

TÍTULO: Mantenimiento del Sistema para la Tramitación de Interrupciones en los Sistemas de Informática y Comunicaciones (TI)

TITLE: Maintenance of the System for Transaction of Interruptions in the Informatics and Communications Systems (TI)

AUTORES:

Ing. Oscar Gabriel Reyes Pupo.

PAÍS: Cuba

RESUMEN:

Se abordan los resultados más relevantes obtenidos del proceso de mantenimiento del software llevado a cabo en el sistema informático TI. Teniendo en cuenta que el mantenimiento constituye una de las etapas más importantes dentro de la ingeniería del software, con el paso del tiempo, incluso llevando a cabo las mejores actividades de garantía de calidad en un software, es muy probable que el cliente descubra defectos en este, funciones adicionales que van a producir beneficios, o que cambie el entorno original para el cual fue concebido el software.

PALABRAS CLAVES: MANTENIMIENTO DEL SOFTWARE, INGENIERÍA DEL SOFTWARE, PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO, TRAMITACIÓN DE LAS INTERRUPTIONES, SISTEMAS DE COMUNICACIONES, INFORMÁTICA.

ABSTRACT:

The article deals the more outstanding obtained results of the process software maintenance carried out in the TI system. The maintenance constitutes one of the most important stages inside the software engineering, with the passing of the time, even carrying out the best activities of quality assurance in software, is very probable that the client discovers defects in it, additional functions that are going to produce benefits, or that the original conditions for as was conceived the software change.

KEY WORDS: SOFTWARE MAINTENANCE, SOFTWARE ENGINEERING, SPECIFIC PROCEDURE, MANAGE OF INTERRUPTIONS, COMMUNICATIONS SYSTEMS, COMPUTER SCIENCE.

INTRODUCCIÓN

El uso de la computación debido a la revolución informática se ha extendido a casi todas las ramas de la vida, brindando enormes ventajas como la rapidez del acceso a la información y su organización de una forma adecuada. La informatización de la sociedad actualmente es una necesidad para el desarrollo de toda nación. Por esta razón Cuba realiza grandes esfuerzos e invierte grandes recursos, tratando de llevar la informatización a todos los niveles de la sociedad.

Uno de los sectores más importantes de la economía cubana lo constituye el turismo internacional. Convirtiéndose en el sector más dinámico en la economía a partir de los años noventa, en los cuales jugó un papel importante en la estrategia económica a seguir por el país, ante el derrumbe del campo socialista en Europa, y a sus consecuencias críticas en materia de pérdida de mercados, capacidad de acceso a fuentes financieras y de materias primas imprescindibles.

La Aviación Civil se considera un componente vital del turismo; la cual constituye un catalizador de los intercambios culturales internacionales. En este contexto se insertan los aeropuertos, eslabones vitales de la cadena de producción del servicio aéreo.

La misión de la Empresa Cubana de Aeropuertos y Servicios Aeronáuticos ECASA S.A., es: Garantizar el funcionamiento de la Gestión del Tránsito Aéreo, Informática, Comunicaciones, Navegación, Vigilancia, Meteorología e Información y Cartografía Aeronáuticas, para lograr el más alto nivel de seguridad de la navegación aérea, de una manera económica y efectiva.

El uso de los sistemas de comunicaciones, se ha tornado imprescindible para el desarrollo de toda nación. En los aeropuertos, sobre los sistemas de comunicaciones descansa el funcionamiento de los servicios aéreos antes mencionados, siendo estos los más importantes que puede prestar todo aeropuerto.

Con el transcurso de los años se han incrementado los vuelos que arriban al aeropuerto internacional de la Provincia de Holguín, por lo que se hace necesario gestionar las interrupciones de los sistemas de comunicaciones existentes en el aeropuerto en períodos de tiempo ínfimos con el objetivo de solucionarlas y evitar que afecten la calidad de los servicios aeronáuticos. Para lograrlo se definió el Procedimiento Específico PE-2806-02 Revisión 1.0 basado en la Norma ISO 9001.2000, aplicada a la tramitación de las interrupciones y al cálculo de la disponibilidad y confiabilidad de los sistemas de comunicaciones.

Resulta de interés para la dirección de la ECASA, informatizar los principales procesos que dan apoyo al correcto funcionamiento de los servicios aeronáuticos, y entre esos procesos de interés se encuentra la Tramitación de las Interrupciones de los Sistemas de Comunicaciones (**TISC**).

El **Sistema para la Tramitación de Interrupciones en los Sistemas de Informática y Comunicaciones** (en lo adelante TI), es un sistema Web Cliente-Servidor el cual gestiona las interrupciones que ocurren en los sistemas de comunicaciones en la Zona Oriente Norte de la ECASA, está basado en el uso de tecnologías de software libre en su totalidad, dando cumplimiento a una de las principales aspiraciones de la ECASA, “**migrar completamente hacia el software libre**”.

Se define como Mantenimiento del Software (en lo adelante **MS**) el proceso de modificación de un producto software después de su entrega al cliente o usuario para corregir defectos, para mejorar el rendimiento u otras propiedades deseables, o para adaptarlo a un cambio de entorno.

En este artículo se describe el proceso de mantenimiento del software llevado a cabo en el sistema informático **TI**, sobre la base de la corrección de errores, adaptación a nuevas condiciones y extensión de funcionalidades, con el objetivo de brindarle al TI, mejores alternativas de seguridad, confiabilidad y disponibilidad, para favorecer al proceso de TISC en la Zona Oriente Norte de la ECASA.

MATERIALES Y METODOS.

Con la investigación se debe dar respuesta a la siguiente interrogante: ¿Cómo favorecer el proceso de **TISC** en la Zona Oriente Norte de la ECASA, llevado a cabo en el **TI**?

Los estudios en la fase inicial de la investigación estuvieron centrados en la determinación de la situación polémica, para ello se utilizaron métodos empíricos como:

-La entrevista, dio la posibilidad de obtener conocimiento sobre cómo era el flujo de información en los procesos de **TISC** en la Zona Oriente Norte de la ECASA, y fue la vía fundamental para la determinación de los nuevos requisitos funcionales.

-La revisión de documentos, permitió conocer los datos que son de interés para la tramitación de interrupciones, para así poderlos procesar de una forma correcta, así como determinar cuáles son aquellas tecnologías y herramientas a utilizar que favorecerían el proceso del **MS**.

-La Encuesta, se utilizó fundamentalmente para evaluar la satisfacción de los usuarios con respecto a los resultados que se obtienen con el proceso de mantenimiento del software en el sistema **TI**.

También se utilizaron métodos teóricos como:

-Análisis y Síntesis: para el análisis del sistema de información del proceso de **TISC** y así comprender las relaciones esenciales y características generales que lo definen.

-Histórico-Lógico: para la comprensión de las leyes generales y esenciales del funcionamiento de todo el proceso de **TISC**.

-Modelación: para la construcción abstracta de la realidad, siendo de vital importancia en la investigación, permitiendo un mayor entendimiento de los diferentes procesos que se realizan y de los nuevos requisitos funcionales que se incluyen en el sistema.

RESULTADOS DEL TRABAJO

Mantenimiento del Software (MS)

Frente a la considerable velocidad con que se ha desarrollado el hardware de las computadoras, el desarrollo del software ha sufrido un retraso en cuanto a la elaboración y disposición de un cuerpo de doctrinas tecnológicas (metodologías y herramientas) y científicas (modelos o teorías).

En 1970 ya se había popularizado el término crisis del software para referir esta situación. Las consecuencias de esta crisis han estado repercutiendo desde entonces en la industria del software. Para resolver el problema surgió un área de la informática que recibe el nombre de Ingeniería del software.

El proceso de desarrollo del software se intenta estructurar en diversas etapas, a esta descomposición se le conoce como Ciclo de Vida del Software. Las tareas de mantenimiento son las últimas en realizarse en dicho ciclo. Al ser la actividad de mantenimiento la última en el ciclo, no quiere decir que es la menos importante dentro de este.

El **MS** es: “la modificación de un producto software después de su entrega al cliente o usuario para corregir defectos, para mejorar el rendimiento u otras propiedades deseables, o para adaptarlo a un cambio de entorno”.

Una vez que un sistema esté siendo explotado puede necesitar mantenimiento, ya sea para corregir problemas o bien para mejorar las características que posee. El mantenimiento es de real importancia porque aunque los sistemas hayan sido desarrollados con magníficos diseños y codificaciones, al pasar el tiempo pueden migrar a otras plataformas, ajustarse a las características de un nuevo hardware, sistemas operativos o sencillamente aparecen nuevas necesidades de los usuarios.

Costo del mantenimiento del software

Por estudios que se han realizado, se ha demostrado que el **MS** es la parte más costosa del ciclo de vida del software. Estadísticamente está comprobado que el costo de mantenimiento de un producto de software supone más del doble que el costo de su desarrollo.

Existen empresas que utilizan aproximadamente el 95% de los recursos en el proceso de mantenimiento del software, con lo cual se hace imposible el

desarrollo de nuevos productos software. Esta situación se conoce como Barrera de Mantenimiento.

Entre las causas que provocan el alto coste del **MS** se encuentran:

- Los programas han sufrido una o varias migraciones a nuevas plataformas o sistemas operativos.
- Los programas han experimentados múltiples modificaciones para mejorarlos y adaptarlos a las nuevas necesidades de los usuarios.
- Programas con diseños pobres de las estructuras de datos.
- Programas con mala codificación
- Programa con lógica defectuosa y mala documentación.
- El costo relativo de reparar un defecto aumenta considerablemente en las ultimas etapas del ciclo de vida del software, de forma que el costo de reparar un defecto en etapas tempranas es mucho menor que el costo de reparar dicho defecto en la fase de mantenimiento.
- Comprensión del código de los programas.

Tecnologías utilizadas en el mantenimiento del sistema informático TI

Producto a la revisión bibliográfica realizada se realizó un análisis sobre las tendencias y tecnologías actuales existentes en el mundo para el desarrollo de un sistema informático. Se analizaron sus características y ventajas que proveen estas al ser utilizadas en el mantenimiento del software **TI**.

Para el análisis, diseño, implementación y prueba de los nuevos requisitos funcionales añadidos al sistema **TI** se utilizó la metodología de desarrollo de software RUP, llamada así por sus siglas en inglés Rational Unified Process.

Esta metodología es el resultado de varios años de trabajo y uso práctico en el que se han unificado técnicas de desarrollo de software. RUP es una propuesta de proceso para el desarrollo de software orientado a objeto que se basa en el desarrollo iterativo e incremental y utiliza el Lenguaje Unificado de Modelado (UML) para describir un sistema.

Para la codificación de los nuevos requisitos funcionales, así como el perfeccionamiento, adaptación y corrección de errores de los existentes se empleó el lenguaje de programación Web PHP (Hypertext Preprocessor). Este es un lenguaje interpretado, de alto nivel, embebido en páginas HTML y ejecutado en el servidor, siendo hoy en día uno de los lenguajes de programación Web más usados en el mundo. PHP es código abierto, además de encontrarse entre los lenguajes libres que existen para el desarrollo Web se incluye entre los 10 lenguajes más usados de propósito general.

Se aplicó al sistema informático TI la técnica AJAX (Asynchronous JavaScript and XML). AJAX es una técnica que extiende el modelo tradicional Web y permite realizar peticiones en segundo plano a un sitio Web sin recargar el documento. AJAX trata de acercar a las aplicaciones Web hacia las aplicaciones de escritorio, aumentando el rendimiento de los sistemas Web.

Unas de las razones que hacen de AJAX una técnica popular son:

1. Basado en los estándares abiertos.
2. Usabilidad
3. Válido en cualquier plataforma y navegador
4. Beneficia las aplicaciones Web.
5. No es difícil su utilización
6. Constituye una de las características que debe poseer una página Web para clasificarse en Web 2.0.
7. Es independiente del tipo de tecnología de servidor que se utilice.
8. Mejora la estética de la Web.

La persistencia de los datos manejados por el sistema está a cargo del PostgreSQL. Este sistema gestor de base de datos es considerado como el sistema de bases de datos de código abierto más avanzado del mundo. Posee muchas características que tradicionalmente sólo se podían ver en productos comerciales de alto nivel. El PostgreSQL posee muchas características que lo hacen un sistema gestor de base de datos muy popular, de estas las más empleadas para la elaboración y el mantenimiento del sistema TI fueron:

- Restricciones (Constraints).
- Backup y Recuperación.
- Procedimientos Almacenados/Funciones.
- Integridad Referencial.
- Características sofisticadas de integridad de datos.
- Tipos de datos y funciones definidos por el usuario.
- Cliente/servidor, entre otros.

Mantenimiento efectuado en el sistema TI

Mediante entrevistas realizadas al cliente, se pudo determinar que el sistema, el cual se encontraba en explotación en el Aeropuerto "Frank País García" de la Zona Oriente Norte de la ECASA, carecía de funcionalidades como:

- Métodos de seguridad: No existía la posibilidad de realizar resguardos de la base de datos del sistema, ni la manera de conocer las operaciones efectuadas por los usuarios.
- Sistemas de alerta: El personal encargado de gestionar las interrupciones desconocía cuando se había creado una nueva queja o reporte, a menos que se encontraría navegando en el sistema.
- Alternativa a los informes HTML tradicionales: No existían alternativas que posibilitarían imprimir y guardar los informes creados por los usuarios.
- Vínculos de información con otros sistemas informáticos utilizados para el envío de información entre las entidades aeroportuarias, como el Sistema Internacional de Mensajería Aeronáutica (SIMA).

Y contenía deficiencias como:

- No se manipulaba información referente a otros objetos relacionados con el proceso de **TISC**, como los grupos, departamentos y equipos.

- No se recogían todos los parámetros y especificaciones del Procedimiento Específico.
- Detalles en algunas funciones del sistema que afectaban su rendimiento.

Unido al surgimiento de otros requisitos funcionales, y la falta de funcionalidades en el sistema que apoyen al proceso de toma de decisiones por parte de los administrativos de la ECASA, hacían que el producto informático no estuviera a la altura que se demandaba.

La fase de mantenimiento se centra en el cambio que va asociado a la corrección de errores, a las adaptaciones requeridas a medida que evoluciona el entorno del software y a cambios debidos a las mejoras producidas por los requisitos cambiantes del cliente. Por lo tanto luego de haberse realizado la fase de mantenimiento se puede obtener una nueva versión del software.

Mantenimiento Correctivo

“Incluso llevando a cabo las mejores actividades de garantía de calidad, es muy probable que el cliente descubra los defectos en el software”.

El mantenimiento correctivo cambia el software para corregir los defectos. A pesar de las pruebas que aparecen en etapas anteriores al mantenimiento, los programas pueden tener defectos. El mantenimiento correctivo tiene como objetivo localizar y eliminar los posibles defectos de los programas.

Se entiende como defecto de un programa, a una característica del programa capaz de causar un fallo. Un fallo ocurre cuando el comportamiento de un programa es diferente del establecido en la especificación.

Los fallos en el software pueden estar dados por:

- Procesamiento: salidas incorrectas de un programa.
- Rendimiento: tiempo de respuesta demasiado alto.
- Programación: inconsistencia en el diseño de un programa.
- Documentación: inconsistencias entre la funcionalidad de un programa y el manual de usuario.

En el sistema TI se corrigieron todos los errores que afectaban al software, entre ellos se encuentran:

- Errores a la hora de manipular la información en la base de datos.
- Errores en la integridad referencial de las relaciones existentes entre las tablas de la base de datos.
- Errores en la inserción de quejas y reportes.
- Errores que incumplían lo establecido por el Procedimiento Específico.

Mantenimiento Adaptativo

Con el paso del tiempo, es probable que cambie el entorno original (por ejemplo: hardware, el sistema operativo, las reglas de empresa, las características externas de productos) para el que se desarrolló el software. El mantenimiento adaptativo produce modificación en el software para acomodarlo a los cambios de su entorno externo.

La envergadura del cambio necesario puede ser muy diferente: desde un pequeño retoque en la estructura de un módulo hasta tener que reescribir prácticamente todo el programa para su ejecución.

Los cambios en el entorno del software según puede ser con respecto a:

1. Los datos: por ejemplo al dejar de trabajar con un sistema de fichero y sustituirlo por un sistema gestor de base de datos.
2. Los procesos: por ejemplo migrando a una nueva plataforma o técnica.

Este tipo de mantenimiento es cada vez más frecuente debido a la rapidez de los cambios que ocurren en los diversos aspectos de la informática.

A continuación se describen algunas de las adaptaciones realizadas en el sistema **TI**:

- Se le aplicó a un gran por ciento de las funcionalidades del sistema la técnica AJAX, en muchos casos teniendo que modificar hasta el 70% del código fuente. El uso de AJAX favorece la usabilidad y velocidad del sistema, ya que permite realizar la paginación y filtrado de información sin la necesidad de recargar la página.

-La necesidad de manipular información de nuevas entidades como equipo, departamento, grupo y observaciones en el sistema TI, conllevó a que se tuviera que adaptar todas aquellas funcionalidades que estaban relacionadas.

Mantenimiento Perfectivo

Conforme se utilice el software, el cliente/usuario puede descubrir funciones adicionales que van a producir beneficios. El mantenimiento perfectivo lleva al software más allá de sus requisitos funcionales originales.

El mantenimiento perfectivo puede ser tan simple como cambiar el formato de impresión de un informe, hasta la incorporación de un nuevo módulo funcional. Se define el mantenimiento perfectivo como “el conjunto de actividades para mejorar o añadir nuevas funcionalidades requeridas por el usuario”.

Este tipo de mantenimiento ocupó un papel primordial en el proceso de mantenimiento del sistema informático **TI**. A continuación se describen algunas de las actividades desarrolladas:

- Se incluyeron 23 nuevos requisitos funcionales al sistema.
- Se modificaron un gran por ciento de los requisitos funcionales del sistema inicial con el objetivo de que el usuario pudiera aplicarles filtros a la información resultante.
- Se incluyeron elementos dinámicos en la Web, como calendarios, favoreciendo la usabilidad y velocidad del sistema.
- Se añadió un menú dinámico al sistema, facilitando el uso por parte de los usuarios.
- Se utilizaron técnicas de programación que aumentaron la velocidad y confiabilidad del sistema.

- Se crearon nuevos estilos que mejoran el diseño visual del sistema.

Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo hace cambios en programas de computadora a fin de que se puedan corregir, adaptar y mejorar más fácilmente. Este tipo de mantenimiento consiste en la modificación del software para mejorar las propiedades de este (por ejemplo aumentando su calidad y/o su mantenibilidad) sin alterar sus especificaciones funcionales.

Las actividades del mantenimiento preventivo llevadas a cabo en el **TI** se centraron en la realización de la ayuda del sistema. El **TI** consta con una ayuda que describe como hacer uso de todas las funcionalidades que brinda el sistema informático. Además se comentó todo el código fuente y se usó estándares de codificación para disminuir el costo de mantenimientos futuros.

Una vez implantado el sistema **TI** resultante del proceso de mantenimiento del software, se realizaron encuestas a los usuarios y entrevistas al cliente, con el objetivo de evaluar la satisfacción de los mismos respecto al producto final. Las encuestas y entrevistas realizadas arrojaron que los encuestados concuerdan en que están “totalmente de acuerdo” con todos los aspectos relacionados y las valoraciones generales del sistema emitidas por los encuestados fueron muy favorables.

El proceso de mantenimiento del software posibilitó aumentar la seguridad del sistema informático **TI**, disminuyó la probabilidad de errores al manipular la información y el tiempo de repuesta de la aplicación Web, perfeccionó la navegabilidad y usabilidad del sistema, y ajustó el sistema al Procedimiento Específico el cual es el documento rector para la **TISC**.

Se le implantó al **TI** nuevas funcionalidades, entre ellas el sistema de alerta a los técnicos, la cual permite disminuir los tiempos de atención a interrupciones, cobrando mayor importancia si se tiene en cuenta que el hecho de disminuir el tiempo de las interrupciones en los sistemas aeronáuticos incide directamente en la seguridad de las operaciones aéreas.

Un gran por ciento de los directivos de la ECASA se encuentran interesados en generalizar el uso de la aplicación informática al resto de las Zonas Aeroportuarias del país, por las ventajas que conlleva el uso del sistema en la **TISC**.

CONCLUSIONES

El proceso de mantenimiento resulta una de las etapas más compleja e importante dentro del ciclo de vida del software, ya que permite ampliar, perfeccionar y adaptar un sistema informático a las necesidades reales del usuario.

Con el desarrollo del proceso de mantenimiento del software en el sistema informático **TI**, dedicado a favorecer el proceso de Tramitación de Interrupciones de los Sistemas de Comunicaciones en la Zona Oriente Norte de

la ECASA, se ha dado cumplimiento al objetivo de esta investigación, dando como resultado una nueva versión del producto informático que se caracteriza por una mayor integridad, confiabilidad de los datos, seguridad, usabilidad y rendimiento, además de contar con nuevas funcionalidades que favorecen al proceso de tramitación de interrupciones, y a su vez cumple con todo lo establecido en el Procedimiento Específico PE-2806-02 Revisión 1.0. La nueva versión del sistema informático TI se encuentra lista para la implantación y explotación en las diferentes Zonas Aeroportuarias del País, aunque esto no excluye al sistema de mantenimientos futuros.

BIBLIOGRAFÍA

1. April, Alain. Software Maintenance Maturity Model / Alain April, Jane Huffman Hayes. U.S.A: Jhon Wiley & Sons, 2004. 30 p.
2. Cliente-Servidor. [documento en línea] <http://www.dlsi.ua.es/asignaturas/sid/sid2001-t4.ppt>. 2004, [Consultado: 10 abr. 2008]
3. Darie, Cristian. AJAX and PHP. Building responsive web applications. [documento en línea] <ftp://uho.edu.cu> [Consultado: 13 mar. 2008]
4. Erdil, Kagan. Software Maintenance. As Part of the Software Life Cicle,[documento en línea] <ftp://serverinfo> [Consultado: 10 feb. 2008].
5. González Almaguer, Armin. El Método DELPHI y el procesamiento estadístico de los datos obtenidos de la consulta a los expertos, [documento en línea] <ftp://uo.edu.cu> 2006, [Consultado: 1 mayo. 2008]
6. Grubb, Penny. Software Maintenance: concepts and practice. 2. ed. U.S.A: University of Hull: World Scientific. 2003. 371p.
7. Jacobson, Ivar. El Proceso unificado de desarrollo de Software / Ivar Jacobson, Grady Booch, James Rumbaugh. Madrid: Addison Wesley, 2000. 438 p.
8. Kruchten, Philippe. The Rational Unified Process made easy: A practitioner's Guide to the RUP [documento en línea] <ftp://serveinfo> [Consultado: 16 dic. 2007]
9. Kumbia. Libro del Framework Kumbia, [documento en línea] <ftp://uclv.edu.cu> [Consultado: 19 ene. 2008]
10. Leyton, Eduardo. Ingeniería de Software con UML: auditorias de tecnologías de la información [documento en línea] <ftp://serverinfo> [Consultado: 23 ene. 2008]
11. Michelena, Silvio. Tramitación de interrupciones: cálculo de la disponibilidad y confiabilidad. PE-2086-02.0.1 [documento en línea] <http://www.hog.ecasa.cu> [Consultado: 2 dic. 2007]
12. PHP 5 Power Programming. U.S.A: Prentice Hall, 2006. 720 p.
13. Piattini. Mantenimiento del Software: modelos, técnicas y métodos para la gestión del cambio. [documento en línea] <ftp://uo.edu.cu> [Consultado: 16 ene. 2008].
14. PostgreSQL 8.0 Documentation. The PostgreSQL Global Development Group, [documento en línea] <http://www.postgresql.org/documentation> [Consultado: 15 abr. 2008]
15. Pressman, Roger. Ingeniería del Software: un enfoque práctico. U.S.A: Mc Graw Hill. 2002. 614 p.

16. Ruiz González, Francisco. COCOMO v2. Modelo de Estimación de Costos para proyectos software. España: Universidad de Castilla -La Mancha. Campus de Ciudad Real. 1999. 54 p.
17. Ruiz González, Francisco. Curso: mantenimiento del Software [documento en línea] <http://alarcos.inf-cr.uclm.es/per/fruiz/cur/mso/mso.htm>. [Consultado: 28 ene. 2008].
18. Zervaas, Quentin. Practical Web 2.0 Applications with PHP, [documento digital] <ftp://serverinfo>. [Consultado: 23 feb. 2008]

Recibido: 19 noviembre de 2009

Aprobado en su forma definitiva: 15 enero 2010

DATOS DE LOS AUTORES

Nombre:

Ing. Oscar Gabriel Reyes Pupo. Profesor adiestrado

Correo:

oreyesp@facinf.uho.edu.cu

Centro de trabajo:

Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya". Facultad de Informática y Matemática. Departamento de Informática. Ave XX Aniversario Gaveta Postal 57 Holguín 80100 Cuba. Teléfono: (+53) (24) 48 2676.