

Diseño de un sistema de control de acceso utilizando la tecnología de identificación RFID para la empresa SOLUCIONES G CUATRO DEL ECUADOR CIA. LTDA.

Pablo Pupiales - Nelson Ávila, Escuela Politécnica Nacional (EPN), Quito - Ecuador

Resumen – El proyecto tiene como objetivo solventar las brechas de seguridad que se presentan en el ámbito de control de accesos a espectáculos públicos.

Para esto se ha implementado una solución integral utilizando la tecnología RFID la cual permita tener un control automático desde el momento que se genera una credencial hasta que ésta se valida en un inmueble.

La solución está compuesta por 3 módulos:

- **Software de registro de usuarios: Generación de credenciales RFID, registro de accesos.**
- **Software recolector de datos (Driver): Control de transmisión de datos.**
- **Software de la Terminal RFID: Lectura y envío de datos.**

I. INTRODUCCIÓN

El presente artículo está estructurado en tres partes, cada uno los cuales tiene su enfoque definido con el objetivo de dar una clara idea del funcionamiento y la aplicación de la tecnología RFID.

En la primera parte se realiza un estudio de la tecnología RFID su infraestructura de operación,

En la segunda parte se analiza la caracterización de un sistema RFID

Finalmente se presenta una solución para control de accesos utilizando esta tecnología para la empresa SOLUCIONES G4 DEL ECUADOR S.A. Seguidamente se procede con el desarrollo e implementación del prototipo para control de accesos utilizando la tecnología de identificación RFID.

II. DESARROLLO

1. SISTEMA RFID

El sistema RFID está formado de los siguientes componentes:

- **Etiqueta.-** Éste es un componente obligatorio de cualquier sistema RFID.
- **Lector.-** Este es también un componente obligatorio.
- **Antena del lector.-** Éste es otro componente obligatorio. Actualmente algunos lectores tienen las antenas incorporadas

- **Controladora.-** Éste es un componente obligatorio. Sin embargo, la mayoría de los lectores de la nueva generación tienen este componente incluido en ellos.
- **Sensor, actor y anunciador.-** Estos componentes opcionales se necesitan para la entrada y salida externa del sistema.
- **Host y Sistema de software.-** Teóricamente, un sistema RFID puede funcionar independientemente sin este componente. Prácticamente, un sistema RFID pierde su valor sin este componente.
- **Infraestructura de Comunicación.-** Componente obligatorio, es la asociación de una red alámbrica e inalámbrica y una infraestructura de comunicación serial la cual se usa para conectar los componentes previamente listados para tener una comunicación efectiva entre sí.

La figura 1 muestra la interacción de los componentes del sistema RFID.

1.1. ETIQUETAS RFID

Una etiqueta RFID es un dispositivo que puede almacenar y transmitir datos a un lector por medio de ondas de radio.

Las etiquetas RFID se las clasifica de la siguiente manera:

- Pasivas
- Activas
- Semi-activas (También conocidas como el semi-pasivas)

1.1.1. Etiquetas Pasivas

No tienen una fuente de energía incorporada, y para su funcionamiento utilizan la energía que es proporcionada por el lector para transmitir los datos almacenados hacia el lector. Están formadas por una antena y un microchip. En la figura 2 se muestra su estructura.

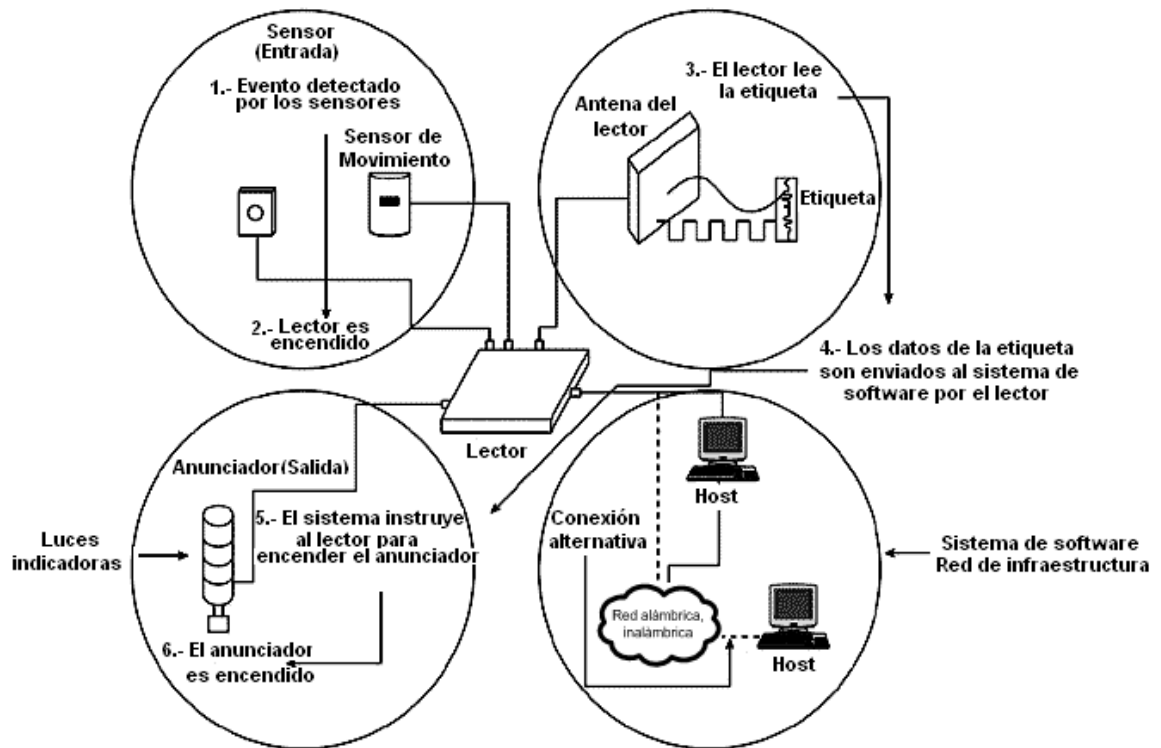


Figura 1: Componentes de un sistema RFID (SANDIP LAHIRI, 2006)

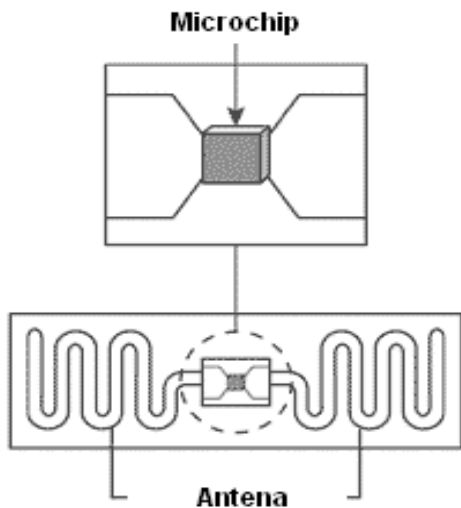


Figura 2: Elementos de una antena pasiva (SANDIP LAHIRI, 2006)

1.1.1. ETIQUETAS ACTIVAS

Las etiquetas activas tienen incluida una fuente de poder por ejemplo una batería. Una etiqueta activa usa su fuente de poder para transmitir sus datos al lector y no necesita que el lector emita una señal de poder para la transmisión de datos.

1.1.2. ETIQUETAS SEMI-ACTIVAS (SEMI-PASIVAS)

Las etiquetas Semi-activas tienen una fuente de poder y la electrónica respectiva para realizar tareas especializadas. La fuente de alimentación provee de energía a la etiqueta para su funcionamiento. Sin embargo, por transmitir sus datos, una etiqueta semi-activa usa la energía transmitida por el lector. En la comunicación del lector con la etiqueta, el lector siempre se comunica primero, seguido de la etiqueta. El objetivo de utilizar una etiqueta semi-activa en lugar de un etiqueta pasiva es debido a que una etiqueta semi-activa no usa la señal del lector para su excitación a diferencia de la etiqueta pasiva que si usa dicha señal, además estas etiquetas pueden ser leídas a una gran distancia en comparación de las etiquetas pasivas, al igual que cuando un objeto etiquetado está desplazándose una alta velocidad los datos de la etiqueta pueden leerse sin problema.

1.2. LECTORES RFID

Un lector RFID, también conocido como un *interrogador*, es un dispositivo que puede leer y escribir datos en las etiquetas RFID que sean compatibles. El tiempo durante el cual el lector puede emitir energía de RF para leer las etiquetas se denomina ciclo de lectura del lector.

El lector emite ondas electromagnéticas a la antena de la etiqueta pasiva, la energía de esas ondas activa el circuito integrado de la etiqueta que contiene la información que se desea leer y ésta es enviada de regreso al lector a través de la antena de la etiqueta.

Básicamente tienen la habilidad de localizar, identificar o rastrear objetos. Los lectores no tienen las restricciones de

“línea de lectura” que tienen los lectores de código de barras. Pueden leer simultáneamente varias etiquetas (hasta 200 por segundo) o focalizar la lectura en una sola etiqueta en particular.

La máxima distancia a la que puede establecerse la comunicación entre el lector y la etiqueta depende de la potencia del lector y de la frecuencia de se utiliza para la comunicación entre el lector y la etiqueta.

Un lector tiene principalmente los siguientes elementos:

- Transmisor
- Receptor
- Microprocesador
- Memoria
- Canales de Input/Output para sensores externos, actuadores y anunciadores (Aunque, hablando estrictamente, éstos son componentes optativos, que se proporcionan casi siempre un lector comercial.)
- Controladora (La cual puede residir como un componente externo)
- Interfaz de comunicación
- Fuente de poder

En la figura 3 se muestran los componentes de un lector RFID.

1.1. CONTROLADOR

El controlador es un agente intermedio que permite comunicarse con una entidad externa y controlar el comportamiento del lector junto con los indicadores y los actuadores asociados con este lector. Un controlador es el

único componente de un sistema RFID a través del cual las comunicaciones son posibles.

Un controlador también provee un interfaz de comunicación con las entidades externas para interactuar con él.

1.2. SENSOR, ANUNCIADOR Y ACTUADOR

Un lector no tiene por qué estar conectado todo el tiempo, puede ser encendido y apagado automáticamente si es necesario. Un sensor puede estar añadido con el lector para este objetivo. Este sensor es el encargado de encender y apagar el lector cuando algún evento producido en el exterior sea detectado por el sensor.

Un anunciador es una señal electrónica. Ejemplo de anunciadores son las alarmas audibles, señales luminosas, etc. Un conjunto de luces podría ayudar a diferenciar los distintos estados siendo cada estado de un color diferente. Por ejemplo el rojo indicaría que hay una etiqueta inválida o mala en la zona de lectura, verde podría indicar que es una etiqueta válida y ámbar podría decir que se ha interrumpido la conexión entre el lector y el controlador.

Un actuador es un dispositivo mecánico para controlar o mover objetos. Como ejemplos de actuadores podemos citar al PLC (Controlador lógico programable), brazos de robot, brazos mecánicos de un torno para el acceso de una entrada, etc. Un PLC es uno de los actuadores más versátiles, y son ampliamente usados en las plantas de producción. Los PLCs activan una variedad de acciones para ser realizadas (como monitorear y controlar una línea de ensamblaje).

Los anunciadores y actuadores pueden también ser usados para proveer algún tipo de salida local desde un sistema RFID, como las alarmas audiovisuales en caso de un error de lectura, abriendo una entrada en caso de una lectura exitosa, y otras tareas similares.

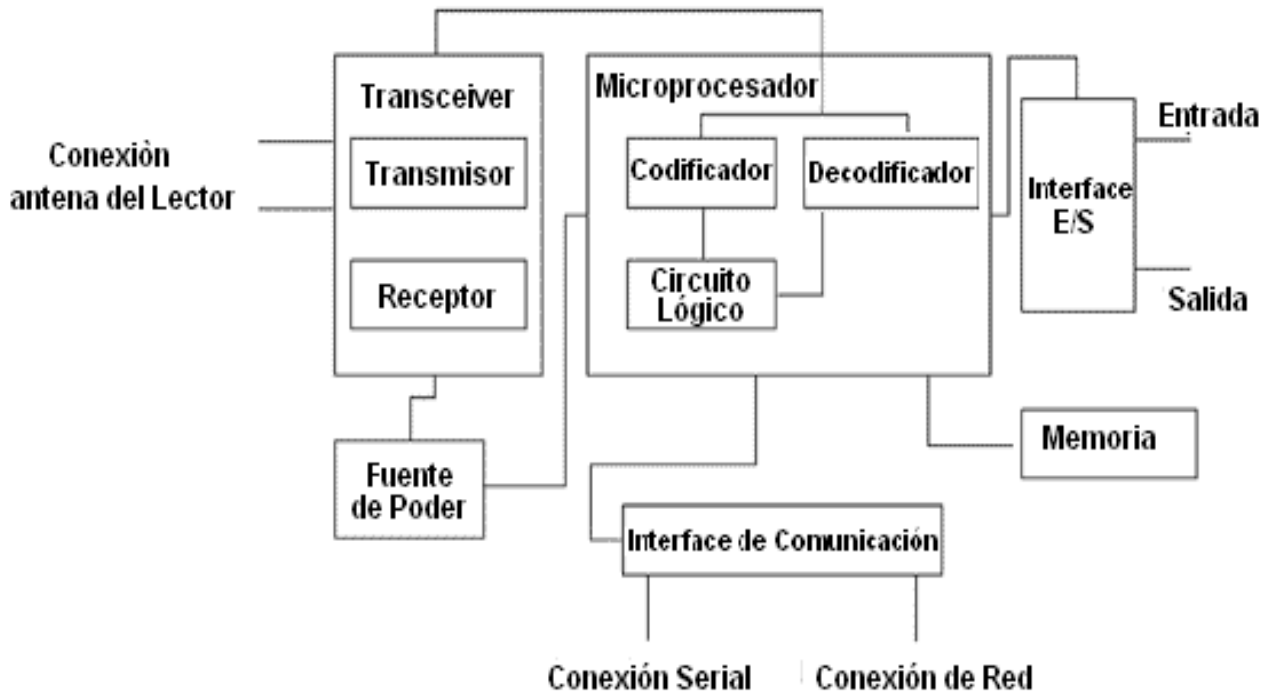


Figura 3: Componentes de un lector RFID (SANDIP LAHIRI, 2006)

1.3. EQUIPO Y SISTEMA SOFTWARE

El equipo y el sistema software es un término que engloba los componentes de hardware y software, y que están separados del hardware propio RFID (eso es el lector, tag y antena).

1.4. INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIÓN

Este componente provee conectividad y habilita la seguridad y las funciones administrativas de los sistemas para diferentes componentes de un sistema RFID. Esta incluye la red alámbrica e inalámbrica, y las conexiones seriales entre lectores, controladores y ordenadores. El tipo de red inalámbrica puede albergar desde una red personal (PAN, la que provee Bluetooth), a una red local (LAN), WAN, etc. Las comunicaciones por satélite están creciendo realmente para los sistemas RFID que necesitan trabajar en una zona geográficamente muy extensa.

2. CARACTERIZACIÓN DE UN SISTEMA RFID

Un sistema RFID puede estar caracterizado de tres formas basado en los siguientes atributos:

- Frecuencia operacional
- Rango de lectura
- Método de conexión físico

2.1. CARACTERIZACIÓN BASADA EN LA FRECUENCIA OPERACIONAL

La frecuencia de operación es el atributo más importante de un sistema RFID. Es la frecuencia a la cual los lectores transmiten su señal. Está cercanamente asociado con el típico atributo de la distancia de lectura. En la mayoría de los casos, la frecuencia de un sistema RFID está determinada por su típico requerimiento de la distancia de lectura.

Los diferentes tipos de frecuencias utilizadas en RFID son las siguientes:

- Baja frecuencia (LF)
- Alta frecuencia (HF)
- Ultra alta frecuencia (UHF)
- Microondas

2.2. CARACTERIZACIÓN BASADA EN EL RANGO DE LECTURA

El rango de lectura de un sistema RFID está definido como la distancia de lectura entre la etiqueta y el lector. Usando este criterio, un sistema RFID puede estar dividido entre los siguientes tres tipos:

- Rango cercano.- El rango de lectura es menor que 1cm. Operan a frecuencias de LF y HF.

- Rango remoto.- El rango de lectura es de 1cm a 100cm. Operan a frecuencias de LF y HF.
- Rango largo.- El rango de lectura es mayor a 100cm. Operan a frecuencias de UHF y microondas.

2.3. CARACTERIZACIÓN BASADA EN EL MÉTODO DE CONEXIÓN FÍSICO

La conexión física se refiere al método usado para enganchar la etiqueta con la antena (eso es, el mecanismo por el cual la energía es transferida a la etiqueta desde la antena). Basados en este criterio, son posibles tres tipos de sistemas RFID:

- Magnético
- Eléctrico
- Electromagnético

3. DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO UTILIZANDO RFID.

El diseño del prototipo está basado en la filosofía de control de accesos utilizando la tecnología RFID (Identificación por radiofrecuencia). El prototipo se enfoca en el control de accesos para usuarios VIP (Usuarios involucrados en la organización directa de un evento) y no se lo extiende por el momento a todo el público principalmente por el alto costo de las etiquetas o credenciales RFID, ya que actualmente una entrada con código de barras tiene un costo aproximado de \$0,12 y una credencial RFID \$1,05.

Las funciones que proporciona el prototipo son las siguientes:

- Ingreso de usuario y clave para acceso al software de registro de usuarios.
- Creación de eventos
- Ingreso de toda información que se requiere para crear una credencial RFID para un usuario.
- Lectura de las credenciales por medio de las lectoras RFID
- Almacenamiento de información en una base de datos producto de la lectura de accesos
- Generación de reporte de accesos.

Para el efecto los componentes de hardware que se utilizan son:

- Lector RFID HF MIFARE DESFire contactless.
- Terminal Lan Point Mobile Texas Instruments.
- Etiquetas MIFARE HF.
- Access Point.
- Equipo servidor de BDD.
- Impresora Evolis Dualys 3 ID.

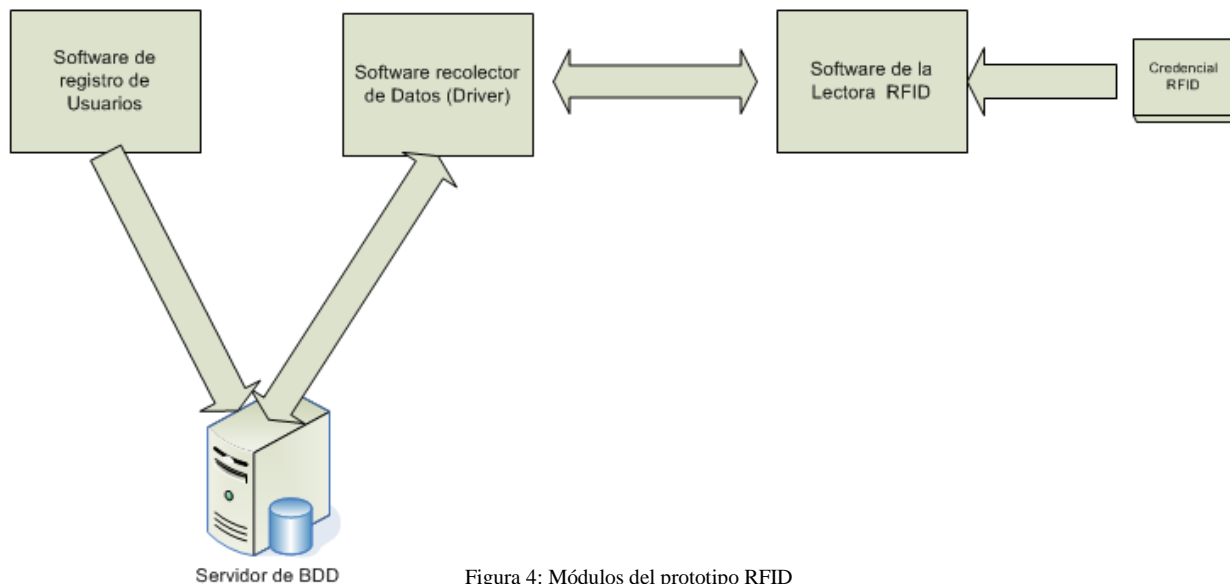


Figura 4: Módulos del prototipo RFID

3.1. DESARROLLO DE SOFTWARE DE LOS MÓDULOS DEL PROTOTIPO RFID

El prototipo está compuesto por los siguientes módulos.

- Software de registro de usuarios.
- Software recolector de datos (Driver).
- Software de la Terminal RFID.

En la figura 4 se muestra la interacción de cada uno de los módulos antes mencionados.

3.1.1. SOFTWARE DE REGISTRO DE USUARIOS.

En este módulo se efectúa el ingreso de toda la información de los usuarios VIP al Servidor de Base de Datos, en base a esta información se generan las credenciales RFID.

Para el desarrollo de este modulo se hace uso de la plataforma de desarrollo Visual Basic la cual interactúa con el motor de base de datos Microsoft Access, esta base de datos guarda la siguiente información:

- Perfiles de los usuarios del sistema
- Información de los eventos a controlar
- Información de usuarios VIP, aquí se contempla el número de la credencial RFID asociada al usuario, horario de acceso, estado del usuario, evento al que puede asistir.
- Registro de accesos, donde se almacena el nombre del usuario, fecha y hora de acceso, numero de credencial, etc.

Una vez que se tiene toda esta información en la base de datos se procede a imprimir la credencial RFID en una impresora de tarjetas PVC, la credencial contendrá los datos del usuario y el evento al cual concurre. En la figura 5 se muestra la credencial final de un usuario.

3.1.2. SOFTWARE RECOLECTOR DE DATOS (DRIVER)/SOFTWARE DE LA TERMINAL RFID.

Para operar este modulo se realiza la configuración de una red de infraestructura la cual permite tener la comunicación entre todos los elementos del prototipo.

El Driver se encarga de realizar el envío de toda la configuración a la terminal RFID así como también de toda la información de los usuarios VIP que han sido registrados en el sistema, toda esta información se la envía por medio de la red a la terminal RFID.



Figura 5: Credencial RFID

Una vez que en la terminal RFID se tiene toda información se procede a la lectura de las credenciales RFID y cada lectura que realice la terminal será enviada por medio de la red al

servidor de BDD el cual valida esta lectura en la base de datos y seguidamente envía una respuesta a la terminal indicando si el usuario esta o no permitido ingresar.

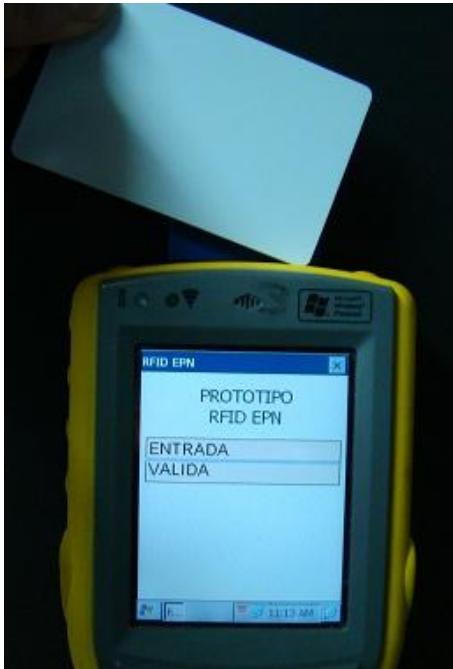


Figura 6: Lectura de la credencial RFID

Al finalizar el ingreso de los usuarios al inmueble se genera un reporte de cada uno de los accesos para así poder monitorear el uso de cada credencial.

III. CONCLUSIONES

- La tecnología de identificación por radiofrecuencia tiene muchas ventajas, las cuales están basadas principalmente en ofrecer una seguridad electrónica inviolable, ya que la información de identificación asociada a un objeto o usuario está almacenada en un chip, lo que impide la alteración del mismo por parte de terceros, a diferencia de un código de barras el cual puede ser clonado simplemente con una fotocopia
- El nivel de aceptación de las tecnologías de identificación depende de un factor social, el mismo que está totalmente desligado de un tema técnico, pero viene a ser un factor muy importante al momento de implementar dicha tecnología. En Ecuador específicamente en el área de espectáculos se han presentado situaciones en las cuales técnicamente una solución de este tipo ha sido exitosa, pero al momento de implementarla el nivel de aceptación por parte del público no ha sido la esperada, lo que ocasiona que la solución quede fuera de operación. Con esto se concluye que los sistemas

de identificación dependen directamente de dos factores que son el factor técnico y el factor social.

IV. BIBLIOGRAFIA

- [1] ROBERT KLEIST, "RFID Labeling", Primera edición, Agosto 2004, Printronix, EE.UU.
- [2] AMAL GRAAFSTRA, "RFID Toys", 2006, Wiley Publishing, Canada
- [3] BILL GLOVER & HIMANSHU BHATT, "RFID Essentials", Primera Edición, 2006, O'Reilly Media, EE.UU.
- [4] SANDIP LAHIRI, "RFID Sourcebook", Primera Edición, 2006, IBM Press Books, EE.UU
- [5] IEEE, "RFID Journal", Junio 2008
- [6] RFID JOURNAL; Editorial Mark Roberti Vol. 5, N°3, Junio 2008
- [7] GLOVER Bill; RFID Essentials; Editorial O Reilly, 2006
- [8] KLEIST Robert; RFID Labeling; Editorial Printronix, 2004
- [9] HARTMANN Paul, IEEE Applications & Practice RFID; Vol. 45 N°9, Septiembre 2007

V. BIOGRAFIAS



Pablo Pupiales, nació en Ibarra-Ecuador el 8 de Diciembre de 1979. Realizó sus estudios secundarios en el Colegio Nacional Teodoro Gómez de la Torre. Se graduó en la Escuela Politécnica Nacional como Ingeniero en Electrónica y Redes de Información en 2009. Actualmente desempeña el cargo de Ingeniero de Soporte en el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.

Áreas de interés: Sistemas de control de acceso, Integración de sistemas inteligentes, redes y comunicaciones, (pablo.pupiales@quito.edu.ec)



Nelson Avila, nació en Latacunga en 1970. Realizó sus estudios secundarios en el Colegio Hermano Miguel de Latacunga. Se graduó en la Escuela Politécnica Nacional como Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones en 1994. Ha cursado estudios de Postgrado en el Master Ejecutivo en Gestión de las Comunicaciones y Tecnologías de la Información por la EOI-EPN en el año 2000 y el Diplomado en Business Management en el Tecnológico de Monterrey en 2005. Se ha desempeñado como Ingeniero de Soporte, Gerente de Cuenta y Gerente de Servicios en varias empresas ecuatorianas. Desde el año 2002 hasta el año 2008 colaboró como profesor a contrato de la Escuela Politécnica Nacional en las carreras de Ingeniería Informática, Ingeniería en Electrónica y Redes de Información y en la ESFOT. Actualmente se desempeña como Gerente de la División de Convergencia en AVNET Technology Solutions Ecuador.

Áreas de interés: Telefonía IP, Contact Centers, Networking, Seguridad en redes, (nelson.avila@avnet.com)