

**ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA – FEPADE  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL**

**INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN**  
**SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN Y POSICIONAMIENTO**  
**LOCAL POR RADIOFRECUENCIA (RFID)**

**FONDO DE INVESTIGACIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR, FIES  
DIRECCIÓN NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR, DNES  
MINISTERIO DE EDUCACIÓN, MINED**

**SEDES Y ESCUELAS PARTICIPANTES**

**CENTRO REGIONAL SANTA ANA.**

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN**

**SEDE CENTRAL.**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**DOCENTE INVESTIGADOR RESPONSABLE:**

**ING. GIOVANNI FRANCISCO ACOSTA HENRÍQUEZ**

**DOCENTES INVESTIGADORES PARTICIPANTES:**

**ING. JUAN JOSÉ CÁCERES CHIQUILLO**

**ING. RIGOBERTO ALFONSO MORALES HERNÁNDEZ**

**TEC. RICARDO EDGARDO QUINTANILLA PADILLA**





**ISBN: 978-99923-982-0-3**

**ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA – FEPADE  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL**

**INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN**

**SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN Y POSICIONAMIENTO  
LOCAL POR RADIOFRECUENCIA (RFID)**

**FONDO DE INVESTIGACIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR, FIES  
DIRECCIÓN NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR, DNES  
MINISTERIO DE EDUCACIÓN, MINED**

**SEDES Y ESCUELAS PARTICIPANTES**

**CENTRO REGIONAL SANTA ANA.**

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN  
SEDE CENTRAL.**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**DOCENTE INVESTIGADOR RESPONSABLE:**

**ING. GIOVANNI FRANCISCO ACOSTA HENRÍQUEZ**

**DOCENTES INVESTIGADORES PARTICIPANTES:**

**ING. JUAN JOSÉ CÁCERES CHIQUILLO**

**ING. RIGOBERTO ALFONSO MORALES HERNÁNDEZ**

**TEC. RICARDO EDGARDO QUINTANILLA PADILLA**

**SANTA TECLA, OCTUBRE DE 2009**

## **Autoridades**

### **Rectora**

Licda. Elsy Escolar Santo Domingo

### **Vicerrector Académico**

Ing. José Armando Oliva Muñoz

### **Vicerrectora Técnica Administrativa**

Inga. Frineé Violeta Castillo de Zaldaña

## **Equipo Editorial**

Lic. Ernesto Girón

Ing. Mario Wilfredo Montes

Ing. Jorge Agustín Alfaro

Licda. María Rosa de Benitez

Licda. Vilma Cornejo de Ayala

## **Dirección de Investigación y Proyección Social**

Ing. Mario Wilfredo Montes

Ing. David Emmanuel Agreda

Lic. Ernesto José Andrade

Sra. Edith Cardoza

## **Autores**

Ing. Geovanni Francisco Acosta Henríquez

Ing. Juan José Cáceres Chiquillo

Ing. Rigoberto Alfonso Morales Hernández

Téc. Ricardo Edgardo Quintanilla Padilla

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

Elaborado por el Sistema Bibliotecario ITCA - FEPADE

621.361 5

A67s Acosta Henríquez, Giovanni Francisco

Sistema de identificación y posicionamiento local por radiofrecuencia (RFID) / Por Giovanni Francisco Acosta Henríquez, Juan José Cáceres Chiquillo, Rigoberto Alfonso Morales Hernández y Ricardo Edgardo Quintanilla Padilla.--1ª. ed. --Santa Tecla, El Salvador: Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE, 2010.

154 p. ; il. ; 28 cm.

ISBN: 978-99923-982-0-3 (impreso)

1. Sistema de identificación de radiofrecuencia. 2. Asignación de radio frecuencia. 3. RFID.
4. Control de inventarios – Automatización. I. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE.
- II. Título.

El Documento **Sistema de Identificación y Posicionamiento local por Radiofrecuencia (RFID)**, es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA – FEPADE. Este informe de investigación ha sido concebido para difundirlo entre la comunidad académica y el sector empresarial, como un aporte al desarrollo del país. El contenido de la investigación puede ser reproducida parcial o totalmente, previa autorización escrita de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA – FEPADE o del autor. Para referirse al contenido, debe citar la fuente de información. El contenido de este documento es responsabilidad de los autores.

**Sitio web:** [www.itca.edu.sv](http://www.itca.edu.sv)

Correo electrónico: [biblioteca@itca.edu.sv](mailto:biblioteca@itca.edu.sv)

Tiraje: 16 ejemplares

PBX: (503) 2132 – 7400

FAX: (503) 2132 – 7423

ISBN: 978-99923-982-0-3 (impreso)

Año 2010

## Contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	5
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
2.1.	PROBLEMÁTICA Y JUSTIFICACIÓN.....	6
3.	OBJETIVOS.....	7
3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	7
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
4.	HIPÓTESIS.....	7
5.	ANTECEDENTES.....	8
5.1.	Experiencia de ITCA-FEPADE y del equipo de investigadores.....	10
6.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
7.	RESULTADOS.....	14
8.	CONCLUSIONES.....	15
9.	RECOMENDACIONES.....	16
10.	ANEXOS.....	17
10.1.	REPORTE SOBRE DISPOSITIVOS RFID EXISTENTES A NIVEL INTERNACIONAL Y SELECCIONADOS PARA UTILIZAR EN EL PROYECTO.....	17
10.2.	DISPOSITIVOS RFID SELECCIONADOS PARA EL PROYECTO:.....	30
10.3.	MEMORIA DE CÁLCULO DE RED DE LECTORES RFID.....	32
10.4.	IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÉLULA PROTOTIPO DE LECTORES RFID.....	38
10.5.	INSTALACIÓN DEL LABORATORIO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	39
10.6.	MEMORIA DE CÁLCULO DE TÉCNICA DE TRIANGULACIÓN DE LECTORES RFID DESARROLLADA.....	41
10.7.	MÉTODO DE INTEGRACIÓN DE DISPOSITIVOS RFID ACTIVO Y PASIVO.....	72
10.8.	DIAGRAMAS DEL DISEÑO DEL SOFTWARE.....	80
10.9.	INVENTARIO DE EQUIPOS Y PERSONAS A MONITOREAR.....	93
10.10.	DISEÑO TRIDIMENSIONAL DEL EDIFICIO F Y PROGRAMACIÓN DEL AMBIENTE GRÁFICO.....	103
10.11.	DISEÑO DE REPORTES DEL SISTEMA.....	110
10.12.	IMPLEMENTACIÓN DE RED CELULAR DE LECTORES RFID.....	119
10.13.	DIAGRAMA ELECTRÓNICO DEL CIRCUITO DE INTERFAZ PARA ALARMAS.....	131
10.14.	DIAGRAMA ELECTRÓNICO DE CIRCUITO DE INTERFAZ PARA CONTROL DE ACCESO A INSTALACIONES.....	136
10.15.	REPORTE FOTOGRÁFICO DEL PROYECTO.....	138

## 1. INTRODUCCIÓN

Se presenta en este documento el informe final de ejecución técnica del proyecto de investigación aplicada **“Sistema de identificación y posicionamiento local por radiofrecuencia (RFID)”**, efectuado por la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, el cual forma parte de los primeros proyectos del programa FIES (Fondo de Investigación de Educación Superior). Dicho proyecto se enmarca dentro de las áreas de la Tecnología de la información y comunicaciones (TICs) y Automatización, por tal razón, se creó un equipo de investigadores multidisciplinario, entre ellos: ingenieros en sistemas, eléctrico y electrónico.

El objetivo principal del proyecto fue “Crear un prototipo de sistema telemático innovador que permita la identificación, control, posicionamiento local y vigilancia de personas y equipos utilizando radiofrecuencia. (RFID por sus siglas en inglés Radio Frequency Identification)”, por lo cual, se implementó de forma experimental en el edificio F de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE Santa Tecla, por ser el que alberga la mayor cantidad de computadoras y equipos audiovisuales para el préstamo a docentes. Además, se instaló en la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE regional Santa Ana, un laboratorio para la experimentación con radiofrecuencia, diseño de circuitos electrónicos y el desarrollo de software del proyecto. Para dar cumplimiento al objetivo del proyecto, el equipo de investigadores, diseñó inicialmente una célula prototipo de lectores de identificación por radiofrecuencia para el desarrollo experimental, la cual fue instalada en el centro de cómputo F305 ubicado en el tercer nivel del edificio F, luego, se desarrolló un software orientado a la Web para el control de la base de datos y la obtención de reportes del sistema. Y otro software innovador con interfaz gráfica tridimensional que localiza e identifica personas y equipos, utilizando la tecnología de identificación por radiofrecuencia, que también integra un sistema de alarmas provisto por mensajes de alerta: al monitor de la computadora, a teléfonos celulares y a los radios de la vigilancia, el cual se activa automáticamente ante la extracción de equipos del edificio F sin la debida autorización. Finalmente, se implementó una red prototipo de células de identificación por radiofrecuencia para tener cobertura en los tres niveles del edificio F.

Los productos obtenidos de esta investigación son: Sistema de identificación y posicionamiento local por radio frecuencia, software para la identificación y posicionamiento local por radio frecuencia, circuito electrónico de interfaz para sistema de alarma, circuito electrónico de interfaz para control de acceso a instalaciones, manual de instalación y manual de usuario. Los beneficiarios potenciales que podrían replicar este sistema, son empresas del sector comercial o industrial, almacenadoras, instituciones públicas, instituciones educativas, centros de salud y otros que necesiten tener un mejor control y vigilancia de sus inventarios.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 2.1. PROBLEMÁTICA Y JUSTIFICACIÓN

Muchas empresas e instituciones necesitan llevar un control actualizado de entrada y salida de equipos, objetos o personas, así como conocer el desplazamiento de los mismos dentro de sus instalaciones, con el propósito de administrar eficazmente y con seguridad los recursos físicos y humanos, para el manejo adecuado de productos o equipos, mayor control de movimientos de personal en áreas restringidas y evitar pérdida de productos. Entre ellas podemos mencionar: almacenes, supermercados, hospitales, guarderías, instituciones educativas y otras.

Con el incremento en el uso de tecnologías multimedia para la enseñanza, las instituciones educativas requieren tener un control adecuado de sus equipos, como proyectores multimedia, computadoras portátiles y de escritorio, equipos reproductores de CD o DVD, entre otros. Con el propósito de realizar una mejor administración académica de dichos recursos se necesita un sistema que garantice que los equipos no sean extraídos sin autorización. En algunos casos se requiere además, conocer en tiempo real su ubicación dentro de las instalaciones del Centro Educativo. Por otro lado, una de las tareas que aún se ejecuta manualmente en las instituciones educativas es el control de asistencia de los estudiantes y docentes, el cual se vuelve una tarea tediosa y consume parte del tiempo que podría aprovecharse en actividades de enseñanza aprendizaje.

El control de existencias de productos o equipos en instituciones y empresas, en la mayoría de casos se lleva de forma computarizada, pero digitada manualmente por una persona, esto lo hace propenso a errores puesto que no son actualizados en tiempo real, lo cual implica que lo reportado en el sistema no siempre coincide con las existencias reales. Las etiquetas con código de barras se utilizan para este tipo de control, no obstante, estas tienen que ser leídas e ingresadas al sistema de cómputo individualmente, mediante la utilización de lectores de código de barras. Este sistema aunque agiliza el control de inventarios, no permite localizar la ubicación de los productos ni impide las pérdidas por hurto, para ello tradicionalmente se han utilizado sistemas de video vigilancia combinados con guardias de seguridad para revisar y controlar el ingreso y salida de activos o personas. Los sistemas de video vigilancia suelen presentar algunas deficiencias, debido a que esta debe ser monitoreada por agentes de seguridad y no se tiene cobertura completa de todas las áreas, ya que se necesita una visión sin obstáculos. Se utilizan también sistemas especiales de alarmas que consisten en etiquetas colocadas a los artículos a controlar, las cuales activan un sonido de alarma cuando alguien intenta extraer el artículo del establecimiento sin autorización.

Algunas instituciones que requieren el control de personas o pacientes, como asilos, guarderías y hospitales, necesitan conocer la ubicación de sus pacientes dentro de áreas definidas, así como evitar su salida de las instalaciones.

La solución técnicamente óptima es crear un sistema que pueda ser utilizado para ayudar a resolver todos los problemas aquí planteados, es decir, que sea capaz de identificar, posicionar y ubicar objetos y personas dentro de un área de control predeterminada. El diseño y la implementación piloto de dicho

sistema es el objetivo de esta investigación.

La implementación de este sistema prototipo de identificación beneficiará a ITCA-FEPADE. Además, los beneficiarios potenciales que podrían replicar este sistema, son empresas, almacenadoras, instituciones públicas, instituciones educativas, centros de salud entre otras.

Los beneficios se enfocarían en los siguientes aspectos:

- Conocer en tiempo real la ubicación de personas, productos y equipos.
- Ahorrar costos con la mejora de los procesos administrativos.
- Reducción de pérdidas por hurto.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Crear un prototipo de sistema telemático innovador que permita la identificación, control, posicionamiento local y vigilancia de personas y equipos utilizando radiofrecuencia. (RFID por sus siglas en inglés Radio Frequency Identification).

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar una célula prototipo de lectores de identificación por radiofrecuencia para el desarrollo experimental.
- Desarrollar un software innovador con interfaz gráfica tridimensional que localice e identifique personas y equipos, utilizando la tecnología de identificación por radiofrecuencia.
- Implementar una red prototipo de células de identificación por radiofrecuencia para un sistema de identificación, control, vigilancia y posicionamiento local de personas y equipos.

### **4. HIPÓTESIS**

El proyecto de investigación para la identificación y posicionamiento local de personas y equipos por radiofrecuencia (RFID activo) y el control de asistencia de docentes y alumnos (RFID pasivo), implica el uso lectores, localizadores, tags, circuitos de interfaz de alarmas, circuitos de interfaz para el control de acceso a instalaciones, servidor de base de datos y una plataforma de desarrollo de software. Tomando estas herramientas se pretende implementar una red celular de lectores RFID en el edificio F de ITCA, crear una aplicación Web para la administración de la base de datos y la obtención de reportes del sistema y un

software 3D para el monitoreo y localización de personas y equipos, dotado de un sistema de envío de mensajes de alerta: al monitor de una computadora, a teléfonos celulares preestablecidos y al sistema de radios de la vigilancia, ante la extracción de equipos sin autorización.

## 5. ANTECEDENTES

La identificación por radiofrecuencia (RFID) está comenzando a ser ampliamente utilizada para el control de objetos o personas, por medio de la colocación de etiquetas RFID a los objetos o personas que se desea monitorear y la instalación de antenas RF para detectar dichas etiquetas dentro de su zona de alcance.

Los dispositivos RFID se dividen en dos categorías: activos y pasivos. Los RFID pasivos funcionan sin batería y extraen su potencia del campo electromagnético emitido por los "lectores RFID". La potencia sólo está disponible si la etiqueta está cerca del lector, por ejemplo a menos de dos metros. Los dispositivos RFID activos incorporan una batería, y por lo tanto pueden operar a mayores distancias; se utiliza en algunos casos radiodifusión super-heterodina, alcanzando rangos de 30 a 100 metros. Estos pueden ser vistos por lo tanto, dentro de un edificio, en el cual se puede instalar una infraestructura adecuada para tener cobertura total. No obstante, no se dispone en el estado de la técnica, de un sistema que combine los dispositivos activos y pasivos en una misma infraestructura, lo cual permitiría usar las etiquetas pasivas, que son muy baratas, en aplicaciones que requieran altos volúmenes de dispositivos a controlar y/o vida ilimitada de la etiqueta, y controlar con el mismo sistema, dispositivos con etiquetas activas de mayor precio, para objetos que requieran monitoreo continuo. Para lograrlo se necesitará combinar las frecuencias de transmisión de las etiquetas pasivas y activas mediante la utilización de transpondedores que operen en diferentes frecuencias de transmisión y recepción.

Por otro lado, los sistemas RFID actuales permiten conocer si el dispositivo a controlar está o no está dentro el rango de alcance del lector RFID, pero no su ubicación en un mapa tridimensional del edificio. Pueden ser utilizados por lo tanto, para tener control en tiempo real de sistemas de inventario y en sistemas de vigilancia que adviertan que un objeto o persona, portador de una etiqueta RFID, está saliendo del área de cobertura. Será necesario en esta investigación, diseñar un sistema de posicionamiento local que pueda ser utilizado para ubicar objetos y personas dentro del espacio tridimensional de un edificio utilizando la tecnología RFID. Para lograrlo se utilizará la técnica de triangulación utilizada por los sistemas de posicionamiento global, la cual será adaptada a los dispositivos RFID y aplicada en el sistema de posicionamiento local a desarrollar.

El estado de la técnica planteado está sustentado en los documentos de patente siguientes:

1. Etiqueta de seguridad para identificación por radiofrecuencia y método de uso. Pat. No. US 6,043,746
2. Sistema de identificación por radiofrecuencia. Pat. No. US 6, 100,804
3. Sistema y método de administrar inventarios. Pat. No. US 6, 601,764

#### 4. Sistema de trazabilidad. Pat. No. US 7, 183,923

Para el desarrollo de esta investigación se instalará una red piloto de lectores RFID en el edificio "F" de ITCA-FEPADE Sede Central en Santa Tecla, el cual alberga 13 Centros de Cómputo con 255 computadoras de escritorio. Además en dicho edificio está localizado el Centro de Ayudas Audiovisuales, el cual proporciona servicio a los docentes del instituto, este centro cuenta con 85 equipos audiovisuales, que son utilizados para impartir clases en las aulas del campus. Para la implementación se colocarán etiquetas RFID a una muestra de computadoras de escritorio y a todas las computadoras portátiles y equipos audiovisuales, a fin de identificar y administrar adecuadamente su entrada y salida del edificio "F". Cuando algún equipo sea trasladado dentro del edificio o hacia fuera de él sin autorización, se activará una señal de alarma en los puntos preestablecidos. Esta consistirá de una señal sonora local, otra señal sonora en las porterías del campus y además el envío de correo electrónico a teléfonos celulares preestablecidos, para alertar a los administradores de los equipos y a los agentes de vigilancia.

Se proporcionarán carnés con etiqueta RFID a un grupo seleccionado de docentes y alumnos de quienes se llevará el registro de asistencia a clases, la hora de llegada y salida, así como su tiempo de permanencia dentro del edificio. Se implementará además un sistema de control de acceso, con cerraduras electrónicas, el cual permitirá la entrada al Centro de Cómputo respectivo, sólo a quienes porten su carné RFID autorizado y únicamente en las horas designadas. Este control de ingreso se realizará a través del sistema a desarrollar y haciendo uso de circuitos electrónicos que serán diseñados y elaborados con este propósito.

Se realizarán pruebas experimentales para desarrollar un sistema que permita la combinación de dispositivos RFID activos y pasivos en la misma aplicación, integrando las diferentes frecuencias de operación de los mismos.

Se utilizará la técnica de triangulación para determinar la posición tridimensional de personas y objetos dentro del área de cobertura. Ésta se aplicará para desarrollar un innovador sistema de posicionamiento local, que será de mucha utilidad en aplicaciones en las que se requiera conocer la ubicación de personas y objetos dentro de un margen de error aceptable.

Se desarrollará un software innovador con las siguientes características:

- Presentación gráfica tridimensional del edificio "F", en la cual se mostrará la ubicación de los equipos en los diferentes Centros de Cómputo y demás áreas establecidas, identificándolos por su número de serie e inventario.
- El software mostrará al administrador de equipos una perspectiva real de la ubicación de estos en el espacio tridimensional del edificio, la cual no sería posible en un sistema de video vigilancia. Se indicará la lista y ubicación de los equipos portátiles disponibles para préstamo y la lista de equipos que están fuera del edificio, nombre de la persona responsable de los mismos, así como la fecha y hora de salida y de su retorno.
- Se notificará mediante un sistema de alarmas la salida no autorizada de equipos, estas alarmas se

integrarán al software a través de circuitos electrónicos que se diseñarán y construirán para tal fin.

- Se registrará en una base de datos, un historial de eventos como: alarmas, movimientos y accesos.
- Se llevará un historial de asistencia a clases de un grupo de docentes y alumnos seleccionados y se proporcionará un reporte de asistencia.
- Este sistema de control podrá ser monitoreado desde la intranet o Internet por el personal autorizado.

El sistema se instalará y quedará en funcionamiento en el edificio "F" de ITCA-FEPADE Sede Central. Este prototipo podrá servir como modelo para el desarrollo de futuras investigaciones en la tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID). Además podrá ser utilizado para la realización de réplicas en otras instituciones o empresas que requieran este sistema.

### **5.1. Experiencia de ITCA-FEPADE y del equipo de investigadores**

Para el desarrollo de esta propuesta de proyecto se ha integrado un equipo multidisciplinario conformado por un ingeniero en sistemas informáticos, un ingeniero en electrónica y un ingeniero electricista, coordinados por un ingeniero en electrónica; se tendrá además el apoyo de un técnico en sistemas informáticos. Los miembros de este equipo pertenecen al Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Sede Central y al Centro

Regional de Santa Ana de ITCA-FEPADE. Este equipo trabajará de forma sinérgica para alcanzar los resultados planteados. La base de operaciones estará en el Centro Regional de Santa Ana y el Sistema prototipo será instalado en la Sede Central; contarán además con el apoyo de los Departamentos de Investigación, de Informática y de Servicios Estudiantiles de la Sede Central.

El equipo de investigadores del Centro Regional Santa Ana de ITCA-FEPADE, desarrolló durante 2006 y 2007 un Sistema de Automatización Integrado, del cual ITCA-FEPADE ha registrado los derechos de autor, bajo el depósito No. 187-2008 del Centro Nacional de Registro. Este sistema incluye el control domótico desde Internet de equipos eléctricos y electrónicos, apagado y encendido de aires acondicionados, video vigilancia y control de acceso mediante carnés con códigos de barra. Este sistema fue implementado exitosamente en el Centro Regional de Santa Ana y en la Sede Central en el Nodo Virtual "Akio Hosono". Con este proyecto se obtuvo el primer lugar en la categoría informática en el Concurso de Inventiva 2007 del Centro Nacional de Registros, CNR. En la Sede Central de ITCA-FEPADE se desarrolló e implementó un sistema de monitoreo de subestaciones eléctricas, el cual facilita las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo de las subestaciones. Este sistema presenta en línea la información de voltajes, corrientes y factor de potencia de cada una de las fases de la subestación. En caso de falla de la subestación, se muestra la información que permite al ingeniero de mantenimiento, conocer la causa y ubicación de la falla. Este proyecto fue desarrollado por el equipo de investigadores del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Sede Central.

## 6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivos	Metodología a utilizar	Meta
<p><b>OBJETIVO 1:</b></p> <p>Desarrollar una célula prototipo de lectores de identificación por radiofrecuencia (RFID), para el proceso experimental.</p>	<p><b>Actividad 1: Selección de dispositivos RFID.</b></p> <p>Se investigará sobre los diferentes dispositivos RFID existentes a nivel internacional, etiquetas, lectores y antenas entre otros. Según sus características y parámetros eléctricos se seleccionarán los que se utilizarán para el desarrollo de este proyecto.</p> <p><b>Actividad 2: Diseño de red de lectores RFID.</b></p> <p>Se realizará el diseño de la red de lectores RFID a instalar en el edificio "F", según la topología a implementar y las características del edificio. Se trabajará en el modelo matemático para la triangulación de lectores y se definirá su ubicación dentro del edificio.</p> <p><b>Actividad 3: Implementación de una célula prototipo de lectores RFID.</b></p> <p>A partir del diseño de la red de lectores, se instalará una célula prototipo en el edificio "F". Se adquirirán los lectores, etiquetas, antenas y otros materiales para la instalación de esta célula. Se realizarán pruebas de comunicación entre las etiquetas y los lectores RFID instalados. Se direccionarán las antenas para alcanzar los rangos de cobertura esperados y sin interferencias. Se equipará el laboratorio de investigación y desarrollo de tecnologías de identificación por radiofrecuencia.</p> <p><b>Actividad 4: Desarrollo experimental de la técnica de triangulación de lectores RFID.</b></p> <p>Se realizarán cálculos matemáticos y experimentos de triangulación de lectores RFID para desarrollar un sistema de posicionamiento local tridimensional. Se determinará el mínimo rango de error posible.</p> <p><b>Actividad 5: Desarrollo experimental de integración de dispositivos RFID activos y pasivos.</b></p> <p>Se realizarán experimentos de integración de etiquetas RFID activas y pasivas en un mismo sistema. Se realizarán pruebas de recepción y transmisión (transponders) operando a diferentes frecuencias en forma paralela.</p>	<p>Contar con una célula prototipo de lectores RFID en el edificio "F" de ITCAFEPAD E Sede Central, funcionando con la integración de etiquetas activas y pasivas (Tags) bajo la técnica de triangulación.</p>

Objetivos	Metodología a utilizar	Meta
<p><b>OBJETIVO 2:</b></p> <p>Desarrollar un software innovador con interfaz gráfica tridimensional que localice e identifique personas y equipos, utilizando la tecnología de identificación por radiofrecuencia.</p>	<p><b>Actividad 1: Diseño del software.</b></p> <p>Se realizará un análisis de los parámetros proporcionados por los lectores RFID y de las características esperadas. Se diseñará el diagrama de flujo, diagrama entidad relación, formularios y reportes. Se seleccionará la plataforma y lenguajes de programación a utilizar.</p> <p><b>Actividad 2: Elaboración de base de datos.</b></p> <p>Se diseñará y se cargará a la base de datos a implementar la información de los equipos y personas a monitorear con el sistema.</p> <p><b>Actividad 3: Programación de ambiente gráfico y reportes.</b></p> <p>Se diseñará el ambiente gráfico tridimensional del edificio "F". Se desarrollarán los reportes y alertas que emitirá el software.</p> <p><b>Actividad 4: Verificación de funcionamiento del software.</b></p> <p>Se realizarán pruebas de integración entre los dispositivos RFID y el software. Se verificará la confiabilidad y exactitud del sistema al triangular la ubicación de personas y objetos. Se depurará el software desarrollado.</p>	<p>Contar con un software provisto de interfaces tridimensionales que permita la localización e identificación de personas y equipos dentro del área de cobertura de la red de lectores RFID.</p> <p>Este software presentará información en tiempo real, la cual será registrada en una base de datos.</p>

Objetivos	Metodología a utilizar	Meta
<p><b>OBJETIVO 3:</b></p> <p>Implementar una red prototipo de células de identificación por radiofrecuencia para un sistema de identificación, control, vigilancia y posicionamiento local de personas y equipos.</p>	<p><b>Actividad 1: Implementación de red celular de lectores</b></p> <p>RFID y sistema de alarma. Se instalarán las restantes células de lectores RFID para completar la red de lectores en el edificio "F". Se realizarán pruebas de integración y funcionamiento de la red de células.</p> <p><b>Actividad 2: Desarrollo de circuitos electrónicos de interfaz para alarmas.</b></p> <p>Se diseñarán y construirán los circuitos electrónicos que servirán de interfaz entre el software y las alarmas sonoras. Se realizarán pruebas de activación y respuesta de las alertas bajo diferentes eventualidades.</p> <p>Se verificará el reporte de alertas mediante envío automático de correo electrónico a teléfonos celulares predeterminados.</p> <p><b>Actividad 3: Desarrollo de circuitos electrónicos de interfaz para control de acceso a instalaciones.</b></p> <p>Se diseñarán y construirán los circuitos electrónicos que servirán de interfaz para el control de cerraduras electrónicas. Se realizarán pruebas de la seguridad y confiabilidad del sistema de control de acceso.</p> <p><b>Actividad 4: Elaboración de documentación del proyecto.</b></p> <p>Se elaborará el Manual de Instalación y el Manual de Usuario del sistema desarrollado, los cuales contendrán toda la información necesaria para que este sistema pueda ser replicado en otras instituciones o empresas. Se redactarán las solicitudes de patente, modelos de utilidad y derechos de autor resultantes de esta investigación, las cuales serán entregadas a la DNES para solicitar el registro de común acuerdo. Se brindará capacitación a los usuarios finales del sistema prototipo instalado en el edificio "F" de ITCA-FEPADE Sede Central.</p>	<p>Sistema completo funcionando en el edificio "F" de ITCAFEPADE Sede Central.</p>

## **7. RESULTADOS**

### **1. Sistema de identificación y posicionamiento local por radiofrecuencia. (Solicitud de registro de**

#### **Propiedad Industrial: Patente de Invención)**

### **2. Software del sistema identificación y posicionamiento local por radiofrecuencia. (Registro de Derechos de Autor)**

El software desarrollado consta de dos partes, la primera es una aplicación Web para la administración de la base de datos y la generación de reportes y la segunda es una aplicación Windows con interfaz gráfica tridimensional que localiza e identifica personas y equipos, ambas pueden ser accedidas desde la Intranet o Internet.

La aplicación Web tiene las siguientes características:

- Posee un módulo para el mantenimiento de: lugares, tipos de activos, lectores RFID, tags, alarmas, grupos y materias.
- Permite la asignación de un tag de RFID al personal, alumnos y equipos a monitorear por el sistema.
- Registra la asignación de préstamos y devoluciones de equipos de cómputo y audiovisuales.
- Permite la asignación de horarios de ingreso y salida de personal y alumnos, para el control de asistencia en las áreas controladas.
- Posee un módulo para la generación de reportes de: asistencia de personal, asistencia de alumnos, listado de equipos disponibles para préstamo, listado de equipos fuera del edificio, bitácora de alarmas, bitácora de movimientos o trazabilidad y estado de tags.
- Registra los números de teléfonos a los que se enviara mensajes de alerta, ante la extracción de equipos sin autorización.
- Permite la generación de copias de respaldo de la base de datos y la administración de las contraseñas de acceso al sistema.

La aplicación Windows tiene las siguientes características:

- Presenta de forma gráfica tridimensional el edificio "F", en el cual se muestra la ubicación de los equipos en los centros de cómputo seleccionados, identificándolos por su número de serie e inventario.
- Permite la localización e identificación en tiempo real de etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID), las cuales son asignadas a personas, equipos de cómputo, audiovisuales u otros objetos que se requieren monitorear dentro del área de cobertura de la red de lectores RFID implementada, con un

margen de error aceptable.

- Tiene un sistema de control de acceso en áreas establecidas, para la apertura de puertas, previa identificación del personal o alumno a través de una tarjeta de identificación por radio frecuencia (RFID pasiva).
- Cuenta con un sistema de alarmas para la identificación de salidas no autorizada de equipos, estas alarmas son enviadas al monitor de una computadora, a teléfonos celulares preestablecidos y a los radios de la vigilancia de la institución, las cuales se integran al software a través de circuitos electrónicos que se diseñaron y construyeron para tal fin.

**3. Circuito electrónico de interfaz para sistema de alarmas. (Solicitud de registro de Propiedad Industrial: Modelo de Utilidad)**

**4. Circuito electrónico de interfaz para control de acceso a instalaciones. (Solicitud de registro de Propiedad Industrial: Modelo de Utilidad)**

**5. Manual de instalación (Registro de Derechos de Autor).** Manual con los procedimientos y estándares a utilizar en la instalación de la infraestructura de red de lectores RFID, con la información necesaria para futuras réplicas del sistema en otras instituciones o empresas.

**6. Manual de usuario (Registro de Derechos de Autor).** Manual de uso del software del sistema de identificación y posicionamiento local por radiofrecuencia.

**7. Prototipo de sistema de identificación y posicionamiento local por radiofrecuencia instalado en edificio "F" de ITCA-FEPADE Sede Central.**

**8. CONCLUSIONES**

- Las compras internacionales son problemáticas, por el tema de la burocracia y debido a las reglas de registro de facturas, porque deben ser a nombre del proyecto y eso limita la flexibilidad en las compras.
- Para compras en Estados Unidos se requiere de una licencia de uso de RF, lo que impide el acceso a dicha tecnología e información.
- Debido a la falta de un estándar mundial aceptado por todas las empresas, existe incompatibilidad de equipos RFID entre los diferentes fabricantes, lo que ocasiona que todo el equipo: lectores, antenas, tag, SDK, etc. se adquiera con un mismo proveedor.

- Escasa o nula información técnica por parte de los fabricantes de la tecnología RFID, sobre protocolos y comandos a utilizar con los lectores y tag de RFID.
- El sistema permite la identificación y localización de personas y equipos portadores de una etiqueta de identificación RFID, dentro del área de cobertura de la red celular de lectores RFID, obteniendo un registro en tiempo real sobre la trazabilidad de estos, superando las limitantes de un sistema de video vigilancia.
- El sistema posee un innovador método de envío de mensajes de alerta, que se activa al identificar equipos que son extraídos sin autorización. A través del envío de mensajes: al monitor de la computadora, teléfonos celulares preestablecidos y a los radios de la vigilancia de la institución.
- El sistema integra el uso de tecnología RFID activa y pasiva, lo cual permite obtener la trazabilidad y el control de acceso a lugares restringidos.
- El desarrollo de las redes en el ámbito de las comunicaciones hace posible la comunicación y monitoreo de este sistema, desde cualquier ubicación con acceso a Internet.

## **9. RECOMENDACIONES**

- Solicitar a las instituciones pertinentes que mejoren el proceso de compras Internacionales para los proyectos de investigación.
- Permitir el uso de un código de identificación del proyecto para ser utilizado como nombre del proyecto en las facturas de las compras.
- Adquirir equipos RFID que posean acceso al protocolo IPV6 para garantizar la disponibilidad de direcciones IP.
- Utilizar lectores RFID anticollisión para realizar lecturas de múltiples etiquetas de identificación por radio frecuencia de forma simultánea.
- Contar con una infraestructura de red con un ancho de banda de al menos 1 Gbit.
- Disponer de IP pública para el acceso al sistema desde cualquier equipo con Internet.

## 10. ANEXOS

### 10.1. REPORTE SOBRE DISPOSITIVOS RFID EXISTENTES A NIVEL INTERNACIONAL Y SELECCIONADOS PARA UTILIZAR EN EL PROYECTO

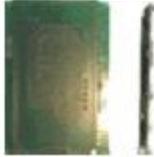
**Proyecto:** Sistema de identificación y posicionamiento local por radiofrecuencia (RFID)

**Objetivo 1:** Desarrollar una célula prototipo de lectores de identificación por radiofrecuencia (RFID), para el proceso experimental.

**Actividad 1:** Selección de dispositivos RFID.

#### Dispositivos RFID utilizados a nivel internacional:

Equipo		Descripción
	Módulo OEM de 125 kHz	Módulo de lectura/escritura sin antena. Interfaces CMOS-TTL, RS232 o RS485. Con antena externa es capaz de alcanzar distancias de lectura de hasta 30 cm Para EM4100, EM4550, FDX-b. Hitag 1, 2 y S, T5557
	Lector OEM de 125 kHz	Para lectura/escritura. Interfaz RS232 o USB con antena integrada. Distancia de lectura de hasta 8 cm. Software de aplicación para lectura/escritura. Para EM4100, EM4550, FDX-b, Hitag 1, 2 y S.
	Módulo OEM de Mifare	Módulo de lectura/escritura ISO 14443A sin antena. Interfaz CMOS-TTL. Con antena externa se pueden alcanzar distancias de hasta 10 cm. Para la familia NXP Mifare
	Lector OEM Mifare	Lector de lectura/escritura con antena. Interfaces RS232 o RS485. Distancia de lectura de hasta 8 cm. Software de aplicación de lectura/escritura Para la familia NXP Mifare
	Mini Lector OEM Mifare con antena se parada	Lector Midare de tamaño muy pequeño (lectura/escritura). RS232 o RS485. Existen 6 tamaños de antenas disponibles. Hasta 12 cm de distancia de lectura. Software de aplicación de lectura/escritura

	Lector OEM ISO 14443 A/B + ISO 15693	Lector de lectura/escritura con antena. Interfaces RS232 o RS485. Distancia de lectura de hasta 12 cm dependiendo del tag. Software de aplicación de lectura/escritura
	Lector OEM ISO 14443 A/B + NFC con 2 SAMs	Lector de lectura escritura con antena y dos SAMs (Secure Access Module) integrados. De pequeño tamaño, está especialmente diseñado para aplicaciones de pago. Soporta tanto el modo Activo-Pasivo como el Activo-Activo
	Módulo OEM ISO 14443A + NFC	Módulo de lectura/escritura sin antena. Interfaces CMOS-TTL. Soporta tanto la familia Mifare (ISO 14443A) como NFC (ISO 18092). Soporta tanto el modo Activo-Pasivo como el Activo-Activo
	Lector OEM ISO 14443A + NFC	Lector de lectura/escritura con antena. Interfaces. Soporta tanto la familia Mifare (ISO 14443A) como NFC (ISO 18092). Soporta tanto el modo Activo-Pasivo como el Activo-Activo. Interfaces disponibles: RS232, RS485, RS422, USB, Wiegand o UART4
	Lector OEM Legic Prime	Lector de pequeño tamaño de lectura/escritura con antena integrada. Interfaces CMOS-TTL, Wiegand o Clock&Data (nivel TTL). Distancia de lectura de hasta 5 cm. Para transponders Legic Prime
	Lector OEM Legic Advant	Lector de pequeño tamaño de lectura/escritura con antena integrada. Interfaces CMOS-TTL, Wiegand o Clock&Data (nivel TTL). Distancia de lectura de hasta 5 cm. Para transponders Legic Prime y Advant
	Lector OEM Legic Advant Plus	Lector de lectura/escritura con antena integrada. Interfaces RS232, USB, Wiegand o Clock&Data. Distancia de lectura de hasta 5 cm. Software de aplicación para la lectura. Opción: Software de escritura para ISO14443A, ISO15693, Legic Prime y Advant

	Lector de Sobre mesa de 125 kHz	Disponible con USB o RS232. Para la administración de todos los transponders EM4102, EM4105, EM4550, Hitag 1, Hitag 2, Hitag S, Temic555x y FDX-b. Con software de aplicación para lectura/escritura
	Lector de Sobre mesa Mifare	Disponible con USB o RS232. Para la administración de los transponders Mifare Standard (MF1S50, MFS70, MF Ultralight) Con software de aplicación para lectura/escritura
	Lector de Sobre mesa ISO 15693	Disponible con USB o RS232. Para la administración de todos los transponders ISO 15693 (NXP I-Code SLI, Infineon my-D y TI Tag-it HF.I) Con software de aplicación para lectura/escritura
	Lector de Sobre mesa ISO14443A/B	Disponible con USB o RS232. Para la administración de todos los transponders Mifare Standard, Ultralight, Pro, ProX, DESfire y transponders ISO 14443B. Con software de aplicación para lectura/escritura
	Lector de Sobre mesa Legic Advant	Disponible con USB o RS232. Lector que comunica con los transponders Legic Advant ISO 15693, ISO 14443A y Legic Prime. Software de aplicación para lectura. Opción: Software de aplicación para lectura/escritura.
	Lector de Sobre mesa NFC/ISO 14443A	Soporta Mifare (ISO 14443A) y NFC (Near Field Communication) según ISO 18092. Permite la comunicación con otros lectores/teléfonos móviles. Soporta los modos Activo-Pasivo y Activo-Activo. Interfaz USB
	Lector CF 125 kHz	Lector integrado con interfaz CF de lectura/escritura de transponders 125 kHz para su uso con PDA o Smartphone. Distancia de lectura de hasta 8 cm. Para transponders EM4100, EM4102, EM4550, Q5, T5557, Hitag 1, Hitag 2 e Hitag S
	Lector CF ISO 14443A/B	Lector integrado con interfaz CF de lectura/escritura de transponders ISO 14443A/B, familia Mifare, Desfire, Mifare Pro, ProX y diferentes transponders ISO 14443B. Para su uso con PDA o Smartphone

	Lector CF ISO 15693	Lector integrado con interfaz CF de lectura/escritura de transponders ISO 15693 para su uso con PDA o Smartphone. Distancia de lectura de hasta 6 cm. Para transponders I-Code SLI, Tag-it HF-I, I-Code 1, Tag-it, Infineon my-d
	Lector SD ISO 14443A/B + ISO 15693	Lector integrado con interfaz SD de lectura/escritura de transponders ISO 14443A/B y NFC según ISO 18092 para su uso con PDA o Smartphone. De tamaño muy pequeño, permite la comunicación con otros lectores. Distancia de lectura de hasta 4 cm
	Lector SD ISO 14443A/B + NFC	Lector integrado con interfaz SD de lectura/escritura de transponders ISO 14443A e ISO 15693 para su uso con PDA o Smartphone. De tamaño muy pequeño. Distancia de lectura de hasta 5 cm
	Lector SD 125 kHz	Lector integrado con interfaz SD de lectura/escritura de transponders 125 kHz para su uso con PDA o Smartphone. De tamaño muy pequeño. Distancia de lectura de hasta 5 cm
	Lector MiniSD ISO 14443A/B + NFC	Lector integrado con interfaz MiniSD de lectura/escritura de transponders ISO 14443A e ISO 15693 para su uso con PDA o Smartphone. De tamaño muy pequeño. Distancia de lectura de hasta 5 cm.
	Lector CF UHF (860-960 MHz)	Lector integrado con interfaz CF de lectura/escritura de transponders ISO 18000-6 Parte B y C. Para su uso con PDA o Smartphone. Distancia de lectura de hasta 10 cm. Disponible un SDK para una integración más sencilla
	Terminal ISO 15693 "EzBee"	Lector ISO 15693 para la recogida de datos. Interfaz USB y Bluetooth. Memoria interna para 1000 códigos. Reloj en tiempo real. Distancia de lectura de hasta 6 cm. Con LED, zumbador y botón de lectura integrados
	Terminal "I-Colle ct"	Lector programable en C para el desarrollo de aplicaciones. Con lector integrado (125 kHz o 13,56 MHz) y/o lector de código de barras en opción. Interfaz RS232. Otros interfaces bajo demanda

	Teléfono PDA ISO 14443A + NFC "A-108"	Terminal con lector integrado para transponders ISO 14443A y con NFC según ISO 18092. Con dos módulos SAM para aplicaciones de seguridad. Windows CE 4.0
	PDA ISO 14443A + NFC "CS.3000"	Terminal con lector integrado para transponders ISO 14443A y con NFC según ISO 18092. Con dos módulos SAM para aplicaciones de seguridad. Windows CE 4.0 Opciones: Windows CE 5.0, GSM, GPS, Bluetooth
	Terminal "Re con"	Terminal muy robusto con Windows CE 4.1, programable en lenguaje C. Interfaz RS232. Con dos ranuras de extensión CF. Opciones: Lector RFID (125 kHz y 13,56 MHz), Bluetooth, W-LAN, GPRS, lector de código de barras
	Lector "PetScan"	Lector de mano con RS232 y Bluetooth en opción para los transponders EM4100, FDX-b y HDX
	Lector Stick de 125 kHz	Lector de mano con RS232 y Bluetooth para los transponders EM4100, FDX-b y HDX. Memoria de 2000 códigos y con 2 antenas de diferente tamaño disponibles
	Lector de Larga Distancia "EzScan LR"	Dispositivo de lectura/escritura con un canal de antena (opción de 2 con un powersplitter). Interfaz RS232. Distancia de lectura de hasta 1,5 m. Función de auto-tuning. Display LCD integrado, funcionamiento independiente. Soporta la mayoría de los transponders ISO 15693
	Lector de Larga Distancia "EzScan LRM"	Dispositivo de lectura/escritura con 4 Canales de antena. Interfaces RS232, TCP/IP, Wi-Fi. Distancia de lectura de hasta 1,5 m. Función de auto-tuning. Display LCD integrado, funcionamiento independiente. Soporta la mayoría de los transponders ISO 15693

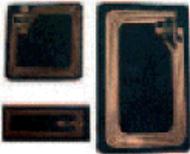
	Lector de Media Distancia "EzScan MR"	Dispositivo de lectura/escritura. Interfaz RS232. Distancia de lectura de hasta 20 cm. Documentación completa y librerías para una fácil integración. Soporta la mayoría de los transponders ISO 15693
	Multiplexor "EzMux-HF8"	Multiplexador para 8 canales para la conexión de hasta 8 antenas con un solo lector La función multiplexora está controlada mediante software. Interfaz RS232, cables coaxiales para RF.
	Antena de Largo Alcance de Evaluación	Antena de un solo loop completamente configurada en tubo plástico para la evaluación o construcción de sus propias antenas. Con placa sintonizadora integrada. Protección IP54. Conexión vía conector coaxial
	Antena de Largo Alcance "EzaX"	Antena de paso muy robusta para control de accesos aplicaciones industriales. Bases reforzadas y antenas de aluminio. Antenas de un solo loop con placa sintonizadora integrada. Protección IP54 (otras en opción), El lector EzScan LR puede ir integrado en la base
	Antena de Largo Alcance "EzMultix"	Antena de paso para Control de Acceso con 4 antenas en 2 paneles para una lectura muy segura de los tags en cualquier orientación. De bonito diseño con marcos de aluminio, paneles blancos y luces de control. Recomendada con el lector EzScan LRM
	Antena de Panel de Larga Distancia	Antena robusta perfecta para librerías y aplicaciones industriales. Protección IP54. Placa sintonizadora de antena integrada. Conexión vía conector coaxial. Opción: Diferentes tamaños de antenas
	Lector UHF LR "Volaré"	Soporta ISO18000-6 B y C (Clase 1 Gen2 incluido) Potencia RF programable por software (hasta 2W)

	Antena UHF de Larga Distancia	Capaz de leer en orientaciones múltiples 3D Distancia de lectura de hasta 10 metros
	Lector de Larga Distancia 125 kHz	Para solo lectura de los transponders tipo EM4100. Hasta 70 cm de distancia de lectura. Con LED y zumbador integrados. Con un diseño robusto para su uso en exteriores (encapsulado completamente en Epoxi). Interfaces: Wiegand26, Clock&Data o RS232
	Lector de Larga Distancia - Animal	Lector de 134,2 kHz para la conexión de 2 antenas para la configuración de un pasillo. Interfaz RS232. Transponders FDX-b, HDX, ISO 11785 / 11784. Diferentes tamaños de antenas en opción. Distancia de lectura de hasta 80cm.
	Cerradura Lock-Fit	Cerradura motorizada basada en la tecnología de 125 kHz. De bajo costo, es ideal para roperos y taquillas. Muy fácil de instalar dado que no necesita alimentación externa. Con diferentes versiones para adaptarse a todo tipo de aplicaciones
	Cerradura E-Lock	Cerradura basada en la tecnología ISO 15693. Con batería con 30.000 ciclos de autonomía. Versiones de cilindro estándar, doble cilindro y medio cilindro Software de Control de Acceso disponible
	Activador LINX "LX2101"	El activador es una unidad de transmisión (2,45 GHz). Se usa para alimentar al Tag Activo Linx o para la transmisión de datos según su modo de funcionamiento (en solitario o en red). Interfaz RS485. Distancia de activación de hasta 15 m
	Receptor LINX "LX2002"	El receptor es una unidad de recepción de datos a 433 MHz. Los datos recibidos por el Tag Activo Linx se transfieren a un servidor a través de diferentes interfaces: RS232, RS485, RS422, Clock&Data, Wiegand, Ethernet o WiFi. Distancia de recepción de hasta 80 cm.

	<p>Tag Activo Linx "LX1004"</p>	<p>El tag Linx es un transponder activo de 2 frecuencias (2,45 GHz + 433 MHz). Capacidad de lectura/escritura con anticolidión. Gracias a su bajo consumo, la batería puede durar más de 5 años dependiendo de su configuración</p>
	<p>Booster LINX "LX1009"</p>	<p>El Booster es un elevador de potencia que permite transmitir el código de una tarjeta EM4100 (o similar) de la misma manera y a la misma distancia que un Tag Activo Linx. De esta manera es posible ampliar las aplicaciones de 125 kHz ya existentes</p>
	<p>Lector de Sobre mesa LINX "LX2500"</p>	<p>Esta unidad se usa para programar la funcionalidad de los Tags Activos Linx. Es muy útil cuando hay una gran cantidad de tags que deben ser leídos e introducidos en una base de datos.</p>
	<p>Lector TELNIX "LTR003"</p>	<p>El lector LTR003 tiene la unidad de activación y de recepción conjuntamente (pueden separarse en opción). Se utiliza para activar el tag en 125 kHz y recibir los datos del Tag Activo Telnix, Interfaces RS232, Ethernet o WiFi. Distancia de activación de hasta 3 m y de recepción de hasta 50m.</p>
	<p>Tag Activo TELNIX "IDAxxx"</p>	<p>El tag Telnix es un transponder activo de 2 frecuencias (125 kHz + 868 MHz). Capacidad de anticolidión. Gracias a su bajo consumo, la batería puede durar más de 5 años dependiendo de su configuración. Formatos: tarjeta de crédito o industrial</p>
	<p>Se rvidor web APR 6082</p>	<p>Sistema Todo-en-Uno para redes con software de Control de Accesos integrado. Configuración on-line. Se pueden conectar hasta 255 lectores APR221. Interfaz TCP/IP. Procesador de 166 MHz</p>
	<p>Lector AMR202</p>	<p>Lector basado en tecnología 125 kHz solo lectura. Interfaces: RS485, Wiegand o Clock&amp;Data. Tiene 3 LEDs integrados</p>

	<p>Lector AMR212</p>	<p>Lector basado en tecnología Mifare (sólo número de serie). Interfaces: RS485, Wiegand o Clock&amp;Data. Tiene 3 LEDs integrados</p>
	<p>Tag RFID Activo Ref.: SYTAG245-2K</p>	<p>Frecuencia de comunicación: 2,45 GHz, rango de frecuencia: 2,40 - 2,48 GHz, canal: 255 Dirección: 65536 direcciones, wake on radio: ON / OFF, RSSI: 0-255, ID: 64 bits, Programación: configurable a partir de comandos, Led: acción o estatus, Conmutación: configurada como tag activo o tag ON / OFF, Memoria: 4 kbytes - 2 kbytes</p>
	<p>Tarjeta tag RFID Activo Ref.: SYTAG245- 2C</p>	<p>Frecuencia de comunicación: 2,45 GHz, Rango de frecuencia: 2,40 - 2,48 GHz (opción de 125 kHz ó 13,56 MHz), Canal: 255, Dirección: 65536 direcciones, Wake on radio: ON / OFF, RSSI: 0-255, ID: 64 bits, Programación: configurable a partir de comandos, Led: acción o estatus, Conmutación: configurada como tag activo o tag ON / OFF, Memoria: 4 kbytes - 32 kbytes ( opcional )</p>
	<p>Lector RFID Activo SYRD245-1N</p>	<p>Lector de tags RFID Activo, permite la lectura de datos de tags desde larga distancia transmitiendo en frecuencias de microondas ( 2,45 GHz ), Rango de frecuencia: 2,40 ~ 2,48 GHz , Canal: 255, Dirección: 65536 direcciones, RSSI: 0-255 ( permite determinar cuál es el lector más cercano al tag en caso que las áreas de lectura de varios dispositivos se interseccionen), LQI: 0-255, Rango de lectura: hasta 13 m. con la antena incluida, Programación: configurable a partir de comandos, Led: acción o estatus.</p>
	<p>Lector RFID Activo SYRD245-2</p>	<p>Lector de tags RFID Activo, permite la lectura de datos de tags desde larga distancia transmitiendo en frecuencias de microondas ( 2,45 GHz ), Frecuencia de comunicación: 2,45 GHz, Rango de frecuencia: 2,40 - 2,48 GHz, Canal: 255, Dirección: 65536 direcciones, RSSI: 0-255 (permite determinar cuál es el lector más cercano al tag en caso que las áreas de lectura de varios dispositivos se interseccionen), LQI: 0-255, Programación: configurable a partir de</p>

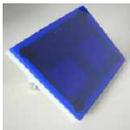
		comandos, Led: acción o estatus, Rango de lectura: hasta 5 metros
	Lector RFID Activo SYRD245-CF-1	Lector de tags RFID Activo con conectividad CompactFlash ideal para equipos portátiles. Permite la lectura de datos de tags desde larga distancia transmitiendo en frecuencias de microondas (2,45 GHz) , Frecuencia de comunicación: 2,45 GHz, Rango de frecuencia: 2,40 - 2,48 GHz, Canal: 255, Dirección: 65536 direcciones, RSSI: 0-255, LQI: 0-255, Rango de lectura: hasta 10 metros, Programación: configurable a partir de comandos, Led: acción o estatus, Interface: CF tipo 1, Sistema operativo: PDA Pocket PC 2003
	Lector proximidad GP60	Potente Lector de tarjetas de proximidad / tags de 125 kHz. Lector encapsulado estanco resistente al agua, ideal para usos externos. Tensión de alimentación: de 6,5 a 15 voltios. Rango de lectura: hasta 60 cm. Conexiones: Clock/Data mag stripe pista 2, wiegand y RS-232.
	Lector proximidad GP90	Lectura de transponders de 125 kHz. Alto rango de lectura: hasta 90 cm. Encapsulado para usos externos. Puede ser configurado para las salidas más usuales de formato interface, incluyendo Wiegand, banda magnética, RS-232 serial ASCII y salida RS-485. El módulo es ideal para control de accesos, parkings y aplicaciones donde se requiera una lectura a través de pared.
	Pulsera RFID ID Band	Producto de calidad para aplicaciones de Control de Acceso, ya que se han utilizado materiales de máxima calidad y durabilidad para la fabricación del brazalete y cierre. Tipo chip: Mifare 1k - ISO 14443 A; Q5 - R/W 256 Kbits; Unique - 64 bits, Correa: 16,3 x 1,4 x 247 mm, Peso: 8,65 gr, Material: TPE, E; poliéster y PC, Color: azul oscuro (disponibilidad de otros colores), Temperatura máxima: 100 °C, El logotipo puede ser impreso en la correa o en la tapa. La durabilidad del mismo dependerá de su aplicación

	<p>Llavero Bobsleigh</p>	<p>Llavero de proximidad de 125 kHz, Material: Policarbonato, Resistente al agua IP67. Resistencia mecánica: Test de caída 10 veces 10 ciclos 1,8 metros. Llavero preparado para el stress habitual de sistemas de control de acceso y control de presencia.</p> <p>Temperatura: -30° a 80°C. Dimensiones. Grosor: 7,20 mm / Longitud: 49,70 mm / Ancho: 33,10 mm / Peso: 4 gr aprox. / Color: azul transparente</p>
	<p>Brazalete 125 kHz</p>	<p>Disponibles distintos chips internos de 125 kHz de sólo lectura o de lectura y escritura. Disponibles chips Mifare internos. Distintos modelos. Distintos colores.</p>
	<p>Tags para lavanderías industriales</p>	<p>Tags en PPS de pequeño tamaño muy resistente a altas temperaturas (hasta 180°C) y en presencia de líquidos abrasivos. Disponibles con NXP I-Code SLI, EM4102 y T555x</p>
	<p>Tags UHF encapsulados</p>	<p>Tag de ABS para aplicaciones industriales. Disponibles en 868MHz y 915 MHz. Tres tamaños: 110x23mm, 138x30mm, 76x76mm. Disponibles con NXP UCode HSL; NXP UCode EPC G2; Impinj Monza</p>
	<p>Tags para metal</p>	<p>Tags de ABS robusto para su uso sobre superficies metálicas gracias a su blindaje de ferrita colocado en la parte trasera del tag. Con adhesivo para una mejor fijación sobre la superficie. Disponible con NXP I-Code SLI.</p>
	<p>Etiquetas para metal</p>	<p>Puede ser usado sobre superficies metálicas gracias a su blindaje de ferrita colocado en la parte trasera del tag. Con adhesivo para una mejor fijación sobre la superficie.</p>
	<p>Tags para altas temperaturas</p>	<p>Tag muy robusto de alto rendimiento. Fabricado con tecnología de inyección. Puede ser usado con temperaturas superiores a 200°C. Disponible con NXP I-Code SLI</p>

	Tags cilíndricos	Tag de Nylon usado como inmovilizador de coches y en aplicaciones industriales. Muy buena distancia de lectura sobre su eje longitudinal. Tamaños: 5x18mm, 5x23mm, 5x30mm
	Tags tipo clavo	Tag de Nylon robusto que puede ser clavado en madera, palets, etc. Muy buena distancia de lectura sobre su eje longitudinal. Tamaño: 6x5mm.
	Tags tipo precinto	Práctico marcador de PVC para la trazabilidad y control de diferentes tipos de productos. Tamaño: 18x30mm. Disponible con NXP I-Code SLI, EM4100, NXP Hitag1/2, Temic 5567
	Tags tipo crotal	Para la identificación de ganado. Fabricado en Nylon está disponible con EM4105, EM4205 y NXP Hitag S
	Tags para la identificación de aves	Fabricado en Nylon. Tamaños de 9mm o 18mm. Disponible con EM4100, NXP Hitag 1/2, NXP I-Code SLI, Temic 5567
	Tags para la identificación de plantas	Tag especial para la identificación de plantas y flores. Fabricado en ABS con PVC. Tamaño 155x58x8mm. Disponible con EM4100, NXP Hitag 1 y 2, NXP I-Code SLI, Temic 5567
	Etiquetas adhesivas UHF	Disponibles en varios formatos. 868 MHz y 915 MHz. Disponibles con NXP U-Code EPC Gen2, NXP U-Code HSL, Impinj Monza
	Etiquetas adhesivas 13,56 MHz	Disponibles en varios formatos. Disponibles con NXP I-Code SLI, NXP Mifare 1K, Mifare Ultralight, TI Tag-it HF-I

	<p>Etiquetas de CD y DVD</p>	<p>Disponibles con EM4102 y NXP I-Code SLI</p>
	<p>Paper Tickets</p>	<p>Alternativa de bajo costo a las tarjetas RFID. Grosor de 0,5mm. Disponibles en blanco o preimpresas. Con NXP I-Code SLI, NXP Mifare Ultralight, Mifare Estándar.</p>
	<p>Muñequera "Wrist-Fit"</p>	<p>Muñequera robusta y a prueba de agua, con correa de PVC y cierre metálico. Con diferentes tecnologías y colores disponibles</p>
	<p>Muñequera RFID de Silicona</p>	<p>Muñequera de silicona flexible y robusta con transponders RFID integrado. Con diferentes tecnologías y colores disponibles.</p>
	<p>Muñequera "Wrist-Fit2"</p>	<p>Con diferentes tecnologías y colores disponibles. Correa de goma.</p>
	<p>Muñequera de Un Solo Uso</p>	<p>Con diferentes tecnologías y colores disponibles</p>
	<p>Muñequera de Velcro</p>	<p>Con diferentes tecnologías y colores disponibles. Correa de Nylon y Velcro</p>

**10.2. DISPOSITIVOS RFID SELECCIONADOS PARA EL PROYECTO:**

Equipo		Descripción
	<p>Lector RFID Activo Wifi Controller Active Now</p>	<p>Lector de 2.45 GHz, compatible con cualquier marca de la norma Wifi, con un radio de comunicación no menor a 60 mts controlable a través de software. Con sistema anticolisión con capacidad de leer de 80 a 100 tags por segundo. Que incluye software o versión demo de la aplicación de control, monitoreo y configuración del lector y tags. Protocolos soportados ARP, UDP, TCP, Telnet, ICMP, SNMP, DHCP, BOOTP, Auto IP, http, SMTP, SFTP, Interfaces: RS232, RS485, Ethernet, WiFi y RJ45, Temperatura de operación: -10 a 60 oC, protección de humedad IP54, Consumo de energía: 5-6 DC, 1 amperio, dimensiones: 126 x 104 x 28 mm, interfaces de red: 802.11b, 802.11g y 10/100 Ethernet</p>
	<p>Tag RFID Activo Active Tags Active Now</p>	<p>Tag (etiqueta RFID activa) de 2.45 GHz, utilizada para localización de objetos o personas. Con una duración de batería de 7 años, con modo de transmisión configurable y administrable desde el Lector RFID activo. Dimensiones 31 x 90 x 10.5 mm. Protección de humedad IP65</p>
	<p>Tarjetas de identificación con tag RFID activo</p>	<p>Tarjeta de identificación que incorpora un Tag (etiqueta RFID activa) de 2.45 GHz, utilizada para Localización de personas. Con una duración de batería de 7 años, con modo de transmisión Configurable y administrable desde el lector RFID activo. Dimensiones 54 x 85.5 x 4 mm. Protección de humedad IP65</p>
	<p>Antena direccional Active Now</p>	<p>La Antena direccional Active Now a 2.45 GHz con detección en múltiples direcciones dentro de un área de cobertura, disponible en dos versiones de antena (45° y 25°), trabaja con los estándares: Serial, WiFi y GPRS. Dimensiones 86 x 105 x 10 mm, Protección</p>

		de humedad IP65 acc IEC 529, Color: Blanco y Azul, Frecuencia: 2.4 GHz, Radio: 45db, Temperatura de operación: -10 oC a 60 oC, Rango de lectura: 60 m.
	Lectores proximidad GP20-GP30	Lector de tarjetas de proximidad / tags de 125 kHz. Lectores de RF encapsulados estancos resistentes al agua, ideal para usos externos. Tensión de alimentación: de 5 a 12,5 voltios. Rango de lectura: GP20 hasta 20 cm y GP30 hasta 30 cm. Conexiones: Clock/Data mag stripe pista 2, wiegand y RS-232.
	Tarjeta proximidad 125 kHz Unique	Tarjeta proximidad 125 kHz Unique sólo lectura - Tipo de chip: Unique 64 bits RF / 64 ASK Manchester. Tarjeta de proximidad sólo lectura, diseñada para adaptarse a diferentes y múltiples sistemas de proximidad 125 kHz. Tipo de chip: Unique 64 bits RF/ 64 ASK Manchester, Tarjeta de PVC laminada de máxima calidad, permite la impresión con impresoras de sublimación y termo-transferencia. Opcionalmente, banda magnética HICO 2750 Oe. Disponibilidad de diferentes bandas magnéticas HICO y LOCO.
	WORLD TAG Unique - 30 mm	UNIQUE - sólo lectura 64 bits, Diámetro: 30 mm ± 0,2 mm, Grosor: 2,15 mm ± 0,25 mm, Agujero: 3,2 mm Peso: 1,9 gr. Material: policarbonato Color: negro Frecuencia de operación: 125 kHz ± 6 kHz, Densidad mínima de flujo: 12.5µT RMS, Inmersión agua IP67, Solución acuosa de sales, Gasolina sin plomo, Petróleo, Aceite mineral y vegetal, Compresión axial: 500N, Compresión radial: 300N, Vibración: IEC 68.2.6 Shock: IEC 68.2.29, Temperatura almacenaje - 40 °C a + 90 °C, Temperatura funcionamiento - 25 °C a + 70 °C, Shock / fatiga - 25 °C a + 70 °C

### 10.3. MEMORIA DE CÁLCULO DE RED DE LECTORES RFID

**Proyecto:** Sistema de identificación y posicionamiento local por radiofrecuencia (RFID)

**Objetivo 1:** Desarrollar una célula prototipo de lectores de identificación por radiofrecuencia (RFID), para el proceso experimental.

**Actividad 2:** Diseño de red de lectores RFID.

1. Se adquirieron 3 lectores RFID activos (modelo SYRD245-1N) y diez tag (modelo SYTAG245-2K) para la realización de pruebas, diseño de la red de RFID e implementación de la primera célula de RFID, prototipo del proyecto.

#### Dispositivos

#### Descripción



Lector RFID Activo  
SYRD245-1N

Lector de tags RFID Activo, permite la lectura de datos de tags desde larga distancia transmitiendo en frecuencias de microondas (2,45 GHz), Rango de frecuencia: 2,40 - 2,48 GHz, Canal: 255, Dirección: 65536 direcciones, RSSI: 0-255 (permite determinar cuál es el lector más cercano al tag en caso que las áreas de lectura de varios dispositivos se interseccionen), LQI: 0-255, Rango de lectura: hasta 13 m. con la antena incluida, Programación: configurable a partir de comandos, Led: acción o estatus.



Tag RFID Activo  
SYTAG245-2K

Frecuencia de comunicación: 2,45 GHz, rango de frecuencia: 2,40 - 2,48 GHz, canal: 255 Dirección: 65536 direcciones, wake on radio: ON / OFF, RSSI: 0-255, ID: 64 bits, Programación: configurable a partir de comandos, Led: acción o estatus, Conmutación: configurada como tag activo o tag ON / OFF, Memoria: 4 kbytes - 2 kbytes

2. En las instalaciones de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPAGE centro Regional Santa Ana, se realizaron pruebas para conocer la distancia máxima de lectura en intemperie, las cuales proporcionaron los siguientes datos:
  - a. Lector RFID activo (modelo SYRD245-1N) sin antena = 51 mts

b. Lector RFID activo (modelo SYRD245-1N) con antena direccional de 9dbi = 135 mts.



Equipo de investigación realizando pruebas de lectura de tramas de datos



Pruebas de lectura de tags a diferentes distancias y ángulos

c. Así mismo, se determinó que es indiferente la posición o ángulo de lectura del tag RFID activo con respecto a la antena, éste será leído, pero la redundancia de antenas permitirá garantizar que el tag siempre sea leído.

3. En el Edificio F de ITCA sede central se realizaron pruebas de lectura de tag a través de un prototipo de software elaborado para el proyecto, con el objetivo de determinar la ubicación de cada lector de RFID para diseñar el plano de instalación de la red de lectores RFID a instalar en el edificio.



Pruebas de lectura para determinar el alcance de los lectores RFID en el Edificio F de ITCA sede central



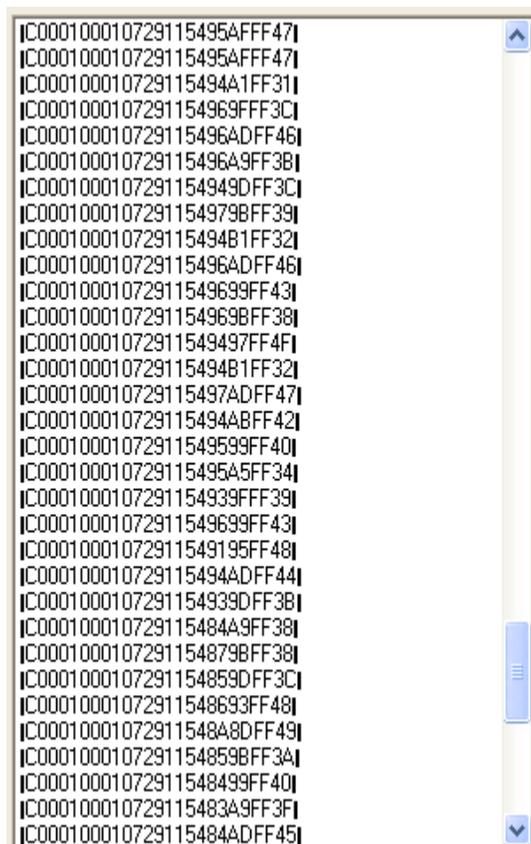
Toma de medidas de la ubicación de cada lector RFID a instalar en el Edificio F de ITCA sede central



Pruebas de lectura de tag de RFID a través del prototipo de software elaborado en Visual Basic .Net



Prototipo de software elaborado en Visual Basic .Net para conocer los indicadores: RSSI, LQI y carga de la batería de los tag de RFID, lo que es utilizado para determinar la ubicación idónea de cada lector de RFID



Trama de un Tag de RFID provista por el prototipo de software elaborado para el proyecto, a través de esta se conoce los



Trama de dos Tag de RFID provista por el prototipo de software elaborado para el

indicadores del tag: RSSI, LQI y carga del batería.

proyecto, a través de esta se conoce los indicadores del cada tag: RSSI, LQI y carga del batería.

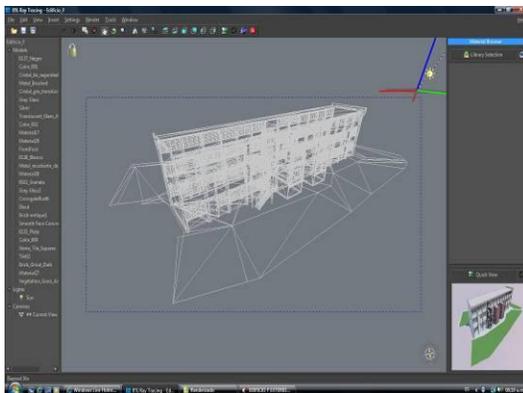
4. Se creó y renderizó el dibujo tridimensional del exterior y tercer nivel del edificio F de sede central, donde será implementada la primer célula de lectores RFID del proyecto y servirá como interfaz gráfica del sistema.



Dibujo tridimensional del edificio F de ITCA sede central, lugar donde se implementara el proyecto y que servirá como interfaz para el sistema, donde el usuario podrá ingresar a los diferentes niveles del edificio para monitorear y localizar personas y objetos controlados con RFID



Dibujo tridimensional del salón de video conferencias, ubicado en el tercer nivel del edificio F de ITCA sede central, lugar donde se implementara la primera célula prototipo, compuesta por tres lectores RFID.

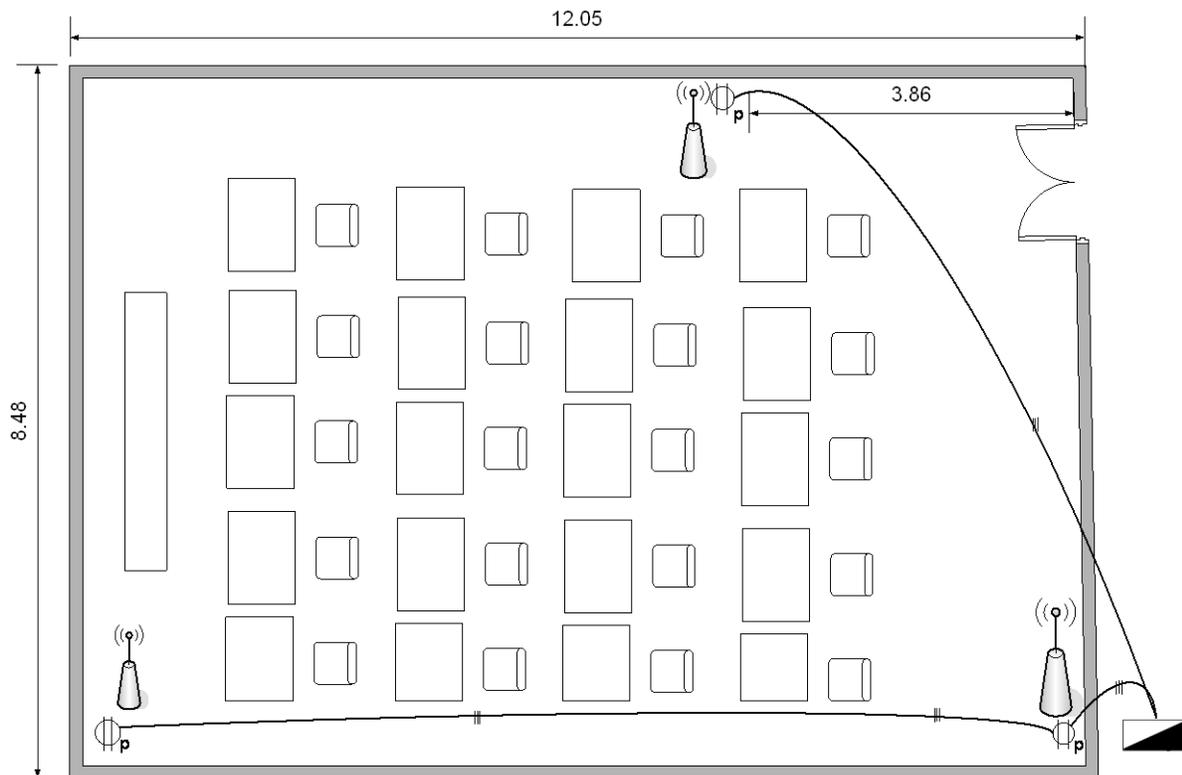


Proceso de renderizado del dibujo tridimensional del edificio F de ITCA sede central, el cual servirá como interfaz gráfica del sistema



Dibujo tridimensional del edificio F de ITCA sede central luego del proceso de renderizado

5. Diseño de las células, compuesta cada una por 3 de lectores RFID.



6. Luego de diseñar los planos de instalación de la red de lectores RFID, se procedió a instalar la primera célula de lectores RFID, que servirá como prototipo del proyecto y estará ubicada en el salón de videoconferencias del tercer nivel del edificio F de ITCA sede central.



Salón de video conferencias del Edificio F en ITCA sede central, lugar donde se implementó la primera célula de lectores RFID.



Instalación de la red eléctrica y nodos de conexión a la red LAN de los lectores RFID de la primera célula.



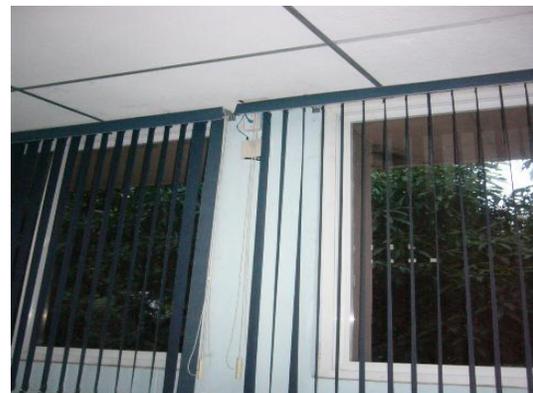
Configuración de los lectores RFID para incorporarlos a la red LAN de la institución y poder acceder desde ITCA sede central y desde el centro regional Santa Ana.



Instalación y funcionamiento del primero de los tres lectores RFID que componen la célula instalada en el salón de video conferencias del edificio F de ITCA sede central.



Instalación y funcionamiento del segundo de los tres lectores RFID que componen la célula instalada en el salón de video conferencias del edificio F de ITCA sede central.



Instalación y funcionamiento del tercero de los tres lectores RFID que componen la célula instalada en el salón de video conferencias del edificio F de ITCA sede central.

#### 10.4. IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÉLULA PROTOTIPO DE LECTORES RFID

**Objetivo 1:** Desarrollar una célula prototipo de lectores de identificación por radiofrecuencia (RFID), para el proceso experimental.

**Actividad 3:** Implementación de una célula prototipo de lectores RFID



Salón de video conferencias del Edificio F en ITCA sede central, lugar donde se implementara la primera célula de lectores RFID.



Instalación de la red eléctrica y nodos de conexión a la red LAN de los lectores RFID de la primera célula.



Configuración de los lectores RFID para incorporarlos a la red LAN de la institución y poder acceder desde ITCA sede central y desde el centro regional Santa Ana.



Instalación y funcionamiento del primero de los tres lectores RFID que componen la célula instalada en el salón de video conferencias del edificio F de ITCA sede central.



Instalación y funcionamiento del segundo de los tres lectores RFID que componen la célula instalada en el salón de video conferencias del edificio F de ITCA sede central.



Instalación y funcionamiento del tercero de los tres lectores RFID que componen la célula instalada en el salón de video conferencias del edificio F de ITCA sede central.

### 10.5. INSTALACIÓN DEL LABORATORIO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Se instaló un laboratorio de investigación para el diseño y creación de circuitos electrónicos, experimentar con la tecnología RFID y el desarrollo de software del proyecto.

El laboratorio se equipó con:

Mesa de trabajo electrónico

Equipo de cómputo

Servidor

Impresor de circuitos

Quemador de PIC

Breboards

Frecuencímetro

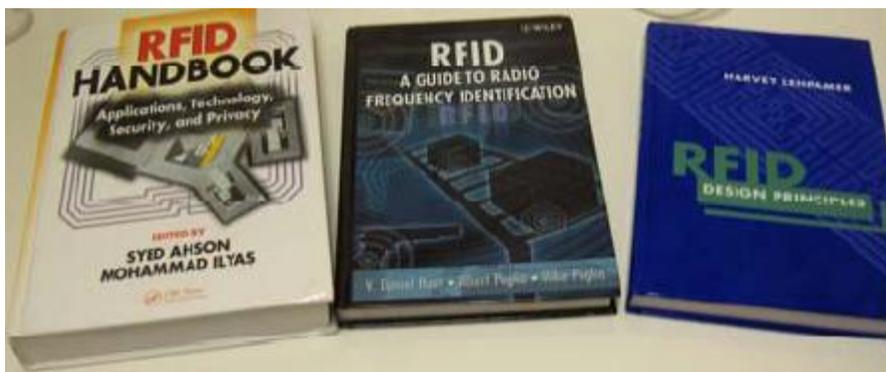
Tester

Pulseras antiestáticas

Herramientas para trabajo electrónico



Bibliografía adquirida con fondos del proyecto, para ser utilizada en la realización del mismo. Por la actualidad y etapa de desarrollo de la tecnología empleada, los títulos escogidos se encuentran en inglés.



## 10.6. MEMORIA DE CÁLCULO DE TÉCNICA DE TRIANGULACIÓN DE LECTORES RFID DESARROLLADA

**Proyecto:** Sistema de identificación y posicionamiento local por radiofrecuencia (RFID)

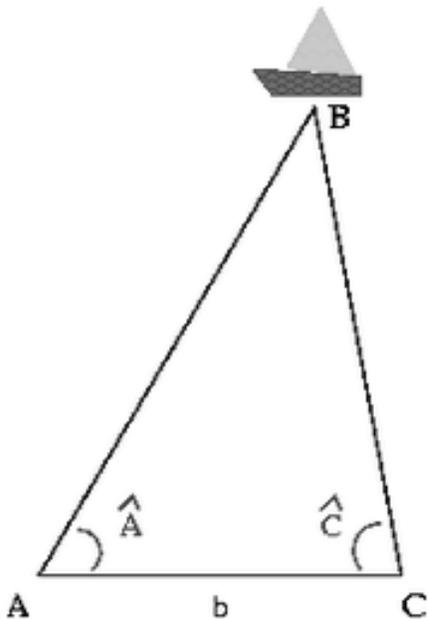
**Objetivo 1:** Desarrollar una célula prototipo de lectores de identificación por radiofrecuencia (RFID), para el proceso experimental.

**Actividad 4:** Desarrollo experimental de la técnica de triangulación de lectores RFID.

1. El equipo de investigadores realizó un estudio sobre los siguientes métodos de localización:
  - a - Geodesia
  - b - Superficie
  - c - Mixta. Geodesia y Superficie
  - d - Punto de acceso más cercano
  - e - Diferencia de Tiempo de Llegada

### ¿Qué es la triangulación?

La triangulación es el uso de la trigonometría de triángulos para determinar posiciones de puntos, medidas de distancias o áreas de figuras.



### Triangulación mediante GPS

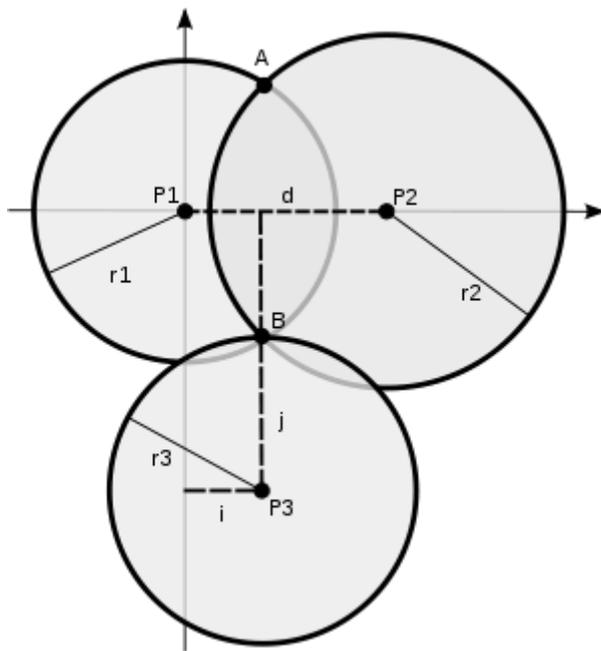
En este contexto, la triangulación mediante GPS consiste en averiguar el ángulo de cada una de las tres señales respecto al punto de medición. Conocidos los tres ángulos se determina fácilmente la propia posición relativa respecto a los tres satélites. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene la posición absoluta o coordenada reales del punto de

medición.

### Triangulación geodesia

Triangulación: al calcular la distancia (A-C) entre dos puntos conocidos en coordenadas (A y C) y la distancia (A-B) y el ángulo ( $\hat{A}$ ) de un punto conocido a un punto tercero (B), se pueda calcular las coordenadas del punto B.

Resección: también en geodesia, conocidas las distancias a tres puntos de coordenadas, se puede determinar la posición de nuestro punto.



En posición B, se pueda calcular las coordenadas usando los puntos conocidos P1, P2 y P3 en un plano horizontal. Medir la distancia r1 se pone en un círculo. Medir r2 se pone en dos puntos A o B. Medir la tercera distancia r3, le da las coordenadas del punto B. Eso se conoce como reseción o trilateración.

### Triangulación de superficies

La triangulación de superficies es un método de obtener áreas de figuras poligonales, normalmente irregulares, mediante su descomposición en formas triangulares. Lógicamente, la suma de las áreas de los triángulos da como resultado el área total.

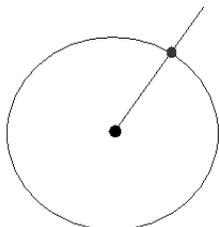
El área de un triángulo se halla mediante la siguiente ecuación:

$$S = \frac{bh}{2} = \frac{\text{base} \cdot \text{altura}}{2}$$

Siendo  $S$  la superficie,  $b$  la longitud de cualquiera de los lados del triángulo y  $h$  la distancia perpendicular entre la base y el vértice opuesto a dicha base

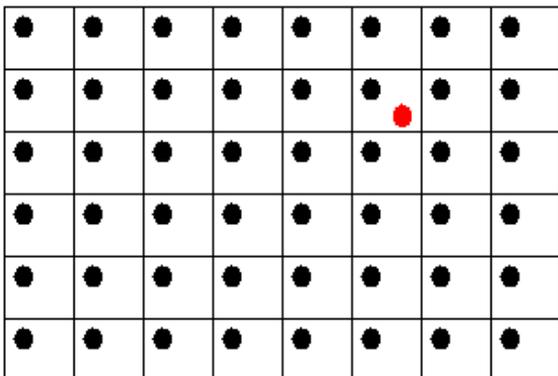
### Triangulación Mixta Geodesia y Superficie

Combina la triangulación por Geodesia y la de superficie para la ubicación de un punto en el espacio.



### Punto de acceso más cercano

Es utilizado en los sistemas de localización en tiempo real (RTLS) son sistemas completamente automáticos que monitorizan con una determinada frecuencia, la posición de un elemento móvil. Para su funcionamiento, utilizan tecnología de alta frecuencia que permite identificar individualmente a cada uno de sus componentes. La localización mediante redes locales inalámbricas puede llevarse a cabo de diferentes maneras; la más sencilla es la basada únicamente en el punto de acceso más cercano al terminal. Este método confunde a menudo la planta del edificio, pues es fácil que la antena más cercana a un usuario ubicado en una determinada planta sea la misma que la correspondiente a un usuario situado en una planta superior, si la posición sobre el piso es similar. Por otra parte la señal es vulnerable debido a las interferencias, lo que puede afectar, además de a la precisión, a la seguridad de la comunicación.

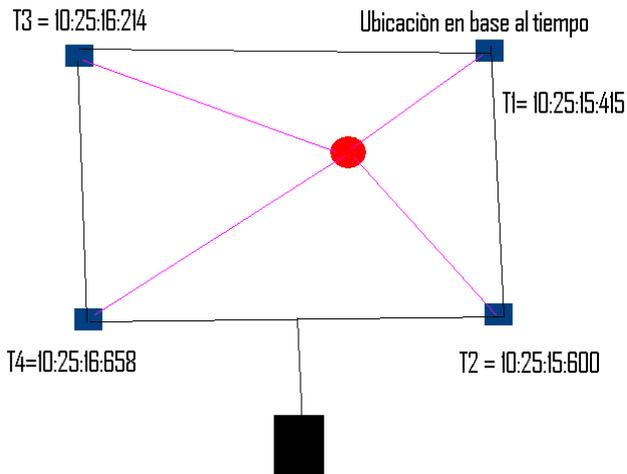


### Diferencia de Tiempo de Llegada

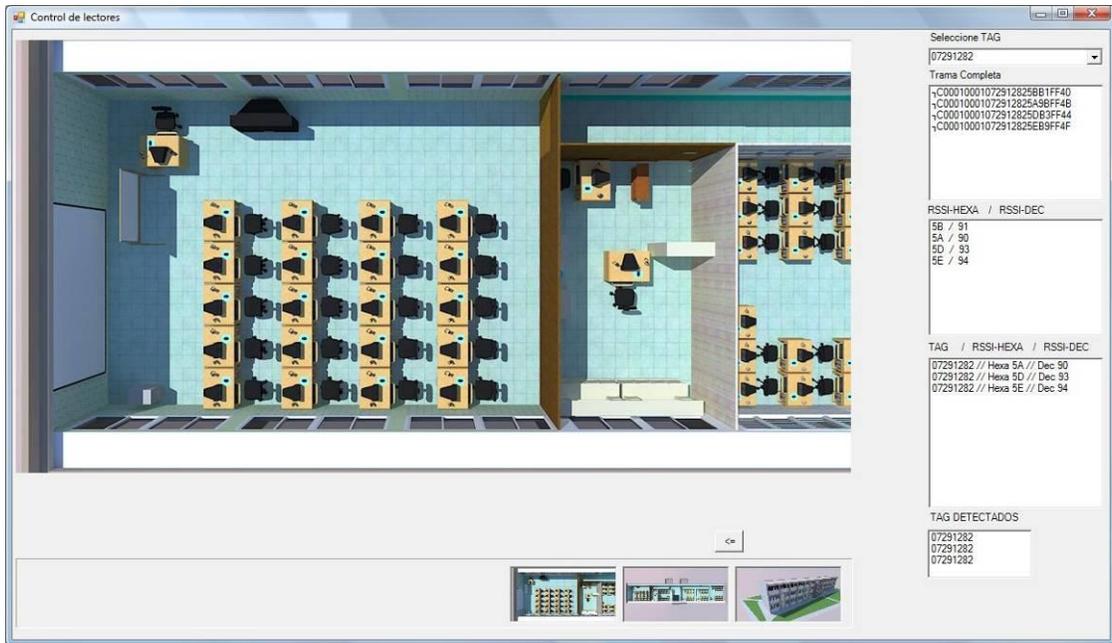
Otro método de localización muy usado es TDOA (Time Difference Of Arrival) basado en técnicas de triangulación que emplea la diferencia entre los tiempos de llegada de la señal procedente del terminal móvil a distintos pares de estaciones base para calcular la posición.

Los métodos más modernos de localización se basan en motores de posicionamiento que almacenan la medida de potencia de señal en diferentes puntos del área de cobertura. La técnica, conocida como Wi-Fi

mapping, arroja resultados más exactos que los métodos de triangulación celular, pero con un elevado tiempo de latencia, lo que la hace poco utilizable para aplicaciones de tiempo real.



2. El equipo de investigadores estudió el protocolo de comunicación utilizado por el lector RFID activo (modelo SYRD245-1N) como insumo para el desarrollo de un prototipo de software en Visual Basic .Net para conocer los siguientes indicadores del tag:
  - a. RSSI: es la abreviatura en Ingles de (Receive Signal Strength Indication) Indicador de fuerza de señal de recepción. Este termino se usa comúnmente para medir el nivel de fuerza de las señales, en las redes inalámbricas (WIFI). Entre más alto sea el numero, mejor captura de la misma.
  - b. LQI: es la abreviatura en Ingles de (Link Quality) es un indicador de calidad del enlace entre el lector y el tag.
  - c. Nivel de carga de la batería del tag.



Pantalla del prototipo de software, donde se muestra la primera célula de lectores RFID implementada en el salón de videoconferencias del edificio F de sede central. Dicho prototipo muestra la trama recibida y los indicadores del tag.

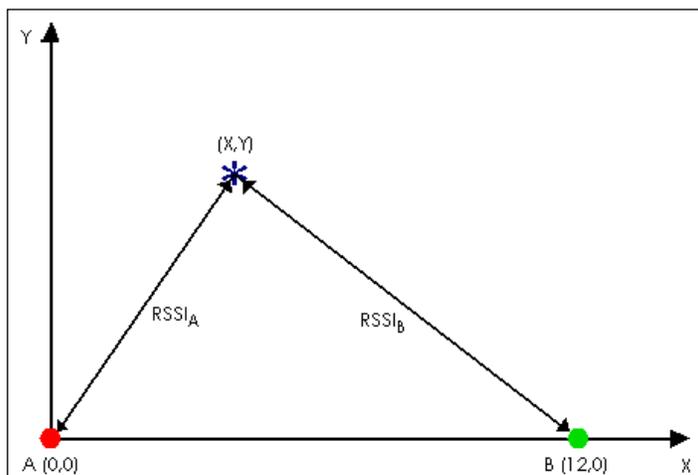
3. Análisis geométrico para determinar la posición (x,y) de un punto, dadas las distancias hacia tres puntos conocidos.

Mediante un análisis matemático, a partir de las distancias de dos puntos conocidos llamados A y B, hacia un tercer punto de posición (X, Y) se llegó a las siguientes ecuaciones que expresan la posición del punto en un plano de coordenadas rectangulares.

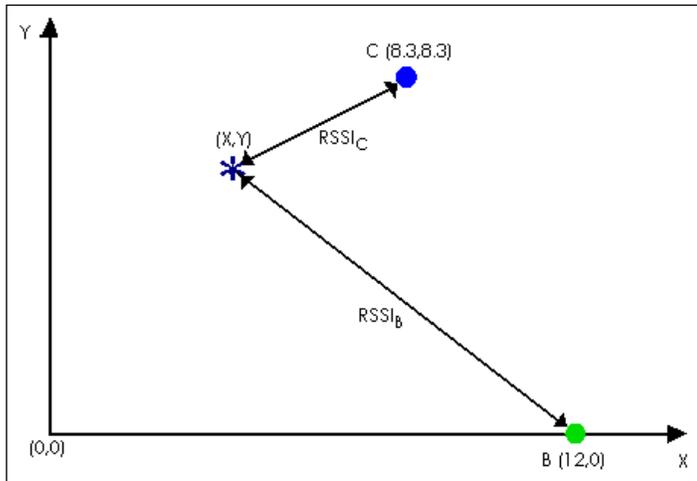
Simultaneando Lectores A y B

$$X = (RSSIA^2 - RSSIB^2 + 144) / 24$$

$$Y = \sqrt{(RSSIA^2 - X^2)}$$



Para los lectores B y C, al simultanear las ecuaciones resulta una ecuación cuadrática



Simultaneando Lectores B y C

$$X = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$Y = \sqrt{RSSIB^2 - (X - 12)^2}$$

Donde:

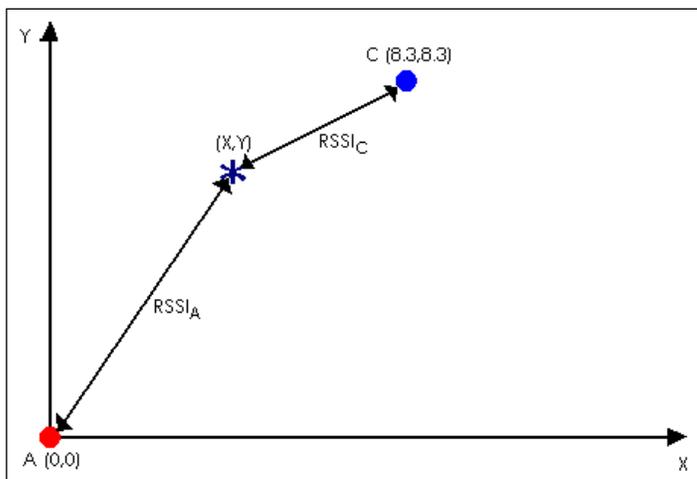
$$a = -330.32$$

$$b = 6705.496 + 14.8 (RSSIC^2 - RSSIB^2)$$

$$c = -39719.3284 - RSSIB^4 - RSSIC^4 + 2 RSSIB^2 RSSIC^2 + 288 RSSIB^2 - 12.44 RSSIC^2$$

Para los lectores A y C queda también una ecuación cuadrática.

Simultaneando Lectores A y C



$$X = (-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}) / (2a)$$

$$Y = \sqrt{RSSIA^2 - X^2}$$

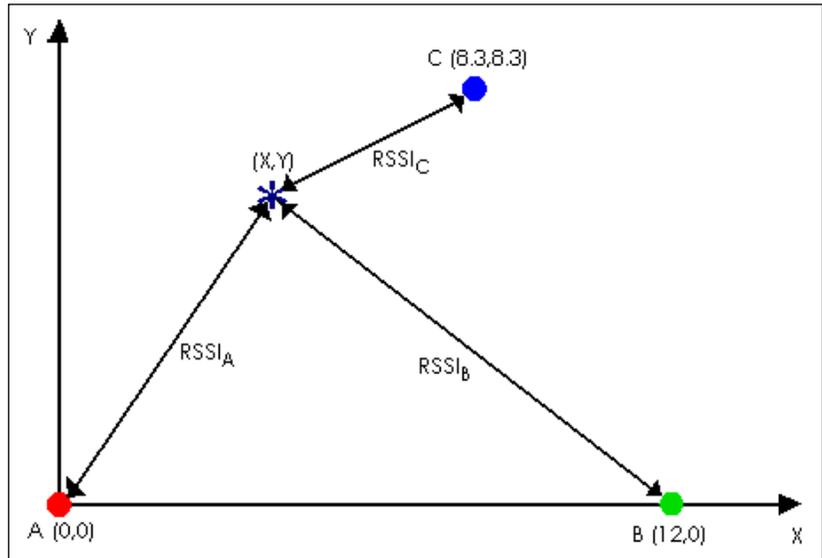
Donde:

$$a = 551.12$$

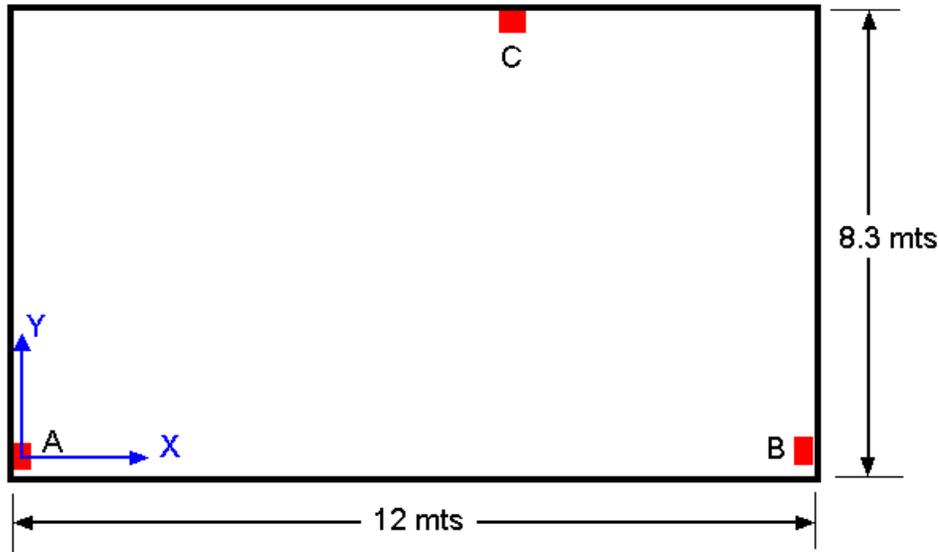
$$b = 33.2 (RSSIC^2 - RSSIA^2 - 137.78)$$

$$c = 18983.3284 + RSSIA^4 + RSSIC^4 - 2 RSSIA^2 RSSIC^2 - 275.56 RSSIC^2$$

Las posiciones de los lectores A, B y C están dadas en metros, y tienen una disposición como se muestra en la figura de la derecha.



El salón en donde se ha implementado la red de lectores tiene la disposición mostrada en la siguiente figura:



Para poder determinar la posición de un objeto dentro del salón dadas las distancias hacia las 3 antenas A, B y C, es necesario aplicar las fórmulas anteriormente dadas, considerando que cualquier valor negativo de X o de Y debe ser descartado pues indicaría que el objeto se encuentra fuera del salón.

Las distancias de los 3 lectores hacia el objeto a posicionar se calcula mediante una fórmula a partir

del parámetro RSSI entregado por los lectores.

El RSSI expresa la intensidad o potencia con que la señal de un TAG es captada por un lector y es inversamente proporcional a la distancia, se encuentra en una escala que va desde 0 hasta 255.

Se estableció una variable llamada "Consumo de potencia" que se define como:

$$\text{Consumo de potencia} = 255 - \text{RSSI}$$

Esta variable expresa la dificultad con la que se recibe una señal del TAG y es proporcional a la distancia. Para establecer esta relación se efectuaron una serie de pruebas en las que se registro la distancia del lector hacia un TAG y el RSSI, luego se calculó el consumo de potencia y finalmente se realizó el cociente:

$$K = \text{Consumo de potencia} / \text{Distancia en metros}$$

Para establecer la constante (para cada lector) que relaciona la distancia medida en metros con el "consumo de potencia" del TAG.

Luego de obtener el promedio de las constantes para cada lector se realizó un ajuste para maximizar la coincidencia de valores calculados y medidos. Con estos valores entonces en el programa debe realizarse primero el cálculo del "Consumo de Potencia" (255-RSSI) para cada lector respecto a un TAG, luego dividir el "Consumo de Potencia" entre la constante respectiva: K1 para lector A, K2 para lector B y K3 para lector C, estos cocientes proporcionarán el cálculo de la distancia en metros entre cada lector y el TAG en cuestión. Con estos datos es posible ingresarlos a las formulas dadas al principio para obtener un par de coordenadas (X, Y) expresado en metros y que define la posición del objeto dentro del salón.

4. El equipo de investigadores realizó una discusión sobre las siguientes técnicas de posicionamiento utilizadas:
  - a. Geodesia.
  - b. Superficie
  - c. Mixta. Geodesia y Superficie
  - d. Punto de acceso mas cercano
  - e. Diferencia de Tiempo de llegada

Donde, se acordó experimentar la técnica de triangulación a través de la potencia (Conociendo el valor de RSSI del tag).

5. Se realizaron pruebas para conocer la distancia máxima de lectura en intemperie, las cuales proporcionaron los siguientes datos:
  - a. Lector RFID sin antena = 51 mts
  - b. Lector RFID con antena direccional de 9dbi = 135 mts.

Así mismo, se determino que es indiferente la posición o ángulo de lectura del tag RFID activo con respecto a la antena, éste será leído, pero la redundancia de antenas permitirá garantizar que el tag siempre sea leído.



Equipo de investigación realizando pruebas de lectura de tramas de datos



Pruebas de lectura de tags a diferentes distancias y ángulos

6. Se realizaron pruebas con el software prototipo, para capturar la trama de datos enviada por el lector de RFID y al mismo tiempo se logro conocer el valor de RSSI (potencia de transmisión) del tag.



Pruebas de lectura de tag de RFID a través del prototipo de software elaborado en Visual Basic .Net



Prototipo de software elaborado en Visual Basic .Net para conocer los indicadores: RSSI, LQI y carga de la batería de los tag de RFID, lo que es utilizado para determinar la ubicación idónea de cada lector de RFID

```

IC000100010729115495AFF47I
IC000100010729115495AFF47I
IC000100010729115494A1FF31I
IC0001000107291154969FFF3CI
IC000100010729115496ADFF46I
IC000100010729115496A9FF38I
IC0001000107291154949DFF3CI
IC00010001072911549798FF39I
IC000100010729115494B1FF32I
IC000100010729115496ADFF46I
IC00010001072911549699FF43I
IC00010001072911549698FF38I
IC00010001072911549497FF4FI
IC000100010729115494B1FF32I
IC000100010729115497ADFF47I
IC000100010729115494ABFF42I
IC00010001072911549599FF40I
IC000100010729115495A5FF34I
IC0001000107291154939FFF39I
IC00010001072911549699FF43I
IC00010001072911549195FF48I
IC000100010729115494ADFF44I
IC0001000107291154939DFF38I
IC000100010729115484A9FF38I
IC00010001072911548798FF38I
IC0001000107291154859DFF3CI
IC00010001072911548693FF48I
IC00010001072911548A8DFF49I
IC00010001072911548598FF3AI
IC00010001072911548499FF40I
IC000100010729115483A9FF3FI
IC000100010729115484ADFF45I

```

Trama de un Tag de RFID provista por el prototipo de software elaborado para el proyecto, a través de esta se conoce los indicadores del tag: RSSI, LQI y carga del batería.

```

IC00010001072911546F91FF34I
IC0001000107291154648FFF30I
IC00010001072911546B8FFF46I
IC00010001072912827CD5FF41I
IC00010001072911546C9BFF42I
IC000100010729115478ABFF40I
IC000100010729115463A1FF39I
IC000100010729128265C7FF33I
IC000100010729115467ABFF4EJ
IC00010001072911546AB1FF48I
IC000100010729128273D7FF33I
IC0001000107291154729BFF32I
IC000100010729115476B3FF3CI
IC000100010729128261C5FF35I
IC00010001072911547599FF4EJ
IC000100010729115476A1FF3DI
IC00010001072912826BD5FF41I
IC0001000107291154719BFF31I
IC00010001072911545E7DFF4FI
IC000100010729128260CBFF43I
IC00010001072911546AAFFF3CI
IC000100010729128267ABFF46I
IC000100010729115462A3FF3AI
IC000100010729128265CBFF46I
IC00010001072911546191FF43I
IC0001000107291154679FFF32I
IC00010001072911546493FF44I
IC00010001072911546693FF46I
IC000100010729128271CDFF45I
IC00010001072911546995FF4FI
IC0001000107291154658FFF31I
IC000100010729128272D7FF32I

```

Trama de dos Tag de RFID provista por el prototipo de software elaborado para el proyecto, a través de esta se conoce los indicadores del cada tag: RSSI, LQI y carga del batería.

7. Será elaborado un mapeo RSSI del salón de videoconferencias del edificio F de sede central, para determinar la ubicación de un tag de RFID por triangulación.



Toma de lecturas de RSSI para el levantamiento del radio mapa.



Investigadores haciendo uso del prototipo de software para la toma de RSSI del mapeo.

8. Análisis geométrico para determinar la posición (x,y) de un punto, dadas las distancias hacia tres puntos conocidos.

Para poder determinar la posición de un objeto dentro del salón dadas las distancias hacia las 3 antenas A, B y C, es necesario aplicar las fórmulas anteriormente dadas, considerando que cualquier valor negativo de X o de Y debe ser descartado pues indicaría que el objeto se encuentra fuera del salón.

Las distancias de los 3 lectores hacia el objeto a posicionar se calcula mediante una formula a partir del parámetro RSSI entregado por los lectores.

El RSSI expresa la intensidad o potencia con que la señal de un TAG es captada por un lector y es inversamente proporcional a la distancia, se encuentra en una escala que va desde 0 hasta 255.

Se estableció una variable llamada "Consumo de potencia" que se define como:

$$\text{Consumo de potencia} = 255 - \text{RSSI}$$

Esta variable expresa la dificultad con la que se recibe una señal del TAG y es proporcional a la distancia. Para establecer esta relación se efectuaron una serie de pruebas en las que se registro la distancia del lector hacia un TAG, y el RSSI, luego se calculó el consumo de potencia y finalmente se realizó el cociente:

$$K = \text{Consumo de potencia} / \text{Distancia en metros}$$

Para establecer la constante (para cada lector) que relaciona la distancia medida en metros con el "consumo de potencia" del TAG.

A continuación se muestran lo datos obtenidos:

Num.	Distancias en metros			RSSI Leído			Consumo de potencia (255-RSSI)		
	Lector 1	Lector 2	Lector 3	Datos del Lector			Lector 1	Lector 2	Lector 3
1	8.1	6.9	3.6	137	156	147	118	99	108
2	3.3	6.6	1.5	125	166	138	130	89	117
3	8.7	7.0	8.2	129	128	137	126	127	118
4	4.1	6.8	7.2	144	153	159	111	102	96
5	4.7	10.2	3.0	156	131	167	99	124	88
6	8.9	6.0	1.4	168	132	135	87	123	120
7	4.2	4.0	5.4	135	130	163	120	125	92
8	7.6	11.7	4.0	147	162	152	108	93	103
9	6.8	6.0	7.6	159	148	124	96	107	131
10	1.8	5.8	6.6	155	168	166	100	87	89
11	2.6	9.8	10.1	139	162	132	116	93	123
12	8.5	2.3	5.3	148	121	121	107	134	134

13	8.5	5.1	10.2	157	154	121	98	101	134
14	10.3	2.4	5.2	120	137	166	135	118	89
15	10.5	6.0	8.5	146	122	155	109	133	100
16	3.4	3.2	1.1	147	128	156	108	127	99
17	9.2	5.6	11.3	142	130	138	113	125	117
18	6.1	7.3	7.0	160	155	146	95	100	109
19	1.7	10.9	7.7	121	158	124	134	97	131
20	4.6	9.1	6.1	142	165	164	113	90	91
21	1.1	3.4	1.7	161	170	120	94	85	135
22	10.9	6.4	7.9	121	133	151	134	122	104
23	10.4	4.8	7.3	145	157	140	110	98	115
24	10.3	9.6	5.5	126	139	169	129	116	86
25	1.0	2.7	10.1	133	125	131	122	130	124
26	3.7	1.2	4.8	124	146	157	131	109	98
27	4.7	9.8	7.7	131	161	138	124	94	117
28	3.8	3.8	7.8	166	137	138	89	118	117
29	4.7	7.5	6.4	149	143	138	106	112	117
30	1.3	4.2	1.6	165	135	163	90	120	92
31	6.4	10.0	1.2	156	125	151	99	130	104
32	11.0	9.4	6.8	140	126	141	115	129	114
33	11.7	10.8	1.6	141	166	147	114	89	108
34	10.1	3.0	11.3	132	148	122	123	107	133
35	8.0	7.2	11.3	163	140	165	92	115	90
36	10.1	3.3	2.7	161	125	164	94	130	91
37	4.3	8.6	2.7	129	123	126	126	132	129
38	9.9	3.0	7.0	144	160	130	111	95	125
39	2.2	6.6	1.3	162	164	122	93	91	133
40	9.0	6.8	1.7	149	143	124	106	112	131
41	5.4	3.9	7.1	132	121	128	123	134	127
42	10.7	8.4	7.9	134	142	122	121	113	133
43	7.3	1.4	7.9	143	132	149	112	123	106
44	5.0	10.9	4.0	144	128	141	111	127	114
45	6.7	4.1	3.1	150	150	160	105	105	95
46	1.6	3.5	11.1	133	129	144	122	126	111
47	6.6	6.9	8.7	163	157	168	92	98	87
48	2.3	10.2	8.4	157	130	135	98	125	120
49	7.2	1.0	5.4	123	149	138	132	106	117
50	6.7	8.8	10.8	125	168	156	130	87	99

51	9.7	9.0	7.1	144	133	146	111	122	109
52	9.6	3.9	2.0	161	151	155	94	104	100
53	3.7	3.3	9.1	157	152	134	98	103	121
54	4.7	11.2	6.3	170	166	151	85	89	104
55	9.7	3.2	1.8	121	134	157	134	121	98
56	6.9	9.8	8.4	169	149	129	86	106	126
57	5.0	10.1	5.8	161	141	147	94	114	108
58	8.2	2.8	5.5	157	155	127	98	100	128
59	2.9	5.0	7.7	135	133	134	120	122	121
60	9.0	8.8	6.1	120	131	137	135	124	118
61	11.0	10.2	10.0	127	157	121	128	98	134
62	3.9	3.3	2.4	165	145	144	90	110	111
63	1.5	7.8	9.7	168	129	166	87	126	89
64	4.8	10.3	11.8	129	144	130	126	111	125
65	3.6	3.8	5.8	140	170	164	115	85	91
66	7.8	6.0	5.3	122	131	164	133	124	91
67	6.5	1.6	10.2	166	152	124	89	103	131
68	3.9	1.4	7.7	164	164	151	91	91	104
69	6.7	8.7	7.7	149	126	148	106	129	107
70	9.3	4.7	7.0	123	122	163	132	133	92
71	11.2	10.0	6.8	128	159	126	127	96	129
72	7.4	1.2	4.4	167	125	170	88	130	85
73	6.9	8.3	5.0	153	120	153	102	135	102
74	9.7	1.7	3.5	149	132	147	106	123	108
75	1.2	11.4	2.4	134	125	140	121	130	115
76	7.4	3.1	2.2	138	150	153	117	105	102
77	5.3	7.4	1.7	138	138	135	117	117	120
78	6.7	8.8	4.3	126	155	168	129	100	87
79	1.9	3.5	4.6	133	141	159	122	114	96
80	10.3	2.9	5.9	166	153	161	89	102	94
81	9.3	3.1	3.6	123	144	135	132	111	120
82	7.5	10.1	11.1	134	137	120	121	118	135
83	4.3	1.6	7.8	143	138	147	112	117	108
84	2.7	8.7	4.7	130	127	131	125	128	124
85	11.7	9.9	10.1	139	136	125	116	119	130
86	1.9	7.2	5.6	145	168	165	110	87	90
87	8.3	7.3	4.3	170	153	139	85	102	116
88	10.5	11.6	7.2	170	152	135	85	103	120

89	9.8	7.7	2.1	170	152	158	85	103	97
90	3.9	4.6	1.7	125	121	125	130	134	130
91	1.7	8.9	1.5	141	141	137	114	114	118
92	9.9	4.7	3.0	141	142	142	114	113	113
93	9.1	5.8	9.9	124	121	127	131	134	128
94	1.9	5.6	10.9	150	123	140	105	132	115
95	9.7	6.9	4.1	121	140	153	134	115	102
96	11.3	3.2	8.6	152	165	123	103	90	132
97	11.0	6.4	6.9	152	154	167	103	101	88
98	2.7	2.9	3.3	158	161	138	97	94	117
99	6.5	1.3	8.7	130	156	137	125	99	118
100	1.6	1.6	1.4	159	164	125	96	91	130
101	2.5	1.1	1.5	121	132	122	134	123	133
102	5.0	5.2	6.5	148	130	121	107	125	134
103	2.9	5.4	6.5	128	141	160	127	114	95
104	4.6	5.3	4.8	163	164	126	92	91	129
105	3.2	6.4	6.5	134	130	155	121	125	100
106	4.8	5.1	3.4	131	159	125	124	96	130
107	2.7	3.0	2.9	156	129	137	99	126	118
108	2.5	5.5	4.6	142	160	158	113	95	97
109	2.2	2.2	2.0	129	162	143	126	93	112
110	1.6	5.7	1.2	165	134	126	90	121	129
111	5.4	6.6	1.4	149	169	122	106	86	133
112	2.2	6.1	1.5	131	139	130	124	116	125
113	5.9	6.2	4.6	144	151	135	111	104	120
114	6.0	3.4	5.5	136	160	127	119	95	128
115	1.7	4.7	4.1	161	150	136	94	105	119
116	5.7	4.6	1.1	135	140	138	120	115	117
117	3.6	1.6	6.0	150	123	129	105	132	126
118	6.3	4.2	4.5	132	155	151	123	100	104
119	1.1	5.1	4.1	140	162	141	115	93	114
120	4.6	2.9	3.9	161	170	158	94	85	97
121	3.6	1.0	5.9	134	125	157	121	130	98
122	1.7	5.3	4.9	165	142	154	90	113	101
123	5.3	3.2	2.4	161	155	131	94	100	124
124	6.6	2.6	5.0	150	132	135	105	123	120
125	1.6	2.9	2.3	167	127	131	88	128	124
126	2.5	4.8	3.7	155	129	131	100	126	124

127	3.6	3.5	1.9	150	170	146	105	85	109
128	3.5	4.2	6.1	152	164	168	103	91	87
129	6.9	4.1	5.5	157	153	143	98	102	112
130	1.4	1.1	6.6	128	167	161	127	88	94
131	2.1	6.6	1.6	138	168	142	117	87	113
132	1.3	6.8	3.6	121	129	165	134	126	90
133	6.0	1.5	6.4	151	162	141	104	93	114
134	5.3	4.6	1.5	161	123	165	94	132	90
135	2.8	6.4	4.6	160	134	134	95	121	121
136	3.3	4.8	4.1	159	128	162	96	127	93
137	6.0	2.3	4.5	132	138	123	123	117	132
138	3.1	1.2	1.1	132	158	168	123	97	87
139	1.5	3.8	6.4	143	161	145	112	94	110
140	5.0	5.4	2.5	133	146	169	122	109	86
141	5.1	3.6	1.5	150	131	168	105	124	87
142	4.8	3.0	2.3	159	122	134	96	133	121
143	2.9	6.0	2.0	157	169	128	98	86	127
144	5.8	3.8	5.5	162	153	153	93	102	102
145	1.5	2.0	6.8	158	123	151	97	132	104
146	4.1	4.9	3.9	150	130	148	105	125	107
147	5.2	2.8	5.4	157	160	122	98	95	133
148	2.0	1.4	4.0	126	167	161	129	88	94
149	1.5	2.7	3.2	124	138	140	131	117	115
150	2.8	2.9	1.4	134	148	137	121	107	118
151	2.7	6.9	5.3	128	127	164	127	128	91
152	6.6	6.8	2.1	132	162	151	123	93	104
153	6.3	2.6	4.7	134	143	145	121	112	110
154	5.1	6.5	6.0	133	164	169	122	91	86
155	2.6	2.8	4.4	135	130	145	120	125	110
156	1.7	4.6	5.2	123	169	167	132	86	88
157	5.2	4.8	5.0	131	169	137	124	86	118
158	2.0	5.7	6.6	139	148	120	116	107	135
159	1.3	4.5	3.1	122	169	137	133	86	118
160	1.7	1.8	1.5	152	126	153	103	129	102
161	4.4	3.2	6.2	159	160	132	96	95	123
162	4.0	5.5	3.8	157	151	152	98	104	103
163	2.0	6.1	3.9	135	143	169	120	112	86
164	3.5	4.0	6.4	136	120	157	119	135	98

165	1.4	1.3	3.9	131	146	158	124	109	97
166	1.7	5.2	4.8	141	169	130	114	86	125
167	4.6	6.2	3.0	122	131	134	133	124	121
168	1.3	6.8	5.0	131	164	159	124	91	96
169	5.3	1.9	2.5	167	146	126	88	109	129
170	3.0	5.4	3.8	153	128	147	102	127	108
171	3.2	3.8	1.8	123	158	145	132	97	110
172	5.2	4.8	4.0	130	155	163	125	100	92
173	4.0	4.7	4.9	146	134	152	109	121	103
174	6.8	4.8	2.8	156	154	141	99	101	114
175	6.8	4.4	6.0	167	131	151	88	124	104
176	2.5	6.8	4.4	145	147	157	110	108	98
177	1.8	2.6	1.7	166	130	169	89	125	86
178	6.0	6.5	3.3	138	139	163	117	116	92
179	5.7	3.5	5.5	145	130	157	110	125	98
180	6.7	1.1	5.2	153	156	142	102	99	113
181	6.1	4.3	1.7	159	135	125	96	120	130
182	5.8	5.4	5.8	120	145	161	135	110	94
183	2.1	6.6	3.5	146	161	141	109	94	114
184	4.3	4.0	1.4	134	132	135	121	123	120
185	6.1	4.7	5.4	124	152	123	131	103	132
186	1.6	5.6	3.3	130	123	124	125	132	131
187	6.0	2.5	6.5	152	143	128	103	112	127
188	3.8	5.7	5.6	162	150	143	93	105	112
189	1.5	2.8	2.8	138	154	152	117	101	103
190	4.8	1.5	4.6	148	168	126	107	87	129
191	5.6	3.2	1.2	136	145	130	119	110	125
192	5.0	5.7	1.6	153	169	165	102	86	90
193	2.4	4.3	5.8	129	143	155	126	112	100
194	1.8	4.8	1.3	154	164	139	101	91	116
195	1.8	6.8	4.4	141	149	157	114	106	98
196	2.6	3.8	4.6	142	132	140	113	123	115
197	1.9	4.2	4.3	148	150	129	107	105	126
198	2.4	6.9	3.3	121	135	158	134	120	97
199	1.9	6.9	3.1	149	160	136	106	95	119
200	3.6	3.3	3.3	156	170	129	99	85	126

Luego se realizo el cálculo de constantes para cada lector

Donde,  $K = \text{Consumo de potencia} / \text{Distancia en metros}$

Num. Muestra	Cálculo de constantes p/ cada lector. $K = \text{Cons.d.Potenc.} / \text{Dist.Metros}$		
	K1	K2	K3
1	14.5475252	14.2280362	30.0743118
2	39.7549084	13.3386851	80.4383673
3	14.518646	18.2413416	14.4095578
4	27.1279852	14.9427974	13.3907422
5	20.8582779	12.147659	29.4285472
6	9.79969287	20.4918168	87.0142416
7	28.8426851	31.0695599	16.9849922
8	14.1267438	7.93355576	25.7524575
9	14.0738761	17.9068378	17.1072303
10	56.8099238	15.0853869	13.5451194
11	45.0831343	9.43155285	12.1008296
12	12.5885189	58.011592	25.2119815
13	11.5132289	19.8164396	13.0839861
14	13.1101501	48.935227	17.0932699
15	10.3678722	22.1203161	11.8255237
16	31.5380939	40.3288844	87.7164157
17	12.2889431	22.3158602	10.4068725
18	15.4227404	13.8575266	15.6966322
19	80.344961	8.91729356	16.9229192
20	24.6133376	9.8761387	14.9281822
21	88.0357559	25.4072365	77.3070618
22	12.271941	19.2464922	13.2837913
23	10.6001643	20.4765452	15.8094794
24	12.4548607	12.0662685	15.6778918
25	117.761399	48.4519502	12.3255019
26	35.4883738	89.0630914	20.2884983
27	26.3349802	9.61876707	15.1065939
28	23.7015868	31.0688154	15.0616484
29	22.4466696	14.8780085	18.2199252
30	69.1888074	28.7552375	56.8594193
31	15.5191947	13.0578372	85.933835
32	10.4784074	13.7188708	16.8052465
33	9.73877898	8.22989609	67.7497776

34	12.2694808	35.0673478	11.7518105
35	11.4538295	15.8698789	8.03090801
36	9.30796979	39.1512167	33.6753775
37	29.4906372	15.387563	48.6294041
38	11.1295663	31.3031048	17.7737968
39	42.1056498	13.9054464	103.667377
40	11.8400139	16.5690004	77.2586361
41	22.7983423	34.4250287	17.7966131
42	11.2882101	13.4968036	16.855046
43	15.3533631	87.717855	13.3321143
44	22.0315863	11.5744281	28.672491
45	15.77122	25.4081893	30.5810298
46	76.35203	36.4974591	9.99377866
47	13.869748	14.2568295	9.97997079
48	42.7377583	12.314021	14.2288737
49	18.284162	102.848558	21.5096025
50	19.5268058	9.84930534	9.18466451
51	11.5213499	13.6065539	15.4553534
52	9.87108897	27.007088	49.7920138
53	26.4270904	31.4520136	13.33658
54	18.2380796	7.88754253	16.3782092
55	13.8392002	37.7049511	55.2583574
56	12.4548373	10.8250642	15.0555635
57	18.6999301	11.2644979	18.6279167
58	12.0030765	35.4278231	23.4953191
59	41.17146	24.2892337	15.6521021
60	14.9167763	14.1193815	19.4168636
61	11.6725378	9.68203543	13.3469005
62	22.9183692	33.6269585	47.3375995
63	59.6565893	16.0905374	9.09429891
64	26.275892	10.8391743	10.6237933
65	31.5680018	22.3560773	15.681755
66	17.0681805	20.5138233	17.1443597
67	13.6123157	64.0159781	12.9203048
68	23.4502117	66.1967393	13.5687578
69	15.9131228	14.7624357	13.9293967
70	14.151994	28.2438076	13.2166279
71	11.3307911	9.67068182	19.0832806

72	11.9260504	104.099362	19.3631635
73	14.7705009	16.1485635	20.2042358
74	10.9617074	72.7592588	30.3496442
75	99.1716052	11.3810995	46.9857234
76	15.7279839	34.0803645	46.4777612
77	22.0332623	15.7912539	71.935922
78	19.3006655	11.28605	20.0287029
79	62.7101527	32.8252521	21.0558671
80	8.64613699	35.1982984	15.7428948
81	14.128912	35.5420175	33.139357
82	16.2761274	11.6410589	12.1904884
83	25.9755238	73.6521421	13.9498546
84	46.4109611	14.6359767	26.3858326
85	9.85982784	12.1134328	12.8366661
86	58.38476	12.0515841	15.9797996
87	10.247169	13.9483608	26.911793
88	8.1200126	8.81850922	16.8068332
89	8.70644331	13.4605164	45.8817818
90	33.2549733	29.3034685	75.4322554
91	65.5693462	12.9012604	77.7570862
92	11.4844628	24.2136629	37.8168789
93	14.4581896	23.0768918	12.9660934
94	54.3987859	23.5975756	10.5554737
95	13.8446399	16.696259	24.6077422
96	9.1286287	28.3136738	15.4309821
97	9.35709239	15.8229241	12.7156314
98	35.961731	32.8198076	34.9868604
99	19.2027907	76.2315282	13.4487528
100	59.3050991	55.8197307	92.7060569
101	54.627499	109.158608	89.089968
102	21.5642546	23.9319944	20.6944355
103	44.2603586	21.2741308	14.6835547
104	19.8465956	17.1117828	27.126388
105	38.4891949	19.5844343	15.4116414
106	25.9006506	19.0223417	38.0018952
107	36.343092	41.8363965	40.7802678
108	44.5994755	17.3016476	21.0966714
109	57.6957702	42.7426284	54.5590964

110	55.9887637	21.1188583	104.519323
111	19.7226318	13.0892168	94.9412252
112	57.1660759	19.0897975	82.6868202
113	18.8861367	16.6124987	26.3585043
114	19.6657012	27.6102149	23.3645208
115	54.9399736	22.4131573	28.6128232
116	20.9546216	24.7932315	106.502793
117	29.4704933	84.1621998	20.9770837
118	19.5997903	23.9222	23.2464105
119	108.656741	18.1139787	27.6024527
120	20.5285194	29.4491974	24.6236148
121	33.7246689	129.188999	16.5600705
122	52.9387126	21.405266	20.7550518
123	17.5744461	31.0669962	51.5470062
124	15.9052008	47.8839424	24.0166993
125	53.6835451	44.2924784	52.6498722
126	39.8541347	26.5010255	33.2854907
127	29.0984762	24.3636378	57.2662423
128	29.1683632	21.4797304	14.2822118
129	14.3286014	24.6005249	20.4551117
130	87.8777837	79.3247983	14.1797908
131	56.2296087	13.1848021	70.8759752
132	102.896713	18.4876923	25.0228965
133	17.2642248	60.5085124	17.7482512
134	17.9210391	28.6925229	60.5259568
135	34.2556057	18.8842732	26.6122431
136	29.1606648	26.217691	22.5908526
137	20.5987717	51.6310626	29.7052789
138	39.4363101	81.1300496	79.7999884
139	72.58116	25.0449032	17.2191862
140	24.4203422	20.1840176	34.1410361
141	20.7755114	34.0793472	58.5315075
142	19.9660324	43.6739337	52.9074909
143	33.9173382	14.3211534	61.8676585
144	16.1479094	27.0155713	18.7826944
145	64.1545781	67.0516608	15.276004
146	25.4574639	25.5375187	27.110497
147	18.9516836	33.8333738	24.6853503

148	65.3485464	60.5286687	23.8503216
149	88.1200393	43.7653246	35.6430397
150	43.9533525	36.4119913	85.0227705
151	46.4730811	18.5167873	17.335654
152	18.5994738	13.6538794	49.8567613
153	19.1919243	43.4972786	23.4872996
154	24.142584	13.9816812	14.4745573
155	46.32056	44.0934733	25.2659419
156	77.5080631	18.5711849	16.9883666
157	23.9437991	18.0116159	23.451759
158	58.6396458	18.5942042	20.5473007
159	101.668291	18.9293202	37.6091508
160	60.0976955	71.6142294	66.6914143
161	21.8693294	29.6971648	19.8827854
162	24.6522616	18.8365868	26.8380083
163	61.2685539	18.4076617	21.7522831
164	33.7930605	33.3823115	15.357986
165	90.6960664	82.6835918	25.0827571
166	65.7725065	16.4455303	25.9190146
167	28.7575881	20.0645901	40.7271064
168	95.670339	13.5520654	19.2904883
169	16.828709	57.5509555	50.6017902
170	33.4404676	23.6705205	28.7038645
171	41.3583457	25.7636686	60.4724622
172	24.1861365	21.0449089	23.2004739
173	27.1540213	25.8343023	20.808429
174	14.5706722	21.2318448	40.1562467
175	13.0132512	28.3698234	17.416184
176	43.3826913	15.8535018	22.4376712
177	50.3035838	47.4732676	49.7251293
178	19.4236677	17.7039243	27.5193694
179	19.3714057	35.2579356	17.8966884
180	15.2284654	86.2995577	21.7738212
181	15.8031385	27.9329281	77.9885086
182	23.1637361	20.2345827	16.2719398
183	52.5817298	14.0770071	32.4268655
184	27.867485	31.167198	86.7318834
185	21.5552177	21.8400157	24.6873938

186	77.408925	23.5799819	40.0730021
187	17.2208347	44.085738	19.3272742
188	24.4632493	18.5450988	20.0015963
189	79.3720198	35.5124515	37.1699907
190	22.3138112	56.3043516	28.2023968
191	21.280534	34.645037	107.693896
192	20.3402067	15.2402946	56.397956
193	51.6487885	26.0688367	17.3751046
194	55.1832093	18.8485653	91.3212196
195	62.9198912	15.621223	22.4884243
196	43.183396	32.05935	25.1329145
197	55.6219319	25.308635	29.0265012
198	55.3231516	17.277437	29.3327139
199	56.0110822	13.7969304	37.8449752
200	27.1264077	25.7826367	38.8196235

Promediado de las constantes obtenidas para encontrar la constante respectiva para cada lector.

Promedios de K		
K1	K2	K3
32.6768956	29.3781775	32.3846441

Finalmente se obtiene la distancia en metros del lector al tag en cuestión, dividiendo la constante k respectiva, para el lector 1 se utiliza k1 dividido entre el consumo de potencia RSSI dado por el lector 1, para el lector 2 se utiliza k2 dividido entre el consumo de potencia RSSI dado por el lector 2 y para el lector 3 se utiliza k3 dividido entre el consumo de potencia RSSI dado por el lector 3. Resultando la siguiente tabla.

Num. Muestra	Distancia calculada. (consumo/const.)		
	Lector 1	Lector 2	Lector 3
1	3.600909027	3.358855439	3.347101431
2	3.984129224	3.01859265	3.622252721
3	3.855159619	4.329957405	3.637065105
4	3.404344291	3.472734962	2.962072865

5	3.029257939	4.204480687	2.708422687
6	2.660457111	4.17588229	3.692412606
7	3.687268844	4.249066668	2.836513218
8	3.290591432	3.161945018	3.184262717
9	2.930666595	3.628633	4.029942702
10	3.046394441	2.961173763	2.743417312
11	3.537466031	3.156178783	3.786205569
12	3.261343236	4.558318182	4.140664987
13	2.993452252	3.449056018	4.135494517
14	4.121338241	4.018509899	2.75199492
15	3.326356839	4.542625812	3.090693595
16	3.296056214	4.337846697	3.061214983
17	3.453652849	4.257585915	3.621723645
18	2.893940367	3.419977376	3.373061103
19	4.106544613	3.308802403	4.037976625
20	3.460047011	3.057808226	2.801950619
21	2.880159578	2.90343154	4.164350257
22	4.104722525	4.168723622	3.220571509
23	3.361336944	3.327563569	3.558389374
24	3.937279235	3.954440688	2.649974757
25	3.718308944	4.439285185	3.831195609
26	4.013076029	3.694286391	3.024782034
27	3.791481255	3.207102275	3.606876796
28	2.722557947	4.024749566	3.614480019
29	3.230705422	3.814352546	3.601773498
30	2.750576651	4.099766837	2.829220567
31	3.02908044	4.440592527	3.201246739
32	3.531545463	4.397568578	3.521931757
33	3.490456393	3.025318789	3.325237677
34	3.778394762	3.634714341	4.113354578
35	2.81636732	3.916266896	2.792293249
36	2.870055244	4.413451122	2.815798155
37	3.857291664	4.502074076	3.99563782
38	3.387872512	3.226647056	3.854927747
39	2.840186187	3.108234946	4.11800012
40	3.253502532	3.825473404	4.040212244
41	3.762093231	4.56614502	3.923585568
42	3.697440583	3.846851121	4.119564156

43	3.441820451	4.198866367	3.257876318
44	3.390958735	4.310220686	3.508549446
45	3.216426307	3.588430788	2.931001408
46	3.739742547	4.30399461	3.414035665
47	2.813522574	3.327020563	2.68897482
48	2.995375622	4.259715144	3.709357518
49	4.052258591	3.600733043	3.610753755
50	3.991803635	2.95791819	3.060998217
51	3.410152253	4.158318839	3.373856355
52	2.886341742	3.556227694	3.091614607
53	2.995434221	3.510730712	3.739973642
54	2.609560505	3.012998421	3.208431876
55	4.088410955	4.114708601	3.014999761
56	2.644045551	3.609200648	3.902380038
57	2.878885945	3.885162575	3.323798562
58	3.014134401	3.412458782	3.967421776
59	3.683337846	4.149389332	3.737087726
60	4.126644879	4.22308118	3.647057514
61	3.914530921	3.345924027	4.140400353
62	2.75132767	3.738749803	3.43755167
63	2.675003192	4.275299043	2.735856091
64	3.844223254	3.78511703	3.864437375
65	3.523309172	2.909775116	2.807561902
66	4.07241481	4.221092959	2.797875639
67	2.726352641	3.492587459	4.054409551
68	2.798492057	3.095727724	3.218652139
69	3.242278241	4.395437277	3.293988087
70	4.044026611	4.542940103	2.84239881
71	3.9004172	3.276535154	3.983885307
72	2.683592357	4.423052906	2.62982101
73	3.113042768	4.578599484	3.144213702
74	3.250092995	4.191825693	3.323076401
75	3.689894837	4.429787757	3.536844887
76	3.585418878	3.582286562	3.139961408
77	3.587575117	3.972104303	3.695185449
78	3.958583655	3.390759252	2.687478248
79	3.726780763	3.873047022	2.961062333
80	2.719185405	3.474286502	2.889974803

81	4.028334976	3.77913534	3.708715095
82	3.714865243	4.017246447	4.16418561
83	3.419768902	3.983993634	3.339444198
84	3.834837867	4.352354545	3.826909959
85	3.540072228	4.062880796	4.010085701
86	3.379092826	2.947378973	2.780980464
87	2.614463427	3.469493518	3.590828322
88	2.603279722	3.496752811	3.713116141
89	2.605303788	3.520677075	3.002885613
90	3.987445903	4.563380807	4.017519541
91	3.492437547	3.891750654	3.642739277
92	3.494771662	3.851145687	3.494731957
93	4.024246347	4.54752491	3.950339752
94	3.225092511	4.485866679	3.560500957
95	4.107068068	3.897455959	3.143359927
96	3.150916929	3.070252682	4.085310496
97	3.142039418	3.439761631	2.712528736
98	2.97264326	3.197327429	3.615290009
99	3.829955174	3.380585256	3.633114288
100	2.923507923	3.091346404	4.014931706
101	4.112668778	4.182989768	4.117419795
102	3.269758759	4.248870385	4.151530699
103	3.871658144	3.882147933	2.947768004
104	2.815753269	3.107247453	3.988466803
105	3.717557134	4.258823615	3.072945897
106	3.790742184	3.271662326	4.013216373
107	3.038281051	4.29855585	3.630003192
108	3.472544821	3.245399724	2.992463719
109	3.842218196	3.169048736	3.443075961
110	2.747256333	4.112678864	3.988237737
111	3.255926832	2.920220703	4.111130104
112	3.781719381	3.960914551	3.853566844
113	3.382502934	3.525539916	3.720548955
114	3.638137316	3.231860299	3.955727354
115	2.876473141	3.575441102	3.659772273
116	3.673890988	3.906975578	3.61770131
117	3.215684393	4.495076523	3.896257189
118	3.758433682	3.392342541	3.222147515

119	3.533464813	3.172663243	3.515029748
120	2.864561986	2.904983079	2.99812218
121	3.702495614	4.422706885	3.01069386
122	2.751503144	3.841989849	3.110751628
123	2.874600909	3.394151755	3.828640887
124	3.198541157	4.19008702	3.71670857
125	2.705446021	4.358004782	3.814135873
126	3.055935085	4.292226576	3.814211971
127	3.208523442	2.899589116	3.372047678
128	3.150457372	3.089945534	2.676998195
129	3.010908868	3.457615929	3.44363407
130	3.885502616	2.985482903	2.905383177
131	3.574174515	2.954121709	3.495674404
132	4.096534239	4.286167546	2.783785949
133	3.175843236	3.164933383	3.531440381
134	2.885234643	4.482014789	2.765582312
135	2.894268588	4.121088209	3.739049374
136	2.928960462	4.324285371	2.882511014
137	3.75655253	3.980138205	4.08205369
138	3.751469554	3.307851666	2.672595059
139	3.414973954	3.199156367	3.384007561
140	3.743321434	3.718620535	2.667798001
141	3.226894316	4.214304054	2.698777155
142	2.951295723	4.532340107	3.728189614
143	2.988519775	2.929510585	3.915666322
144	2.849272167	3.462319369	3.162010811
145	2.974356771	4.508654085	3.212890047
146	3.203817444	4.271199023	3.29067172
147	3.010962556	3.241731337	4.118566721
148	3.957213804	2.982286575	2.914532715
149	4.019149332	3.970962572	3.55523084
150	3.706621036	3.63017759	3.63406901
151	3.899567599	4.36604755	2.814938992
152	3.760811488	3.180945518	3.215034025
153	3.688787034	3.802396666	3.386022116
154	3.734668149	3.099995809	2.661711034
155	3.666194627	4.258118214	3.406561561
156	4.053902684	2.915028267	2.703174242

157	3.808515948	2.936656186	3.653536589
158	3.561469524	3.630847884	4.167476066
159	4.069662547	2.91320059	3.658032927
160	3.150977716	4.40688235	3.16384236
161	2.92276421	3.237961464	3.784116342
162	3.007812635	3.549414632	3.174636437
163	3.676130804	3.801972474	2.641239849
164	3.648101922	4.578486218	3.018661786
165	3.783026796	3.704804097	3.005018006
166	3.491946153	2.916634126	3.866947861
167	4.083433882	4.237731712	3.723104323
168	3.808479893	3.113826806	2.970444416
169	2.704513408	3.710754796	3.969479029
170	3.106854361	4.327415168	3.348781911
171	4.050066841	3.314518416	3.403230193
172	3.826058728	3.420249853	2.839308678
173	3.32607219	4.112330234	3.174640789
174	3.032110184	3.44907465	3.504996841
175	2.69718792	4.237096324	3.215512788
176	3.369038816	3.683583152	3.025762398
177	2.711967186	4.24718662	2.667476172
178	3.567620119	3.934345841	2.829689483
179	3.378063407	4.255815367	3.014188798
180	3.131488451	3.372091258	3.486519971
181	2.933046473	4.077829405	4.000607984
182	4.12822695	3.743949347	2.889680549
183	3.348467582	3.184820811	3.505181235
184	3.699806853	4.202596408	3.702591266
185	4.001349047	3.497027897	4.082646807
186	3.830888324	4.484054609	4.045921705
187	3.143097263	3.799828263	3.908560675
188	2.832518061	3.568038084	3.451735564
189	3.589702651	3.436268407	3.171140063
190	3.277066777	2.958563439	3.974389494
191	3.645671422	3.747884218	3.849010718
192	3.122599388	2.942340407	2.778153281
193	3.860766805	3.802046978	3.092434656
194	3.094195897	3.106639801	3.568686782

195	3.48032668	3.593282604	3.036478553
196	3.463494655	4.176981936	3.557648901
197	3.289178275	3.589367914	3.890633148
198	4.105997443	4.073540962	3.010161958
199	3.253998457	3.22407738	3.674041663
200	3.022021975	2.90331914	3.90314295

Debido a que el valor de RSSI de cada lector de RFID no es constante respecto a la distancia, será necesario realizar mas pruebas y levantar un mapeo de potencia RSSI del salón de videoconferencias lugar donde se encuentra instalada la primera célula de RFID.

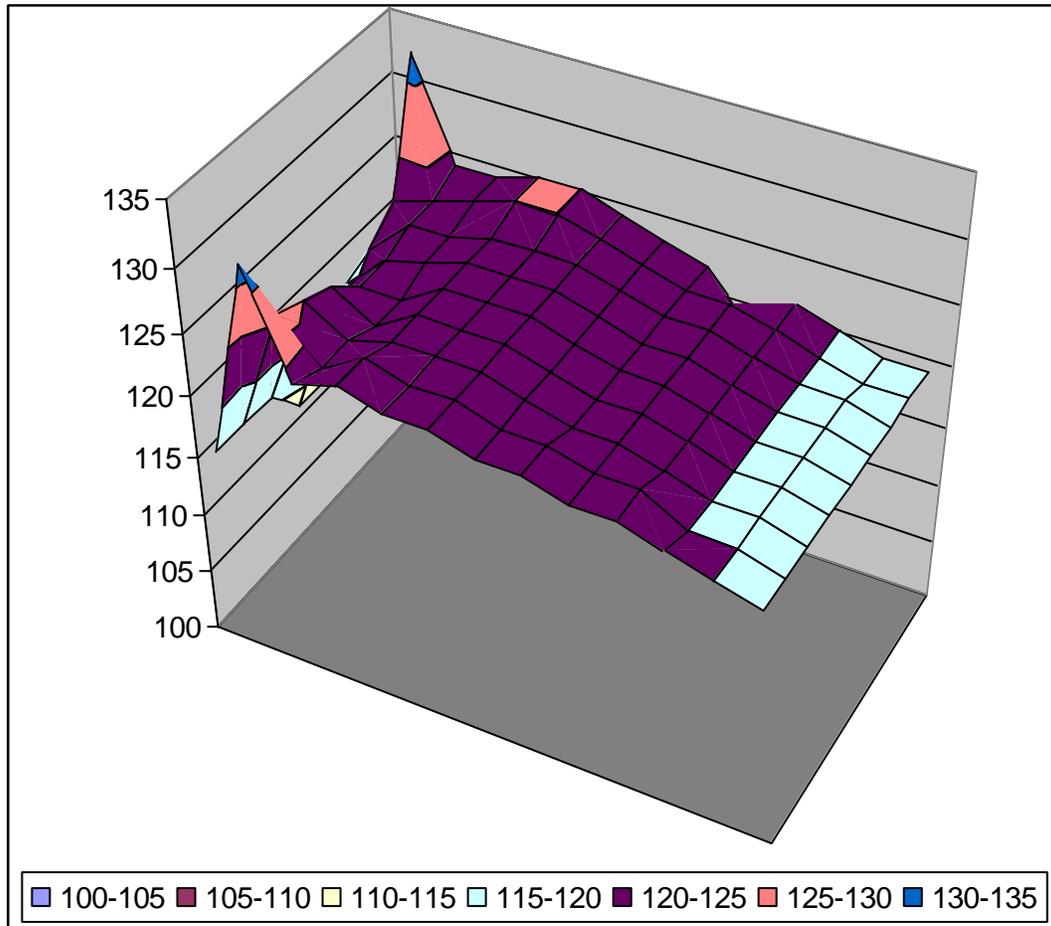
- Levantamiento de radio mapa RSSI del salón de videoconferencias, ubicado en el edificio F de ITCA sede central.

Lectura de RSSI por 1 metro de distancia entre lecturas  
Lector 1 de la célula RFID 1

mts

8	116	132	124	125	124	124	123	123	122	122	121	120	119
7	116	126	123	125	124	124	123	123	122	122	120	120	119
6	116	125	123	124	124	124	123	122	122	121	120	120	119
5	113	124	122	124	124	124	123	122	122	121	120	120	119
4	113	122	122	124	124	124	123	122	122	121	120	120	119
3	119	122	123	124	124	124	123	122	122	121	120	120	119
2	120	123	123	124	124	124	123	122	122	121	120	120	119
1	122	123	124	125	125	124	123	122	122	121	120	119	119
0	132	124	124	125	125	124	123	122	118	121	120	119	119
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12 mts

Lectura de RSSI por 1 metro de distancia entre lecturas  
Lector 1 de la célula RFID 1



El consumo promedio de potencia registrado se encuentra entre 125-130 RSSI para el Lector 1 de la célula de lectores RFID.

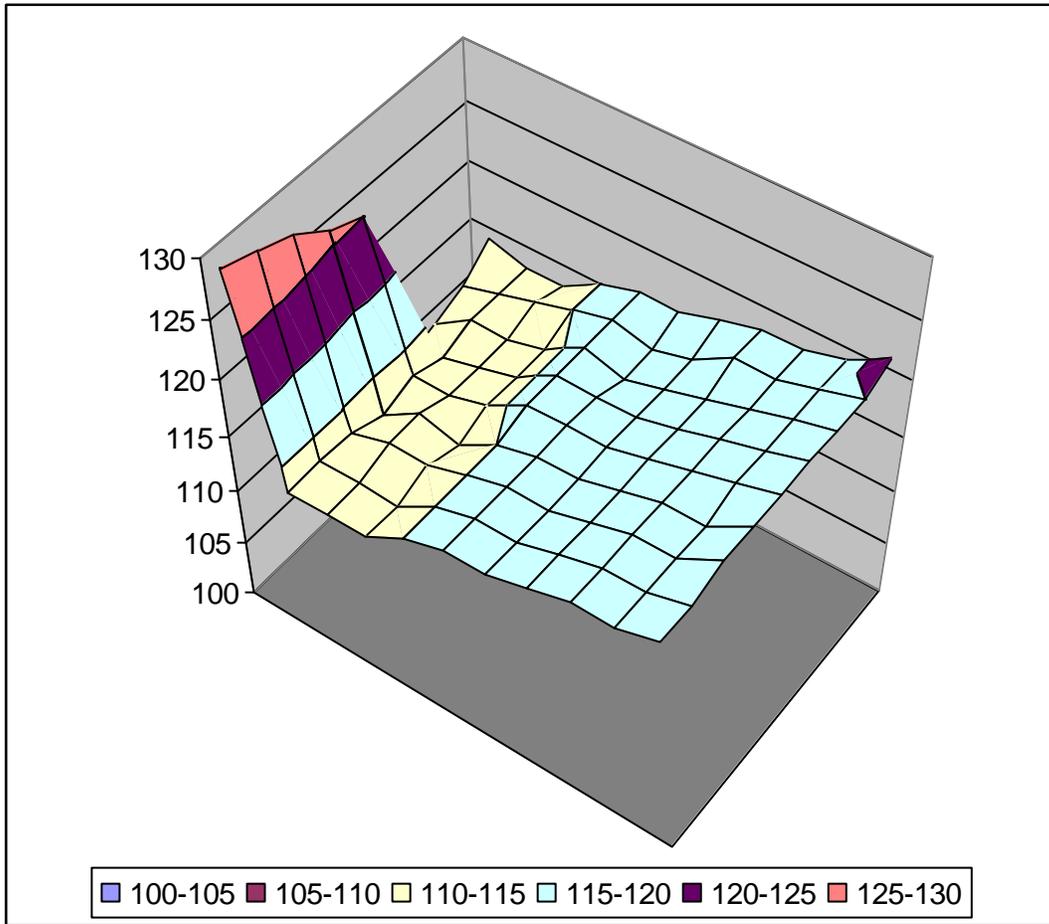
Lectura de RSSI por 1 metro de distancia entre lecturas  
Lector 2 de la célula RFID 1

mts

8	130	113	113	113	115	116	116	117	118	118	119	121	121
7	129	113	113	113	115	116	116	117	118	118	119	121	121
6	128	113	114	114	115	116	116	117	118	118	120	121	121
5	126	112	114	113	115	116	116	117	118	118	120	121	121
4	125	113	113	114	116	116	116	117	118	119	120	121	121
3	110	112	113	114	116	116	116	117	118	119	120	121	121
2	111	113	113	114	116	115	116	117	118	119	120	121	121
1	112	113	114	115	116	115	116	118	118	119	120	121	121
0	114	113	113	115	116	116	117	118	118	119	121	121	122

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 mts

Lectura de RSSI por 1 metro de distancia entre lecturas  
Lector 2 de la célula RFID 1



El consumo promedio de potencia registrado se encuentra entre 110-125 RSSI para el Lector 2 de la célula de lectores RFID.

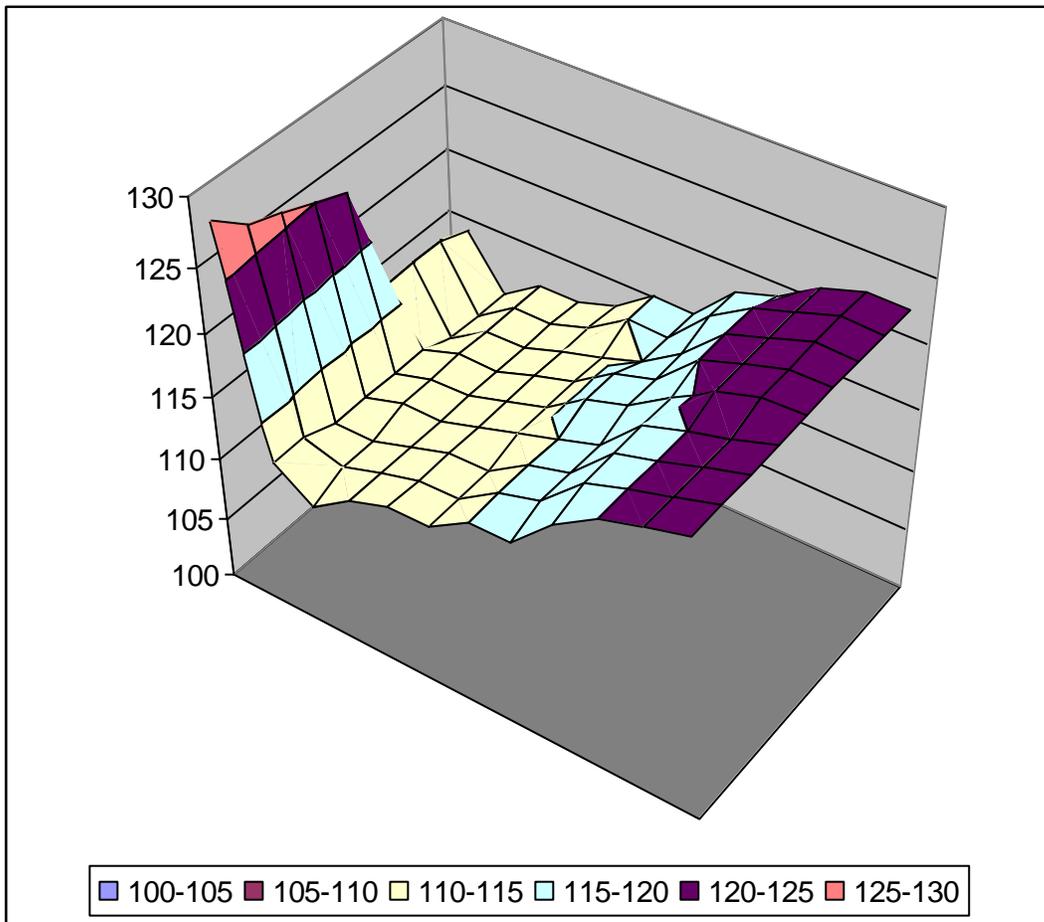
Lectura de RSSI por 1 metro de distancia entre lecturas  
Lector 3 de la célula RFID 1

mts

8	129	112	110	112	113	113	115	115	118	120	121	122	122
7	127	112	111	112	113	113	115	116	119	120	121	122	122
6	126	111	111	112	113	113	115	116	119	120	121	122	122
5	125	111	112	112	113	114	115	116	119	120	121	122	122
4	124	111	112	112	113	114	116	117	119	121	122	122	122
3	115	111	112	112	113	114	116	117	120	121	122	122	122
2	115	110	112	112	113	114	115	117	120	121	122	122	122
1	115	110	112	112	113	115	115	118	120	121	122	122	122
0	114	110	112	112	113	115	115	118	119	121	122	122	122

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 mts

Lectura de RSSI por 1 metro de distancia entre lecturas  
Lector 3 de la célula RFID 1



El consumo promedio de potencia registrado se encuentra entre 110-125 RSSI para el Lector 3 de la célula de lectores RFID.

10. Consideraciones para alargar la duración de las baterías de los tags activos:

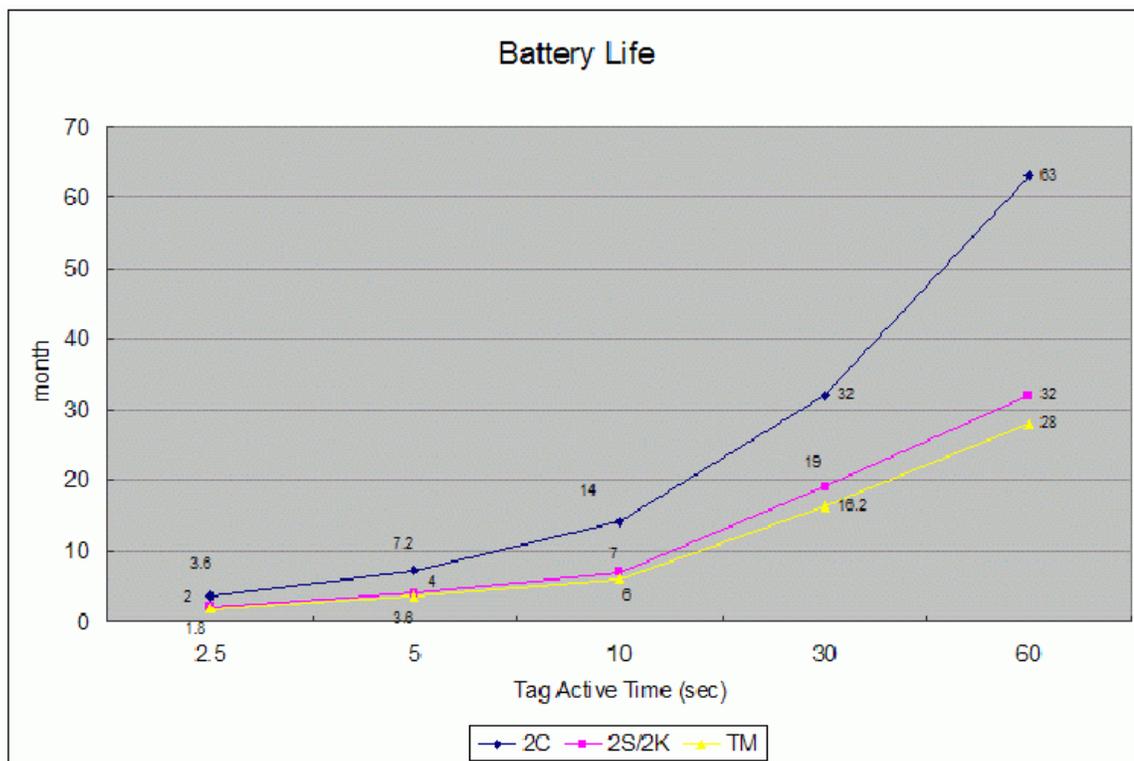
La duración de la batería es una cuestión crítica que debe de tenerse en cuenta para cada aplicación. La optimización del tiempo de vida de las baterías depende, por lo tanto, de las características del uso que se haga de los tags. El factor que influye de forma más considerable en su duración, es la frecuencia de emisión del tag. Un incremento de su frecuencia provoca un incremento del consumo y una reducción de la duración de la batería.

Otros factores que influyen en la duración de la batería, aunque en menor medida, son:

- Frecuencia de recepción de información: un incremento de esta frecuencia provoca un incremento del consumo y una reducción de la vida de la batería.
- Uso del pulsador: un uso excesivo del pulsador implica un desgaste prematuro de la batería.
- Condiciones climáticas: las baterías tienen un peor comportamiento en ambientes fríos.
- Calidad de la propia batería: en el mercado podemos encontrar diversas calidades de baterías.

A continuación, un gráfico donde se muestra, de manera muy conservadora, el tiempo de vida

orientativo de las baterías en función de la frecuencia de emisión



### 10.7. MÉTODO DE INTEGRACIÓN DE DISPOSITIVOS RFID ACTIVO Y PASIVO

**Proyecto:** Sistema de identificación y posicionamiento local por radiofrecuencia (RFID)

**Objetivo 1:** Desarrollar una célula prototipo de lectores de identificación por radiofrecuencia (RFID), para el proceso experimental.

**Actividad 5:** Desarrollo experimental de integración de dispositivos RFID activos y pasivos.

La gama de equipos de identificación a través de la radiofrecuencia la podemos dividir en dos grandes grupos: el RFID Activo y el RFID Pasivo. La gran diferencia entre ellos, es que en la tecnología activa el tag lleva alimentación (batería) y en los pasivos el tag no lleva ningún tipo de alimentación. En este último caso, el tag consigue la alimentación para funcionar a través del campo electromagnético generado por el lector.

Si comparamos estas dos grandes categorías, encontramos las siguientes ventajas y desventajas.

Ventajas de un sistema basado en tecnología RFID Activa respecto a un sistema RFID Pasivo:

- La tecnología RFID Activa permite distancias de lectura de hasta mayores a 100 metros en campo abierto. En cambio, la pasiva es del orden de unidades de centímetros y algunos metros como máximo.

- Pueden tener otros sensores (por ejemplo: sensor de temperatura), los cuales usan la misma energía del tag para funcionar.
- Más ancho de banda para transmitir más información.
- Capacidad de autodiagnóstico (Ej. Avisar sobre batería baja).
- Capaz de iniciar las comunicaciones (Ej. A través de un pulsador).

Desventajas de un sistema basado en tecnología RFID Activa respecto a un sistema RFID Pasivo:

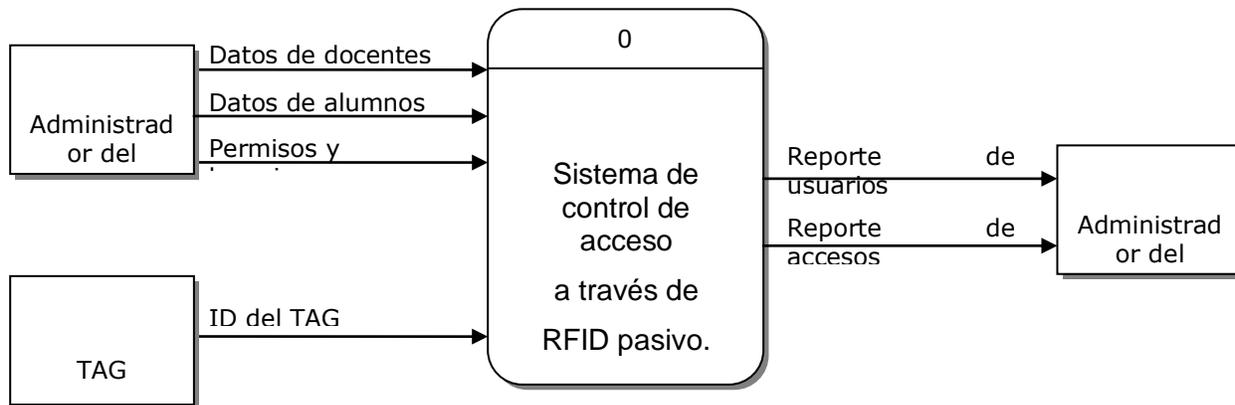
- El tag necesita una batería para funcionar, el tiempo de vida limitado de la batería fuerza la situación de éstas, implicando un costo de mantenimiento.
- El nivel de batería del tag es recibido por el lector (y es enviado a la aplicación) sólo cuando el tag está en el campo del lector. El agotamiento de las baterías fuera del campo del lector, implica que el tag no será detectado cuando vuelva a estar dentro del campo.
- El costo de los tags activos es mayor que el de los tags pasivos.
- En general, las dimensiones de los tags activos es mayor que las de los pasivos.

Debido a las ventajas y desventajas que representan unos de otros, su elección dependerá exclusivamente del tipo de aplicación a implementar, es por ello, que el equipo de investigadores realizara la integración de dispositivos activos y pasivos a través de software, es decir una base de datos central permitirá la convivencia de ambas tecnologías y las aplicaciones serán las siguientes:

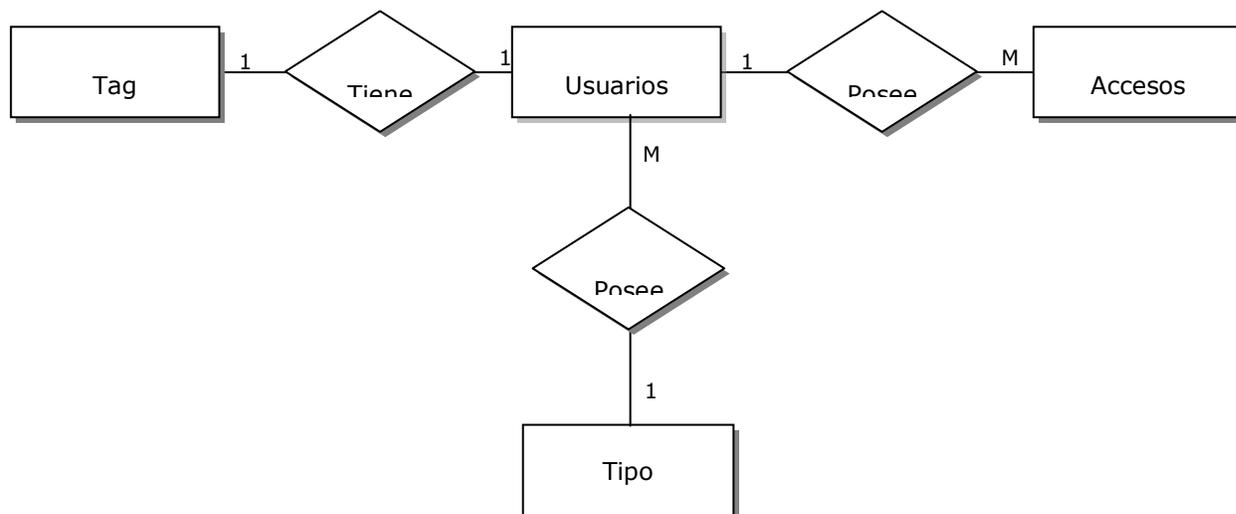
- Se desarrollará una aplicación para el control de acceso y asistencia por parte del personal, docentes y alumnos. A quienes se les asignara un tag pasivo de tipo tarjeta (carnet), el cual utilizaran para acceder a las puertas que posean un lector de RFID pasivo.
- Y otra aplicación para el monitoreo, localización y trazabilidad de equipos audiovisuales móviles como laptops, computadoras, cañones, grabadoras, dvd, etc. Y a un grupo seleccionado de personas. A ambos se les asignara un tag activo el cual es de mayor alcance que el pasivo, lo que permitirá ser leído por la red de lectores RFID activos instalados en el edificio.
- Ambas tecnologías activas y pasivas, convivirán en un mismo sistema, gracias al software a desarrollar y al uso de una base de datos centralizada para la aplicación.

Diseño del sistema de control de acceso y asistencia a través de tecnología RFID pasiva:

1. Diagrama de flujo de datos de la aplicación.



2. Diseño de la base de datos.



### 3. Diseño de las interfaces gráficas del sistema:

Pantalla principal de la aplicación de control de accesos con tecnología RFID pasiva.



Formulario para el mantenimiento de usuarios (Personal, Docentes y Alumnos)

The image shows a screenshot of a Windows application window titled "Mantenimiento Usuarios". The window has a menu bar with "Nuevo", "Eliminar", "Actualizar", and "Consultar". The main content area contains a form titled "Eliminar Usuarios". At the top of the form is a label "Eliminar por:" followed by two radio buttons: "Id Tag" and "Nombre". Below this are four input fields: "Id Tag" (a dropdown menu), "Nombre" (a dropdown menu), "Apellidos" (a text input field), and "Cargo" (a text input field). At the bottom right of the form are two buttons: "Eliminar" and "Cancelar".

Formulario de consulta de accesos, por nombre del usuario o por un rango de fechas.

The screenshot shows a window titled "Consulta de Accesos". It features a search filter section with the following fields:

- Filtrar Consulta:**
  - Buscar Nombre:  [Empty] [Buscar]
  - Buscar por Fecha desde: 09/03/2009 [v] al 03/03/2009 [v]

Below the filter is a table with the following data:

	nombre	fecha	hora
▶	Jose	17/03/2009	10:01:57
	Luis	17/03/2009	10:19:31
	Luis	17/03/2009	10:22:13
	Luis	17/03/2009	10:23:18
	Pedro	17/03/2009	10:22:11
	Pedro	17/03/2009	10:23:18
	Maria	17/03/2009	10:01:28
	Maria	17/03/2009	10:02:43
	Pedro	17/03/2009	10:01:26
	Pedro	17/03/2009	10:02:45

Reporte de usuarios registrados en la base de datos:

The screenshot shows a window titled "Reporte Usuarios" with a toolbar and a main content area. The content area includes the logo of "Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE" and the title "Reporte de Usuarios". Below this is a table with the following data:

<u>Id Tag</u>	<u>Nombre</u>	<u>Apellidos</u>
21A	Jose	lopez
296	Luis	Cortez
5F4	Pedro	Lopez
A36	Maria	Avalos
AC0	Pedro	Arevalo
B4A	Juan	Lopez
E8A	Carla	mendoza
FA7	Carlos	Mendez

At the bottom of the window, there is a status bar with the following information:

- Nº de página actual: 1
- Nº total de páginas: 1
- Factor de zoom: 100%

Reporte de accesos, permite filtrarlo por usuario o por un rango de fechas.

Id Tag	Nombre	Fecha
296	Luis Cortez	17/03/2009
296	Luis Cortez	17/03/2009
296	Luis Cortez	17/03/2009



Control de acceso ejecutándose en segundo plano, el sistema estará registrando los accesos permanentemente en la base de datos.

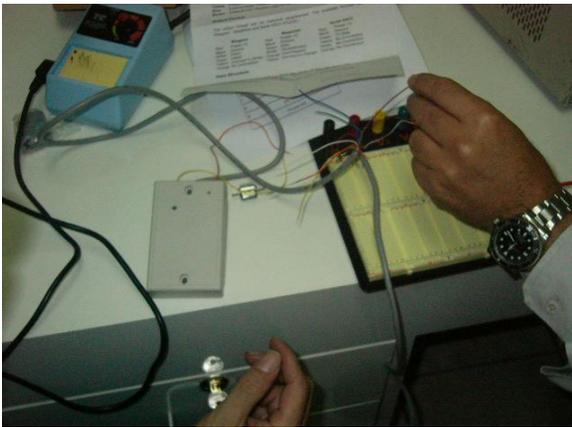
#### 4. Instalación de los componentes de hardware del sistema:



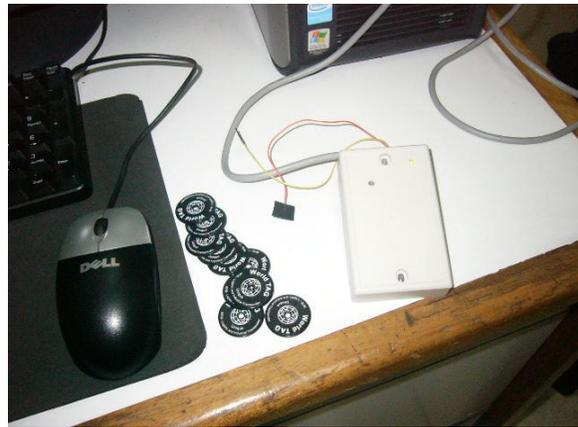
Equipo RFID pasivo a utilizar en la aplicación de control de acceso y asistencia. Muestra el lector de RFID GP30, World tag y tarjetas de proximidad de 125 KHz.



Incorporación de cable USB para alimentación eléctrica del lector de RFID pasivo a través de la computadora donde será conectado.



Pruebas en bread board del funcionamiento del lector de proximidad RFID pasivo.



Pruebas de funcionamiento del lector de RFID pasivo, conectado al equipo de cómputo y al software para el control de acceso y asistencia.



Componentes de la chapa eléctrica a instalar la puerta de acceso del salón de equipos audiovisuales del edificio F de sede central, para la aplicación de control de acceso y asistencia con tecnología RFID pasiva.



Proceso de instalación de la chapa eléctrica.



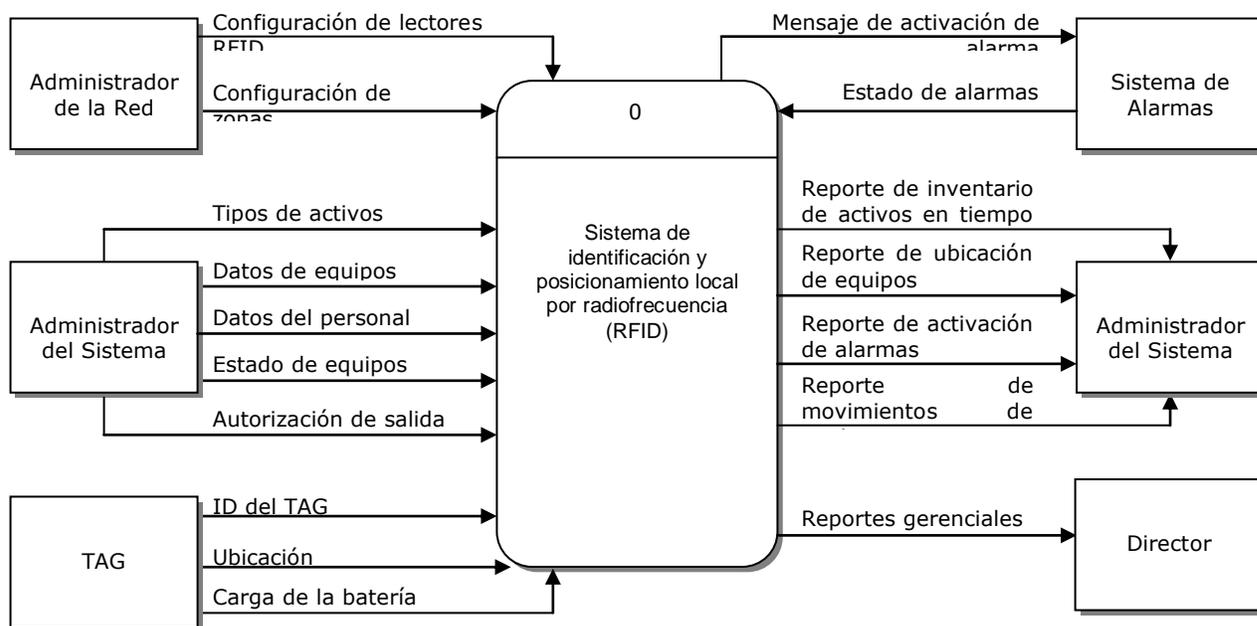
Chapa eléctrica instalada.

## 10.8. DIAGRAMAS DEL DISEÑO DEL SOFTWARE

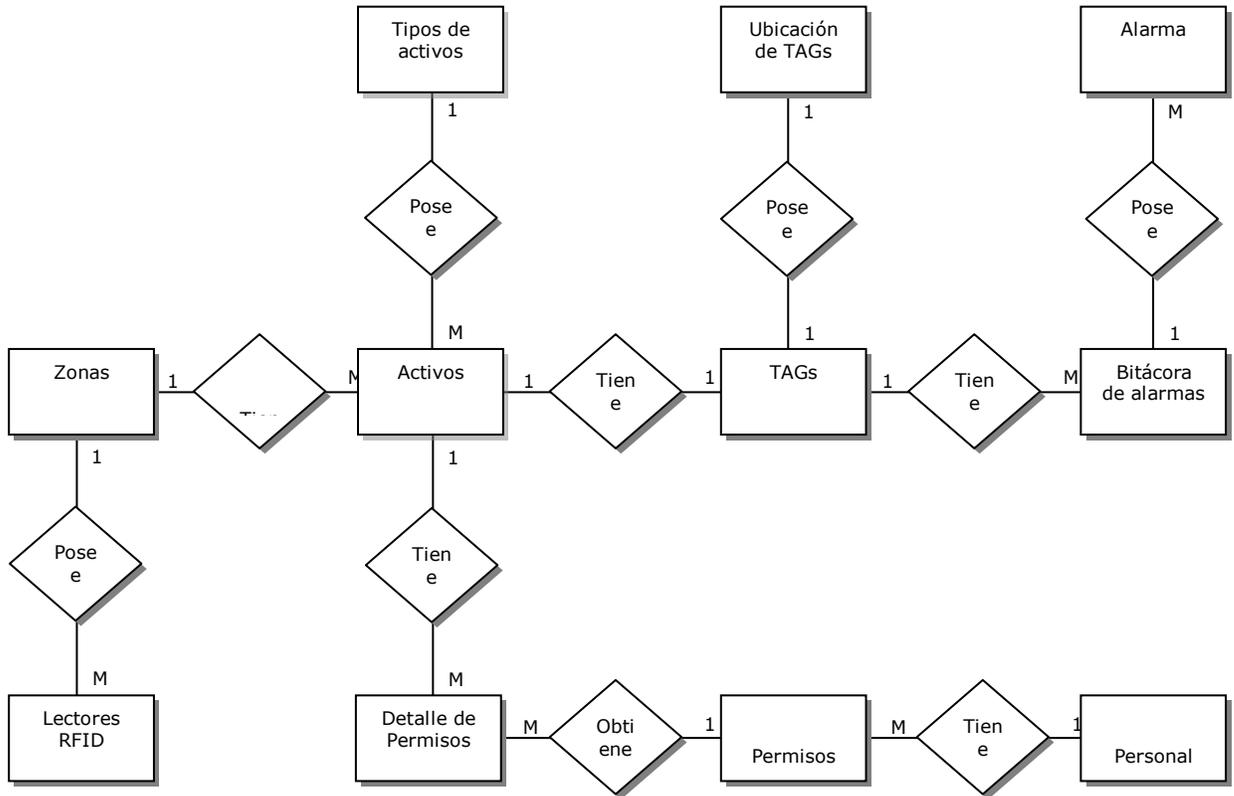
**Objetivo 2:** Desarrollar un software innovador con interfaz gráfica tridimensional que localice e identifique personas y equipos, utilizando la tecnología de identificación por radiofrecuencia.

**Actividad 1:** Diseño del software.

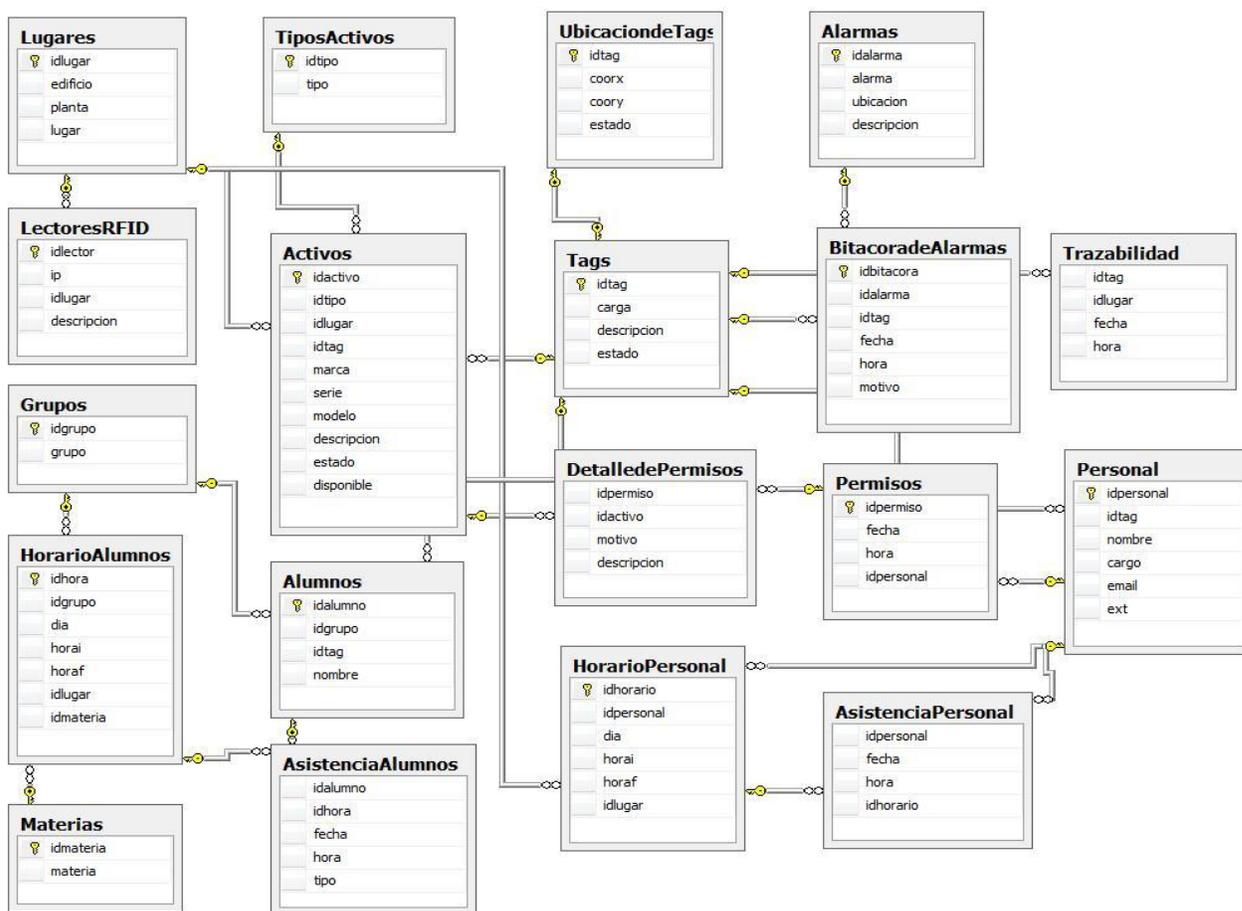
### DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS (DFD)



## DIAGRAMA ENTIDAD RELACIÓN – DER



## DIAGRAMA DE LA BASE DE DATOS



## DICCIONARIO DE DATOS DE LA BASE DE DATOS DEL PROYECTO

### Activos

Fields											
Field	Type	Collation	Null	Key	Default	Extra	Privileges			Comment	
Idactivo	int(6)	(NULL)	NO	PRI	(NULL)	auto_increment	select,insert,update,references				
Idtipo	int(6)	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references				
Idlugar	int(6)	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references				
Idtag	char(30)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references				
Marca	char(60)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references				
Serie	char(60)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references				
Modelo	char(60)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references				
Descripción	char(150)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references				
Estado	char(20)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references				
Disponible	tinyint(1)	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references				
Indexes											
Table	Non unique	Key name	Seq in index	Column name	Collation	Cardinality	Sub part	Packed	Null	Index type	Comment
activos	0	PRIMARY	1	idactivo	A	0	(NULL)	(NULL)		BTREE	

## Alarmas

### Fields

Field	Type	Collation	Null	Key	Default	Extra	Privileges	Comment
Idalarma	int(6)	(NULL)	NO	PRI	(NULL)	auto_increment	select,insert,update,references	
Alarma	char(50)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
Ubicación	char(50)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
Descripción	char(100)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	

### Indexes

Table	Non unique	Key name	Seq in index	Column name	Collation	Cardinality	Sub part	Packed	Null	Index type	Comment
alarmas	0	PRIMARY	1	idalarma	A	0	(NULL)	(NULL)		BTREE	

## Alumnos

### Fields

Field	Type	Collation	Null	Key	Default	Extra	Privileges	Comment
idalumno	char(6)	latin1_swedish_ci	NO	PRI			select,insert,update,references	
idgrupo	int(6)	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
idtag	char(30)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
nombre	char(100)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	

### Indexes

Table	Non unique	Key name	Seq in index	Column name	Collation	Cardinality	Sub part	Packed	Null	Index type	Comment
alumnos	0	PRIMARY	1	idalumno	A	0	(NULL)	(NULL)		BTREE	

## asistenciaalumnos

### Fields

Field	Type	Collation	Null	Key	Default	Extra	Privileges	Comment
idalumno	char(6)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
idhora	int(6)	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
fecha	date	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
hora	time	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
tipo	char(15)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	

#### Indexes

### asistenciapersonal

#### Fields

Field	Type	Collation	Null	Key	Default	Extra	Privileges	Comment
idpersonal	int(6)	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
fecha	date	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
hora	time	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
idhorario	int(6)	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	

#### Indexes

## bitacoradealarmas

### Fields

Field	Type	Collation	Null	Key	Default	Extra	Privileges	Comment
idbitacora	int(20)	(NULL)	NO	PRI	(NULL)	auto_increment	select,insert,update,references	
idalarma	int(6)	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
idtag	char(30)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
fecha	date	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
hora	time	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
motivo	char(200)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	

### Indexes

Table	Non unique	Key name	Seq in index	Column name	Collation	Cardinality	Sub part	Packed	Null	Index type	Comment
bitacoradealarmas	0	PRIMARY	1	idbitacora	A	0	(NULL)	(NULL)		BTREE	

## detalledepermisos

### Fields

Field	Type	Collation	Null	Key	Default	Extra	Privileges	Comment
idpermiso	int(12)	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
idactivo	int(6)	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
motivo	char(50)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
descripcion	char(200)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	

### Indexes

## grupos

### Fields

Field	Type	Collation	Null	Key	Default	Extra	Privileges	Comment
idgrup	int(6)	(NULL)	NO	PRI	(NULL)	auto_increment	select,insert,update,references	

o						t	es	
grupo	char(12)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	

### Indexes

Table	Non unique	Key name	Seq in index	Column name	Collation	Cardinality	Sub part	Packed	Null	Index type	Comment
grupos	0	PRIMARY	1	idgrupo	A	0	(NULL)	(NULL)		BTREE	

## horarioalumnos

### Fields

Field	Type	Collation	Null	Key	Default	Extra	Privileges	Comment
idhora	int(6)	(NULL)	NO	PRI	(NULL)	auto_increment	select,insert,update,references	
idgrupo	int(6)	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
dia	char(15)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
horai	time	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
horaf	time	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
idlugar	int(6)	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
idmateria	int(6)	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	

### Indexes

Table	Non unique	Key name	Seq in index	Column name	Collation	Cardinality	Sub part	Packed	Null	Index type	Comment
horarioalumnos	0	PRIMARY	1	idhora	A	0	(NULL)	(NULL)		BTREE	

## horariopersonal

### Fields

Field	Type	Collation	Null	Key	Default	Extra	Privileges	Comment
-------	------	-----------	------	-----	---------	-------	------------	---------

idhorario	int(6)	(NULL)	NO	PRI	(NULL)	auto_increment	select,insert,update,references	
idpersonal	int(6)	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
dia	char(15)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
horai	time	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
horaf	time	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
idlugar	int(6)	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	

### Indexes

Table	Non unique	Key name	Seq in index	Column name	Collation	Cardinality	Sub part	Packed	Null	Index type	Comment
horariopersonal	0	PRIMARY	1	idhorario	A	0	(NULL)	(NULL)		BTREE	

## lectoresrfid

### Fields

Field	Type	Collation	Null	Key	Default	Extra	Privileges	Comment
idlector	int(6)	(NULL)	NO	PRI	(NULL)	auto_increment	select,insert,update,references	
ip	char(15)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
idlugar	int(6)	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
descripcion	char(100)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	

### Indexes

Table	Non unique	Key name	Seq in index	Column name	Collation	Cardinality	Sub part	Packed	Null	Index type	Comment
lectoresrfid	0	PRIMARY	1	idlector	A	0	(NULL)	(NULL)		BTREE	

## lugares

### Fields

Field	Type	Collation	Null	Key	Default	Extra	Privileges	Comment
idlugar	int(6)	(NULL)	NO	PRI	(NULL)	auto_increment	select,insert,update,references	
edificio	char(50)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
planta	char(50)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
lugar	char(100)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	

### Indexes

Table	Non unique	Key name	Seq in index	Column name	Collation	Cardinality	Sub part	Packed	Null	Index type	Comment
lugares	0	PRIMARY	1	idlugar	A	0	(NULL)	(NULL)		BTREE	

## materias

### Fields

Field	Type	Collation	Null	Key	Default	Extra	Privileges	Comment
idmateria	int(6)	(NULL)	NO	PRI	(NULL)	auto_increment	select,insert,update,references	
materia	char(100)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	

### Indexes

Table	Non unique	Key name	Seq in index	Column name	Collation	Cardinality	Sub part	Packed	Null	Index type	Comment
materias	0	PRIMARY	1	idmateria	A	0	(NULL)	(NULL)		BTREE	

## permisos

### Fields

Field	Type	Collation	Null	Key	Default	Extra	Privileges	Comment
idpermiso	int(12)	(NULL)	NO	PRI	(NULL)	auto_increment	select,insert,update,references	
fecha	date	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
hora	time	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
idpersonal	int(6)	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	

### Indexes

Table	Non unique	Key name	Seq in index	Column name	Collation	Cardinality	Sub part	Packed	Null	Index type	Comment
permisos	0	PRIMARY	1	idpermiso	A	0	(NULL)	(NULL)		BTREE	

## personal

### Fields

Field	Type	Collation	Null	Key	Default	Extra	Privileges	Comment
idpersonal	int(6)	(NULL)	NO	PRI	(NULL)	auto_increment	select,insert,update,references	
idtag	char(30)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
nombre	char(100)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	

cargo	char(60)	latin1_swedish_ci	YES	(NULL)							select,insert,update,references	
email	char(100)	latin1_swedish_ci	YES	(NULL)							select,insert,update,references	
ext	char(6)	latin1_swedish_ci	YES	(NULL)							select,insert,update,references	

### Indexes

Table	Non unique	Key name	Seq in index	Column name	Collation	Cardinality	Sub part	Packed	Null	Index type	Comment
personal	0	PRIMARY	1	idpersonal	A	0	(NULL)	(NULL)		BTREE	

### tags

### Fields

Field	Type	Collation	Null	Key	Default	Extra	Privileges	Comment
idtag	char(30)	latin1_swedish_ci	NO	PRI			select,insert,update,references	
carga	char(50)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
descripcion	char(100)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
estado	char(50)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	

### Indexes

Table	Non unique	Key name	Seq in index	Column name	Collation	Cardinality	Sub part	Packed	Null	Index type	Comment
tags	0	PRIMARY	1	idtag	A	0	(NULL)	(NULL)		BTREE	

### tiposactivos

### Fields

Field	Type	Collation	Null	Key	Default	Extra	Privileges	Comment
idtipo	int(6)	(NULL)	NO	PRI	(NULL)	auto_increment	select,insert,update,references	
tipo	char(100)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	

### Indexes

Table	Non unique	Key name	Seq in index	Column name	Collation	Cardinality	Sub part	Packed	Null	Index type	Comment
-------	------------	----------	--------------	-------------	-----------	-------------	----------	--------	------	------------	---------

			x								
tiposactivos	0	PRIMARY	1	idtipo	A	0	(NULL)	(NULL)		BTREE	

**trazabilidad**

**Fields**

Field	Type	Collation	Null	Key	Default	Extra	Privileges	Comment
idtag	char(30)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
idlugar	int(6)	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
fecha	date	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
hora	time	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	

**Indexes**

**ubicaciontags**

**Fields**

Field	Type	Collation	Null	Key	Default	Extra	Privileges	Comment
idtag	char(30)	latin1_swedish_ci	NO	PRI			select,insert,update,references	
coorx	decimal(10,0)	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
coory	decimal(10,0)	(NULL)	YES		(NULL)		select,insert,update,references	
estado	char(50)	latin1_swedish_ci	YES		(NULL)		select,insert,update,references	

**Indexes**

Table	Non unique	Key name	Seq in index	Column name	Collation	Cardinality	Sub part	Packed	Null	Index type	Comment
ubicaciontags	0	PRIMARY	1	idtag	A	0	(NULL)	(NULL)		BTREE	

## 10.9. INVENTARIO DE EQUIPOS Y PERSONAS A MONITOREAR

**Objetivo 2:** Desarrollar un software innovador con interfaz gráfica tridimensional que localice e identifique personas y equipos, utilizando la tecnología de identificación por radiofrecuencia.

**Actividad 2:** Elaboración de base de datos.

<b>PROYECTORES DE CAÑÓN</b>			
<b>EQUIPO</b>	<b>MARCA</b>	<b>SERIE</b>	<b>MODELO</b>
EQ1	EPSON	2AA0620144	ELP-3000
EQ2	INFOCUS	AFPR30300100	LP240
EQ3	EPSON	JJG690256F	EMP-1705
EQ4	EPSON	CWJ0171170K	50C
EQ5	EPSON	CWJ0171183K	50C
EQ6	EPSON	CWJ0171168K	50C
EQ7	EPSON	CWJ0171169K	50C
EQ8	INFOCUS	AAAN24605T	LP280
EQ9	INFOCUS	AAAN2211BE	LP280
EQ10	INFOCUS	AAAN2211GW	LP280
EQ11	INFOCUS	AAAN2250HF	LP280
EQ12	INFOCUS	AAAN2101TE	LP280
EQ13	EPSON	FG7G440313F	54C
EQ14	BENQ	PD9600328SU0-T	PB8253
EQ15	EPSON	FG7G440389F	54C
EQ16	EPSON	FG7G440414F	54C
EQ17	EPSON	FG7G440407F	54C
EQ18	EPSON	FG7F440280F	54C
EQ19	EPSON	FG7G440410F	54C
EQ20	EPSON	JJG690276F	EMP-1705
EQ21	DELL	5ZTW4C1	1201MP
EQ22	DELL	8ZTW4C1	1201MP
EQ23	DELL	CNYW4C1	1201MP
EQ24	EPSON	GX5G620235F	EMP-750
EQ25	EPSON	GX5G620264F	EMP-750
EQ26	EPSON	GX5G620279F	EMP-750
EQ27	EPSON	GYHF641705L	EMP-X3

EQ28	EPSON	GYHF641800F	EMP-X3
EQ29	EPSON	GYHF641703L	EMP-X3
EQ30	EPSON	GYHF641673L	EMP-X3
EQ31	EPSON	GYHF641719L	EMP-X3
EQ32	EPSON	GX5G620248F	EMP-750
EQ33	EPSON	GYHF641723L	EMP-X3
EQ34	DELL	CYTW4C1	1201MP
EQ35	DELL	7ZTW4C1	1201MP
EQ36	EPSON	GYHFG41708L	3LCO
EQ36	DELL	9KXX4C1	1201MP
EQ37	DELL	DLXX4C1	1201MP
EQ38	NEC	7Z00050W	NP60
EQ39	NEC	7Z00065W	NP60
EQ40	BENQ	PD19600321540	PB8253
EQ41	SINDORICOH	G4F008091	SRP-3730
EQ42	SINDORICOH	G4F008150	SRP-3730
EQ43	SINDORICOH	G4F008146	SRP-3730
EQ44	SINDORICOH	G3A000782	SRP-3730
EQ45	BENQ	PDN8700144SUO-T	SP-830
EQ46	EPSON	JX8F865208L	EMP-X5
EQ47	EPSON	JX8F885199L	EMP-X5
EQ48	EPSON	JX8F865181L	EMP-X5
EQ49	EPSON	L5TF870908L	H283A
EQ50	EPSON	L5TF887289L	H283A
EQ51	EPSON	L5TF870903L	H283A
EQ52	EPSON	L5TF870945L	H283A
EQ53	EPSON	L5TF870953L	H283A

<b>RETROPROYECTORES DE ACETATO</b>			
<b>EQUIPO</b>	<b>MARCA</b>	<b>SERIE</b>	<b>MODELO</b>
EQ1	3M	693149	
EQ2	3M	563930	
EQ3	3M	693150	
EQ4	3M	911644	
EQ5	3M	430878	
EQ6	3M	468017	
EQ7	3M	B0502-000010	

EQ8	3M	803883	
EQ9	3M	938745	
EQ10	3M	510550	
EQ11	3M	694285	
EQ12	3M	693147	
EQ13	3M	694284	
EQ14	3M	819290	
EQ15	3M	911649	
EQ16	3M	554965	
EQ17	3M	537770	
EQ18	3M	694282	
EQ19	3M	529364	
EQ20	3M	911647	
EQ21	3M	694286	
EQ22	3M	938741	
EQ23	3M	B0502-000011	
EQ24	3M	911642	
EQ25	3M	694191	
EQ26	3M	B0501-000014	
EQ27	3M	1180662	
EQ28	3M	621221	
EQ29	3M	305560	
EQ30	3M	911640	
EQ31	3M	819314	
EQ32	3M	954482	
EQ33	3M	803882	
EQ34	3M	819309	
EQ35	3M	B0502-000013	
EQ36	3M	911847	
EQ37	3M	555172	
EQ38	3M	800888	
EQ39	3M	1227349	
EQ40	3M	911844	
EQ41	3M	693149	
EQ42	3M	554965	
EQ43	3M	694283	

<b>LAPTOPS</b>			
<b>EQUIPO</b>	<b>MARCA</b>	<b>SERIE</b>	<b>MODELO</b>
EQ1	TOSHIBA	46176422K	TECRA A6-SP3022
EQ2	TOSHIBA	56190380K	TECRA A6-SP3022
EQ3	TOSHIBA	56190415K	TECRA A6-SP3022
EQ4	TOSHIBA	56189569K	TECRA A6-SP3022
EQ5	TOSHIBA	56190324K	TECRA A6-SP3022
EQ6	TOSHIBA	46175865K	TECRA A6-SP3022
EQ7	HP	CNF449015R	COMPAQ NX 9020
EQ8	HP	CNF449018D	COMPAQ NX 9021
EQ9	TOSHIBA	Z7069865H	TECRA A9S912X
EQ10	TOSHIBA	Z7070995H	TECRA A9S912X
EQ11	LG	807KLQT001436	XNOTEMB500

<b>DVD'S</b>			
<b>EQUIPO</b>	<b>MARCA</b>	<b>SERIE</b>	<b>MODELO</b>
EQ1	LG	N/T	DVK-8721N
EQ2	LG	401SHEW023996	DVK-8721N
EQ3	PRESIDIAN	S/N 002539637621	PDR-3222
EQ4	PHILIPS	NW2A0607534313	DVP-3005K /78
EQ5	PHILIPS	NW2A0607537509	DVP-3005K /78
EQ6	PHILIPS	NW2A0607537589	DVP-3005K /78
EQ7	PHILIPS	NW2A0607534296	DVP-3005K /78
EQ8	PHILIPS	NW2A0607533192	DVP-3005K /78
EQ9	PHILIPS	NW2A0607545109	DVP-3005K /78
EQ10	PHILIPS	NW2A0607545140	DVP-3005K /78
EQ11	PHILIPS	NW2A0607528694	DVP-3005K /78
EQ12	PHILIPS	NW2A0607532743	DVP-3005K /78
EQ13	PHILIPS	NW2A0607537564	DVP-3005K /78
EQ14	PHILIPS	NW2A0607534200	DVP-3005K /78
EQ15	PHILIPS	NW2A0607534304	DVP-3005K /78
EQ16	PHILIPS	NW2A0607534310	DVP-3005K /78
EQ17	PHILIPS	NW2A0607533172	DVP-3005K /78

EQ18	PHILIPS	NW2A0607537518	DVP-3005K /78
EQ19	LG	6105HON069171X	DV 130
EQ20	PHILIPS	NW000535102702	DVP3005K78
EQ21	PHILIPS		DVP-3005K /78
EQ22	PHILIPS		DVP-3005K /78
EQ23	PHILIPS		DVP-3005K /78
EQ24	PHILIPS		DVP-3005K /78
EQ25	PHILIPS		DVP-3005K /78
EQ26	PHILIPS		DVP-3005K /78

<b>TELEVISORES</b>			
<b>EQUIPO</b>	<b>MARCA</b>	<b>SERIE</b>	<b>MODELO</b>
EQ1	Sony	4011655	KV-25FS120
EQ2	Sony	4011472	KV-25FS120
EQ3	Sony	4012125	KV-25FS120
EQ4	Sony	4011196	KV-25FS120
EQ5	Sony	4011478	KV-25FS120
EQ6	Sony	4025177	KV-25FS120
EQ7	Sony	4011581	KV-25FS120
EQ8	Sony	4025160	KV-25FS120
EQ9	Sony	4025097	KV-25FS120
EQ10	Sony	4025168	KV-25FS120
EQ11	Sony	4011479	KV-25FS120
EQ12	Sony	4012132	KV-25FS120
EQ13	Sony	12304EAF00023	KV-25FS120
EQ14	Sony	12304EAF00024	KV-25FS120
EQ15	Sony	12304EAF00033	KV-25FS120
EQ16	Sony	12304EAF00027	KV-25FS120
EQ17	Sony	12304EAF00035	KV-25FS120
EQ18	Sony	12304EAF00020	KV-25FS121
EQ19	Sony	12304EAF00034	KV-25FS122
EQ20	Zenith	-----	TVR1920
EQ21	Zenith	-----	TVR1920
EQ22	Zenith	51001422	TVR1920
EQ23	Sony	7327161	KV27SXR10

EQ24	Zenith	321-52130825	SJ2765S5
EQ25	Samsung	1080500077	CT-527V
EQ26	Toshiba	70UMX05677	EKIG-20E90
EQ27	RCA	316691275	----
EQ28	Zenith	021-02230159	SJ2771W
EQ29	Sony	4028059	KV-25FS120
EQ30	Zenith	321-12420441	SL2767S
EQ31	DAYTRON	J10439	DTV-9234N
EQ32	DAYTRON	J10441	DTV-9234N
EQ33	DAYTRON	J10328	DTV-9234N
EQ34	Zenith	321-53130011	

<b>VHS'S</b>			
<b>EQUIPO</b>	<b>MARCA</b>	<b>SERIE</b>	<b>MODELO</b>
EQ1	Sony	354672	SLVL40PA
EQ2	Sony	B0202-000077	SLV-X67
EQ3	EMRSON	V50993	VCR3002A
EQ4	RCA	3.47E+08	VR667HF
EQ5	SHARP	----	M100351
EQ6	Samsung	63UAA00005	VT2000W

<b>CAMARAS</b>			
<b>EQUIPO</b>	<b>MARCA</b>	<b>SERIE</b>	<b>MODELO</b>
EQ1	Sony	717421	DCR-HC36
EQ2	Sony	1937840	DSC
EQ3	HP	CN69W16WTR L2079A	HPR287
EQ4	Samsung	N/T	VP-D97I
EQ5	Sony	096326	DCR-SR42 HDD
EQ6	Polaroid	-----	PDC5080

<b>GRABADORAS</b>			
<b>EQUIPO</b>	<b>MARCA</b>	<b>SERIE</b>	<b>MODELO</b>
EQ1	Sony	0071094	B5-CFD-F17CP
EQ2	Sony	0073816	B5-CFD-F17CP
EQ3	Sony	1011771	CFD G-555CP
EQ4	Sony	1307382	CFD-G35
EQ5	Sony	1290981	CFD-G35
EQ6	Sony	1290989	CFD-G35
EQ7	Sony	1315859	CFD-G35
EQ8	Sony	1291048	CFD-G35
EQ9	Sony	1291114	CFD-G35
EQ10	Sony	1291425	CFD-G35
EQ11	Sony	1290578	CFD-G35
EQ12	Sony	1194513	CFD-G35
EQ13	Sony	1204859	CFD-G550-CP
EQ14	Sony	1204690	CFD-G550-CP
EQ15	Sony	1208168	CFD-G550-CP
EQ16	Sony	1154763	CFD-G550-CP
EQ17	Sony	1205680	CFD-G550-CP
EQ18	Sony	1208131	CFD-G550-CP
EQ19	Sony	1208169	CFD-G550-CP
EQ20	Sony	1208121	CFD-G550-CP
EQ21	Sony	1208124	CFD-G550-CP
EQ22	Sony	1204735	CFD-G550-CP
EQ23	Sony	1208205	CFD-G550-CP
EQ24	Sony	1208177	CFD-G550-CP
EQ25	Sony	1205677	CFD-G550-CP
EQ26	Sony	1204769	CFD-G550-CP
EQ27	Sony	1204796	CFD-G550-CP
EQ28	Sony	1208216	CFD-G550-CP
EQ29	Sony	1204743	CFD-G550-CP
EQ30	Sony	1208215	CFD-G550-CP
EQ31	Sony	1208189	CFD-G550-CP
EQ32	Sony	1208164	CFD-G550-CP

EQ33	Sony	1208171	CFD-G550-CP
EQ34	Sony	1208125	CFD-G550-CP
EQ35	Sony	1208178	CFD-G550-CP
EQ36	Sony	1209419	CFD-G550-CP
EQ37	Sony	1208210	CFD-G550-CP

<b>PROYECTORES DE SLIDES</b>			
<b>EQUIPO</b>	<b>MARCA</b>	<b>SERIE</b>	<b>MODELO</b>
Proyector de Slides	Kodak	A525552	Ektagraphic III
Proyector de Slides	Kodak	5E+05	Ektagraphic III
Proyector de Slides	Kodak	4E+05	Ektagraphic III
Proyector de Slides	Kodak	A713037	Ektagraphic III
Proyector de Slides	Kodak	A673270	Ektagraphic III
Proyector de Slides	Kodak	A640993	Ektagraphic III
Proyector de Slides	Kodak	A661510	Ektagraphic III
Proyector audioviewer	Kodak	67655	570AF
Proyector audioviewer	Kodak	67604	570AF
Proyector audioviewer	Kodak	68335	570AF
Datashow	3M	855-12852	6100
Datashow	3M	645-14547	6450
Datashow	3M	645B-11081	6450
Proyector audioviewer	Kodak	66478	570AF
Proyector audioviewer	Kodak	67652	570AF
Datashow	Apollo	32597	PC9750
Datashow	Apollo	32792	PC9750
Datashow	3M	9E+07	6100
Datashow	3M	9AD01305	4100
Proyector audioviewer	Kodak	67650	570AF

<b>EQUIPOS DE AUDIO</b>			
<b>EQUIPO</b>	<b>MARCA</b>	<b>SERIE</b>	<b>MODELO</b>
Consola de Sonido 4 Canales	PEAVEY	OLHB4210	PVI-4B
Consola de Sonido 4 Canales	PEAVEY	OLHB4215	PVI-4B
Consola de Sonido 4 Canales	PEAVEY	OLGM3357	PVI-4B
Consola de Sonido 4 Canales	PHONIC	PAA0C81347	POWERPOD408
Speaker 100 Watts	PHONIC	SAE0C71036	SE710II
Speaker 100 Watts	PHONIC	SAE0C71035	SE710II
Speaker 100 Watts	PEAVEY	OLHE4519	PVI-10
Speaker 100 Watts	PEAVEY	OLHE4520	PVI-10
Speaker 100 Watts	PEAVEY	OLHE5193	PVI-10
Speaker 100 Watts	PEAVEY	OLHE5194	PVI-10
Speaker 100 Watts	PEAVEY	OLHE5177	PVI-10
Speaker 100 Watts	PEAVEY	OLHE5178	PVI-10
Pedestal para Speaker	MÜSIKA	-	-
Pedestal para Speaker	MÜSIKA	-	-
Pedestal para Speaker	PRO-LOK	-	-
Pedestal para Speaker	PRO-LOK	-	-
Pedestal para Speaker	PRO-LOK	-	-
Pedestal para Speaker	PRO-LOK	-	-
Bocinas 2,1 canales	Altec Lansing	GTUS0055665	VS2221
Bocinas 2,1 canaleS	Altec Lansing	50840 GTUS0055666	VS2221
Bocinas 2,1 canaleS	Altec Lansing	50840 GTUS0055525	VS2221
Bocinas 2,1 canaleS	Altec Lansing	-	VS2221
Bocinas 5,1 canales	Genius	ZJHF08200734	SW-5,1 1500
Consola de Sonido 3 Canales	NIPPON AMERICA	-	CA-60C
Consola de Sonido 3 Canales	NIPPON AMERICA	-	CA-60C
Consola de Sonido 3 Canales	NIPPON AMERICA	-	CA-60C

<b>EQUIPO DE COMPUTO SALA F305</b>		
<b>EQUIPO</b>	<b>MARCA</b>	<b>MODELO</b>
EQ1	Hyundai	Trippy
EQ2	Hyundai	Trippy
EQ3	Hyundai	Trippy
EQ4	Hyundai	Trippy
EQ5	Hyundai	Trippy
EQ6	Hyundai	Trippy
EQ7	Hyundai	Trippy
EQ8	Hyundai	Trippy
EQ9	Hyundai	Trippy
EQ10	Hyundai	Trippy
EQ11	Hyundai	Trippy
EQ12	Hyundai	Trippy
EQ13	Hyundai	Trippy
EQ14	Hyundai	Trippy
EQ15	Hyundai	Trippy
EQ16	Hyundai	Trippy
EQ17	Hyundai	Trippy
EQ18	Hyundai	Trippy
EQ19	Hyundai	Trippy
EQ20	Hyundai	Trippy

<b>PERSONAS A MONITOREAR</b>	
<b>NOMBRE</b>	<b>CARGO</b>
Jaime Merino Martínez	Administrador Equipos audiovisuales
Luis Narváez Figueroa	Administrador Equipos audiovisuales
Ana María Ramírez de Lazo	Coordinadora de computación
Milagro de Arévalo	Docente de computación
20 alumnos	Grupos de computación

## 10.10. DISEÑO TRIDIMENSIONAL DEL EDIFICIO F Y PROGRAMACIÓN DEL AMBIENTE GRÁFICO

**Objetivo 2:** Desarrollar un software innovador con interfaz gráfica tridimensional que localice e identifique personas y equipos, utilizando la tecnología de identificación por radiofrecuencia.

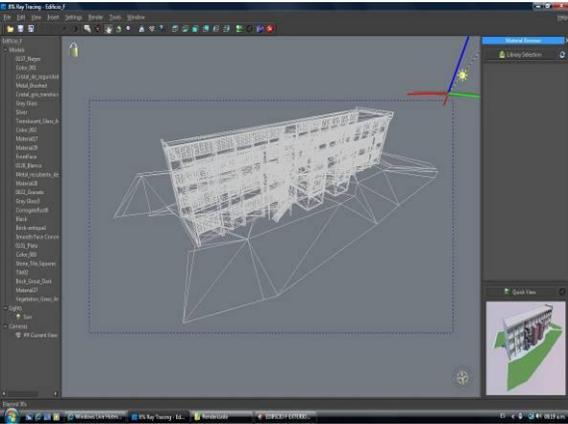
**Actividad 3:** Programación del ambiente gráfico y reportes.



Dibujo tridimensional del edificio F de ITCA sede central, lugar donde se implementará el proyecto y que servirá como interfaz para el sistema, donde el usuario podrá ingresar a los diferentes niveles del edificio para monitorear y localizar personas y objetos controlados con RFID.



Dibujo tridimensional del salón de video conferencias, ubicado en el tercer nivel del edificio F de ITCA sede central, lugar donde se implementará la primera célula prototipo, compuesta por tres lectores RFID.



Proceso de renderizado del dibujo tridimensional del edificio F de ITCA sede central, el cual servirá como interfaz grafica del sistema.

Dibujo tridimensional del edificio F de ITCA sede central luego del proceso de renderizado.

1. Pantalla principal para navegación por los diferentes niveles del edificio F



En la pantalla principal se tiene acceso a la localización de personas y equipos dentro del edificio F, únicamente se selecciona en el combo el nombre de la persona o equipo y se utiliza la opción localizar.

2. Pantalla de navegación y monitoreo del primer nivel del edificio F.



En esta pantalla se tiene acceso a los centros de cómputo instalados en el primer nivel del edificio F.

3. Pantalla de navegación y monitoreo del segundo nivel del edificio F.



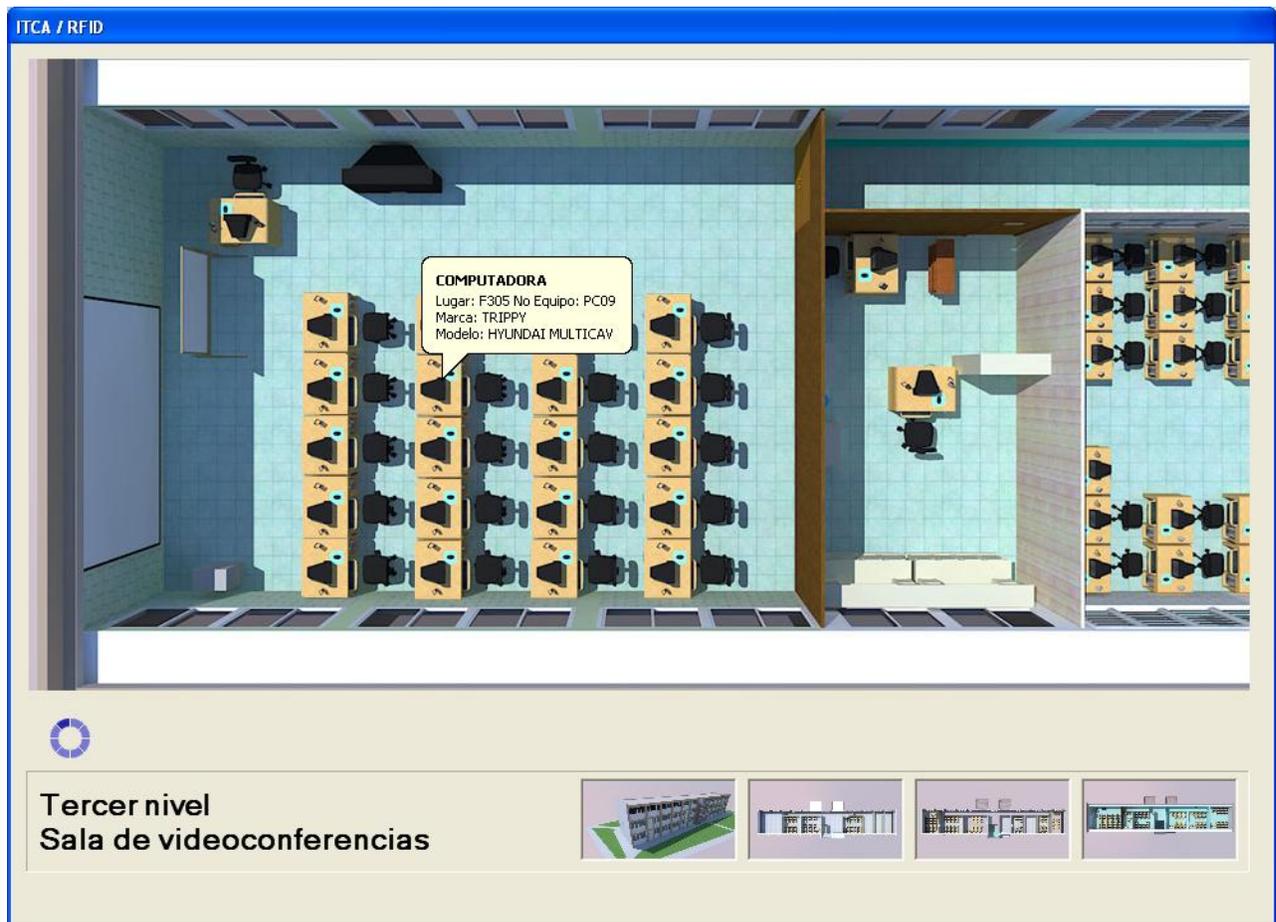
En esta pantalla se tiene acceso a los centros de cómputo instalados en el segundo nivel del edificio F.

4. Pantalla de navegación y monitoreo del tercer nivel del edificio F.



En esta pantalla se tiene acceso a los centros de cómputo instalados en el tercer nivel del edificio F.

5. Pantalla de monitoreo del salón de videoconferencias, ubicada en el tercer nivel edificio F.



Pantalla de monitoreo de equipos dentro del centro de cómputo, proporciona información de las computadoras existentes en tiempo real.

Mensaje de alerta por salida no autorizada de equipo.



## 10.11. DISEÑO DE REPORTES DEL SISTEMA

Pantalla de acceso a la aplicación Web de administración de la base de datos del proyecto.



Escuela Especializada en Ingeniería  
ITCA FEPADE  
40 Aniversario

Escuela Especializada en Ingeniería  
ITCA FEPADE

Sistema de identificación y posicionamiento local por radiofrecuencia (RFID)

Acceso al sistema

Login

Contraseña

Aceptar Cancelar

[Cerrar Sesión](#) Sede Central: Km. 11 Carretera a Santa Tecla. Tel. (503) 2514-7777 Fax. (503) 2514-7778 © Derechos Reservados. 2009 - 2013



## REPORTE DE ASISTENCIA DE ALUMNOS



**ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERIA ITCA  
FEPADE**



**SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN Y POSICIONAMIENTO  
LOCAL POR RADIOFRECUENCIA (RFID)**

### LISTADO DE ASISTENCIA

Sede Central

03-10-2009 09:16:09

Materia: DISEÑO DE SISTEMAS Grupo: ARQ1MC1  Simbología: Punto(.)=Asistencia,(T)=Llegadas tardes,(I)=Inasistencia																											
<b>No</b>	<b>Car net</b>	<b>Nombre</b>																									
1																											
2																											
3																											
3																											
4																											
5																											
6																											
7																											
8																											
9																											
10																											
11																											
12																											
13																											
14																											
15																											
16																											
17																											
18																											
19																											
20																											













## 10.12. IMPLEMENTACIÓN DE RED CELULAR DE LECTORES RFID

**Nombre del Proyecto:** Sistema de identificación y posicionamiento local por radiofrecuencia (RFID)

**Institución ejecutora:** Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE

**Objetivo 3:** Implementar una red prototipo de células de identificación por radiofrecuencia para un sistema de identificación, control, vigilancia y posicionamiento local de personas y equipos.

**Actividad 1:** Implementación de red celular de lectores RFID y sistema de alarma.

1. Equipo seleccionado para la implementación de la red celular de lectores RFID.

Equipo	Cantidad	Foto
Unidad Lector RFID activo (MR3002A) 2.45 GHz Read-only	20	

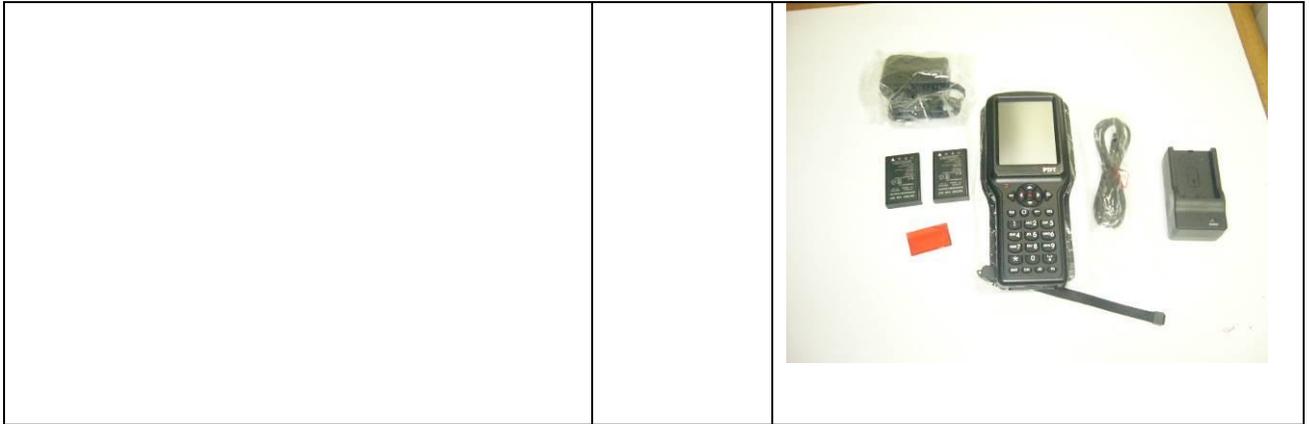
Unidad 2.45 GHz Locator RFID (MR3010A)	30	 
--	----	--

Equipo	Cantidad	Foto
Unidad 2.45 GHz Tag activos (MR3820A)	300	 

<p>Unidad Lector de proximidad RFID pasivo (GP 20)</p>	<p>3</p>	 
<p>Unidad Tarjetas de proximidad RFID pasivas (125 kHz Unique)</p>	<p>50</p>	
<p>Unidad Pulsera de RFID Activo 2.45 GHz (200LRT01)</p>	<p>50</p>	

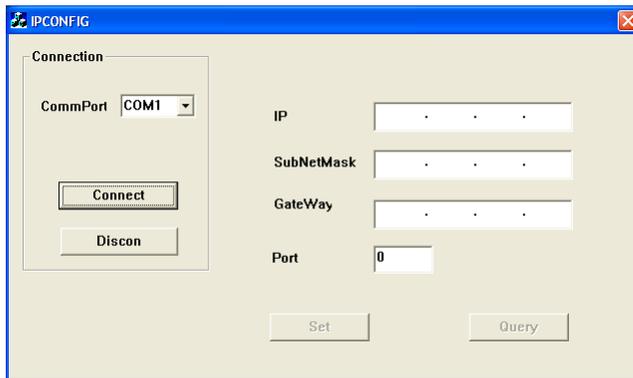
		
--	--	--

Equipo	Cantidad	Foto
Unidad 2.45 GHz Portable Reader (MR4000A)	1	



2. Configuración y pruebas de funcionamiento del equipo RFID a implementarse en el edificio F.

Herramienta utilizada para la asignación de IP a los lectores RFID



Herramienta utilizada para la asignación id a los localizadores.



Tabla de configuración de localizadores RFID

No	Serie	locID	Hexa
1	F09095	01	01
2	F09096	02	02
3	F09097	03	03
4	F09098	04	04
5	F09099	05	05
6	F09100	06	06
7	F09101	07	07
8	F09102	08	08
9	F09103	09	09
10	F09104	10	0A
11	F09105	11	0B
12	F09106	12	0C
13	F09107	13	0D
14	F09108	14	0E
15	F09109	15	0F
16	F09110	16	10
17	F09111	17	11
18	F09112	18	12
19	F09113	19	13
20	F09114	20	14
21	F09115	21	15
22	F09116	22	16
23	F09117	23	17
24	F09118	24	18
25	F09119	25	19
26	F09120	26	1A
27	F09121	27	1B
28	F09122	28	1C
29	F09123	29	1D
30	F09124	30	1E

3. Instalación de lectores y localizadores en los tres niveles del edificio F.



Instalación de lectores RFID



Alumnos de eléctrica de ITCA centro Regional Santa Ana



Instalación de lectores RFID



Alumnos de eléctrica de ITCA sede central

4. Plano de instalación de lectores y localizadores RFID en los tres niveles del edificio F.

Edificio: F

Nivel: 1

**Plano de instalación de lectores y localizadores RFID**



No	Descripción	Serie	locID	Estado
F106	Unidad 2.45 GHz Locator RFID (MR3010A)	F09106	12	INSTALADO
F105	Unidad 2.45 GHz Locator RFID (MR3010A)	F09119	25	INSTALADO
ACCESO 1	Unidad 2.45 GHz Locator RFID (MR3010A)	F09099	05	INSTALADO
ACCESO 2	Unidad 2.45 GHz Locator RFID (MR3010A)	F09115	21	INSTALADO
F104	Unidad 2.45 GHz Locator RFID (MR3010A)	F09101	07	INSTALADO
TOTAL	5			

No	Descripción	Serie	IP	Estado
Lector (L5)	Unidad Lector RFID activo (MR3002A) 2.15 GHz	F09077	192.168.93.65	INSTALADO
Lector (L6)	Unidad Lector RFID activo (MR3002A) 2.15 GHz	F09076	192.168.93.66	INSTALADO

Edificio: F

Nivel: 2

### Plano de instalación de lectores y localizadores RFID



No	Descripción	Serie	locID	Estado
F206	Unidad 2.45 GHz Locator RFID (MR3010A)	F09111	17	INSTALADO
F207	Unidad 2.45 GHz Locator RFID (MR3010A)	F09102	08	INSTALADO
F208	Unidad 2.45 GHz Locator RFID (MR3010A)	F09110	16	INSTALADO
GRADAS	Unidad 2.45 GHz Locator RFID (MR3010A)	F09118	24	INSTALADO
F204	Unidad 2.45 GHz Locator RFID (MR3010A)	F09096	02	INSTALADO
F203	Unidad 2.45 GHz Locator RFID (MR3010A)	F09098	04	INSTALADO
F202	Unidad 2.45 GHz Locator RFID (MR3010A)	F09107	13	INSTALADO
F201	Unidad 2.45 GHz Locator RFID (MR3010A)	F09122	28	INSTALADO
TOTAL	8			

No	Descripción	Serie	IP	Estado
Lector (L3)	Unidad Lector RFID activo (MR3002A) 2.15 GHz	F09078	192.168.93.64	INSTALADO
Lector (L4)	Unidad Lector RFID activo (MR3002A) 2.15 GHz	F09086	192.168.93.63	INSTALADO

Edificio: F

Nivel: 3

### Plano de instalación de lectores y localizadores RFID



Ubicación	Descripción	Serie	locID	Estado
F305	Unidad 2.45 GHz Locator RFID (MR3010A)	F09116	22	INSTALADO
AV	Unidad 2.45 GHz Locator RFID (MR3010A)	F09117	23	INSTALADO
F304	Unidad 2.45 GHz Locator RFID (MR3010A)	F09114	20	INSTALADO
GRADAS	Unidad 2.45 GHz Locator RFID (MR3010A)	F09104	10	INSTALADO
F303	Unidad 2.45 GHz Locator RFID (MR3010A)	F09105	11	INSTALADO
F302	Unidad 2.45 GHz Locator RFID (MR3010A)	F09121	27	INSTALADO
F301	Unidad 2.45 GHz Locator RFID (MR3010A)	F09109	15	INSTALADO
TOTAL	7			

No	Descripción	Serie	IP	Estado
Lector (L1)	Unidad Lector RFID activo (MR3002A) 2.15 GHz	F09088	192.168.93.61	INSTALADO
Lector (L2)	Unidad Lector RFID activo (MR3002A) 2.15 GHz	F09094	192.168.93.62	INSTALADO

5. Instalación de tag RFID a computadoras y otros equipos:

<b>Ubicación</b>	<b>No de Tags instalados</b>
F104	27 computadoras
F204	11 computadoras
F207	20 computadoras
F208	18 computadoras
F301	20 computadoras
F302	20 computadoras
F303	20 computadoras
F304	20 computadoras
F305	20 computadoras
AV	24 (cañones y laptop)
<b>Total</b>	<b>200 tags instalados</b>

### 10.13. DIAGRAMA ELECTRÓNICO DEL CIRCUITO DE INTERFAZ PARA ALARMAS

**Nombre del Proyecto:** Sistema de identificación y posicionamiento local por radiofrecuencia (RFID)

**Institución ejecutora:** Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPAD E

**Objetivo 3:** Implementar una red prototipo de células de identificación por radiofrecuencia para un sistema de identificación, control, vigilancia y posicionamiento local de personas y equipos.

**Actividad 2:** Diagrama electrónico del circuito de interfaz para alarmas.

Con el objetivo de realizar un circuito para acoplar la salida de audio de una PC hacia un radio comunicador a fin de que este de aviso de alarma, el equipo de investigadores realizó el siguiente procedimiento:

La actividad comenzó preparando los conectores de audio, PC y Walkie\_Talkie, componentes electrónicos, osciloscopio, soldador y herramientas. Se procedió a observar el interior de un radiocomunicador para verificar los puntos de conexión del micrófono.



Ing. Juan José Cáceres



Laboratorio

Por medio del osciloscopio se midió el nivel de salida de voltaje de la onda de salida de una PC

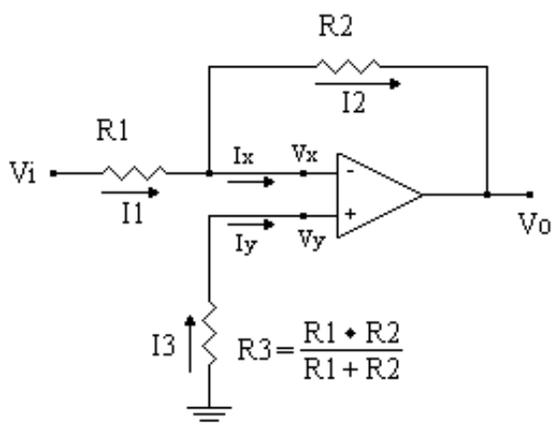
Como se muestra en la fotografía



El nivel de señal es de aproximadamente 200 mV p-p

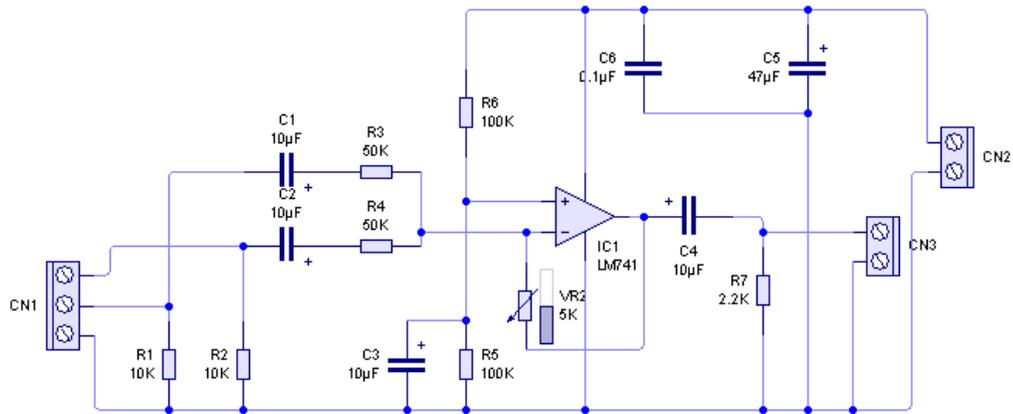
Se realizó prueba conectando esta señal por medio de un potenciómetro y se comprobó que este nivel de señal distorsionaba la señal en el radio receptor. Esta señal no es apta para introducirla al radiotransmisor, con esta prueba se determino que la señal al radio transmisor debe ser aproximadamente 20 mV p-p es decir una reducción de 200 mV p-p/ 20 mV p-p una reducción de 10 veces.

Se armo un circuito de prueba con operacional par atenuar y no cargar la señal de la PC, lo cual permitió una variación controlada del nivel de la señal y que resulto una señal adecuada para conectar y operar el sistema, la ganancia o relación del voltaje de salida  $V_o$  al voltaje de entrada  $V_i$  esta dada por la relación de  $R_2/R_1$  así si  $R_2$  es menor a  $R_1$  obtenemos la atenuación requerida

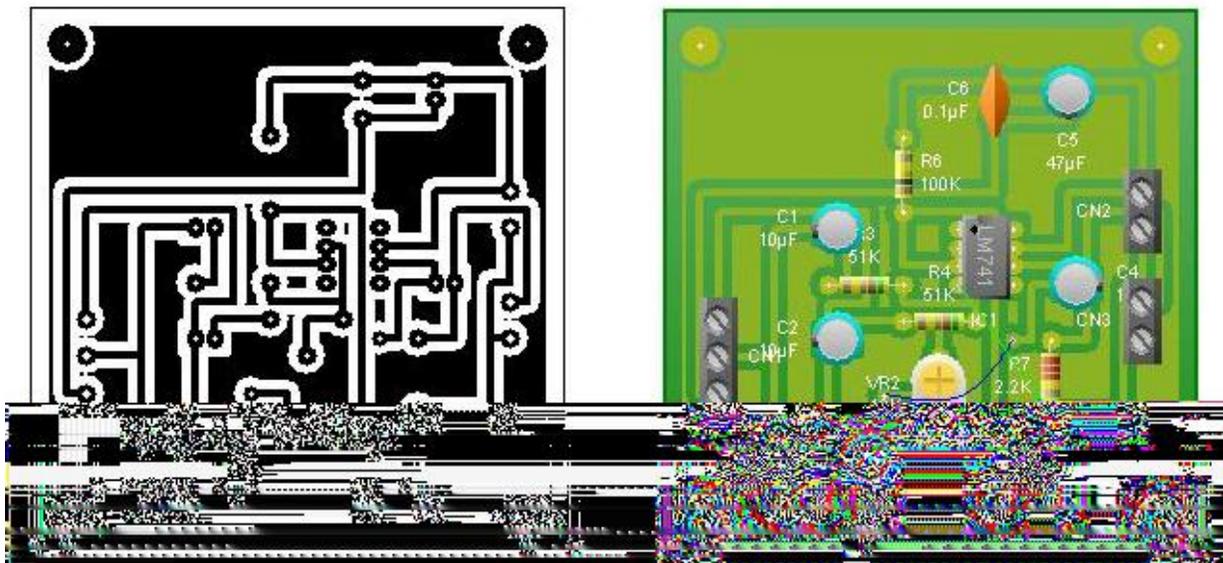


Para  $R_1$  se uso una resistencia de 10K y para  $R_2$  un potenciómetro de 10K. La prueba con este circuito fue más que satisfactoria.

Diseño del circuito amplificador para radio construido para el proyecto



Vista de las placas:



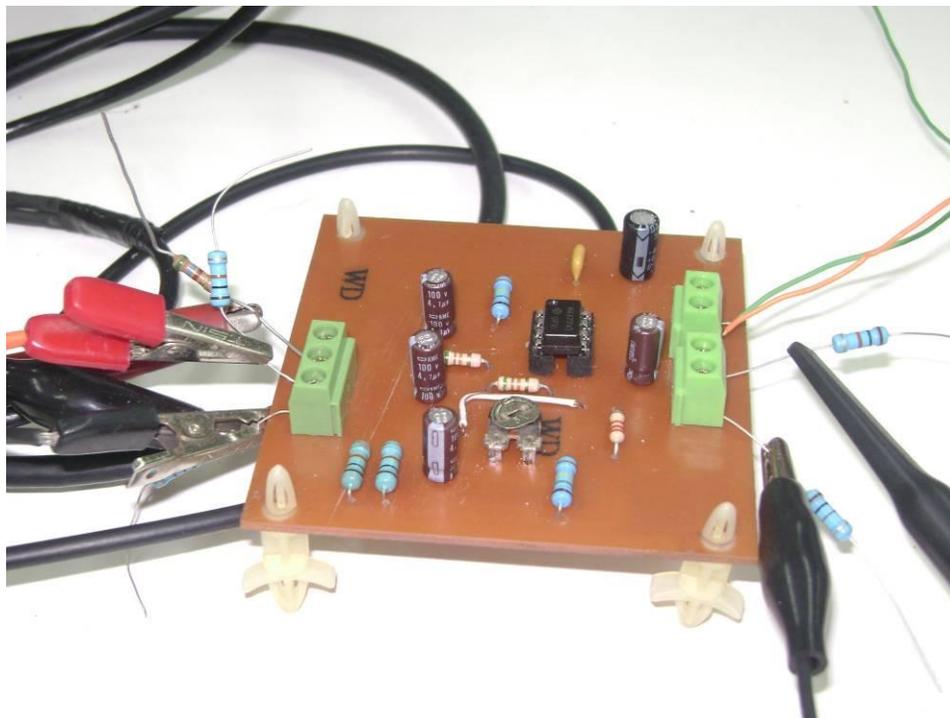
Este es el impreso del amplificador/ atenuador, elaborado por el Ing. Rigoberto Morales, para la interfase PC \_radio

Listado de componentes utilizados:

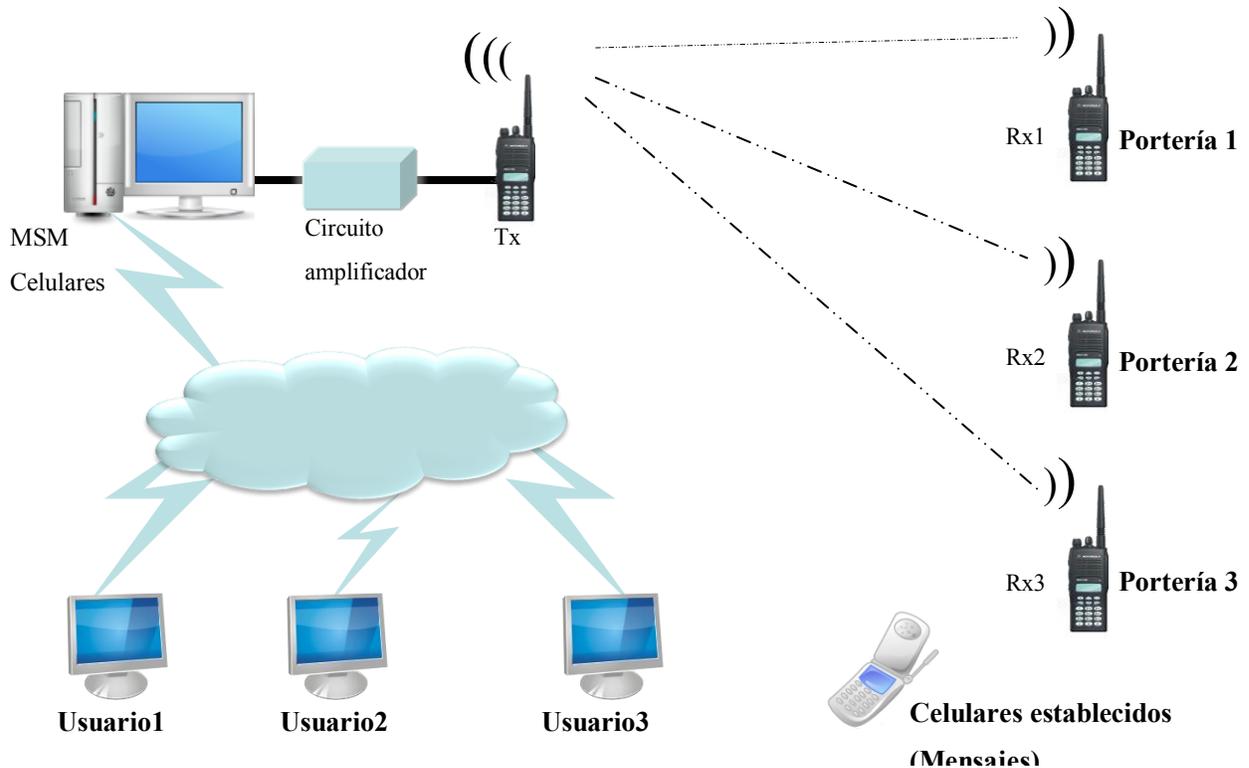
Cantidad	Descripción
1	Resistencia de 2.2 K ¼ W
2	Resistencia de 51 K ¼ W
2	Resistencia de 100 K ¼ W
1	Resistencia de 2.2 K ¼ W
2	Resistencia de 10 K ¼ W

1	Resistor variable ajuste 5K
1	Capacitor de 47 uF/ 25V
4	Capacitor de 10 uF/ 25V
1	Capacitor de 0.1 uF / 25 V de pastilla
1	Integrado LM741
1	Base para IC de 8 pines para 741
1	Bornera de 3 tornillos
2	Bornera de 2 tornillos
1	Placa de impreso de cobre de 1 cara

Circuito de control para alarmas construido.



## ESQUEMA DEL SISTEMA DE ALARMAS DEL PROYECTO RFID



- El sistema de alarmas está provisto de tres mecanismos para el envío de mensajes de alerta, ante la extracción de equipos sin ser autorizados en el sistema.
  1. Se elaboró un circuito para acoplar la salida de audio de la computadora hacia un radio intercomunicador a fin de que este de aviso de alarma a los radios de los vigilantes.
  2. Se desarrolló el software para el envío de mensajes de alerta a teléfonos celulares preestablecidos, funcionando al 100% con los teléfonos de la compañía TIGO, para otras, será necesario contar con una IP pública.
  3. Se incorporó al software de identificación y localización por radiofrecuencia (RFID), la visualización de mensajes de alerta, ante la extracción de un equipo sin autorización.

## 10.14. DIAGRAMA ELECTRÓNICO DE CIRCUITO DE INTERFAZ PARA CONTROL DE ACCESO A INSTALACIONES

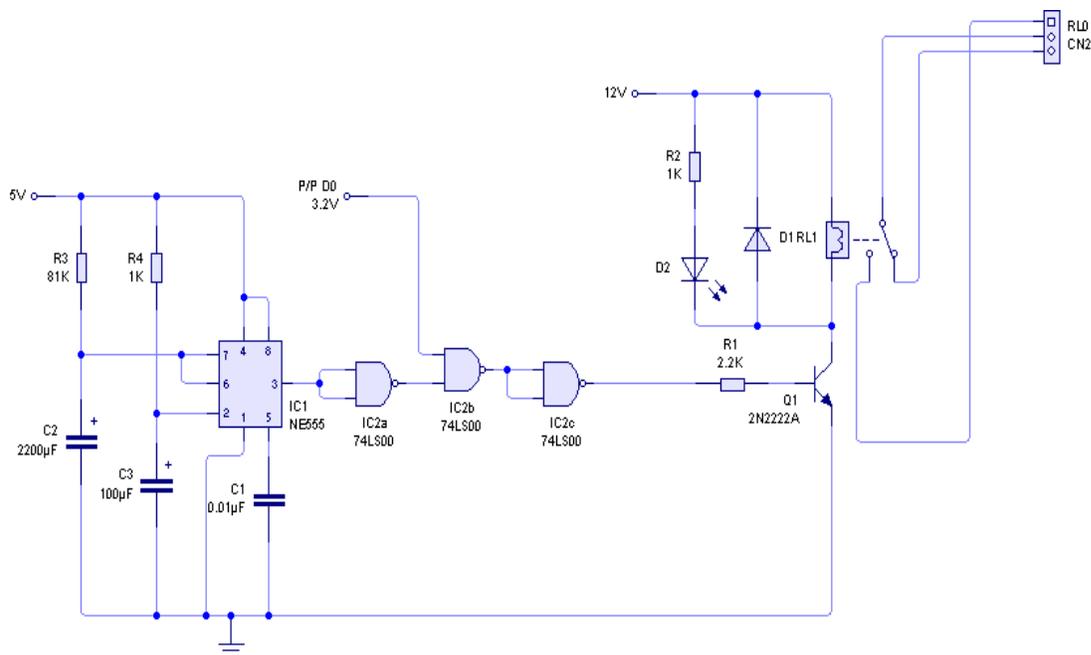
**Nombre del Proyecto:** Sistema de identificación y posicionamiento local por radiofrecuencia (RFID)

**Institución ejecutora:** Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FPADE

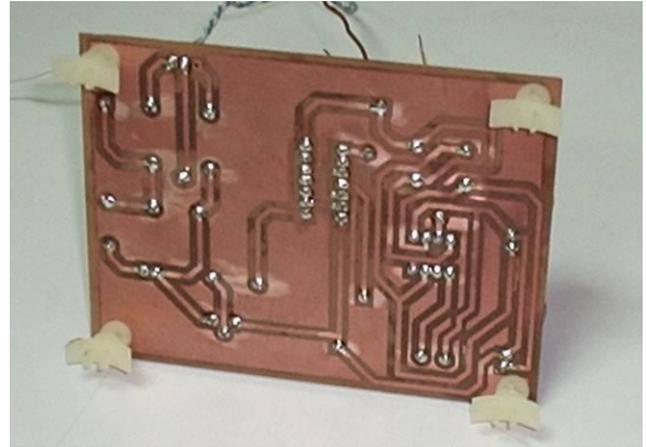
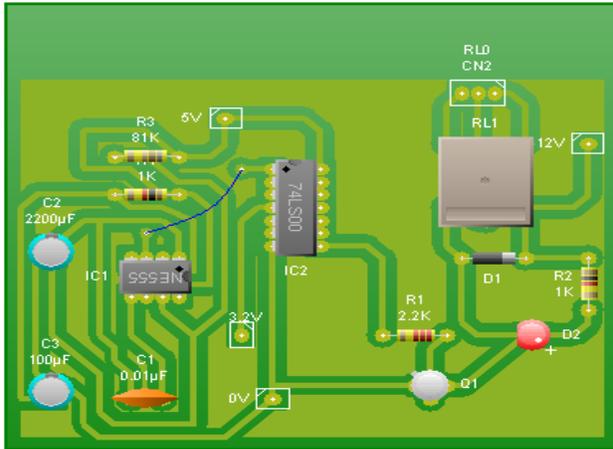
**Objetivo 3:** Implementar una red prototipo de células de identificación por radiofrecuencia para un sistema de identificación, control, vigilancia y posicionamiento local de personas y equipos.

**Actividad 3:** Diagrama electrónico de circuito de interfaz para control de acceso a instalaciones

Se elaboró un circuito de control para activación de chapa eléctrica:



Placas del circuito de control para activación de chapa eléctrica:

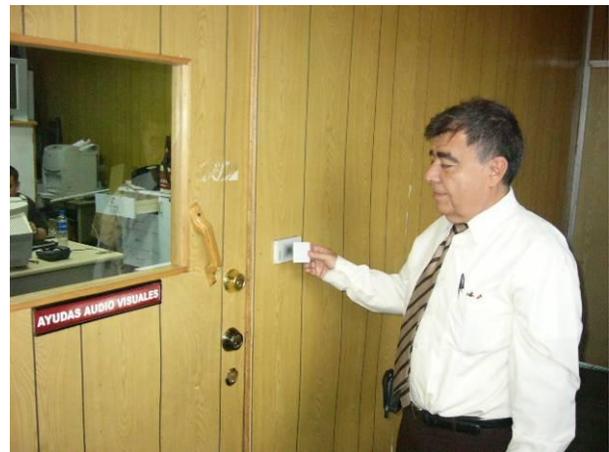


Con este circuito se implementó un sistema para el control de acceso a las instalaciones utilizando un tag pasivo (RFID de proximidad).

- Control de acceso con RFID pasivo instalado en el salón de audiovisuales.



Chapa eléctrica instalada en el salón de audiovisuales.



Lector RFID pasivo para el control de acceso y software instalado en el salón de audiovisuales.

Operación:

1. El usuario acerca su tag al lector RFID de proximidad.
2. El id del tag es verificado por el software en la base de datos del sistema.
3. Si la persona esta autorizada para entrar, el software envía un pulso a través del circuito de control para activar la chapa.
4. El registro de acceso es almacenado en la base de datos con el nombre de la persona, fecha y hora.

## 10.15. REPORTE FOTOGRÁFICO DEL PROYECTO

**Nombre del Proyecto:** Sistema de identificación y posicionamiento local por radiofrecuencia (RFID)

**Institución ejecutora:** Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE

**Objetivo 1:** Desarrollar una célula prototipo de lectores de identificación por radiofrecuencia (RFID), para el proceso experimental.

**Actividad 1:** Selección de dispositivos RFID



Luego de investigaciones previas, se realizaron reuniones de trabajo con el equipo de investigación compuesto por: Ing. Mario Villeda (coordinador del proyecto), Ing. Giovanni Henríquez (docente investigador), Ing. Juan José Cáceres (investigador), Ing. Rigoberto Morales (investigador) y Tec. Ricardo Quintanilla (investigador), para discutir y seleccionar los dispositivos RFID activos y pasivos, lectores, antenas y tags a utilizar en el proyecto, así como, las herramientas, materiales y equipos de cómputo a adquirir para el laboratorio de investigación del proyecto, a implementarse en ITCA centro regional Santa Ana.

**Objetivo 1:** Desarrollar una célula prototipo de lectores de identificación por radiofrecuencia (RFID), para el proceso experimental.

**Actividad 2:** Diseño de red integral de lectores RFID



Se realizaron pruebas para incorporar los lectores de RFID a la red LAN de la institución y poder comunicarlos a través de un prototipo de software desde un computador.

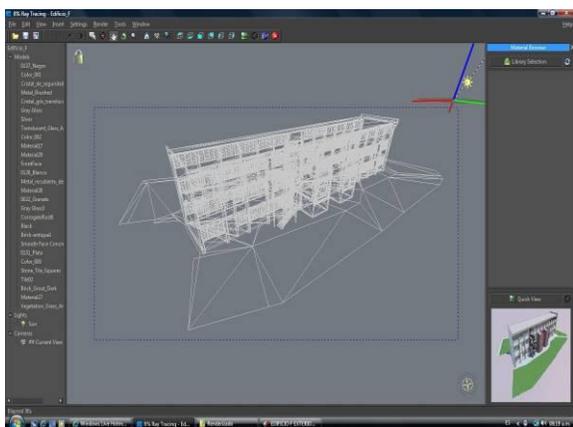
Se llevaron a cabo pruebas de lectura para determinar el alcance de lectura de los tag de RFID en campo abierto y dentro de las instalaciones.



Dibujo tridimensional del edificio F de ITCA sede central, lugar donde se implementara el proyecto y que servirá como interfaz para el sistema, donde el usuario podrá ingresar a los diferentes niveles del edificio para monitorear y localizar personas y objetos controlados con RFID.



Dibujo tridimensional del salón de video conferencias, ubicado en el tercer nivel del edificio F de ITCA sede central, lugar donde se implementara la primera célula prototipo, compuesta por tres lectores RFID.



Proceso de renderizado del dibujo tridimensional del edificio F de ITCA sede central, el cual servirá como interfaz grafica del sistema.



Dibujo tridimensional del edificio F de ITCA sede central luego del proceso de renderizado.

**Objetivo 1:** Desarrollar una célula prototipo de lectores de identificación por radiofrecuencia (RFID), para el proceso experimental.

**Actividad 3:** Implementación de una célula prototipo de lectores RFID



Salón de video conferencias del Edificio F en ITCA sede central, lugar donde se implementara la primera célula de lectores RFID.



Instalación de la red eléctrica y nodos de conexión a la red LAN de los lectores RFID de la primera célula.



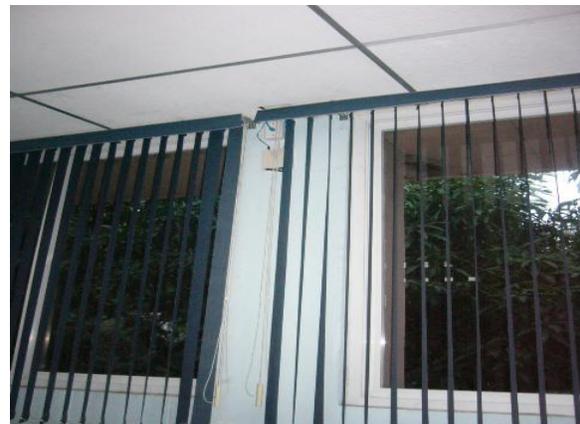
Configuración de los lectores RFID para incorporarlos a la red LAN de la institución y poder acceder desde ITCA sede central y desde el centro regional Santa Ana.



Instalación y funcionamiento del primero de los tres lectores RFID que componen la célula instalada en el salón de video conferencias del edificio F de ITCA sede central.



Instalación y funcionamiento del segundo de los tres lectores RFID que componen la célula instalada en el salón de video conferencias del edificio F de ITCA sede central.



Instalación y funcionamiento del tercero de los tres lectores RFID que componen la célula instalada en el salón de video conferencias del edificio F de ITCA sede central.

**Objetivo 1:** Desarrollar una célula prototipo de lectores de identificación por radiofrecuencia (RFID), para el proceso experimental.

**Actividad 4:** Desarrollo experimental de la técnica de triangulación de lectores RFID



Preparación de equipos: Lectores RFID y prototipo de software para la realización de pruebas de lectura de los indicadores del tag a través del prototipo de software.



Preparación de los tag de RFID para la realización de las pruebas de lectura a través del prototipo de software elaborado en Visual Basic .Net.



Pruebas de lectura de tag de RFID a través del prototipo de software elaborado en Visual Basic .Net



Prototipo de software elaborado en Visual Basic .Net para conocer los indicadores: RSSI, LQI y carga de la batería de los tag de RFID, lo que será utilizado para hacer un mapeo del área de cobertura de la célula de RFID y determinar a través de triangulación la ubicación de los tag de RFID.



Levantamiento de radio mapa de RSSI del salón de videoconferencias del edificio F de ITCA sede central, lugar donde se instaló la primer célula de lectores de RFID y que servirá para la localización de tags.



Investigadores haciendo uso del prototipo de software y tomando nota del levantamiento del radio mapa de RSSI.

**Objetivo 1:** Desarrollar una célula prototipo de lectores de identificación por radiofrecuencia (RFID), para el proceso experimental.

**Actividad 5:** Desarrollo experimental de integración de dispositivos RFID activos y pasivos



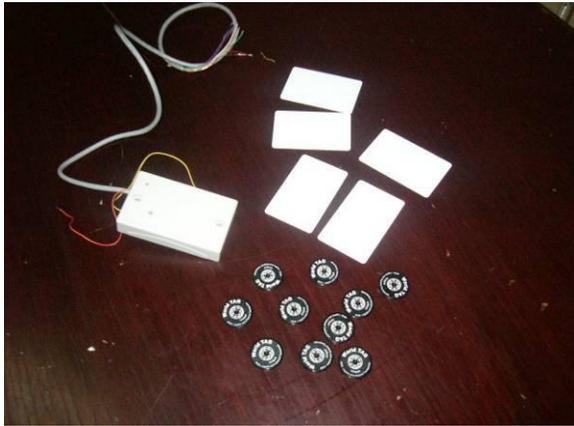
Pantalla principal del software elaborado para el control de acceso y asistencia, utilizando tecnología RFID pasiva.

**Elementos que posee:**

- Mantenimiento de usuarios
- Registro de accesos
- Consulta de accesos
- Reporte de usuarios
- Reporte de accesos



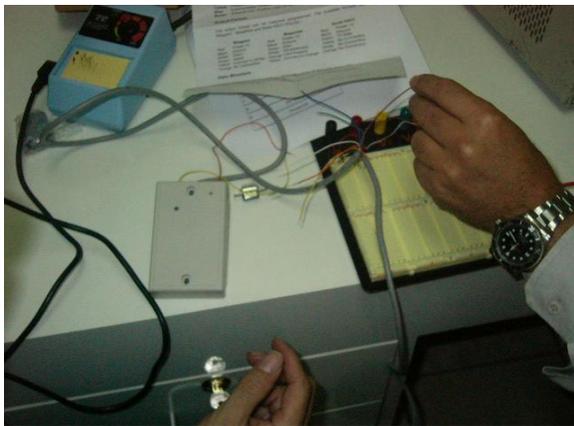
Control de acceso ejecutándose en segundo plano.



Equipo RFID pasivo a utilizar en la aplicación de control de acceso y asistencia. Muestra el lector de RFID GP30, World tag y tarjetas de proximidad de 125 KHz.



Incorporación de cable USB para alimentación eléctrica del lector de RFID pasivo a través de la computadora donde será conectado.



Pruebas en bread board del funcionamiento del lector de proximidad RFID pasivo.



Pruebas de funcionamiento del lector de RFID pasivo, conectado al equipo de cómputo y al software para el control de acceso y asistencia.



Componentes de la chapa eléctrica a instalar la puerta de acceso del salón de equipos audiovisuales del edificio F de sede central, para la aplicación de control de acceso y asistencia con tecnología RFID pasiva.



Proceso de instalación de la chapa eléctrica.



Chapa eléctrica instalada.



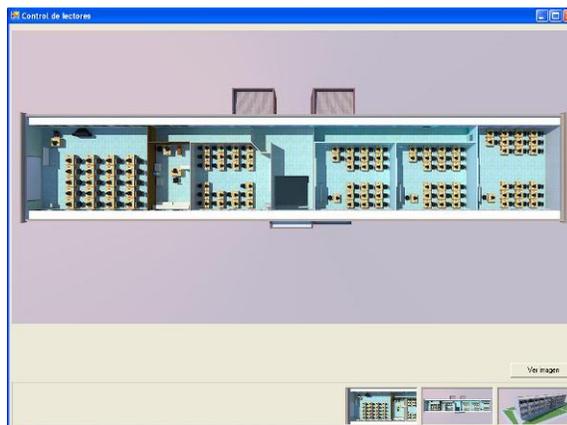
Lector RFID de proximidad instalado en el sala de equipos audiovisuales.

**Objetivo 2:** Desarrollar un software innovador con interface gráfica tridimensional que localice, identifique y trace el desplazamiento de equipos o personas utilizando la tecnología de identificación por radiofrecuencia.

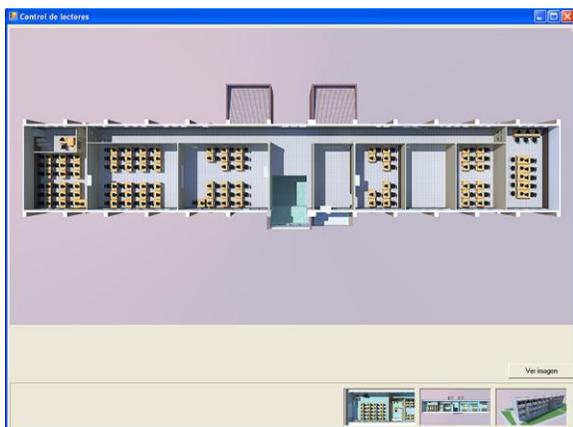
**Actividad 1:** Diseño del software



Interfaz gráfica del software del proyecto, muestra el edificio F, lugar donde se implementa el prototipo experimental del proyecto.



Tercer nivel del edificio F, utilizado para la interfaz gráfica del sistema y permite navegar por los centros de cómputo que posee.

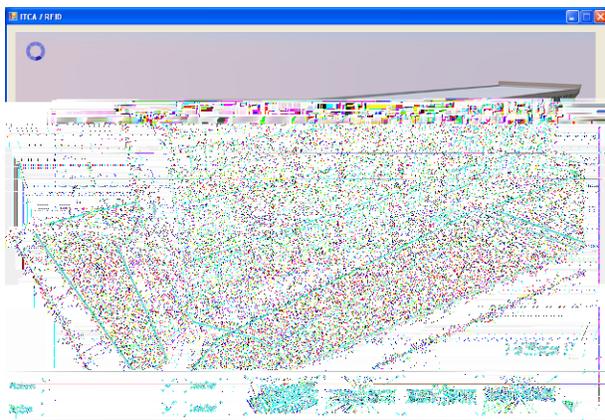


Segundo nivel del edificio F, utilizado para la interfaz gráfica del sistema y permite navegar por los centros de cómputo que posee.



Primer nivel del edificio F, utilizado para la interfaz gráfica del sistema y permite navegar por los centros de cómputo que posee.





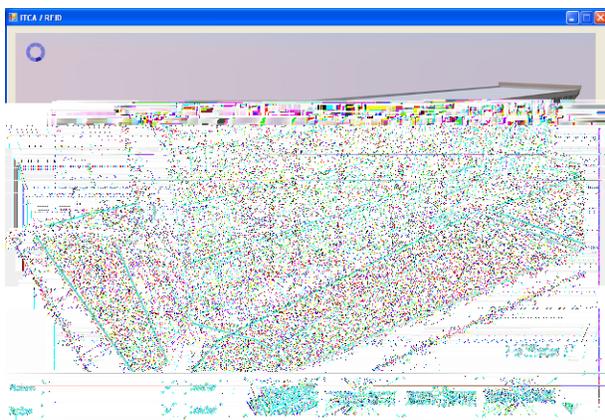
Pantalla del software 3D para la identificación y localización de personas y equipo por radiofrecuencia, permite la navegación por los centros de cómputo de los 3 niveles del edificio F, lugar de experimentación del prototipo.



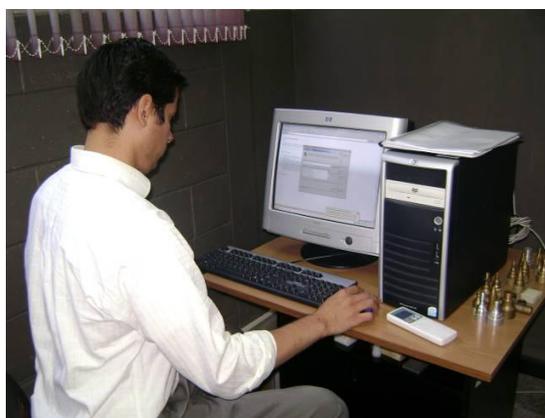
Aplicación Web para la administración de la base de datos del sistema, permite la carga de datos y obtención de reportes del sistema.

**Objetivo 2:** Desarrollar un software innovador con interface gráfica tridimensional que localice, identifique y trace el desplazamiento de equipos o personas utilizando la tecnología de identificación por radiofrecuencia.

**Actividad 4:** Verificación de funcionamiento del software



Pantalla del software 3D para la identificación y localización de personas y equipo por radiofrecuencia, permite la navegación por los centros de cómputo de los 3 niveles del edificio F, lugar de experimentación del prototipo.



Ing. Giovanni Henríquez, realizando pruebas y depuración del software 3D del proyecto



Pruebas de funcionamiento del software de identificación y localización de tags de RFID ubicados en las computadoras.



Coordinador del proyecto, Ing. Mario Villeda y equipo técnico, verificando el funcionamiento del software, desde el laboratorio de investigación y desarrollo de la tecnología RFID, ubicado en ITCA centro regional Santa Ana.

**Objetivo 3:** Implementar una red prototipo de células de identificación por radiofrecuencia para un sistema de identificación, control, vigilancia y posicionamiento local de personas y equipos.

**Actividad 1:** Implementación de red celular de lectores RFID y sistema de alarma.

Instalación de lectores y localizadores en los tres niveles del edificio F.



Instalación de lectores RFID



Alumnos de eléctrica de ITCA centro Regional Santa Ana



Instalación de lectores RFID



Alumnos de eléctrica de ITCA sede central



Instalación de lectores RFID



Instalación de Tags de RFID en computadoras

**Objetivo 3:** Implementar una red prototipo de células de identificación por radiofrecuencia para un sistema de identificación, control, vigilancia y posicionamiento local de personas y equipos.

**Actividad 2:** Desarrollo de circuitos electrónicos de interfaz para alarmas.

Pruebas para observar el interior de un radiocomunicador para verificar los puntos de conexión del micrófono.



Ing. Juan José Cáceres



Laboratorio

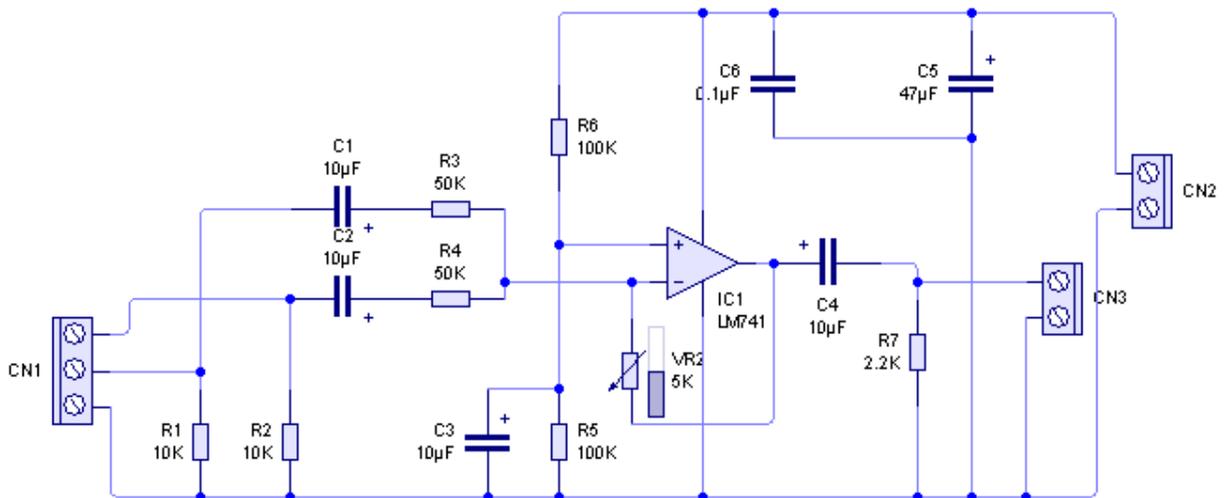


Diseño de circuito electrónico de interfaces para alarma en ISOpro Soft

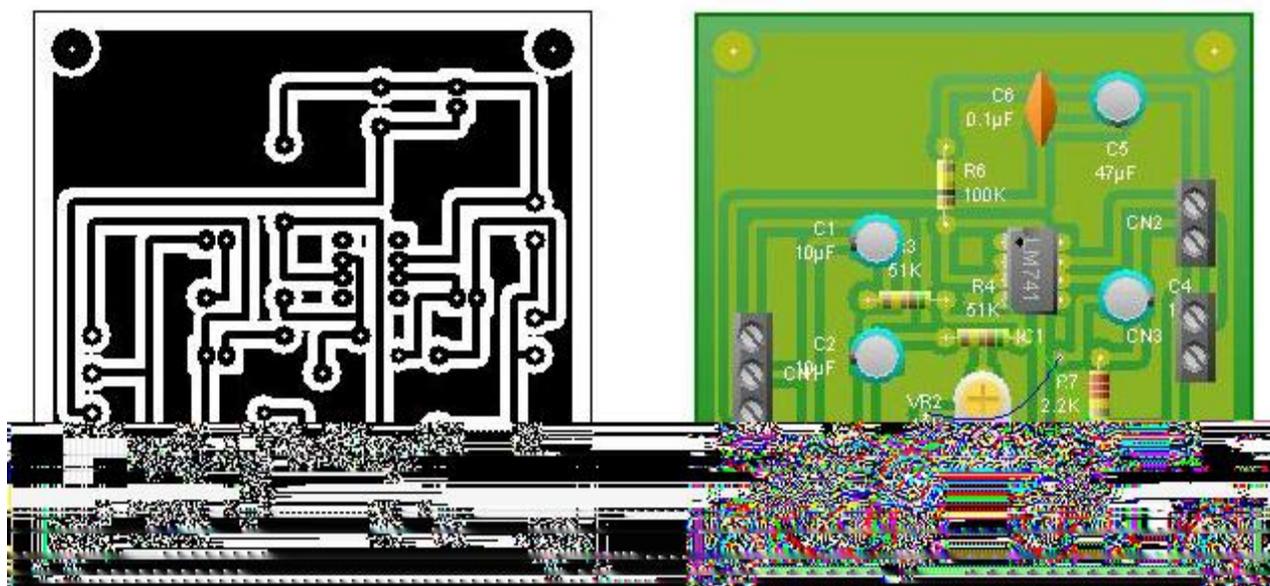


Impresor de circuito electrónico QC5000

Diseño del circuito amplificador para radio construido para el proyecto



Vista de las placas:

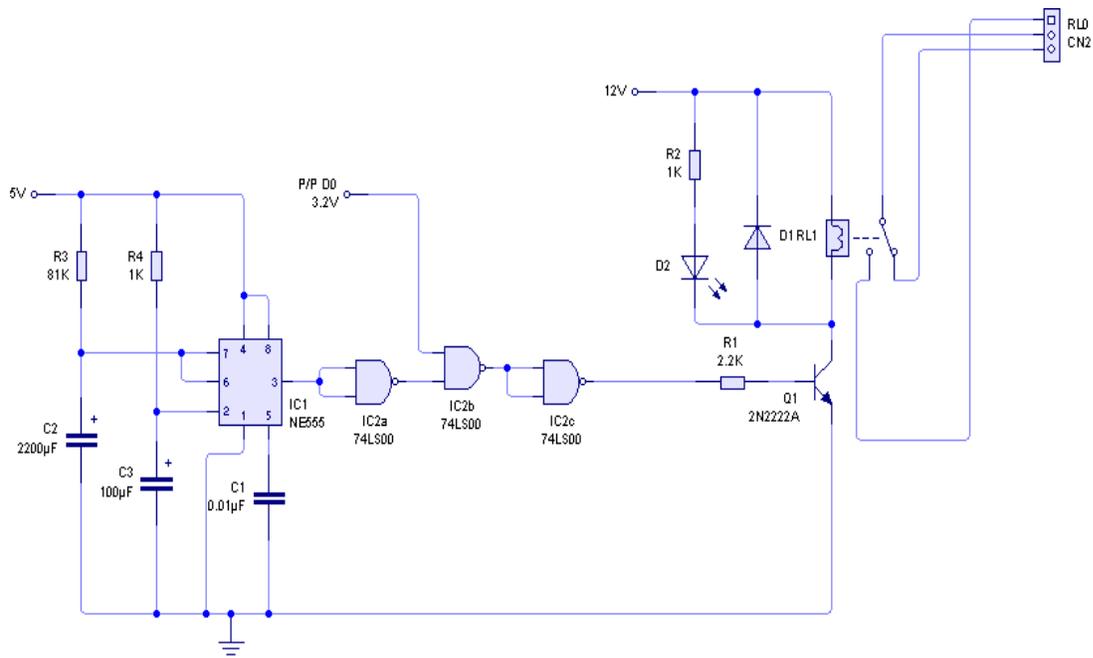


Este es el impreso del amplificador/ atenuador, elaborado por el Ing. Rigoberto Morales, para la interfase PC \_radio

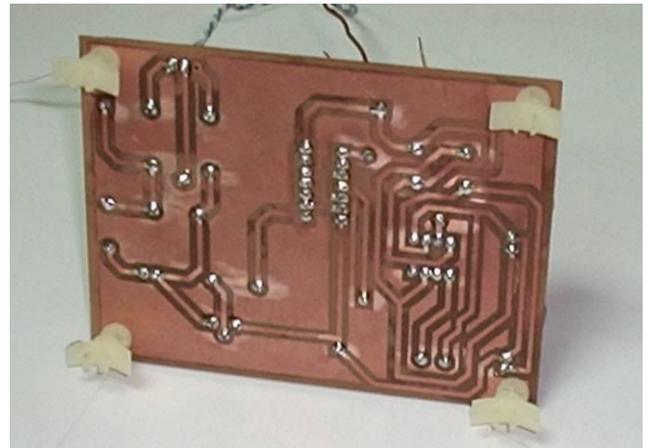
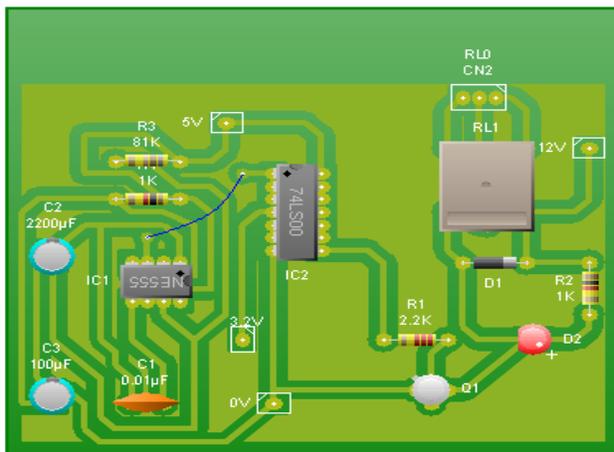
**Objetivo 3:** Implementar una red prototipo de células de identificación por radiofrecuencia para un sistema de identificación, control, vigilancia y posicionamiento local de personas y equipos.

**Actividad 3:** Desarrollo de circuitos electrónicos de interfaz para control de acceso a instalaciones.

Se elaboró un circuito de control para activación de chapa eléctrica:



Placas del circuito de control para activación de chapa eléctrica:



Con este circuito se implementó un sistema para el control de acceso a las instalaciones utilizando un tag pasivo (RFID de proximidad).

- Control de acceso con RFID pasivo instalado en el salón de audiovisuales.



Chapa eléctrica instalada en el salón de audiovisuales.



Lector RFID pasivo para el control de acceso y software instalado en el salón de audiovisuales.

## Otras actividades

1. Ponencia sobre avance del proyecto en la EXPO FIES 2009 por parte del Ing. Mario Villeda
2. Montaje de stand con información del proyecto y aplicación demo de RFID





# **ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA - FEPADE**

## **VISIÓN**

**Ser una institución educativa líder en educación tecnológica a nivel nacional y regional, comprometida con la calidad, la empresarialidad y la pertinencia de nuestra oferta educativa.**

## **MISIÓN**

**Formar profesionales integrales y competentes en áreas tecnológicas que tengan demanda y oportunidad en el mercado local, regional y mundial tanto como trabajadores y empresarios.**

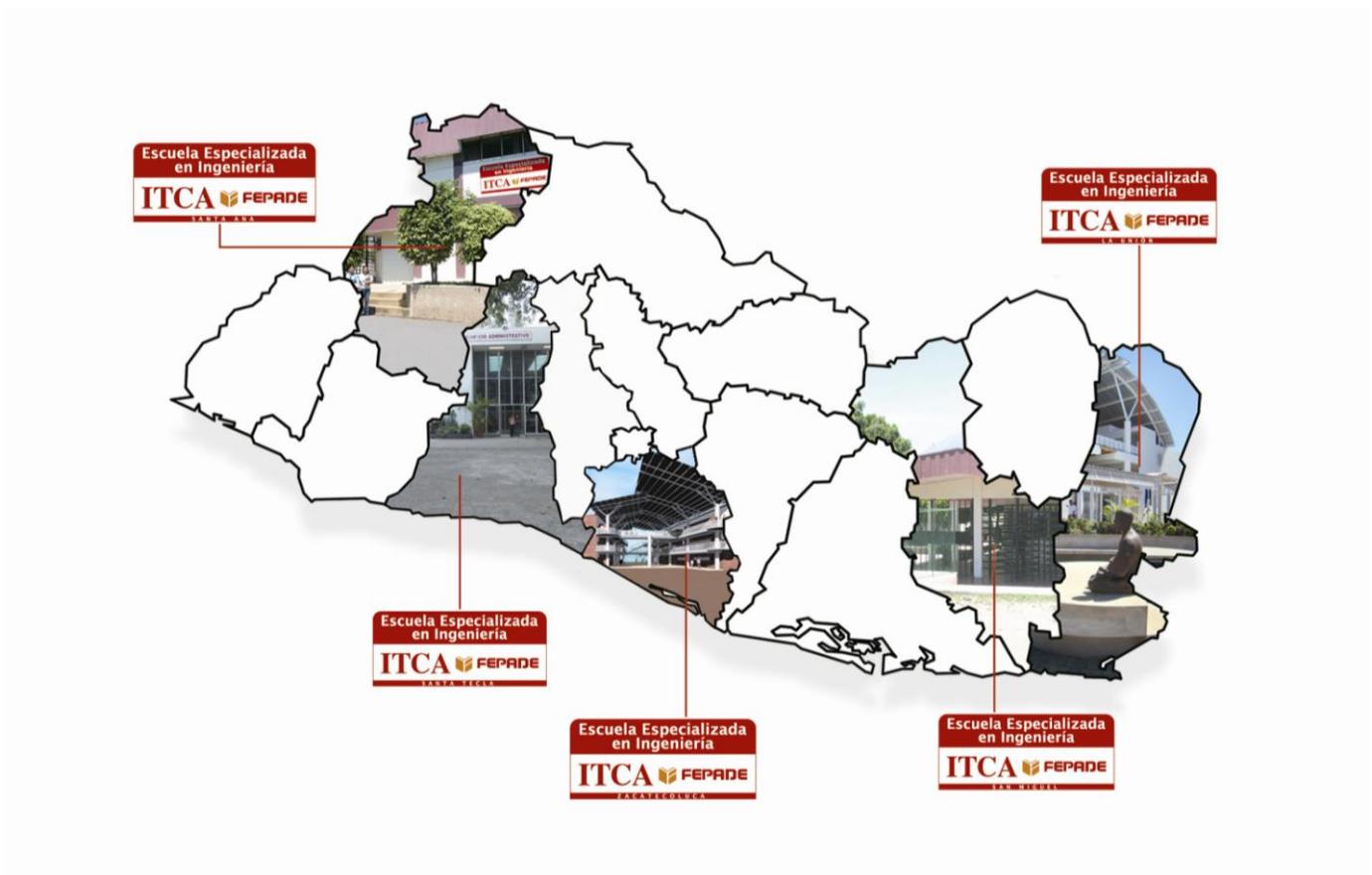
## **VALORES**

- **Excelencia**
- **Espiritualidad**
- **Comunicación**
- **Integridad**
- **Cooperación**

# Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE

República de El Salvador en la América Central

**FORMANDO PROFESIONALES PARA EL FUTURO**



Nuestro método “APRENDER HACIENDO” es la diferencia  
[www.itca.edu.sv](http://www.itca.edu.sv)