

# Diseño e implementación de tecnología basada en dispositivos inteligentes para apoyo a diferentes servicios educativos de la Universidad Autónoma del Caribe

Carlos Nelson Henríquez Miranda \*, Fabián José Ramos Torres \*\*

*\*Mg(c) Ingeniería de Sistemas y Computación. Profesor Tiempo completo de Ingeniería de Sistemas.  
Grupo Ingeniería de software y nuevas tecnologías Universidad Autónoma del Caribe.  
chenriquez@uac.edu.co*

*\*\*Esp. Auditoría Informática. Profesor Tiempo completo de Ingeniería de Sistemas.  
Grupo Ingeniería de software y nuevas tecnologías Universidad Autónoma del Caribe.  
framos@uac.edu.co*

## RESUMEN

El control de acceso a las instalaciones de una empresa normalmente se maneja de una manera manual y no existe un registro alguno de las personas que hayan ingresado o salido. Esto es crítico para la seguridad y funciones vitales del diario accionar de una compañía. Por tanto es necesario indagar sobre nuevos y mejores métodos de control de acceso a recintos empresariales que implementen tecnologías de punta y hagan más fácil y efectivo el manejo de la seguridad y el engranaje las actividades que se efectúan a diario. Los dispositivos inteligentes (Smart Card) son usadas fuertemente donde quiera que la seguridad y la identidad autenticada sea importante, por ejemplo en el acceso que controla a las instalaciones seguras. Además del control de acceso, con la misma tarjeta se pueden implementar una serie de soluciones como: control de horarios, acceso a oficinas, parqueos, entre otras. Este artículo pretende mostrar el diseño e implementación de tecnología basada en dispositivos inteligentes para generar soluciones eficientes a diferentes servicios que presta la Universidad como control de acceso personal, consulta de horarios, manejo de monedero electrónico entre otros.

**Palabras clave:** Smart Cards, control de acceso, seguridad, java, applets

## ABSTRACT

Controlling access to the facilities of a company normally handles in a manual and there is no record of any persons who have entered or exited. This is critical to the security and vital functions of the daily activities of a company. Therefore it is necessary to investigate new and better methods of controlling access to corporate campuses to implement advanced technologies and make it easy and effective management of safety gear and activities that are performed daily. Smart Devices (Smart Card) are used wherever strong security and identity is authenticated, for example in controlling access to secure facilities. Besides access control, with the same card can be implemented as a series of solutions: control of schedules, access to offices, parking, among others. This article aims to show the design and implementation of technology-based smart devices to generate efficient solutions to various services provided by the University staff as access control, query scheduling, electronic wallet management among others.

**Key words:** Smart Cards, access control, security, java, applets

## 1. INTRODUCCIÓN

El proyecto consiste en programar tarjetas inteligentes tipo Smart card utilizando la tecnología JavaCard para generar soluciones a diferentes tipos de problemas que se presentan en el acceso personal que ocurren en las diferentes áreas de trabajo de las instalaciones de una empresa. Estas cuentan con instalaciones de tipo administrativo, operativo, servicios, áreas de tecnología de información entre otras, donde el control de acceso a las mismas es casi nulo, y no existe un registro de las entradas y salidas de las personas. Esta tecnología innovadora lo que pretende es controlar el acceso a estas instalaciones con el uso de las tarjetas inteligentes previa sistematización de los datos de los empleado, funcionarios y visitantes.

Con este artículo se busca mostrar el diseño e implementación de esta tecnología en un caso de estudio, el cual consiste en “mejorar el ingreso y control a las instalaciones de una organización”. Además servirá como punto de partida a muchas soluciones que se pueden ofrecer en otros entornos productivos, comerciales y educativos.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Enfoque Metodológico

Para el desarrollo de este proyecto se empleara el proceso de Ingeniería de software el cual incluye diferentes etapas; sin embargo hemos definido una fase de documentación e indagación previa a dicho proceso que nos permitirá adquirir habilidades y un mayor nivel de competitividad.

La primera etapa consistirá en definir los roles y responsabilidades de cada participante del equipo del proyecto estableciendo el cronograma de actividades con resultados y responsables.

La segunda etapa es la definición de lo requerimientos del sistema. Para ello se hará un proceso de recolección de datos a través de encuestas y entrevistas. Estas se les aplicará a las personas que ingresan por los diferentes lugares de acceso de la organización o institución que se tome como modelo, en el caso de la universidad éstas serían los estudiantes, profesores, funcionarios y visitantes del alma máter. Del mismo modo se entrevistaría al personal relacionado con la seguridad con el fin determinar la problemática asociada con el ingreso del personal a las instalaciones y poder inferir las mejoras que se generarían con la aplicación del sistema. Con base en los resultados de éstas técnicas se determinarán las prioridades de las necesidades del sistema indicando cuales son obligatorias, necesarias y opcionales, de acuerdo a los puntos de vista de los usuarios potenciales del sistema y de las observaciones del grupo de desarrollo.

Luego se hará el proceso de análisis de software en el cual se definirá que es lo que va a resolver el software cuando este terminado utilizando las técnicas del modelado orientado a objetos. El resultado de esta etapa será un modelo de dominio que representara la parte estática del sistema de información. La siguiente etapa es el diseño, en donde se mostrará un modelo de prototipo del sistema final, para ver el comportamiento general del mismo. Esta involucra la realización de algunos diagramas y modelos. La última etapa consistirá en la implementación de la aplicación con dispositivos y software real.

### 2.2 Técnicas e instrumentos metodológicos

Fuentes Primarias. Para la definición de requerimientos hemos identificado diferentes poblaciones para la obtención de datos entre los cuales están estudiantes y empleados en general, incluyendo los visitantes, que puedan entrar y salir de la institución. De esta población se tomará una muestra representativa al azar para ser encuestados de tal manera que podamos obtener información de primera mano, veraz y confiable.

Entrevistas con expertos. La experiencia cuenta mucho. Lo que se busca con estas entrevistas es recoger información valiosa como sugerencias, inquietudes y aportes de todo tipo en el área de la informática que nos pueda ser de gran ayuda en nuestro camino hacia el desarrollo del software en cuestión. Además es necesario determinar cuáles son los criterios mínimos de hardware y de software, para la realización de este tipo de proyectos.

Fuentes Secundarias. En la etapa de documentación hemos establecido como fuentes secundarias los libros sobre la tecnología JavaCard y Smart Cards y que darán soporte teórico al proyecto y por supuesto nos dará más luces en el proceso de desarrollo pues éstos son documentos especializados en el tema. Además se contará con la biblioteca virtual Proquest de la institución y los documentos electrónicos existentes en la biblioteca E-Library. La participación de foros de discusión y blogs de la tecnología Java, específicamente JavaCard.

## 3. ESTADO DEL ARTE

### 3.1 Smart card

Una tarjeta inteligente es una tarjeta microprocesadora de las dimensiones de una tarjeta de crédito (o más pequeña, como por ejemplo, tarjetas SIM o GSM) con varias propiedades especiales (ej. un procesador criptográfico seguro, sistema de archivos seguro, características legibles por humanos) y es capaz de proveer servicios de seguridad (ej. confidencialidad de la información en la memoria). “Las tarjetas inteligentes nacieron a principios de los 80 y su filosofía es muy sencilla, tratan de almacenar información con una cierta autonomía y seguridad. Aunque la cantidad de información que pueden almacenar es relativamente pequeña, sus capacidades son lo su-

ficientemente importantes como para haber producido la expansión de este tipo de tarjetas en el mercado". [1]

**Figura 1.** Tarjeta Smartcard



Existen dos tipos de tarjetas, las de memoria y las de microprocesadores.

*Las tarjetas de Memoria:* Son las más comunes de hallar en aplicaciones comerciales como tarjetas de prepago. Este tipo de tarjeta funciona como un simple almacenador de información que el usuario modifica cuando realiza una transacción con ella. Es así por ejemplo, como en el caso de la telefonía en el que la tarjeta viene de fábrica con el contenido de minutos que el usuario puede ocupar. Al hacer una llamada con la tarjeta, la máquina en cada minuto va descontando uno de los minutos que trae la tarjeta, de esa manera se evita que el usuario se sobregire. Todos los tipos de smart cards deben incorporar algún tipo de memoria. Hasta el momento los que emplean son: [2]

- ROM memoria de lectura solamente.
- PROM memoria de lectura solamente y programable.
- EPROM una ROM programable y borrrable.
- EEPROM una PROM borrrable eléctricamente.
- RAM memoria de acceso aleatorio.

*Tarjetas de Procesamiento:* En esta clase de smart cards caen todas aquellas tarjetas que en su interior traen un microchip que puede procesar la información que almacenan las tarjetas. Para el caso de autenticación un usuario podría tener en la memoria de la smart card el fondo de su retina. Cuando se quiera autenticar solo tendría que mostrar su retina y contrastarla con la que viene en la tarjeta. Algunas de sus características son:

- Las smart cards que incorporan el microchip pueden adherir, borrar y de alguna manera manipular información en su memoria. Pueden ser vistas como un computador en miniatura con un puerto de entrada/salida, sistema operativo y disco duro.
- El microchip trae un microprocesador que está disponible en arquitecturas de 8, 16 y 32 bits.
- Su capacidad de almacenamiento de datos varía entre 300 a 32000 bytes con expectativa de incrementar esto último con los avances tecnológicos.

Las smart card pueden ser de contacto o sin contacto. Las que no requieren contacto solamente necesitan aproximarse

al lector y la comunicación se hace a través de una enviándose ondas como las de radio. Las otras poseen contactos eléctricos situados en el exterior de la tarjeta conectan con un lector de tarjetas cuando se inserta la tarjeta.

Se espera que en un futuro muy cercano todas las transacciones se realicen mediante este tipo de tarjetas reemplazando finalmente a las tarjetas de banco, de afiliación y de transporte entre otras. "Las SmartCards han existido en varias formas desde 1974. Desde ese entonces, gracias a la motivación de compañías como Gemplus y Schlumberger han recibido gran atención en el mercado de los dispositivos de control. Según la consultora Frost & Sullivan más de 600 millones de SmartCards fueron emitidas en 1996 y se espera un consumo de 21 billones para el año 2010" [3].

### 3.2 Aplicaciones de las smart cards

Las smart cards tienen diferentes usos y aplicaciones en las diferentes esferas de negocios. Entre las diferentes aplicaciones en la industria sobresalen las de identificación de personas [4], control de acceso, tarjeta para clientes, entre otras. Ver Tabla 1.

**Tabla 1.** Aplicaciones de las smart cards en la industria.

Industria	Aplicación
Contabilidad	Tarjetas comerciales, Tarjetas de Identificación de clientes, tarjetas de promociones, Tarjetas de calendario/itinerario
Aeropuertos	Tarjetas para el acceso a empleados, credenciales con identificación para seguridad
Miembros de asociaciones	Tarjetas de identificación, tarjetas para descuento en puntos de venta, tarjetas calendario
Distribuidores de automóviles	Tarjetas de identificación del vehículo, tarjetas de fidelidad de distribuidores, tarjetas de descuento, tarjetas de garantía.
Bares, clubes nocturnos	Tarjetas VIP, tarjetas para entrada, tarjetas para miembros
Lavaderos de autos	Tarjetas de frecuencia de uso, tarjetas de prepago de lavados
Clubes	Tarjetas de miembros
Computadores	Tarjetas de garantía, soporte a clientes, número de accesos a Internet, descuentos
Tintorerías/Lavanderías	Tarjetas de descuento, tarjeta de frecuencia de clientes
Campos de golf	Tarjetas de miembros, etiquetas para bolsos, césped prepagados, dispensadores de bolas
Hoteles	Tarjetas de descuentos, tarjetas de frecuencia, tarjetas llave, tarjetas de identificación de equipajes
Inversión	Tarjetas de clientes, tarjetas calendario
Biblioteca	Tarjetas de identificación, códigos de barra
Bienes Raíces	Tarjetas de negocios, tarjetas telefónicas, tarjetas calendario
Servicios de Alquiler	Identificación, entrada preferencial
Restaurantes	Promociones, descuentos, afiliados, tarjetas de fidelidad, tarjetas de clientes preferenciales
Comercio	Tarjetas de clientes, tarjetas de control de pagos, tarjetas de control, tarjetas de fidelidad
Seguridad	Control de acceso, name badges
Centro Comerciales	Cientes, tarjetas de descuento, programas legales
Agencias de viaje	Tarjetas telefónicas, tarjetas de clientes

### 3.3 Tecnología JavaCard

Java Reconocido lenguaje de la empresa Sun Microsystems paso a ser ahora una tecnología utilizada para brindar solución en todos los campos de la informática, su versatilidad, portabilidad y seguridad la ha convertido en la tecnología ideal para sus diferentes tipos de aplicaciones, desde centros de datos, de consolas de juegos a super quipos científicos, de teléfonos móviles a Internet, Java está en todos lados. "Hasta la fecha, la plataforma Java ha atraído a más de 6,5 millones de desarrolladores de software. Se utiliza en los principales sectores de la industria de todo el mundo y está presente en un gran número de dispositivos, equipos y redes". [5]

Una de las vertientes de la tecnología Java es Javacard., la cual consiste en un conjunto de especificaciones basadas en la plataforma java que pueden ejecutarse dentro de una Smart Card. La tecnología de JavaCard permite a las smart cards y a otros dispositivos con memoria muy limitada ejecutar programas pequeños, llamados applets, que emplean la tecnología de Java. Con esta se provee a los fabricantes de smart cards de una plataforma segura e interoperable que pueda almacenar y actualizar usos múltiples en un solo dispositivo. La tecnología de JavaCard es compatible con estándares existentes de smart cards.

Esta tecnología permite a los desarrolladores diseñar, construir, evaluar e implementar aplicaciones y servicios de forma rápida y segura., reduciendo costos, incrementar la productividad y generando un valor agregado al cliente [6]

Java Card incluye la especificación de la plataforma Java Card y el kit de desarrollo de Java Card. La primera define las características, servicios, y comportamiento que deben soportar las implementaciones e incluye la Java Card Virtual Machine (VM), el entorno de desarrollo Java Card y las librerías de la plataforma. La segunda está conformada por un conjunto de herramientas para el desarrollo e implementación de aplicaciones JavaCard, emuladores, simuladores y la documentación de la plataforma.

A la hora de realizar una aplicación real, con tarjetas smartcard es importante escoger una tarjeta que incluya todas las funcionalidades de java, como el API, la maquina virtual y algunos recursos de software. En el mercado actualmente es posible ubicar todas las piezas para armar una aplicación real. "Todo el mundo puede montar su propio kit de desarrollo, la compra de cada uno de los elementos (lector de tarjetas inteligentes, tarjetas inteligentes, y SDK Java applet Tarjeta cargador) de diferentes fabricantes o, en algunos casos, obtener algunos de estos elementos de forma gratuita." [7]

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Prototipo aplicación smart card Universidad Autónoma del Caribe

Con el fin de mostrar la aplicabilidad de la tecnología en una empresa se elaboró un prototipo para el control de acceso del personal en las instalaciones de la Universidad Autónoma del Caribe de la ciudad de Barranquilla, Colombia. Lo anterior teniendo en cuenta los problemas que se presentan durante este procedimiento en la institución como son:

- La entrada de una persona utilizando el carnet de otra.
- Demora en el ingreso del personal a la institución debido al proceso de verificación carnet-individuo por parte del personal de seguridad.
- Inconvenientes para el ingreso de personal externo debido a fallas en los procesos de solicitud, autorización y validación de permisos de entrada.
- Congestión en las puertas de acceso de la institución en las horas de alto tránsito debido al proceso de verificación carnet-individuo.

A partir de lo anterior y teniendo en cuenta la infraestructura de las instalaciones se creó un prototipo para resolver y/o minimizar los riesgos asociados a estos problemas, proponiendo un sistema de información y control basado en las tecnologías Smart Card y Java Card, con apoyo de la infraestructura de comunicaciones y de información de la institución. Este modelo, ver figura 1, incluye:

**Figura 2.** Modelo del prototipo de control de acceso a la Universidad Autónoma del Caribe



- SmartCards: Cyberflex Access 32K[8] Cards una flexible SmartCard con microprocesador

de 32 kilobytes de memoria EEPROM. En estas memorias se guardará y actualizará semestralmente la siguiente información:

- Estudiante: código del estudiante, nombre, programa académico, semestre, dirección, teléfono, horario de clases.
  - Profesor: código, nombre, tipo de profesor, profesión, horario de clases, dirección, teléfono.
  - Empleado: código, nombre, profesión, horario de trabajo, área de trabajo.
- Torniquetes para el control de acceso con lectura de tarjetas inteligentes, colocados en cada una de las puertas de acceso a las instalaciones principales de la institución.
  - Computadores personales en las puertas de acceso para el control del sistema y el registro del ingreso del personal a la institución, además
  - Red Ethernet para la comunicación entre los dispositivos, los computadores personales y el servidor de base de datos de la institución, el cual actualizará la información de los computadores en las puertas de acceso en períodos definidos para permitir o evitar el acceso de personal.

El sistema funcionará de la siguiente manera:

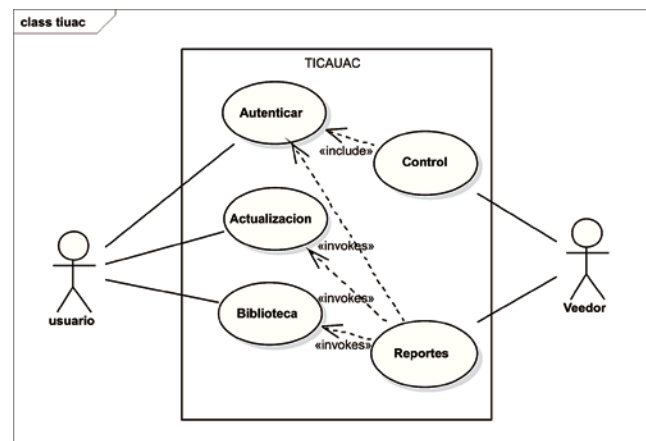
- Se elaborarán las tarjetas inteligentes con la información definida para cada uno de los actores del sistema, esta tarjeta se actualizará en forma colectiva semestralmente y en algunos casos instantáneamente dependiendo de la urgencia o necesidad del evento.
- En los computadores personales se registrará la información de la comunidad académica y del personal externo que ingrese a sus instalaciones.
- Debido a la existencia de varias puertas de acceso el sistema indagará si la tarjeta de acceso no ha sido utilizada para el ingreso por alguna de los otros lugares de entrada. Igualmente cuando el usuario realice su salida se sincronizará la información en los diferentes puntos de acceso.
- La base de datos central actualizará la lista de usuarios habilitados para el ingreso a través de procesos automatizados con intervalos definidos por el administrador del sistema.
- En el campus Universitario se instalaran lectores en donde el usuario pueda hacer uso de su tarjeta para obtener información importante, como por ejemplo, tener sus datos personales a la mano ante cualquier emergencia o simplemente para consultar un salón en caso de olvido.
- Las tarjetas serán utilizadas para otros servicios

futuros que brinden facilidades a la comunidad universitaria, como préstamo de libros, inscripciones a eventos, servicios de fotocopiadora, servicios de cafetería.

- Se registrarán la entrada al edificio de biblioteca y se generarán reportes clasificados por programa académico.

La funcionalidad primordial del sistema se describe con los diagrama de casos de usos de primer nivel. Aquí se muestra (Ver figura 3) la forma de interacción que tiene los actores con el sistema. El actor usuario es la generalización de los roles Estudiante, Profesor, Visitante y egresado. Estos interactúan con el sistema en el registro de entradas y salidas (Autenticar), en la actualización semestral donde se generan una nueva información para la tarjeta y con la biblioteca donde al momento de entrar se genera un registro de control. El actor Veedor es la generalización de dos roles el jefe de seguridad y el auxiliar de seguridad (Vigilante) que interactúan dentro del sistema para control y tomar decisiones. (Por ejemplo entradas dobles, foto no correspondiente al usuario, entrada restringida entre otras).

Figura 3. Casos de Uso del Prototipo



Además al usuario Veedor se le permitirá generar reportes extraídos de los datos generados por la interacción del usuario con la tarjeta.

### CONCLUSIONES

La tecnología Smart Card brinda muchos beneficios para las organizaciones en cuanto al control de acceso, autenticación, transacciones y a todos los aspectos relacionados con la seguridad. Además brinda un valor agregado porque se puede utilizar en diferentes áreas de la organización con la misma tarjeta inteligente cambiando solo sus aplicaciones.

La tecnología JavaCard cuenta con todas las herramientas para desarrollar productos que resuelvan necesidades específicas en la empresa, y cuenta con

una gran cantidad de librerías y documentación apropiada

Este proyecto muestra la necesidad que tienen las empresas en apoyarse en nuevas tecnologías para lograr que su proceso de negocio, comercial, productivo y de seguridad puedan crecer según las necesidades existentes. Gran cantidad de aplicaciones se pueden hacer usando esta tecnología, ahora queda ver si las empresas están dispuestas a invertir en investigación y desarrollo para que este tipo de proyectos salgan adelante y logren contribuir con la misma empresa, la ciudad y el país.

## REFERENCIAS

[1] Rodriguez Jose. Tarjetas Inteligentes [Internet] <<http://www.fic.udc.es/materias/IED/Trabajos/seguridad/Tarjetas%20Inteligentes/2001/Tarjetas%20inteligentes.pdf>>

[2 ] Zhiqun Chen. JavaCard Technology for Smart Cards. Architecture and programmer`s Guide

[3] CardWerk, Smarter Card Solutions. Smart card application areas. [Internet ] <[http://www.cardwerk.com/smartcards/smartcard\\_applications.aspx](http://www.cardwerk.com/smartcards/smartcard_applications.aspx)>

[4 ] Betarte Gustavo.Programacion en javacard

[5] Sun Microsystems. Conozca mas sobre la tecnologia Java [Internet] <<http://java.com/es/about/>>

[6] Sun Microsystems.Java Card Technology Overview. [Internet] <<http://java.sun.com/javacard/overview.jsp>>

[7] Medeiros Igor. Java Card Development Kit, Make your Choice. [Internet] <[http://weblogs.java.net/blog/igormedeiros/archive/2007/05/java\\_card\\_devel.html](http://weblogs.java.net/blog/igormedeiros/archive/2007/05/java_card_devel.html)>

[ 8] UsaSmartCard.[Internet] <[http://www.usasmart-card.com/component/page,shop.product\\_details/flypage,shop.flypage/product\\_id,132/category\\_id,20/manufacturer\\_id,0/option,com\\_virtuemart/Itemid,26/](http://www.usasmart-card.com/component/page,shop.product_details/flypage,shop.flypage/product_id,132/category_id,20/manufacturer_id,0/option,com_virtuemart/Itemid,26/)>