
Experiencia en el diseño de arquitectura C/S con Móviles y Base de Datos. Laboratorio Móvil de Administración de Proyectos.

Aurora Pérez Rojas, Joselito Medina Marín, José Ramón Corona Armenta,
Oscar Montaña Arango.

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.

auropr@yahoo.com, jmedina@uaeh.edu.mx, jrcorarm@yahoo.com, oscarma11@hotmail.com

Resumen El diseño de una Arquitectura Cliente Servidor se está convirtiendo en algo cotidiano, debido a la incorporación de móviles como clientes. Su portabilidad, sus pequeñas dimensiones, su reducido costo y expansión hacen que se imponga cada vez más. Si a esto le adicionamos el componente de software que lo hace cada vez más fácil de manipular y hasta de emular en el caso de que no contemos con ellos, se puede afirmar que se está convirtiendo en la tecnología predominante.

En la arquitectura propuesta se considera que la aplicación y la base de Datos siempre estarán en la parte del servidor, por la capacidad del mismo, pero la consulta, respuesta y captación de información se considera en la parte del cliente móvil, donde cada vez se le pueden incluir más funcionalidades, dentro de las que se encuentran el acceso a la vista de la Base de datos correspondiente al cliente móvil en cuestión.

En este trabajo se expone la experiencia del diseño de esta arquitectura y su manipulación con Base de Datos en una aplicación donde la funcionalidad principal radica en el acceso a consultas y respuestas de las prácticas del Laboratorio Móvil en la materia de Administración de proyectos de la currícula de Ingeniería Industrial. Esto permite que con los celulares, PDA's, etc. se tenga el medio de responder las preguntas y consultar las evaluaciones que el profesor hace a sus alumnos, facilitando la selección de alternativas previamente preparadas por el profesor que responden a cambios en el medio circundante, flexibilizando las clases y haciéndolas mucho más interactivas y dinámicas.

En este trabajo han participado alumnos de licenciatura en Ingeniería Industrial y Maestría en Ciencias computacionales y Maestría en Ciencias de la Ingeniería Industrial, todos pertenecientes a la UAEH, dirigidos por un equipo del CA de Ingeniería de Sistemas del Centro de Investigación Avanzada en Ingeniería Industrial.

Palabras claves: Administración de Proyectos, Arquitectura C/S, Móviles, Tecnologías educativas,

I. INTRODUCCIÓN

La tecnología con equipos móviles ha revolucionado las fronteras de un espacio cerrado, ha permitido que en cualquier lugar exista interacción entre las personas. Estas facilidades no pueden dejar de aprovecharse en función de la educación, esta flexibilidad de romper las fronteras del aula son necesarias para darle vida al aprendizaje, facilitando las respuestas en tiempo real.

Por otra parte el desarrollo de NetBeans de Java como lenguaje de programación que genera interactivamente programas, el que contiene emuladores de móviles, ha facilitado la comunicación de las aplicaciones servidoras con los clientes móviles, acoplados al Windows para móviles.

Sun Microsystems fundó el proyecto de código abierto NetBeans en junio 2000 y continúa siendo el patrocinador principal de los proyectos. Actualmente hay disponibles el NetBeans IDE y el NetBeans Plataform. El NetBeans IDE es un entorno de desarrollo, una herramienta para programadores pensada para escribir, compilar, depurar y ejecutar programas. Aunque está escrito en Java puede servir para cualquier otro lenguaje de programación. Existe además un número importante de módulos para extender el IDE NetBeans, el cual es libre y gratuito sin restricciones de uso.

Por otra parte el NetBeans Plataform es una base modular y extensible usada como una estructura de integración para crear aplicaciones de escritorio grandes. Hay empresas independientes asociadas que están especializadas en desarrollo de software que proporcionan extensiones adicionales que se integran fácilmente en la plataforma y que pueden también utilizarse para desarrollar sus propias herramientas y soluciones. Estos productos son de código abierto y gratuitos para el uso tanto comercial y como no comercial ya que el código fuente está disponible para su reutilización de acuerdo con la Common Development and Distribution License (CDDL).

En paralelo también hay un fuerte acoplamiento con Sistemas de Gestión de Bases de Datos como MySQL, SQLServer, y otras que facilitan el intercambio de datos entre los clientes móviles y el servidor. La forma de acceso de los móviles varía con la marca, modelo del fabricante pero hay una vía común de conexión a través de direcciones IP's, esta variante se explota en este trabajo facilitando la comunicación entre equipos.

El desarrollo de una aplicación flexible que comuniquen diferentes equipos es en lo que consiste este trabajo, presentando una pequeña aplicación que lo respalda, diseñada y construida con la arquitectura cliente servidor.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Los factores de cambio del nuevo entorno educativo actual se ve impulsado por fuerzas distintas que originan una incertidumbre en como introducir y preparar a los profesores y estudiantes universitarios. En este entorno cambiante, hay tres factores que afectan de forma muy importante a la evolución futura de las universidades: estudiantes, competencia y cambio. Nos son factores nuevos, pero las características que los definen son ahora distintas de las contempladas en el pasado:

- **Los alumnos asumen su propio aprendizaje**, en parte porque hoy tienen fácil acceso a mucha más información.
- **La competencia se intensifica** y es de muchas clases. Las universidades más eficientes, con tecnologías de punta en servicio del aprendizaje de los alumnos, desplazan a las inferiores porque la mejor preparación que brindan se convierten pronto en la norma para todos.
- **El cambio se transforma en constante**, se ha vuelto general y permanente. En general, los cambios que pueden hacer que los alumnos estén desactualizados son aquellos que se

encuentran fuera de las actividades cotidianas y del ambiente socioeconómico de la época actual.

Debido a estos factores, se hace cada día más evidente que las universidades necesitan que el cambio exija una flexibilidad importante y una gran capacidad de adaptación. Y éste es el nuevo escenario en el que todas las universidades se ven envueltas ahora.

La implantación de las TIC impone nuevas reglas relativas a la realización del trabajo, entre las que destacan:

- La Base de Datos compartida permite que la información puede aparecer simultáneamente en tantos lugares como sea necesario.
- Gracias a las redes de telecomunicaciones, las aplicaciones de entrenamiento pueden obtener simultáneamente los beneficios de la centralización y la descentralización.
- Las herramientas de ayuda a la decisión permiten que las decisiones puedan ser tomadas por mayor número de personas y en un menor tiempo.
- Las telecomunicaciones y las PC's portátiles permiten que los alumnos aunque se encuentran fuera de la institución puedan enviar y recibir información donde quiera que estén.
- La PC servidora permite que los ejercicios y proyectos se revisen instantáneamente, tanto por el profesor como por parte de los alumnos.

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones tienen una importancia difícil de magnificar como capacitadoras en el estudio de la ingeniería. Pero las universidades deben tener en cuenta que no es el único factor que entra en juego en estos procesos.

En la actualidad, el entrenamiento de los alumnos de ingeniería implica flexibilidad en el aprendizaje, esto se puede lograr mediante la conectividad a sistemas de entrenamiento, que los preparen para abordar situaciones reales que se presentarán en su trabajo profesional.

La única forma de conseguir esta flexibilidad que se están demandando cada vez más, es ajustar la infraestructura de la información a las nuevas arquitecturas informáticas distribuidas. Pero, por otra parte, interesa mantener de forma centralizada los datos de carácter estratégico de las prácticas, para que estas puedan tener el efecto requerido.

Entre las necesidades que se plantean que tengan los sistemas de entrenamiento se encuentran:

- Evolucionar a un modelo distribuido, donde los proyectos o temas que aborden los diferentes profesores puedan ser preparados por ellos y con varias opciones de forma tal que puedan hasta entre ellos intercambiar datos con eficacia.
- Esta parte del sistema se almacenará en el servidor central.
- Existen requisitos crecientes de conectividad e integración para dar soporte a los estudiantes a los problemas que le plantea el profesor, generando nuevas estructuras menos rígidas.
- Existe una necesidad creciente de conseguir mayor flexibilidad, de forma que la arquitectura se puedan ajustar a los nuevos desarrollos tecnológicos y a las nuevas oportunidades del aprendizaje.

El objetivo a cubrir por en este tipo de entrenamiento es desarrollar la arquitectura del Sistemas de Información y las Comunicaciones, que permita evolucionar tan rápidamente como evolucionan las formas de aprendizaje y que se adecuen a las necesidades de nuevos servicios tan pronto como estas necesidades aparezcan. Por primera vez, y gracias a las tecnologías móviles actuales, es posible construir estos sistemas. En fin hacia arquitecturas distribuidas e integradas: sistemas cliente/servidor y tecnología para trabajo en grupo.

ARQUITECTURA CLIENTE/SERVIDOR

La arquitectura de un sistema define su estructura o su modelo como una vista idealizada que muestra los componentes esenciales. Un modelo de referencia puede ser descrito a partir de sus componentes e interrelaciones entre ellos, a partir de su funcionamiento o funciones que el sistema

tiene definido o a partir de sus diferentes tipos de datos y la unidad funcional definida, aunque en general hay una interrelación entre ellos.

El concepto de Cliente/Servidor proporciona una forma eficiente de utilizar todos estos recursos de máquina de tal forma que la seguridad y fiabilidad se traspasa a la red de área local. A esto hay que añadir la ventaja de la potencia y simplicidad de los ordenadores personales. Esta arquitectura es un modelo para el desarrollo de sistemas de entrenamiento en el que las transacciones se dividen en procesos independientes que cooperan entre sí para intercambiar información, servicios o recursos. Se denomina cliente al proceso que inicia el diálogo o solicita los recursos y servidor al proceso que responde a las solicitudes.

En este modelo las aplicaciones se dividen de forma que el servidor contiene la parte que debe ser compartida por varios usuarios los datos que proporciona el profesor donde guarda tanto lo que el equipo de trabajo de alumnos genera en su aprendizaje como los datos que el profesor puede enviarle al alumno como respuesta de su desempeño, y en el cliente, móvil, alumno o equipo de alumnos contiene y manipula sólo lo particular de cada uno.

Los clientes realizan generalmente funciones como:

- Manejo de la interfaz de usuario.
- Captura y validación de los datos de entrada.
- Generación de consultas e informes sobre las bases de datos.

Por su parte los servidores realizan, entre otras, las siguientes funciones:

- Gestión de cada móvil.
- Control de accesos a la base de datos compartidas y permiso de la vista perteneciente a cada cliente.
- Enlaces de comunicaciones con la redes de área local o INTERNET.

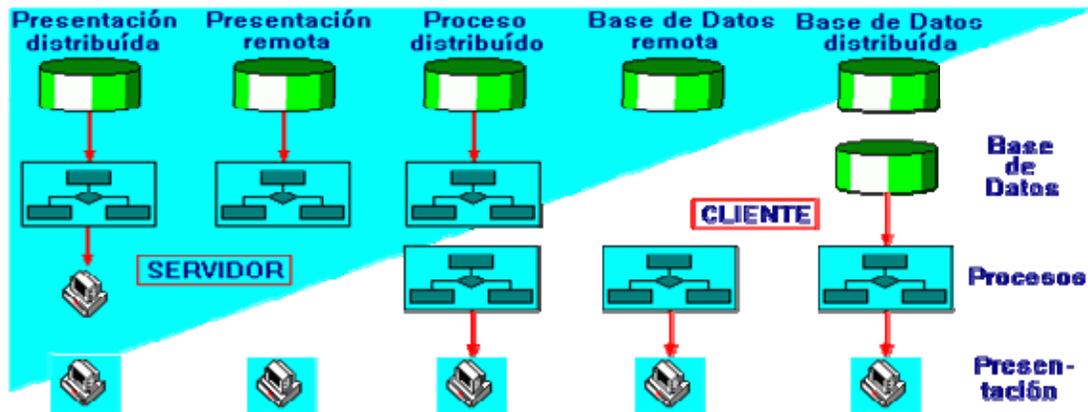
Siempre que un cliente requiere un servicio lo solicita al servidor y éste le responde proporcionándolo. En este caso, aunque no necesariamente, el cliente y el servidor están ubicados en distintos procesadores. Los clientes se suelen situar en ordenadores personales y/o estaciones de trabajo móviles, de diferentes tipos como PDA, celulares, etc. y el servidor en la PC del Laboratorio de Cómputo, o Central.

Entre las principales características de la arquitectura cliente/servidor se pueden destacar las siguientes:

- El servidor presenta a todos sus clientes una interfaz única y bien definida.
- Los clientes no necesitan conocer la lógica del servidor, sólo su interfaz externa.
- Los clientes se tienen que encontrar registrados en el servidor para que este pueda autentificarlo y permitirle el acceso.
- El cliente no depende de la ubicación física del servidor, ni del tipo de equipo físico en el que se encuentra.
- Los cambios en el servidor implican pocos o ningún cambio en el cliente.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Entre las características funcionales de las arquitecturas Cliente/Servidor podemos clasificarlas en cinco niveles, según las funciones que asumen el cliente y el servidor, tal y como se puede ver en el siguiente diagrama:



En el primer nivel el cliente asume parte de las funciones de presentación de la aplicación, ya que siguen existiendo programas en el servidor dedicados a esta tarea. Dicha distribución se realiza mediante el uso de productos para el "maquillaje" de las pantallas. Esta técnica no exige el cambio en las aplicaciones orientadas a terminales, pero dificulta su mantenimiento. Además, el servidor ejecuta todos los procesos y almacena la totalidad de los datos. En este caso se dice que hay una presentación distribuida o embellecimiento.

En el segundo nivel la aplicación está soportada directamente por el servidor, excepto la presentación que es totalmente remota y reside en el cliente. Los terminales del cliente soportan la captura de datos, incluyendo una validación parcial de los mismos y una presentación de las consultas. En este caso se dice que hay una presentación remota.

En el tercer nivel la lógica de los procesos se divide entre los distintos componentes del cliente y del servidor. El diseñador de la aplicación debe definir los servicios y las interfaces del sistema de información de forma que los papeles de cliente y servidor sean intercambiables, excepto en el control de los datos que es responsabilidad exclusiva del servidor. En este tipo de situaciones se dice que hay un proceso distribuido o cooperativo.

En el cuarto nivel el cliente realiza tanto las funciones de presentación como los procesos. Por su parte, el servidor almacena y gestiona los datos que permanecen en una base de datos centralizada. En esta situación se dice que hay una gestión de datos remota.

En el quinto y último nivel, el reparto de tareas es como en el anterior y además el gestor de base de datos divide sus componentes entre el cliente y el servidor. Las interfaces entre ambos están dentro de las funciones del gestor de datos y, por lo tanto, no tienen impacto en el desarrollo de las aplicaciones. En este nivel se da lo que se conoce como bases de datos distribuidas.

La arquitectura que se ha tomado de referencia permite que el cliente consulte solo la información que tiene el servidor, el cual manipula la Base de Datos centralizadamente. El recibo será solamente de la información que le corresponde al cliente en cuestión, pueden coexistir varios clientes o equipos de alumnos consultando la Base de Datos a través del servidor.

CASO DE ESTUDIO: DESARROLLO DE KITPROJECT CON MOVILES

KitProject está diseñado para facilitar el aprendizaje de la asignatura Administración de Proyectos, haciendo uso de recursos teóricos, prácticos y tecnológicos. KitProject es un laboratorio móvil operado por PC's mediante un sistema computacional que cuenta con dos tipos de usuarios:

- Instructor: es quien imparte el seminario, organiza y evalúa los resultados del entrenamiento.
- Alumno (Equipos de n alumnos): es la persona que asiste al seminario y formando equipos, participa en el entrenamiento y de esta forma pone a prueba los conocimientos adquiridos en el seminario.

La aplicación Kit Project cuenta con tres módulos:

- El primero es considerar al instructor como administrador, este debe de introducir los proyectos, definir las sesiones de trabajo, etc. PC Servidor.
- El segundo considera al alumno para planear un proyecto e introducirlo a los conceptos claves de la materia de Administración de Proyectos. PC Servidor.
- El tercero es la aplicación a través de la arquitectura Cliente/Servidor, con diferentes sesiones de trabajo para un proyecto particular. Clientes: Móviles-Alumnos, Servidor: PC-Profesor
Cada equipo o conjunto de alumnos, contará con un equipo móvil (PDA, celular, etc.).

El sistema se ha probado y diseñado utilizando un emulador de PDA que brinda SUN y que está libre en la red. Con el mismo se ha simulado y se ha probado la funcionalidad del tamaño de las pantallas, además que se ha vinculado con los datos que se almacenan en la Base de datos del sistema para mantener actualizadas las respuestas y la interacción de los equipos de trabajo que participan en el proyecto.

Cada sesión en KitProject contempla al instructor y a los alumnos que a su vez trabajan en grupo. Dado que se busca formar equipos de trabajo, los cambios que realice un miembro de algún equipo deben ser visibles inmediatamente, a otros miembros del mismo equipo, pero nunca a otro equipo.

En general el módulo interactivo funciona a partir de que el instructor selecciona el proyecto que se va a desarrollar y una sesión del mismo. Cabe desatacarse que cada proyecto se puede dividir en n sesiones de trabajo y cada una de ellas pueden tener hasta 5 tarjetas diferentes las cuales hacen que la solución varíe con las alternativas que se presentan. Los alumnos solo ven un número a seleccionar, pero el contenido de esa tarjeta no se ve, solo hasta que es seleccionada, una tarjeta en una sesión no puede salir en más de un equipo, por lo que esa restricción hace que la sesión sea particular a cada equipo. Estas tarjetas tienen el objetivo de introducirle variantes que introduzcan dificultades de forma gradual y que el alumno debe dar solución en esa sección, capturando sus respuestas, almacenando las mismas para que el instructor pueda evaluar posteriormente el desempeño del equipo en la solución del problema.

El instructor o administrativo del sistema es el encargado de cargar los proyectos que entienda pertinentes aunque el sistema contempla en su Base de Datos 3 proyectos relativos al tema y que aumentan la complejidad de su solución a medida que avanzan las sesiones de trabajo.

Al iniciar la aplicación se presenta la pantalla de acceso, en la cual se deben introducir los siguientes datos, ver Figura 1:

- Nombre del Proyecto: Este debe ser el proyecto con el que indique el instructor que se va a trabajar.
- Número del Equipo y Password para su enlace con la aplicación servidor
- Número de la Sesión que se va a trabajar en la clase.

Los alumnos previamente tienen el proyecto que se selecciona con la duración de sus actividades, sobre las que se hacen los cálculos con las nuevas variantes que se presentan.

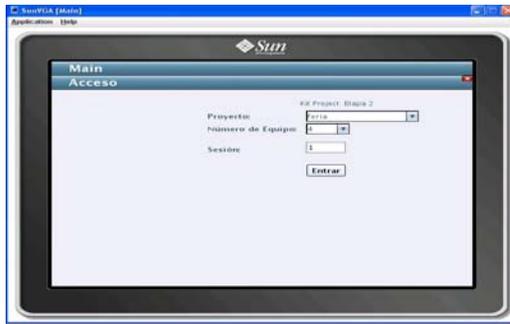


Fig. 1. Pantalla de acceso al KitProject



Fig. 2. Elección de tarjeta con la que se trabaja en la sesión

En la Figura 2 se muestra la pantalla donde se elige de la lista de tarjetas que el instructor asignó a esa sección que se presenta, una tarjeta, esto con el fin de que cada uno realice un ejercicio diferente pero sobre el mismo proyecto, aunque nada impide que sea la misma para 2 o más equipos, esto se deja a consideración del instructor.

De las tarjetas a seleccionar solo se muestran su código para que el alumno no pueda seleccionar una en particular sino que sea fortuita su selección. Una vez seleccionada aparece su descripción y esta selección no puede ser cambiada.

Finalmente, se deben capturar los resultados de los cálculos que se tuvieron que realizar de acuerdo a la tarjeta elegida. En el caso en cuestión hay que recalcular los tiempos de duración y terminación más tempranos y tardíos que han sido modificados con la tarjeta sacada, además la holgura del sistema a partir de los cambios y cuanto costará y su duración final. Estos datos son objeto de evaluación por parte del instructor el cual una vez aceptada la captura de ellos será objeto de comentarios u observaciones por parte del profesor-instructor.

Cuando el equipo está seguro de que las respuestas que se indican en los cuadros de texto son las correctas, se debe dar clic en el botón enviar. Con esto finaliza el proceso. En la fig 3 se muestra como quedan los datos listos para ser enviados y en la figura 4 como se pueden observar las conclusiones que brinda el instructor que podrá ser visualizada a manera de consulta.

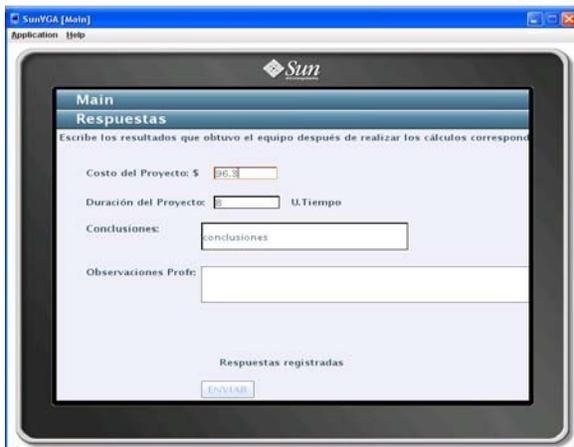


Fig. 3. Captura de Resultados

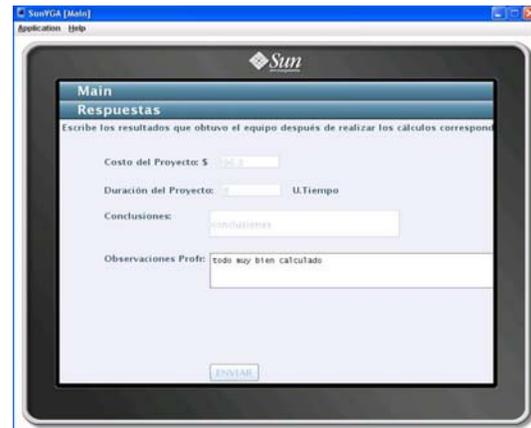


Fig. 4. Consulta de respuestas y observación del profesor

La aplicación para móviles que se desarrolló es en línea, tomando en consideración que la misma tiene un conjunto de direcciones IP que serán asignados por el profesor a cada equipo. Los alumnos acceden a la aplicación, en clase o fuera de ella, dando primeramente su identificación y password. El sistema valida esta información y automáticamente pueden acceder a la aplicación seleccionando las preguntas y permitiéndose capturar sus respuestas. Además es posible consultar la evaluación que el profesor hizo, sin poder modificar las respuestas que inicialmente se capturaron. Por supuesto que cada equipo solo ve sus resultados y accederá a la vista que le corresponde de la BD del sistema.

- Sólo se necesita un navegador del lado del cliente.
- Permite la cooperación con un gran número de sistemas cliente independientemente del sistema operativo del cliente u otras condiciones del lado del cliente.
- Toda la lógica se encuentra del lado del servidor y no se necesitan mecanismos de actualización y sincronización. Todos los clientes pueden trabajar en la misma base de datos central, usando datos recientes.
- La tarea de administrar estos sistemas es pequeña comparada con las otras arquitecturas.

La base de datos sobre el SQL Server 2005 permite almacenar los datos de todos los proyectos que se quieren tener para prácticas de entrenamiento, por lo que no hay restricción en la cantidad de proyectos, ni en la cantidad de actividades para planear en cada proyecto. Los alumnos se almacenan por curso, y los proyectos vigentes dependen de la selección que haga el instructor, de querer adicionar algún otro es posible dado que hay pantallas de captura y actualización que en el módulo de administración lo permiten.

Se facilita la emisión de tablas y gráficos en el módulo del alumno, que muestran el estado del proyecto a planear, así como se muestran ayudas para resolver las situaciones que aparecen de entrenamiento.

IV. CONCLUSIONES

Una vez que se han estudiado las características de los equipos móviles, se determinó la arquitectura correcta que facilita la manipulación de datos tanto de entrada como de salida al sistema y bajo diferentes escenarios de pruebas de acuerdo al tipo de prácticas que se desean diseñar.

En general se requiere de una Laptop o PC y un móvil para cada equipo de alumno, que en principio se ha manejado para 10 equipos que pueden tener hasta 4 alumnos. Se ha elaborado el sistema computacional que permite la interacción entre profesores y alumnos en tiempo real.

La factibilidad de generalizar este proyecto en otras universidades es notoria además de que el costo de introducción sería muy inferior a cualquiera de las variantes existentes actualmente, tanto de comprar nuevos Kits de prácticas en el extranjero, o desarrollarlos con el uso de equipos computacionales.

Hasta hace algún tiempo los kit de entrenamiento de ingeniería se caracterizaban por desarrollarse en un aula y durante el transcurso de una clase, cuestión esta que no siempre es posible realizar totalmente puesto que las clases son como máximo de dos horas de duración. Romper la barrera del tiempo de duración de una clase y posibilitar que se entrene un conjunto de alumnos a la velocidad con que se envía un mensaje, cuestión esta que es común en nuestros días, es la premisa con la que partió el desarrollo de este trabajo.

La tecnología de los equipos móviles asociadas a las PC ha permitido el Diseño de una Arquitectura para obtener un prototipo de laboratorio móvil que de servicio a prácticas de Ingeniería donde los datos son capturados por los alumnos. A través de los equipos móviles se captura la

respuesta de los alumnos ante eventos “imprevistos” y que el profesor introduce, los que implican el análisis y solución, por parte de los alumnos en tiempo real.

Una de las principales aportaciones de esta arquitectura a los sistemas de información es la interfaz gráfica de usuario. Gracias a ella se dispone de un manejo más fácil e intuitivo de las aplicaciones. En esta arquitectura los datos se presentan, editan y validan en la parte de la aplicación cliente.

En cuanto a los datos, cabe señalar que en la arquitectura Cliente/Servidor se evitan las duplicidades (copias y comparaciones de datos), teniendo siempre una imagen única y correcta de los mismos disponible en línea para su uso inmediato.

RECONOCIMIENTOS

En este trabajo han participado alumnos de Licenciatura en Ingeniería Industrial en la preparación de datos de prueba sobre 3 proyectos tipos que pueden servir de prácticas en la materia de Administración de proyectos, cada proyecto tiene 4 sesiones de trabajo y en cada una de ellas hay 5 variantes de cambios en las tarjetas que pueden sacar los estudiantes por equipo aumentando la complejidad del entrenamiento paulatinamente; alumnos de la Maestría en Ciencias computacionales en el diseño y preparación del sistema y alumnos de la Maestría en Ciencias de la Ingeniería Industrial, con las definiciones lúdicas que debe de tener esta aplicación, dirigidos por un equipo del Cuerpo Académico de Ingeniería de Sistemas del Centro de Investigación Avanzada en Ingeniería Industrial, perteneciente al Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.

REFERENCES

- [1] Barry & Associates Inc. Service-oriented Architecture (SOA). 2000-2007 <http://www.service-architecture.com>.
- [2] Gido, J & Clements, J.P., Administración Exitosa de Proyectos, Segunda Edición, México, 2003.
- [3] Gruhn Volker, Köhler André. Aligning software architectures of mobile applications on business requirements. 2006.
- [4] Ivar Jørstad, Schahram Dustdar , Do van Thanh. Service-Oriented Architectures and Mobile Services
- [5] <http://www.csi.map.es/> Consejo Superior de Administración Electrónica de España.