

Sistema multi-agente para medir la confiabilidad, disponibilidad y fiabilidad de un sistema ERP

Angel Hermoza¹, Luis Rivera², David Mauricio¹, José Piedra¹

¹Universidad Nacional Mayor de San Marcos, FISI
Av. German Amezaga s/n Lima 1, Lima, Perú
angelhermozasalas@yahoo.es, dms_research@yahoo.com, piedraisusqui@yahoo.com

²Universidade Estadual do Norte Fluminense, LCMAT-CCT,
Av. Alberto Lamego 2000, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. 28015-620
rivera@uenf.br

Abstract

This article aims to describe a system model and a software named system CODA, which is intended to recover information from the main server where is installed the Enterprise Resource Planning System (ERP Baan IV), the data base (Oracle) and the operating system (AIX), those tasks are performed by software agents, then this information will be processed and validated by the agents, finally the critical information is send to the system "CODA"; this system has two sub systems, the Intranet sub system will be managed by an Administrator, who will coordinate the creation of the indicators, maintain the users and clients, the parameters, basic tables. The Extranet sub system will be used by the clients (General Manager, Operations Manager, Information Manager), they will see graphs for each indicator defined in the system, also they will see how the system is running and also if there are problems, they can drill down the problems and see the detail. The system send mails and alerts to the technical persons who will solve the problems, each mail is associated with the error code, a description called "sintoma", the real problem and a propose solution, when a new problem appears the administrator must add the solution to the data base, so if in the future the problem occurs, the system propose the solution.
Keywords: Critical systems, indicators, software agents, enterprise resource systems.

Resumen

El presente trabajo busca desarrollar un modelo y un prototipo del sistema multi-agente para medir la confiabilidad, disponibilidad y fiabilidad de un sistema ERP. Se describe como se monitorea, actualmente, los sistemas ERP, sea manualmente o con apoyo de otros sistemas; se menciona cuales son los roles que actualmente administran cada uno de estos sistemas; se muestra el problema actual de manera gráfica; se formula el problema; se detallan los objetivos del presente trabajo; se muestra gráficamente la solución final al problema; se determina la justificación del presente trabajo; se muestran los procedimientos actuales utilizados para resolver parcialmente el problema y se identifican los programas de software que dan solución parcial al problema, siendo los más usados por las empresas; se detalla la funcionalidad de los sistemas ERP; se revisan los sistemas ERP, el posicionamiento mundial de estos sistemas; se explica la teoría de sistemas críticos y la metodología de construcción de agentes Zeus así como su utilización en el desarrollo de los agentes del presente trabajo; se explica detalladamente la identificación de indicadores de desempeño del sistema ERP; se detalla el modelamiento de cada uno de los agentes de software utilizados en el desarrollo del sistema CODA utilizando la metodología Ingenias; se detalla la implementación de la aplicación sistema CODA y, finalmente; se detallan las conclusiones y trabajos futuros.

Palabras Clave: Sistemas críticos, indicadores, agentes de software, sistemas ERP.
Palabras clave: Gestión de servicios, Servicio TI, Pyme, ITIL, Calidad.

1. Introducción

El monitoreo de los sistemas es una tarea muy antigua. Consiste en estar atento a los errores, alertas de problemas reportados por los sistemas de Planeamiento de Recursos Empresariales (ERP - Enterprise Resource Planning) y sus entornos, como bases de datos y sistemas operativos. Para continuar operando, esos problemas deben tener solución inmediata: los especialistas identifican la causa del problema, dependiendo de éste y realizan determinadas acciones para resolverlos. Mientras tanto, las operaciones se interrumpen y/o el sistema queda inoperante por el tiempo que demande su atención. Ese lapso de tiempo podría disminuir con la ayuda de sistemas inteligentes de alertas de posibles fallas, determinando e indicando las posibles alternativas a ser ejecutadas.

Tradicionalmente, los problemas de los sistemas se resuelven reactivamente (a partir del problema sucedido), el especialista busca una solución recurriendo a experiencias en anteriores problemas similares. En contraste, las organizaciones modernas requieren que los sistemas, inclusive los críticos (core systems), estén operativos a tiempo integral, que existan sistemas de monitoreo, de medición y de exhibición de indicadores para las respectivas interpretaciones, a fin de que sean tomadas las acciones oportunas.

Los archivos logs desempeñan un papel importante en el esquema de monitoreo, pues en ellos se registran todos los eventos o mensajes ocurridos en el sistema. El log es un archivo creado por un sistema, así el sistema operacional crea un log que no necesariamente va a ser log de banco de datos, o de ERP. Estos archivos contienen una serie de mensajes que, para su interpretación, deben ser clasificados y asociados a tipos de indicadores. Cuando un sistema reporta fallas, los administradores pueden analizar los logs de los sistemas respectivos.

Los sistemas de software requieren un monitoreo continuo de sus actividades, debido a que realizan operaciones importantes dentro de la empresa. Bajo estos sistemas también se ejecutan otros componentes de sistemas de gestión y operaciones automatizadas de la empresa. Cuando ocurre algún evento de posible falla, la solución adoptada debe ser definitiva, y la toma de acción debe permitir que las tareas operativas del sistema ERP siga el curso planeado. Para esto, se debe proveer al especialista de información integral, precisa y sencilla la cual indique tendencias, situaciones, estándares y patrones de comportamiento. Si fuera posible también dé soluciones automáticas, al menos en eventos de menor envergadura. Las interpretaciones de las fallas,

a partir de las informaciones registradas en logs, pueden ser clasificadas en indicadores de confiabilidad, disponibilidad y fiabilidad del sistema. En este trabajo se formula un modelo de sistema llamado CODA, basado en multi-agente de software, que captura e interpreta los indicadores de confiabilidad, disponibilidad y fiabilidad del sistema ERP, y sus entornos de banco de datos y sistema operativo, para mostrar los indicadores a través de diagramas y tablas. Para este propósito, en la Sección 2 de este trabajo se hace un análisis de los trabajos existentes envolviendo monitoreo de sistemas ERP; y similares. En la Sección 3 se menciona los sistemas críticos e indicadores, en la Sección 4 se muestra la arquitectura del sistema CODA; en la Sección 5 se desarrolla el modelo de multiagentes colaborativos para el Sistema CODA; en la Sección 6 se muestra el análisis de resultados, la organización e instancias de prueba y los resultados numéricos y, finalmente, en la Sección 7 se detallan las conclusiones y la dirección de trabajos futuros.

2. Antecedentes

Problemas que demanden soporte de fallas de sistemas software son ampliamente estudiados en diferentes niveles de concepción de la Ingeniería de Software, estableciendo técnicas de desarrollo y pruebas. Supuestamente, los programas desarrollados considerando esas técnicas deberían funcionar sin fallas, pero siempre ocurren casos no contemplados, problemas de comunicación con otros componentes, problemas de sincronía, problemas de recursos, etc.

Sin duda, existen procedimientos manuales de detección y resolución de problemas de fallas de sistemas de software [1] [2] [3], los que requieren buscar soluciones a problemas similares y a través de este medio tratar de solucionar el problema; como también las tendencias de automatización de algunos aspectos de esos procedimientos de forma que mejore el tiempo de atención, y la performance del proceso de resolución de problemas. Se han identificado productos software de apoyo, para los especialistas, en detección y resolución de fallas de los sistemas de software en estudio, como BMC [4], Quest Software [5], Symantec [6] e IBM [3]. Esas aplicaciones están orientadas a apoyar a los especialistas (administradores) en bases de datos y sistemas operativos. Tal como se muestra en la Tabla 1, solo BMC-SAP NetWeaver y Symantec i3 for SAP consideran el monitoreo de ERP, Base de datos y sistemas operativos, mientras los otros sólo consideran dos sistemas de software.

Empresa - Aplicativo	ERP	Base de Datos	Sistema Operativo
BMC-SAP NetWeaver	X	X	X
Queso Software-SAP		X	X
Sysmantic i3 for SAP	X	X	X
IBM - Tivoli		X	X

Tabla 1: Aplicativos de apoyo a especialistas en sistemas de software.

En cuanto a trabajo de investigación en monitoreo y mantenimiento de ERP, Kwon [7] presenta un modelo inteligente para detección y mantenimiento de fallas de ERP. Su modelo se basa en agentes que interactúan, obedeciendo un control de sincronismo de redes de Petri, para interpretar y analizar los errores de un sistema ERP; en algunos casos, dependiendo de la política, un agente trata el error del sistema. El modelo es eficiente para sistemas ERP, pero no considera que los errores podrían ser relacionados en la interacción de ERP con sistemas operativos o banco de datos. También no se detallan posibles alertas que podrían generarse para uso de los administradores, en el caso que el sistema no pueda corregir el error automáticamente.

Chandrashekar et al. [8] enfocan el análisis completo del entorno de negocios con la ayuda de la tecnología de información, toma en cuenta varias interacciones entre diferentes procesos de negocio mientras se maneja un Sistema ERP, también provee una marco de referencia basado en diagramas de eventos para registrar los flujos lógicos y otros detalles relevantes, los que pueden ser utilizados para el diseño de un sistema de información. Los diagramas de evento son útiles para el diseño del sistema de información inteligente. Esta metodología puede ser utilizada para desarrollar sistemas. Cada evento puede ser analizado para requerimientos de datos, operaciones y recursos. Las interacciones entre muchas fuerzas, eventos, módulos, aplicaciones pueden ser vistas a través de los diagramas de interacción.

El uso de multiagentes en problemas de monitoreo es común en diversas líneas de computación, como gestión de negocios electrónicos, en detección de fallas y problemas de funcionamiento usados en auditoria, abordados por Ling-yu et al. [9] en el modelo de auditoria ABCAM.

3. Sistemas críticos e indicadores de confiabilidad

Según Sommerville [10], los sistemas críticos son sistemas que por razones desconocidas, algunas veces colapsan y dejan de suministrar los servicios deseados. Por tanto, son sistemas no confiables, inclusive con sus efectos de caídas pueden dar perjuicios a la institución. La confiabilidad de un sistema de cómputo es una propiedad del sistema que

es igual a su fidelidad. La fidelidad esencialmente significa el grado de confianza esperado del usuario en que el sistema que opera no "caerá" al utilizarlo normalmente. Esta propiedad no se puede expresar numéricamente sino que se utilizan términos como "no confiable", "muy confiable" y "ultraconfiable" para reflejar diferentes grados de nivel de confianza en un sistema.

Por supuesto, la fiabilidad no es lo mismo que la usabilidad. El procesador de texto que se utilizó para escribir este trabajo no es, en la opinión de los autores, un sistema muy confiable pero sí muy útil. Sin embargo, se refleja la falta de confianza que se tiene en el sistema, con frecuencia cuando almacena el trabajo y se mantiene varias copias de respaldo. Por lo tanto, se compensa la falta de confianza en el sistema por medio de acciones que limitan el daño que podría generarse por una caída del sistema.

Existen cuatro dimensiones principales de la Confiabilidad, tal como está ilustrado en la Figura 1: Disponibilidad, Fiabilidad, Seguridad y Protección. La disponibilidad es la probabilidad de que esté activo en funcionamiento y le sea posible suministrar servicios útiles en cualquier momento. La fiabilidad es la probabilidad de que en un período, el sistema suministre los servicios correctamente, tal como lo espera el usuario. La seguridad es una valoración de que tan probable es que el sistema provoque un daño a la gente o a su entorno. La protección es una valoración de qué tan probable es que el sistema resista a una intrusión accidental o provocada.

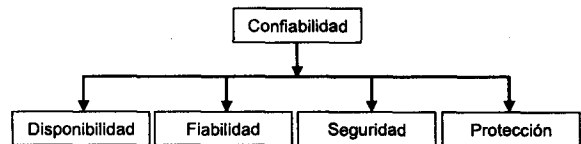


Figura 1: Dimensiones de la confiabilidad

La disponibilidad y la fiabilidad son esencialmente probabilidades, y por lo tanto, se pueden expresar de manera cuantitativa. La seguridad y la protección son valoraciones que se hacen basándose en evidencias del sistema, sin duda que esta arte es un caso especial de técnicas de seguridad y protección, que raramente se expresan como valores numéricos, más bien se expresan en términos de niveles de seguridad, o sea por efecto.

Debido a los diseños adicionales y a la sobrecarga en la implementación y en la validación, incrementar la confiabilidad de un sistema puede incrementar dramáticamente los costos de desarrollo. La Figura 2 muestra, tomado de [10], la relación entre los costos y las mejoras crecientes en la confiabilidad. Ese comportamiento se cumple para todos los aspectos de la confiabilidad, fiabilidad, disponibilidad, seguridad

y protección. Debido a la naturaleza exponencial de esta curva costo/confiabilidad no es posible demostrar que un sistema es cien por ciento confiable puesto que los costos de aseguramiento de la confiabilidad serían infinitos. Por lo general es cierto que los altos niveles de confiabilidad sólo se pueden lograr a costa del desempeño del sistema.

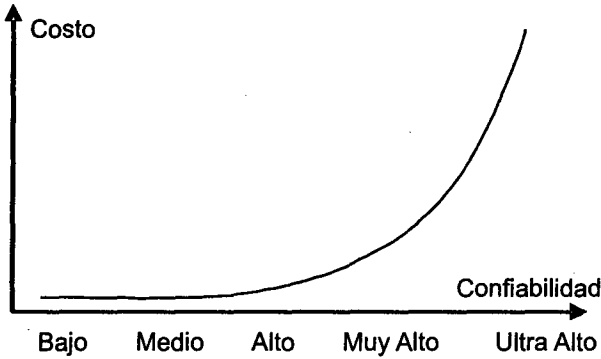


Figura 2: Curva de costo/confiabilidad

Los costos de las caídas de un sistema crítico a menudo son muy altos. Estos costos incluyen los costos directos de las caídas que requieren que el sistema se reemplace y los costos indirectos como son la litigación y las pérdidas en los negocios consecuencia de que el sistema no esté disponible. El alto costo potencial de las caídas significa que por lo regular la fidelidad de las técnicas y procesos de desarrollo es más importante que los costos de aplicar estas técnicas.

4. Arquitectura del Sistema CODA

Una representación formal del modelo de confiabilidad considerando la fiabilidad y disponibilidad se esquematiza mediante una estructura de árbol, tal como ilustrado por la Figura 3, en la que el nodo de nivel superior representa a la Confiabilidad (CODA) y los nodos hijos a cada uno de los componentes a medir en este caso el Sistema ERP (CODA_ERP), la base de datos (CODA_BD) y al sistema operativo (CODA_SO), a su vez cada uno tendrá sus respectivos hijos denominados aspectos como son la confiabilidad (CODA_ERP01), la disponibilidad (CODA_ERP02) y la fiabilidad (CODA_ERP03), en los demás casos se repite estas definiciones como se muestra en la Tabla 2.

Nodos	Descripción
CODA	Sistema CODA
CODA_BD	Base de Datos
CODA_SO	Sistema Operativo
CODA_ERP	Sistema ERP
CODA_BD01	BD Confiabilidad
CODA_BD02	BD Disponibilidad
CODA_BD03	BD Fiabilidad
CODA_SO01	SO Confiabilidad
CODA_SO02	SO Disponibilidad
CODA_SO03	SO Fiabilidad
CODA_ERP01	ERP Confiabilidad
CODA_ERP02	ERP Disponibilidad
CODA_ERP03	ERP Fiabilidad

Tabla 2: Representación de los nodos CODA

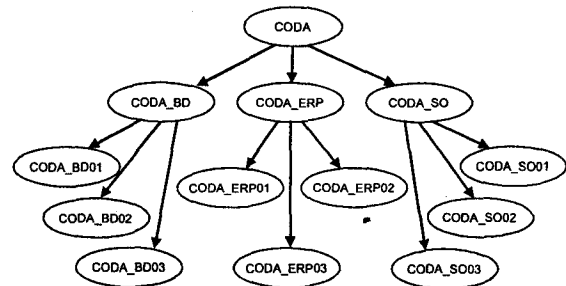


Figura 3: Arquitectura del sistema CODA.

4.1 Indicadores CODA

En la Tabla 3 se muestran los indicadores definidos para los nodos del sistema CODA. Estos se denominan indicadores, los que se definen para cada uno de los componentes (ERP, SO y BD). Los valores que tendrán estos indicadores se muestran en la Tabla 4 y son el valor real que se genera a partir de los datos extraídos por el sistema, el valor normal o promedio de los valores históricos al igual que el valor mínimo y máximo.

Indicador	Descripción
BD001	BD Confiabilidad
BD002	BD Disponibilidad
BD003	BD Fiabilidad
SO001	SO Confiabilidad
SO002	SO Disponibilidad
SO003	SO Fiabilidad
ERP001	ERP Confiabilidad
ERP002	ERP Disponibilidad
ERP003	ERP Fiabilidad
BD002002	Indicador BD 002
BD002003	Indicador BD 003
BD002004	Indicador BD 004
SO002001	Indicador SO 001
SO002002	Indicador SO 002
SO002003	Indicador SO 003
ERP001001	Indicador ERP 001
ERP001002	Indicador ERP 002
ERP001003	Indicador ERP 003
ERP001004	Indicador ERP 004
ERP001005	Indicador ERP 005
BD002001	Indicador BD 001

Tabla 3: Indicadores CODA.

Fecha	Indicador	Año	Periodo	Real	Normal	Mínimo	Máximo
01/01/2006	BD0020001	2006	1	10	9	8	10
01/01/2006	BD0020002	2006	1	9	9	7	10
01/01/2006	BD0020003	2006	1	10	9	8	9
01/01/2006	BD0020004	2006	1	8	9	8	10
01/01/2006	SO0020001	2006	1	9	9	8	10
01/01/2006	SO0020002	2006	1	9	9	8	9
01/01/2006	SO0020003	2006	1	9	9	8	10
01/01/2006	ERP0010001	2006	1	7	8	5	9
01/01/2006	ERP0010002	2006	1	8	8	7	10
01/01/2006	ERP001	2006	1	93	90	78	98
01/01/2006	SO001	2006	1	90	90	90	97
01/01/2006	BD001	2006	1	65	80	80	95
01/01/2006	CODA	2006	1	83	87	73	96

Tabla 4: Indicadores del sistema CODA.

Indicador de confiabilidad (CODA)

Este indicador nos mostrará el grado de confiabilidad de acuerdo a los indicadores de disponibilidad y fiabilidad definidos para la base de datos, sistema operativo y sistema ERP. El indicador de CODA es la media de los indicadores de los tres sistemas (ERP, BD, SO), dado por:

$$CODA = \frac{1}{N} \sum_{i=1, \dots, 999} (ERP_i + BD_i + SO_i)$$

donde N es total de indicadores diferentes de cero de los tres sistemas del mismo nivel.

Por ejemplo, si N = 3 la expresión sería: CODA = (ERP001 + SO001 + BD001) / 3, con i = 001.

Por lo que se afirma que este indicador es el resultado del procesamiento de los demás indicadores de Nivel 1 que a su vez son resultado de los del Nivel 2, además, cada indicador tiene un valor real, normal o promedio, mínimo y máximo, se define que la media de los indicadores mínimos será el indicador mínimo de CODA; de la misma forma el indicador máximo de CODA es la media de los indicadores máximos de CODA (tal como se muestra en la Tabla 4).

Generalizando, para nivel 2, o indicador ERP_i o BD_i o SO_i puedes ser como SIS_i calculado como:

$$SIS_i = \frac{10}{N} \sum_{j=1, \dots, 999} SIS_{ij}$$

Aquí como en el nivel superior, el N es total de indicadores a procesar diferente de cero; los valores de los indicadores 1 < SIS_{ij} < 10, representan los indicadores respectivos del sistema SIS_i en nivel 2

Indicadores de disponibilidad

Identificación de eventos, alertas, mensajes por servidor debido a caídas del sistema, pérdida de comunicación, desconexión de recursos,

calculándose el tiempo no disponible, para el presente trabajo se tomará la información de la base de datos y sistema operativo. Dentro de la base de datos se pueden medir y obtener los siguientes datos: tablespaces, extends, users, freespace, locks, shutdown, system, cursors, license, procedures, sessions, dumps, SGA, jobs, logs, etc. Dentro del sistema operativo se pueden medir y obtener los siguientes datos: memoria, discos duros, CPU, usuarios, logs, etc.

Ejemplo, el cálculo del indicador BD001, para N = 4, sería:

$$BD001 = (BD0020001 + BD0020002 + BD0020003 + BD0020004) / 4 * 10$$

Mientras del indicador SO001, para N=3, sería: SO001 = (SO0020001 + SO0020002 + SO0020003) / 3 * 10

Indicadores de fiabilidad

Existen muchos indicadores de fiabilidad del sistema ERP a definir teniendo en cuenta los módulos existentes en el sistema ERP: módulo de finanzas, módulo de distribución, módulo de manufactura, módulo de proyectos, módulo de servicios, módulo de transportes, módulo de recursos humanos (no ERP), módulo de desarrollo y mantenimiento (tools), etc.

Por ejemplo, el cálculo del indicador ERP001 para N = 2, sería:

$$ERP001 = ((ERP0010001 + ERP0010002) / 2) * 10$$

Cuando los valores de los indicadores son 0, no son considerados en la fórmula, la multiplicación por 10 permite tener un valor porcentual %.

5. Modelo de multiagentes colaborativos para el sistema CODA

El sistema CODA se implementa con varios agentes colaborativos, tal como está ilustrado por la Figura 4, constituido por agentes que interactúan con el sistema (ERP), agente que interactúa con la base de datos (BD), y otro similar que interactúa con el sistema operativo (SO). Existe un agente general (recopilador) que interactúa con los tres agentes especializados.

Dentro del modelamiento de los agentes se distinguirá dos secciones, una relacionada con el meta-modelo de Organización y el modelamiento de cada uno de los agentes.

5.1 Agentes colaborativos

Los agentes colaborativos conversan entre ellos para resolver un determinado problema [11]. Para eso requieren no sólo un protocolo de comunicación, sino también un lenguaje de comunicación común inter-agentes y una ontología compartida que represente los conceptos del dominio a ser comunicados. Ellos son capaces de razonar cuando el control de un

recurso (como un servicio o suma de valores) es delegada a un agente, se necesita suficiente inteligencia para decidir cuando dejar el control del recurso a un usuario potencial, o utilizar el recurso para lograr un objetivo, por lo tanto los agentes colaborativos necesitan determinar cuanto mejor lograr sus objetivos dado sus limitados recursos. Ellos colaboran para resolver el problema, porque cada agente resuelve sólo una pequeña porción del problema, y así un agente colaborativo se encuentra con el problema que no puede solo, de modo que debe encontrar otros agentes que posean habilidad, delegar a otros las tareas, coordinación del comportamiento de diferentes agentes de modo que actuando juntos den solución al problema.

Dado que los requerimientos descritos a la funcionalidad de los agentes colaborativos, agentes en lugar de aplicaciones particulares, no son fáciles de satisfacer, consecuentemente estos agentes tienden a ser grandes, complejos y difíciles de implementar.

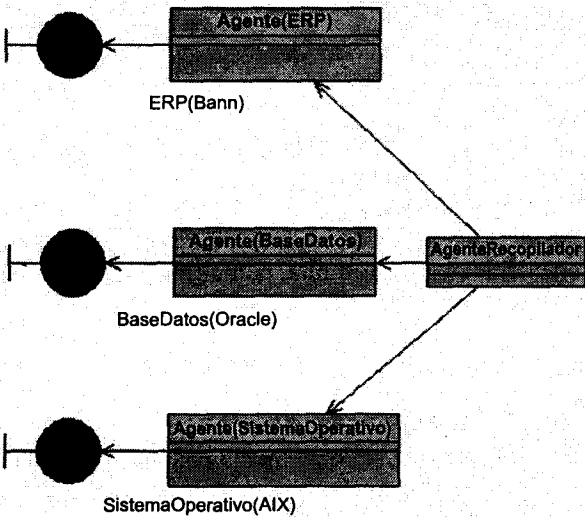


Figura 4: Modelo general de agentes

5.2 Meta-modelo de organización

Incluye los grupos y agentes los que componen la organización y las aplicaciones, también muestra los flujos de la organización de modo que satisfaga sus objetivos. Este sistema está compuesto sólo por una organización, el Sistema CODA, y está compuesta a su vez por dos grupos, tal como se muestra en la Figura 5. Administración: principalmente compuesto por la plataforma de desarrollo a la que se le agregará una Base de Datos local para almacenar la información recuperada de los servidores del Sistema ERP. Comunidad: a los que pertenecen los agentes del Sistema CODA. Sus actividades están organizadas en muchos flujos. El grupo de administración está relacionado con las tareas globales del sistema; esto es, aquellas compartidas entre los diferentes tipos y recursos de información.

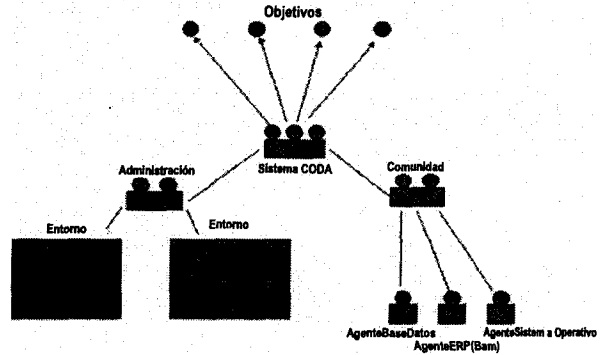


Figura 5: Metamodelo de organización.

5.3 Modelamiento del agente de base de datos

Los casos de uso de la Figura 6 describen la funcionalidad que el agente de base de datos provee. Algunos de ellos están relacionados a la interacción en la cual son especificados en mayor detalle con los conceptos paradigmáticos de agentes. Los casos de uso ilustran la funcionalidad relevante en la gestión del Agente de Base de Datos, refleja las acciones que toma cuando se desea ver si hay información relevante a recuperar.

De manera análoga se han diseñado los modelos de organización y modelo de agente de sistema ERP y SO, los cuales se muestran en el documento original y que por razones de espacio no se han incluido en este documento resumido.

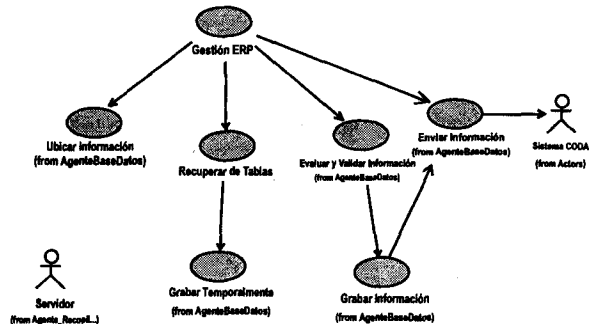


Figura 6: Casos de uso del agente de base de datos.

6. Análisis de resultados

6.1 Organización e instancias de prueba

Se ha considerado los siguientes días de proceso: 01, 02 y 03 de enero del año 2006, esto en razón de que se tiene el cierre mensual del mes de diciembre, el cierre del año anterior y existen procesos anuales que sólo se ejecutan estos días.

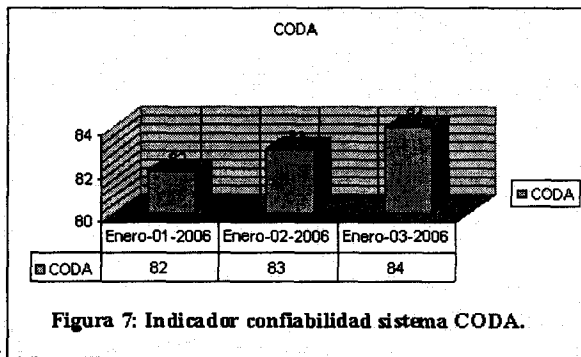
Los componentes de hardware con los que trabajará el sistema son: Servidor compatible, Servidor IBM X Series Modelo H71, SAN Storage HP. Mientras que los componentes de software con los que trabajará el sistema son: Sistema CODA, Sistema Operativo:

Windows 2000 para el servidor (incluido IIS (Internet Information Services)), Explorador de Internet (Internet Explorer), Manejador de base de datos MSSQL 2000, ASP (Active Server Pages), Sistema ERP, Sistema Operativo AIX v 4.3, Manejador de Base de Datos Oracle v 8.0, Sistema ERP BAAN IV C2.

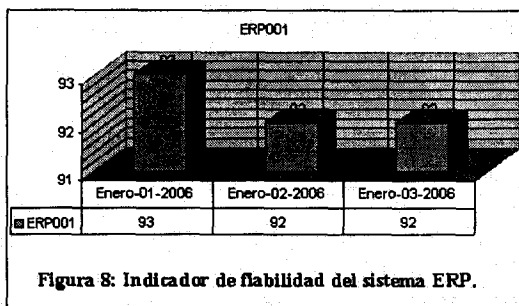
6.2 Resultados numéricos

Indicador confiabilidad del sistema CODA (CODA)

La interpretación de la Figura 7 que muestra el indicador de confiabilidad del sistema CODA (CODA) del presente trabajo es el siguiente: El día 01 de enero del 2006, el indicador muestra el valor más bajo con un 82% de confiabilidad; el 03 de enero del 2006, el indicador muestra el valor más alto con un 84% de confiabilidad, ambos valores se encuentran entre el valor mínimo considerado y el valor normal (87% y 73%), por lo que se necesita revisar todos los indicadores de disponibilidad y fiabilidad de los días 01 al 03 de enero de 2006.

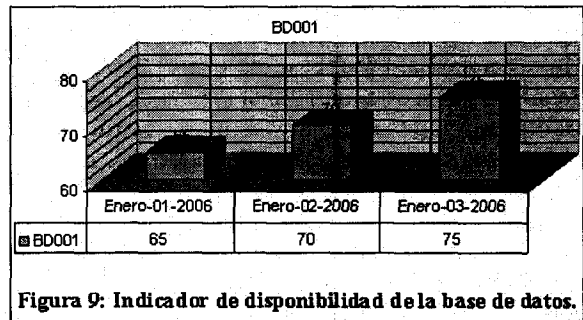


La interpretación de la Figura 8 que muestra el indicador de fiabilidad del sistema ERP (ERP001) del presente trabajo es la siguiente: El día 01 de enero del 2006, el indicador muestra el valor más alto con un 93% de fiabilidad; el 02 y 03 de enero del 2006, el indicador muestra el valor más bajo con un 92% de fiabilidad, ambos valores se encuentran entre el valor normal y el valor máximo considerado (90% y 98%), por lo que podemos inferir que el problema no está en el sistema ERP.



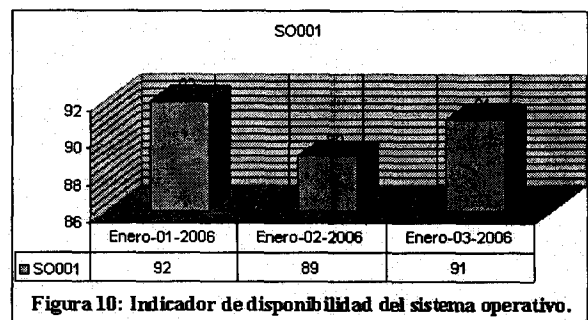
Indicador disponibilidad de la base de datos (Bd001)

La interpretación de la Figura 9 que muestra el indicador de disponibilidad de la base de datos (BD001) del presente trabajo es la siguiente: El día 01 de enero del 2006, el indicador muestra el valor más bajo con un 65% de disponibilidad; el 03 de enero del 2006, el indicador muestra el valor más alto con un 75% de disponibilidad, ambos valores se encuentran por debajo del valor mínimo considerado (80%), por lo que podemos inferir que debemos revisar los eventos que ocasionaron la baja en este indicador en el día 01 de enero del 2006, que influyeron en el indicador de confiabilidad total.



Indicador disponibilidad del sistema operativo (So001)

La interpretación de la Figura 10 que muestra el indicador de disponibilidad del sistema operativo (SO001) del presente trabajo es la siguiente: El día 01 de enero del 2006, el indicador muestra el valor más alto con un 92% de disponibilidad; el 02 de enero del 2006, el indicador muestra el valor más bajo con un 89% de disponibilidad, el primer valor coincide con el valor normal, en cambio el otro está por debajo del valor normal y el mínimo considerado (90%), aún cuando el valor del día 02 de enero del 2006 es bajo se debería revisar las causas de este resultado.



7. Conclusiones y trabajos futuros

Se ha modelado un sistema multi-agente denominado sistema CODA que permite generar los indicadores de confiabilidad, disponibilidad y fiabilidad del sistema ERP Baan y mostrar estos indicadores a través de diagramas y tablas. También, el sistema CODA desarrollado permite al usuario

final monitorear la actividad del sistema ERP mediante los indicadores, gráficos, alertas y mails. Se ha modelado los agentes de software para cada uno de los indicadores del Sistema CODA, y analizado los valores resultantes de confiabilidad, disponibilidad y fiabilidad del sistema ERP Baan IV, base de datos Oracle 8.0 y sistema operativo AIX de IBM. Los valores mínimos, normales y máximos, como mostrados en las tablas respectivas, indican las variaciones de los indicadores antes mencionados. En la Figura 11 se extiende la solución del problema a todas las aplicaciones de la empresa o corporación.

7.1 Trabajos futuros

Multi-compañía: en el caso de que el Sistema ERP Baan trabaje en esta modalidad deberá de hacerse las modificaciones necesarias para capturar los movimientos y consolidarlos de modo que se pueda mostrar índices por cada compañía.

Otras bases de datos / sistemas operativos: El sistema ERP Baan provee soporte para otras bases de datos (MS SQL, Db2, etc) y sistemas operativos (Linux, Windows 2000, etc), se deberá pensar en desarrollar agentes que permitan acceder y obtener la información necesaria.

Mensajes vía celular: se propone como una mejora la implementación de enviar los mensajes o alertas vía mensajes de texto. **Acceso vía PDA (Personal Device Assistance):** se deberán elaborar los programas que permitan acceder a través de este medio.

8. Referencias

- [1] Baan, Base de datos de conocimiento, site: <http://www.support.baan.com.>, accesado en abril 2007.
- [2] Oracle, Base de datos de conocimiento, site : [https://metalink.oracle.com/.](https://metalink.oracle.com/), accesado en abril 2007.
- [3] IBM, Soporte on line, site: [http://www.ibm.com/support/us/.](http://www.ibm.com/support/us/) ,accesado en abril 2007.
- [4] BMC, site : <http://www.bmc.com.> , accesado en abril 2007.
- [5] Queso Software, site: [http://www.quest.com/sap/.](http://www.quest.com/sap/), accesado en abril 2007.
- [6] Symantec, site: <http://www.symantec.com/enterprise/products> accesado en abril 2007.
- [7] Kwon, O. B. and Leeb, J. J. A multi-agent intelligent system for efficient ERP maintenance, Instituto Handong de Informacion Tecnologica, Expert System and Application, Volume 21, Issue 4, November 2001, Pages 191-202
- [8] Chandrashekhar Ch., Deshmukh, S. G. and Chattopadhyay, R. Application of principles of event related open systems to business process reengineering, ACM: Computers and Industrial Engineering, Volume 45, Issue 3, October 2003,

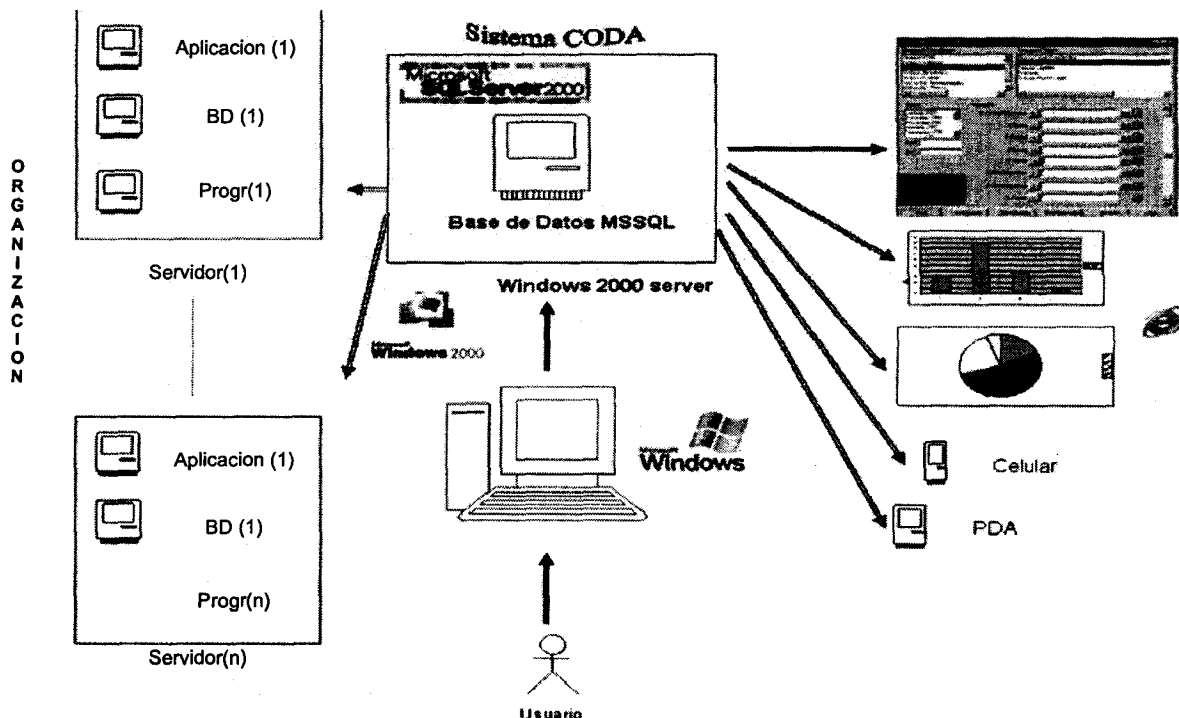


Figura 11: Solución final (generalización).

Pages 347-374

- [9] Ling-yu, Ch. Ch., Dua, T and Lai, V. S. Continuous auditing with a multi-agent system, Decision Support Systems, volume 42, issue 4, January 2007, Pages 2274-2292
- [10] Sommerville I.; Ingeniería de Software, Mexico 2002, Pearson Education; pags. 400.
- [11] Zeus Agent Builder Toolkit, site: [http://labs.bt.com/projects/agents/zeus/.](http://labs.bt.com/projects/agents/zeus/), accesado en abril 2007.

