundo. Así, el GPS utiliza típicamente más de cuatro satélites, y un método least-squares para determinar la mejor estimación de la localización y del tiempo en el receptor. Otros refinamientos en los cálculos reales del GPS consideran la manera que una señal de radio es atenuada pasando a través de la atmósfera, y la codificación real de la información en la señal de radio.

El Modelo Geométrico.- Para concertar, considere una nave al mar en una situación desconocida. Tiene un receptor de GPS que obtiene señales simultáneas de cuatro satélites. Cada señal especifica su tiempo de transmisión y la posición del satélite en ese momento. Esto le permite al receptor de GPS calcular su posición y tiempo. ¿Cómo trabaja esto?.

Para empezar, nosotros imaginamos que hay un sistema de coordenadas xyz con la tierra centrada al origen, el eje de z positivo que atraviesa al polo norte. La posición desconocida de la nave puede expresarse como un punto (x, y, z), que puede ser traducido mas adelante en una latitud y longitud.

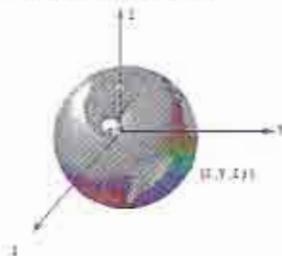


Figura 3: Sistema de coordenadas xyz con la tierra centrada al origen.

Un punto al nivel del mar se establece como $x^2 + y^2 + z^2 = 1$ en este sistema. También, nosotros mediremos el tiempo en unidades de milisegundo. El sistema de GPS encuentra distancias sabiendo cuánto tiempo toma una señal de radio para recorrer de un

punto a otro. Para esto nosotros necesitamos saber la velocidad de luz, aproximadamente igual a 0.047 (unidades de radios de tierra por milisegundo).

1 unidad de distancia = 1 radio de la tierra = 6.367 Km.

Un punto al nivel del mar tendrá $x^2 + y^2 + z^2 = 1$.

Velocidad de la LUZ = 300.000 Km/s.

Velocidad de Transmisión de la señal eléctrica = 0.047 radios de la tierra/ms.

Nuestra nave está en una posición desconocida y no tiene ningún reloj. Recibe señales simultáneas de cuatro satélites, dando sus posiciones y tiempos según muestra la Tabla 1.

Satélite	Posición (x, y, z)	Tiempo (t)
1	(1,2,0)	19.9
2	(2, 0, 2)	2.4
3	(1,1,1)	32.6
4	(2,1,0)	19.9

Tabla 1. Los datos del Satélite.

(x, y, z) es la posición de la nave y t el tiempo cuando las señales llegan.

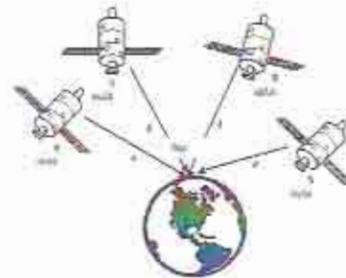


Figura 4: Señales simultáneas de cuatro satélites.

Nuestra meta es determinar los valores de estas variables. Usando los datos del primer satélite, podemos calcular la distancia de la nave como sigue.

La señal se envió y arribó en un tiempo de 19.9 ms. Viajando a una velocidad de 0.047 radios de la tierra/ms:

$$d = 0.047(t - 19.9)$$

Esta distancia puede expresarse en términos de (x, y, z) y la posición del satélite (1,2,0):

$$d = \sqrt{(x-1)^2 + (y-2)^2 + (z-0)^2}$$

Igualando estos resultados obtenemos la ecuación:

$$(x-1)^2 + (y-2)^2 + z^2 = 0.047 * (t-19.9)^2$$

Similarmente, podemos determinar una ecuación correspondiente para cada uno de los otros tres satélites. Eso nos da cuatro ecuaciones con cuatro incógnitas, que podemos resolver para x, y, z y t. Éstas no son ecuaciones lineales.

$$d_1 = c * t_1 = ((x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2)^{1/2}$$

$$d_2 = c * t_2 = ((x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + (z - z_2)^2)^{1/2}$$

$$d_3 = c * t_3 = ((x - x_3)^2 + (y - y_3)^2 + (z - z_3)^2)^{1/2}$$

$$d_4 = c * t_4 = ((x - x_4)^2 + (y - y_4)^2 + (z - z_4)^2)^{1/2}$$

III PROCEDIMIENTO

La triangulación espacial tiene una representación geométrica simple. Especificando la distancia de una posición desconocida P a un punto fijo conocido F, se restringe P para quedar en una esfera de centro en F. Obteniendo las distancias a tres puntos fijos, F1, F2, F3, concluimos que P debe quedar a un punto de intersección de tres esferas. La intersección es típicamente un par de puntos. Para ver esto, se observa que la intersección de dos de las esferas es un círculo que se encuentra la tercera esfera en dos puntos. Ejemplo.

Pensemos que necesitamos saber nuestra ubicación y conocemos la distancia a un satélite A, de aproximadamente 11000 Km. Esto nos indicará que nos encontramos en alguna parte, sobre una esfera.

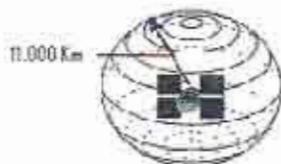


Figura 5: Esfera imaginaria con centro en el satélite y radio igual a 11000 Km.

Ahora si al mismo tiempo conocemos la distancia a

un satélite B que es de 12.000 Km. Generaremos un círculo de contacto donde se interceptan las dos esferas.



Figura 6: Intersección de dos de las esferas.

Entonces, si hacemos una medición hacia un tercer satélite C, podremos ubicarnos con mayor seguridad, porque si sabemos que nos encontramos a 13.000 Km hay sólo 2 puntos posibles en el espacio. Esos dos puntos están donde la esfera de 13.000 Km corta al círculo de intersección de las esferas de radio 11.000 y 12.000 Km.



Figura 7: Intersección de tres esferas.

Por lo tanto 3 mediciones generan un punto de contacto. Podríamos hacer una cuarta medición a otro satélite, generalmente uno de los puntos corresponde a una ubicación fuera del rango o irreal. El punto erróneo puede que no se encuentre dentro de la Tierra o puede tener una velocidad mayor, pero los GPS pueden discernir correctamente.

Ocasionalmente si nos encontramos seguros de nuestra altitud, como por ejemplo los marinos saben que se encuentran a nivel del mar, puede eliminarse una de las observaciones. La trigonometría nos dice que se debe contar con 4 observaciones para poder ubicarnos matemáticamente. Pero en la práctica podemos hacerlo con sólo tres, si podemos eliminar la solución absurda.

Para el problema de GPS, la triangulación tiene lugar en el espacio y en el tiempo, complicando la geometría un poco.

Como una simplificación del problema, podemos mirar la triangulación en el plano (un avión arriba del sistema), en lugar de en espacio. Un receptor en una posición desconocida P obtiene señales simultáneas de tres fuentes. Las ubicaciones de los satélites (fuentes) y los tiempos en las que las señales son recibidas son conocidas. La Localización de P puede visualizarse dinámicamente. Imagine cada radiación de la señal en una onda redonda. Hay tres de estas ondas que comienzan en tres momentos diferentes, como si se lanzaran tres piedritas en un estanque inmóvil. Nosotros estamos intentando localizar el punto que las ondas se reúnen.

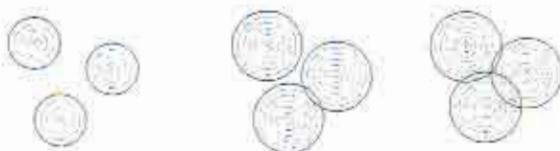


Figura 8: Radios de tres ondas.

Una alternativa a esta visualización dinámica se obtiene considerando una tercera dimensión espacio-tiempo. El plano horizontal representa posiciones espaciales, y el eje vertical representa tiempo. Cada punto (x, y, t) identifica una posición específica y tiempo. En esta escena, las instantáneas de la Figura 8 son secciones horizontales de figuras tridimensionales. Para cada señal hay un cono. Un punto (x, y, t) está en el cono si la señal llega al punto (x, y) en el tiempo t . El vértice del cono es (x_0, y_0, t_0) , donde t_0 indican cuando la señal es transmitida, y (x_0, y_0) es la ubicación del satélite cuando la señal fue enviada. Nuestro problema es encontrar un punto de intersección de tres conos distintos.

Como se observa, la intersección de los dos primeros conos es un plano. Con tres conos nosotros podemos formar dos planos de intersección. Éstos se encuentran en una línea que contiene los puntos comunes a todos los tres conos.



Figura 9: Intersección de dos conos.

La intersección de la línea con cualquier otro (cuarto cono) como determina el puntos que queremos.

Este problema geométrico es una exacta analogía del problema de GPS. Podemos ver a cuatro satélites en el sistema dimensional espacio-tiempo. Los cuatro satélites generan un sistema de cuatro ecuaciones similares, y las soluciones son los puntos de intersección de cuatro conos de luz.

Como en el caso tridimensional, podemos cortar los conos en pares generando hyperplanos, y la intersección de dos de estos hyperplanos especifica una línea.

Algebraicamente, esto corresponde a resolver un sistema indeterminado de ecuaciones lineales, y la línea es el conjunto general de soluciones.

La solución algebraica para el primer satélite es:

$$(x - 1)^2 + (y - 2)^2 + z^2 = 0.0472(t - 19.9)^2$$

Desarrollando todos los cuadrados y reestructurando:

$$2x + 4y - 2(0.0472)(19.9)t = 1^2 + 2^2 - 0.0472(19.9)2 + x^2 + y^2 + z^2 - 0.0472t^2$$

Pueden encontrarse ecuaciones similares para los otros tres satélites; obteniendo las 4 ecuaciones:

$$2x + 4y + 0z - 2(0.0472)(19.9)t = 1^2 + 2^2 + 0^2 - 0.0472(19.9)2 + x^2 + y^2 + z^2 - 0.0472t^2$$

$$4x + 0y + 4z - 2(0.0472)(2.4)t = 2^2 + 0^2 + 2^2 - 0.0472(2.4)2 + x^2 + y^2 + z^2 - 0.0472t^2$$

$$2x + 2y + 2z - 2(0.0472)(32.6)t = 1^2 + 1^2 + 1^2 - 0.0472(32.6)2 + x^2 + y^2 + z^2 - 0.0472t^2$$

$$4x + 2y + 0z - 2(0.0472)(19.9)t = 2^2 + 1^2 + 0^2 - 0.0472(19.9)2 + x^2 + y^2 + z^2 - 0.0472t^2$$

Los términos cuadráticos en todas las ecuaciones son los mismos, así substrayendo la ecuación 1 de cada una de las tres restantes obtenemos un sistema de tres ecuaciones lineales:

$$2X - 4y + 4z + 2(.0472)(17.5)t = 8 - 5 + .0472(19.92 - 2.42)$$

$$0x - 2y + 2z - 2(.0472)(12.7)t = 3 - 5 + .0472(19.92 - 32.62)$$

$$2x - 2y + 0z + 2(.0472)(0)t = 5 - 5 + .0472(19.92 - 19.92)$$

Geoméricamente, cada uno de estas ecuaciones representa un hyperplano que contienen la intersección de dos señales.

En este momento sabemos que este sistema no puede tener una única solución. Pero si los datos del satélite son exactos, debe haber una solución al sistema original de ecuaciones cuadráticas, y este sistema lineal debe ser consistente. Encontrando la solución general, será posible expresar tres variables desconocidas en términos de una cuarta. La sustitución en una de las ecuaciones cuadráticas originales producirá una ecuación cuadrática de una variable. Resolviendo esto nos llevará, a su vez, a los valores para las otras tres variables.

Así, procediendo según este plan, formulamos el sistema lineal como una matriz:

$$\begin{bmatrix} 2 & -4 & 4 & 0.077 & 3.86 \\ 0 & -2 & 2 & -0.056 & -3.47 \\ 2 & -2 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Continuando con la solución del sistema:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0.095 & 5.41 \\ 0 & 1 & 0 & 0.095 & 5.41 \\ 0 & 0 & 1 & 0.067 & 3.67 \end{bmatrix}$$

Por consiguiente, tenemos la solución general:

$$\begin{aligned} x &= 5.41 - 0.095t, \\ y &= 5.41 - 0.095t, \\ z &= 3.67 - 0.067t, \\ t &\text{ libre} \end{aligned}$$

Sustituyendo las expresiones anteriores para x, y, y z, en una ecuación, obtenemos:

$$(5.41 - .095t - 1)^2 + (5.41 - .095t - 2)^2 + (3.67 - .067t)^2 = .0472(t - 19.9)^2$$

$$0.02 t^2 - 1.88 t + 43.56 = 0$$

Dándonos dos soluciones:

$$\begin{aligned} t_1 &= 43.1 \text{ ms} \\ t_2 &= 50.0 \text{ ms} \end{aligned}$$

Si seleccionamos la primera solución:

$$(x, y, z) = (1.317 , 1.317 , 0.790)$$

Estos valores nos proporciona una distancia de aproximadamente 2 unidades. Nosotros estamos

usando unidades de radios de tierra, así que este punto está alrededor de 6.367 Km. sobre la superficie de la tierra. Si seleccionamos la segunda solución:

$$(x, y, z) = (0.667, 0.667, 0.332), \text{ con una distancia igual } 0.9997.$$

Eso pone el punto en la superficie de la Tierra y nos da la situación de la nave.

Por supuesto, podemos usar esta información, si querriamos convertirlo a una latitud y longitud.

IV. RESULTADOS OBTENIDOS

Se preparó el problema original empezando con valores supuestos de la ubicación del punto P en (2/3, 2/3, 1/3) para (x, y, z) y 50 para t, así como las posiciones para los satélites. Usando estos valores se determina la distancia y el tiempo que tomaría la nave para recibir la señal de cada satélite. Redondeando a un lugar decimal se introdujeron algunos errores pequeños, para que la solución calculada (x, y, z) no sea igual a (2/3, 2/3, 1/3). Sin embargo, los resultados calculados salieron bastante correctos, dando confianza en el método.

Usando este acercamiento, es posible crear otros ejemplos para el uso en una clase de álgebra lineal. Se puede poner los satélites y la nave en cualquier posición que se desee. Por supuesto, es importante que los satélites estén en el horizonte para observarlos.

VIII. CONCLUSIONES

- Contribuye a un análisis completo de los comportamientos de sistemas lineales y cálculo de matrices.
- El propósito de este ejemplo ha sido presentar una situación realista en la cual encontramos la solución general de un sistema indeterminado.
- Usando este procedimiento, es posible crear otros ejemplos para el uso en una clase de álgebra lineal.

IX. REFERENCIAS

- [1]. Richard B. Thompson, Sistema de Posicionamiento Global (1998) 260-269.
- [2]. Gilbert Strang, Kai Borre, Linear algebra, geodesy, and GPS (2005).
- [3]. Lawrence Letham, GPS Facil (2001).

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA DOSIFICADORA AUTOMÁTICA DE BEBIDAS, CONTROLADA BAJO UN SISTEMA HMI PARA LA EMPRESA PROALIM

Ing. Héctor Terán, Ing. Wilson Trávez, Ing. Sandra Rivera, Ing. Miguel Rodríguez
Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica, Escuela Politécnica del Ejército Extensión
Latacunga, Marqués de Maenza S/N Latacunga, Ecuador.
email: cochoth@hotmail.com, wiltraves@hotmail.com, rivera1@hotmail.com, mrguez@yahoo.es

RESUMEN

En la sala de envase llega el producto a ser envasado a través de tanques por medio de tuberías de acero inoxidable, para proceder a su envasado en la máquina dosificadora, en donde se controlará de forma exacta la cantidad del producto, se mantiene un cerrado hermético del envase para la inocuidad del producto y asegura que el envase y la atmósfera durante el envasado sean estériles.

Todo el proceso se encuentra controlado por un PLC y directamente interactuando a tiempo real el proceso con Intouch con un entorno amigable para el operador.

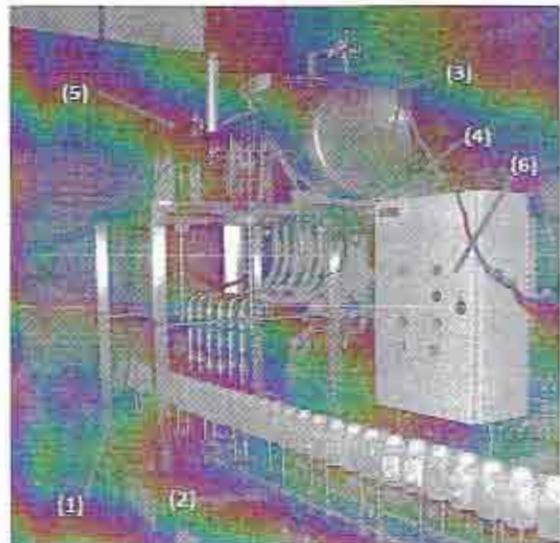
El entorno permite tener una correcta simulación de movimiento y una interesante visualización de las variables como presiones, cantidad del producto exacto dosificado así como fallas en el proceso en caso de existir.

I. INTRODUCCIÓN

La globalización ha dado lugar a relaciones mundiales de mercados, tecnología, ciencia y formas de producción altamente eficientes que han afectado profundamente a empresas e individuos, pues, con el crecimiento vertiginoso del comercio internacional, han surgido nuevas oportunidades y amenazas que están obligando a ejecutivos y organizaciones a optar por nuevas estrategias e implementar mecanismos que les permitan superar con éxito el reto de competir.

En este ámbito resulta imperiosamente necesario que se desarrollen industrias altamente tecnificadas y que las existentes lo hagan demostrando capacidad, eficiencia, productividad y competitividad para crecer y mantenerse en mercados fuertemente agresivos.

II. PARTES DE LA DOSIFICADORA.



- (1) Estructura mecánica de Soporte
- (2) Banda Transportadora
- (3) Tanque de almacenamiento
- (4) Bloque de purificación de aire
- (5) Bloque de dosificadores
- (6) Caja de control HMI

A. ESTRUCTURA METÁLICA DE SOPORTE

Corresponde a la parte fundamental de la máquina debido a que este sirve para alojar los diferentes elementos y dispositivos en el sistema de envasado, está construida con acero inoxidable AISI 304, que es un acero especial para estar en contacto con productos alimenticios.

B. BANDA TRANSPORTADORA

Los elementos que forman parte de la banda transportadora son:

Cadena Transportadora: La selección se realiza considerando que el sistema de transportación de recorrido es rectilíneo, el diámetro del envase, la sustancia que contienen los envases (líquidos con azúcares). Figura 1; Tabla 1 Características Técnicas.

Especificaciones	Datos
Cadena	Flexnord SS815 - K325
Tipo de recorrido	Rectilíneo
Paso	38,1 mm
Material de la placa	Acero inoxidable AISI 304
Ancho del eslabón	82,5 mm
Rugosidad	0,5 μ m

Tabla 1: Características técnicas (Cadena)



Figura 1: Cadena transportadora

Guías de desgaste: Se utilizan para evitar la fricción entre la cadena transportadora y el carril de la misma. Son fijadas a la superficie de los carriles del transportador. El material del que están hechas es el nylon debido a que es altamente deslizante, incluso en seco, por lo que tiene un envejecimiento mínimo. De acuerdo a la cadena

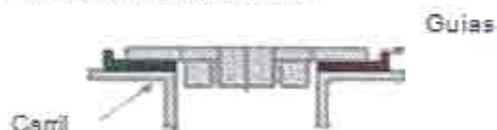


Figura 2: Guías de desgaste

Especificaciones	Datos
Longitud	2,5 m
Ancho	43 mm
Espesor	3 mm
Material	Nylon

Tabla 2: Características técnicas (Guías)

Motor reductor con freno electromagnético:

Para seleccionar el motor reductor se considera el *trabajo cíclico* que va a realizar, el torque y la potencia requerida para el normal funcionamiento del proceso. La reducción de velocidad debe ser la adecuada para mantener una velocidad óptima del transportador, que es importante para alcanzar una alta eficiencia del mismo. El criterio para la velocidad y el ancho de la cadena es el número de productos que deben ser transportados. Figura 3



Figura 3: Motor reductor con freno electromagnético

Sensor inductivo: La selección se basa en el material al cual debe detectarse. En este caso el material a detectar es un metal, se utiliza un sensor inductivo no blindado. La distancia de sensado para un normal funcionamiento debe ser de 1 cm. Figura 4.



Figura 4: Sensor inductivo.

C. TANQUE DE ALMACENAMIENTO

El tanque de almacenamiento que se mecaniza para la dosificadora es de tipo horizontal; está provisto de una tapa para el mantenimiento correspondiente debido a que son diferentes bebidas las que van a ser almacenadas.

Los elementos y dispositivos que forman parte del tanque de almacenamiento son:

Sensor de boya: El sensor es del tipo todo o nada debido a que se va a detectar dos tipos de niveles, alto y bajo en el tanque de almacenamiento. Están hechos de acero inoxidable puesto que están en contacto directo con el líquido. Los interruptores deben de ser instalados rigidamente de manera que el flotador o los

flotadores tengan libertad de movimiento cuando cambie el nivel de líquido. Figura 5



Figura 5: Sensor de boya

Electroválvulas: Para la selección de las electroválvulas se debe tomar a consideración el voltaje de alimentación, y las funciones que van a realizar. Las electroválvulas se utilizan para la alimentación de líquido al tanque (1 in) y escape de aire (1/4 in), cabe recalcar que estas electroválvulas son de acero inoxidable y que su presión de operación es de 0 psi a 100 psi. Figura 6,



Figura 6. Electroválvula

Transductor de presión: Para garantizar el mismo caudal de salida de líquido por los dosificadores se presuriza el tanque de almacenamiento y las líneas de distribución. Para mantener un mismo nivel de presión en todo el proceso de llenado. Figura 7. Tabla 3 Características Técnicas (Transductor).



Figura 7: Transductor de presión

Especificaciones	Datos
Tipo	Presión positiva
Rango presión	0 – 10 Bar (0 – 145 psi)
Salida	Analógica de 1-5 V y a relé
Alimentación	24 Vdc

Tabla 3: Características técnicas (Transductor)

D. BLOQUE DE DOSIFICACIÓN

Los elementos que están en este bloque son:

Cilindro neumático: La selección del cilindro neumático depende del peso del bloque de dosificación. La presión del aire comprimido máxima a la que va a estar sometido el cilindro es de 10 bar, con este dato y el diámetro del cilindro podemos saber la fuerza de tracción, que debe ser mayor o igual a la fuerza ejercida por el bloque de dosificadores Figura 8 Tabla 4 Características técnicas (Cilindro)



Figura 8: Cilindro neumático

Especificaciones	Datos
Tipo	Cilindro doble efecto.
Diámetro del vástago	Ø 16

Tabla 4. Características técnicas (Cilindro)

Boquilla de dosificación: El diseño de las boquillas de dosificación se realiza de forma netamente mecánica. La eliminación del goteo conseguimos con la colocación de o'ring en el émbolo. El líquido baja por las paredes del envase por el dispensador montado en el émbolo, con esto eliminamos la espuma provocada por el fluido envasado. Para el centrado de los envases se utiliza unas campanas que contienen dos agujeros para la salida del aire al momento del llenado. Figura 9.

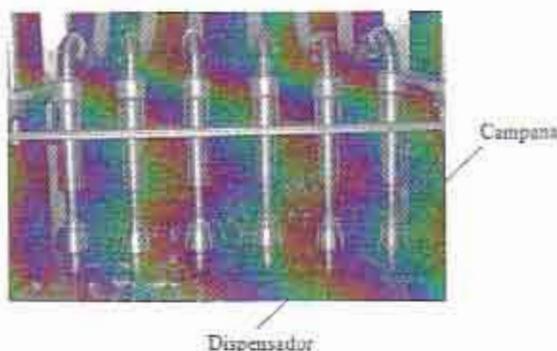


Figura 9: Boquilla de dosificación

Electroválvula 5/3: Se utiliza una electroválvula con centro cerrado (válvula distribuidora con accionamiento eléctrico). La función de esta electroválvula es de mantener extendido al pistón un tiempo necesario hasta recibir la señal para que se retraiga. Figura 10.



Figura 10: Electroválvula 5/3

Finales de carrera y Reguladoras de caudal de líquido y aire: Para el sensado por contacto se utiliza un final de carrera tipo pulsador Figura 11. Se utiliza una válvula reguladora unidireccional de aire, con el fin de controlar la velocidad del cilindro neumático, el retroceso del actuador, se realiza sin ningún tipo de impedimento y a gran velocidad Figura 12. Se coloca válvulas reguladoras de caudal para el cierre total del paso de líquido si existiera falla en cualquiera de los dosificadores. Su dimensión depende del diámetro de la manguera. Figura 13.



Figura 11: Final de carrera



Figura 12: Válvula reguladora de aire



Figura 13: Válvula reguladora de líquido

E. BLOQUE DE PURIFICACIÓN DE AIRE

Se utiliza un Filtro - Regulador submicrónico, filtro coalescente, y un secador de aire. Figura 14.

- El Filtro - Regulador trata todos los contaminantes sólidos o líquidos contenidos en el aire comprimido, también las partículas más finas hasta 0,01 micras, para proporcionar la máxima protección a los dispositivos.
- El secador de aire elimina la humedad del aire mediante un material absorbente como el Silicagel. La misión del silicagel consiste en absorber el agua y el vapor de agua.
- El filtro coalescente Garantiza la eliminación de los contaminantes más pequeños, tales como los vapores de aceite.

Secador de aire Filtro - Regulador



Filtro Coalescente

Figura 14: Bloque de purificación

F. TABLERO DE CONTROL

Dentro de la caja de control tenemos todos los elementos y/o dispositivos de protección y control.

PLC: Un controlador lógico programable es una máquina electrónica, diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales de control. El PLC es de marca Telemecanique cuenta con 14 entradas y 10 salidas. Figura 15.



Figura 15: PLC.

G.HMI

Un HMI es una interfaz hombre - máquina, el software utilizado es InTouch. Figura 16.

Este provee una visión integrada simple de todo el control y recursos de información.

Protocolo DDE: Para que InTouch adquiera un valor de los datos de otra aplicación, debe saber el nombre de la aplicación que proporciona los datos, Este protocolo de comunicación es conocido como DDE.

KEPSERVER: Es el programa servidor al cual accede InTouch para tomar los valores que se originan en el PLC (Servidor OPC), y escribir en las entradas, utilizando el protocolo de comunicación DDE.

Este servidor se comunica con una amplia lista de diferentes marcas de PLC's, incluyendo al Telemecanique.

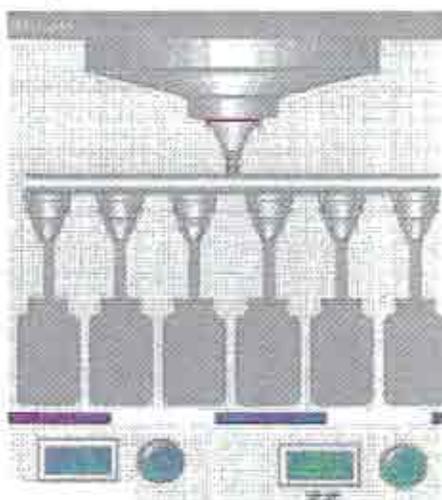


Figura 16: Pantalla de InTouch

III. PROCEDIMIENTO

El Proyecto realizó un estudio de mercado y la factibilidad a través de una investigación basada en:

- Planteamiento del proyecto
- Técnicas y Procedimientos
- Estudio de la demanda
- Planes evaluativos de campo
- Construcción e implementación real
- Resultados obtenidos del proyecto de investigación

II. RESULTADOS

Esta dosificadora actualmente envasa productos, como yogurt y jugos de 500ml y 250ml respectivamente en forma automática elevando la producción en un 40% llegando a abastecer la demanda de Puyo, Tena, Machala Babahoyo, Tungurahua y Cotopaxi.

La empresa PROALIM con la automatización realizada garantizara la calidad del producto al evitar que la bebida sufra contaminación en el proceso de envasado, evitando al máximo el contacto con el ambiente y certificando que la máquina está construida con materiales aptos para la industria alimenticia

VIII. CONCLUSIONES

- La máquina dosificadora automática para el envasado de bebidas automatizada para este proceso permite alcanzar eficiencia en el trabajo, disminuyendo los costos de producción y permitiendo obtener una adecuada rentabilidad, lo que repercutirá en forma sustancial para el crecimiento y desarrollo de la empresa.
- Al tener la máquina InTouch permite a los ingenieros, supervisores, administradores y operadores visualizar e interactuar con el trabajo de una operación completa, mediante representaciones gráficas de los procesos de producción
- El desarrollo de esta dosificadora permite el análisis y estudio del software que viene conjuntamente con el PLC Telemecanique con el desarrollo e implementación de cualquier tipo de aplicación en automatización y control industrial.

VII. REFERENCIAS

- [1] Automatismos Eléctricos, Neumáticos e Hidráulicos, F. Jesús Cembranos Nistal.
- [2] Introducción a la neumática, Antonio Guillen Salvador.
- [3] Diseño de elementos de máquinas, Mott.
- [4] Instrumentación industrial, Creuss Solé, Antonio
- [5] Mecánica de materiales, Ferdinand Beer - Russel Johnston.
- [6] Manual técnico del motor EVERLE.
- [7] Manual técnico de filtros y reguladores de presión MP.
- [8] Manual técnico del PLC TELEMECANIQUE.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ACELERACIÓN ELECTRÓNICA.

Bolaños P. Vinicio R. AUTOR1

Utreras G. Edwin H. AUTOR2

Ing. Germán Erazo L. AUTOR3,

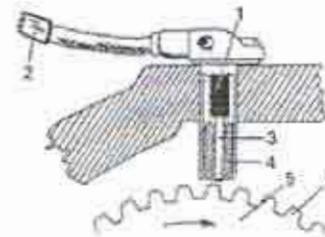
Dept. of Mechanique Automotive Eng. Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Quijano y Ordóñez y Marqués de Maenza S/N Latacunga, Ecuador,

email: vibolaños@hotmail.com; egutreras@yahoo.com; wgerazo@espe.edu.ec.

Resumen

El acelerador electrónico, en inglés conocido como Drive-By-Wire, es una tecnología que está empezando a ser implantada en vehículos, viene del Fly-By-Wyre utilizada en los aviones. La introducción del by-wire en el automóvil ha sido gracias a la Fórmula 1, desde hace unos pocos años se viene investigando la implantación en estos vehículos de carreras de esta tecnología, y los resultados ya se pueden ver, las fulminantes salidas de estos autos son gracias a un sofisticado sistema de control de tracción y al drive by wire, entre otros factores. Hoy en día cada vez aparecen más marcas con este sistema. Es por ello que esta es una tecnología muy nueva en los vehículos de gama baja.

componentes que varían su magnitud en función de alguna variable), y la utilización de componentes activos.



1. Imán permanente
2. Conector eléctrico
3. Núcleo de hierro
4. Bobina
5. Rueda fónica
6. Diente

Figura 1. Sensor de posición (Inductivo)

I. INTRODUCCIÓN

En el diseño del acelerador electrónico, se pueden adoptar infinidad de posiciones de la mariposa teniendo en cuenta las condiciones de funcionamiento del motor. La centralita electrónica conoce en todo momento la posición del pedal del acelerador a través de la variación de la resistencia del potenciómetro.

A bajas revoluciones del motor, la mariposa se abrirá lentamente, mientras a altas revoluciones, la apertura se realiza más rápidamente. Se consigue una buena respuesta del motor a cualquier régimen, impidiendo que aparezcan ahogos por un accionamiento muy rápido del acelerador.

II. COMPONENTES DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE ACELERACIÓN.

SENSOR DE POSICIÓN

Un sensor o captador, es un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra normalmente eléctrica para que sea cuantificable y operable.

Estos dispositivos se encuentran realizados mediante la utilización de componentes pasivos (resistencias variables, PTC, NTC, LDR etc. todos aquellos

ACTUADORES

En el diseño de un sistema de control se tiene la necesidad de elegir un actuador de entre varios tipos que existen, uno de los más eficientes y utilizados en la industria automotriz es el servomotor cuya estructura básica se indica en la figura 2.

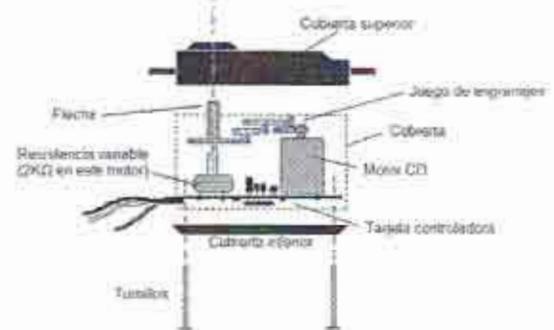


Figura 2. Servomotor

III. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DEL PROTOTIPO

En el diseño de este prototipo se toma la señal de un sensor resistivo (TPS), es procesada por una UCE (Unidad de Control Electrónico) y envía una señal de control hacia los actuadores, por lo general lo óptimo es tener una forma de verificar que los componentes del

sistema trabajen conforme a lo esperado, para lo cual se coloca un dispositivo de visualización (LCD), en el que se controlan los diferentes parámetros de funcionamiento.

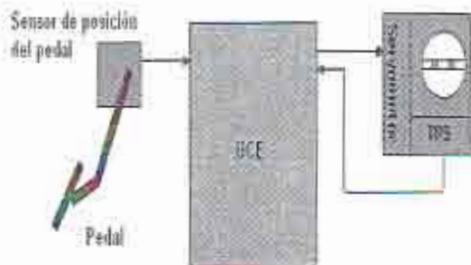


Figura 3. Esquema de funcionamiento

PROGRAMACIÓN Y DISEÑO ELECTRÓNICO

El programa toma las señales del TPS y son procesadas mediante algoritmos que son introducidos en el microcontrolador por medio de lenguaje de programación. Tomando en cuenta estos valores se produce una señal de salida que nos servirá para controlar a los actuadores.

En el caso de los servomotores necesariamente se controlan con una señal de pulso modulado PWM, que se basa en la variación del ancho de pulso, el mismo que al modificar su amplitud, hace lo mismo con la posición del motor.

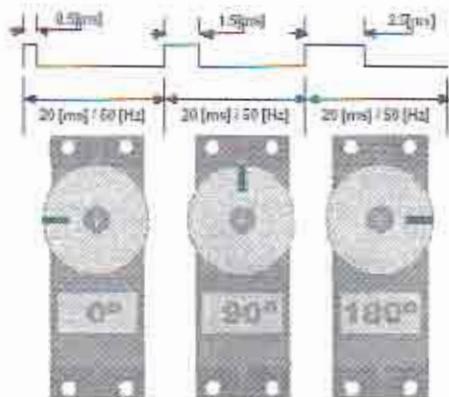


Figura 4. Desplazamiento del servomotor.

En el diseño electrónico se tiene en cuenta que el medio automotriz es uno de los más ruidosos, (entendiéndose como ruido a corrientes parásitas, temperatura, vibración, picos de voltaje, etc.), por lo que hay que tratar de minimizar los efectos que este produce, especialmente en la UC ya que pueden provocar que el microcontrolador falle, haciendo que el sistema deje de funcionar. Existen elementos encargados de realizar

esta tarea entre los que se encuentran: diodos, capacitores, condensadores, filtros, etc.

IV. RESULTADOS OBTENIDOS.

Cuando el sistema se encuentra trabajando se los verifica con la ayuda del Osciloscopio OTC, que permite determinar las curvas típicas de sensores y actuadores, si se detecta alguna falla se tiene que reemplazar el o los componentes que se hayan dañado.



Figura 5. Curva característica de trabajo de un sensor resistivo (TPS)

Con respecto al servomotor determinamos si los datos de PWM almacenados en el micro controlador son aproximados, que nos permitirán un correcto funcionamiento. Se aprecia el ancho de pulso que acciona el servomotor, el cual nos da un valor de 1,4ms; lo que hace que la mariposa de aceleración esté totalmente abierta.



Figura 6. Mariposa a tope
la mariposa se encuentra en reposo, es decir, que el motor se encuentra en ralentí, el ancho de pulso en esta condición es de 0,6ms.



Figura 7 Mariposa en reposo.



Figura 8 Control de pulso PWM.

En la figura se aprecia el pulso completo, y podemos determinar la frecuencia del mismo que sería de 50Hz, debido a que su periodo es de 20ms.

Con este dispositivo se consigue que la conducción sea más pareja, así como eliminar medios de control de ralenti, desgaste de piezas del sistema de aceleración y aprovechamiento adecuado de la mezcla aire – combustible.

III. CONCLUSIONES

- El módulo electrónico realizado se constituye como un eficiente sistema de control de aceleración. La apertura constante de configuraciones lo hacen práctico y fácil de usar por cualquier operador.
- Los elementos electrónicos que forman parte del sistema son dispositivos vigentes y de gama mejorada, características que incrementaron la respuesta eficiente del módulo pero provocaron su encarecimiento.
- El sistema cumple con creces los requerimientos planteados en su concepción: impacto exiguo de implementación, alta velocidad de procesamiento, indemnidad a condiciones de trabajo en los motores (ruido, temperatura, vibración), versatilidad y precisión de las variables adquiridas.
- El desarrollo eficiente de este mecanismo se debió en gran parte a las herramientas de programación utilizadas. El compilador C ANSI es un instrumento profesional altamente competente.
- Los resultados emitidos en las pruebas de funcionamiento indicaron que el módulo de control de aceleración electrónica, es un sistema confiable, barato y versátil.
- La realización de un manual de usuario permitió dejar disponible una herramienta útil para facilitar la familiarización del operador con el sistema.

- Los mecanismos que se adaptaron cumplen con los requerimientos y satisfacen de excelente manera las necesidades del proyecto.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- MALVINO, Albert. *Principios de Electrónica*, Sexta Edición, McGraw – Hill, España, 2002.
- MUHAMMAD, Rashid. *Electrónica de Potencia: Circuitos, Dispositivos y Aplicaciones*, Tercera Edición, Pearson Educación, México, 2004.
- VARIOS, *Electricidad del Automóvil: Encendido y Accesorios*, CEAC, España, 1999.
- CISE Electronics "OBDII", Argentina 2008.

ECUADOR: ANÁLISIS DE LA CRISIS ECONÓMICA EN LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS

Econ. Alisva Cárdenas Pérez

Departamento de Ciencias Económicas Administrativas y del Comercio, Escuela Politécnica del Ejército
Extensión Latacunga, Marqués de Maenza s/n Latacunga, Ecuador
Email: aacardenas@espe.edu.ec

RESUMEN

Algunos economistas influyentes de nuestro país, aseguran que el Ecuador actualmente puede ser considerado un "Modelo para América Latina", debido a que culminó el siglo XX con una crisis sin precedentes y empezó el siglo XXI liderando el crecimiento económico. ¿Es esto cierto? ¿O sólo es una forma de ayudar al gobierno actual?

Este artículo recopila los principales indicadores económicos y realiza un análisis de la crisis económica sufrida en el año 1999 hasta la actualidad; teniendo como fondo las consecuencias de la dolarización, la cual fue asumida como la única medida de salvación para la inestabilidad macroeconómica y su futuro a largo plazo.

I. INTRODUCCIÓN

Un mal de los ecuatorianos, ya conocido, es el olvido instantáneo de nuestros errores; quizá para apalea la grave situación que hemos enfrentado durante estos últimos 10 años esta sea una forma de hacer caso omiso del sufrimiento; sin embargo, es también una forma de seguir augurando los mismos errores a nuestras futuras generaciones.

Por este motivo, es preciso tomar una dosis de memoria para revisar nuestro pasado, desde aquel 9 de enero del 2000 cuando el entonces presidente Jamil Mahuad fijó el valor del sucre a 25.000 por dólar recordando que la dolarización fue presentada no sólo como la única alternativa existente, si no como la gran solución para resolver los males de la economía ecuatoriana.

Aunque en momentos parece increíble, lo cierto es que estamos ya en el año 2010, aún a estas alturas seguimos huyendo de una realidad en la cual sobran los motivos para decir Adiós a este país y buscar nuevos rumbos. Pensar que en los '90 llegar a este tiempo se veía como algo muy lejano; cabe ahora si, plantearse algunas preguntas: ¿qué hicimos o qué dejamos de hacer durante la crisis del '99?, a pesar de la positividad del gobierno en decir que estamos mejor que antes, ¿es eso cierto?; para contestar estas preguntas es preciso revisar nuestro pasado, sin añoranzas ni tristezas

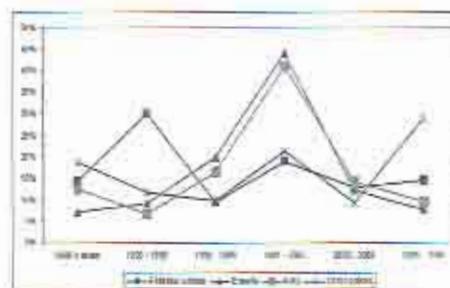
curis, simplemente con un poco de objetividad y una "dosis de memoria".

II. LA MAYOR CRISIS DEL SIGLO XX

Al año 1999 se le recordará por registrar la mayor caída del PIB real del siglo XX. Este declinó en 7,3% medido en sucres constantes y en dólares en 30,1%, de 19.710 millones a 13.769 millones de dólares. El PIB por habitante se redujo en casi 32%, al desplomarse de 1.619 a 1.109 dólares.

El país, como consecuencia de un largo proceso de ajustes y de la crisis mencionada, experimentó el empobrecimiento más acelerado en la historia de América Latina: entre el año 1995 y el año 2000, el número de pobres creció de 3,9 a 9,1 millones, en términos porcentuales de 34% al 71%; la pobreza extrema dobló su número de 2,1 a 4,5 millones, el salto fue de 12% a un 31%. Lo anterior vino acompañado de una mayor concentración de la riqueza.

Así, mientras en 1990 el 20% más pobre recibía el 4,6% de los ingresos, en el 2000 captaba menos de 2,5%; entre tanto el 20% más rico incrementó su participación del 52% a más del 61%. Y en el cambio de siglo miles de ecuatorianos, más de 500 mil personas (más de un 10% de la Población Económicamente Activa - PEA), habrían huido del país, siendo el principal destino países como España e Italia como lo demuestra la figura 1.



Fuente: INEC - INEMOHU Noviembre 2008
Elaboración: Hexágono-Consultores

Figura1. Migración según Destino y Períodos de Migración

Según los resultados oficiales del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), la distribución de la renta y el consumo en el país han mejorado sustancialmente en

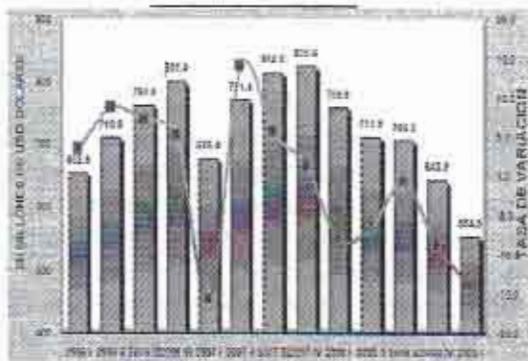
los últimos años, al menos en la población urbana. El INEC levantó, entre febrero de 2003 y enero de 2004, la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de Hogares Urbanos (Enighu) en la que participaron 11 256 hogares urbanos que representan a 7 759 774 personas.

Organizando esta información por las proporciones acumuladas de la población y del ingreso, el coeficiente generado es de 0,42, inferior al estimado en 1995 de 0,49. Asimismo, el Gini para las proporciones acumuladas del consumo en el período 2003-2004, fue de 0,38, es decir, ha disminuido del 0,49, en 1995.

La disminución en los coeficientes de Gini sugieren que en el Ecuador ha disminuido la concentración del ingreso y del consumo urbano a niveles que ubicarían al país más cerca del promedio latinoamericano que en el pasado, cuando se encontraba entre los países con mayor inequidad.

Estos resultados sorprenden, pero debemos considerar que en los últimos años se han dado muchos cambios económicos. Entre 1995 y 2004, el poder adquisitivo del salario mínimo, el cual es recibido por cerca de 68% de los trabajadores, ha aumentado más de 19%. Es decir, el ingreso de los hogares más pobres ha superado el incremento de los precios. Esta tendencia coincide con una disminución de casi el 40% de la proporción de la población que vive bajo la línea de pobreza, según el Siise (Sistema Integrado de Indicadores Socio-Económicos).

En los últimos 10 años, los hogares de ingresos bajos y medios también son receptores de más del 74% de las remesas, que han aumentado de \$273 millones a \$1,627 millones en 2003. La figura 2 muestra el fenómeno creciente de las remesas desde 2001 hasta el año 2009.



Fuente: INEC 2009

Figura 2. Evolución de Remesas en el Ecuador

Las cifras expuestas anteriormente demuestran la gravedad de una crisis explicable por una serie de factores con una alta correlación, de orden natural -el

fenómeno de El Niño-, de orden económico -el servicio de la deuda externa, la caída de los precios del petróleo, la desestabilización financiera internacional, el salvataje bancario- y de orden político tenemos que recordar que se han sucedido siete presidentes - tres de ellos derrocados y cuatro interinos -. Esta crisis fue desatada, en gran medida, por la política económica aplicada desde 1992, así como por efecto del interminable ajuste estructural de inspiración fondomonetarista impuesto en este país con diversos grados de coherencia desde la primera mitad de la década de los ochenta. Sobre todo estas dos últimas acciones son causas profundas del problema ecuatoriano. Y todo en un ambiente de inestabilidad económica y política con una corrupción desbocada.

III. LA DOLARIZACIÓN COMO LA ÚNICA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

Para poder realizar una evaluación de los diez años de dolarización conviene recordar los ofrecimientos que justificaron el sacrificio de la moneda nacional, el Sucre. Quienes plantearon la dolarización, sobre todo los miembros del Foro Económico, ofrecían, entre otras maravillas: "una baja inmediata de las tasas de interés, de la inflación y la entrada de capitales foráneos, dando paso a la reactivación inmediata de los sectores productivos" (Diario El Universo, Guayaquil, 7.1.2000).

¿Bajó inmediatamente la inflación? No. En promedio anual, ésta pasó de 52% en 1999 a 97% en el 2000, antes de declinar lentamente a un 40% en el 2001; alcanzando en diciembre del 2002 recién un 22,5% llegando a ser la inflación más alta de América Latina para ese año, a pesar de que ¡ya estábamos dolarizados!, casi diez veces el nivel inflacionario de los EEUU; el proceso para ir bajando la inflación a índices menores de 2 dígitos recién se empezó a lograr en el año 2005. Ni la relativa calma conseguida por la ausencia de la devaluación se reflejó en una sustantiva caída de las tasas de interés en dólares, las cuales superaron el 20% y aún el 80% para compras a plazos en establecimientos comerciales privados; este fue el efecto creciente y expansivo de las tasas de interés.

En cuanto a la relativa estabilidad lograda, es necesario aclarar que esta se explica por la ausencia de la devaluación, que en el año 1999 alcanzó un monto de 198%. Sin embargo, la inflación, en una economía dolarizada, es todavía una compleja tarea por resolver, en especial cuando los reajustes de los precios de los servicios y de los bienes públicos no han cumplido con principios éticos ni justos, en un escenario en el cual afloran peligrosas presiones que mantienen una tendencia inercial en el proceso inflacionario...

¿Se solucionaron los problemas de inflación y desempleo? Tampoco. El desempleo y la inflación - denominados a veces los "males gemelos" de la macroeconomía- se encuentran aún entre las cuestiones económicas más difíciles y políticamente delicadas a las que se enfrentan los responsables de la política económica. Fue falsa la propaganda que aseguraba que "la medida es tan poderosa que por sí sola comienza a hacer girar las ruedas de la reactivación económica", como clamaba José Luis Cordeiro, venezolano importado para promocionar la dolarización (Diario El Universo, Guayaquil, 24.2.2000).

En el 2000, luego del bajón en 1999, la economía apenas frenó su caída y recién convalece en el 2001. Las estimaciones hablan de hasta un 5,4%, sin que con esto el PIB alcance el nivel de 1998.

En el 2001 la economía se apuntaló con las remesas de los emigrantes, con más de 1.450 millones de dólares (superiores a las inversiones petroleras), y con el monto de recursos demandados por la construcción del nuevo oleoducto, así como con los ingresos generados por las ventas de petróleo en el mercado mundial hasta antes de los atentados terroristas del 11 de septiembre, que provocaron una drástica caída del precio del crudo. Ya en el 2000 las remesas de los emigrantes por 1.330 millones de dólares, superiores a las exportaciones sumadas de banano, camarón, café, cacao y atún (equivalentes al 20% del consumo nacional), habían salvado la dolarización, al igual que los altos precios del crudo, que produjeron ingresos mayores en 600 millones de dólares a los presupuestados. Me atrevo a decir que en ambos años debe haber ingresado una cuantía importante de narcodólares y dólares falsos, que han inundado la economía ecuatoriana; en estos dos casos sí apoyados por la dolarización.

Aquellos defensores de la dolarización afirman que esta recuperación fue una prueba de la eficacia de esta decisión. Pero ¿dónde estaban las promesas y augurios de una mejora rápida de la productividad del país, de una recuperación del ahorro, de una mejora de los salarios?, los estudios indican que esta relativa estabilidad se ha sentido recién en el año 2008 pero no precisamente como una respuesta a la dolarización sino por los factores exógenos citados anteriormente. Lo que interesa averiguar ahora es qué ha pasado con los dólares que lograron esta recuperación por lo demás desequilibrada.

Dentro del País, el consumo también se ha nutrido del descongelamiento de los depósitos bancarios. Hasta la actualidad existe una tendencia del público de evitar depositar su dinero; muchos de los clientes de los bancos siguen atemorizados por la experiencia del

feriado bancario y el congelamiento de sus depósitos en marzo de 1999, prefiriendo destinar esos recursos liberados al consumo de bienes o a la construcción; sector que ha experimentado un crecimiento importante, alentado también por el bono de la vivienda.

Esta recuperación de la economía ecuatoriana ha venido acompañada sí de una reducción de los índices de desempleo y subempleo, pero no por efecto de un incremento de la actividad productiva que pudiera haber creado nuevos puestos de trabajo, lo cual fue la promesa de la dolarización sino especialmente por la corriente indetenible de emigrantes. Así, en la actualidad, casi el 80% de la población económicamente activa está en situaciones laborales precarias o desempleada: el subempleo afecta a cerca de un 60% de la PEA, el desempleo abierto a un 9% y más de un 10% se encuentra fuera del país en calidad de emigrante. El salario básico unificado, con 240,00 dólares mensuales, cubre menos de un 45% de la canasta básica familiar (para cuatro miembros), que para Abril del 2010 terminó en 539.67 dólares; en este marco el alza salarial aprobada por el gobierno, resulta a todas luces insuficiente. No sorprende, entonces, que al inicio del 2001, más del 45% de la población adulta ansie fervientemente salir de este país si consideramos que en ese año el salario unificado era de apenas 128,00 dólares, siendo hasta hoy un fenómeno social que si bien ha bajado resulta imposible de detener a pesar de que se han establecido medidas duras para frenar la salida de ecuatorianos a otros países especialmente a Europa y EEUU.

Entonces, recordando los entretelones de la economía ecuatoriana, no resulta sorprendente que el PIB haya crecido en el año 2001. Ecuador tocó fondo en 1999 con un PIB de 13,75 millones de dólares, apoyado en factores que no tienen que ver con la dolarización, como el petróleo y los emigrantes, comenzó su convalecencia llegando al año 2002 a 20,6 millones. En este punto, sin embargo, preocupa que las exportaciones no petroleras en el año 2000 hayan caído en -16,3% y que las exportaciones totales hayan declinado en -8% en el 2001, mientras que las importaciones crecieron en +61,8% en el 2000 y en +45% en el 2001. Con lo cual el Ecuador, preso en la trampa cambiaria, tuvo que enfrentar un déficit comercial inédito, mientras consolidaba un modelo aperturista que fomentaba las importaciones.

El déficit comercial preocupa aún más en una economía caracterizada por un déficit crónico de la balanza de servicios, provocado particularmente por la sangría de la deuda externa. Lo que podría dejar al país con una cuenta corriente deficitaria. Si esto se mantenía, la nueva crisis hubiera acabado con nuestra economía; hoy por hoy nos vemos en una etapa en la

cual el actual Gobierno ha establecido un arancel a las importaciones como "medida de ayuda a la balanza comercial", a pesar de ello, el problema persiste siendo ya de carácter político considerando los intereses personales de los actores del comercio internacional.

IV. CONCLUSION

En el Ecuador, lo único estable es la inestabilidad política: En este tiempo se han sucedido siete presidentes - tres de ellos derrocados y cuatro interinos- y una de las crisis económicas más graves de la historia ecuatoriana, 39 ministros de estado, 1200 jefes, el sector privado ha sido duramente atacado separando a los ecuatorianos sin admitir su culpa por no haber hecho nada anteriormente desde 1978, ridículamente buscan culpar a los empresarios por poseer dinero. Si sacamos un resumen de los casi 30 años podemos ver que no hay más que inseguridad, la economía se ha triplicado pero la causa es el incremento del precio de un producto que es el que más produce el país: el petróleo, ¿pero qué hay del sector privado?

Si esperábamos que de un día para otro la economía cambie, que la situación mejore, lamentablemente hay que despertar, lo único que ha pasado es que se ha dado mayores facilidades para el consumo. No se puede hablar de crecimiento económico si vemos que solamente son cuatro las empresas que manejan la economía y no precisamente las privadas, ese dinero que incentiva el gobierno mediante su política de gasto permanente hace que sean otros países los que disfruten de ello mediante las importaciones, ¿cuál es el resultado de la subida de aranceles? Que no hay el resultado esperado!!, aquí falta una variable importante y olvidada: la seguridad; faltan leyes del gobierno que brinden seguridad, como el Mandato 8 donde se sepultó la tercerización, pero los anuncios del aumento salarial programado podría causar un aumento del desempleo; el cambio permanente en el discurso del gobierno, discusiones en contra de las instituciones, manifestaciones, etc. Ahí tenemos a Colombia y a Perú que a pesar de todos sus problemas la inversión directa llega a 9 mil millones vs Ecuador que no llega ni a los 600 millones. El índice de Gini calculado por el SIIE en el año 2008 demuestra que el 20% de los hogares más ricos recibe el 47,9% del ingreso per cápita mientras el 20% más pobre recibe el 5,4%. El consumo es ligeramente mejor distribuido; sin embargo, la diferencia entre los ricos y los pobres sigue siendo inmensa; pues el ingreso per cápita promedio del decil más rico es 14 veces mayor que en el decil más pobre, lo que todavía exige que la sociedad se preocupe, más, cuando habría que sumar a la población rural que tiende a concentrar la mayor incidencia de pobreza.

No podemos pensar en que debamos dejar que la economía caiga en picada como en 1999 para reaccionar, hoy sin duda alguna todos debemos hacer algo para levantarnos, debemos proyectar nuestro futuro en el mediano y largo plazo, pero sin un acuerdo nacional en el que se junten todos los sectores, especialmente los sectores productivos: agrícola, ganadero y construcción, nunca se podrá hacer una concertación como la que se vivió en Chile. Si no hacemos nada no tenemos un fundamento para organizar una agenda nacional.

Todos sabemos los problemas que hay, pero ¿qué decisiones debemos tomar para que a pesar de todos estos problemas y mediante este sistema democrático podamos dar el paso para caminar del tercer mundo al primer mundo?; debe existir liderazgo de todos para convertir el pasado dramático en un futuro claro, el momento en que hagamos eso habremos hecho algo por nuestra Patria.

Obviamente esto es muy duro pero esa es nuestra labor como profesionales, es fácil sentarse y ver el triste panorama económico y político que nos rodea pero también hay que creer que el cambio está ahí y proponer soluciones para así comenzar a vivir con mayor tranquilidad nuestro presente y futuro.

V. REFERENCIAS

- [1] Banco Mundial (2003a), *Inequality in Latin America & the Caribbean: Breaking with History?*, Washington D.C.
- [2] Banco Mundial (2003b), *Land Policies for Growth and Poverty Reduction*, Washington D.C.
- [3] Bendixen & Associates; *Receptores de remesas en Ecuador: Una investigación del mercado*, Quito, mayo 2003.
- [4] Berry Albert (2003), "Respuestas de política a los problemas de pobreza y desigualdad en el mundo en desarrollo", *Revista de la CEPAL* 79.
- [5] IFAD (2001), *Rural Poverty Report 2001*, www.ifad.org
- [6] Solimano, Andrés; *Remesas a los países andinos: Tendencias, costos e impacto económico*, CEPAL, Conferencia FOMIN, Quito, mayo 2003.
- [7] Villamar, David y López Olivares, Susana; *El proceso emigratorio en el sector rural de la provincia de Loja, Cartilla sobre Migración N° 5, Plan Migración, Comunicación y Desarrollo*, Quito, noviembre 2003.

IMPORTANCIA DE LAS VIGAS TRANSVERSALES EN PUENTES ANÁLISIS DEL PUENTE LLACOLEN – SISMO DE CHILE

Dr. Ing. Roberto Aguilar Faiconi¹

¹ Centro de Investigaciones Científicas, Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí, Ecuador
email : raguiar@espe.edu.ec

RESUMEN

Una buena parte de los puentes que sufrieron daño en Chile, durante el sismo del 27 de febrero de 2010, fue debido a que no tuvieron vigas transversales, que les permita soportar en forma adecuada la fuerza sísmica transversal al puente y sobre todo que le permita mantener la geometría del tablero, con una rigidización apropiada.

En este artículo se presenta la falla de un tramo del Puente Llacolen, que une la ciudad de Concepción con San Pedro de la Paz y una de las principales causas del colapso fue la falta de vigas transversales.

Con el propósito de ilustrar que no es difícil construir las vigas transversales que también se conocen como diafragmas, se presenta la construcción de estas vigas en el puente que une Bahía de Caráquez con San Vicente.

I. INTRODUCCIÓN

El Manual de Carreteras 2002, de Chile, al igual que la norma AASHTO 2005, permiten diseñar puentes sin la presencia de diafragmas transversales, siempre y cuando se demuestre en forma detallada que la estructuración del puente en sentido transversal, es capaz de soportar la acción sísmica. Si el proyectista lo demuestra no tiene necesidad de colocar vigas transversales ya que tendrá otros elementos que lo soporten.

Es conveniente en cualquier estructura tener rigideces parecidas en sentido longitudinal y en sentido transversal. Cuando solo se colocan vigas en un solo sentido, se hace muy rígido en esa dirección pero muy débil en sentido transversal y la falla se va a dar en el sentido débil. En los puentes pasa igual si solo se tienen vigas en un solo sentido va a fallar en el sentido contrario sobre todo cuando el puente tiene cierta curvatura.

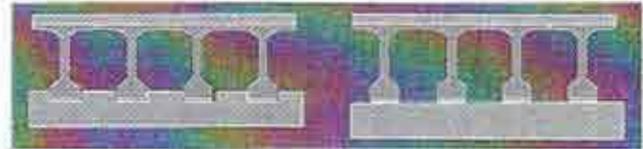


Figura 1. Sección transversal de las vigas longitudinales en los apoyos. Kawashima et al. (2010)

En la figura 1 se ilustra el caso que está en estudio, presentando la sección transversal de varias vigas longitudinales que llegan a un apoyo. El caso de la derecha es más crítico ya que las vigas en su parte inferior no tienen la traba sísmica que de alguna manera ayuda a resistir las cargas sísmicas laterales. Se notan las vigas sobre los apoyos de Neopreno y en la parte superior se tiene el tablero del puente.

Si la traba sísmica no tiene la suficiente capacidad al corte, va a sufrir daño el mismo que se propaga al ala inferior de la viga longitudinal, al alma y al tablero del puente, como se verá más adelante en el Puente Llacolen.

Una vez que se produce este daño va a caerse si la longitud de apoyo de las vigas no es la adecuada. La longitud de apoyo requerida, de acuerdo al Manual de Carreteras 2002 se encuentra con las siguientes ecuaciones. Hube y Santa María (2010)

$$N \geq (203 + 1.67L + 6.66H) * (1 + 0.00012\alpha^2) \quad (1) \text{ Y } (2)$$
$$N \geq (305 + 2.5L + 10H) * (1 + 0.00012\alpha^2)$$

Donde L es la longitud del vano en m.; H es la altura del puente; α es el ángulo del eje de las vigas con el eje del puente. Cuando el puente es completamente recto $\alpha = 0$ pero cuando no lo es (curvas) $\alpha \neq 0$. Con lo cual se incrementa la longitud de apoyo N , que se ilustra en la figura 2. La ecuación (1) es para puentes de la categoría "a" y "b"; mientras que la ecuación (2) para puentes de la categoría "c" y "d".

Por otra parte, AASHTO (2005) recomienda que la longitud de apoyo sea mayor a:

$$N \geq (200 + 0.0017L + 0.0067H) * (1 + 0.000128L^2) / (3)$$

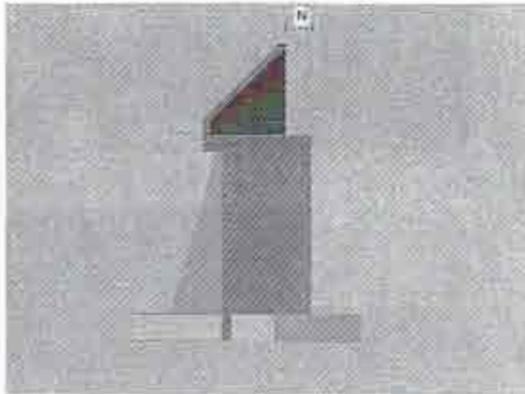


Figura 2. Longitud de apoyo de las vigas.

II. DESCRIPCIÓN DEL FALLO DEL PUENTE LLACOLEN

El sismo del 27 de febrero de 2010, tuvo una magnitud $M_w = 8.8$ y en San Pedro de la Paz un registro sísmico tuvo una aceleración máxima horizontal de $0.648 g$, a los 32.5 s. El sismo tuvo una duración de 140 s. De tal manera que se tuvo un sismo muy largo, muy fuerte y de alta frecuencia.

En la parte superior izquierda, de la figura 3, se observa varios tramos del Puente Llacolen, que no tuvieron daño y se encuentran en un tramo recto; se recuerda que en el tramo recto la longitud de apoyo de la viga es menor al tramo curvo. En la parte superior derecha de la figura 3 se aprecian las vigas longitudinales y en un círculo se aprecian las trabas sísmicas que se han colocado en forma alternada, es decir hay dos vigas y existe una traba sísmica, luego otras dos vigas sin traba sísmica, y así sucesivamente. No hay viga transversal en los apoyos, únicamente las trabas sísmicas colocadas en forma alternada. En la parte inferior izquierda de la figura 3 se aprecia el inicio del tramo cuyo tablero colapsó e inmediatamente colocaron un Puente Mecano para no interrumpir la circulación vehicular; este tramo se encuentra en una pequeña curva y muy próximo al lugar en que llegan otros puentes. Finalmente en la parte inferior derecha se aprecia el tablero del puente colapsado.



Figura 3. Falla de un tramo del Puente Llacolen

El Puente Llacolen es muy rígido en sentido longitudinal pero flexible en sentido transversal y es así como en el tramo que colapsó el tablero por si solo no fue capaz de soportar la fuerza transversal y se generó una falla longitudinal muy pronunciada en la mitad del vano, como se aprecia en la parte superior de la figura 4; en la fotografía superior se ve a la vigas longitudinales apoyadas sobre la pila, en cambio la fotografía inferior corresponde a la viga apoyada en el suelo.

En la parte inferior de la figura 4 se tiene una vista transversal y frontal del apoyo, cuyas vigas se salieron de su base y colapsaron. A la izquierda se puede apreciar que la longitud de apoyo para las vigas está entre 40 y 50 cm.; se ve también la huella que dejaron las vigas longitudinales en la Pila durante su caída.

A los tres meses del sismo, empezaban los trabajos de reconstrucción de este tramo del Puente. Las vigas longitudinales pos tensadas tenían daño en los extremos que si era reparable pero por el alto peso de las mismas, alrededor de las 750 T., era muy complicado levantarlas sin que el puente deje de funcionar.

Por lo tanto, una condición de la reparación es que el puente siga funcionando y para ello decidieron demoler las vigas existentes y colocar nuevas. Es probable que en la colocación de las nuevas vigas se suspenda el tráfico por uno o dos días.

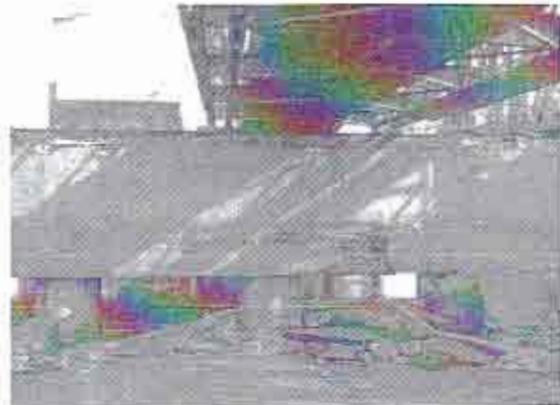
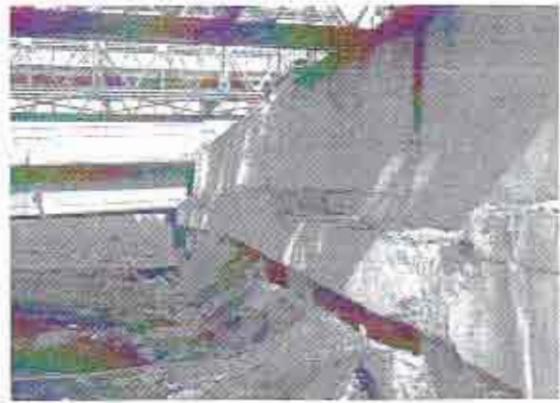
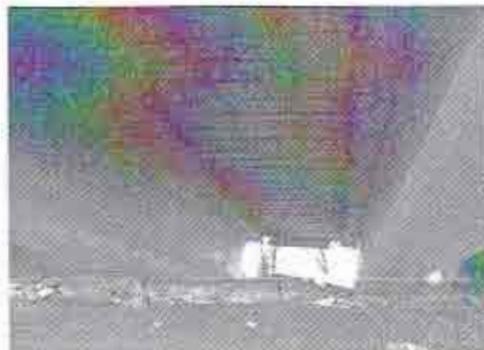
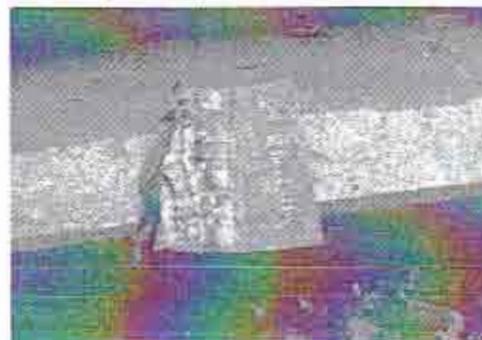


Figura 4. Daño en tablero y apoyo de Puente Llacolen



Normalmente no es una sola la causa que lleva al colapso a una estructura, sino varias, en el Puente Llacolen se ha indicado la principal, cual es la falta de vigas transversales pero también existieron otras como la mala colocación de los apoyos de Neopreno. En efecto a los tres meses del sismo, se encontró los dos apoyos de Neopreno indicados en la figura 5, se aprecia que el de arriba si trabajó y mucho durante el sismo pero en cambio el de abajo no trabajó o empezó a trabajar y se salió de su sitio tal vez por que le faltó una placa de anclaje en la parte interior.





Los apoyos de Neopreno a más de soportar las cargas verticales, trabajan al corte y se oponen al movimiento sísmico con una rigidez horizontal k_h y un factor de amortiguamiento ξ ; trabajan como unos aisladores elastoméricos de bajo amortiguamiento, Aguiar et al. (2008).

$$k_h = \frac{G_a A}{H} \quad (5)$$



$$c_h = 2 \xi \sqrt{m k_h} \quad (6)$$

Donde G_a es el módulo de corte de la goma; A es el área de la goma que trabaja al corte; H es la altura efectiva de la goma; m es la masa que gravita sobre el apoyo de Neopreno; c_h y k_h son la rigidez y amortiguamiento; ξ es el factor de amortiguamiento.

La respuesta sísmica de un puente considerando la rigidez y amortiguamiento del apoyo de Neopreno es menor a la respuesta sísmica en que no se considera dicho apoyo. De ahí que se deban tomar las precauciones del caso para que este no se salga de su apoyo. Aguiar y García (2010).





Figura 5. Vigas longitudinales y transversales en Puente de Bahía de Caráquez.

III. FACILIDAD DE CONSTRUCCIÓN DE VIGAS TRANSVERSALES

En el puente que une Bahía de Caráquez con San Vicente, en Ecuador, se colocaron vigas longitudinales pos tensadas, similares a las del puente Llacolen pero también se construyó vigas transversales. Las vigas longitudinales se construyeron en tierra, como se aprecia en la parte superior izquierda de la figura 6, donde se tiene todo el equipo de pos tensado; luego fueron llevadas hasta su destino, con el equipo que se muestra en la parte superior derecha y con la ayuda de grúa y barcasas llegan al sitio final.

En la parte central de la figura 5, se muestra a las vigas ya colocadas sobre los apoyos del puente, dentro del círculo se tiene un aislador FPS (Frictional Pendulum System) de la tercera generación que es el elemento que va a disipar la energía sísmica en caso de un terremoto severo. En la fotografía de la derecha, de la parte central, se observa en el borde inferior de las vigas se han colocado perfiles de acero tipo "I" cuya función es dejar un vacío en la parte inferior por donde va pasará la armadura longitudinal de la viga transversal.

Finalmente, en la parte inferior se observa que las vigas longitudinales no topan el tablero, para la viga exterior o la base superior del FPS, para la siguiente viga; no topan ya que están sobre las vigas de acero tipo "I" indicadas en el párrafo anterior. En la parte inferior se muestra parte de la armadura de las vigas transversales. De tal manera que es relativamente sencillo construir las vigas transversales.

Los apoyos del puente que une Bahía de Caráquez con San Vicente está conformado por una estructura compuesta por cuatro columnas con sus respectivas

vigas, como se aprecia en la parte central de la figura 5. Cada una de estas estructuras está separada 45 m., de tal manera que por este orden se encuentra la longitud de las vigas longitudinales y existen tres vigas transversales, una en cada uno de los extremos y otra en la parte central. Todas estas vigas hacen que toda la estructura trabaje en forma de marco espacial en el cual existe suficiente rigidez en sentido longitudinal y transversal.

IV. CONCLUSIONES

- Se ha presentado una de las fallas, tal vez la más importante, por la cual colapsó un tablero del Puente Llacolen, con el propósito de que se vea la necesidad de que un puente tenga la suficiente rigidez en sentido longitudinal y transversal. Si bien es cierto algunas normativas sísmicas permiten la construcción de puentes sin las vigas transversales, no es menos cierto que esas mismas normativas indican que el proyectista estructural debe demostrar que la solución adoptada, es capaz de soportar las fuerzas sísmicas transversales al puente. La construcción de vigas transversales hace que la estructura sea más sólida en las tres dimensiones.

V. REFERENCIAS

1. Aguiar R., Almazán J.L., Dechent P., Suárez V., (2008), Aisladores de base elastoméricos y FPS, Centro de Investigaciones Científicas. Escuela Politécnica del Ejército., 292 p. Quito.
2. Aguiar R., Garcia E., (2010), "Análisis sísmico en sentido longitudinal del Puente Carrizal con dos modelos. Empleando CEINCI-LAB", Revista Ciencia. Centro de Investigaciones Científicas. 13 (1), 63-86, Quito.
3. AASHTO, (2005), AASHTO LRFD Bridge design specifications, American Association of State Highway and Transportation Official. Third Edition.
4. Hube M., Santa María H., (2010), "Comportamiento Sísmico de Puentes durante el terremoto del 27 de Febrero", X Congreso Chileno de sismología e ingeniería antisísmica, Santiago de Chile.
5. Kawashima K., Unjoh S., Hoshikuma J., Kosa K., (2010), "Damage of transportation facility due to 2010 Chile Earthquake", Bridge team dispatched by Japan Society of Civil Engineers, Presentación en Power Point del 5 de abril de 2010.
6. Manual de Carreteras, (2002), MOP-DGOP- Dirección de Vialidad.

PERSPECTIVA DE LA TECNOLOGÍA DE LOS FPGA

Ernesto Pablo Lana

Departamento de Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Marqués de Maenza, S/N Latacunga, Ecuador.
e-mail: netolana@yahoo.com

Resumen: Este artículo es una descripción de los FPGA, donde se explica su estructura, funcionamiento, características, programación; se brinda una idea del posicionamiento de estos dispositivos en un contexto de los dispositivos programables digitales, sus ventajas y algunas áreas de aplicación; se expone la posibilidad de la implementación de esta tecnología en el país.

I. INTRODUCCIÓN

Un arreglo programable de compuertas por campo (FPGA) es un dispositivo semiconductor integrado en un chip cuyo gran éxito y desarrollo ha sido marcado por el incremento en el nivel de integración, el mejoramiento continuo de dispositivos periféricos (como memorias, conversores Analógico/Digital, módulos de procesamiento digital de señales o DSP, microprocesadores, etc.) y por el hecho de que son de propósito general.

Actualmente los FPGAs se encuentran en la cima en cuanto a dispositivos para el diseño de aplicaciones que requieren procesamiento de información y para el desarrollo de prototipos, dada su flexibilidad para la programación, al contrario de los ASICs (*Application Specific Integrated Circuit*) que son dispositivos de propósito específico, y su capacidad de procesamiento concurrente, que los ubican sobre la lógica secuencial de los microcontroladores, así como la inclusión, en los más avanzados dispositivos, de varios núcleos de procesamiento que trabajan simultáneamente.

II. ESTRUCTURA

Un FPGA está compuesto por tres elementos básicos: los bloques lógicos configurables o programables (CLB o PLB, por sus siglas en inglés), interconexiones programables y bloques de entradas/salidas (IOB).

- Los bloques lógicos configurables (CLB) contienen la lógica secuencial o combinatoria que implementará el FPGA. Poseen módulos LUT (*look-up table* o tabla de búsqueda) de 4 entradas y una salida seleccionada por un multiplexor para la lógica combinatoria y registros con flip-flop para lógica secuencial; además de lógica de acarreo para funciones aritméticas y lógica de

expansión para funciones que requieran más de 4 entradas. En la figura 1 se muestra un esquema del elemento lógico básico.

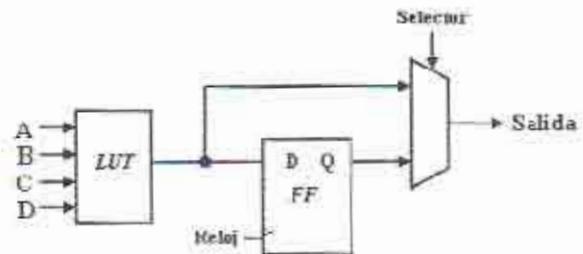


Figura 1. Elemento lógico básico

- Las interconexiones programables son matrices que conectan los diferentes bloques lógicos de acuerdo a la forma en que se haya programado el FPGA, y lo hacen a través de rutas determinadas por switches transistorizados dispuestos como se muestra en la figura 2.

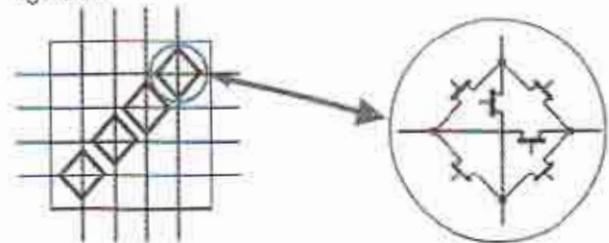


Figura 2. Disposición de una matriz de switches [2]

La configuración de cada transistor de las matrices de switches puede ser almacenada tanto en memorias volátiles como no volátiles, de acuerdo al tipo de FPGA.

Si la celda de memoria es una SRAM, cada bit de ésta corresponderá al estado de un transistor, la desventaja de este tipo de memoria es que necesita configurarse mientras el FPGA está encendido.

Si se trata de una memoria tipo flash, constituida por transistores de compuerta flotante (FGMOS), que por el hecho de estar rodeados de material altamente resistivo pueden retener su estado de configuración por mucho

tiempo incluso con el FPGA apagado, pero es una tecnología susceptible a campos magnéticos.

Finalmente, hay FPGAs cuyos switches se programan una sola vez por medio de vínculos de fusibles, que mantienen permanentemente el programa y son menos susceptibles a campos magnéticos.

- Los *bloques de entrada/salida* (IOB) constituyen la interfaz de comunicación del FPGA con el mundo exterior, y pueden ser configurados de manera que se relacionen a entradas o salidas de los bloques lógicos.

La integración de los tres elementos básicos ya descritos, dispuestos en un arreglo donde los IOB se encuentran en el exterior y los CLB ordenados y separados por rutas que se cruzan en las matrices de switches, dan lugar a la estructura genérica de un FPGA, como se muestra en la figura 3.

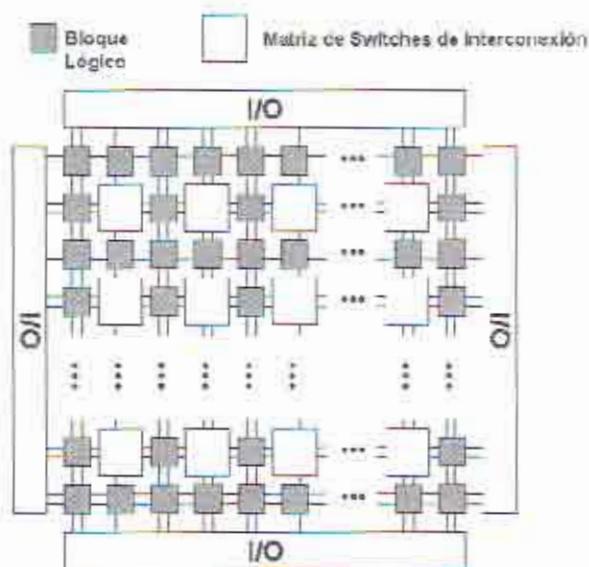


Figura 3. Estructura genérica de un FPGA [2]

Sin embargo, debido al gran desarrollo de estos dispositivos desde mediados de la década de los 90's, se ha logrado integrar a su estructura básica diversos módulos antes periféricos y ahora embebidos en el chip del FPGA.

Por ejemplo, se incluyen en la actualidad bloques de memoria embebidos en el FPGA para el almacenamiento de ciertos volúmenes de datos, lo que le brinda capacidad para un mayor número de aplicaciones.

Existen conversores AD para las entradas que, conjuntamente con módulos de DSP embebidos,

proveen al FPGA de capacidades para el procesamiento de señales.

Uno o varios núcleos de procesador embebidos, que se relacionan con bloques lógicos para realizar operaciones aritméticas y lógicas, entre muchos otros módulos integrados que proporcionan funcionalidad y mejoran el rendimiento, como de comunicaciones (Ethernet), PLL o DLL (para eliminar sesgos entre los relojes internos y externos), bloques de CRC (para corrección de errores de streams de datos), puntos finales de PCI Express (para integración en computadores), etc.

III. FUNCIONAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS

Una vez descritos los elementos básicos que contiene un FPGA y nombrados algunos de los módulos que se integran en los dispositivos actuales, se va a explicar de forma general su funcionamiento.

Un FPGA es un dispositivo programable que procesa información digital, pero difiere de dispositivos como microcontroladores o microprocesadores (como los de los computadores) en que lo hace de forma concurrente mas no secuencial, lo que quiere decir que el procesamiento se realiza de forma paralela, pudiendo tratar a varias señales simultáneamente, a velocidades de la frecuencia de su reloj. La concurrencia en el procesamiento de un FPGA se debe a dos razones: la primera es que los CLB pueden relacionarse entre ellos formando grupos independientes según la ruta que sigan las señales y la segunda es que el procesamiento no se centraliza en un procesador único sino que las señales de salida de los CLB relacionados entre sí pueden llegar a diferentes núcleos de procesador, obteniéndose resultados simultáneos.

Estas dos razones, junto con la implementación de las LUTs, que son celdas de memoria donde se almacena la tabla de verdad completa para cada variable, que dependen del estado de sus entradas y ubican la salida correspondiente, prescindiendo de la realización de cálculos con funciones lógicas que demorarían el procesamiento (dependiendo de su complejidad), hacen a los FPGAs dispositivos mucho más rápidos que aquellos que procesan la información secuencialmente.

Las salidas de los bloques lógicos pueden ser relacionadas entre sí e interactuar para formar lo que se denomina redes neuronales (una característica muy importante en los FPGA).

La integración de varios millones de transistores dentro de un FPGA y el hecho de que se pueden tener varias

rutas lógicas independientes trabajando simultáneamente así como la capacidad de relacionarse entre sí en variadas formas, hacen que estos dispositivos presenten características de funcionamiento análogas a las de PCB (*Printed Circuit Board* o placa de circuito impreso) complejas, con la ventaja evidente de ahorro de espacio que conlleva a mayor rapidez en el procesamiento y convergencia de las señales, reducción de la latencia y retardo de propagación así como una menor disipación de potencia presente en su análogo PCB.

IV. PROGRAMACIÓN

Debido al gran desarrollo de estos dispositivos, las herramientas que permiten configurarlos y programarlos también lo han hecho. Hoy se puede programar FPGA por medio de ambientes integrados que incluyen programación gráfica (como máquinas de estado o descripción de funciones), ejemplos de estas herramientas son Xilinx ISE, Max Plus, Libero. Los lenguajes utilizados para la programación son de descripción de hardware debido a que las rutas que toman las señales al interior hacia diversos módulos dentro del chip son descritas como un circuito lógico combinacional o secuencial. Ejemplos de lenguajes de descripción de hardware son VHDL, Verilog, HandelC. En este artículo se hace referencia al VHDL, el lenguaje más desarrollado, difundido y popular entre los desarrolladores de aplicaciones con FPGAs.

VHDL es un lenguaje de descripción de hardware desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos y fue el primer lenguaje de este tipo en ser estandarizado por la IEEE.

El lenguaje describe el comportamiento de un circuito o sistema electrónico y por ser estándar puede ser aplicado por cualquier fabricante en sus diseños e implementaciones entre los cuales se puede nombrar el diseño de ASICs así como la programación de FPGAs y CPLDs (*Complex Programmable Logic Device* o dispositivo lógico programable complejo). Una característica esencial del VHDL es que no describe una ejecución secuencial sino más bien una concurrente o paralela (excepto para procedimientos, procesos o funciones), lo que le hace una herramienta apropiada para realizar aplicaciones de alta velocidad y de manejo de múltiples señales simultáneamente, por lo cual más que un programa se tiene un código VHDL.

El flujo diseño en VHDL consiste de cuatro pasos:

1. Código VHDL. Que describe el circuito o sistema en lenguaje de alto nivel en lo que se denomina el Nivel de

Transferencia de Registro (*RTL por Register Transfer Level*).

2. Compilación. En este paso se traduce el lenguaje de alto nivel en una lista de redes o interconexiones, denominado el nivel de compuerta.

3. Optimización. Se realiza en el mismo nivel de compuerta para mejorar área de utilización o velocidad del circuito o sistema.

4. Posicionamiento y enrutamiento. Un software crea el diseño físico para un CPLD o FPGA o las máscaras para un ASIC.

Para cualquier diseño con FPGA se sigue el mismo flujo de diseño, con la variante que el código VHDL puede ser sustituido por programaciones gráficas o en otros lenguajes, dependiendo de la herramienta que se utilice para este efecto.

V. APLICACIONES

Por todas las ventajas mencionadas de los FPGA, se puede evidenciar que el campo de aplicación de estos dispositivos es incalculable debido a que la tecnología actual se basa casi totalmente en dispositivos digitales. Para mencionar algunos ejemplos que den una percepción de la magnitud de las aplicaciones que se pueden realizar con los FPGAs, se indican algunas áreas en las que son ampliamente utilizados: diseño de proyectos aeroespaciales, diseño de prototipos para ASIC, implementación en gran cantidad de dispositivos como teléfonos celulares, computadores especializados, aplicaciones médicas e informáticas, entre muchas otras áreas en las que su inserción va en incremento constante.

VI. POSIBILIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA A NIVEL LOCAL

El alto nivel de tecnología y especialización que incluyen los aspectos de la implementación de un FPGA para introducirlos al ámbito de ingeniería y desarrollo de proyectos en el país, requerirá de gente que se especialice en esta área y se dedique a una fase inicial puramente investigativa, haciéndose indispensable iniciativas públicas o privadas que impulsen la investigación viéndose como una inversión a futuro. Estas iniciativas deben estar encaminadas a estudiar la factibilidad y rentabilidad que tendría posteriormente el costo que implica la inserción en el medio y el campo de acción que tendría una tecnología tan avanzada.

Otro factor a considerar es que a nivel de país es casi nula la generación de conocimiento y de tecnología propia, lo que implicaría un riesgo si no se tiene un proyecto para empezar a hacerlo, ya que la mayoría de la industria ecuatoriana está enfocada a la implantación de tecnología foránea pero no a desarrollarla.

La introducción a todo nivel, desde el diseño, investigación, estudio, hasta la implementación en aplicaciones que resuelvan problemas que se presentan a nivel local, estaría condicionada más allá de un proyecto aislado que emprenda alguna institución, a ser consecuencia de un desarrollo total del país en cuanto a investigación, mejoramiento en el nivel de educación, búsqueda de calidad en las industrias y otros factores asociados y todos integrados.

En un esfuerzo por introducir esta tecnología en el país, la ESPE a través de la carrera de Ingeniería en Electrónica e Instrumentación está dando los primeros pasos al incluir la asignatura de diseño VLSI que aborda temas como este y fomentar trabajos de grado orientados a esta área como el desarrollado por el estudiante Darwin Navas, egresado de la carrera, con el tema "Construcción de un prototipo de un sistema de posicionamiento en el plano xy mediante la utilización de la tarjeta de desarrollo SPARTAN-3FPGA de Xilinx Corp."

VII. CONCLUSIONES

- Los FPGAs se encuentran en la cima en cuanto a aplicabilidad, eficiencia en el uso de recursos (tiempo, tamaño, capacidad de procesamiento) y su característica más destacada es que el procesamiento puede tratar varias señales simultáneamente, lo que le da ventaja sobre dispositivos que procesan información digital en forma secuencial y los hacen más convenientes para aplicaciones en tiempo real, de procesamiento de señales, de comunicaciones digitales, etc.
- Un FPGA puede describir el funcionamiento de un PCB pero integrado en un solo chip, lo que le da características de menor espacio ocupado, reducción de consumo de potencia, disminución de latencia y retardo de propagación, implementación más segura e incluso mayor inmunidad al ruido que aquellos.
- Las aplicaciones son muchísimas y su introducción en más áreas técnicas y científicas va incrementando con el tiempo, pero por el hecho de

requerir de mucha investigación y diseño antes de la implementación, hace difícil aun la introducción total de este tipo de tecnología en nuestro país.

VIII. REFERENCIAS

- [1] Kilts Steve, S. Advanced FPGA: Design, architecture, implementation and Optimization. Págs. 1, 83. A John Wiley & Sons Publication. Minneapolis, Minnesota, USA. 2007.
- [2] Wangtong Theerayod, T. Digital Integrated Circuit: ASIC and FPGA. Electronic Department. Mahanakorn University of Technology. 2005
- [3] Ing. Gabriel Sánchez Suárez, G. Transparencias FPGA. Microelectrónica. Universidad Francisco de Paula Santander.
- [4] XILINX Corp. Virtex-5 FPGA. Data Sheet: DC and Switching Characteristics.
- [5] Pedroni Volnei, P. Circuit Design with VHDL. Págs 1, 43. Cambridge. Londres. Inglaterra. 2004
- [6] http://en.wikipedia.org/wiki/Floating_Gate_MOSFET

SISTEMAS INTELIGENTES EN TRANSPORTE

Ing. Euro-Rodrigo Mena¹

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica, Escuela Politécnica del Ejército Extensión
Latacunga, Marqués de Maenza 57N Latacunga, Ecuador.
email: ermena@espe.edu.ec - rodrigo_mena74@yahoo.es

RESUMEN:

El avance científico y tecnológico ha propiciado para que las demandas sobre los medios de transporte, en cuanto a seguridad activa y pasiva, confort, fiabilidad, prestaciones, eficiencia, etc., hayan crecido exponencialmente en los últimos años. Adicionalmente, deben agregarse las normativas internacionales, así como la competencia en un mercado global, en el que se obliga a la mejora continua y renovación constante, aportando continuamente un valor añadido a los productos y servicios ofrecidos.

Los Sistemas Inteligentes de Transporte (convencionalmente conocidos por sus siglas anglosajonas, ITS) es la denominación genérica que reciben las aplicaciones que integran comunicaciones, control automático, informática, electrónica en los sistemas de transporte. Los ITS están encaminados a la reducción de accidentes, disminución del tiempo recorrido, el ahorro de energía, la reducción de contaminación y el aumento de la eficiencia del sistema de transporte en su conjunto. Así, puede extenderse a todos los modos de transporte y considerar todos sus elementos: vehículo, infraestructura y usuario.

I. INTRODUCCIÓN

El aumento de las prestaciones en los vehículos en lo referente a potencia, sin lugar a dudas debe relacionarse con seguridad tanto de los ocupantes como de los peatones, esto conlleva a que en la década de los ochenta y noventa se crearan grupos, que investigaron sobre las forma de reducir los accidentes de tránsito, la disminución de la congestión vehicular, el ahorro de energía por la crisis del petróleo y la reducción de la contaminación por el calentamiento global.

Estos grupos encargados de investigar sistemas inteligentes para el transporte vieron que la electrónica, creciente en las diferentes aplicaciones, así como el empuje de las telecomunicaciones era una gran oportunidad para implementarlos en la industria del transporte, entendiéndose como tal, la infraestructura vial y a los vehículos.

Los primeros sistemas inteligentes en el sector del transporte son los cobros de peajes automáticos, el sistema de recuperación de vehículo sustraído, sistema de servicio de GPS, Sistema ABS, ESP, EBD entre otros. En países más desarrollados se encuentran los sistemas de comunicación vehículo - vehículo, vehículo - infraestructura, vehículo - peatón.

II. LAS ÁREAS DE INVESTIGACIÓN DE LOS ITS.

El proyecto se inicio como manifesté anteriormente en la década de los ochenta, este artículo tiene la finalidad de ser informativo y de reaccionar ante lo que pasa a nuestro alrededor, en las mejoras del sector automotriz y los objetivos de esta nueva tendencia, la inserción futura en nuestro medio, así como la presente incorporación de ésta en Europa y Norteamérica.

Se han creado grupos para desarrollar los sistemas inteligentes en diversas áreas, tratando de que puedan interactuar entre ellos, siguiendo las normativas de protocolo de comunicación, los cuales son:

- Pro-Car (Desarrollo de sistemas en el vehículo)
- Pro-Net (Creación de red de comunicaciones entre vehículos)
- Pro-Road (Desarrollo de comunicaciones con la vía)
- Pro-Art (Estudio de la Inteligencia Artificial)
- Pro-Chip (Desarrollo de microelectrónica)
- Pro-Com (Investigación en el campo de las comunicaciones)
- Pro-Gen (Estudio en el campo de la ingeniería de tráfico)

En este artículo pretendo hacer conocer a breves rasgos como trabaja la comunicación vehículo - vehículo (Pro - NET) y vehículo - infraestructura (Pro Road) así como de desarrollos en los sistemas en el vehículo (Pro CAR).

III. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA:

La comunicación vehículo – vehículo nos ayuda bajo diversas circunstancias, como por ejemplo avisar de frenadas bruscas, deslizamientos y obstáculos de otros vehículos que tienen nuestra misma trayectoria e incluso nos indica la posición y dirección de aquellos que puedan colisionar con nuestro vehículo, la reducción de accidentes por alcance, como se muestran en las figuras 1 y 2.

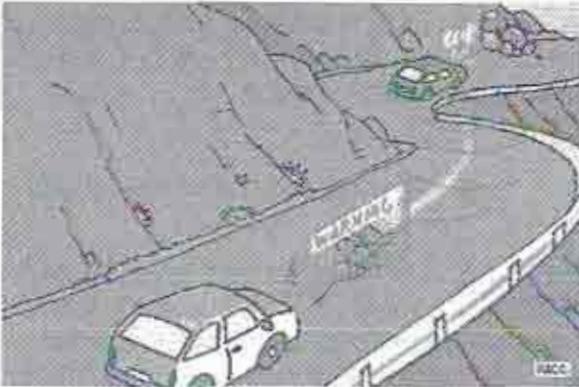


Figura 1: Comunicación vehículo – vehículo (frenadas – obstáculos - deslizamientos).



Figura 2: Comunicación Vehículo – Vehículo (posicionamiento – trayectoria).

La comunicación infraestructura – vehículo, se ha enfocado a reducir el congestionamiento de las vías, el control de la velocidad en carretera, entre otros objetivos, con la finalidad de reducir costos, tiempos y contaminación, como se muestra en presente imagen.

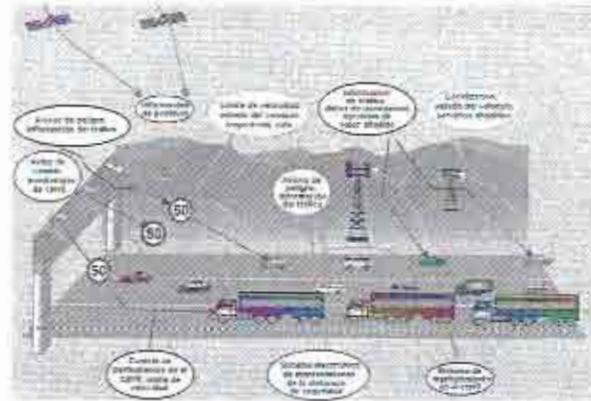


Figura 3: Comunicación Infraestructura – Vehículo.

El desarrollo de sistemas en los vehículos, esto se refiere a sistemas de cruceo inteligentes para evitar impactos por alcance, sistemas de frenos antibloqueo (ABS) para evitar que los llantas se bloqueen en frenadas sobre superficies de poco agarre, Distribuidor electrónico de frenada (EBD), Sistema de control de estabilidad (ESP) para evitar que vehículos se deslicen transversalmente, entre otros sistemas.

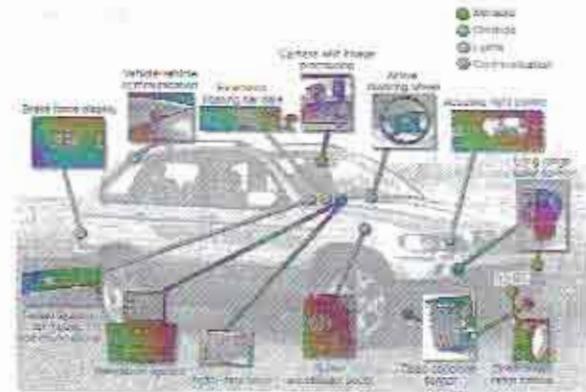


Figura 4: Sistemas internos del vehículo

Todos estos sistemas buscan mejorar los sistemas mecánicos existentes en los vehículos y que aumente la concentración del conductor.

IV. RESULTADOS OBTENIDOS:

- Los sistemas implementados no son confiables al cien por ciento.
- Existen diferentes protocolos de comunicación, por lo tanto no pueden interactuar entre ellos.
- Los conductores no quieren asumir su responsabilidad cuando tienen un incidente, culpando al sistema inteligente del fallo.

- Puede ser tan confortable el conducir este tipo de vehículo que el conductor puede quedarse dormido.

V. CONCLUSIONES:

- Los sistemas inteligentes en transporte se iniciaron en la década de los ochenta y tienen la finalidad principalmente de reducir los accidentes de tránsito, contaminación, congestión entre otras finalidades.
- En Europa estos sistemas están siendo implementados en algunas ciudades y en nuestro País algo se está haciendo como el Tele peaje en la ciudad de Quito.

VI. BIBLIOGRAFÍA:

- [1] Poligrafiados del Máster en Ingeniería en Automoción – España 2009.
- [2] www.ub.es/geocrit/sn/sn-170-60.htm
- [3] www.logica.com.es
- [4] www.ies.es/attachment/115765

AGRADECIMIENTO:

Agradezco a la Escuela Politécnica del Ejército por darme la oportunidad de seguir la Maestría de Ingeniería en Automoción en la Universidad Politécnica de Madrid, este es un aporte de lo aprendido, esperando que se apoye a proyectos relacionados a los sistemas inteligentes de transporte.

USA LATEX PARA CREAR TUS ARTÍCULOS CIENTÍFICOS!

Ing. José Carrillo M.

Dept. de Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga
Quirjano y Ordóñez y Marqués de Maenza S/N, Latacunga - Ecuador,
e-mail: jlcarrillo@espe.edu.ec

Resumen: Este artículo explica que es LATEX y como usar la hoja de estilo `espe.cls`, para dar formato a los artículos de la Revista Infociencia.

Palabras claves: LATEX, Hoja de Estilo, `espe.cls`, Infociencia.

I. INTRODUCCIÓN

A. ¿Qué es LATEX?

LATEX es un sistema de composición de textos de alto nivel construido sobre una herramienta más básica llamada TEX [1]. Con LATEX podemos crear cualquier tipo de documento, al igual que los procesadores de textos más conocidos, pero la filosofía de trabajo es radicalmente distinta. En lugar de realizar una edición visual del documento, se realiza una descripción estructurada del mismo, es decir, se le indica a LATEX qué significa cada elemento del texto, en lugar de cómo debe aparecer impreso. La decisión sobre el cómo la toma después un procesador de LATEX de manera automática, librándonos de ese trabajo.

Históricamente, LATEX, fue concebido por Leslie Lamport en 1982 para simplificar el uso de TEX, que a su vez había sido desarrollado por Donald E. Knuth, uno de los gurús de la informática de todos los tiempos. Knuth había ideado TEX porque deseaba encargarse él mismo de la maquetación final del libro en el que estaba trabajando, allá por 1977. Aunque el libro trataba sobre programación de ordenadores, Knuth tuvo el acierto de hacer que TEX fuese suficientemente genérico para ocuparse de cualquier tipo de texto, y fue rápida (y masivamente) adoptado por la comunidad matemática y física de los Estados Unidos, y de hecho, mucha gente piensa erróneamente que TEX (y LATEX) sólo sirven para hacer textos con muchas fórmulas, debido a que principalmente se ha usado para eso, lo que no excluye cualquier otro uso que se pueda pensar.

B. ¿Para que se utiliza?

Es muy adecuado para producir cualquier tipo de documento, desde sencillas cartas hasta libros, siendo su punto fuerte los textos científicos y matemáticos.

C. Ventajas de LATEX

- LATEX delega la responsabilidad del aspecto final del documento al procesador.
- LATEX produce documentos de altísima calidad.
- Se pueden extender las posibilidades de LATEX mediante la incorporación de nuevos paquetes.
- No sólo se pueden generar documentos para imprimir, sino también presentaciones y documentos para Internet.
- Los archivos fuente de LATEX escalan muy bien, y por tanto, son muy útiles en documentos grandes (libros, tesis, proyectos fin de carrera...).
- LATEX destaca por su excelencia en el trabajo con fórmulas y otros elementos matemáticos.
- Los archivos fuente de LATEX son realmente portables, al estar escritos en texto simple, sin ningún formato. Cualquier ordenador, con cualquier sistema operativo, y con cualquier programa, puede leer y modificar estos archivos.
- Con LATEX es muy fácil escribir documentos de forma colaborativa, entre varias personas.
- El mismo archivo fuente de LATEX puede producir distintos formatos de salida. El más habitual es Postscript, un formato adecuado para visualizar en pantalla así como para su impresión. Sin embargo, es muy fácil generar también archivos en formato PDF o HTML.
- LATEX no es un producto de ninguna empresa, no está controlado (y dirigido) con fines comerciales. Existen múltiples procesadores de LATEX de distinto origen, de forma que los usuarios podemos elegir el que más nos guste.

D. Desventajas de LATEX

- La curva de aprendizaje es bastante más pronunciada que la de los procesadores de texto más usados, especialmente para aquellos usuarios que no tienen experiencia como programadores.
- El proceso de composición del documento no es interactivo, sino que se debe reprocesar el archivo

cada vez que se quiera ver los resultados de la última modificación.

- La documentación en español no abunda. Existen sólo unos pocos libros sobre el tema uno de ellos, excelente, se cita en las referencias. En cambio, sí existen comunidades de usuarios hispanohablantes, listas de correo, foros de noticias, etc.

E. ¿Dónde puedo conseguirlo y cómo lo instalo?

Hay distribuciones de TEX (el motor sobre el que se ha construido LATEX) para casi todos los sistemas operativos del mercado, a continuación se presentan donde se pueden descargar los programas y herramientas necesarias para trabajar con LATEX.

1. Descargar e instalar MikTeX. Implementación de TEX y otros programas para sistemas Windows. <http://miktex.softonic.com/>
2. Descargar e instalar un editor. Entre varios editores yo optaría por WinEdit <http://winedit.softonic.com/descargar>.
3. Descargar e instalar de Ghostscript gs811w32.exe <http://gpl-ghostscript.softonic.com/>
4. Descargar e instalar de Gsview gsv45w32.exe <http://gsview.softonic.com/>

Se debe instalar primero el archivo gs811w32.exe y posteriormente gsv45w32.exe.

Estos dos últimos archivos se utiliza para visualizar archivos .ps archivos que se generan por default con LATEX, aunque se recomienda generar archivos .dvi o archivos .pdf

Para mas información sobre LATEX consulte el Sitio Web: <http://www.Latex-project.org/>

F. ¿Qué lo diferencia de otros editores?

LATEX no es WYSIWYG (What You See Is What You Get, o traducido lo que ves es lo que obtienes) como MS Word o CorelWordPerfect. Con estos editores se escribe el texto y le vas dando forma interactivamente mediante opciones de menú y botones. Conoces en todo momento el resultado final de lo que estás haciendo. Los archivos fuente de LATEX(.tex) contienen el texto del documento e instrucciones sobre el formato que se desea obtener. Estos son archivos ASCII planos por lo que no se conoce cuál va a ser el aspecto final de los documentos hasta que no son procesados.

G. Yo utilizo MS Word, ¿para qué necesito LATEX?

Los editores WYSIWYG ofrecen mucha libertad a la hora de crear documentos. La libertad es buena pero demasiada equivale a anarquía. No se puede presentar un artículo, un trabajo o una tesis de cualquier forma. Existen ciertas reglas y LATEX las conoce. Por ejemplo, ¿Nos hemos fijado en la longitud por defecto de las líneas en Word? ¡Más de 80 caracteres! Ahora veamos un libro y contemos el número de caracteres de una línea. Unos 66, ¿no? Otras ventajas que ofrece LATEX son la calidad de la salida, la facilidad para crear fórmulas matemáticas complejas, la posibilidad de incluir miles de símbolos o de generar índices, tablas de contenidos y bibliografías automáticamente.

H. ¿No resulta demasiado complicado?

Si se está familiarizado con un entorno de programación o con cualquier lenguaje de marcas (XML, HTML...) la sintaxis de LATEX te resultará muy sencilla [3] [4]. Sólo necesita recordar unos pocos comandos para poder escribir un documento y si no es así, este artículo describe lo que tiene que hacer para crear artículos e informes mediante LATEX de una manera sencilla utilizando para ello la plantilla espel.cls.

II HOJA DE ESTILO (ESPEL.CLS)

La hoja de estilo espel.cls permite crear artículos usando LATEX, y obtenerlos con el formato que se usaría en los artículos de la Revista Infociencia. Los artículos quedan formateados en dos columnas de 8 cm. de ancho y el tamaño de letra usado es de 10 puntos.

La hoja de estilo está diseñada de forma que se pueden usar las etiquetas habituales de la hoja de estilo article, introduciendo sólo unas pequeñas modificaciones. Sugerimos a los autores de artículos científicos que tomen el archivo ejemplo.tex con el que se ha generado este documento, como plantilla para sus propios trabajos, conservando en todo lo posible las definiciones, márgenes y declaraciones que definen tanto la Hoja de Estilo como la propia plantilla.

Primero, para seleccionar la hoja de estilo se debe escribir la siguiente orden

```
\documentclass[a4paper,10pt,twocolumn]{espel}
```

Esta hoja de estilo no permite incluir las filiaciones de los autores justo debajo de sus nombres. Esta información se incluirá en el author.

En la figura 2 se puede ver la estructura de definición de un artículo usando la hoja de estilo espel.cls.

Los comentarios de las tablas deben definirse encima de las mismas, mientras que los comentarios de las figuras se deben colocar debajo.



Figura 1: Windows y Linux.

Cuadro 1: Paquetes de Oficina

Ord.	Microsoft Office	Open Office
1	Microsoft Word	OpenOffice.org Writer
2	Microsoft Excel	OpenOffice.org Calc
3	Microsoft Power Point	OpenOffice.org Impress
4	Microsoft Access	OpenOffice.org base
5	Microsoft Outlook	Thunderbird
6	Microsoft Project	Open Project
7	Microsoft Visio	DIA

Incluya sus figuras preferiblemente usando archivos en formato.eps (Encapsulated Postscript) en blanco y negro o tonos de gris (el fondo debe ser siempre blanco). La figura 1 en este documento se ha obtenido a partir de un archivo .eps. Para poder usar figuras en dicho formato, incluya el paquete epsfig de LATEX como se indica en la figura 2. Dicho paquete está disponible junto con la Hoja de Estilo espe.cls.

En cuanto a ecuaciones y referencias...

$$A_v = \frac{\alpha R_c}{r_e} \cdot \eta \quad (1)$$

Como se ve en la ecuación 1, se puede comentar que para representar esta ecuación se utiliza instrucciones propias de LATEX como: $A_v = \frac{\alpha R_c}{r_e} \cdot \eta$. En cuanto a las referencias a ecuaciones estas se encuentran al lado derecho de la misma.

III PROBLEMAS DE ESPACIO

Se recomienda a los autores que usen la Hoja de Estilo espe.cls que revisen minuciosamente aquellos detalles más susceptibles de generar errores al procesar con LATEX, especialmente en lo que se refiere a mensajes del tipo "underfull hbox" u "overfull hbox" (o vbox). Estos vienen casi siempre unidos a problemas para ajustar texto u otros elementos como figuras o tablas a la anchura y/o altura de columna de la Hoja de Estilo. La salida del proceso LATEX le indicará la causa del problema y un número de línea aproximado del fichero fuente en la que se ha podido producir. Si el problema es causado por una palabra demasiado larga, indíquelo al divisor de palabras de LATEX cómo puede partirse usando la orden \hyphenation (Ejemplo \hyphenation[pa-ra-le-lis-mo...]).

Se ruega a los autores que revisen concienzudamente sus artículos para evitar divisiones de palabras incorrectas, ya que LATEX procederá según las reglas de división anglosajonas y no españolas. Un poco de esfuerzo en este sentido nos permitirá una edición mucho más rápida de la versión final de su trabajo. Si el mensaje de error proviene de una figura demasiado grande, pruebe a cambiar el parámetro width en la orden \epsfig correspondiente. Si el problema es de ajuste vertical de espacio, pruebe a redistribuir de otra forma la situación de las órdenes que definen las figuras y tablas en su documento para evitar, por ejemplo, que LATEX deje demasiado "espacio blanco" al no poder encajar una figura o tabla en el trozo de columna que queda disponible. En cualquier caso, no intente cambiar las definiciones de márgenes de la Hoja de Estilo o de la plantilla de ejemplo para resolver los problemas de ajuste de espacio. Intente alguna de las soluciones que le hemos propuesto y si no resuelve el problema, consulte la dirección de soporte del autor: jcarrillo@espe.edu.ec

```
\documentclass[a4paper, 10pt, twocolumn][espe]
\usepackage[latin1]{inputenc}
\usepackage[spanish]{babel}

\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[scaled]{uarial}
\renewcommand*{familydefault}{sfdefault}

\usepackage[dvips]{epsfig}
\begin{document}

\title{Usa \LaTeX para crear tus artículos científicos!}
\author{[ing. José Carrillo M. \\\%
\footnotesize [Dept. de ...]]} \maketitle

\section{INTRODUCCIÓN}
```

```
.....
\section{HOJA DE ESTILO (espel.cls)}
Primero, para seleccionar la hoja de estilo ....
\verb+\documentclass[a4paper,10pt,twocolumn]{espel}+
```

```
\begin{figure}[H]
\epsfig{file=Wvsl.eps,width=3.5cm}
\caption{Windows y Linux.}
\label{fig:SistemasOperativos}
\end{figure}
```

```
\begin{table}[H]
\caption{Paquetes de Oficina}
\scriptsize{
\begin{tabular}{|c|c|c|}\hline
Ord. & Microsoft Office & Open Office \\\hline
1 & Microsoft Word & OpenOffice.org Writer \\\hline
.....
\end{tabular}}
\end{table}
```

```
En cuanto a ecuaciones y referencias{\dots}
\begin{equation}
A_v = \frac{\alpha R_c}{r_e} \cdot \eta
\label{eq_ampli_ce}
\end{equation}
```

```
\section{CONCLUSIONES}
\begin{itemize}
\item Este artículo pretende que todos los docentes de
la ESPE Extensión Latacunga preparen artículos,
\end{itemize}
```

```
\section{REFERENCIAS}
\begin{thebibliography}{99}
\bibitem{LaTeX} Leslie Lamport, A Document
Preparation System: \LaTeX,
\end{thebibliography}
```

```
\end{document}
```

Figura 2: Estructura para producir un artículo

IV . CONCLUSIONES

- LATEX es un conjunto de paquetes que permite formatear textos con calidad tipográfica, todas las formas que están escritas no son las únicas formas de hacerlo, en particular en lo que se refiere a editores, paquetes utilizados, formas de incluir una imagen o crear un pdf, pero es al menos un inicio para que después cada uno investigue la forma que más le acomoda. Existen una gran cantidad de paquetes que permiten hacer un sinfín de cosas en LATEX (por ejemplo texto que rodee una imagen,

cambiar encabezados de página, estilos para títulos, escribir en colores, hacer diapositivas o transparencias, utilizar TEX, etc.

- Inicialmente esta columna puede ser de gran ayuda para crear sus artículos e informes en LATEX, una vez asimilada puede sacar mucho provecho de LATEX, y crear documentos impecables.
- Este artículo pretende que todos los docentes de la ESPE Extensión Latacunga preparen artículos, papers e informes en LATEX, y para preparar la versión definitiva que se enviará a la Revista Infociencia, utilizando la plantilla espel.cls.

V . REFERENCIAS

- [1] Leslie Lamport, A Document Preparation System: LATEX, Users Guide and Reference Manual, Addison Wesley Publishing Company, 1986. 5.
- [2] Cascales B. y otros, LATEX: una imprenta en sus manos. ADI, 2000.
- [3] D.K. Knuth, The TEXbook, Addison-Wesley, 1989.
- [4] D.E. Knuth, The METAFONTbook, Addison Wesley Publishing Company, 1986.