

Arquitectura de software de una aplicación móvil para desarrollar un sistema de identificación por radiofrecuencia

Gerardo Lagunes García
Tecnológico de Orizaba
glagunes@acm.org

Ignacio López Martínez
Tecnológico de Orizaba
ilopez@ito-depi.edu.mx

Gustavo S. Peláez Camarena
Tecnológico de Orizaba
sgpelaez@yahoo.com.mx

María Antonieta Abud Figueroa
UAM-Iztapalapa
mabud@ito-depi.edu.mx

Beatriz Alejandra Olivares Zepahua
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
bolivares@ito-depi.edu.mx

Resumen: Un sistema RFID (Radio Frequency Identification, Identificación por Radiofrecuencia) ayuda a identificar toda clase de objetos por medio de etiquetas o tags RFID, un sistema de este tipo tiene como funciones principales

saber cuántos bienes se tienen y donde se encuentran ubicados, controlando estos elementos, el apoyo al inventario aumenta porque lo mantiene actualizado con información real. El presente trabajo propone una arquitectura de software para desarrollar una aplicación móvil que es parte de un sistema RFID, que sirve de apoyo al inventario del Instituto Tecnológico de Orizaba y así también se presentan los resultados (aplicaciones) que se generaron a partir de las arquitecturas propuestas.

Palabras clave: Sistema RFID, lector RFID, arquitectura de software, desarrollo RFID.

Software architecture of a mobile application for developing a system identification by radiofrequency

Abstract: A RFID system (Radio Frequency Identification) identifies all the objects by of labels or RFID tags, a system of this type have functions that know how many assets there are and where they are located, controlling these items, increases support for inventory because it keeps updated with real information. This paper proposes a software architecture to develop a mobile application and a Web application that forming part of an RFID system, which supports the inventory of Technological Institute of Orizaba and so the results (applications) that are generated from architectures proposal are also presented.

Keywords: RFID system, RFID reader, software architecture, development RFID.

1. Introducción y Motivación

Los sistemas de identificación por radiofrecuencia, son sistemas de identificación automática o Auto ID, este tipo de sistemas utiliza dispositivos electrónicos para identificar distintos tipos de objetos. Actualmente la información contenida en el inventario del Instituto Tecnológico de Orizaba no es real, porque hay activos

registrados en el sistema que físicamente no se encuentran, y bienes que existen físicamente pero no están registrados en el sistema, añadiendo que no existe aseguramiento de activos y que el tiempo de actualización del inventario es lento, por lo que se está desarrollando un sistema RFID para apoyar al control del inventario sobre los activos, disminuyendo el tiempo de actualización de sus datos, el tiempo de registro, la modificación y la localización de activos y también obtener aseguramiento de bienes mediante el emparejamiento de los mismos.

Este trabajo se enfoca en la arquitectura de software de la aplicación del dispositivo lector RFID *Handheld* CS101-2. En la arquitectura de software propuesta, se muestran los componentes necesarios para realizar la aplicación RFID con las funciones para integrarse al sistema RFID. Un componente que ayuda a esta integración es la Base de datos (archivo XML) que es un vínculo (por medio de la lectura de este archivo XML) entre la aplicación Web (middleware) y la aplicación RFID, otro componente es el acceso que controla el módulo RFID, que se encarga de enviar señales de radiofrecuencia al espacio en busca de objetos etiquetados.

Contar con un sistema de administración de activos que involucre la tecnología RFID, dentro del Instituto Tecnológico de Orizaba, aumenta el control y la seguridad de los mismos permitiendo actualizar y/o consultar el inventario de manera rápida y precisa mediante la identificación de entradas y salidas, evitando robos y manteniendo el inventario actualizado en cuestión de minutos.

Además se reduce considerablemente el tiempo invertido en contabilizar manualmente los activos que el instituto dispone, evitando con esto errores humanos. El presente artículo está organizado como se indica a continuación: en la sección 2 se describen los conceptos más relevantes al proyecto, en la sección 3 se describen las arquitecturas de software de las dos distintas aplicaciones, en la sección 4 se describe el caso de estudio donde se encuentra definida la implementación de las aplicaciones resultantes de las arquitecturas propuestas.

2. Marco teórico

En esta sección se describen conceptos relevantes para obtener mayor comprensión a este documento.

2.1 RFID

La identificación por radio frecuencia o RFID por sus siglas en inglés, es una tecnología que identifica objetos o personas por medio de etiquetas que no necesariamente están a la vista, esto quiere decir que la información viaja por medio de ondas de radio (Zhao & Ng, 2012). RFID complementa el proceso de identificación, localizando, rastreando y controlando con precisión y automáticamente objetos etiquetados (Zanetti, Danev, & Capkun, 2010) (Tecnotic, 2014).

2.2 Etiquetas RFID

Una etiqueta RFID conocida como *transponder* (TRANSMitter/resPONDER), por su funcionamiento de recepción y transmisión de datos consta de un pequeño microprocesador y una pequeña antena, ambos incorporados forman un circuito integrado que es encapsulado en diferentes materiales (papel adhesivo, metal, vidrio, plástico, madera, entre otros) dando cuerpo a una etiqueta RFID. Las etiquetas RFID se clasifican por su fuente de alimentación, con batería activas o sin batería pasivas (Somasundaram , Khandavilli, & Sampalli, 2010) (Wang, Li, Daneshmand, Sohraby, & Jana , 2011) (Tecnotic, 2014).

2.3 Etiqueta RFID pasiva

Es una etiqueta RFID que no necesita una fuente de alimentación interna o de mantenimiento, porque obtienen energía para transmitir información a partir de la señal del campo magnético producido por un lector RFID, por lo que es una etiqueta de bajo costo. Algunas de las aplicaciones para esta etiqueta RFID, se encuentran en la gestión de archivos, de libros, en logística, entre otras, tienen

un alcance de transmisión de información de hasta 10 metros (Wang, Li, Daneshmand, Sohraby, & Jana , 2011) (Tecnotic, 2014).

2.4 Etiqueta RFID activa

Es un etiqueta RFID que lleva integrada una fuente de alimentación que provee de energía a su circuito electrónico, que envía y comunica información al lector RFID, tener una batería integrada hace necesario mantenimiento a la etiqueta porque es importante su funcionamiento continuo, por lo que su costo es mayor en comparación a una etiqueta RFID pasiva, se aplica en el seguimiento de largo alcance de activos y su alcance de transmisión de información es de hasta 1000 metros (Wang, Li, Daneshmand, Sohraby, & Jana , 2011) (Tecnotic, 2014).

2.5 Lector RFID

Un lector o interrogador RFID es un dispositivo electrónico que transmite señales de radiofrecuencia a etiquetas RFID para comunicarse. Generalmente solicita el identificador único de la etiqueta RFID y tiene la capacidad de leer más de una etiqueta a la vez. En este documento se maneja un lector *Handheld* CS101-2 fabricado por *Convergence Systems Limited*, maneja todos los rangos de frecuencia, cuenta con escáner de código de barras, pantalla táctil, tiene conectividad tanto por Wi-Fi, USB y RS232 y su batería soporta 1.5 horas de trabajo continuo y 20 horas en reposo, cuenta con el sistema operativo Windows CE, rango de lectura de hasta 7 metros en lugares abiertos y de 7 a 11 metros en lugares cerrados, lee 150 etiquetas por segundo con un pico de hasta 400, provee información de todos los bancos de memoria de una etiqueta, entre otras más características. En la Figura 1 se muestra el lector RFID (Wang, Li, Daneshmand, Sohraby, & Jana , 2011) (Tecnotic, 2014) (Convergence Systems Limited, 2013).



Figura 1. Lector RFID Handheld CS101-2.

2.6 Sistema RFID

Es un sistema inalámbrico que por medio de señales de radiofrecuencia transmite información a etiquetas RFID, para identificarlas, localizarlas y rastrearlas, concretamente un sistema RFID está compuesto por tres elementos: por mínimo 1) una etiqueta RFID, 2) un lector RFID y 3) un sistema de administración (*middleware*) que controla toda la información sobre los objetos etiquetados (Zhao & Ng, 2012) (Zanetti, Danev, & Capkun, 2010) (Wang, Li, Daneshmand, Sohraby, & Jana , 2011) (Tecnotic, 2014) (Somasundaram , Khandavilli, & Sampalli, 2010). En la Figura 2 se muestra la estructura básica de un sistema RFID.



Figura 2. Estructura básica de un sistema RFID.

2.7 Windows CE

Windows CE 5.0, es un sistema operativo de Microsoft empotrado que ejecuta una función dedicada, se utiliza para el desarrollo ágil de dispositivos conectados, inteligentes y compactos y tiene como objetivo proveer un sistema operativo de plataforma cruzada, multihilado y de pequeño tamaño (Microsoft, 2014).

2.8 MVC (Modelo-Vista-Controlador)

Es un patrón que separa los datos de su interpretación para disminuir problemas por acoplamiento (cambio en uno implica cambio en el otro). El modelo son los datos y reglas del sistema, la vista despliega información y el controlador es el mecanismo que coordina a los otros dos, responde a eventos, acciones del usuario e invoca cambios en el modelo y en la vista (Microsoft, 2014) (Pavón Mestras, 2009).

3. Arquitectura propuesta

La arquitectura propuesta contempla el desarrollo de una aplicación para un dispositivo móvil *Handheld* CS101-2 y el desarrollo de una aplicación Web, el medio de comunicación entre ambas aplicaciones se realiza por medio de un archivo XML ya que no se encuentra con acceso a internet en todas las áreas del instituto. En la Figura 3 se observa la arquitectura en capas para la aplicación móvil y en la Figura 4 se observa una arquitectura MVC para la aplicación Web. Este trabajo se enfoca en la arquitectura de la aplicación móvil.

A continuación se describen brevemente los niveles de la arquitectura de la aplicación que se ejecuta en el dispositivo móvil.

La arquitectura de la aplicación para el dispositivo CS101-2 se encuentra compuesta por tres distintos niveles: nivel de presentación, nivel de aplicación y nivel de persistencia. El nivel de presentación se encarga de albergar toda la interfaz de usuario que son formularios, tablas, menús, botones, entre otros componentes de presentación, en el nivel de aplicación o dominio se encuentran las clases que obtienen la información ingresada por medio de los formularios, inserción de texto, funciones de clic y también se encarga de enviar y recibir datos del nivel de persistencia en el cual se encuentra la clase que controla el acceso a los datos, su modificación y actualización, la fuente de datos es un

archivo XML que tiene el objetivo de ser genérica y ser leída también por la aplicación Web.

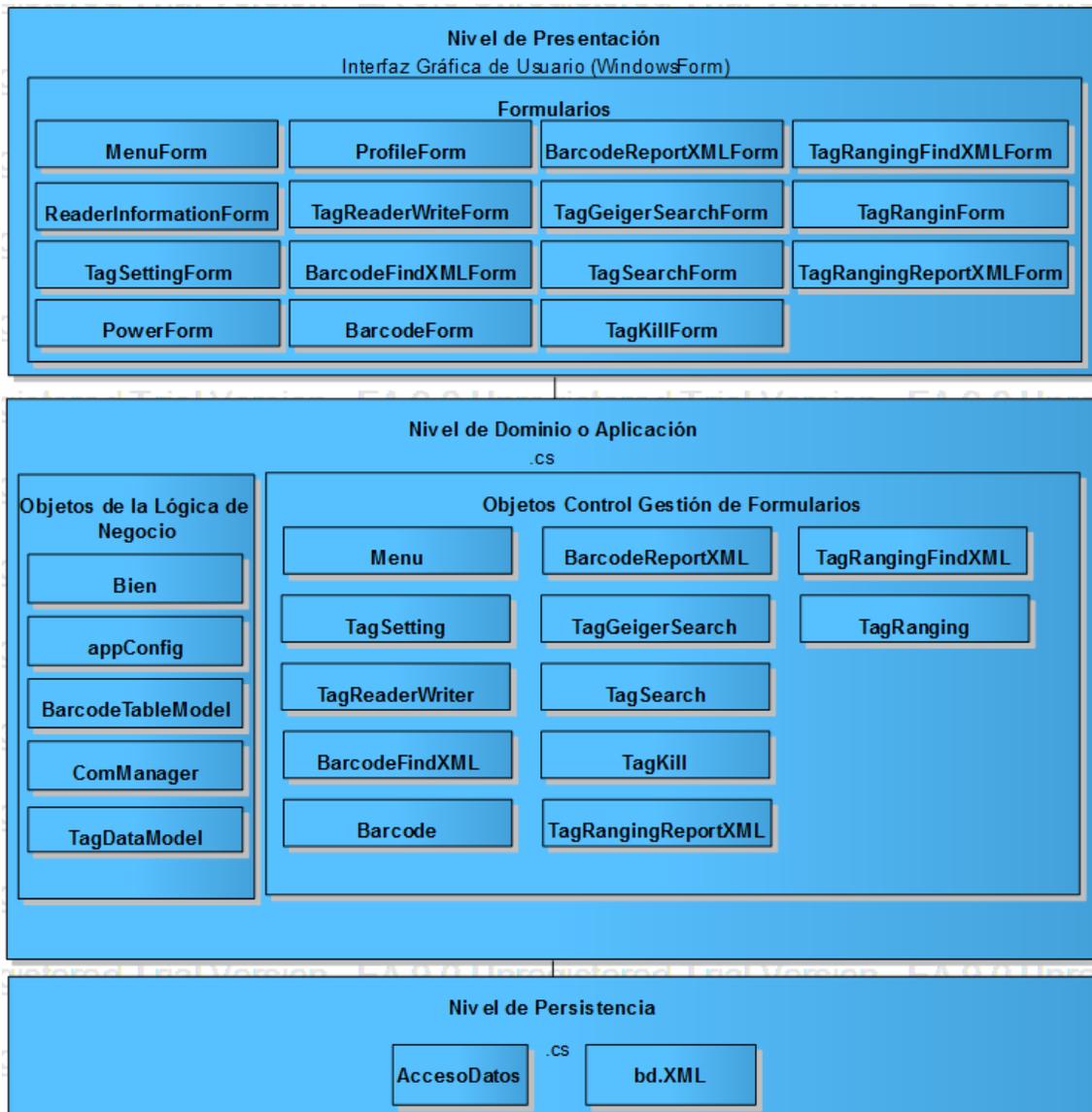


Figura 3. Arquitectura de software de aplicación móvil.

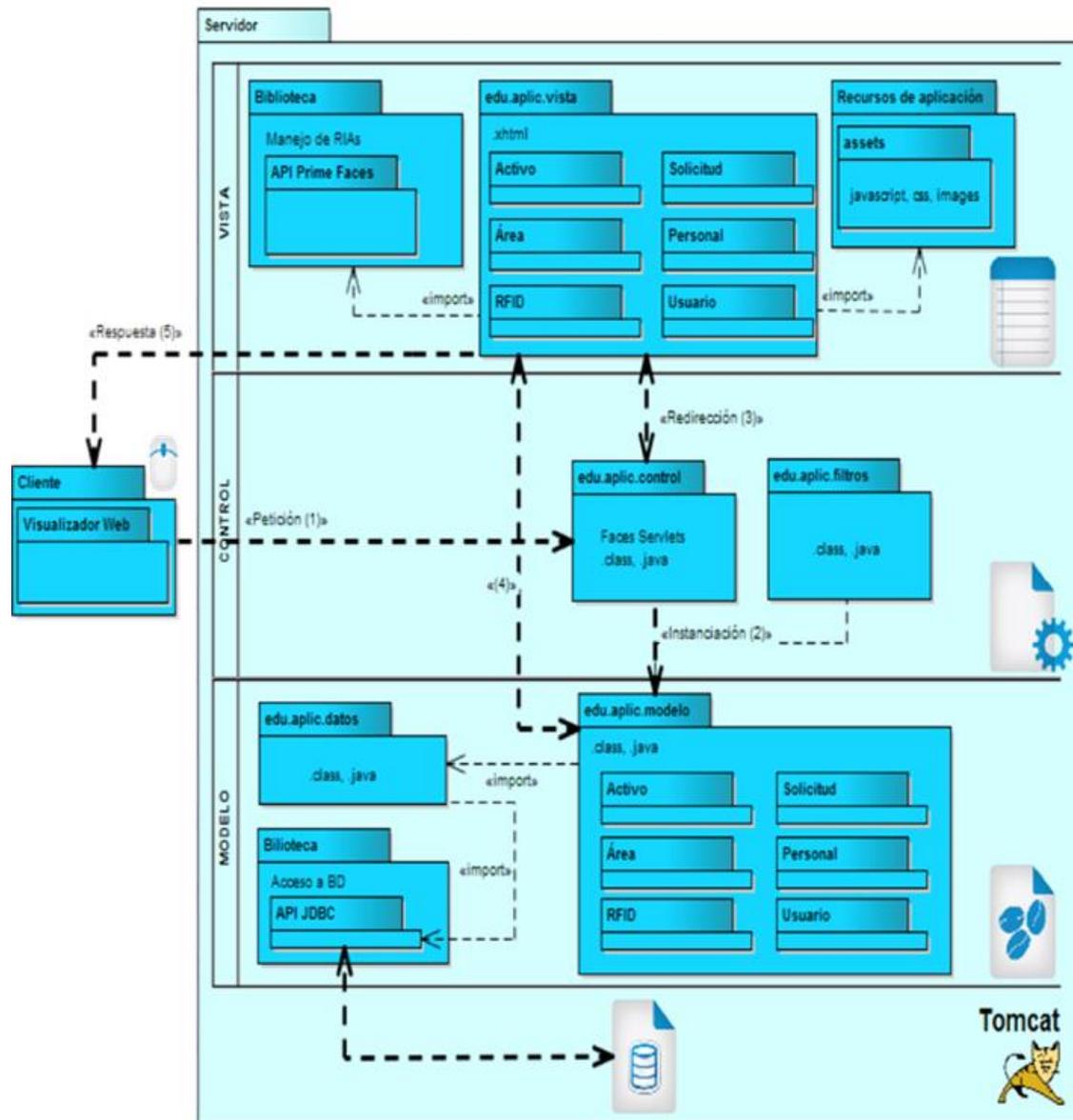


Figura 4. Arquitectura de software de aplicación móvil.

Una aplicación desarrollada en estos tres niveles, ayuda a separar la interfaz del usuario del código que genera la lógica del negocio, ubicado en el nivel de aplicación y a su vez de la conexión al archivo XML que se encuentra dentro del nivel de persistencia; la ventaja de tener separado los distintos códigos radica en una comprensión más rápida al leer código y al modificarlo.

4. Caso de estudio

En esta sección se muestra el caso de estudio donde se utilizaron las aplicaciones resultantes de las arquitecturas descritas en la sección anterior. Las instituciones educativas de nivel superior públicas no cuentan con un control sobre sus bienes, ni conoce la cantidad de bienes que poseen, donde se encuentran ubicados y ni quien es el encargado de cuidarlos o resguardarlos, por lo que se extravíen bienes es una situación muy probable. Llevando a cabo el sistema RFID se aplicó en el laboratorio de la maestría en sistemas computacionales dentro del centro de cómputo del instituto.

En el sistema RFID propuesto lo primero que realizó el encargado de almacén es registrar en la aplicación Web todos los bienes que se encuentran dentro del laboratorio, en la Figura 5 se muestra la pantalla donde se registra un bien.



Es Primario: No Bien Primario: Laboratorio de Maestría en Sistemas Computacionales

Área: * 1.1.4 - Centro de Cómputo

Camb: * I180000116 - SERVIDOR DE RED

Reguardante: * Gerardo Lagunes Garcia

Descripción: * Servidor de Red Gris Doc. Soporte: * Factura Dimensiones: Torre

Marca: * S/M Form. Aquí.: * Compra directa Unidad.: * Pieza

Modelo: * S/M Núm. Serie: S/N

Cantidad: * 2 Fecha Adqui.: * 24/11/2014

Valor Unit.: * 65000 Misma información: No

Figura 5. Registro de bien (aplicación Web).

La aplicación tiene la capacidad de diferenciar entre dos tipos de usuarios (administrador y resguardante), el administrador como en la Figura 5 realiza registro de bienes, bajas y modificaciones. Después de tener registrados todos

los bienes para esta área específica del instituto se continúa con la autorización de cada uno de los bienes nuevos, la autorización se realiza con la factura de cada bien.

Con bienes autorizados se genera la Base de datos móvil que es un archivo XML y descargar la Base de datos móvil con el nombre "bd.xml" y se copia dentro del dispositivo móvil *Handheld CS101-2* en la ruta "My Device/Program Files/ITO BienesRFID Movil", si el archivo existe se reemplaza.

En la Figura 6 se muestra el menú principal de la aplicación móvil, con las funciones básicas RFID (consultar, escribir, localizar, destruir, lectura de código de barras y configuraciones generales).

Una vez que la Base de datos de la aplicación Web se encuentra actualizada se continua a escribir dentro de las etiquetas RFID (sólo se escribe en una etiqueta un identificador único que exista en la Base de datos móvil), el tipo de etiqueta RFID en la que se escribe es una pasiva *Confidex Steelwave Micro* mostrada en la Figura 6 especial para leerse en medios ambientes con ruido de señales emitidas por dispositivos electrónicos. Para escribir se hace uso de la dos aplicaciones, en la aplicación Web se consulta el identificador que se escribirá en la etiqueta y en la aplicación móvil por medio de radiofrecuencia se escribe en un banco de memoria.



Figura 6. Menú principal de aplicación móvil, etiqueta RFID pasiva y laboratorio etiquetado .

Después se prosigue a pegar las etiquetas RFID a los objetos necesarios, en la Figura 6, en la parte tres, se ve como se etiqueta el laboratorio (etiqueta primario) pues es importante saber que contiene (etiquetas secundarias). Etiquetado todos los objetos del laboratorio de la maestría en sistemas computacionales se escanea todo el laboratorio para comprobar las ventajas mencionadas en este trabajo.

Las ventajas confirmadas son: velocidad de consultar el inventario, velocidad de identificación de bienes faltantes (por medio de un reporte que muestra el número de etiquetas RFID encontradas y faltantes, por ej., para este laboratorio se encuentran 42 bienes de los cuales uno es primario y 41 son secundarios, es decir, un bien contiene a 41 bienes, dando 42 bienes), otra ventaja es la visualización del detalle de bienes, con el que se muestra rápidamente que etiqueta se escanea y cuando un bien se ha extraviado se encuentra la función de darlo de baja desde la aplicación móvil, también con la aplicación Web se encuentran ventajas como que se generan reportes en Excel o PDF para su posterior análisis, una ventaja más es que se muestran detalles del área donde se encuentran los bienes y bajo quien se encuentran resguardados.

Como último paso la aplicación Web cuenta con la opción de cargar la Base de datos móviles (archivo XML) para actualizarla si se produjo algún cambio así mantener siempre con información real la Base de datos principal. En la Figura 7 se muestra una consulta RFID.



Figura 7. Consulta de etiquetas RFID, integración de la aplicación Web y móvil

5. Conclusiones y Trabajo Futuro

Mediante la aplicación de este sistema RFID propuesto se extraen diversos beneficios que logran mantener actualizado el inventario y actualizarlo en un corto tiempo, con información real y útil. Estas ventajas se consiguieron de la siguiente manera: primero, con la aplicación Web se elevó el control sobre los bienes guardando información como el área donde se encuentran almacenados y las personas que se encuentran encargadas de su cuidado, esto ayuda a los encargados de inventario conocer donde se encuentra un bien dentro del instituto, así también la aplicación Web sistematiza solicitar el registro de un bien para su posterior autorización, con lo que se consigue un control mayor sin dificultad. Por la parte de la aplicación móvil instalada dentro del dispositivo *Handheld* CS101-2 contribuye a la mejora del tiempo de actualización del inventario, proporcionando identificación, escritura, lectura, localización y modificación por radiofrecuencia de etiquetas RFID. La velocidad se gana escaneando un área y leyendo etiquetas RFID que no siempre se encuentran a la vista y consultándolas en un repositorio móvil, proporcionando un reporte rápido con los bienes con los que cuenta cierta área.

Como trabajo a futuro se pretende aplicar el sistema RFID dentro de las demás áreas del instituto, también robustecer la aplicación Web que administra los bienes agregando la función de generar un vale de resguardo y un mapa del instituto mostrando por áreas el número y un listado de los bienes almacenados.

Referencias

Pavón Mestras, J. (2009). *Estructura de las Aplicaciones Orientadas a Objetos. El patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC)*. Madrid, Madrid, España.

Convergence Systems Limited. (2013). *About CSL-RFID*. Recuperado el 20 de 11 de 2014, de Convergence Systems Limited Web site: <http://www.convergence.com.hk>

Microsoft. (2014). *Microsoft Corporation*. Obtenido de <http://support.microsoft.com/kb/158182/es>

Somasundaram , S., Khandavilli, P., & Sampalli, S. (2010). *An Intelligent RFID System for Consumer Businesses. Proceedings of the 2010 IEEE/ACM Int'l Conference on Green Computing and Communications & Int'l Conference on Cyber, Physical and Social Computing*, (págs. 539-545). Hangzhou.

Tecnotic. (12 de Febrero de 2014). *Acerca: Tecnotic*. Obtenido de Tecnotic: <http://www.tecnotic.com/content/vista-del-moderador-en-powerpoint>

Wang, C., Li, B., Daneshmand, M., Sohraby, K., & Jana , R. (February de 2011). *On Object Identification Reliability Using RFID. Mobile Networks and Applications*, 16(1), 71-80.

Zanetti, D., Danev, B., & Capkun, S. (2010). *Physical-layer identification of UHF RFID tags. Proceedings of the sixteenth annual international conference on Mobile computing and networking*, (págs. 353-364). Las Vegas.

Zhao, Z., & Ng, W. (2012). *A Model-based Approach for RFID Data Stream Cleansing. Proceedings of the 21st ACM international conference on Information and knowledge management*, (págs. 862-871). Maui.

Notas biográficas:



Gerardo Lagunes García Ingeniero en Sistemas Computacionales, egresado del Instituto Tecnológico de Orizaba (ITO), actualmente estudia la Maestría en Sistemas Computacionales en la misma institución (ITO). Su interés es el desarrollo de software Web, la arquitectura de software y la identificación por

radiofrecuencia, ha desarrollado sistemas Web de administración para empresas mediante varios lenguajes de programación.



Ignacio López Martínez Licenciado en Informática egresado del Instituto Tecnológico de Orizaba en 1999, Maestro en Redes y Telecomunicaciones por la Universidad Cristobal Colón en 2007, actualmente Doctorante en Sistemas y Ambientes Educativos en la Universidad Veracruzana. Profesor Investigador de Tiempo Completo con Perfil Deseable; Áreas de interés: Redes y Telecomunicaciones, Realidad Aumentada, RFID, Educación mediada por TIC's.



Gustavo S. Peláez Camarena Ingeniero Industrial egresado del Instituto Tecnológico de Orizaba en el año 1976; Obtención del grado de Maestro en Ciencias en Cómputo Estadístico en el Colegio de Postgraduados en Chapingo, México en el mes de junio del 1980. Especialidad en educación a distancia en la Universidad Veracruzana en el año 2004. Actualmente se desempeña como Profesor Investigador de tiempo completo en el Instituto Tecnológico de Orizaba; sus áreas principales de interés son: Ingeniería de Software (Desarrollo de aplicaciones Web y desarrollo de aplicaciones para apoyo a la educación).



María Antonieta Abud Figueroa Ingeniero en electrónica por la UAM-Iztapalapa, México DF en el año 1984, y maestra en ciencias en sistemas de información por el ITESM-Morelos, en la ciudad de Cuernavaca, Mor. en el año 1991. Ella fue profesora de tiempo completo en el ITESM Campus Central de Veracruz entre los años 1985 y 1993; desde el año 1995 es profesora-investigadora en el área de posgrado del Instituto Tecnológico de Orizaba, en la ciudad de Orizaba, Ver. México. Su línea de investigación es la Ingeniería de Software. La M.C. Abud es miembro del ACM y del IEEE.



Beatriz Alejandra Olivares Zepahua Ingeniero en Sistemas Computacionales egresada del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México, en mayo de 1993; obtuvo el grado de Maestra en Comercio Electrónico en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Rectoría de la Universidad Virtual, en el mes de diciembre de 2011. Trabajó en SOFTTEK de enero 1994 a septiembre 2003. Actualmente se desempeña como profesor investigador de la Maestría en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Orizaba, en Orizaba, Ver; sus áreas principales de interés son el desarrollo de aplicaciones de Web Semántica y la Minería Web. MCE Olivares es miembro de la ACM.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 2.5 México.