

# Info Ciencia



ESCUELA POLITÉCNICA DEL  
EJÉRCITO SEDE LATACUNGA



# Revista Infociencia

## Editor

**Eddie Galarza Zambrano**  
Subdirector de Investigación y  
Extensión ESPE-L.

Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga  
e-mail: egalarza@andinanet.net

## Comité Editorial

**Ing. Mauricio Chávez**  
Tcn. de EM.  
Director

**Ing. Eddie Galarza**  
Subdirector de Investigación y  
Extensión

**Ing. Joaquín Quilachamín**  
MAYO. ESP.  
Subdirector de Docencia

**Ing. María Navas**  
Directora del Departamento de  
Ciencias Básicas

**Ing. Armando Álvarez**  
Director del Departamento de  
Eléctrica y Electrónica

**Ing. Galo Vásquez**  
Director del Departamento de Ciencias  
Económicas, Administrativas y del Comercio

**Lic. Janeth Pila**  
Directora del Departamento de  
Lenguas

**Ing. Germán Erazo**  
Director del Departamento de Ciencias  
de la Energía y Mecánica

**Dr. Wladimir Salazar**  
Secretario

## Formato de Texto

Eddie Galarza Z.  
Subdirector de Investigación y  
Extensión ESPE-L.  
Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga

## Responsable Legal

**ESPE SEDE LATACUNGA**  
Quijano y Ordóñez y Hermanas Páez  
Telf.: (03) 281 0206 / Fax: (03) 281 0208  
<http://webltga.espe.edu.ec>

**ISSN 1390-339X**

®2007 ESPE, LATACUNGA - ECUADOR

## DISEÑO, DIAGRAMACIÓN E IMPRESIÓN

**IMPRESORA CHARITO**  
Belisario Quevedo 8-04 y Pichincha  
Teléfono: (03) 272 4361  
Celular: 095782845  
Pujilí - Ecuador



# Índice

SISTEMA DE SEGURIDAD PARA EVITAR QUE PERSONAL EN ESTADO ETÍLICO CONDUZCA AUTOMOTORES

(Ing. Euro Mena, Ing. Juan Castro, Ing. José Mullo)

1

UTILIZACIÓN DE INSTRUMENTOS DE DIAGNÓSTICO EN SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE GASOLINA.

(Ing. Germán Eraso Laverde)

5

MODELO DE CONDUCTA DEL CONSUMIDOR

(Ing. Alvaro P. Carrillo P.)

9

PROGRAMA DISIPA PARA ENCONTRAR LA CURVA DE CAPACIDAD SÍSMICA RESISTENTE EN PÓRTICOS CON DISIPADORES DE ENERGÍA VISCO ELÁSTICOS

(Ing. Dr. Roberto Aguiar Falcioni)

12

RESPUESTA DE FILTROS DIGITALES BÁSICOS EN EL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

(Ing. Eddie E. Galarza Z.)

23

LAS VIBRACIONES EN EL CIGÜEÑAL DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

(Ing. Luis Antonio Mena Navarrete)

27

PROCESO DE ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DE SOFTWARE

(Ing. Edison Espinosa)

30

ENSAYO : LA ÉTICA PROFESIONAL DEL CONTADOR

(Ing. Irlanda Eugenia Benavides Echeverría)

32

LAS CERÁMICAS SEMITRANSSPARENTES COMO AISLADORES DE CALOR EN LAS CÁMARAS DE COMBUSTIÓN DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

(Ing. Marcos Gutiérrez Ojeda, Ing. Vladimir Gabrilovich Merzlikin, Ing. Germán Eraso)

36

SISTEMA TUTOR INTELIGENTE BASADO EN REDES NEURONALES

(Ing. José Luis Carrillo Medina)

41



## PRESENTACIÓN

*En todos los tiempos la universidad ha significado la cumbre más alta del pensamiento, de la cultura y la ciencia.*

La educación constituye un instrumento indispensable para que la humanidad pueda progresar hacia los ideales de paz, libertad y justicia social. Es una vía al desarrollo humano más armonioso, para hacer retroceder la pobreza, las incomprensiones, las opresiones y las guerras.

Por consiguiente la educación tiene que adaptarse en todo momento a los cambios de la sociedad, sin por ello dejar de transmitir el saber adquirido, los principios y los frutos de la experiencia.

La ESPE desde su creación hasta hoy, ha cumplido con responsabilidad su rol social al servicio de la comunidad ecuatoriana, confiamos en nuestras capacidades y sabemos que solamente con el esfuerzo tesonero podremos alcanzar lo que nos proponemos. Tenemos fe en el futuro de nuestra nación y trabajaremos por este futuro en forma planificada, científica y con toda la voluntad necesaria para conseguir el progreso de la Patria.

Fundamentado en los principios filosóficos, en los valores y objetivos institucionales, se han delineado políticas y trazado proyectos que han permitido llegar a las metas propuestas, que se han alcanzado gracias al esfuerzo y entrega de toda la comunidad politécnica.

El personal, militar, docente, administrativo y estudiantes tenemos el privilegio de ser los obreros de esta tarea ennoblecedora, los unos para enseñar la ciencia y la técnica, y junto a esto moldear el espíritu de la juventud; los otros para preparar su pensamiento y su voluntad, y llevar sobre sus hombros la responsabilidad de crear una Patria Nueva.

Con la entrega de la revista INFOCIENCIA No. 2, nos sentimos orgullosos de cumplir uno de los objetivos institucionales y se trata de un acontecimiento trascendental; reconocemos el esfuerzo realizado por nuestros docentes que con sus trabajos permiten elevar el nivel académico de la ESPE, en estos se plasma su conocimiento, la teoría y la práctica, desarrollados en el ejercicio diario de la cátedra y es un ejemplo de que con eficacia y perseverancia la ESPE puede ser un hogar de cultura y ciencia, bastión del pensamiento, de la investigación; creadora de nuevas realidades y esperanzas para la juventud y para el pueblo.

Para quienes hacemos la ESPE Sede Latacunga, implica una inmensa responsabilidad recoger el palpitar científico, técnico y académico; y así permitir que la investigación y pensamiento se difundan, cumpliendo con la labor formadora y poniendo al alcance de todos obras de esta naturaleza.

**LA NUEVA PATRIA COMIENZA AQUÍ**

**Ing. Mauricio Chávez  
TCRNL, E.M. DIRECTOR ESPE  
SEDE LATACUNGA**

# SISTEMA DE SEGURIDAD PARA EVITAR QUE PERSONAL EN ESTADO ETÍLICO CONDUZCA AUTOMOTORES

*Euro Mena. AUTOR 1, Juan Castro AUTOR 2, José Mullo. AUTOR 3*

*Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica*

*Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga,*

*Quijano y Ordóñez y Márquez de Maenza S/N Latacunga, Ecuador.*

*email : rodrigo\_mena74@yahoo.es*

*email : castrocla@lga.espe.edu.ec.*

*email : jos\_mullo050@yahoo.com*

**Resumen.-** La presente investigación tiene como finalidad reducir las muertes, discapacidades y pérdidas económicas que conlleva un accidente de tránsito causado por conducir en estado de embriaguez, mediante la implementación de un dispositivo que permita detectar el nivel de alcohol del conductor y de acuerdo al valor obtenido le permita o impida conducir.

## I. INTRODUCCIÓN

Los fabricantes de automóviles invierten todos los años grandes cantidades de dinero en los sistemas de seguridad de sus coches, logrando que cada año los vehículos sean más seguros. Sin embargo, estos nuevos sistemas no se han difundido tanto como sus fabricantes quisieran, razón por el cual muchos de los compradores de automóviles desconocen del equipo de seguridad de los mismos y difícilmente lo utilizan como criterio de selección en una compra.

Datos proporcionados por la Jefatura Nacional de Tránsito del Ecuador, establecen que conducir bajo los efectos del alcohol es la cuarta causa de accidentes de tránsito en el país, por lo tanto, este proyecto responde al deseo de solucionar en parte este problema.

A pesar del incremento de los sistemas de seguridad en el automóvil y de las campañas de seguridad vial que llevan adelante los países desarrollados, las proyecciones no son alentadoras, pues se estima que del puesto número nueve que actualmente ocupan los accidentes en el ranking de las causas de muerte, llegarán a la tercera casilla en el año 2020, superando incluso a las enfermedades cerebrovasculares y las muertes causadas por el VIH/SIDA que del segundo lugar bajará al puesto 10.

Los accidentes no son casuales, pues el 85% son el resultado de una conducta irresponsable al volante, así lo demuestran los indicadores; 5%

fallas del vehículo y del restante a factores ambientales, dentro de los factores humanos que más inciden en esta situación está el exceso de velocidad (33%), el consumo de alcohol (28%) y el poco uso de los cinturones de seguridad (10%) entre otros.

En el Ecuador hasta 1980 las muertes por accidentes de tránsito no figuraban entre las diez principales; en 1988 ya estaban en el noveno puesto y en la actualidad se estima que llegaron al tercer puesto, con una clara tendencia a incrementarse.

## II. MATERIALES Y/O PROTOTIPO

La presente investigación se realizó en la Provincia de Cotopaxi en la Ciudad de Latacunga, considerando los datos obtenidos sobre las causas de los accidentes de tránsito proporcionados por la Policía Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre.

La finalidad del proyecto es de implementar un sistema de bloqueo al motor para conductores que se encuentran sobrepasando el índice de alcohol. Teniendo como principal objetivo:

- Reducir los accidentes de tránsito causado por conductores ebrios y por tanto disminuir el número de personas muertas o discapacitadas.
- Minimizar los gastos económicos que demandan los accidentes de tránsito.

Para evitar que los conductores se encuentren en el límite máximo que permite la Ley de Tránsito y Transporte Terrestre del Ecuador, el dispositivo diseñado se bloquea en un 40% menos, esto con la finalidad de tener un margen de seguridad y conociendo que las personas se comportan de diferentes formas en un mismo nivel de alcohol.



El alcoholímetro para automóvil con dispositivo de bloqueo es un sistema de seguridad activa que detecta alcohol en el aliento del conductor antes que éste proceda a manejar, su diseño permite que el motor del vehículo no se encienda hasta que el conductor realice la prueba de aliento y el mismo se encuentre debajo del nivel de alcohol máximo permitido. El sistema dispone de una pantalla display de cristal líquido (L.C.D.) controlada por un microcontrolador 16F877 que informa mediante mensajes los pasos que el conductor debe efectuar.

Cuando el conductor exhale sobre el sensor de alcohol y se encuentre en un nivel adecuado podrá encender el vehículo sin problemas, pero si éste excede el límite establecido (0.5 gramos / litro de alcohol en la sangre), el sistema impedirá el encendido del motor, el cual no funcionará hasta que se encuentre en el nivel permitido o se acceda al microcontrolador por medio de un teclado externo controlado por el proveedor del sistema, desbloqueándolo mediante el ingreso de un código secreto. Además si el conductor en el momento de ingresar al vehículo simplemente no exhala sobre el sensor de alcohol el motor del vehículo no encenderá.

En el vehículo en el cual se instale el sistema se le realiza modificaciones leves con la finalidad que la ubicación del alcoholímetro con dispositivo de bloqueo no distorsione la estética del mismo. A continuación se muestra las figuras del interior del vehículo con el dispositivo instalado.

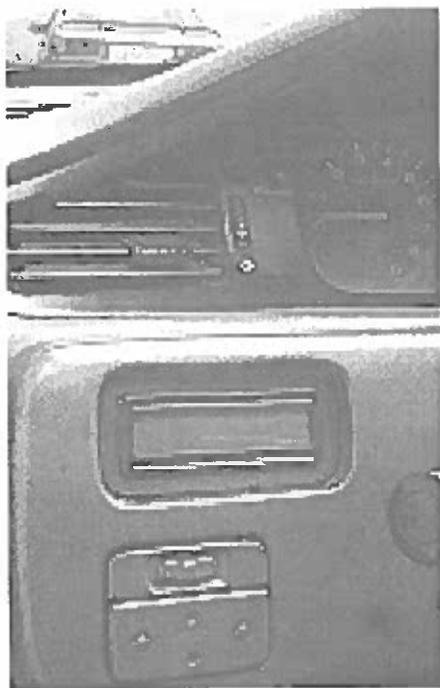


Figura. 1. Display para visualizar mensajes.



Figura. 2. Alcoholímetro

## B. Etapas del dispositivo de bloqueo

### SENSADO.

En esta etapa el elemento principal lo constituye un sensor de óxido de estaño cuya característica es la de variar su resistencia debido a la reacción química que se produce con el etanol (alcohol). Cuando se polariza al sensor a 3.2 V.C.C. y se lo conecta en una configuración divisor de tensión se va a producir una señal de salida de voltaje variable en relación al nivel de alcohol en el ambiente.

### PROCESAMIENTO

El voltaje obtenido en el sensor que es de tipo analógico se convierte en digital, la señal la recibe el microcontrolador con la finalidad de procesar y determinar si el conductor realizó la prueba y después determinar si el mismo está sobrio, además en esta etapa se realiza el control del L.C.D. y del teclado.

El elemento asignado para realizar el control de los dispositivos mencionados es un microcontrolador de cuarenta terminales 16F877 al cual se lo programó con 855 líneas de instrucciones.

### BLOQUEO

En esta etapa se optó por realizar una interrupción al sistema de encendido siendo así el principal elemento un relé de 10 amperios elegido de acuerdo a la corriente que circula por la línea de alimentación al encendido.

En la figura 3 se presenta en circuito del dispositivo de bloqueo con todos sus componentes desarrollado para el automóvil.

El relé permite o interrumpe el paso de corriente hacia el módulo de encendido de acuerdo a las órdenes del microcontrolador. Una vez establecidos los elementos integrantes del alcoholímetro se procedió a conectar cada dispositivo en sus respectivas placas para posteriormente instalarlo con sus carcasas en el vehículo.

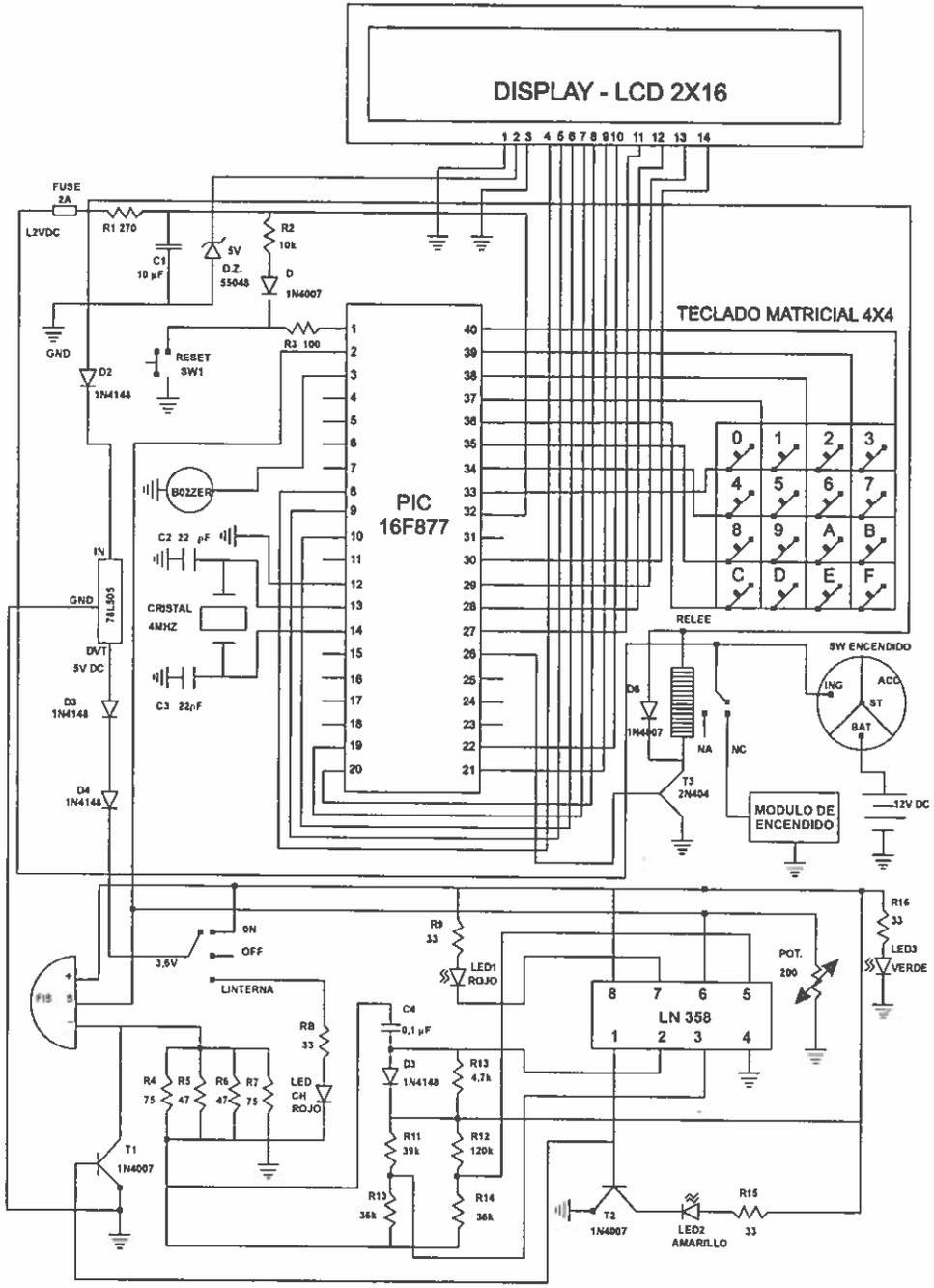


Figura. 3. Circuito del sistema de bloqueo con el uso de un alcoholímetro.

**III. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y FIABILIDAD DEL SISTEMA.**

El alcoholímetro con dispositivo de bloqueo fue probado con 4 tipos de bebidas alcohólicas elegidas por su gran demanda de consumo y fueron whisky, ron, vino y cerveza. En los que se pudo comprobar que el sistema impide eficazmente que un conductor con un nivel excesivo de alcohol pueda manejar. Se registró un nivel de alcohol de 0.5 gramos / litro en una persona cuando ha ingerido 1 cerveza pequeña, 4 vasos de vino, 4 copas de ron o whisky.

**IV. OPERACIÓN Y RESULTADO**

Cuando el conductor inicia la secuencia de encendido del motor se despliega el mensaje de inicialización, "ALCOHOLÍMETRO PARA AUTOMÓVIL" luego de poner en contacto el motor del vehículo comprobando un correcto funcionamiento del microcontrolador y LCD.

Posteriormente transcurren 10 segundos de estabilización del sensor de alcohol para que en el LCD aparezca el mensaje "REALICE LA PRUEBA DE ALCOHOL".



que el conductor realiza la prueba, una vez que el conductor exhala sobre el alcohómetro siempre y cuando esté sobrio se despliega el mensaje "BUEN VIAJE" y en el conector de alimentación al módulo de encendido marcan 12.7 VDC.

En cada uno de los mensajes anteriores se ha comprobado que efectivamente el microcontrolador con sus componentes operan exitosamente para un nivel bajo o nulo de alcohol en el conductor.

Pero que ocurre si al realizar la prueba se detecta un nivel alto de alcoholemia en el organismo, muestra el mensaje "NIVEL DE ALCOHOL EN EXCESO" y posteriormente el número telefónico al cual el conductor puede obtener ayuda. Adicionalmente una sirena se activa en estas circunstancias.

La desactivación del sistema de bloqueo cuando se realiza por teclado se oprime la tecla "C" durante dos segundos, y en el LCD se despliega el mensaje:

"1 DESBLOQUEAR EL VEHÍCULO".  
"2 CAMBIAR DE CLAVE".

Al elegir la opción uno, se desplegará el mensaje "INGRESE LA CLAVE" en ese instante introducimos la clave secreta para desbloquear el sistema. Al ingresar la clave correcta y pulsar la tecla "E" se despliega el mensaje "AUTOMÓVIL DESBLOQUEADO".

Pero si la clave es incorrecta el LCD emite el mensaje "CLAVE INCORRECTA" y el motor permanecerá bloqueado.

Al elegir la opción dos se despliega el mensaje "CÓDIGO ACTUAL" que permite cambiar la clave siempre y cuando se tenga conocimiento de la actual, de lo contrario el vehículo permanece bloqueado, cuando se ingresó el código nuevo despliega el mensaje "CÓDIGO ACEPTADO" para posteriormente elegir la opción uno en la que se desbloquea el vehículo.

ciudad de Latacunga dispone de un alcoholímetro de marca Draguer, con el cual se realizó una comprobación de los resultados arrojados por nuestro dispositivo y el de ellos, siendo coincidentes, razón por la cual se nos extiende un certificado que avaliza los datos obtenidos con el alcoholímetro de nuestro proyecto.

## V. CONCLUSIONES

- La aplicación de un alcoholímetro acoplado a un sistema de bloqueo al encendido del motor, no permite que los conductores en estado de embriaguez puedan manejar sus automotores y ser los causantes de pérdidas materiales y ante todo humanas.
- El estudio permitió construir un alcoholímetro para automóvil con dispositivo de bloqueo que permite controlar si el conductor se encuentra en estado de embriaguez o no, para poder conducir su vehículo.
- El sistema de bloqueo al encendido a través de alcoholímetro fue probado en un Honda Civic, con buenos resultados.
- Un automóvil es solamente una máquina que obedece las ordenes que le transmite, en forma de decisiones y movimientos el cerebro de su conductor.

## VI. REFERENCIAS

- [1] MENA E. Y MULLO J. Diseño y construcción de un alcoholímetro para automóvil con dispositivo de bloqueo.

## VII. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Escuela Politécnica del Ejército, en especial al Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica, y a la Carrera de Ingeniería Automotriz por permitirnos dar a conocer nuestro proyecto de investigación a través de su revista INFOCIENCIA.

# UTILIZACIÓN DE INSTRUMENTOS DE DIAGNÓSTICO EN SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE GASOLINA.

*Ing. Germán Erazo Laverde.*  
*Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica*  
*Politécnica del Ejército Sede Latacunga.*  
*Quijano y Ordóñez y Márquez de Maenza s/n Latacunga Ecuador.*  
*Email : gerazo@ltga.espe.edu.ec. / gerazol@yahoo.es*

**RESUMEN.-** El avance tecnológico en los automóviles en lo referente a aplicaciones electrónicas crea la necesidad de contar con profesionales y técnicos automotrices capacitados en el uso de instrumentos de diagnóstico el área de sistemas de electricidad - electrónica aplicadas en los automóviles modernos.

La electrónica aplicada es todavía un mito para muchos técnicos automotrices en nuestro país. El Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica de la ESPEL y la Carrera de Ingeniería Automotriz en particular, como pionera en el país con calidad y cumpliendo la función de realizar investigación y extensión pone a disposición el uso de técnicas de diagnóstico y utilización de instrumentos de tecnología de punta aplicados en automóviles modernos, así como la información que se genere en este trabajo de investigación al servicio de la comunidad, para contribuir con el desarrollo de nuestro país.

## **PALABRAS CLAVE.**

**Inyección de gasolina.-** Proceso de alimentación de combustible para motores de automóvil controlado por computadora.

**Voltaje de referencia.-** Es el voltaje de alimentación que entrega la computadora al sensor para su operación, normalmente es 5 voltios pero algunos como los de flujo másico, efecto hall, de posición pueden ser alimentados con 12 voltios.

**Voltaje de señal.-** Es el voltaje que entrega el sensor a la computadora indicando la condición de operación del motor y va de 0.5 a 4.5 voltios en caso de ser analógicos y 0 ó 5 voltios si es digital

**El osciloscopio de bajo voltaje.-** Es un voltímetro gráfico que muestra cambios de voltaje en determinados periodos de tiempo.

## **ABSTRACT.**

The technological advance in the automobiles with respect to electronic applications creates the necessity to have professionals and automotive

technicians enabled in the use of diagnosis instruments the area of systems of electricity - electronic applied in the modern automobiles. The applied electronics is still a myth for many automotive technicians in our country. The Department of Sciences of the Energy and Mechanics of the ESPEL and the Race of Automotive Engineering in individual, as pioneering in the country with quality and acting the as to make investigation and extension make available the use of tecnicas of I diagnose and use of instruments of applied technology of end in modern automobiles, as well as the information that is generated in this work of investigation to the service of the community, to contribute with the development of our country.



*Figura 1. Introducción al Diagnóstico electrónico automotriz*

## **I. INTRODUCCIÓN**

El desarrollo de este trabajo es importante ya que como ingenieros automotrices permite generar una cultura de investigación en las áreas de electrónica aplicadas en el automóvil útil para nuestro desarrollo profesional.

Se generó información bibliográfica, de utilización de instrumentos de diagnóstico electrónico del automóvil caso particular a tratar es del sistema de inyección electrónica de gasolina con sus subsistemas de: control electrónico, hidráulico, ingreso y recirculación de gases, así como el sistema de autodiagnóstico.

La inyección electrónica de gasolina que es el sistema que será el que se diagnostique, considera indispensable la información de los sensores que captan eficazmente los datos de

condiciones como: La temperatura del motor, temperatura del aire de admisión, la depresión en el sistema de admisión, las revoluciones del motor, posición del cigüeñal, la mismas que serán procesadas por la computadora para calcular el tiempo ideal de apertura de los inyectores, así como la activación de los actuadores, para conseguir una disminución de consumo de combustible, emisiones contaminantes, elevar el torque y la potencia del motor de combustión.

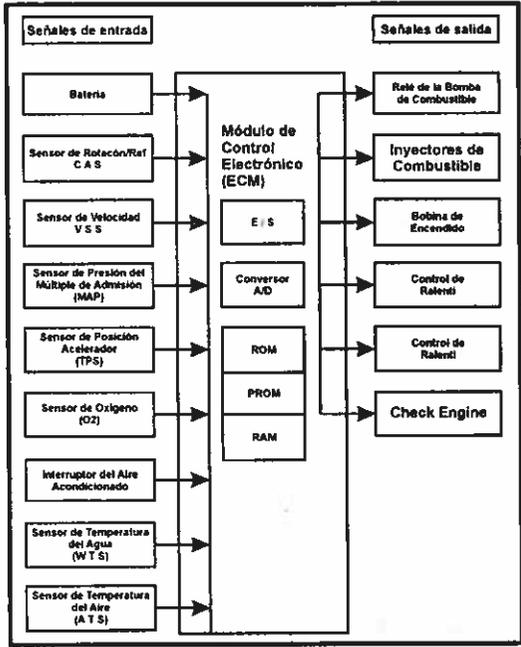


Figura 2. Señales de entrada y salida del sistema de inyección electrónica de gasolina.

**II. MATERIALES Y MÉTODOS.**

La presente investigación se realizó en la Escuela Politécnica del Ejército, Laboratorio de Autotrónica de la Carrera de Ingeniería Automotriz.- Provincia de Cotopaxi en la ciudad de Latacunga.

El propósito es demostrar el uso práctico que va a dar los diferentes instrumentos de diagnóstico y comprobación que son considerados fuera de lo común y que deben ser aplicados con efectividad por el ingeniero automotriz con las siguientes consideraciones:

- Presentar versatilidad en la conexión e instalación.
- Comprobación de funcionamiento de los subsistemas electrónico, de alimentación, de aire y autodiagnóstico del sistema de inyección de gasolina.
- Graficación de ondas características de diferentes componentes sensores.
- Secuencias de adquisición de información para comunicación con la computadora.

**APLICACION**

**Multímetro Automotriz.**

Es el instrumento de uso esencial para el trabajo y la localización de fallas en los sistemas electrónicos de inyección de combustible voltímetro digital se caracteriza por disponer de una alta resistencia de entrada ( 10, 15, 20 Mega ohmios ó más) la misma que es sinónimo de precisión y confiabilidad del instrumento. Mide los voltajes de referencia y señal de los diversos sensores, resistencia de diversos actuadores.

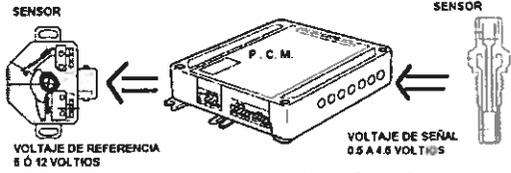


Figura 3. Voltajes de señal y referencia.



Figura 4. Medición de resistencia de inyectores.

**Aplicaciones y mediciones con el osciloscopio automotriz.**

Los principales parámetros a medir son: amplitud, frecuencia, ciclo útil y ancho del pulso generados por sensores (tps, wts, map, etc), actuadores (inyectores, bombas de alimentación, isc) así como diversos dispositivos eléctricos y electrónicos usados en los automóviles.

La Onda de Efecto Hall es cuadrada son las que se produce en la posición del cigüeñal o árbol de levas, si este sensor falla el motor no se enciende.

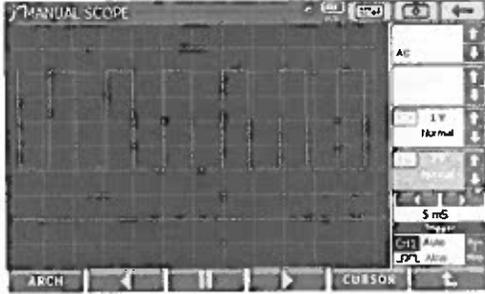


Figura 5. Onda generada por el sensor hall.



Para los inyectores la gráfica es la siguiente y se puede observar los tiempos de on y off para lograr calcular el ciclo de trabajo y verificar que los mismos tengan un buen rendimiento en el sistema.

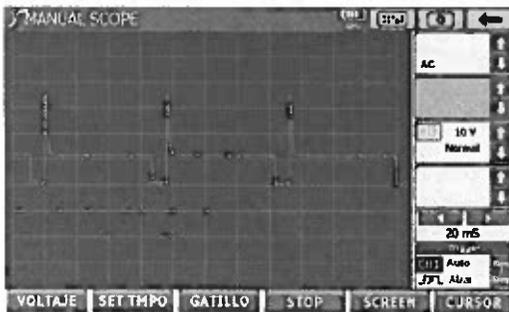


Figura 6. Onda generada por el inyector.

Con Osciloscopio en el sensor TPS el voltaje mínimo en ralentí puede ser de 1V mientras que al acelerar aumenta el voltaje de señal.

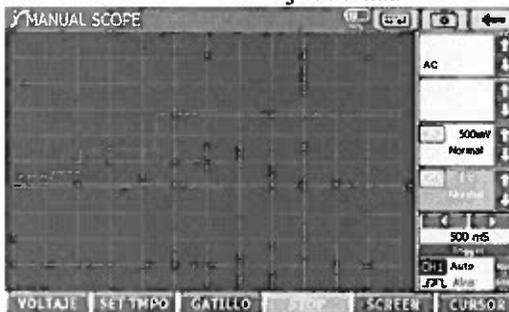


Figura 7. Onda generada por el sensor TPS

Los sensores de posición y velocidad CAS, CKP, CMP, ESS, VSS, WSS que operan mediante Generación de impulsos o Bobina Captadora la grafica es la siguiente

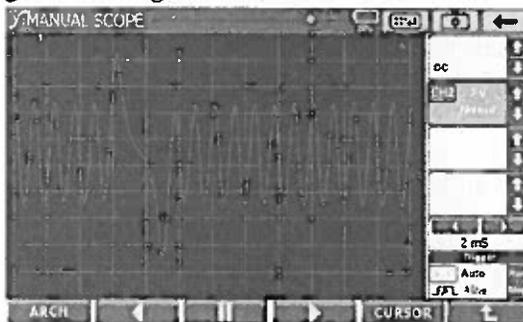


Figura 8 Onda generada por sensor inductivo.

### La bomba manual de vacío y el manómetro

La bomba de vacío genera vacío o depresión, resulta muy práctico para probar sensores como por Ej. el MAP, EGRs y reguladores de presión, actuadores controlados por vacío, así como para componentes de baja tecnología como por son los variadores de avance o reforzadores de vacío del sistema de encendido convencional. Se combina en forma excelente para el diagnóstico hidráulico de los sistemas de inyección.

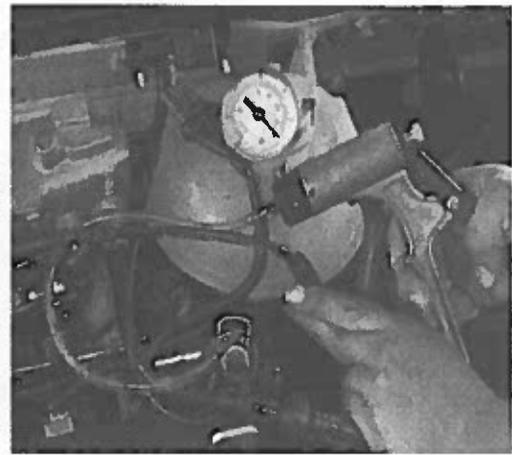


Figura 9. Prueba del sensor MAP con bomba de vacío.

Un correcto diagnóstico y localización de fallas se inicia con la prueba de presión del sistema de combustible es necesario disponer de un medidor que proporcione lecturas precisas de entre 60, 100 y 130 psi, de acuerdo al origen (americanos aprox. 75 a 100 PSI de presión regulada, asiáticos 38 - 40 - 45 psi presión regulada o europeos 45 - 60 psi presión regulada, sistemas tbi o Monopunto 15 - 25 psi).



Figura 10. Manómetro para mediciones de presión del sistema de inyección.

### SCANNER

El explorador facilita la labor de extraer códigos de servicio. Muchos de los modelos recientes informan a los técnicos sobre los pasos que se requieren para obtener códigos de falla en forma precisa.



Figura 11 Pantalla de diagnóstico principal.

La actualización de la información se la realizará

correspondiente a cada año, con lo que su equipo permanecerá siempre con los últimos valores de prueba de los vehículos



Figura 12 Pantalla de marca, modelo vehículo.

La secuencia de operación de este valioso instrumento comienza en un menú principal donde escogerá la marca, año y modelo.



Figura 13. Pantalla de record de datos

Una vez ingresado al sistema debe optar por un record de datos de operación de cada uno de los sensores y/o actuadores del sistema en el que verificará los valores de trabajo de los mismos.



Figura 14 Pantalla de códigos de falla.

La siguiente opción que presenta el equipo es el de determinar los códigos de falla para empezar a realizar las tareas de verificación de los mismos. Localizada la falla se procederá a las reparaciones respectivas y se debe proceder a borrar los datos que se encuentran grabados en la memoria de la computadora.

#### IV. CONCLUSIONES.

La electrónica ha revolucionado el campo automotriz con sus aplicaciones y controles en

El uso adecuado de los instrumentos de medición y verificación evitará gastos infructuosos de tiempo y de dinero en el diagnóstico y mantenimiento de los vehículos con tecnología de punta.

Un sistema de control electrónico en el automóvil esta claramente definido por sensores procesamiento de estas señales para generar trabajo en los actuadores.

El diagnóstico del vehículo se realiza también a través de patrones gráficos que permiten observar el trabajo de cada uno de los componentes.

#### V. AGRADECIMIENTOS

A la Escuela Politécnica del Ejercito, al Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica, Carrera de Ingeniería Automotriz por permitir publicar esta investigación.

#### VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Erazo Germán, Análisis Técnico Práctico de los sistemas de Inyección Electrónica de Gasolina.

Watson Ben, Inyección Electrónica de Gasolina Mc. Hill. 2000.

Erazo Germán, Poligrafiado de Seminario de Inyección electrónica de gasolina.

# MODELO DE CONDUCTA DEL CONSUMIDOR

Departamento de Ciencias Económicas, Administrativas y del Comercio  
Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga  
Álvaro P. Carrillo P.,  
email: apcarrillo@espe.edu.ec

**Resumen.-** La preferencia de compra de un determinado producto o servicio, por parte de los consumidores, es el resultado del análisis de un conjunto de factores internos y externos que influyen en los seres humanos para convertirse en la acción de adquirir el bien o no.

Es indispensable que las empresas grandes, medianas y pequeñas conozcan el proceso de decisión de compra por el que pasa obligadamente su cliente, porque de otro modo no se podrán aplicar estrategias de mercadotecnia efectivas para que la organización cierre ventas y su desembolso económico en publicidad y promoción sea una inversión y no un gasto.

## I. INTRODUCCIÓN

El cliente es el activo principal de toda organización y de toda nación, ya que a través de él se logran los ingresos por ventas que requieren las empresas para sobrevivir y crecer en el largo plazo, ingresos que permiten mover el aparato económico en toda sociedad, los proveedores tienen para quienes producir, los trabajadores logran subsistir con sus remuneraciones, el estado genera rentas por los impuestos de las ventas, la competencia desarrolla productos con mayor calidad, los inversionistas alcanzan rentabilidades y el cliente satisface sus necesidades.

Pero con el transcurso de los años han desaparecido algunas empresas dentro de la industria mundial y nacional, debido a factores políticos, legales, tecnológicos, gerenciales, culturales y principalmente debido a la competencia de organizaciones de clase mundial que supieron adaptarse a los cambios ambientales con alta productividad. Es así que solo 16 de las 100 empresas más grandes de los Estados Unidos al inicio del siglo XX, existen en la actualidad, y la tercera parte de las 500 empresas de Fortune de 1970 habían desaparecido para 1983, sea por venta, fusión o división.

De ahí la importancia de que las empresas desarrollen estrategias de mercadotecnia efectivas, de manera que puedan llegar a captar la atención y el interés de compra del consumidor, logrando posicionamiento de su marca en la mente del cliente, como la ha hecho y lo sigue haciendo Coca Cola a nivel mundial; incrementar el número de clientes reales como lo hacen Movistar, Porta y Alegre en el Ecuador; diversificar productos para ampliar su segmento

de mercado como lo hizo Sony con su línea VAIO; etc., pero, estas estrategias no tienen ningún sentido, si no se despiertan las necesidades latentes que tienen los consumidores para que actúen y consuman Coca Cola, Movistar, VAIO y otros productos o servicios.

El consumidor actualmente posee mayor conocimiento que nuestros antepasados, debido al incremento de la tecnología y en especial a la cultura de aprendizaje desarrollado en las últimas décadas; el Internet y la televisión, así como la telefonía móvil, han disminuido las distancias entre las personas y las zonas geográficas del planeta, y por ende una mayor rapidez en el flujo de información. Así el crecimiento acelerado del conocimiento se analiza a partir de la era cristiana.

- ⇒ Inicio de la era cristiana
- ⇒ 1750 - Se duplicó por primera vez el conocimiento.
- ⇒ 1900 - Se repitió el fenómeno
- ⇒ 1950 - Se repitió el fenómeno
- ⇒ Hoy se duplica cada 5 años
- ⇒ Se estima que para el año 2020 el conocimiento se duplicará cada 73 días. [1].

Por lo tanto, las organizaciones tienen que afrontar un reto más amplio en la actualidad y en el futuro para mantener clientes reales y potenciales, porque los consumidores se tornan más exigentes y pueden elegir entre varias alternativas de productos y servicios. "Cuando la velocidad del cambio fuera de la organización es mayor que la velocidad del cambio interna... la organización esta en problemas" [2].

## II. MODELO DE CONDUCTA

La conducta es la manera en que los hombres se comportan en su vida y acciones [3]. La conducta de los clientes se ve influenciada por un conjunto de factores que le impulsan actuar de una u otra manera para decidir una compra.

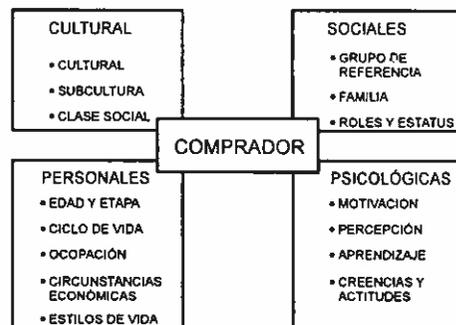


Figura 1. Factores que influyen en la conducta del consumidor [4].

internos y externos que afectan al comportamiento del consumidor; el Factor Cultural, se halla compuesto por las costumbres y tradiciones que tiene esa sociedad en la que vive o creció el individuo, y que hacen que su tendencia para adquirir productos o servicios sea diferente a la de otro ser humano, generando así la ubicación de esta persona en una determinada clase social, por ejemplo existen determinadas poblaciones (El Chota – Ecuador) en dónde predomina la costumbre de hacer deportes (cultura) y el deporte favorito es el fútbol (subcultura), lo que induce para que este segmento de personas se descuiden de otras actividades culturales como la educación escolar y secundaria (clase social); pero existen otros extremos como el fútbol en Argentina que induce a los deportistas a hidratarse con bebidas tratadas como es el caso de Gatorade, y su estrategia de publicidad se aprovecha de la cultura física, estado de salud y el deporte para captar este mercado.

Si nos referimos a los Factores Sociales, tenemos que la familia, los grupos de amigos, grupos de trabajo, el rol que desempeña el individuo en la sociedad, van a impulsar su decisión de compra de productos o servicios. Por ejemplo un alto ejecutivo de una Institución Bancaria en el Ecuador utiliza un Rolex, maneja una 4x4 híbrida, vive en los valles de Quito, almuerza en el Quicentro y juega golf los fines de semana; estas acciones influyen en su círculo cercano como sus Asesores y Ejecutivos del mismo rango para seguir el mismo estilo de vida.

Los Factores Personales y Psicológicos de los compradores o consumidores van de la mano, porque las necesidades de los seres humanos cambian de acuerdo a su estado de madurez y crecimiento personal, pero por sus formaciones psicológicas y estados motivacionales desembocan en un determinado estilo de vida. Por ejemplo un joven de 15 años que se dedica a estudiar en un colegio particular de Guayaquil estará motivado a conducir una moto o un auto a muy temprana edad, debido al estilo de vida de sus compañeros, padres y docentes, lo que implica que sus percepciones se van formando dentro de una determinada clase social. El aprendizaje que los compradores adquieren con el paso de los años y las acciones de compras y usos de productos y servicios en el pasado, hacen que sus percepciones y creencias por determinadas marcas se fortalezcan o bien las rechacen. Por ejemplo una ama de casa que utilizó cloro en su lavadora por primera vez, deteriorando la ropa, hará que sus percepciones limite el uso de detergente líquido a posteriori, y preferirá el detergente en polvo.

Las empresas que aspiran sobrevivir en el tiempo aplican modelos de conducta del consumidor de acuerdo a la época y al factor que predomina en la sociedad en donde desean captar clientes y ampliar sus ventas, por ejemplo en el Ecuador Pilsener posicionó su marca y producto con una

apelar al cuidado de los niños; Coca Cola esta enfocada hacia “el calor de hogar”; Porta trabaja por liderazgo en tecnología; la Universidad del Pacífico posiciona “cero desocupación”; pero estas estrategias nacen del estudio y aplicación de un modelo de conocimiento del consumidor.

III. IMPLEMENTACIÓN PRÁCTICA

Para aplicar un Modelo de Conducta del Consumidor es necesario conocer cuáles son las necesidades que tienen los actuales y posibles compradores. Para ello se deben identificar las necesidades latentes y manifiestas, inducir al proceso de decisión de compra del cliente y entregar valores agregados en los bienes entregados para provocar la Fidelidad del cliente hacia la marca y lograr la recompra de esos bienes.



Figura 2. Proceso de Decisión de Compra

La decisión de compra del consumidor será orientada por la aplicación de la estrategia de mercadotecnia que aplique la empresa, sea esta dirigida hacia el producto, la marca, el precio, el sentimiento, la moda u otro factor motivado en la psicología del consumidor. [4].



Figura 3. Modelo Fenomenológico del Comprador

Las necesidades latentes son aquellas que están dentro del comprador (existen), pero que aún no se han despertado, de ahí la función del marketing es la de aplicar una estrategia que logre despertarlas y convertir las en manifiestas, logrando el interés y sobretodo el deseo del comprador por adquirir ese bien o servicio, que deben satisfacer las necesidades del cliente e ir más allá de sus expectativas para que la adquisición del bien no sea por una sola vez y se cree una cultura de lealtad al producto, a la empresa y hacia la marca. La investigación de mercados es la principal herramienta que mantiene un contacto entre lo que desea el cliente y lo que puede hacer la empresa, sin dejar de lado la cultura del entorno, el desarrollo tecnológico, el respeto a las leyes y el conocimiento de la competencia.



#### IV. CONCLUSIONES

- Para vender más y permanecer en el mercado las empresas deben aplicar y conocer un modelo de los factores que influyen en la conducta del comprador.
- Cada segmento de mercado actúa de acuerdo a las influencias internas y externas que tiene del medio en dónde se desenvuelve.
- La función del marketing es despertar las necesidades latentes y convertirlas en manifiestas para lograr las ventas que buscan las organizaciones.
- La investigación de mercados es la herramienta de contacto permanente y directo entre consumidor y empresa.

#### VI. REFERENCIAS

- [1] Appleberry James: Presidente de la Asociación Norteamericana de Colleges y Universities Estatales.
- [2] Waisman Alberto J.: "Seminario de Dirección Estratégica – Programa de Desarrollo Gerencial". Alta Dirección, Buenos Aires 2004, pag. 25
- [3] Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
- [4] Altieri Claudia, "Seminario de Gestión de Marcas del Valor al Precio", Programa de Dirección de Marketing". Alta Dirección, Buenos Aires 2004, pags. 9-11.



# PROGRAMA DISIPA PARA ENCONTRAR LA CURVA DE CAPACIDAD SÍSMICA RESISTENTE EN PÓRTICOS CON DISIPADORES DE ENERGÍA VISCO ELÁSTICOS

Dr. Ing. Roberto Aguiar Falconi  
Centro de Investigaciones Científicas  
Escuela Politécnica del Ejército  
raguiar@espe.edu.ec

**Resumen.** - se presenta el programa DISIPA para obtener la curva de capacidad sísmica resistente en pórticos planos con disipadores visco elásticos de goma. La curva de capacidad sísmica relaciona el cortante basal con el desplazamiento lateral máximo en el tope de la estructura y se la obtiene mediante análisis estático no lineal. Para facilitar su uso se presenta un manual y se encuentra la curva de capacidad sísmica resistente en un pórtico plano de un piso, con disipador de energía visco elástico.

Finalmente, en base a una estructura de nueve pisos se comparan las curvas de capacidad sísmica resistente que se obtienen sin disipadores de energía y con disipadores de energía de diferente espesor. Después en la estructura con disipadores de energía con gomas de 2 cm., de espesor se halla la curva de capacidad sísmica que relaciona el desplazamiento lateral de cada piso con el cortante basal; luego se comparan las curvas de capacidad que se obtienen al aplicar dos distribuciones de carga lateral, al considerar y no considerar el efecto  $P-\Delta$ , y al considerar varios modelos de plasticidad extendida. Todo esto con el propósito de entender mejor el comportamiento de las estructuras ante cargas monotónicas crecientes en una dirección.

## I. INTRODUCCIÓN

En la figura 1, se presenta el comportamiento no lineal, obtenido mediante uno de los métodos de paso a paso de una estructura bien diseñada ante la acción de cargas cíclicas, en la cual se nota que los lazos son estables y no existe degradación de resistencia. La envolvente de esta curva que une los puntos máximos y en la figura se presenta en líneas entrecortadas, es muy semejante a la curva de Capacidad Resistente que se obtiene mediante la técnica del pushover. Aguiar (2002)

La curva de capacidad resistente relaciona el cortante basal  $V$ , con el desplazamiento lateral máximo de la estructura  $D$ , como se aprecia en la figura 2. Esta curva es la base para el Análisis Sísmico por Desempeño. Aguiar (2003), para encontrar las respuestas máximas empleando el Método del Espectro de Capacidad. Freeman (1975, 1978), Chopra y Goel (1999,2000). Para determinar la curva de capacidad resistente,

se necesita tener completamente definida la estructura, tanto en su geometría como en su armado, conocer la calidad de los materiales, para el caso de edificaciones de hormigón armado, se requiere conocer las curvas constitutivas del hormigón y del acero. La geometría del disipador de energía visco elástico, las propiedades de la goma empleado, las secciones y propiedades de los perfiles de lámina delgada que conforman el disipador.

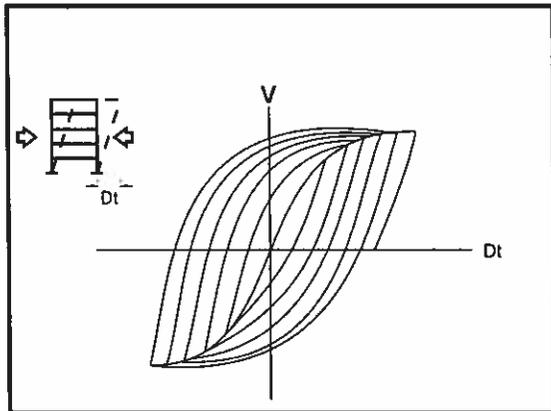


Figura 1 Comportamiento de una estructura bien diseñada sometida a cargas cíclicas

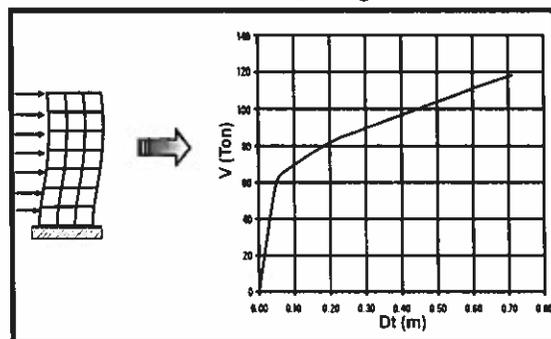


Figura 2 Representación del pushover y de la curva de capacidad resistente.

En el libro *Sistema de Computación CEINCI para evaluar daño sísmico en los Países Bolivarianos*, Aguiar (2002) se presenta el marco teórico con el cual se halla la curva de capacidad sísmica resistente de un pórtico plano y se indica como se utiliza el programa **CAPACIDA** para encontrar esta curva en pórticos planos conformados por vigas, columnas y muros de corte.

El programa **DISIPA** que se presenta en este artículo encuentra la curva de capacidad sísmica

resistente en pórticos planos con disipadores de energía visco elásticos. Este programa ha sido obtenido en base al programa **CAPACIDA** de tal forma que varía muy poco la entrada de datos.

Normalmente se utilizan disipadores de energía en estructuras sin muros de corte, por esta razón es que en el programa **DISIPA** no incluye la presencia de muros de corte.

En la versión 1 del programa **CAPACIDA** se trabajó con el modelo constitutivo de Kent y Park (1971) para definir el comportamiento del Hormigón Confinado. En versiones posteriores del programa se cambió el modelo por el de Park *et al* (1982) que considera un mayor incremento de la resistencia y la ductilidad por la presencia del refuerzo transversal.

Por otra parte en la primera versión del programa **CAPACIDA** no se consideró la interacción de la flexión con el corte para determinar las relaciones momento curvatura en cada incremento de carga, cosa que lo fue hecha en la versión tres del programa incorporando la propuesta de Satyarno (2000). Al incorporar la interacción de la flexión con el corte, si la viga o columna no tiene suficiente refuerzo transversal no se llega a la máxima capacidad a flexión del elemento ya que la falla se produce por corte.

## II. USO DEL PROGRAMA DISIPA

El programa **DISIPA** está elaborado en FORTRAN y se debe tener especial cuidado con el formato para la entrada de datos. Cuando se tienen datos de variables enteras se utiliza el formato **I**, por ejemplo si se tienen que dar seis datos con el formato **6I5**, los datos se justifican a la derecha y deben estar escritos en las columnas 5, 10, 15, 20, 25 y 30. Supongamos que para el primer dato se tienen dos dígitos, en este caso se debe escribir en las columnas 4 y 5 el número.

Si no se justifican a la derecha la entrada de datos enteros, el programa reportará error o simplemente asume una cantidad diferente. Pero es fácil controlar el dato mal ingresado ya que cuando se ejecuta **DISIPA** se crea un archivo de datos con los resultados y ahí lo primero que aparece son los datos del problema que el usuario deberá verificar si ha ingresado en forma apropiada los mismos.

Para las variables reales se utiliza el formato **F**. En este caso no se justifican los datos a la derecha pero no se debe salir del número de campos asignado. Por ejemplo si se tienen que ingresar 5 datos con el formato **5F10.0**, el primer dato se dará en cualquier parte del campo que va de la columna 1 a la 10, por ningún motivo se debe

pasar de la columna 10; el segundo de la 11 a la 20, etc. El número de decimales que se suministra es arbitrario.

El formato **X**, es para dejar espacios en blanco. Por ejemplo si se indica, **5X, 2I5, F10.0**. Significa que de la columna 1 a la 5 debe quedar en blanco, luego se deben dar dos valores enteros justificados a las columnas 10 y 15 y finalmente un valor real que puede estar escrito desde la columna 16 a la 25.

Cuando se indica formato libre, los datos se dan en cualquier columna pero en una fila de datos, como lo solicita el programa. Si se indica que se deje una línea en blanco se debe proceder de esta manera caso contrario será error y no correrá el programa.

Con estas pocas indicaciones, el usuario debe crear un archivo de datos, antes de ejecutar **DISIPA**, el mismo que contiene la siguiente información:

### ➤ Título del problema

Se dispone de 80 caracteres alfanuméricos para identificar el problema. Una sola línea de datos.

### ➤ Datos Generales, formato libre

libre NN = Número de nudos.

libre NE = Número de elementos.

libre NDV = Número de diagonales con disipadores visco elásticos.

libre NP = Número de pisos.

libre MAN = Código para identificar el modelo numérico que se adopta para el comportamiento, de las vigas y columnas varía de 1 a 7 de acuerdo a lo indicado en la figura 3.

NAN=1 Análisis estático. La rigidez no cambia.

NAN=2 Variación de inercia lineal. Es del programa IDARC. (1987)

NAN=3 Acoplamiento de flexión con corte. Modelo de Thom (1983)

NAN=4 Variación de inercia escalonada. Es del programa SARCF (1988).

NAN=5 Modelo de Giberson pero con acoplamiento de flexión y corte.

NAN=6 Modelo de Giberson (1969).

NAN=7 Modelo de Aguiar (2002).

libre NVAN = Número de vanos.

libre NDEL = Código para considerar efecto

P-△

libre JCARGA = Número de incrementos de carga lateral que se van a considerar. Las fuerzas laterales actuantes en cada piso que se indicarán posteriormente, se divide para IJCARGA y se obtienen las fuerzas que se van a aplicar en cada incremento de carga, hasta que la estructura llegue al colapso. El colapso se alcanza cuando el desplazamiento lateral máximo de la estructura es 0.02 la altura total del edificio.

➤ **Datos del Hormigón**, formato libre

Se emplea el modelo de hormigón confinado propuesto por Park et al (1982), el mismo que se indica en la figura 4. El usuario puede calcular el valor de la pendiente  $Z$  de la rama descendente del hormigón o en su defecto dejar que el programa DISIPA lo calcula para el efecto deberá colocar cero en esta variable. De igual forma, el usuario tiene la posibilidad de asignar el valor de la deformación máxima útil  $\epsilon_u$  si coloco  $Z=0$  es conveniente que también coloque  $\epsilon_u=0$

libre EC = Módulo de Elasticidad del hormigón. (T/M2)

libre GC = Módulo de corte del hormigón. (T/M2)

libre FC = Resistencia  $f'_c$  del hormigón. (T/M2).

libre EPS0 = Deformación unitaria  $\epsilon_o$  del hormigón, asociada a  $f'_c$ .

libre EPSU = Deformación máxima útil del hormigón  $\epsilon_u$ .

libre Z = Pendiente de la zona descendente del hormigón confinado. Si el usuario coloca  $\epsilon_u = 0$  y  $Z = 0$  el programa calcula estas variables.

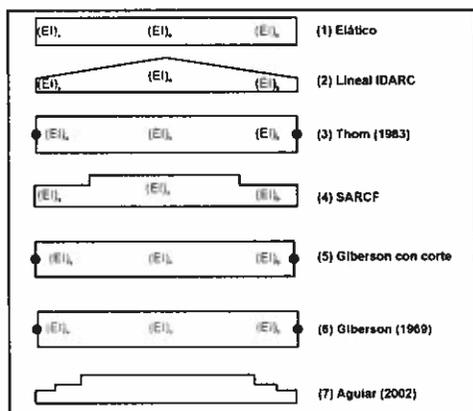


Figura 3 Modelos de plasticidad extendida considerados en el programa DISIPA

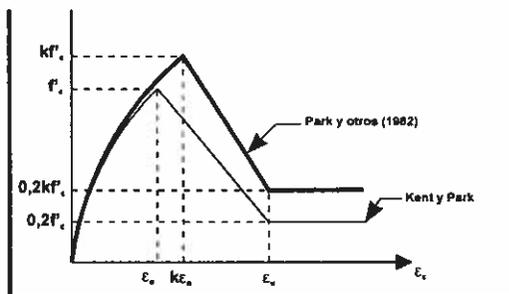


Figura 4 Modelos de hormigón confinado de Kent y Park (1972) y Park et al (1982).

La resistencia máxima a la compresión en el nuevo modelo de Park et al (1982), tiene un valor de  $k f'_c$  y está asociada a una deformación  $k \epsilon_o$ . El factor  $k$ , está definido por la siguiente ecuación:

$$k = 1 + \frac{\rho_v f_{yv}}{f'_c} \quad (1)$$

Donde,  $\rho_v$  es la relación volumétrica entre el refuerzo transversal y el hormigón confinado; y,  $f_{yv}$  es la fluencia del refuerzo transversal. Las ecuaciones del Modelo son:

$$f_c = k f'_c \left[ \frac{2\epsilon_c}{k \epsilon_o} - \left( \frac{\epsilon_c}{k \epsilon_o} \right)^2 \right] \quad \epsilon_c < k \epsilon_o \quad (2)$$

$$f_c = k f'_c [1 - Z(\epsilon_c - k \epsilon_o)] \quad k \epsilon_o \leq \epsilon_c \leq \epsilon_u \quad (3)$$

$$Z = \frac{0.5}{\epsilon_{s0u} + \epsilon_{s0h} - k \epsilon_o} \quad (4)$$

$$\epsilon_{s0u} = \frac{3 + 0.29 f'_c}{145 f'_c - 1000} \quad (5)$$

$$\epsilon_{s0h} = \frac{3}{4} \rho_v \sqrt{\frac{b}{s}} \quad (6)$$

$$\epsilon_u = k \epsilon_o + \frac{0.8}{Z} \quad (7)$$

➤ **Datos del Acero**, formato libre

Se trabaja con el modelo trilineal indicado en la figura 5. Los datos para definir este modelo, son:

libre E = Módulo de Elasticidad del acero. (T/M2)

libre FY = Límite de Fluencia del acero, (T/M2)

libre FSU = Máxima resistencia a la rotura del acero  $f_u$ , (T/M2)

libre ESH = Módulo de Elasticidad del acero en zona de endurecimiento  $E_{sh}$  (T/M2).

libre EPSH = Deformación del acero correspondiente en zona de endurecimiento,  $\epsilon_{sh}$

$$E_{sh} = \frac{f_{su} - f_y}{\epsilon_{su} - \epsilon_{sh}}$$

➤ **Coordenadas de los nudos**, formato (i5,5x,2f10.0,6i5)

- 1-5 J = Número de nudo.
- 11-20 XJ = Coordenada X del nudo J. (m).
- 21-30 YJ = Coordenada Y del nudo J. (m).
- 31-35 NIQ = Número de nudo inicial para generación en sentido X.
- 36-40 NJQ = Número de nudo final para generación en sentido X.
- 41-45 JQ = Incremento de la numeración para la generación en sentido X.
- 46-50 NKQ = Número de nudo final-inicial para generación en sentido Y.
- 51-55 NLQ = Número de nudo final para generación en sentido Y.
- 56-60 IKQ = Incremento de numeración para la generación en sentido Y.

Los nudos deben numerarse de izquierda a derecha y desde abajo hacia arriba.

➤ **Línea en blanco de separación**

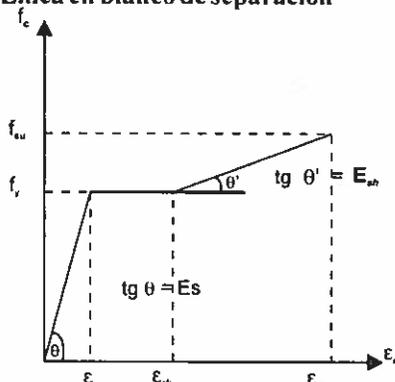


Figura 5 Modelo Trilineal del acero.

➤ **Secciones Tipo**, formato libre  
libre NMAT = Número total de secciones tipo.

➤ **Geometría e identificación de cada sección**, formato (2i5)

- 1-5 J = Número de sección tipo.
- 6-10 IRCO = Código para identificar el elemento
  - IRCO = 1 Para columnas rectangulares.
  - IRCO = 2 Para columnas circulares.
  - IRCO = 3 Para vigas rectangulares.
  - IRCO = 4 Para muros de corte. **DISIPA no contemplamuro de corte**
  - IRCO = 5 Para disipadores de energía visco elásticos con goma.

➤ Información para columnas circulares, ver figura 6, formato (10x,5f10.0)

- 11-20 D = Diámetro de la columna circular (m)

21-30 DST = Distancia mayor en el refuerzo longitudinal. (m)

31-40 C1 = Longitud del nudo rígido inicial (m)

41-50 C2 = Longitud del nudo rígido final. (m).

51-60 CVR = Recubrimiento de columna circular. (m).

➤ Armadura, sección inicial del elemento, formato (10x,i10,4f10.0)

20 BARS = Número de varillas longitudinales, columna 20.

21-30 DBAR = Diámetro de la varilla longitudinal. (cm).

31-40 DH = Diámetro del refuerzo transversal, estribo. (cm).

41-50 SH = Espaciamiento del refuerzo transversal. (cm).

51-60 CEFF = Confinamiento efectivo de los estribos.

➤ Armadura, sección central del elemento, formato (10x,i10,4f10.0)

20 NBARS = Número de varillas longitudinales, columna 20.

21-30 DBAR = Diámetro de la varilla longitudinal. (cm).

31-40 DH = Diámetro del refuerzo transversal, estribo. (cm).

41-50 SH = Espaciamiento del refuerzo transversal. (cm).

51-60 CEFF = Confinamiento efectivo de los estribos.

➤ Armadura, sección final del elemento, formato (10x,i10,4f10.0)

20 NBARS = Número de varillas longitudinales, columna 20.

21-30 DBAR = Diámetro de la varilla longitudinal. (cm).

31-40 DH = Diámetro del refuerzo transversal, estribo. (cm).

41-50 SH = Espaciamiento del refuerzo transversal. (cm).

51-60 CEFF = Confinamiento efectivo de los estribos.

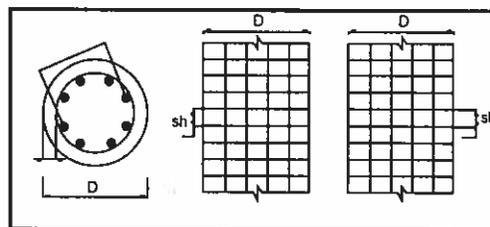


Figura 6 Nomenclatura utilizada para columnas circulares

El número de varillas longitudinales puede escribirse en la columna 20 como un número entero o en el campo de las columnas 11-20 como

Normalmente el valor de CEFF para las columnas circulares es 0.5 cuando existe un solo suncho o estribo. Si además existen ganchos como se indica en la figura 7, este valor aumenta.

➤ Información para vigas y columnas, formato (10x,5f10.0)

- 11-20 BAS = Base de la sección transversal del tipo de elemento. (m).
- 21-30 ALT = Altura de la sección transversal del tipo de elemento. (m).
- 31-40 C1 = Longitud del nudo rígido inicial. (m).
- 41-50 C2 = Longitud del nudo rígido final. (m).
- 51-60 DC = Longitud del recubrimiento. (m).

➤ Armadura de la sección inicial del elemento, formato (10x,5f10.0)

- 11-20 At1 = Armadura inferior de la sección. (cm<sup>2</sup>).
- 21-30 AT2 = Armadura superior de la sección. (cm<sup>2</sup>).
- 31-40 DH = Diámetro del refuerzo transversal, estribo. (cm).
- 41-50 SH = Espaciamiento del refuerzo transversal. (cm).
- 51-60 CEFF = Confinamiento efectivo de los estribos.

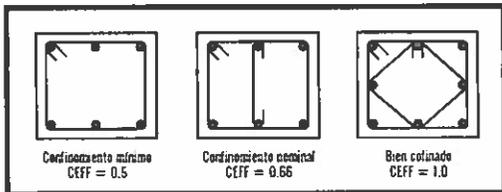


Figura 7 Diferentes formas de confinamiento de una columna circular.

➤ Armadura de la sección central del elemento, formato (10x,5f10.0)

- 11-20 AT1 = Armadura inferior de la sección. (cm<sup>2</sup>).
- 21-30 AT2 = Armadura superior de la sección. (cm<sup>2</sup>).
- 31-40 DH = Diámetro del refuerzo transversal, estribo. (cm).
- 41-50 SH = Espaciamiento del refuerzo transversal. (cm).
- 51-60 CEFF = Confinamiento efectivo de los estribos.

➤ Armadura de la sección final del elemento, formato (10x,5f10.0)

- 11-20 AT1 = Armadura inferior de la sección. (cm<sup>2</sup>).
- 21-30 AT2 = Armadura superior de la sección. (cm<sup>2</sup>).

estribo. (cm).

41-50 SH = Espaciamiento del refuerzo transversal. (cm).

51-60 CEFF = Confinamiento efectivo de los estribos.

Para cada sección tipo de vigas o columnas, se indicarán cinco filas de datos, la primera contiene el número de la sección tipo y la identificación, la segunda la geometría de la sección y las tres restantes con información de la armadura en el nudo inicial, centro de luz y nudo final respectivamente. En la figura 7 se indica la nomenclatura utilizada para el refuerzo transversal de una columna rectangular. Para el caso de columnas rectangulares se tiene que AT1 = AT2 y es igual a la mitad de la armadura longitudinal total. Para el caso de vigas, la nomenclatura utilizada se indica en la figura 8.

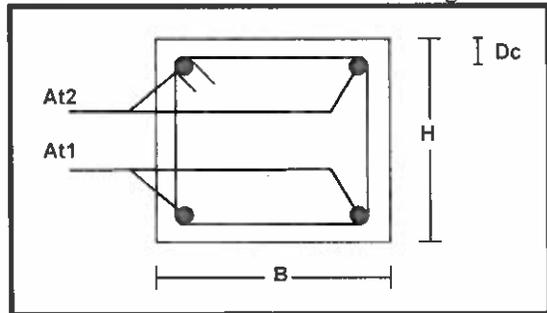


Figura 8 Nomenclatura utilizada para el caso de una viga rectangular

➤ Información para disipadores de energía, formato (10x,5f10.0)

- 11-20 L1 = Longitud de perfil tubular (m).
- 21-30 L2 = Longitud de perfiles canal, tipo U (m)
- 31-40 L = Longitud de la goma (m).
- 41-50 b = Ancho de la goma (cm.)
- 51-60 e = Espesor de la goma (cm.)

➤ Secciones de los perfiles y características de la goma, formato (10x,5f10.0)

- 11-20 A1 = Área de la sección transversal del perfil tubular (cm<sup>2</sup>).
- 21-30 A2 = Área total de los perfiles canal, tipo U (cm<sup>2</sup>).
- 31-40 Ga = Módulo de corte de la goma (módulo de almacenaje) (kg/cm<sup>2</sup>).
- 41-50 Gp = Módulo de pérdida de la goma (kg/cm<sup>2</sup>).
- 51-60 fyp = Límite de fluencia del acero doblado en frío. (kg/cm<sup>2</sup>).

En la figura 9 se indica la sección transversal del disipador visco elástico que considera el programa DISIPA, en la parte central se encuentra el perfil tubular, recubriéndolo por los cuatro lados se encuentra la goma y sobre ésta se



hallan los perfiles canal. La goma tiene que estar completamente vulcanizada con los perfiles de acero que son de lámina delgada doblados en frío.

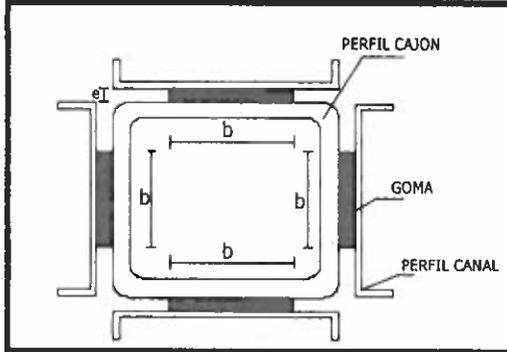


Figura 9 Sección transversal de disipador visco elástico.

En la figura 10 se muestra una vista lateral del disipador visco elástico. Se destaca que este se coloca diagonalmente entre dos pisos.

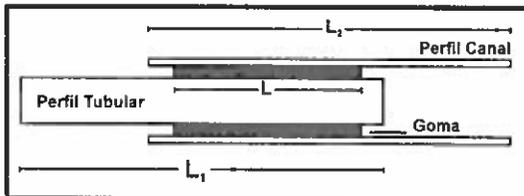


Figura 10 Vista lateral de disipador de energía visco elástico.

Para cada tipo de disipador de energía se dan tres filas de datos. En la primera se colora el tipo de material y luego el código IRCO que es igual a 5. En la segunda fila de datos se tienen las longitudes de los perfiles y goma. Por último en la tercera fila se indica las áreas de la sección transversal de los perfiles, el módulo de corte y de pérdida de la goma y el límite de fluencia del material utilizado en los perfiles de lámina delgada.

➤ **Información de los elementos.** formato (9i5,f10.2)

- 1-5 I = Número del elemento.
- 6-10 NI = Nudo inicial del elemento.
- 11-15 NF = Nudo final del elemento.
- 16-20 MAT = Tipo de sección del elemento estructural
- 21-25 NIG = Número de elementos iguales a generarse.
- 26-30 II = Incremento de numeración para los elementos, en la generación.
- 31-35 INI = Incremento en la numeración para el nudo inicial del elemento.
- 36-40 INF = Incremento en la numeración para el nudo final del elemento.
- 41-45 IRCO = Código para identificar el elemento, ya definido.
- 46-55 CARGA = Carga vertical que gravita en los elementos.

➤ **Línea en blanco de separación**

➤ **Restricciones de nudos,** formato (6i5)

- 1-5 K = Número de nudo restringido.
- 6-10 LRN1 = Restricción de movimiento horizontal o número del nudo al cual se encadena. (Tiene el mismo grado de libertad).
- 11-15 LRN2 = Restricción de movimiento vertical o número del nudo al cual se encadena. (Tiene el mismo grado de libertad).
- 16-20 LRN3 = Restricción de rotación o número del nudo al cual se encadena. (Tiene el mismo grado de libertad).
- 21-25 J = Número de nudo final con restricciones iguales para generación.
- 26-30 L = Incremento de numeración de nudo que debe seguir para generación.

➤ **Línea en blanco de separación**

➤ **Masas, Fuerzas actuantes a nivel de piso,** formato (i5,5x,3f10.0,i5)

- 1-5 J = Número de piso.
- 11-20 XPISO = Masa del piso. (T S2/M).
- 21-30 CAMO = Coeficiente de amortiguamiento para los modos principales.
- 31-40 FUE = Fuerza Horizontal total actuante a nivel de piso. (T.) Esta fuerza es la que se divide para IJCARGA. Si son varias fuerzas, cada una de ellas se divide para IJCARGA. La suma de estas fuerzas representa el cortante basal.
- 41-45 NPISO = Número de un nudo del piso.

➤ **Códigos para crear e imprimir archivos auxiliares** [0,1], formato (3i5)

Con el número 0 no crea e imprime el archivo respectivo y con el número 1 lo crea e imprime.

- 5 MK = Código para crear e imprimir archivo auxiliar K.OUT  
Contiene las inercias en el nudo inicial, centro de luz y nudo final, al igual que presenta la matriz de rigidez de la estructura, en cada incremento de carga lateral.
- 10 MC = Código para crear e imprimir archivo auxiliar C.OUT  
Contiene las frecuencias naturales, modos de vibración y matriz de amortiguamiento de la estructura, en cada incremento de carga lateral.
- 15 MM = Código para crear e imprimir archivo auxiliar MC.OUT

Curvatura en el nudo inicial, centro de luz y nudo final en cada instante de incremento de carga.

➤ Control de datos y cálculo del Período [0,1], formato (2i5)

5 DATOS= Con el 1 únicamente se controlan los datos de entrada no se ejecuta el programa, con 0 se ejecuta el programa.

10 PERIO= Con el 1 no calcula el período de vibración en ningún ciclo de carga con 0 calcula los períodos de vibración.

### III. EJEMPLO DE USO DEL PROGRAMA

Presentar el archivo de datos, para el programa DISIPA para encontrar la curva de capacidad sísmica resistente del pórtico plano de un piso y un vano indicado en la figura 11. Las columnas y las vigas son de 30/30. El dissipador está compuesto por un perfil tubular cuadrado de 10 cm., de lado y 3 mm., de espesor que tiene un área transversal de 11.41 cm<sup>2</sup>. La longitud del perfil tubular es de 4.0 m. La goma tiene un ancho de 8 cm., un espesor de 2 cm., y una longitud de 2.0 m. Los perfiles canales tipo "U" son de 10 cm./5 cm., y un espesor de 2 mm; cada perfil tiene un área de 3.87 cm<sup>2</sup>. Por consiguiente el área de los cuatro perfiles es de 15.48 cm<sup>2</sup>.

El acero de refuerzo del hormigón tiene un límite de fluencia de 4200 kg./cm<sup>2</sup> y el acero de los perfiles doblados en frío un límite de fluencia de 2400 kg./cm<sup>2</sup>. El módulo de elasticidad del acero es 2100000 kg./cm<sup>2</sup>. El hormigón utilizado tiene una resistencia a la compresión de 210 kg./cm<sup>2</sup>, y un módulo de elasticidad de 2100000 T/m<sup>2</sup>. Mayor información sobre las características del hormigón y del acero se puede observar en el archivo de datos.

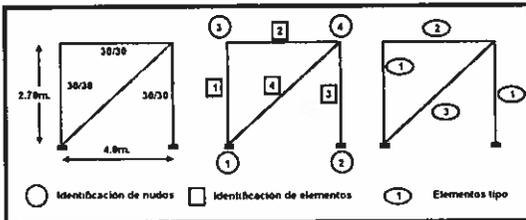


Figura 11 Geometría de estructura y numeración de nudos, elementos y secciones tipo.

En la figura 12, se aprecia que la columna está conformada por 8 hierros de 16 mm y tiene un estribo doble de 10 mm de diámetro espaciado a 10 cm., en los extremos y a 20 cm., en el centro; el recubrimiento es de 4 cm. Se indica además el armado de la viga; en este caso se usan estribos

armadura superior está compuesta por 2φ14mm., a todo lo largo más un puente de 1φ16mm., en los extremos; la armadura inferior es de 3φ14mm.

En la figura 13 se indica la geometría del dissipador visco elástico. La carga vertical debida a carga muerta y carga viva actuante sobre el pórtico es de 1.1 T/m., que se muestra en la figura 14. Con esta carga se encuentra que la masa total del piso es:

$$m = \frac{1.1 * 4}{9.8} = 0.45 \frac{Ts^2}{m}$$

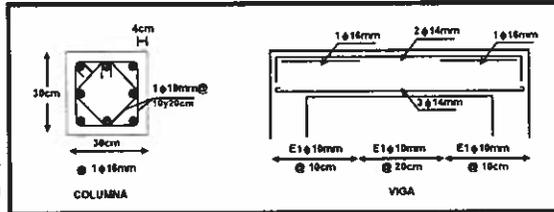


Figura 12 Armadura de columna y viga

La carga lateral que se va a aplicar en cada ciclo de carga es de 0.5 T., se indicará como dato que la fuerza horizontal aplicada en el primer piso es de 2 T., pero el valor de IJCARGA es igual a 4, al dividir estas dos cantidades se halla la fuerza de 0.5 T. Mientras más pequeña es la fuerza lateral que se aplica en cada incremento de carga es más exacto pero demanda mayor cantidad de tiempo.

Se desea encontrar la curva de capacidad sísmica empleando el modelo de plasticidad de Giberson, que tiene el código 6.

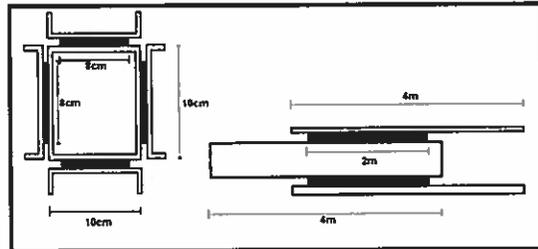


Figura 13 Geometría del dissipador de energía visco elástico.

En el programa se considera que las vigas son axialmente rígidas y las columnas totalmente flexibles. En consecuencia existe un corrimiento horizontal por piso y dos grados de libertad en cada nudo que son las componentes de desplazamiento vertical y rotacional como se indica a la derecha de la figura 14.

El dissipador de energía trabaja como un elemento de una armadura plana con una rigidez equivalente de la diagonal la misma que se obtiene en base a la geometría de los perfiles y la goma, de las propiedades de la goma. En Aguiar y

Beltrán (2007) se ilustra la forma de cálculo de la matriz de rigidez del elemento disipador y en Aguiar y Moroni (2007) se presenta el fundamento teórico.

En cada incremento de carga se obtiene el momento curvatura de las vigas y columnas de hormigón armado y se determina la rigidez a flexión

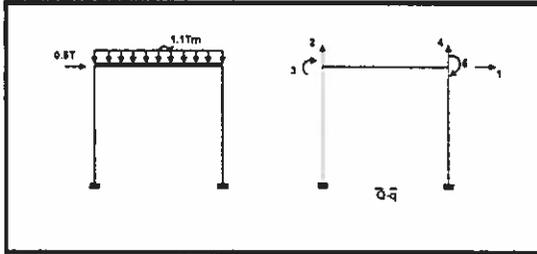


Figura 14 Cargas vertical, horizontal y sistema de coordenadas generalizadas.

El programa DISIPA genera una serie de archivos que están detallados en Aguiar (2002). Para dibujar la curva de capacidad sísmica resistente interesa el archivo denominado CAPACIDA.OUT ahí se encuentra en cada fila el desplazamiento horizontal y el cortante basal. En la figura 15 se indica la curva de capacidad sísmica obtenida.

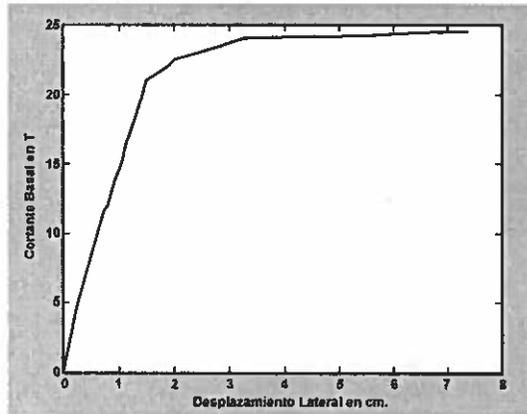


Figura 15 Capacidad sísmica resistente de estructura de un piso y un vano.

El archivo de datos para el ejemplo propuesto se indica a continuación.

### PÓRTICO DE UN PISO Y UN VANO CON DISIPADOR DE ENERGÍA VISCO ELÁSTICO

4 4 1 1 6 1 0 4  
2100000. 869483.2100. 0.002 0.000  
21000000.0 42000.0 64293.0 444635.7 0.01512

|   |     |     |
|---|-----|-----|
| 1 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 4.0 | 0.0 |
| 3 | 0.0 | 2.7 |
| 4 | 4.0 | 2.7 |

3

|   |   |      |      |      |      |      |
|---|---|------|------|------|------|------|
| 1 | 1 | 0.30 | 0.30 | 0.15 | 0.15 | 0.04 |
|   |   | 8.00 | 8.00 | 1.0  | 10.0 | 1.0  |
|   |   | 8.00 | 8.00 | 1.0  | 20.0 | 1.0  |
|   |   | 8.00 | 8.00 | 1.0  | 10.0 | 1.0  |

|   |   |      |      |      |      |      |
|---|---|------|------|------|------|------|
| 2 | 3 | 0.30 | 0.30 | 0.15 | 0.15 | 0.04 |
|   |   | 4.59 | 5.06 | 1.0  | 10.0 | 0.5  |
|   |   | 4.59 | 3.06 | 1.0  | 20.0 | 0.5  |
|   |   | 4.59 | 5.06 | 1.0  | 10.0 | 0.5  |

|   |   |       |      |      |     |        |   |   |   |   |     |
|---|---|-------|------|------|-----|--------|---|---|---|---|-----|
| 3 | 5 | 4.0   | 4.0  | 2.00 | 8.0 | 2.0    |   |   |   |   |     |
|   |   | 11.41 | 15.4 | 7.00 | 1.4 | 2400.0 |   |   |   |   |     |
|   |   | 1     | 1    | 3    | 1   | 1      | 2 | 1 | 1 | 1 |     |
|   |   | 2     | 3    | 4    | 2   | 0      | 0 | 0 | 0 | 3 | 1.1 |
|   |   | 4     | 1    | 4    | 3   | 0      | 0 | 0 | 0 | 5 |     |

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| 4 | 3 | 0 | 0 | 4 | 1 |

|   |      |      |      |   |
|---|------|------|------|---|
| 1 | 0.45 | 0.05 | 2.00 | 3 |
| 0 | 0    | 0    |      |   |
| 0 | 0    |      |      |   |

Cuando la estructura ingresa al rango no lineal ante el mismo incremento de carga lateral que se había venido dando a la estructura, se tienen desplazamientos laterales muy grandes y cuando la estructura se encuentra cerca del colapso es muy probable que ante el mismo incremento de carga la estructura es inestable y el programa reporta error. En este caso se debe disminuir o aumentar las cargas laterales que se aplican en cada piso.

Con el modelo de plasticidad de Giberson, el número ( 6 ) el programa se ejecuta bastante rápido, con los otros modelos de plasticidad la ejecución del programa es más lenta. Se recomienda trabajar con el modelo de plasticidad de Giberson en estructuras en las cuales se tiene suficiente refuerzo transversal y no van a fallar por corte.

### IV. COMPARACIÓN DE CURVAS DE CAPACIDAD SÍSMICA

En la figura 16 se indica la geometría del pórtico analizado, el mismo que tiene los disipadores de energía visco elásticos en las diagonales. Se deja al lector que numere los nudos, elementos, secciones tipo, cargas verticales, etc. En base al archivo de datos que a continuación se indica.

### PÓRTICO DE NUEVE PISOS Y TRES VANOS

40 81 18 9 6 3 0 22  
2100000. 869483. 2100. 0.002 0.000  
21000000.0 42000.0 64293.0 444635.7  
0.01512

|    |       |       |       |       |              |
|----|-------|-------|-------|-------|--------------|
| 4  | 12.0  | 0.0   |       |       |              |
| 37 | 0.0   | 27.0  |       |       |              |
| 40 | 12.0  | 27.0  | 1     | 4     | 1 37 40 4    |
| 8  |       |       |       |       |              |
| 1  | 1     |       |       |       |              |
|    | 0.50  | 0.50  | 0.20  | 0.20  | 0.04         |
|    | 13.14 | 13.14 | 1.0   | 10.0  | 1.0          |
|    | 13.14 | 13.14 | 1.0   | 20.0  | 1.0          |
|    | 13.14 | 13.14 | 1.0   | 10.0  | 1.0          |
| 2  | 1     |       |       |       |              |
|    | 0.45  | 0.45  | 0.20  | 0.175 | 0.04         |
|    | 10.65 | 10.65 | 1.0   | 10.0  | 1.0          |
|    | 10.65 | 10.65 | 1.0   | 20.0  | 1.0          |
|    | 10.65 | 10.65 | 1.0   | 10.0  | 1.0          |
| 3  | 1     |       |       |       |              |
|    | 0.40  | 0.40  | 0.175 | 0.175 | 0.04         |
|    | 8.04  | 8.04  | 1.0   | 10.0  | 1.0          |
|    | 8.04  | 8.04  | 1.0   | 20.0  | 1.0          |
|    | 8.04  | 8.04  | 1.0   | 10.0  | 1.0          |
| 4  | 1     |       |       |       |              |
|    | 0.30  | 0.30  | 0.175 | 0.15  | 0.04         |
|    | 6.16  | 6.16  | 1.0   | 10.0  | 1.0          |
|    | 6.16  | 6.16  | 1.0   | 20.0  | 1.0          |
|    | 6.16  | 6.16  | 1.0   | 10.0  | 1.0          |
| 5  | 3     |       |       |       |              |
|    | 0.30  | 0.40  | 0.25  | 0.25  | 0.04         |
|    | 4.52  | 7.70  | 1.0   | 10.0  | 0.5          |
|    | 3.39  | 3.08  | 1.0   | 20.0  | 0.5          |
|    | 4.52  | 7.70  | 1.0   | 10.0  | 0.5          |
| 6  | 3     |       |       |       |              |
|    | 0.30  | 0.35  | 0.20  | 0.20  | 0.04         |
|    | 4.62  | 10.05 | 1.0   | 10.0  | 0.5          |
|    | 4.21  | 3.08  | 1.0   | 20.0  | 0.5          |
|    | 4.62  | 10.05 | 1.0   | 10.0  | 0.5          |
| 7  | 3     |       |       |       |              |
|    | 0.25  | 0.30  | 0.15  | 0.15  | 0.04         |
|    | 4.62  | 7.70  | 1.0   | 10.0  | 0.5          |
|    | 5.34  | 3.08  | 1.0   | 20.0  | 0.5          |
|    | 4.62  | 7.70  | 1.0   | 10.0  | 0.5          |
| 8  | 5     |       |       |       |              |
|    | 4.0   | 4.0   | 2.00  | 8.0   | 2.0          |
|    | 11.41 | 15.4  | 7.00  | 1.4   | 2400.0       |
| 1  | 1     | 5     | 1     | 11    | 1 1 1 1      |
| 13 | 13    | 17    | 2     | 11    | 1 1 1 1      |
| 25 | 25    | 29    | 3     | 7     | 1 1 1 1      |
| 33 | 33    | 37    | 4     | 3     | 1 1 1 1      |
| 37 | 5     | 6     | 5     | 2     | 1 1 1 3 4.64 |
| 40 | 9     | 10    | 5     | 2     | 1 1 1 3 4.64 |
| 43 | 13    | 14    | 5     | 2     | 1 1 1 3 4.64 |
| 46 | 17    | 18    | 5     | 2     | 1 1 1 3 4.64 |
| 49 | 21    | 22    | 6     | 2     | 1 1 1 3 4.64 |
| 52 | 25    | 26    | 6     | 2     | 1 1 1 3 4.64 |
| 55 | 29    | 30    | 6     | 2     | 1 1 1 3 4.64 |
| 58 | 33    | 34    | 6     | 2     | 1 1 1 3 4.64 |
| 61 | 37    | 38    | 7     | 2     | 1 1 1 3 4.64 |
| 64 | 1     | 6     | 8     | 4     | 4 8 8 5      |
| 65 | 4     | 7     | 8     | 4     | 4 8 8 5      |
| 66 | 6     | 9     | 8     | 3     | 4 8 8 5      |

|    |    |   |   |    |   |
|----|----|---|---|----|---|
| 1  | 1  | 1 | 1 | 4  | 1 |
| 6  | 5  | 0 | 0 | 8  | 1 |
| 10 | 9  | 0 | 0 | 12 | 1 |
| 14 | 13 | 0 | 0 | 16 | 1 |
| 18 | 17 | 0 | 0 | 20 | 1 |
| 22 | 21 | 0 | 0 | 24 | 1 |
| 26 | 25 | 0 | 0 | 28 | 1 |
| 30 | 29 | 0 | 0 | 32 | 1 |
| 34 | 33 | 0 | 0 | 36 | 1 |
| 38 | 37 | 0 | 0 | 40 | 1 |

|   |      |      |      |    |
|---|------|------|------|----|
| 1 | 5.68 | 0.05 | 0.15 | 8  |
| 2 | 5.68 | 0.05 | 0.41 | 12 |
| 3 | 5.68 | 0.05 | 0.69 | 16 |
| 4 | 5.68 | 0.05 | 0.98 | 20 |
| 5 | 5.68 | 0.05 | 1.27 | 24 |
| 6 | 5.68 | 0.05 | 1.56 | 28 |
| 7 | 5.68 | 0.05 | 1.81 | 32 |
| 8 | 5.68 | 0.05 | 2.00 | 36 |
| 9 | 5.68 | 0.05 | 2.15 | 40 |
| 0 | 0    | 0    |      |    |
| 0 | 0    |      |      |    |

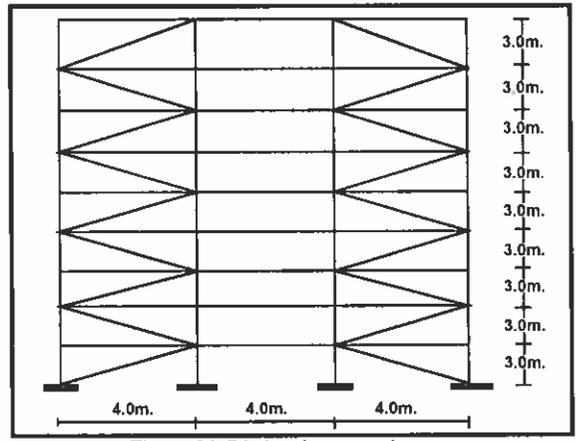


Figura 16 Pórtico de nueve pisos con disipadores de energía viscoelásticos.

Debido a que las luces son iguales y las alturas de entrepiso también lo son, en lugar de indicar las coordenadas de cada uno de los nudos, se ha generado automáticamente a partir de la información de cuatro nudos, como se aprecia en el archivo de datos.

El archivo de datos indicado corresponde al caso en que el espesor de la goma es de dos centímetros. Para las curvas de capacidad sísmica que se indican a continuación se ejecutó el programa DISIPA varias veces, para los diferentes casos requeridos y luego en MATLAB se obtuvieron las figuras que se indican a continuación.



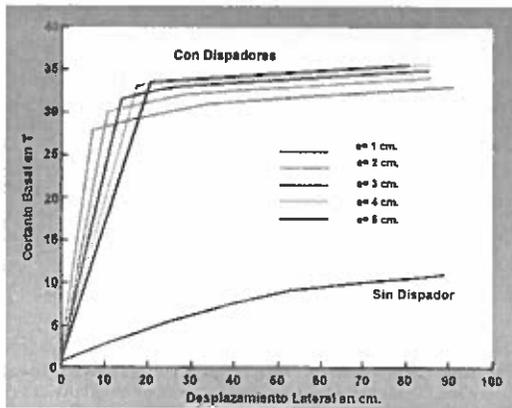


Figura 17 Capacidad Sísmica resistente de la estructura con y sin disipadores.

En la figura 17 se presentan las curvas de capacidad sísmica resistente, de la estructura sin disipadores de energía que es la curva inferior y de las estructuras con disipadores de energía que son las curvas superiores. Se ha variado exclusivamente el espesor de la goma del disipador.

La pendiente de la curva inicial, representa la rigidez de la estructura, con esta acotación, se observa en la figura 17 que la estructura sin disipadores tiene poca rigidez y que la rigidez varía en forma inversa al espesor de la goma, en otras palabras que la mayor rigidez se halla para un espesor de goma de 1 cm., y conforme crece este espesor la rigidez disminuye. Disminuye la rigidez pero se incrementa el amortiguamiento.

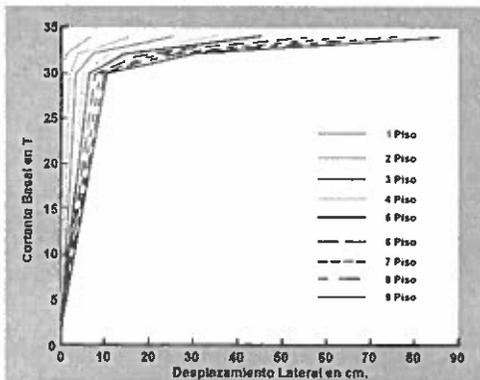


Figura 18 Capacidad sísmica en cada piso de la estructura con disipadores de 2 cm. de espesor.

En la figura 18, se muestra el desplazamiento lateral en cada piso en función del cortante basal. De tal manera que cuando se aplica la Técnica del Pushover, normalmente se trabaja únicamente con la curva que relaciona el cortante basal con el desplazamiento lateral máximo en el tope pero además de ello se tiene el desplazamiento lateral en cada piso.

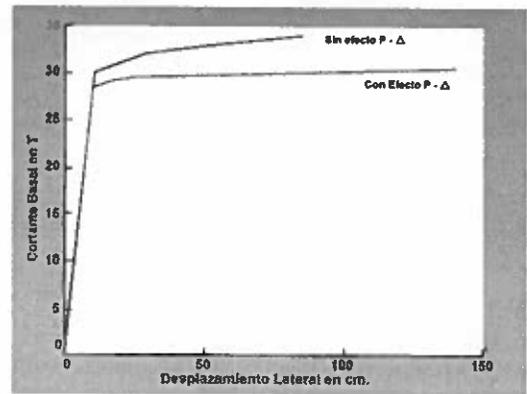


Figura 19 Capacidad sísmica resistente en estructura con disipadores de 2 cm., de espesor. Considerando y sin considerar el efecto  $P-\Delta$

En estructuras esbeltas, como la que se está analizando, es importante encontrar la curva de capacidad sísmica resistente considerando el efecto  $P-\Delta$ . En la figura 19 se aprecia que la curva de capacidad sísmica tiene menor cortante basal, cuando se considera el efecto  $P-\Delta$ .

De ahí que se recomienda considerar este efecto especialmente en edificios altos y esbeltos.

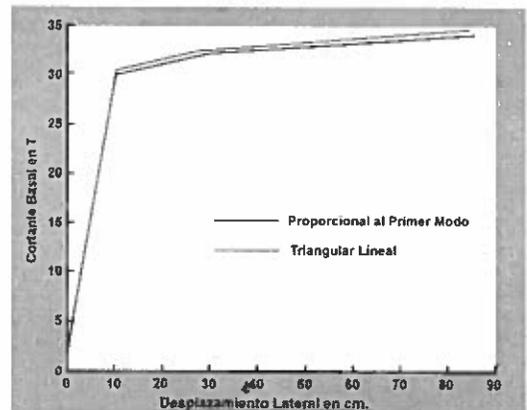


Figura 20 Variación de las curvas de capacidad de acuerdo a la forma de aplicación de las cargas.

Se obtuvo la curva de capacidad sísmica resistente en la estructura con disipadores de energía con goma de 2 cm., de espesor, con el mismo modelo de plasticidad pero aplicando dos tipos de cargas laterales en cada uno de los pisos. En la primera las cargas se aplicaron en forma proporcional al primer modo de vibración y en la segunda las cargas se aplicaron en forma lineal y con una variación triangular. En la figura 20 se aprecian las dos curvas de capacidad sísmica resistente que se obtienen con las dos distribuciones de carga y se aprecia que son diferentes.

De tal manera que las curvas de capacidad sísmica resistente es función del patrón de cargas que se aplican, algunos investigadores recomiendan que se apliquen las cargas en forma proporcional al primer modo de vibración.

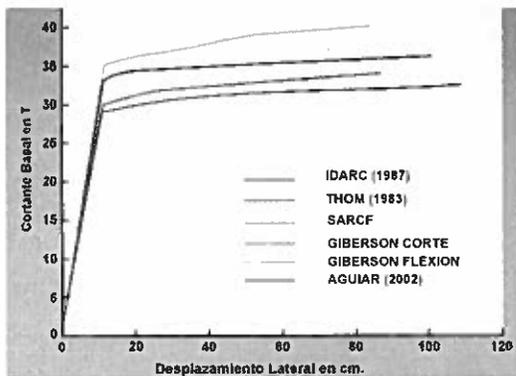


Figura 21 Variación de las curvas de capacidad sísmica en función del modelo de plasticidad.

Las curvas de capacidad sísmica resistente dependen del modelo de plasticidad que se utilice como se observa en la figura 21, esto es fundamental tenerlo en cuenta. Las columnas de la estructura analizada están conformadas por estribos dobles de 10 mm., de diámetro y las vigas por estribos del mismo diámetro, en este caso no se va a producir primero la falla por corte que la de flexión, razón por la cual el modelo de Thom aparentemente no influye mayormente pero en estructuras en que tienen deficiencia de armadura transversal es importante que sean analizadas con el modelo de Thom.

Lo fundamental es que el lector conozca que la curva de capacidad sísmica resistente depende del modelo de plasticidad y que es necesario profundizar en el estudio de estos modelos, para saber en que caso se debe utilizar un determinado modelo.

**V. CONCLUSIONES**

Se aspira que el lector pueda utilizar con propiedad el programa DISIPA que permite obtener la curva de capacidad sísmica resistente en pórticos planos con disipadores de energía visco elásticos, el manual de uso del programa y los ejemplos desarrollados ayudan a conocer la entrada de datos, el comportamiento de estructuras con disipadores y sin disipadores, la importancia de la selección adecuada del modelo de plasticidad y de las cargas aplicadas en cada piso. la necesidad de considerar o no el efecto . En definitiva se aspira a que con el desarrollo de los ejemplos el lector conozca más sobre la curva de capacidad sísmica resistente.

**OBSERVACIÓN**

Si el lector desea una copia del programa sin costo debe escribir al autor.

**REFERENCIAS**

1. Aguiar R., y Beltrán J., (2007), "Obtención de la matriz de rigidez, paso a paso, de una estructura con disipadores de energía visco elásticos", XIX Jornadas Nacionales de Ingeniería Estructural Universidad Nacional

2. Aguiar R., y Moroni M., (2007), "Disipadores de energía visco elásticos a base de goma", Centro de Investigaciones Científicas. Escuela Politécnica del Ejército, En preparación, Quito, Ecuador.

3. Aguiar R., (2003), "Análisis Sísmico por Desempeño, Centro de Investigaciones Científicas, Escuela Politécnica del Ejército, 340 p., Quito, Ecuador.

4. Aguiar R., (2002), "Sistema de computación CEINCI3 para evaluar daño sísmico en los Países Bolivarianos, Centro de Investigaciones Científicas. Escuela Politécnica del Ejército, 302 p., Quito, Ecuador.

5. Chopra A. and Goel R. (1999), "Capacity-demand-diagram methods for estimating deformation of inelastic structures: SDF systems", Pacific Earthquake Engineering Research Center, Rep. No PEER 1999/02, University of California, Berkeley, California.

6. Chopra A. and Goel R. (2000), "Evaluation of NSP to Estimate Seismic Deformation: SDF systems", Journal of Structural Engineering ASCE, 126(4), 482-490.

7. Chopra A. and Goel R. (2002), "A modal pushover analysis procedure for estimating seismic demands for buildings", Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol 31, 561-582.

8. Freeman S. A., Nicoletti J. P., and Tyrell J. V., "Evaluation of existing buildings for seismic risk - A case study of Puget Sound Naval Shipyard, Bremerton, Washington", Proceedings of the 6th U. S. National Conference on Earthquake Engineering, Seattle, 1975.

9. Freeman S. A., "Prediction of response of concrete buildings to severe earthquake motion", American Concrete Institute, SP-55, 585-605, Detroit, 1978.

10. Kent D. and Park R. (1971), "Flexural members with confined concrete", Journal of Structural Engineering ASCE, 97 ST7, 1969-1990.

11. Park R., Priestley M., Gill W. D., (1982), "Ductility of Square Confined Concrete Columns", Journal of Structural Division, ASCE, 108(4), 929-950.

12. Satyarno I. (2000), "Adaptive pushover analysis for the seismic assessment of older reinforced concrete buildings", Ph.D Tesis, Department of Civil Engineering, University of Canterbury, 260 p, 2000.



# RESPUESTA DE FILTROS DIGITALES BÁSICOS EN EL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Eddie E. Galarza Z.

Departamento de Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga  
Quijano y Ordóñez y Márquez de Maenza S/N Latacunga, Ecuador,  
email : egalarza@lta.espe.edu.ec, egalarza@ieec.org

**Resumen.-** Muchos de los sistemas existentes, basan su análisis en señales que consideran a una variable independiente que generalmente es el tiempo y en otra variable dependiente que es el nivel de la variable que se requiere examinar. Una variación que cambia este paradigma, considera a las imágenes digitales, en las cuales existen dos variables independientes que corresponden ya no al tiempo, sino a la ubicación o posición dentro de un sistema de coordenadas, y que adicionalmente toma como variable dependiente a un nivel que representa la intensidad de un píxel en valores desde un mínimo, que representan a niveles de baja luminosidad hasta un máximo que representa un nivel altamente claro.

Para el procesamiento de señales con una sola variable de entrada, la salida depende de una transformación que se realiza sobre la misma y que depende de la función de transferencia que presenta la respuesta impulsiva unitaria, dependiente de una sola variable que en el caso del procesamiento digital es un entero que incrementa su valor en uno, en función del tiempo. En el caso del procesamiento de imágenes, la función de transferencia depende también de una función impulsiva unitaria que en este caso considera dos variables, así mismo entero, pero no dependiente del tiempo sino de la posición.

Este trabajo analiza la respuesta tanto en frecuencia como en el dominio espacial de las imágenes que procesa el sistema diseñado para esta labor que se realiza utilizando el programa MATLAB.

## I. INTRODUCCIÓN

Los sistemas físicos que encontramos en la naturaleza, están definidos por variables que llevan información sobre las características de los mismos. Estas variables son funciones que pueden variar en el tiempo y que se las conoce como señales. Las señales en el tiempo son funciones matemáticas que pueden tener una o más variables independientes.

Los campos de la ciencia y de la ingeniería están formados de todo tipo de señales que se aplican a imágenes que se generan desde el remoto espacio, voltajes generados por el corazón y el cerebro, repeticiones del radar y del sonar, vibraciones sísmicas y muchas otras más[1].

El procesamiento digital de señales (DSP) está relacionado con la representación de señales en

forma digital y con el procesamiento de estas señales y la información que ellas llevan. A pesar que el DSP comenzó a tomar fuerza a partir de los 60's, algunas de las más importantes y poderosas técnicas de procesamiento que se utilizan en la actualidad, pueden ser revisadas y analizadas en estudios que se presentaron cientos de años atrás. A partir de los años 70's, cuando se presentaron los primeros circuitos integrados DSP, la evolución y crecimiento de esta ciencia ha presentado crecimientos dramáticos [2].

El procesamiento digital de señales se diferencia de otras áreas de las ciencias de la computación debido a que utiliza como datos únicamente a señales. Las señales con las que trabaja el procesamiento de señales se originan en el mundo real, como por ejemplo los sonidos que produce la voz o la música, las imágenes fijas o en movimiento, las vibraciones sísmicas, etc. Este procesamiento digital de las señales trata con las matemáticas y la serie de algoritmos que resuelve los problemas mediante el uso del computador, para producir resultados que permiten el uso tecnológico que se encuentra presente en nuestros días [3].

Las imágenes corresponden a descripciones de cómo ciertos parámetros varían sobre una superficie. Las imágenes visuales estándares se producen debido a las variaciones de la intensidad de la luz en un plano bidimensional. La luz no es el único parámetro considerado en el análisis científico de las imágenes. Una imagen puede ser obtenida a partir de la temperatura que produce un circuito integrado, la velocidad de la sangre en las arterias de una persona enferma, de la emisión de rayos X de una galaxia que se encuentra muy distante por ejemplo, del movimiento que se genera durante un movimiento de la tierra debido a un terremoto. Todas estas imágenes pueden ser convertidas en imágenes convencionales, de tal manera que puedan ser evaluadas mediante el ojo humano [4].

El procesamiento digital de imágenes comprende un grupo amplio de elementos de hardware, software y principios teóricos. El primer paso en el proceso de adquisición de las imágenes, consiste en obtener la imagen digital, lo que requiere de un sensor de imágenes y de la capacidad de digitalizar la información que adquiere el sensor. Después de adquirir la imagen, lo que debe realizarse consiste en realizar un preprocesamiento el cual trata de mejorar la imagen en formas que incrementa las



El siguiente paso corresponde a la segmentación que consiste en dividir una imagen en sus partes constitutivas u objetos con la finalidad de obtener información específica sobre estos elementos. La salida que presenta el estado de la segmentación es la representación y descripción, etapa en la cual se convierten los datos en una forma adecuada para el procesamiento por parte de un sistema computacional.

La última etapa corresponde al reconocimiento e interpretación. El reconocimiento es el proceso que asigna una etiqueta a un objeto, basado en la información dada por sus descriptores. Por su parte la interpretación corresponde a la asignación de significado al conjunto de objetos ya obtenidos. La figura 1, representa los pasos fundamentales en el procesamiento digital de imágenes [5].

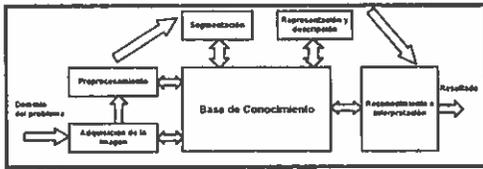


Figura 1: Pasos fundamentales en el procesamiento digital de imágenes

El requerimiento básico para el procesamiento computacional de las imágenes, es que las imágenes se presenten en formato digital, es decir que se presenten como un arreglo de palabras binarias de longitud finita, para poder realizar la digitalización la imagen debe ser muestreada en una "grilla", y cada muestra o pixel (unidad básica de la representación de las imágenes) es cuantizado utilizando un número finito de bits. La imagen que se encuentra ya digitalizada, puede ser por lo tanto, procesada por el computador. Para poder presentar en una pantalla una imagen digital, se debe convertir inicialmente a una señal analógica la cual es escaneada sobre la pantalla [6].

Un método común para el muestreo de imágenes, es el de escanear fila a fila y tomar cada uno de estos valores.

En el procesamiento de las imágenes, las señales que se consideran son discretas en el espacio. Una señal discreta en el espacio bidimensional, se denotará mediante una función cuyos argumentos son enteros. En  $x(n_1, n_2)$ , se representa una secuencia la cual es definida para todos los valores enteros de  $n_1$  y  $n_2$ . Debe notarse que en  $x(n_1, n_2)$ , para valores de  $n_1$  y  $n_2$  que no son enteros, el valor no es cero, sino es indefinido. La notación  $x(n_1, n_2)$ , puede referirse ya sea a una función de  $x$  discreta en el espacio o el valor de la función  $x$  en un punto específico  $(n_1, n_2)$ . La figura 2, presenta una secuencia bidimensional  $x(n_1, n_2)$ , las alturas en estos puntos representa la amplitud en  $(n_1, n_2)$  [7]

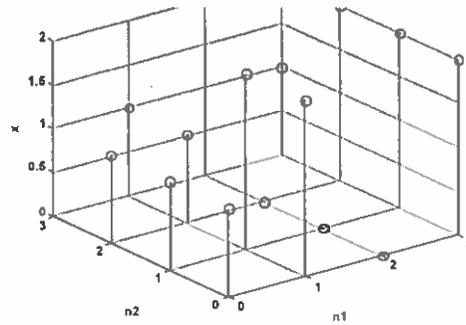


Figura 2.: Representación de una secuencia bidimensional  $x(n_1, n_2)$

## II. MATEMÁTICA DEL PROCESAMIENTO DIGITAL

Para un sistema lineal e invariante al desplazamiento se puede expresar la salida  $y(n_1, n_2)$ , para una entrada  $x(n_1, n_2)$ , de la forma:

$$y(n_1, n_2) = T[x(n_1, n_2)] =$$

$$= T \left[ \sum_{k_1=-\infty}^{\infty} \sum_{k_2=-\infty}^{\infty} x(k_1, k_2) \delta(n_1 - k_1, n_2 - k_2) \right] =$$

$$= \sum_{k_1=-\infty}^{\infty} \sum_{k_2=-\infty}^{\infty} x(k_1, k_2) T[\delta(n_1 - k_1, n_2 - k_2)]$$

A partir de la ecuación 1, se puede determinar que un sistema lineal puede ser completamente caracterizado por la respuesta del sistema al impulso  $(n_1, n_2)$  y sus desplazamientos  $(n_1 - k_1, n_2 - k_2)$ .

Se debe notar que cualesquier secuencia estable  $x(n_1, n_2)$ , puede obtenerse mediante la combinación apropiada de exponenciales complejas de la forma  $X(w_1, w_2) e^{jw_1 n_1} e^{jw_2 n_2}$ . La función  $X(w_1, w_2)$ , la cual representa las amplitudes asociadas con las exponenciales complejas  $e^{jw_1 n_1} e^{jw_2 n_2}$ , puede ser obtenido a partir de  $x(n_1, n_2)$ . Las relaciones entre  $x(n_1, n_2)$  y  $X(w_1, w_2)$  están dadas por las ecuaciones 3.a y 3.b

$$X(w_1, w_2) = \sum_{n_1=-\infty}^{\infty} \sum_{n_2=-\infty}^{\infty} x(n_1, n_2) e^{-jw_1 n_1} e^{-jw_2 n_2} \quad (3.a)$$

$$x(n_1, n_2) = \frac{1}{(2\pi)^2} \int_{w_1=-\pi}^{\pi} \int_{w_2=-\pi}^{\pi} X(w_1, w_2) e^{jw_1 n_1} e^{jw_2 n_2} dw_1 dw_2 \quad (3.b)$$

La amplitud  $X(w_1, w_2)$  se asocia con las exponenciales  $e^{jw_1 n_1} e^{jw_2 n_2}$  y puede ser determinado a partir de  $x(n_1, n_2)$ . A la función  $X(w_1, w_2)$  se le conoce como la transformada de Fourier discreta espacial o transformada de Fourier de  $x(n_1, n_2)$ . [7]

## III. PROCEDIMIENTO

Para realizar este trabajo, se procedió a adquirir varias imágenes, de las cuales se seleccionó una de ellas la cual fue convertida a blanco y negro. Esta conversión se la realizó debido a que en el análisis se debe determinar en forma visual los



efectos del procesamiento, lo cual es difícil establecer en imágenes a colores en las que existen tres matrices de intensidad en función de las coordenadas bidimensionales y la influencia de una de ellas determina una visualización incorrecta de la imagen, pero que su efecto individual puede utilizarse posteriormente para el resultado final deseado.

Con la imagen obtenida, se procedió a aplicar en el programa diseñado para este trabajo, el cual fue realizado utilizando el software MATLAB. Se analizaron diferentes casos, los cuales fueron determinados considerando condiciones que se probaron mediante la prueba y observación, y tomando aquellas que presentaron condiciones especiales para este trabajo. Luego del procesamiento por el programa realizado, se procedió a presentar los resultados que se indican como parte de lo aquí presentado.

#### IV. RESULTADOS OBTENIDOS

La imagen bajo análisis se presentan en la figura 3.



Figura 3. Fotografía considerada para el análisis

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Para la respuesta impulsiva:

$$h(n_1, n_2) = 2\delta(0, 1) + 2\delta(-1, 0) + 4\delta(0, 0) + 2\delta(1, 0) + \delta(0, -1)$$

La respuesta en frecuencia al impulso unitario se presenta en la figura 4, mientras que la imagen obtenida se presenta en la figura 5

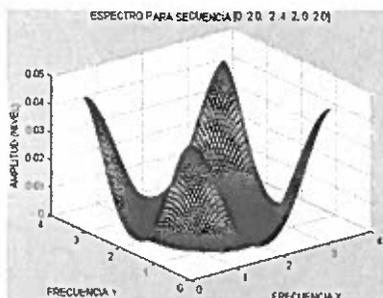


Figura 4. Respuesta del filtro al impulso de la ecuación 4



Figura 5. Imagen obtenida al procesar la imagen de la figura 3 mediante el impulso de la ecuación 4.

Para la respuesta impulsiva:

$$h(n_1, n_2) = -2\delta(0, 1) - 2\delta(-1, 0) + 8.1\delta(0, 0) - 2\delta(1, 0) - 2\delta(0, -1)$$

La respuesta en frecuencia al impulso unitario se presenta en la figura 6, mientras que la imagen obtenida se presenta en la figura 7

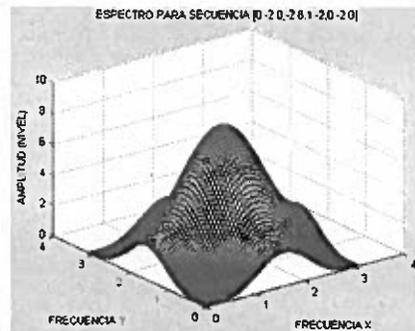


Figura 6. Respuesta del filtro al impulso de la ecuación 5.

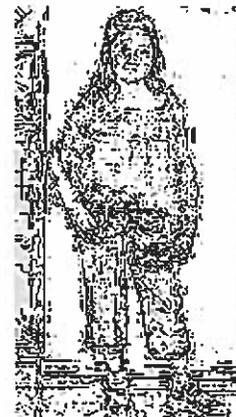


Figura 7. Imagen obtenida al procesar la imagen de la figura 3 mediante el impulso de la ecuación 5 y binarización de la imagen.

Para la respuesta impulsiva:

$$h(n_1, n_2) = \delta(0, 1) + \delta(1, 1) + \delta(0, 0) + 2\delta(1, 0)$$

La respuesta en frecuencia al impulso unitario se presenta en la figura 8, mientras que la imagen obtenida se presenta en la figura 9.

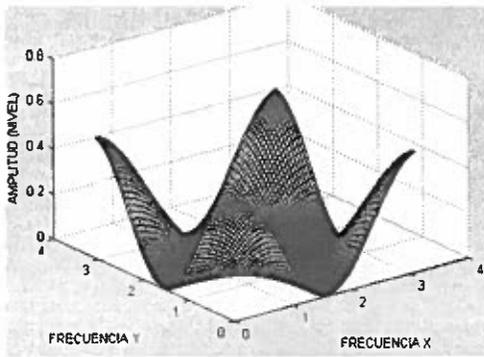


Figura 8. Respuesta del filtro al impulso de la ecuación 6.



Figura 9. Imagen obtenida al procesar la imagen de la figura 3 mediante el impulso de la ecuación 6.

## V. CONCLUSIONES

- En el procesamiento digital de imágenes, se consideran variables independientes espaciales, que son diferentes a las variables independientes temporales que se considera en la mayoría de los casos del procesamiento digital.
- La respuesta que se obtiene para cada caso de procesamiento depende de la respuesta impulsiva unitaria, la cual puede ser manipulada de acuerdo a los intereses que se quiera dar para obtener los resultados deseados.
- Una herramienta muy importante en el procesamiento es el programa MATLAB, el cual permite en forma no compleja obtener los resultados obtenidos de este trabajo.
- Existen técnicas de diseño de filtros para el procesamiento de imágenes los cuales pueden ser utilizados para obtener los resultados deseados pero que no es parte de este trabajo.

- [1]. Eddie E. Galarza. Sistemas de bancos de filtros uniformes para el análisis espectral y síntesis del sonido producido por el instrumento musical zampoña. Revista Ciencia. Escuela Politécnica del Ejército, Vol. 8, No. 1, 2005
- [2]. Hayes Monson. Digital Signal Processing. McGraw Hill. New York. 1999.
- [3]. Eddie E. Galarza. Diseño de filtros digitales pasabajos mediante el muestreo de la frecuencia. Revista Infociencia Escuela Politécnica del Ejército Latacunga. Vol. 1 No.1, 2006.
- [4]. Steven Smith. Digital Signal Processing. A practical guide for engineers. Newness Publications, Burlington 2003.
- [5]. Gonzales Rafael y Richard Woods. Digital Image Processing. Adisson Wesley. Boston. 1993
- [6]. Anil Jain. Fundamentals of digital image processing. Prentice Hall, Londres 1989.
- [7]. Jae Lim. Two dimensional signal and image processing. Simon and Shubster. New Jersey, 1990.

# LAS VIBRACIONES EN EL CIGÜEÑAL DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

Luis Antonio Mena Navarrete

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica  
Escuela Politécnica del Ejército, Latacunga, Ecuador

**RESUMEN.**- En los cigüeñales de los motores de combustión interna existen vibraciones torsionales producidas por fuerzas tangenciales aplicadas a este elemento del motor, estas vibraciones son consecuencia de la elasticidad torsional del árbol. Para contrarrestarlas existen distintos métodos, siendo el más común, la instalación de amortiguadores de goma o dämpers que crean una frecuencia equivalente que se opone a la real.

## I. INTRODUCCIÓN.

Sobre cada manivela del cigüeñal del motor actúan fuerzas, tangenciales  $T$  (o momentos torsionales  $M_t$ ) y normales  $Z$  (véase la fig. 1), que varían en magnitud y signo. El período de sus

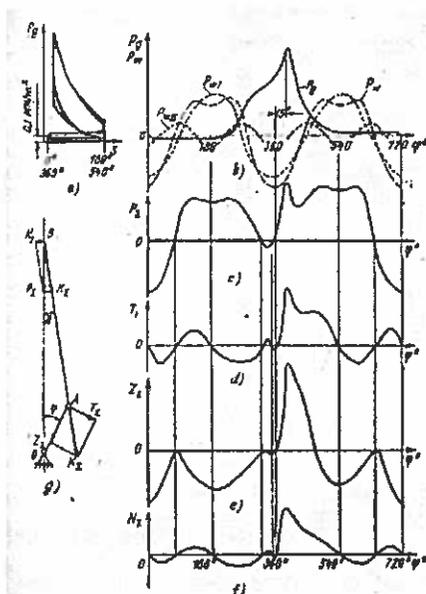


Fig. 1.- Diagrama de las fuerzas que actúan en el mecanismo biela y manivela.

variaciones en los motores de cuatro tiempos es igual a dos vueltas del cigüeñal, y en los motores de dos tiempos, igual a una vuelta. Estas fuerzas provocan en cada manivela del cigüeñal deformaciones periódicas, continuamente variables, de torsión (debidas a las fuerzas  $T$  o a los momentos  $M_t$ ) y de flexión (producidas por las fuerzas  $Z$ ), que excitan en el cigüeñal del motor, lo mismo que en cualquier sistema mecánico elástico con masas materiales, se presentan vibraciones periódicas.

## II. DESARROLLO GENERAL.

Las fuerzas tangenciales provocan vibraciones torsionales, y las normales, vibraciones de flexión.

Los cigüeñales de los motores de automóvil las más peligrosas son las vibraciones torsionales, aunque las de flexión también pueden ocasionar en ciertas estructuras la rotura del cigüeñal.

Las vibraciones torsionales son peligrosas no sólo para las piezas del mecanismo de biela y manivela, sino también para todas las transmisiones mecánicas, unidas elásticamente con el cigüeñal. Por esto, cuando se proyectan motores con transmisiones mecánicas, se calcula la resistencia de todo el sistema (motor - transmisión) a las vibraciones torsionales.

Se llaman vibraciones torsionales las variaciones periódicas provocadas por las fuerzas tangenciales aplicadas al cigüeñal de un motor: estas vibraciones son consecuencia de la elasticidad torsional del árbol.

Para simplificar el cálculo, el sistema torsional real se sustituye por uno equivalente (Fig. 1 a y b). Este último es un árbol de diámetro constante, exento de masa, en el que van montados unos discos (masas concentradas), con momentos de inercia  $J_1, J_2, \dots$ , que sustituyen las masas ligadas al cigüeñal.

Los sistemas real y equivalente tienen la misma frecuencia de vibraciones propias (libres) y las formas de estas vibraciones casi coinciden exactamente.

Se da el nombre de frecuencia de las vibraciones propias del sistema del árbol a la frecuencia con que oscila dicho sistema, sacado de equilibrio, sin que influyan en él fuerzas exteriores.

El sistema de un árbol con  $k$  discos posee  $k-1$  frecuencias de vibraciones propias. Si el sistema se saca de equilibrio de una forma arbitraria (por ejemplo, torciendo el árbol, sujetándolo por sus extremos, y soltándolo después), aparecen simultáneamente vibraciones propias de diversas frecuencias que se superponen unas a otras.

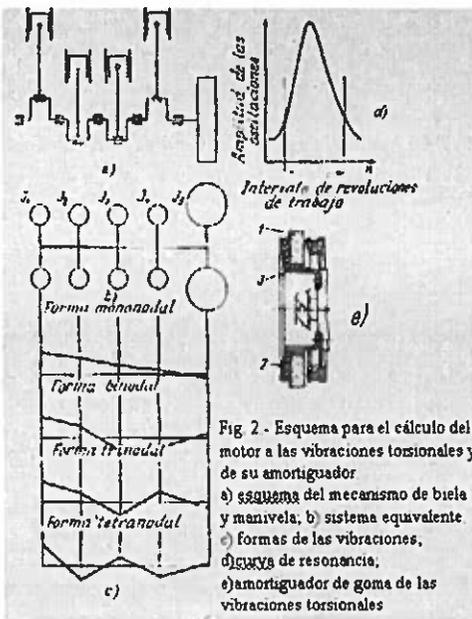


Fig 2 - Esquema para el cálculo del motor a las vibraciones torsionales y de su amortiguador  
 a) esquema del mecanismo de biela y manivela, b) sistema equivalente  
 c) formas de las vibraciones, d) curvas de resonancia, e) amortiguador de goma de las vibraciones torsionales

Se llama amplitud de las vibraciones (en radianes o en grados) el ángulo de desviación máximo del disco que oscila, con respecto a la posición de equilibrio.

Se llama forma de vibraciones la gráfica de las desviaciones, en amplitud, de las masas con respecto a la posición de equilibrio a lo largo del árbol equivalente (Fig. 2, c).

A cada frecuencia de las vibraciones propias le corresponde una forma determinada de vibraciones. Las secciones del árbol que durante las vibraciones no se desvían de la posición de equilibrio se llaman nodos o nudos de vibraciones.

La forma de las vibraciones se designan por el número de nodos (forma monodal, binodal, etc.). Para un sistema de k masas, la forma con la frecuencia de vibración mas elevada tiene k - 1 nodos.

Algunas de las vibraciones libres de las masas en el árbol, para una forma dada, pueden ser armónicas, en este caso la deformación del árbol puede ser directamente proporcional al momento aplicado. Si en el árbol va montado un acoplamiento con elementos de goma (muelles previamente comprimidos, etc.) y el ángulo de torsión es función no lineal del momento, las vibraciones del sistema no serán armónicas.

El momento de torsión que hace que gire el cigüeñal se puede considerar, aplicando los métodos del análisis armónico, como compuesto por una suma de momentos sinusoidales (armónicas) de frecuencia, amplitud y fase distintas.

correspondiente a una vuelta del árbol de un motor se llama orden de la armónica.

Como el período fundamental del momento de torsión en el motor de cuatro tiempos es igual a dos vueltas, las armónicas, obtenidas del análisis armónico del momento de torsión, con períodos 1,2,3 ... se designan como armónicas de orden  $\frac{1}{2}, 1, 1\frac{1}{2}, \dots$ ; para los motores de dos tiempos no existen órdenes fraccionarios.

Las vibraciones forzadas del sistema del árbol debidas a la acción del momento de torsión se consideran como una suma de oscilaciones armónicas producidas por armónicas de distintos órdenes.

Se llaman vibraciones de resonancia las producidas por la acción de una armónica de cualquier orden cuya frecuencia es igual a la de las vibraciones propias del sistema. Las vibraciones fuertes (forzadas) del sistema que se originan con la resonancia toman una forma que prácticamente coincide con la de las vibraciones propias de la correspondiente frecuencia. Por esto se distinguen resonancias monodales, binodales, etc., que se consideran como resultado de la acción de las fuerzas excitantes y que se designan como resonancia de la armónica de orden  $\frac{1}{2}$ , resonancia de la armónica de orden  $4\frac{1}{2}$ , etc.

El número de revoluciones del motor con el cual aparece la resonancia se llama número de revoluciones de resonancia (Fig. 2, d).

Las resonancias de las vibraciones torsionales en el intervalo de revoluciones de trabajo del cigüeñal del motor, además de no ser convenientes, en una serie de casos son intolerables.

Cuando el motor funciona con régimen de resonancia se observa lo siguiente:

1. El funcionamiento del motor va acompañado de una intensificación del golpeteo y de las vibraciones tanto del propio motor como de su base; con la particularidad de que en la carrocería del automóvil también se sienten vibraciones considerables. Al aumentar o disminuir las revoluciones del cigüeñal el golpeteo desagradable y las vibraciones del motor disminuyen o desaparecen por completo.
2. Se calientan algunas zonas del cigüeñal. Este fenómeno se produce con más frecuencia en los árboles de accionamiento de los motores estacionarios si la energía de las vibraciones torsionales se invierte en trabajo de

rozamiento interno (intermolecular).

3. Disminuye la potencia del motor cuando aumenta el número de revoluciones del cigüeñal. Esto se explica por la existencia, en el sistema de este último, de vibraciones torsionales, con las cuales cierta parte de la potencia del motor se gasta en el trabajo interno de rozamiento intermolecular, así como en el trabajo de rozamiento externo que se produce con estas vibraciones y con las vibraciones del motor en su conjunto.

Los procedimientos de eliminación de las vibraciones pueden ser diversos. Entre ellos figuran:

- ❖ El aumento o la disminución de la frecuencia de las vibraciones propias del sistema variando la estructura del motor (aumentando o disminuyendo las masas móviles o la rigidez de las zonas entre dichas masas).
- ❖ La variación del trabajo de los momentos excitadores eligiendo otro orden de funcionamiento del motor.
- ❖ La colocación de dispositivos especiales (amortiguadores o dämpers) para amortiguar las vibraciones torsionales. Las primeras dos medidas para combatir las vibraciones torsionales ofrecen posibilidades muy limitadas, la tercera es universal. Los amortiguadores de vibraciones torsionales se pueden dividir en tres grupos:
  - ❖ Dispositivos que absorben la energía que comunica el momento excitador, con lo

que disminuye la amplitud de las vibraciones; a este grupo pertenecen los amortiguadores de fricción en seco, los hidráulicos y los de choque.

- ❖ Dispositivos que equilibran el momento excitador o que modifican la frecuencia del sistema sin disipar la energía; a ellos corresponden las masas adicionales sobre muelle (amortiguador dinámico, dispositivos que desconectan las masas del volante cuando se acerca la resonancia, acoplamientos, amortiguadores pendulares).
- ❖ Dispositivos mixtos, cuya acción se usa en parte en la variación de la rigidez del sistema o en el equilibrio del momento excitador, y en parte en la disipación de la energía: amortiguadores de goma, amortiguadores dinámicos con resortes, etc.

En los motores de automóvil se utilizan mucho los amortiguadores de goma para las vibraciones torsionales.

### III. RECOMENDACIONES

Se recomienda tener un conocimiento previo a cerca de motores y sus componentes

### IV. REFERENCIAS

ALONSO, José "Técnicas del automóvil" Motor séptima edición. Madrid, 2002.

# PROCESO DE ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DE SOFTWARE ING. EDISON ESPINOSA GALLARDO MSc(I.S.)

Ing. Edison Espinosa  
Departamento de Eléctrica y Electrónica  
Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga

**Resumen.-** El presente artículo trata sobre el proceso de Especificación de Requisitos de Software, el cual define un conjunto de actividades a ser realizadas por los diferentes actores que participan en el proceso, a fin de obtener un documento que satisfaga los requerimientos del futuro usuario del Sistema.

## I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo trata sobre el Proceso de Especificación de Requisitos de Software, para lo cual define un conjunto de actividades que deben ser realizadas utilizando un conjunto de métodos, técnicas y herramientas muy aplicadas en los diferentes paradigmas del desarrollo de software.

La aplicación de técnicas de desarrollo de software, complementadas a las tradicionales que permiten la obtención de conocimiento de un problema, hace posible la creación de instrumentos que permiten la obtención del documento de especificación de requisitos, producto fundamental para el éxito de construcción de un sistema.

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Según F.P. Brooks, 1977. autor de "The Mythical Man-Month", indica que, "Lo más difícil en la construcción del software es decidir precisamente que construir", "No existe tarea con mayor capacidad de lesionar al sistema como una mala especificación de requisitos de software", ninguna otra tarea es tan difícil de rectificar a posteriori, por cuanto esta afecta a todo el sistema".

En la parte formal se han establecido un conjunto de métodos, técnicas orientadas al correcto levantamiento, validación, negociación y digitalización de requisitos, su proceso esta establecido, y se aplica en empresas que lideran el desarrollo de software tanto nacionales como internacionales.

El presente documento establece un conjunto de actividades a ser ejecutadas para un correcto proceso de Especificación de Requisitos, de hecho utilizaremos técnicas y métodos ya conocidos, y que se aplican en los diferentes paradigmas de desarrollo de software.

Se han establecido como actividades las siguientes:

- 1.- Obtención del conocimiento.
- 2.- Modelamiento Conceptual.
- 3.- Validación de Requisitos.
- 4.- Negociación de Requisitos.
- 5.- Documento de Especificación de requisitos.
- 6.- Gestión de Requisitos

**1.- Obtención del conocimiento.-** En esta actividad están involucrados el cliente (Usuario final del sistema) y el ingeniero de sistemas, su principal objetivo es obtener toda la información necesaria para poder comprender el dominio del problema, para lo cual utilizaremos las técnicas de encuestas, entrevista, observación, análisis de casos entre las más utilizadas. Estas generarán un conjunto de instrumentos que son indispensables para obtener información, siempre tomando en cuenta que se deberá planificar, ejecutar, validar y actualizar en función de los objetivos que plantee la técnica. la salida de esta actividad es un documento preliminar de requisitos.

**2.- Modelamiento Conceptual.-** El responsable de esta actividad es el Ingeniero de Sistemas, esta actividad tiene como objetivo generar un conjunto de diagramas que permitan consolidar el conocimiento del dominio del problema.

La entrada es el documento preliminar de requisitos, en esta actividad debemos realizar tres tareas que se detalla a continuación.

- 2.1. Determinar los conceptos del problema y sus relaciones.
- 2.2. Diagramar el modelo conceptual.
- 2.3. Diagramar casos de uso.

### 2.1.- Determinar los conceptos del problema y sus relaciones.

Se utiliza el siguiente instrumento que se presenta a continuación.

| CONCEPTO | RELACIÓN |
|----------|----------|
|          |          |
|          |          |

Para registrar la información en este instrumento, utilizamos como entrada el documento obtenido en la etapa anterior, del cual vamos registramos los conceptos y las relaciones:

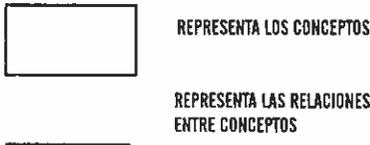


Ejemplo:  
Sistema Académico

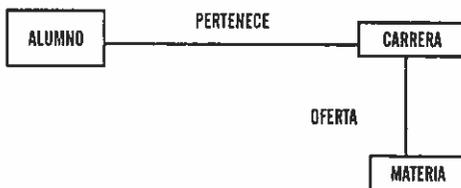
| CONCEPTO | RELACIÓN  |
|----------|-----------|
| Alumno   | Pertenece |
| Carrera  | Oferta    |
| Materia  |           |

## 2.2. Diagramar el modelo conceptual.

Una vez lleno el instrumento procedemos a crear el diagrama de conceptos, en el cual intervienen los conceptos y las relaciones registradas utilizando la siguiente simbología:

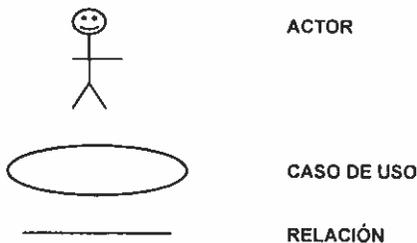


Ejemplo:

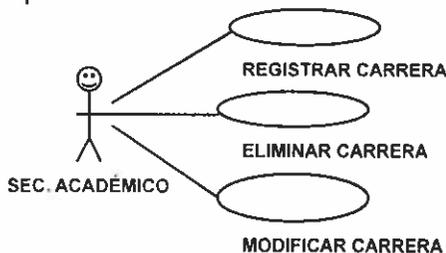


## 2.3.- Diagramar casos de uso.

Para realizar este diagrama utilizamos como entrada el modelo conceptual y el documento preliminar de la especificación de requisitos, los casos de uso representan las funcionalidades que en el sistema se implementará, los símbolos que se utilizan se detallan a continuación.



Ejemplo:



## 3.- Validación de Requisitos.

Para la actividad de validación de los requisitos de software utilizamos el modelo conceptual, el

diagrama de casos de uso y el documento de especificación de requisitos de software, este proceso tiene como objetivo, verificar el grado de conocimientos obtenidos por parte del ingeniero de sistemas con el cliente, para identificar en forma clara los problemas en el documento de requisitos.

## 4. Negociación de Requisitos.

En todo proceso de requisitos intervienen distintos tipos de individuos (Clientes, equipo de desarrollo, equipo de gestión), etc por lo cual se crean intereses que conlleva a la generación de conflictos, los cuales se sugiere, nunca se deben resolver por decreto, sino debe ser fruto de conciliación y negociación, siempre haciendo conocer que el éxito de un buen levantamiento de requisitos permitirá crear un sistema que satisfaga las necesidades y que este cumpla todas las expectativas planteadas por el cliente.

## 5.- Documento de Especificación de requisitos (Documento formal IEEE 830).

En esta actividad se genera el "Documento de Requisitos Formal", en el modo habitual de guardar y comunicar los requisitos. Una guía para digitalizar y presentar requisitos es la aplicada según los estándares IEEE 830, IEEE 1362.

## 6.- Gestión de Requisitos.

Esta actividad como todas las anteriores es muy importante, aquí nos centramos en administrar los cambios de los requisitos, permitiendo asegurar su consistencia.

## III. CONCLUSIONES

- La aplicación del Proceso, garantiza el obtener un documento de Especificación de Requisitos Software que garantizara la satisfacción del cliente.
- Es factible combinar técnicas de desarrollo de software combinadas con las tradicionales de obtención de conocimiento.

## IV. RECOMENDACIÓN

- Aplicar el proceso de Especificación de Requisitos.

## V. REFERENCIAS

- [1] F.P.J.r. Brooks. The Mythical Man-Month. Addison-Wesley, 1975.
- [2] A. Davis. Software Requirements. Objects, Functions and States. Prentice- Hall, 1993.
- [3] M. Jackson. Software Requirements and Specifications: A Lexicon of Practice. Addison-Wesley, 1995.

# ENSAYO : LA ÉTICA PROFESIONAL DEL CONTADOR

*Benavides Echeverría Iralda Eugenia*

*Departamento de Ciencias Económicas, Administrativas y del Comercio*

*Quijano y Ordoñez S/N y Marqués de Maenza Latacunga-Ecuador*

*Email: iebe@latinmail.com*

**Resumen.-** El presente artículo trata sobre la ética profesional que debe presentar el Contador Público Autorizado, en el desempeño de sus funciones. Parte del señalamiento de las normas generales para luego llegar en forma resumida a las normas éticas.

## I. INTRODUCCIÓN

El manejo y control contable – financiero de las empresas siempre ha sido de vital importancia para la toma de decisiones, por lo tanto, la formación profesional del Contador Público es trascendental para llevar a cabo un trabajo transparente y honesto.

En los actuales momentos cuando el país se ve inmiscuido cada vez mas en hechos de corrupción, en donde el tráfico de influencias y el eludir el pago de impuesto, esta de moda; es en el Contador en quien se encuentra, en parte el ayudar a transparentar éste tipo de hechos dolosos.

Es conveniente tratar de la ética profesional que tan desprestigiada se encuentra en nuestros días.

## II. ÉTICA PROFESIONAL

La palabra profesión significa acción de profesar, empleo, facultad u oficio de cada cual. En este sentido, la profesión tiene como finalidad el bien común o el interés público, nadie es profesional, para sí mismo, pues toda profesión tiene una dimensión social de servicio a la comunidad, que se anticipa a la dimensión individual del Profesional cuyo interés particular es el beneficio que de ella se obtiene.

Al término profesión debe asociársele la idea de "servicio", pues, al hablar de las profesiones, existe una conexión entre la práctica profesional y la vocación que se tenga hacia ella.

Por eso en toda profesión existe un cumplimiento de deberes, dados como manifestación de respeto al prójimo y servicio a los demás (sentido ético). El predominio de los intereses egoístas y el afán

de lucro, significan la manera de desvirtuar la profesión, y negarle el sentido ético de servicio que ella debe tener.

La ética de cada Profesión depende del trato y la relación que cada Profesional aplique a los casos concretos que se le puedan presentar en el ámbito personal, profesional o social en cuanto a su vinculación con las personas con las que trata permanentemente.

La deontología es la ciencia que estudia los diversos deberes y el comportamiento de los profesionales en sus relaciones con sus clientes o sus Colegas. La deontología es un conjunto de comportamientos exigibles a los Profesionales, aún cuando muchas veces no estén codificados en una reglamentación jurídica.

En este sentido, la deontología es la ética profesional de las obligaciones prácticas, basadas en la acción libre de la persona, en su carácter moral, carentes de un control por parte de la legislación pública. La deontología es el cumplimiento de los deberes que a cada cual se le presentan según la posición que ocupe en la vida, y que están dados por el grado de compromiso y conciencia moral que se tenga con respecto a la Profesión.

Existen una serie de normas y disposiciones que rigen el desempeño del profesional en su permanente relación con sus colegas, clientes y público en general, las cuales se encuentran dispuestas en un Código de Ética, las que están elaboradas y supervisadas por el respectivo Colegio Profesional, cuyo acatamiento y cumplimiento es de carácter obligatorio para todos los Miembros de una Orden Profesional determinada.

La Ética Profesional es la ética en sí aplicada al ejercicio de una Profesión y comprende los principios de la actuación moral de todos sus miembros, en las circunstancias peculiares en que sus deberes profesionales los colocan.

Las personas que ejercen una Profesión en las



que ofrecen sus conocimientos y habilidades al servicio de otros, tienen responsabilidades y obligaciones con todos los sectores y personas que confían en su trabajo, por lo que es imprescindible para estos profesionales la aceptación y el cumplimiento de las Normas de Ética que regulan su relación con sus clientes, empleadores, empleados, Estado y público en general; se hace necesario que exista un Código que contenga las normas generales de conducta aplicables a la práctica diaria de la Profesión.

### III. ÉTICA PROFESIONAL DEL CONTADOR PÚBLICO ECUATORIANO

El conjunto de reglas de conducta dados por el Código de Ética Profesional que regulan la actividad del Contador Público, constituye guías mínimas de orientación o criterios de comportamiento que adopta la Profesión Contable frente a su diario accionar al servicio del Público en general; además establece que estos principios son igualmente válidos para todos los Contadores Públicos Colegiados ya sea que trabajen en el sector público, privado o en la docencia.

Todo Contador Público Colegiado debe tener presente que siempre debe estar ceñido a los principios éticos de Integridad, Objetividad, Independencia, Confiabilidad, Responsabilidad, Observancia de las Normas y Leyes, Competencia, Actualización Profesional, Respeto y Colaboración con los Colegas.

Los profesionales de la Ciencia Contable, toman decisiones e inducen a otras personas a tomarlas, por lo que la información que producen debe reunir características de veracidad, oportunidad, objetividad, confiabilidad, verificabilidad, de tal manera que sus servicios se conduzcan bajo la guía de las virtudes morales como la prudencia, la justicia, la fortaleza y la templanza.

El Código de Ética Profesional, no solo sirve de guía a la acción moral de cada Contador Público Colegiado, sino que también mediante él, la Profesión Contable declara su intención firme de cumplir con la sociedad y servirla con lealtad, honradez y diligencia.

Todas las personas que han obtenido el título de Contador, y que ofrecen sus conocimientos y sus habilidades al servicio de los negocios públicos o privados, instituciones benéficas u otras

organizaciones de propiedad de otros, tienen responsabilidades y obligaciones hacia aquellos que confían en su trabajo, hacia los Contadores en particular y hacia el público en general.

Con el fin de normar estas responsabilidades y obligaciones del Contador Público, el Instituto de Investigaciones Contables del Ecuador (IICE) y la Federación Nacional de Contadores del Ecuador, establecen el presente Código de Ética del Contador Público.

el Instituto de Investigaciones Contables del Ecuador (IICE) y la Federación Nacional de Contadores del Ecuador, establecen el presente Código de Ética del Contador Público.

El Código de Ética del Contador Público se encuentra estructurado en dos partes:

- 1) **Postulados generales.**- Constituye los enunciados fundamentales y morales de la ética profesional, orientada al Contador, por lo que su número es limitado. Estos postulados Generales son aplicables a todo Contador, por el sólo hecho de serlo. Es decir que no deberá importar su especialidad o actuación, esto es si lo hace en ejercicio independiente o dependiente, o que actúe en instituciones Públicas o privadas.
- 2) **Norma de ética.**- Comprende las implicaciones o aplicaciones en detalle de uno o más Postulados Generales, siendo su número ilimitado. Las Normas de Ética se estructuran en base a los requerimientos particulares que genera la evolución profesional de la contaduría pública.

#### Postulados Generales

El Instituto de Investigaciones Contables del Ecuador (IICE) y la Federación Nacional de Contadores del Ecuador consideran siete Postulados Generales, en base a los cuales deberá regirse la conducta de un Contador en sus relaciones profesionales.

Los Postulados Generales son los siguientes:

- a) **Integridad.**- Un Contador debe ser recto, honesto y sincero al realizar su trabajo profesional.
- b) **Objetividad.**- Un Contador debe ser imparcial y no debe permitir que el prejuicio o la

cuando emita su opinión profesional respecto de estados financieros revisados por él, deberá mantener una actitud imparcial.

**c) Independencia.-** En la práctica profesional, un Contador deberá ser y parecer libre respecto de cualquier interés, independiente de su efecto verdadero que pueda ser considerado como incompatible con la integridad y la objetividad. Es la cualidad que le permite al Contador dar un juicio imparcial y tener un razonamiento objetivo respecto a los hechos analizados para llegar a una opinión o tomar una decisión.

**d) Confidencialidad.-** Un Contador deberá respetar la confidencialidad de la información que obtenga en el desarrollo de su trabajo, y no deberá revelar información alguna a terceros sin autorización específica, a menos que tenga la obligación legal o profesional de hacerlo. El Contador también tiene la obligación de tomar las medidas para garantizar que sus subordinados y las personas de quienes obtiene consejos y asistencia, respeten fielmente el principio de confidencialidad.

**e) Normas Técnicas.-** Un Contador deberá efectuar su trabajo profesional con cuidado y eficiencia, de acuerdo con las normas técnicas y profesionales relativas para dicho trabajo, promulgadas por el Instituto de Investigaciones Contables del Ecuador (IICE) y en concordancia con la Legislación Ecuatoriana siempre y cuando tales instrucciones no sean incompatibles con los requisitos de integridad, objetividad e independencia.

**f) Capacidad Profesional.-** Un Contador tiene la obligación de mantener su nivel de competencia a lo largo de toda su carrera profesional. Solamente deberá aceptar trabajos que él o su firma esperen poder realizar con capacidad profesional.

**g) Conducta ética.-** Un Contador deberá comportarse conforme a la buena reputación de su profesión y frenar cualquier acto que pueda desacreditar a la profesión.

#### Normas Éticas

En resumen son:

**a) Aplicación Universal del Código.-** Este

Contador Público por el hecho de serlo, sin importar la índole de su actividad o especialidad que cultive tanto en el ejercicio independiente o cuando actúe como funcionario o empleado de instituciones públicas o privadas, abarca también a los Contadores Públicos que además de esta ejerzan otra profesión.

**b) Independencia de criterio.-** Al expresar cualquier juicio profesional el Contador Público acepta la obligación de sostener un criterio libre e imparcial.

**c) Calidad Profesional de los trabajos.-** En la prestación de cualquier servicio se espera del Contador Público un verdadero trabajo profesional por lo que siempre tendrá presente las disposiciones normativas de la profesión que sean aplicables al trabajo específico que este desempeñando. Actuará así mismo con la intención, el cuidado y diligencia de una persona responsable.

**d) Preparación y calidad del Profesional.-** Como requisito para que el Contador Público acepte presentar servicios, deberá tener el entrenamiento técnico y la capacidad necesaria para realizar las actividades profesionales satisfactoriamente.

**e) Responsabilidad Personal.-** El Contador Público siempre aceptará una responsabilidad personal por los trabajos llevados a cabo por él o realizados bajo su dirección.

**f) Secreto Profesional.-** El Contador Público tiene la obligación de guardar el secreto profesional y de no revelar por ningún motivo los hechos datos o circunstancias que tenga conocimientos en el ejercicio de sus profesión a menos que lo autoricen los interesados, excepto por los informes que establezcan las leyes respectivas.

**g) Obligación de rechazar tareas que no cumplan con la moral, faltas al honor y dignidad profesional.-** Si viola esta norma cuando el Contador Público que directa o indirectamente interviene en arreglos o asuntos que no cumplan con la moral.

**h) Lealtad hacia el patrocinador de sus servicios.-** El Contador Público se abstendrá de aprovecharse de situaciones que puedan

perjudicarse quien haya contratado sus servicios.

**i) Retribución económica.-** Al Acordar la compensación económica que habrá de recibir, el Contador Público siempre deberá tener presente que la retribución por sus servicios no constituye el único objetivo ni la razón del ejercicio de su profesión.

**j) Respeto a los colegas y a la profesión.-** El Contador Público cuidará sus relaciones con sus colaboradores, con sus colegas y con las instituciones que los agrupan, buscando que nunca se menoscabe la dignidad de la profesión sino que se enaltezca, actuando con espíritu de grupo.

**k) Dignificación de la Imagen profesional.-** A base de calidad para llegar a quien patrocina sus servicios y a la sociedad en general una imagen de calidad profesional y personal.

**l) Difusión y enseñanza de conocimientos técnicos.-** Todo Contador Público que de alguna manera transmite sus conocimientos tendrá como objetivo mantener las más altas normas profesionales de conducta y contribuir al desarrollo y difusión de los conocimientos propios de la profesión.

#### IV. CONCLUSIONES

La ética no debería requerir de un Código o una reglamentación para funcionar como tal, pues se considera que el ser humano por naturaleza debería actuar con ética.

La ética profesional del contador no solo es la guía que le sirve para desenvolverse adecuadamente ante los clientes, sino va mas allá, es la declaración clara de servicio a la sociedad con lealtad, honestidad y diligencia.

Son las Instituciones de Educación Superior las encargadas de sembrar y cultivar en las juventudes estudiantiles bases profundas de ética. Es imperativo que se fomente de forma permanente las normas de conducta del Contador, para que los nuevos profesionales tengan bases sólidas e inquebrantable moral.

Las finanzas en las empresas se encuentran en manos de los Contadores Públicos, y son ellos quienes deben defender a toda costa, la transparencia de las actividades económicas y

financieras que se dan en la misma, contribuir a que éstas aporten el justo valor a las arcas del estado, y de ninguna manera prestarse a realizar ajustes inexistentes o peor todavía llevar doble contabilidad.

La corrupción por la que atraviesa actualmente nuestro país en gran medida se da, debido a la falta de ética. Siendo los contadores los profesionales responsables de la transparencia de la información financiera, son los llamados a denunciar casos de corrupción.

Definitivamente son los contadores los participantes mas importantes en el cambio de cultura de nuestro país, cultura donde reine la honestidad, lealtad, transparencia y justicia; donde se elimine la asignación de cargos por compromisos políticos o por amistad; donde se evite la acumulación de riqueza pisoteando a la clase obrera; donde cada quien realice su trabajo a cambio de una justa remuneración y no pretendiendo obtener siempre un beneficio ilícito adicional; donde los contadores recobren el sitio que se merecen.

#### BIBLIOGRAFÍA:

- Código de Ética Profesional del Instituto de Investigaciones Contables del Ecuador (IICE) y Federación Nacional de Contadores del Ecuador
- [www.monografias.com](http://www.monografias.com)
- [www.gestiopolis.com](http://www.gestiopolis.com)
- [www.ccpp.org.ec](http://www.ccpp.org.ec)

# LAS CERAMICAS SEMITRANSSPARENTES COMO AISLADORES DE CALOR EN LAS CÁMARAS DE COMBUSTIÓN DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

Marcos Gutiérrez Ojeda\*, Vladimir Gabrilovich Merzlikin\*, Germán Erazo\*\*

Universidad Técnica Estatal de Mosú MAMI – Rusia\*

Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga – Ecuador\*\*

marcosgutierrezojeda@yahoo.com, merzlikinv@mail.ru, gerazol@yahoo.com.es

**Resumen.-** El estudio teórico de los aisladores semitransparentes de calor, para las cámaras de combustión de los motores de combustión interna esta hecho. Estos recubrimientos proveen un régimen térmico de 50% del componente radiante del flujo de calor.

Los modelos de muestra son las cerámicas semitransparentes. Estas cerámicas están basadas en polvos de zirconio, silicio u óxidos de aluminio. Este tipo de cerámicas tienen bandas transparentes en los rangos de longitud de onda radiante de la mezcla aire-combustible inflamada en las cámaras de combustión de los motores de combustión interna. La teoría de radiación y de conducción de calor bajo la superficie de los recubrimientos semitransparentes aisladores de calor en los motores de combustión interna, bajo la acción de un intensivo flujo de calor radiante y convectivo, es investigada. Los resultados de la simulación han demostrado que existe un máximo subsuperficial dentro de las cerámicas bajo la acción de una intensa radiación de calor en los rangos de longitud de onda visual y corta infrarroja. Esto permitirá una óptima temperatura en la cámara de combustión a la vez que limita la formación de gases tóxicos y que incrementa la eficiencia de los motores de combustión interna.

**Abstract:** Theoretical study of the semitransparent heat-insulating coatings used for the combustion chamber (CC) of reciprocating engines is made. These coatings will provide the thermal regime at generation in combustion chamber until 50% radiant component heat flow.

Model of the samples of porous ceramic materials, were offered as heat-insulating coatings. They are based on powders of zirconium, silicon, aluminum oxide which have transparent bands over the range of radiation wavelengths of the inflamed gas mixture in the combustion chamber of high-speed diesel engines. The radiant - conductive theory of subsurface heat of semitransparent coatings combustion chamber walls under the action of intensive radiant and convection heat flow is discussed. Results of simulation have shown that there is a subsurface temperature maximum

inside ceramics under intensive visual and short-range infrared radiation. This allows providing an optimum temperature mode in the CC. This will limit the formation of toxic gases and may increase the efficiency of the internal combustion engine.

## I. INTRODUCCIÓN

El objeto de investigación son los recubrimientos aisladores de calor aplicados en los motores de combustión interna. Estos recubrimientos proveerán una regulación del régimen térmico a través de la absorción selectiva de los componentes radiantes del flujo de calor por parte de la combustión aire combustible durante la operación del motor de combustión interna. La teoría radiante conductiva de calentamiento subsuperficial de las paredes de la cámara de combustión es presentada por la influencia de un intenso flujo radiante de calor. Este es el nuevo punto de vista en los procesos de transferencia de calor por radiación en los recubrimientos aisladores de calor como medios ligeramente dispersantes y débilmente absorbentes. Esto ha sido mostrado como una función del albedo de la placa de cerámica y de sus índices de dispersión y de absorción.

Es determinado un modelo óptico para placas delgadas de cerámica que permite calcular la energía radiante absorbida en función de los índices de dispersión y de absorción. En el análisis de las propiedades ópticas el índice de absorción para cerámicas porosas son presentados por mediciones conocidas experimentalmente como un polvo monolítico; pero los índices de dispersión han sido considerados como índices modelo.

Las partes cerámicas como recubrimientos son necesarias para resistir altas temperaturas y para reducir el flujo de calor hacia el exterior en los motores de combustión interna, especialmente en los de alto rendimiento.

En ambientes altamente calientes como en las cámaras de combustión de motores de combustión interna, la radiación infrarroja y visible puede penetrar en algunas cerámicas y calentarlas interiormente.

De las simulaciones numéricas se tiene que el intenso flujo radiante de calor de onda corta, permite crear un máximo de temperatura subsuperficial, incluso bajo valores de temperatura exteriores pequeños, incluyendo temperaturas bajo cero [3,9]. Esa es la razón por la cual la temperatura en la superficie se calienta más lentamente que en el interior de la cerámica. Esto conduce a la formación de un máximo subsuperficial de temperatura en la cerámica y puede darse lugar también a procesos de fusión o de sublimación.

Las temperaturas internas dependen de los efectos de la radiación combinados con la conducción de calor y de la convección y de la radiación de calor en la zona fronteriza del material.

Las temperaturas de inflamación del combustible son altas, en los motores diesel incluso alcanzan temperaturas de 1500 a 2000 K, esta radiación puede penetrar en las cerámicas semitransparentes y debe ser incluida en el análisis de la transferencia de calor de las cámaras de combustión.

En un flujo de calor no estacionario, la penetración del flujo de calor radiante provee un calentamiento interno más rápido que en el caso únicamente de conducción; las distribuciones de temperatura son considerablemente diferentes en el caso de flujo de calor no estacionario, y esto produce cargas térmicas no estacionarias.

En esta investigación se ha estudiado el calentamiento de las cerámicas como recubrimientos aislantes de calor, y se han considerado modelos de placas cerámicas gruesas y modelos de placas cerámicas delgadas con un espesor igual a 1 mm.

Los métodos modernos analíticos y numéricos permiten predecir las temperaturas no estacionarias y los flujos de calor en materiales semitransparentes.

Los análisis de los procesos transitorios fueron hechos para placas gruesas y delgadas en las siguientes condiciones:

1. Un material tradicional opaco: acero – materiales de la cámara de combustión [1,2]
2. Un recubrimiento aislante de calor en base de cerámica industrial químicamente no rectificada, por ejemplo: óxido de zirconio.
3. Un material avanzado de características ópticas semitransparentes y dispersadoras, en base de cerámica industrial químicamente

rectificada como: óxido de zirconio, óxido de silicio y óxido de aluminio[4,6,8,9].

## II. Descripción del modelo

Como han mostrado las últimas investigaciones una fracción importante de los componentes radiantes del flujo de calor (50% en los motores diesel) toman lugar en las cámaras de combustión. [1,2,10]

Esto es causado por las partículas incandescentes de carbón y por el mismo frente de llama en el proceso de combustión, alcanzando temperaturas de 1500 a 2500K, con una longitud característica de onda radiante igual a 3  $\mu\text{m}$ .

Por eso es necesario examinar el cambio de calor entre las paredes de la cámara de combustión y los recubrimientos aislantes de calor.

De este modo se tienen dos tipos de flujos de calor: radiante y convectivo:

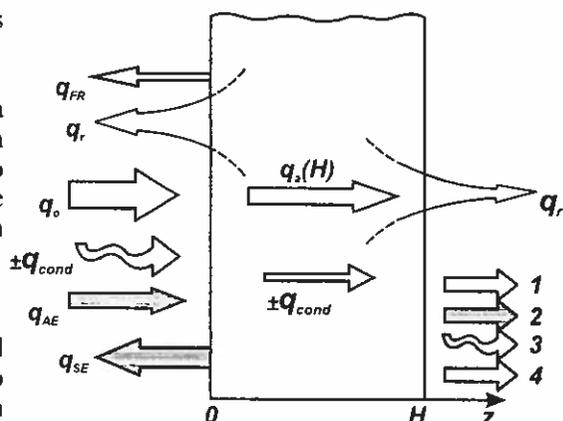


Fig. 1. Modelo físico del balance de energía en el volumen (I) y en las paredes fronterizas (II) de la cámara de combustión en los motores de combustión interna.

1. En la figura 1 se muestra el flujo radiante de los volúmenes locales de una mezcla inflamable aire combustible y su interacción con los recubrimientos aisladores de calor en las paredes de las cámaras de combustión.

$q_p$  – el flujo irradiado en el borde de la pared.  
 $q_r, q_r, q_r$  – los flujos de calor reflejados, absorbidos y penetrados de onda corta de radiación condicionados con la posible dispersión de los recubrimientos aisladores de calor:

2. Radiación de onda larga ( $\lambda > 5\mu\text{m}$ ) de los flujos de calor  $q_{AE}, q_{SE}$ , donde:  
 $q_w$  – flujo de calor de la propia radiación de los gases calientes de la combustión a la temperatura  $T_A > 800^\circ\text{K}$ ,  $q_{wA}$  – flujo de

calentada de la cámara de combustión:

3. Flujo de calor convectivo  $q_{conv}$ . de los gases calientes con un coeficiente de transferencia de calor (B) hasta  $3000 \text{ W/m}^2$ .

4. Flujo de calor conductivo  $q_{cond}$ .

Entonces el flujo total de calor será:  $q_{in} = q_r + q_{cr} + q_{conv}$ ; este flujo de calor en la pared de la cámara de combustión define el calentamiento radiante superficial y radiante volumétrico de los recubrimientos aisladores de calor y de las paredes de las cámaras de combustión.

Las ecuaciones de conducción de calor son resueltas en una aproximación unidimensional [5]. Los parámetros ópticos son introducidos en un modelo óptico de dos flujos [5,9]. Los perfiles de temperatura y las temperaturas en las partes frontales y posteriores así como, el máximo de temperatura dentro de la superficie en el volumen para los materiales semitransparentes han sido calculados.

En investigaciones conocidas [2] los recubrimientos aisladores de calor han sido usados en las cámaras de combustión.

Con raras excepciones [4,7] pero los materiales de este tipo de recubrimientos no han sido considerados como translúcidos.

Junto con los procesos de deposición de material por medio de plasma para los recubrimientos aislantes de calor, se conduce a una polución de las capas cerámicas por la absorción de partículas de metal de los electrodos. Esta es la razón por la que las cerámicas industriales son consideradas con propiedades óptica opacas en los rangos de longitud de onda corta.

Es por eso que en desarrollos experimentales los recubrimientos aisladores de calor absorben los flujos de calor en la superficie. El flujo de calor conductivo es considerablemente reducido, las temperaturas de la superficie interna alcanzan temperaturas de  $900\text{K}$ . Pero no se alcanza aumento de la eficiencia, al mismo tiempo el aumento de los óxidos de nitrógeno fue alto. El aumento de la temperatura de las paredes en la cámara de combustión provoca que la evaporación de las gotas de combustible ocurra en mayor grado que la difusión del combustible con el aire, esto trae como consecuencia un acortamiento del tiempo de combustión además de que, la mezcla aire combustible no ha alcanzado sus niveles normales. Otra consecuencia y una de las más importantes del calentamiento de las paredes de las cámaras de combustión es la influencia que tiene en el coeficiente de llenado, un cilindro con aire caliente será menos lleno que uno con aire menos

En las paredes de las cámaras de combustión el combustible se condensa por efecto del aumento de presión en esta región, las moléculas de vapor del combustible se comprimen y se forman gotas. Este aumento de presión debido al volumen y cantidad de moléculas se debe a que la evaporación de las gotas de combustible es mayor en relación a la capacidad de formar una mezcla homogénea con el aire como se explico anteriormente.

Los modelos matemáticos y teóricos [4,9] permiten pronosticar el nuevo tipo de materiales aisladores de calor, en estos materiales el perfil de temperatura puede ser cambiado a través del desplazamiento del máximo de temperatura en el área sub-superficial de la cerámica.

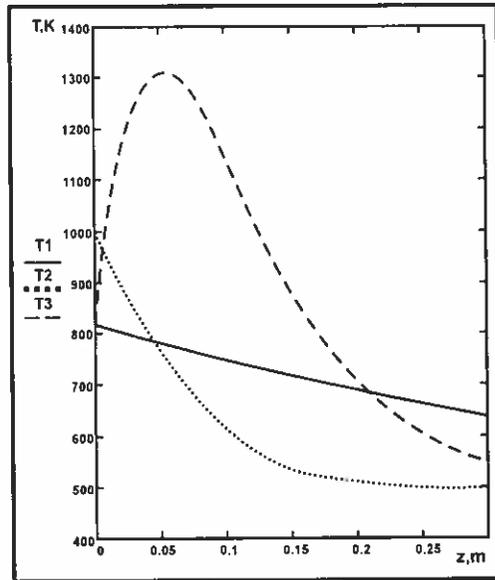


Fig. 2. Distribución de temperatura en una placa plana gruesa de la cámara de combustión en un motor de combustión interna bajo la influencia de flujo de calor radiante y convectivo  $q_{in} = 1.9 \text{ MW/m}^2$  con un componente radiante  $\epsilon R = 50\%$ . Tiempo de calentamiento 1 hora. (sin pérdidas de calor en la parte posterior de la placa) para los siguientes materiales:

- T1 – pared de metal (Fe) sin recubrimiento con un factor de reflexión superficial  $R = 0.9$ ,
- T2 – capa gruesa de recubrimiento aislante de calor de cerámica opaca con un factor de reflexión superficial  $R = 0.4$  (el modelo de muestra es en base a polvo cerámico de óxido de zirconio químicamente no rectificado),
- T3 – capa gruesa de recubrimiento aislante de calor de cerámica semitransparente (el modelo de muestra es en base a polvo cerámico de óxido de zirconio rectificado con un índice de



absorción  $\alpha = 1 \text{ m}^{-1}$  y un índice de dispersión  $\sigma = 100 \text{ m}^{-1}$  albedo  $A = 87\%$ ).

Los regímenes térmicos especificados pueden ser alcanzados por cerámicas porosas mientras exista dispersión de las ondas cortas de radiación. Mientras mayor es la radiación, mayor es el calentamiento subsuperficial. El máximo de temperatura cambia desde 830K hasta 1300K con un aumento del componente radiante desde 21% hasta un 50% con un incremento en la profundidad del calentamiento radiante volumétrico desde 3mm. hasta 6 mm.

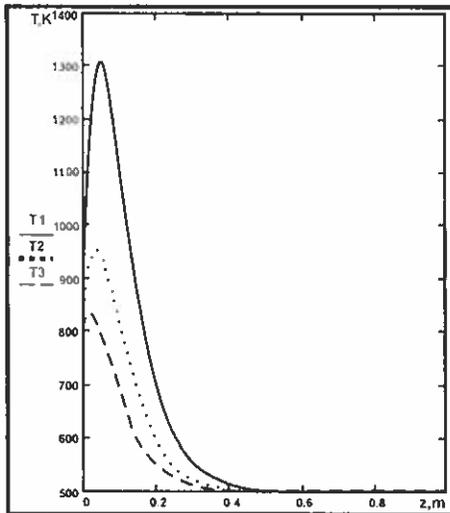


Fig. 3. Distribuciones de temperatura en una placa plana gruesa de un recubrimiento aislante de calor de la camara de combustión en un motor de combustión interna bajo la influencia de un flujo de calor  $q_{in} = 1.9 \text{ MW/m}^2$  con diferentes componentes radiantes durante 1 hora de calentamiento (sin pérdidas de calor en la parte posterior de la placa) para las curvas: T1 -  $\epsilon_r = 50\%$ . T2 -  $\epsilon_r = 32\%$ , T3 -  $\epsilon_r = 21\%$ .

Para modelos de muestra translúcidos el desplazamiento del perfil de temperatura puede alcanzar centímetros. Esto es determinado por una relación de parámetros, estos son: absorción y dispersión. Como han demostrado los desarrollos tecnológicos [3,5], como una regla, los valores de absorción son constantes de los materiales industriales. Por lo tanto solo la dispersión puede ser cambiada a través de la modelación estructural de la cerámica (el tamaño de los poros), y también la estructura fraccional del compuesto. En el siguiente gráfico se muestra claramente que el máximo de temperatura cambia de 1300 a 1800K con la reducción de la dispersión 10 veces con un aumento de la profundidad de 5 a 10mm.

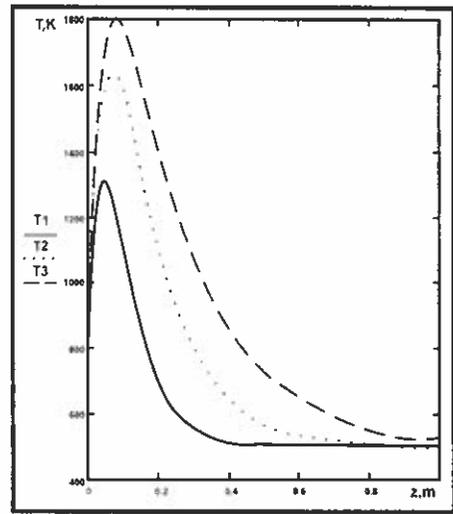


Fig. 4. Distribución de temperatura en una placa plana gruesa de un recubrimiento aislante de calor translúcido en las paredes de la camara de combustión de un motor de combustión interna bajo la influencia de un flujo de calor  $q_{in} = 1,9 \text{ MW/m}^2$  con un componente radiante  $\epsilon_r = 50\%$ . Pérdidas de calor en la parte posterior de la placa  $\eta_{out} = 0$ . Parámetros idénticos de absorción de calor  $\alpha = 1 \text{ m}^{-1}$  y los siguientes parámetros de dispersión y albedo:

- ❖ T1 -  $\sigma = 100 \text{ m}^{-1}$ ,  $A = 86\%$ .
- ❖ T2 -  $\sigma = 25 \text{ m}^{-1}$ ,  $A = 75\%$ .
- ❖ T3 -  $\sigma = 10 \text{ m}^{-1}$ ,  $A = 64\%$ .

Así la aplicación de los recubrimientos transparentes permite una esencial reducción de la temperatura superficial de los recubrimientos aisladores de calor, y también en la zona fronteriza con el metal de la pared de la cámara de combustión. Una pared no recubierta con un espesor de 1cm. Por un período de calentamiento de una hora cambia las temperaturas correspondientes de 714K a 694K. Es la protección del calor que abastecen los recubrimientos lo que permite que la temperatura de la pared metálica se mantenga a la temperatura referencial inicial teórica, usada para placas gruesas de modelo. Para aplicaciones prácticas con una placa milimétrica la ganancia será de 77 grados en la superficie frontal de la placa de metal.

En el caso de la implementación de recubrimientos translúcidos en base de óxido de zirconio rectificado químicamente, la temperatura superficial y volumétrica decrece en 200 grados. Estos resultados corresponden a espesores de recubrimientos aisladores de calor usados en la industria espacial.

Para la creación de modelos reales y prácticos se



tiempo de combustión para el calentamiento de la placa de 1 milisegundo (fase caliente) y 3 milisegundos para el proceso de trabajo, escape y admisión. La variante ha sido calculada para un movimiento cíclico del pistón de un motor de combustión interna con un tiempo total de 4 milisegundos, un espesor milimétrico del recubrimiento y sin pérdidas de calor en la parte posterior del mismo.

En la comparación de un ciclo de 4 milisegundos, el exceso de temperatura en la superficie de un recubrimiento opaco con un translúcido es de 8 grados después de la fase caliente. La energía absorbida en ambos casos es prácticamente idéntica, ya que la conducción de calor en pequeñas superficies es esencial. Pero la profundidad de calentamiento en un material dispersante es mayor que en un material opaco. Al final de la fase fría la diferencia de temperatura no es menor que a 2 grados.

Esta profundidad de temperatura es un modelo paramétrico: esto depende de los parámetros ópticos determinados por la naturaleza inicial de la sustancia y de su composición estructural. El valor máximo de la temperatura y su coordenada pueden ser predichos, y la estructura necesaria del recubrimiento se la realiza de acuerdo a las necesidades científicas y tecnológicas.

### III. CONCLUSIONES

La característica distintiva desarrollada de los nuevos recubrimientos aislantes de calor es su habilidad para acumular calor radiante desde el flujo térmico existente en la cámara de combustión de los motores de combustión interna. Aún cuando el alto flujo radiante es penetrado en el interior del recubrimiento, la temperatura en la superficie puede alcanzar cierta estabilidad, esta energía absorbida debe ser evacuada en los siguientes modos:

- A la parte exterior de la cámara de combustión por conducción.
- De regreso al volumen interno de la cámara de combustión, en el régimen de la fase fría para el desarrollo de motores de combustión interna con efectos regenerativos.

Por primera vez ha sido posible determinar un perfil de temperatura transitorio en un recubrimiento cerámico como medio semitransparente en la modelación de condiciones externas de la fase caliente del motor en un calentamiento radiante y convectivo.

Con el uso de cerámicas semitransparentes con un espesor de 1mm, los índices de absorción con

intervalo de 10-100 m<sup>2</sup> la temperatura subsuperficial puede exceder la temperatura en la superficie de la pared en la cámara de combustión de 100 a 400 grados a la profundidad de 1 cm.

Así el régimen térmico escogido de los recubrimientos aisladores de calor provee las temperaturas necesarias de la superficie interna y del volumen de la pared para la mezcla aire combustible, estas temperaturas ejercen influencia en el aumento de la eficiencia del motor de combustión interna y en la concentración de los gases tóxicos formados.

### IV. REFERENCIAS

1. Amann C. A. Perspectives and problems of the diesel engines with low heat loose. Actual Mashinostroyenye. Seria A. 1989, N° 5.
2. Kavtaradze R. Z. Local heat transfer in the piston engines. Bauman MGTU. 2001.
3. Krass M. S., Merzlikin V. G. Radiant thermophysics of snow and ice. Hydrometeoisdat. Leningrad 1990.
4. Merzlikin V. G. Semitransparent ceramics as heat insulating coating in the combustion chambers. Material MNTK, Pag. 2 «Piston and turbine engines». Moscow. MGTU "MAMI"-2005. – Chap.2. Pág., 43-46.
5. Merzlikin V. G., Cutugin V. G., Shabligin M. V. Fibrous and porosity light-scattering materials. Chemical Fibre –2002.- N° 2. Pág. 50-54.
6. Merzlikin V. G., Tovstonog V.A. Thermal coating of elements and or units of the diesel engine in the combustion chamber. Patent N° 2240430. Russia, 2004.
7. Novitski L. A. Optical properties of materials in low temperatures. Mashinostroyenye. 1980. Pág. 243.
8. Siegel, R. Internal Radiation Effects in Zirconia's Thermal Barrier Coatings, AIAA J. Thermophysics Heat Trans., vol. 10, no. 4, 1996. Pág. 707-709.
9. Tovctonog V. A. Thermophysics of scattering materials: Problems and solutions. Vestnik MGTU. Mashinoestroyenye, 2000. N° 3. Pág. 67-85.
10. Tovctonog V. A Chirin K. V., Merzlikin V. G. Experimental stand for the model of combined heat flux. Vestnik Baumana Mashinostroyenye 2006. Pág. 62- 66.

# SISTEMA TUTOR INTELIGENTE BASADO EN REDES NEURONALES

José Luis Carrillo Medina

Departamento de Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga  
Quijano y Ordóñez y Márquez de Maenza S/N Latacunga, Ecuador,  
email: carrillojl@lta.espe.edu.ec

Resumen.- El tema de investigación surge de las falencias encontradas en la educación superior especialmente en el aprendizaje; debido a la falta de apoyo por parte de los profesores tutores que se encuentran limitados por el tiempo, distancia y espacio físico para impartir conocimientos hacia los alumnos, El presente artículo describe el diseño y desarrollo de un Sistema Tutor Inteligente, para lenguajes de programación, utilizando la pedagogía de Gagné, que permite a un alumno aprender a través de un sistema imitando la actividad de un profesor real. Para lograrlo, el Sistema Tutor Inteligente identifica las fortalezas y debilidades de un estudiante particular a través de evaluaciones, a fin de establecer un plan instruccional que será consistente con los resultados obtenidos, además recomienda otros cursos de acuerdo al perfil del alumno.

Palabras clave: Sistema tutor Inteligente, Modelo del Tutor, Gagné, Agentes Inteligentes, Cluster, Feed Back.

## I. INTRODUCCIÓN

El motivo de este trabajo surge de la necesidad de encontrar diferentes alternativas de enseñanza de la materia de programación de la Carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática, debido a que se detectó que muchos de los estudiantes tienen problemas en aprobar la materia de programación.

Un tutor inteligente, "es un sistema de software que utiliza sistemas inteligentes para asistir al estudiante que requiere de un tutorizado uno a uno y lo guía en su aprendizaje, adicionalmente posee una representación del conocimiento y una interfase que permite la interacción con los estudiantes para que puedan acceder al mismo" [GERTNER98].

En la última década los Sistemas Tutores Inteligentes (STI) comenzaron a desarrollarse no tan solo orientado a aplicaciones experimentales sino también a comerciales, utilizando la Programación Orientada a Objetos (POO) y siguiendo la idea de Carbonell (1970) para los módulos definidos en la arquitectura trimodular sin solapamientos de funcionalidades. A partir de ello, surgieron más tarde los STI Distribuidos y los Sistemas Tutores Inteligentes basados en la Web, que además aprovechaban las características de las redes informáticas y en particular de Internet.

Finalmente, surgieron planteos de STI modelados a través de agentes y Sistemas Multi-Agentes. En un comienzo, estos agentes solamente encapsulaban a cada uno de los módulos fundamentales que conformaban a los STI, por lo que se tenían un: agente tutor: que encapsulaba las tareas que descriptas por Carbonell (1970) para el módulo del tutor, un agente estudiante que encapsulaba las tareas para el módulo del estudiante y un agente dominio: que en los STI orientado a agentes presentaba el mayor problema, ya que no es sencillo encapsular "todo el conocimiento" dentro de un agente. Estas primeras aproximaciones a los STI basados en agentes son un encapsulamiento de las funcionalidades de los módulos, técnica muy utilizada para los sistemas comerciales. [ZULMA06].

Por lo cual el desarrollo de un sistema inteligente (basado en la tecnología de Agentes Inteligentes), podrá llevar a cabo la tarea de tutor cuyo comportamiento sea similar al de un tutor humano, es decir, que se adapte al comportamiento del estudiante en lugar de ser un modelo rígido.

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO

La aplicación desarrollada provee la funcionalidad básica de un sistema tutor inteligente de propósito general; cuya finalidad es mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje del alumno, en un lenguaje de programación, mediante el proceso de retroalimentación y la recomendación de cursos que puede tomar el alumno de acuerdo a su perfil.

En este sistema existe el modelo del tutor el cual es el encargado de definir y de aplicar una estrategia pedagógica de enseñanza, en nuestro caso la pedagogía de Gagné [CRUZ97], de contener los objetivos a ser alcanzados y los planes utilizados para alcanzarlos. Es el responsable de seleccionar los problemas y el material de aprendizaje, de monitorear, y proveer asistencia al estudiante. Integrar el conocimiento acerca del método de enseñanza, las técnicas didácticas y del dominio a ser enseñado. [COLL,94].

El Sistema consta de un catálogo de cursos, del cual los alumnos (usuarios) pueden inscribirse en uno de ellos y empezar a revisar el material de apoyo, el cual consta de una serie de unidades didácticas. Una vez revisada una unidad, el sistema propone la evaluación correspondiente.



obtenido el alumno. Las preguntas que se presentan en la evaluación son de selección múltiple con un tiempo determinado. Cada curso esta compuesto de un mínimo de tres unidades.

En el caso de que un alumno no obtuviese la nota minima para aprobar la unidad, el sistema lo retroalimenta, indicándole en qué parte falló y proponiéndole revisar un material mas avanzado (Teoría y Ejemplos) y así poder aprobar la unidad, teniendo un máximo de tres intentos.

Una vez aprobado el/los curso(s), el sistema recomienda cursos relacionados, para ello, el sistema busca el perfil del alumno, utilizando palabras claves que identifican al curso por medio de dos red neuronales, mientras más cursos apruebe el alumno, el sistema aprenderá más sobre los gustos del mismo y así podrá predecir mejor su perfil.

### III. ARQUITECTURA DEL SISTEMA INTELIGENTE

La arquitectura interna del sistema se basa por dos tipos de agentes distinguibles: un Agente Lector de contenidos y un Agente Filtro de cursos para recomendar cursos (Figura 1).

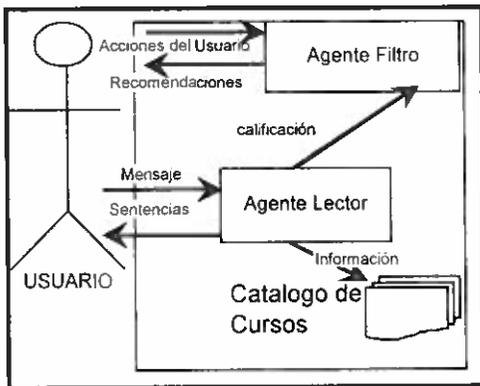


Figure. 1: Estructura organizacional del Sistema Agente

Donde: El Agente Lector: Lee el o los contenidos de los cursos ofertados en busca de palabras claves.

El Agente Filtro: Clasifica los cursos ofertados a través de dos redes neuronales (Cluster y FeedBack).

#### 3.1 PLATAFORMA DE IMPLEMENTACIÓN

Las herramientas utilizadas fueron seleccionadas sobre la base de que la plataforma destino de la aplicación es Win32 y con el componente adicional de ser un lenguaje que soporta el Paradigma Orientado a Objetos, por lo que se seleccionó Java, que es un lenguaje Orientado a Objetos.

#### 3.2 PEDAGOGÍA

El Sistema se diseñó bajo el proceso de aprendizaje Gagné[CRUZ97], en donde el

información, el cual contiene sensores, un registro sensorial, una memoria de corto plazo, una memoria de largo plazo, un generador de respuestas, efectores, el control ejecutivo y las expectativas. Estos parámetros son entidades modelables, que en conjunto pueden servir como un modelo del estudiante. El sistema inteligente se basa en las etapas aplicadas por Gagne[DORREGO] al aprendizaje como son: motivación, aprehensión, adquisición, retención, recuerdo, generalización, desempeño y retroalimentación.

### IV. PRUEBAS DEL PROTOTIPO

Para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje el sistema se basa en las fases de Robert Gagné:

**Fase de Motivación:** El estudiante establece las expectativas del aprendizaje. Dentro del sistema se tiene como motivación establecer qué es lo que el estudiante va a obtener al finalizar el curso. **Objetivo del Sistema:** Al finalizar el curso y si le gustó, el alumno podrá escoger otro curso relacionado con el anterior.

**Fase de Aprehensión:** Es donde empieza la atención y una percepción selectiva del contenido del curso. El sistema mantiene al alumno informado de lo que va aconteciendo a lo largo del curso, por ejemplo, sobre los capítulos que va tomando y los que le hace falta, lo cual permite mantener la atención del alumno.

**Fase de Adquisición:** Codifica y almacena el conocimiento en la memoria de corto plazo. El sistema trata de estimular la memoria y proporcionar los hechos en una forma fácil de codificar, mostrando una información clara y precisa con respecto al tema a tratarse, evitando información monótona, así como también guiar el aprendizaje.

**Fase de Retención:** Transfiere el conocimiento a la memoria de largo plazo. De igual manera que la fase de Adquisición el sistema trata de estimular la memoria y proporcionar los hechos en una forma fácil de codificar, mostrando una información clara y precisa con respecto al tema a tratarse y no información monótona, así como también guiar el aprendizaje

**Fase del Recuerdo:** El proceso central es la recuperación de la información. En esta fase el sistema lo que trata es de realizar una evaluación de cada uno de los capítulos a tratarse una materia seleccionada.

**Fase de Generalización:** Dentro de esta fase el sistema trata de realizar una evaluación de acuerdo al número de intentos: Por ejemplo: Cuando es un solo intento, se presentan preguntas de nivel básico, cuando es de 2 intentos, se presentan preguntas de nivel Avanzado, cuando es de 3 intentos, se presentan preguntas de los 2 niveles. Todas estas preguntas

se presentan al azar

**Fase de Desempeño:** Dentro de esta fase el sistema simplemente espera los resultados de las preguntas respondidas por el estudiante a fin de poder establecer una observación sea esta positiva o crítica. Por ejemplo: Si el estudiante responde bien las preguntas del Capítulo. El sistema le muestra un mensaje de Felicitación. Si el estudiante responde mal las preguntas del Capítulo. El sistema le muestra la lista de preguntas que ha respondido mal.

**Fase de Retroalimentación:** Finalmente, se cierra un ciclo de aprendizaje en la fase de retroalimentación, donde se hace un refuerzo al proceso. Por ejemplo, cuando el estudiante ha fallado en las preguntas, el sistema realiza una retroalimentación con una información más avanzada, a fin de que el estudiante estudie y pueda rendir otra evaluación, pero siempre y cuando el número de intentos sea menor que el número de intentos expuestos por el profesor.

Para realizar la recomendación de cursos, el sistema entrena las redes neuronales (Cluster y Feed Back) basándose en las palabras claves de los cursos aprobados por el usuario y así obtiene el perfil de usuario. Una vez entrenadas las redes neuronales, el sistema decide del catalogo de cursos, que curso o cursos puede tomar el usuario de acuerdo a su perfil, produciéndose una clasificación de cursos de acuerdo a:

**Palabras Claves:** es la suma de palabras claves que existen en el contenido de un curso ofertado, se cuentan también las palabras repetidas.

**Red Neuronal Cluster [KOHONEN01]:** ésta se basa en el promedio de las calificaciones de las palabras claves de todos los cursos tomados por el alumno que están dentro de este grupo. Mientras mayor es el promedio del grupo, es más interesante, es decir, de este modo se quiere agrupar cursos en familias con características comunes pero desconocidas a priori.

**Red Neuronal Feedback [RUMELHART86]:** esta crea un modelo de predicción, mediante el cual califica la similitud de los cursos que se toma con respecto a un perfil del usuario cargado y analizado, es decir, de este modo se quiere encontrar el perfil de los estudiantes de acuerdo a sus gustos.

## V. RESULTADOS

El sistema oferta cursos al alumno como: Programación Básica "C", MatLab, C#, Visual Basic. Para realizar las pruebas del prototipo se seleccionó, en primer lugar, el curso a seguir "Programación C". El cual tienen las siguientes palabras claves:

- Programación,
- Estructuras,
- Herencias,
- Operadores Aritméticos,
- Operadores Lógicos,

### ➤ Condiciones, Funciones.

Una vez aprobado el curso el sistema (agente) se encarga de buscar estas palabras claves en otros cursos ofertados por el sistema para realizar la recomendación.

#### Palabras Claves

| Ord. | Página Web     | Calificación | Nivel       |
|------|----------------|--------------|-------------|
| 1    | Programación C | 72           | Interesante |
| 2    | Visual Basic   | 45           | Interesante |
| 3    | C#             | 33           | Interesante |
| 4    | MatLab         | 27           | Normal      |

*Tabla 1: Número de Palabras Claves por curso ofertado*

**Interpretación:** Los cursos fueron clasificados por medio del número de "Palabras Claves"; en este caso los cursos fueron ordenados por la cantidad de palabras claves que se encontraron en su contenido, las mismas que pueden ser repetidas.

#### Cluster

| Ord. | Página Web     | Calificación | Nivel       |
|------|----------------|--------------|-------------|
| 1    | Programación C | 48.5         | Interesante |
| 2    | Visual Basic   | 48.5         | Interesante |
| 3    | C#             | 30.0         | Interesante |
| 4    | MatLab         | 30.0         | Interesante |

*Tabla 2: Clasificación de 4 cursos (Filtro: Cluster)*

**Interpretación:** Los cursos fueron clasificados por medio del Filtro "Cluster"; en este caso, los cursos forman dos grupos, los mismos que se conforman de acuerdo con la cantidad de palabras similares que tiene y mediante este filtro se recomienda seguir el curso de Visual Basic.

#### Feedback

| Ord. | Página Web     | Calificación  | Nivel       |
|------|----------------|---------------|-------------|
| 1    | Programación C | 0953927099781 | Interesante |
| 2    | Visual Basic   | 0950137897180 | Interesante |
| 3    | C#             | 0949226268261 | Interesante |
| 4    | MatLab         | 0946916472248 | Interesante |

*Tabla 3: Clasificación de 4 cursos (Filtro: Feedback)*

**Interpretación:** Los cursos fueron clasificados por medio del Filtro "Feedback"; en este caso, de acuerdo al perfil de usuario y el número de palabras claves diferentes en los cursos ofertados, se obtiene que Visual Basic es el curso que mas se asemeja al curso de Programación C y es el recomendado.

De las interpretaciones, se puede decir que el curso de Visual Basic tiene el mayor número de palabras claves, aunque éstas sean repetidas; una vez entrenadas las redes, se forman por medio del método de agrupamiento (Cluster) dos grupos, de los cuales el curso que tiene mas similitud al curso de Programación C es Visual Basic; en cambio, por el método de propagación hacia atrás (Feedback) el curso de Visual Basic es el que mas se parece al curso de Programación C y que se ajusta al perfil de usuario formado. De lo anterior

## VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Esta aplicación es un sistema tutor inteligente el cual predice, luego de haber aprobado un curso, qué curso o cursos el alumno puede tomar de acuerdo a su perfil de usuario.

El Sistema Tutor Inteligente realiza el seguimiento del alumno luego de haber realizado alguna evaluación, pudiendo implementar un agente que permita predecir o detectar posibles problemas (evolución del alumno) en el transcurso del curso.

## VII. CONCLUSIONES

En cuanto a la aplicación, el objetivo de ésta es ayudar al usuario a tratar de mostrar como una aplicación basada en agentes puede ser usada para recomendar ordenadamente e inteligentemente cursos basados en su contenido. La creación de Sistemas Tutores Inteligentes adquiere significado cuando se piensa en tecnologías para la educación como mediadoras pedagógicas.

Este tipo de sistemas no solo serviría para mejorar el proceso enseñanza sino que además permitiría recomendar el o los cursos que un alumno puede tomar de acuerdo a agrupamientos o perfiles de usuarios.

## VII. REFERENCIAS

[COLL94] Coll, C. [1994] Psicología y Currículum. Piados

¿teorías de enseñanza Trillas – 1977.

[DORREGO] La investigación sobre los efectos de los eventos instruccionales en las estrategias de aprendizaje a través de los medios., Elena Dorrego., Universidad Central de Venezuela.

[GERTNER98] Gertner, A. S; Conati; C y VanLehn, K. [1998]. Learning Procedural help in Andes: Generating hints using a Bayesian network student model. Research & Development. American Association for Artificial Intelligence.

[KOHONEN01] Kohonen, T. (2001). Self-Organizing Maps, third edition. Springer Series in Information Sciences. Ed. Springer. Helsinki University of Technology Neural Networks. Espoo, Finlandia. Pitman, London.

[RUMELHART86] Rumelhart, D. E.; Hinton, G. E.; Williams, R. J. (1986). Learning internal representations by back-propagating errors in Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition. Eds. Cambridge, MA: MIT Press, vol. 1, p. 318-362.

[ZULMA06] Sistemas tutoriales multiagentes con modelado del estudiante y del autor., Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa. No. 20/ ene 2006.

## Sumario Vol. 2, Nº. 1, 2007

**SISTEMA DE SEGURIDAD PARA EVITAR QUE PERSONAL EN ESTADO ETÍLICO CONDUZCA AUTOMOTORES**  
*(Ing. Euro Mena, Ing. Juan Castro, Ing. José Mullo)*

1

**UTILIZACIÓN DE INSTRUMENTOS DE DIAGNÓSTICO EN SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE GASOLINA.**  
*(Ing. Germán Erazo Laverde)*

5

**MODELO DE CONDUCTA DEL CONSUMIDOR**  
*(Ing. Alvaro P. Carrillo P.)*

9

**PROGRAMA DISIPA PARA ENCONTRAR LA CURVA DE CAPACIDAD SÍSMICA RESISTENTE EN PÓRTICOS CON DISIPADORES DE ENERGÍA VISCO ELÁSTICOS**  
*(Ing. Dr. Roberto Aguiar Falconi)*

12

**RESPUESTA DE FILTROS DIGITALES BÁSICOS EN EL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES**  
*(Ing. Eddie E. Galarza Z.)*

23

**LAS VIBRACIONES EN EL CIGÜEÑAL DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA**  
*(Ing. Luis Antonio Mena Navarrete)*

27

**PROCESO DE ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DE SOFTWARE**  
*(Ing. Edison Espinosa)*

30

**ENSAYO : LA ÉTICA PROFESIONAL DEL CONTADOR**  
*(Ing. Irlanda Eugenia Benavides Echeverria)*

32

**LAS CERÁMICAS SEMITRANSSPARENTES COMO AISLADORES DE CALOR EN LAS CÁMARAS DE COMBUSTIÓN DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA**  
*(Ing. Marcos Gutiérrez Ojeda, Ing. Vladimir Gabilovich Merzlikin, Ing. Germán Erazo)*

36

**SISTEMA TUTOR INTELIGENTE BASADO EN REDES NEURONALES**  
*(Ing. José Luis Carrillo Medina)*

41